

Rejets de substances dangereuses dans l'eau

Etude du Secteur Papetier
Etude complémentaire

Décision d'attribution d'aide N°2012/8038

Dossier N°130380002

Delphine CRAPERI

Sommaire

1. - Contexte : IETI Papeteries - Etude complémentaire Nonylphénols et Zinc..	1
2. - 2^{nde} phase de l'action RSDE : Rappel des résultats de la phase de surveillance initiale - Secteur pâte – papier - carton	1
3. - Etude complémentaire – Caractéristiques des sites étudiés	2
4. - Le zinc et ses composés	2
4.1. - Réglementation - Valeurs de référence	2
4.2. - Origine de la contamination environnementale	3
4.3. - Le zinc dans l'industrie des pâtes, papiers, cartons	3
5. - Les nonylphénols	7
5.1. - Réglementation - Valeurs de référence	7
5.2. - Origine de la contamination environnementale	8
5.3. - Les nonylphénols dans l'industrie des pâtes, papiers, cartons	9
6. - Démarches de réduction des rejets de Zinc et Nonylphénols	14
6.1. - Zinc	15
6.2. - Nonylphénols	16
7. - Conclusion et perspectives	17

Annexe

1. - Contexte : IETI Papeteries - Etude complémentaire Nonylphénols et Zinc

Chacune des 41 branches ou sous-branches industrielles repérées dans la circulaire du 5 janvier 2009 est affectée à l'un des six groupes de travail " Inter-agences Echanges Thématiques Industries " (IETI) pour faire émerger des démarches de réduction volontaire des substances spécifiques à ces activités.

Concernant la papeterie, le groupe de travail est piloté par l'Agence de l'eau Adour – Garonne. COPACEL, l'INERIS et le CTP y sont associés. En 2011 et 2012, le CTP a présenté les résultats de l'analyse de la phase de surveillance des rejets des usines de pâte – papier – carton au cours de deux réunions du groupe IETI papeterie. Ces présentations ont mis en évidence des retards dans la réalisation des campagnes de mesures de la surveillance initiale RSDE sur certains sites et la nécessité de compléter les investigations sur certaines substances : les nonylphénols et le zinc.

En 2013, une étude complémentaire a été réalisée par le CTP, sous l'égide du groupe de travail, avec pour objectif de réaliser une série d'analyses complémentaires sur 5 sites industriels identifiés comme faisant partie des principaux sites émetteurs des substances nonylphénols et zinc.

2. - 2nde phase de l'action RSDE : Rappel des résultats de la phase de surveillance initiale - Secteur pâte – papier - carton

Depuis 2010, le CTP a collecté les résultats de la phase de surveillance initiale de 6 analyses mensuelles et a également eu accès à une extraction de la base de données de l'INERIS qui recueille et valide les données fournies par les industriels. Ces travaux sont réalisés dans le cadre de la collaboration engagée avec les Agences de l'Eau, l'INERIS et la COPACEL, initiée afin d'aider à la synthèse sectorielle des données et à l'étude technico économique des solutions de substitution ou des moyens de réduction, voire suppression des substances dont la présence sera avérée dans les rejets.

Différentes versions de la base de données collectées par l'INERIS ont été étudiées, la dernière version de cette base de données datant d'août 2013. Cette base comportait alors **82 sites papetiers** et 19 sites non papetiers. 12 sites papetiers manquaient encore à cette base.

Parmi les sites présents dans cette base, seuls 25,6% ont enregistré des mesures amont et 89% ont réalisé les 6 mesures requises.

Les données ont été analysées selon les critères de la circulaire de janvier 2009 et selon ceux de la note de la DGPR d'avril 2011. Il apparaît ainsi qu'environ **50% des sites pourront abandonner la surveillance des substances dans leurs rejets.**

3. - Etude complémentaire – Caractéristiques des sites étudiés

Des investigations plus approfondies ont été réalisées auprès de 5 sites émetteurs identifiés sur la base des données INERIS, afin de vérifier ou infirmer l'absence de nonylphénols et de zinc dans les produits utilisés au cours du procédé et d'étudier leur évolution dans la filière de traitement des effluents.

Les sites choisis sont :

- un site produisant de la pâte chimique blanchie et des papiers spéciaux avec une station d'épuration comprenant un physico-chimique et 4 Biofors,
- un site produisant du carton pour enroulement à partir de papiers récupérés avec un traitement des effluents comprenant un physico-chimique, un lit bactérien traitant 40% du flux et une boue activée,
- un site produisant du tissu (essuie-tout et papier toilette) à partir de pâte vierge. Ce site ne possède pas de station d'épuration propre et les rejets sont traités par un autre site papetier à proximité qui n'avait pas eu son arrêté de surveillance initiale lors de la campagne de prélèvements et qui possède un physico-chimique et 4 Biofors,
- un site produisant de la pâte TMP (thermomécanique) et du papier couché avec une station de traitement comprenant un physico-chimique, un traitement anaérobie et une boue activée,
- un site producteur de pâte chimique avec une station de traitement comprenant un physico-chimique et une lagune aérée.

4. - Le zinc et ses composés

Le Zinc fait partie des métaux. Les principaux minerais du zinc sont les minerais sulfurés (blende, ZnS ou sulfure de zinc macroscopiquement associé à du sulfure de plomb), les minerais carbonatés (smithsonite, $ZnCO_3$), les minerais silicatés et oxydés (hémimorphite, $Zn_4SiO_7(OH)_2$, H_2O et willémite, Zn_2SiO_4) regroupés sous le nom de Calamine .

4.1. - Réglementation - Valeurs de référence

Le zinc n'est pas une substance prioritaire selon la DCE mais il fait partie des substances pertinentes au titre du programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses.

L'Arrêté du 2 février 1998 relatif aux rejets des eaux résiduaires dans le milieu naturel indique que les rejets de zinc et de ses composés doivent respecter la valeur limite de concentration suivante : 2 mg (en Zn)/L si le rejet dépasse 20 g/j.

Le zinc fait partie des substances polluantes spécifiques caractéristiques du bon état écologique des eaux, fait partie de la liste II de la Directive 2006/11, et est retenue au titre du programme d'action national. A ce titre, l'objectif de réduction des rejets de Zinc dans l'eau est de 10% à échéance 2015.

La note ministérielle RSDE du 27/04/2011 fixe les seuils suivants :

- Le flux de la colonne A de l'annexe I fixe une valeur de 200 g/j au-delà de laquelle une surveillance trimestrielle est à prévoir.
- Le flux de la colonne B de l'annexe I fixe une valeur de 500 g/j au-delà de laquelle une réflexion sur les possibilités de réductions des émissions est à engager.

En Eaux douces de surface et en Eaux côtières et de transition, la Norme de Qualité environnementale (NQE) du Zinc est variable selon la dureté de l'eau : si $\text{CaCO}_3 < 24\text{mg/L}$ alors la NQE est de 3,1 et si $\text{CaCO}_3 > 24\text{mg/L}$ alors la NQE est de 7,8.

Son seuil de rejet dans l'eau pour la déclaration GEREP est de 100 kg/an, soit 200 g/jour.

4.2. - Origine de la contamination environnementale

Les émissions de zinc et de ses composés dans l'environnement peuvent être d'origine naturelle (abrasion et désagrégation des roches, des sols, éruptions volcaniques, décomposition végétale, feux de forêts et aérosols marins) ou anthropique (activités industrielles, activités résidentielles et trafic routier et activités agricoles telles les épandages des fumiers et lisiers de bovins, porcins et de volailles ; les traitements phytosanitaires des cultures et notamment des vignes).

Les apports de zinc et de ses composés dans l'environnement résultent entre autres des sources minières et industrielles, des toitures et gouttières, de l'utilisation de piles électriques, de pigments, de peintures de protection anticorrosion, de peinture anti-rouille, des épandages agricoles (quantité significative dans les engrais phosphatés), de l'usure de produits manufacturés (pneus, corrosion des toitures et gouttières) et enfin de l'incinération d'ordures ménagères.

D'après 1^{ère} phase de l'étude RSDE basée sur le volontariat des industriels et concernant 2876 sites (INERIS, 2007), les rejets de zinc proviennent à environ 27 % des industriels, à 63 % de centrales thermiques et nucléaires, de 9 % des rejets urbains et de moins de 1 % des STEP industrielles. D'après cette source, ces rejets sont principalement dus à la corrosion du zinc des équipements utilisés.

Les premières analyses de la phase de surveillance initiale mettent en évidence que le zinc est une substance très largement quantifiée : tous les secteurs ayant recherché le zinc et ayant plus de 10 établissements en base (32 secteurs) l'ont quantifié et 80% ou plus des établissements l'ont quantifié, quel que soit le secteur considéré.

4.3. - Le zinc dans l'industrie des pâtes, papiers, cartons

L'interprétation des résultats de la surveillance initiale de la 2^{nde} phase de l'étude RSDE (base de données INERIS) met en évidence que tous sous-secteurs confondus, le zinc et ses composés sont retrouvés fréquemment dans les rejets avec plus de 20% des sites papetiers concernés par un dépassement des seuils, 11% dépassant le critère de seuil A et 12% dépassant le critère de seuil B. Parmi les 10 sites dépassant le seuil de flux B, la moitié dépassent 10% du flux admissible (QMNA_5 disponibles pour tous).

Tableau 1 : Caractéristiques des sites avec un FJM Zinc > Seuil programme actions B (100 g/j)

Site	Production	Type de traitement des effluents	FJM > 10% flux admissible
19	Carton plat	Boue activée	
30	Pâte chimique	Boue activée	x
31	Pâte chimique	Boue activée	
32	Pâte chimique	Physico-chimique	
36	Papiers IE	Lagune aérée	x
85	Pâte mécanique + Papiers de presse	Anaérobie + Boue activée	x
88	Pâte désencrée + Papiers de presse	Boue activée	
86	Pâte mécanique	Boue activée	
87	Pâte chimique	Anaérobie + lagune	x
91	Papiers d'hygiène	Traités par un autre site	x

Les fabricants de pâte chimique (4 sites) sont tous concernés par le zinc, principalement du fait de valeurs de débit importantes. Globalement, aucune relation ne peut être établie entre le type de production et le niveau de rejet. Les métaux détectés dans les rejets ne sont pas introduits de façon intentionnelle dans les procédés de fabrication de la pâte et du papier et résultent plutôt d'apports indirects ou de procédés annexes à la fabrication de pâte ou de papier-carton. Ainsi, le zinc et d'autres éléments traces métalliques proviennent très probablement du bois et d'une pollution diffuse.

La comparaison des teneurs en Zinc des phases particulières dans les rejets, à partir de la base de données, aux valeurs moyennes mesurées sur les boues papetières met en évidence des valeurs similaires et nettement inférieures aux teneurs limites pour l'épandage: Zinc = 500 ppm (limite réglementaire épandage = 3000).

Les données INERIS (extraction d'août 2013 avec élimination des sites hors secteurs fabrication pâte, papier, carton) conduisent aux statistiques présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résultats de la surveillance initiale dans l'industrie des pâtes, papiers, cartons – Zinc et ses composés (données issues de la base de données INERIS – extraction août 2013) :

Substance	Concentration Moyenne (µg/L)				Flux Journalier Moyen (g/j)			
	Moyenne	Maxi	Mini	Médiane	Moyenne	Maxi	Mini	Médiane
Zinc et ses composés	77,4	2984	0,00	19,9	295,7	10127	0,00	55,7

A noter que le site responsable de la CM et du FJM les plus élevés ne possède pas de station d'épuration propre : par conséquent ce sont des valeurs avant traitement, qui n'ont pas été prises en compte pour le calcul des valeurs moyennes de concentration et de flux.

Les données mettent en évidence une concentration moyenne en zinc dans les rejets des sites papetiers de 77 µg/L et un flux journalier moyen de 295 g/j. Le percentile 90 des concentrations moyennes des sites est de 106 µg/L. Par comparaison, les niveaux de rejet en zinc observés au cours de la surveillance initiale, tous secteurs confondus, mettent en évidence un percentile 90 pour la concentration moyenne de 747 µg/L.

Des investigations plus approfondies ont été réalisées auprès des 5 sites choisis. Les résultats des données de surveillance initiale pour les rejets en zinc de ces sites sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 3 : Résultats de la surveillance initiale sur les sites choisis – Zinc (données issues de la base de données INERIS – extraction août 2013) :

Site	Concentration min. (µg/L)	Concentration max. (µg/L)	Concentration Moyenne Pondérée (µg/L)	Flux Journalier Moyen (g/j)
Pâte chimique blanchie et papiers spéciaux	5	20	9,14	0
Carton pour enroulement, papiers récupérés	12,1	25,5	20,17	29,1
Tissu à partir de pâte vierge*	110	1400	611,88	1556,83
Pâte chimique	37	188	100,99	2870
Pâte TMP et papier couché	73,5	121	107,58	1784,9

*Données avant traitement car ce site ne dispose pas d'installation de traitement des effluents (traitement réalisé par un autre site).

Les résultats des données de surveillance initiale pour les sites étudiés, mettent en évidence une concentration de zinc dans les rejets relativement constante et toujours supérieure à la LQ.

Au cours de l'année 2013, des mesures de zinc sur les principaux produits utilisés au cours des procédés, ainsi que sur des prélèvements moyens d'eaux fraîches, des effluents entrée et sortie station ont été réalisées (échantillons moyens 24h) pour chacun de ces sites.

Les mesures réalisées dans les effluents sont présentées dans le tableau 4. Elles mettent en évidence des valeurs de zinc dans les rejets comparables à celles observées lors de la surveillance initiale. Les concentrations en entrée de station vont de 100 à 220 µg/L. Deux des sites étudiés présentent des concentrations en sortie de station inférieures à la LQ mettant en évidence une diminution de la concentration de zinc dans les effluents après traitement de 100%. Pour les 3 autres sites, les baisses calculées vont de 12 à 84%. Les sites « pâte chimique » et « pâte TMP + papiers couchés » présentent des flux de zinc supérieurs au seuil B (500 g/j) du fait de débits de rejets importants.

Pour le site produisant du carton pour enroulement à partir de papiers récupérés, une mesure de zinc sur les boues a été réalisée, celles-ci étant réintroduites dans le procédé au niveau de la mise en pâte. Cette mesure a mis en évidence une concentration de 650 µg/L pour une boue à 7 g/L.

Une mesure dans les boues aérobies du site produisant de la pâte TMP et du papier couché a également été réalisée et a montré une concentration en zinc de 1 mg/L.

Concernant les produits utilisés au cours du procédé, 42 produits ont été analysés (liste en annexe) sur l'ensemble des 5 sites étudiés. La recherche du zinc dans ces différents produits additifs au procédé papetier, a été réalisée par un laboratoire accrédité par le COFRAC sur ce paramètre. La limite de quantification obtenue après optimisation du procédé d'analyse est de l'ordre de 40 mg/kg ou 0,2 mg/L. Dans ces conditions, les concentrations de zinc sont supérieures à la LQ pour 9 produits avec des concentrations allant jusqu'à 53 mg/kg (Amidon Cargill) (cf. tableau 5). Pour tous les autres produits, les concentrations obtenues sont inférieures à la LQ.

Ces mesures mettent en évidence la présence de zinc dans des produits utilisés en quantité par les sites papetiers au sein de leurs procédés. Ainsi, le site producteur de pâte chimique, qui est l'émetteur le plus important des 5 sites étudiés, utilise un produit avec une

concentration en zinc de 40 mg/kg à raison de 266 kg/j (NOPCOMASTER 4034, additif de production).

Tableau 4 : Résultats de la campagne de prélèvements sur les sites choisis – Mesures de Zinc dans les effluents

Site	Type de traitement des effluents	Concentration en entrée (µg/L)	Concentration en sortie (µg/L)	Flux en sortie (g/j)
Pâte chimique blanchie et papiers spéciaux	Biofors	118	<LQ	-
Carton pour enroulement, papiers récupérés	Lit bactérien + boue activée	150	23	51,08
Tissu à partir de pâte vierge*	Biofors*	115	<LQ	-
Pâte chimique	Lagune aérée	220	71	1826,69
Pâte TMP et papier couché	Anaérobie + boue activée	104	91	1453,00

*L'effluent considéré correspond à un effluent global comprenant celui du site étudié et celui du site avec l'installation de traitement des effluents

Tableau 5 : Résultats de la campagne de prélèvements sur les sites choisis – Mesures de Zinc dans les produits

Site	Produit	Utilisation	Quantité utilisée	Concentration en zinc
Pâte chimique blanchie et papiers spéciaux	Amidon C film TCF 07312 (CARGILL)	Liant / couchage	1300 kg/j	53 mg/kg
	Blankophor UWS (KEMIRA)	Azurant / couchage	300 kg/j	7,7 mg/L
	Cartabond TSI (CLARIANT)	Insolubilisant / couchage	45 kg/j	0,7 mg/L
	Oxystrong (SOLVAY)	Agent de blanchiment / usine pâte	1045 kg/j	0,52 mg/L
Carton pour enroulement, papiers récupérés	ALPHASOLV-AP (KOLB)	Nettoyage des toiles	0,8 kg/T carton produit (net)	8,4 mg/L
	NALCO 74406 (NALCO)	Antitartre / pompes à vide	<7 kg/j	1,7 mg/L
Pâte chimique	NALCO 7330 (NALCO)	Biocide / tours aéroréfrigérantes	5 kg/j	1,7 mg/L
	NALCO 2510 (NALCO)	Biocide / tours aéroréfrigérantes	5 kg/j	2,4 mg/kg
	NOPCOMASTER 4034 (NOPCO)	Additif de production	266 kg/j	40 mg/kg

5. - Les nonylphénols

Le terme nonylphénols (CAS 25154-52-13) recouvre un grand nombre d'isomères différents, de formule $C_6H_4(OH)C_9H_{19}$, dont certains ont reçu des numéros CAS spécifiques (comme le 4-nonylphénol ramifié, CAS 84852-15-3). Ils appartiennent à la famille des alkylphénols (AP).

Ces substances sont principalement utilisées pour produire des éthoxylates de nonylphénols (NPE) aux propriétés dispersantes, émulsifiantes et mouillantes, incorporés dans des formulations pour une grande variété d'applications industrielles et commerciales. La littérature indique que les alkylphénols sont utilisés dans les produits de soins corporels et mentionne également l'usage des dérivés du NP comme antioxydants de certains plastiques.

Les principaux nonylphénols (NP) sont :

- n-nonylphénols : mélange d'isomères de nonylphénols dont la chaîne alkylée est linéaire,
- 4-nonylphénol linéaire, 4-n-nonylphénol ou p-nonylphénol,
- 4-nonylphénol ramifié : mélange de nonylphénols à chaînes ramifiées, toutes en position 4 sur le cycle benzénique, correspondant à la principale proportion des nonylphénols industriels,
- nonylphénol ramifié (mélange d'isomères de nonylphénols dont la chaîne alkyle est ramifiée).

5.1. - Réglementation - Valeurs de référence

Les nonylphénols font partie de la liste des 41 substances caractéristiques du bon état chimique des eaux, selon la DCE, et sont classées Substances Dangereuses Prioritaires. A ce titre, la DCE impose une réduction de 50% des rejets de nonylphénols dans les eaux de surface à échéance 2015 et leur suppression à échéance 2021.

La directive n°2008/105/CE du 16/12/08 établit les normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau dont celles concernant les nonylphénols. La norme de qualité environnementale (NQE) pour le 4-nonylphénol est de 0,3 µg/L (moyenne annuelle) et de 2 µg/L (concentration maximale admissible).

Dans sa note du 27 avril 2011, le Ministère fournit des seuils de flux entraînant la surveillance pérenne (seuil A) et la mise en œuvre d'un programme d'actions (seuil B) à la fois pour les nonylphénols et les octylphénols :

- Seuil A : 2 g/j
- Seuil B : 10 g/j

Les laboratoires accrédités analysent les Nonylphénols de numéro CAS 25154-52-3 (code sandre 1957) et 84852-15-3 (code sandre 1958). La restitution se fait sous le code sandre 6598 (code regroupant les codes sandre 1957 et 1958).

Code Sandre	N° CAS	Nom substance
1957	25154-52-3	Nonylphénols (linéaires)
1958	84852-15-3	4-nonylphénols ramifiés
6598 = 1957+1958		Nonylphénols linéaires ou ramifiés
1920	1806-26-4	Octylphénols (linéaires)
1959	140-66-9	4-tert-Octylphénol (ramifiés)
6600 = 1920+1959		p-octylphénols (mélange)

À la suite de leur inscription comme substance dangereuse prioritaire, les nonylphénols et les éthoxylates de nonylphénols ont fait l'objet de restrictions d'emploi et de mise sur le marché pour notamment le nettoyage industriel et institutionnel et la fabrication de papier et de pâte à papier (directive 2003/53/CE du 18 juin 2003). Par ailleurs, la réglementation interdit uniquement les produits ou préparation contenant des éthoxylates de nonylphénols à des concentrations supérieurs à 0,1% en masse.

La directive 2003/53/CE interdit les éthoxylates de nonylphénols dans les biocides en tant que coformulant.

5.2. - Origine de la contamination environnementale

Il n'existe pas de sources naturelles connues de nonylphénols et éthoxylates de nonylphénols. La présence de ces substances dans l'environnement résulte donc seulement de l'activité anthropique.

Les éthoxylates d'alkylphénols ne sont pas stables dans l'environnement et sont rapidement dégradés en alkylphénols. Pour cette raison l'Union Européenne a évalué conjointement les risques pour les nonylphénols et les éthoxylates de nonylphénols. Les éthoxylates d'alkylphénols, bien que n'étant pas visés par la Directive 2000/60/CE, constituent à terme une source indirecte d'alkylphénols dans l'environnement.

Une étude de l'analyse des alkylphénols réalisée en 2004 par l'INERIS précise que ce sont des substances chimiques très lipophiles et persistantes s'accumulant préférentiellement au niveau des sédiments et du sol. Le 4-nonylphénol et le 4-*tert*-octylphénol sont les principaux AP produits et commercialisés sous forme de dérivés. De par leur large spectre d'utilisation et l'absence de traitement adapté dans les stations d'épuration, ces composés sont ubiquitaires dans l'environnement.

Depuis 2003, la déclaration des sites industriels sur les émissions de nonylphénols concerne majoritairement, voire uniquement, le milieu aquatique (eau directe) : les émissions de nonylphénols ne semblent pas dégager une tendance à la baisse ou à la hausse. Les stations d'épuration sont les plus gros émetteurs de nonylphénols vers le milieu aquatique.

Les émissions diffuses liées aux nonylphénols sont principalement liées à l'épandage agricole de boues de station d'épuration. Les émissions diffuses d'éthoxylates de nonylphénols liées à leur utilisation dans les matériaux de construction sont également considérées comme importantes. D'autre part, bien que peu documentée, l'utilisation des éthoxylates de nonylphénols dans l'industrie des engrais pourrait entraîner des émissions diffuses de ces substances dans le sol.

Les sources d'émissions vers le milieu aquatique identifiées sont :

- Production de nonylphénols : 0,1 kg/jour ;
- Production d'éthoxylates de nonylphénols : 165,1 kg/jour ;
- Production de différents articles contenant des éthoxylates de nonylphénols (NPE) : 2690 kg/jour :
 - o Détergents industriels, institutionnels et domestiques : 30 %
 - o Polymères/émulsion : 12 % ;
 - o Textile : 10 % ;
 - o Cuir : 8 % ;
 - o Agriculture : 6 % ;
 - o Peintures : 5 % ;
 - o Industrie du métal : 3 % ;
 - o Papier et cartons : 1 % ;
 - o Industrie chimique des nonylphénols : 9 % ;
 - o Autres : 16 %.
- Stations d'épuration municipales et industrielles : 80,45 kg/jour ;
- Eaux usées issues de l'utilisation de produits contenant des NPE : 107 602 kg/jour.

Ainsi les émissions totales vers le milieu aquatique sont :

- Production de nonylphénols : 0,037 tonnes/an ;
- Production de NPE : 60,3 tonnes/an ;
- Production de différents articles utilisant des NPE : 982 tonnes/an ;
- Eaux usées domestiques et industrielles : 29,4 tonnes/an.

Les premières analyses de la phase de surveillance initiale de l'action RSDE 2 mettent en évidence que les nonylphénols sont très largement quantifiés : 26 secteurs sur 27 l'ayant recherché et ayant plus de 10 établissements en base l'ont quantifié et 65% ou plus des établissements l'ont quantifié (pour ces 26 secteurs).

5.3. - Les nonylphénols dans l'industrie des pâtes, papiers, cartons

Les concentrations moyennes et flux journaliers moyens obtenus à partir des données de surveillance initiale sont présentés dans le tableau ci-après. La note du 27 avril 2011 précise que le suivi est réalisé pour la totalité des nonylphénols linéaires et ramifiés soit le code Sandre 6598 qui correspond effectivement à la somme des nonylphénols codes sandre 1957 et 1958. Afin d'estimer le nombre de sites concernés par les critères de flux A (2 g/j) et B (10 g/j) :

- Lorsque les données étaient disponibles pour le code Sandre 1957 exclusivement, le chiffre indiqué dans la base INERIS a été doublé,
- Lorsque les données étaient disponibles les codes Sandre 1957 et 1958, la somme des deux chiffres a été utilisée,
- Lorsque les données étaient disponibles pour les codes Sandre 1957 et 6598 ou pour le code Sandre 6598 exclusivement, c'est la valeur pour le code 6598 qui a été utilisée.

Pour chacun des sites, le type de production et le type de traitement des effluents ont été précisés lorsqu'ils étaient connus.

Tableau 6 : Caractéristiques des sites concernés par des rejets en nonylphénols (codes Sandre 1957 + 1958 = 6598) supérieurs aux seuils A (2 g/j) et B (10 g/j)

	Site	CM* (µg/L)	FJM** (g/j)	Production	Type de traitement des effluents
> Seuil A	58	0,3	2	Papiers IE	Boue activée
	70	0,3	2,2	Papiers spéciaux	Boue activée
	59	2,7	2,4	PPO	Anaérobie + Lagune
	77	3,0	2,8	Papiers d'hygiène	?
	55	1,1	3,0	PPO	Culture fixée
	68	2,4	3,2	Cartons pour enroulement	Boue activée + municipal ?
	89	1,7	3,6	Papiers journal magazine	Boue activée
	34	1,3	4,3	Papiers d'hygiène	Boue activée
	19	0,8	4,6	Carton plat	Boue activée
	28	0,9	5	PPO	Anaérobie + aérobie
	40	2,3	7,2	Papiers IE + papiers spéciaux	Municipal ?
	69	6,8	8,9	PPO	Boue activée à membrane
	5	7,8	9,4	Papiers d'Emballage	?
	57	0,8	9,9	Papiers spéciaux	Boue activée
> Seuil B	35	3,4	10	Papiers d'hygiène	Boue activée ?
	74	1,2	10,3	Papiers spéciaux	en projet ?
	56	8	11,3	Papiers IE hors presse	?
	54	1,4	11,3	PPO	Anaérobie + Boue activée
	81	0,6	17,2	PPO	Anaérobie
	27	3,7	18,2	PPO	Anaérobie + Boue activée
	71	5,5	27,7	Carton plat + désencrage	Boue activée
	21	21,5	31,2	Carton pour enroulement	Lit bactérien + Boue activée
	85	2	33,2	Pâte mécanique + Papiers de presse	Anaérobie + Boue activée
	23	55,1	34	Carton plat + Carton pour enroulement	Lagune + épandage
	91	16,0	40,8	Papiers d'hygiène	Traités par un autre site
	64	4,2	46,2	Pâte chimique + Papiers spéciaux	Culture fixée + oxydation par voie humide (effluents usine pâte)
	83	11,8	47,8	PPO	Anaérobie + lagune
	87	1,1	49,2	Pâte chimique	Anaérobie + lagune
	88	3,0	67,5	Pâte désencrée + Papiers de presse	Boue activée
	86	6,6	97,7	Pâte mécanique	Boue activée
30	3,7	157	Pâte chimique	Boue activée	
32	12,5	308	Pâte chimique	Primaire seulement	
76	163,6	320	Papiers d'hygiène	Primaire puis Municipal	

*CM : Concentration Moyenne **FJM : Flux Journalier Moyen

L'interprétation des résultats de la surveillance initiale de la 2nde phase de l'étude RSDE (base de données INERIS) met en évidence que tous sous-secteurs confondus, les nonylphénols sont retrouvés fréquemment dans les rejets avec environ 50% des sites concernés, 21% dépassant le critère de seuil A et 28% dépassant le critère de seuil B.

Les données INERIS (extraction d'août 2013 avec élimination des sites hors secteurs fabrication pâte, papier, carton) conduisent aux statistiques présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 7 : Résultats de la surveillance initiale dans l'industrie des pâtes, papiers, cartons – Nonylphénols (données issues de la base de données INERIS – extraction août 2013) :

Substance	Concentration Moyenne (µg/L)				Flux Journalier Moyen (g/j)			
	Moyenne	Maxi	Mini	Médiane	Moyenne	Maxi	Mini	Médiane
Nonylphénols	1,7	27,69	0,027	0,38	8,38	153,99	0	1,09

Les nonylphénols ne sont pas introduits de façon intentionnelle dans les procédés de fabrication et résultent plutôt d'apports indirects ou de procédés annexes à la fabrication de pâte ou de papier-carton.

L'examen des données met en évidence des concentrations moyennes plus élevées dans les sites utilisant des fibres recyclées (2,78 µg/L en moyenne) que dans les sites utilisant des fibres vierges (1,11 µg/L en moyenne). Concernant les flux émis, la différence est moins nette, les sites utilisant des papiers récupérés présentant un flux moyen de 6,68 g/j et les sites utilisant de la pâte vierge ayant un flux moyen de 4,6 g/j.

Le niveau de rejets en nonylphénols observés pour le secteur papetier pour le percentile 90 des concentrations (4,05 µg/L) est inférieur au niveau observés tous secteurs confondus qui se situe à 5 µg/L, ce qui confirme le caractère ubiquitaire de ces substances.

Les labels écologiques européens (écolabels) pour papiers à copier et papier graphique, et pour papier hygiénique, papier de cuisine et autres produits en papier absorbant à usage domestique, stipulent que les alkylphénoléthoxylates ou autres dérivés d'alkylphénol ne doivent pas être ajoutés aux produits chimiques de nettoyage et de désencrage, aux agents anti-mousse, aux dispersants ou aux agents de couchage (les dérivés d'alkylphénol sont définis comme des substances qui, en se dégradant, produisent de l'alkylphénol). En termes d'évaluation et de vérification, le demandeur ou chaque fournisseur de produits chimiques doit fournir les déclarations attestant que ces produits sont exempts d'alkylphénoléthoxylates et autres dérivés d'alkylphénol. C'est également le cas de la marque NF Environnement Cahiers.

Différents sites papetiers ont réalisé un inventaire des produits susceptibles de contenir ces molécules dans les différents produits utilisés et vérifié auprès des fournisseurs le respect des réglementations en vigueur. Le CTP a de son côté également contacté différents fournisseurs de produits chimiques. KEMIRA CHIMIE a ainsi communiqué différentes attestations fournies sur demande aux industriels. Ces attestations mentionnent l'absence de nonylphénols et ethoxylates de nonylphénols dans lesdits produits.

Des investigations plus approfondies ont été réalisées auprès de 5 sites émetteurs identifiés sur la base des données INERIS, afin de vérifier ou infirmer l'absence de nonylphénols dans les produits utilisés au cours du process et d'étudier leur évolution dans la filière de traitement des effluents. Les caractéristiques des rejets en nonylphénols de ces sites observées lors de la phase de surveillance initiale sont présentées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Résultats de la surveillance initiale sur les sites choisis – Nonylphénols (données issues de la base de données INERIS – extraction août 2013) :

Site	Concentration min. (µg/L) (code Sandre 1957)	Concentration max. (µg/L) (code Sandre 1957)	Concentration Moyenne Pondérée (µg/L) (codes Sandre 1957, 1958)	Flux Journalier Moyen (g/j)
Pâte chimique blanchie et papiers spéciaux	<LQ	6,2	2,12	23,13
Carton pour enroulement, papiers récupérés	2,99	22,7	10,76	15,55
Tissu à partir de pâte vierge*	0,41	23,1	8,09	20,6
Pâte chimique	<LQ	0,53	1,28	37,17
Pâte TMP et papier couché	<LQ	3,4	1	16,61**

*Données avant traitement car ce site ne dispose pas d'installation de traitement des effluents (traitement réalisé par un autre site).

**Concentration similaire observée dans les eaux fraîches

Les résultats des données de surveillance initiale pour les sites étudiés, mettent en évidence une grande variabilité de résultats pour un même site au cours des 6 campagnes : la présence de nonylphénols dans les rejets n'est pas constante. Seul le site produisant du carton pour enroulement à partir de papiers récupérés présente 6 concentrations au-delà du µg/L au cours de la surveillance initiale.

Au cours de l'année 2013, des mesures de nonylphénols sur les principaux produits utilisés au cours des procédés, ainsi que sur des prélèvements moyens d'eaux fraîches, des effluents entrée et sortie station ont été réalisées (échantillons moyens 24h) pour chacun de ces sites.

Les résultats obtenus sur les effluents entrée et sortie station de traitement sont présentés dans le tableau 9. Ils mettent en évidence des concentrations en nonylphénols dans les rejets beaucoup plus faibles que celles observées lors des campagnes de surveillance initiale : les concentrations sont ici toutes inférieures au µg/L et pour deux des cinq sites étudiés, les nonylphénols ne sont pas détectés dans les rejets. Trois années se sont écoulées entre les campagnes initiales et ces campagnes de prélèvements complémentaires. La diminution des concentrations en nonylphénols observée pourrait être liée à une disparition progressive de produits additifs du procédé ou potentiellement présents dans les matières premières susceptibles de contenir des NP. A noter que le site produisant de la pâte TMP et du papier couché présentait, lors de la campagne de prélèvements, une concentration dans l'eau fraîche utilisée du même ordre que celle détectée dans le rejet (0,183 µg/L de NP mesurés dans les eaux fraîches), suggérant que le site n'est pas à l'origine de la contamination observée.

Par ailleurs, les résultats obtenus sur ces différents sites ne permettent pas de dégager de conclusion solide quant à l'efficacité des filières de traitement pour éliminer la charge de nonylphénols potentiellement présente dans les effluents. En effet, pour 2 des 3 sites étudiés présentant des nonylphénols dans leurs rejets après traitement, ces nonylphénols n'ont pas été détectés dans l'effluent non traité. Une mesure de NP sur les boues a été réalisée,

celles-ci étant réintroduites dans le procédé au niveau de la mise en pâte : cette mesure a mis en évidence une concentration de 1,32 µg/L pour une boue à 7 g/L.

Tableau 9 : Résultats de la campagne de prélèvements sur les sites choisis – Mesures de nonylphénols dans les effluents

Site	Type de traitement des effluents	Concentration en entrée (µg/L) (Code Sandre 6598)	Concentration en sortie (µg/L) (Code Sandre 6598)	Flux en sortie (g/j)
Pâte chimique blanchie et papiers spéciaux	Biofors	<0,33	<LQ	-
Carton pour enroulement, papiers récupérés	Lit bactérien + boue activée	2,42	<LQ	-
Tissu à partir de pâte vierge*	Biofors*	0,49	0,14	0,77
Pâte chimique	Lagune aérée	<LQ	0,96	24,70
Pâte TMP et papier couché	Anaérobie + boue activée	<LQ	0,16	2,60

*L'effluent considéré correspond à un effluent global comprenant celui du site étudié et celui du site avec l'installation de traitement des effluents

Concernant les produits utilisés au cours du procédé, 42 produits ont été analysés sur l'ensemble des 5 sites étudiés (liste en annexe). La recherche des nonylphénols dans ces différents produits additifs au procédé papetier, bien que réalisée par un laboratoire accrédité par le COFRAC sur ce paramètre, a posé de nombreuses difficultés techniques. Les limites de quantification obtenues après optimisation du procédé d'analyse sont de l'ordre de 5 mg/kg. Dans ces conditions, les résultats obtenus ne mettent pas en évidence la présence de nonylphénols dans les produits analysés (résultats < LQ).

Afin d'explorer si la matière première du procédé papetier pouvait être une source potentielle de NP, des essais ont été réalisés consistant à rechercher ces substances dans les eaux provenant du pulpage, au laboratoire, de pâtes commerciales (pâte de résineux kraft blanchie d'une part, et pâte de feuillus kraft blanchie d'autre part) et de papiers récupérés (journaux – magazine 111.1), sans aucune addition de produits chimiques (tableau 10). Les analyses ont été réalisées en parallèle, sur les mêmes échantillons, par deux laboratoires accrédités COFRAC sur le paramètre nonylphénols.

Tableau 10 : Recherche des nonylphénols dans les matières premières après pulpage à 3% dans de l'eau

Matière première	Concentration en NP en µg/L (Code Sandre 6598)	
	Laboratoire 1	Laboratoire 2
Pâte vierge Kraft blanchie résineux	0,47	0,23
Pâte vierge Kraft blanchie feuillus	0,36	0,276
Fibres récupérées (mélange journaux magazines 111.1)	3,39	1,95

Les résultats mettent en évidence que, sans addition d'aucun produit chimique, les nonylphénols sont détectés dans les eaux provenant du pulpage de pâtes commerciales de feuillus ou de résineux, à des concentrations inférieures à 1 µg/L, mais qui peuvent néanmoins être supérieures à la NQE. Les pulpages ont été réalisés à 3%, ce qui correspondrait à une usine utilisant 30 m³/T papier produite, alors que la moyenne des

consommations des sites français est plutôt comprise entre 5 et 10 m³/T. Sur cette base, on peut par conséquent considérer que les résultats présentés dans le tableau 4 sous-estiment la concentration de NP potentiellement dans les rejets ayant pour origine les matières premières. Les valeurs observées mettent en évidence une concentration en NP plus importante dans l'eau provenant du pulpage de fibres récupérées de type journaux magazine. Ce type de ressource fibreuse contient de fait des papiers imprimés mais également des contaminants plastiques (Figure 1).

Figure 1 : Mélange journaux-magazines 111.1



Encres et plastiques pourraient contribuer à la présence de NP dans les eaux de pulpage de ce type de matière première. En effet, parmi les utilisations des nonylphénols, l'INERIS mentionne que les nonylphénols entrent dans la formulation de certains adhésifs type polyuréthane et selon un distributeur de nonylphénols le marché européen de cette famille de substances (en ce qui concerne leur société), implique en 2011 le secteur des encres d'imprimerie (marché le plus important), secteur dans lequel les nonylphénols sont utilisés pour modifier les résines colophanes.

6. - Démarches de réduction des rejets de Zinc et Nonylphénols

La mise en place d'actions visant à réduire les substances toxiques prioritaires ainsi que leur impact sur le milieu récepteur nécessite une connaissance approfondie des coûts des dispositifs de réduction / suppression et une analyse de la faisabilité technico-économique conformément aux préconisations de la directive cadre sur l'eau.

Le CTP a réalisé une étude spécifique sur les rejets et les additifs de cinq sites papetiers pour étudier les possibilités de substitution et l'efficacité des traitements en place. Le CTP a également étudié les travaux en cours dans ce domaine (études sectorielles des agences, études technico-économiques de sites papetiers, étude IRH ingénieur Conseil, fiches INERIS, présentation INERIS - DGPR).

Le travail de compilation de données réalisé met en évidence :

- un manque de données sur les performances des filières de traitement pour les substances toxiques concernées,
- que le traitement des substances toxiques nécessite une sectorisation préalable de la pollution avec séparation des eaux propres et eaux souillées et une élimination préalable des paramètres classiques par des filières pré requises,

- les filières de traitement de finition sont souvent plus élaborées, plus onéreuses en investissements et en cout de fonctionnement, et elles ne sont pas sélectives ou spécifiques à un paramètre.

En ce qui concerne les données par secteur industriel, il est préconisé, pour le secteur de la fabrication de papier carton, un traitement de finition combinant un traitement physico-chimique, un traitement par charbon actif et un traitement par osmose (cependant ces traitements sont ciblés pour traiter le cuivre et le zinc). Dans le secteur préparation de pâte chimique, c'est un traitement de finition par charbon actif associé à l'utilisation de résines qui est préconisé, essentiellement pour la problématique du zinc. Pour le secteur de préparation de pâte non chimique, il n'existe pas de données suffisantes.

6.1. - Zinc

Substitution :

Le zinc détecté dans les rejets du secteur papetier provient essentiellement de produits naturels (bois, amidon), hormis quelques cas particuliers (produits dans lesquels le zinc a été est détecté), il est par conséquent difficilement substituable.

L'ETE d'un site producteur de carton plat à partir de fibres vierges a montré que 70 à 80% des flux de Cuivre et de Zinc proviennent de l'usine de pâte. Pour ce site, les sources majeures en Zn et Cu sont les matières premières (plaquettes de bois) qui par le procédé de fabrication de la pâte écrue et blanchie libèrent le zinc et le cuivre dans l'eau. Les mesures réalisées ont également montré que 30% des flux entrant se retrouvent dans les rejets aqueux, ce qui signifie que la majorité reste dans le produit fini (fibres). Dans les effluents, la majorité du zinc et du cuivre est sous forme soluble.

Réduction / suppression :

La présence de zinc est récurrente dans les effluents industriels sans que les sources soient clairement identifiées.

Pour le secteur papetier, hormis la suppression ou le remplacement des produits contenant du zinc pour les sites concernés (or matière première et amidon), aucune autre piste de réduction à la source n'a pu être identifiée pour limiter les rejets en métaux. Des actions de prévention sont à mettre en place telles que la maîtrise des phénomènes de corrosion, l'entretien et la maintenance des réseaux de canalisation.

La suppression des métaux implique obligatoirement un traitement des effluents et par conséquent des besoins en équipement avec un impact économique très fort (les techniques de traitement poussé étant très coûteuses) pour un rendement d'élimination limité.

En effet, pour le secteur fabrication de papier carton, selon les données de l'IRH, qui sont à considérer avec réserve, les coûts nécessaires seraient estimés, pour un débit moyen à traiter de 6469 m³/j, à :

- Traitement physicochimique : 5000 à 7500 k€
- Charbon actif : 250 à 400 k€
- Osmose inverse : 9000 à 13000 k€

Soit au total un investissement allant de 14250 k€ à 20900 k€.

Pour le secteur fabrication de pâte à papier chimique, les coûts seraient, pour un débit moyen à traiter de 30255 m³/j, de :

- Charbon actif : 2000 à 3000 k€
- Résine échangeuses d'ions : 20000 à 26000 k€.

Soit au total un investissement allant de 22000 k€ à 29000 k€.

A ces coûts s'ajoutent les installations annexes (5 à 10000 €), le remplacement du charbon actif (de l'ordre de 2 à 4 € /kg), et le coût de destruction du charbon actif saturé (de 1 à 2 €/kg).

Le traitement par charbon actif semble être le plus indiqué pour traiter un mélange de substances à faible concentration et de composition variable. Cependant, pour le secteur papetier, caractérisé par des débits importants, les quantités de charbon actif à mettre en jeu peuvent rapidement s'avérer totalement inapplicables en termes de tailles des équipements à mettre en œuvre et de coûts.

Pour les substances type zinc et cuivre, il est conseillé de prendre en compte le bruit de fond géochimique afin de limiter le recours à ces traitements (addition de la NQE au bruit de fond géochimique).

Dans son ETE, un site producteur de carton plat a mis en évidence l'absence d'efficacité des traitements physicochimiques complémentaires testés en entrée ou sortie du traitement physico-chimique des effluents. En effet, la station biologique agit majoritairement sur l'élimination des MES, or Zn et Cu étant majoritairement sous forme soluble ils ne peuvent être éliminés. La mise en œuvre de filtres à charbon actif et de résines de finition nécessiterait des essais pilotes et un coût d'investissement de l'ordre de 2 M€. Enfin, la mise en place d'un évapo-concentrateur conduirait à une production de déchets et des coûts énergétiques inacceptables d'un point de vue environnemental.

6.2. - Nonylphénols

Substitution :

Les résultats obtenus lors des campagnes d'essais du CTP sur les additifs de cinq usines du secteur papetier ne permettant pas de conclure sur l'origine des nonylphénols dans les rejets des installations de fabrication de pâte ou de papier-carton, la substitution n'est pas une option envisageable. Le caractère ubiquitaire des nonylphénols apparaît clairement de cette étude et des autres études sectorielles qui aboutissent aux mêmes conclusions. Une étude multisectorielle pilotée par l'INERIS devrait être lancée en 2014 pour étudier spécifiquement cette famille de substances. Il est donc recommandé aux sites de se baser sur cette conclusion pour indiquer à l'administration qu'il n'est pas possible de mettre en place un programme d'actions spécifique pour réduire les émissions.

Réduction / suppression :

En ce qui concerne l'élimination des nonylphénols, il est recommandé de mettre en place un traitement physicochimique utilisé en prérequis puis comme traitement de finition un traitement à charbon actif ou par ozonation (le traitement par filtration sur membrane en traitement de finition peut permettre d'atteindre la plupart du temps un effluent compatible avec un traitement de finition mais sa mise en œuvre est difficile).

Là encore le traitement par charbon actif semble être le plus indiqué pour supprimer les rejets en NP, mais du fait des débits à traiter, il s'avère inapplicable pour le secteur papetier (cf. coûts estimés au § 6.1).

7. - Conclusion et perspectives

Les résultats présentés dans ce document ont été obtenus dans le cadre de l'étude sectorielle Papeterie menée par un groupe de travail comprenant les Agences de l'Rau, COPACEL, l'INERIS et le Centre Technique du Papier.

Parmi les métaux présents dans les rejets du secteur papetier le zinc est la substance la plus présente avec plus de 20% des sites papetiers concernés par un dépassement des seuils, 11% dépassant le critère de seuil A et 12% dépassant le critère de seuil B. Les fabricants de pâte chimique (4 sites) sont tous concernés par le zinc, principalement du fait de valeurs de débit importantes.

Parmi les substances détectées dans les rejets des sites papetiers, seuls les nonylphénols sont retrouvés fréquemment dans les rejets avec plus de 50% des sites : 21% dépassant le seuil de flux déclenchant la surveillance pérenne et 28% dépassant le seuil déclenchant la nécessité de mettre en œuvre un programme d'actions.

Les substances dangereuses détectées dans les rejets des usines ne sont pas introduites de façon intentionnelle dans les procédés de fabrication de la pâte et du papier mais semblent, à première vue et en règle générale, résulter d'apports indirects ou de procédés annexes à la fabrication de pâte ou de papier-carton. Les échanges avec d'autres secteurs industriels ont également mis en évidence que les problématiques des nonylphénols et du zinc ne sont pas spécifiques à notre industrie.

Dans le cadre de l'étude sectorielle Papeterie, le CTP a réalisé une étude complémentaire sur 5 sites industriels identifiés comme faisant partie des principaux sites émetteurs des substances nonylphénols et zinc. Des mesures de nonylphénols et de zinc sur les principaux produits utilisés au cours des procédés, ainsi que sur des prélèvements moyens d'eaux fraîches, des effluents entrée et sortie station ont été réalisées.

Concernant le zinc, celui-ci a été détecté dans 9 des 42 produits testés, dont l'amidon. L'ETE d'un site producteur de carton plat a par ailleurs mis en évidence la matière première fibreuse (plaquettes de bois) comme source de zinc. Les traitements d'épuration en place mettent en évidence une diminution de la concentration dans les rejets après traitement allant de 12 à 100%. L'analyse des données disponibles ne permet pas d'identifier d'actions significatives possibles hormis la suppression / remplacement des produits contenant du zinc (hors oligoéléments présents dans les fibres et l'amidon) et l'amélioration des performances des STEP.

Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure sur l'origine des nonylphénols dans les rejets des installations de fabrication de pâte ou de papier-carton et par ailleurs les autres études sectorielles aboutissent aux mêmes conclusions. En effet, les analyses réalisées sur les produits utilisés dans le procédé ne mettent pas en évidence la présence de NP dans ces produits. La présence de NP dans les analyses des matières premières fibreuses (vierges et récupérées) et les résultats de la surveillance initiale des rejets avec une grande variabilité suivant les campagnes de mesures incitent à considérer les résultats d'analyse avec prudence. Lors de la réunion de bilan des travaux RSDE organisée par la DGPR, il a été proposé de faire réaliser par l'INERIS une nouvelle étude pour traiter ce composé. Il est donc recommandé aux sites de se baser sur cette conclusion pour indiquer à l'administration qu'il n'est pas possible de mettre en place un programme d'actions spécifiques pour réduire les émissions.

Pour le secteur papetier, caractérisés par des débits importants, les traitements des effluents recommandés pour réduire les flux de substances dangereuses (notamment le traitement par charbon actif pour le chloroforme et les nonylphénols) s'avèrent inapplicables en termes de coûts d'installation et de fonctionnement.

Annexe

Liste des produits commerciaux dans lesquels la présence de nonylphénols a été recherchée.

Produit	Utilisation / atelier	Fournisseur
Amidon C film TCF 07312	Liant / couchage	CARGILL
Anthraquinone	Booster rendement / cuisson pâte	
Blankophor UWS	Azurant / couchage	KEMIRA
Bubreak 4298	Antimousse / défilage pâte + en masse / MAP*	BUCKMAN
Cartabond TSI	Insolubilisant / couchage	CLARIANT
Hi-cat C483A (amidon)	Agent de rétention / MAP en masse	ROQUETTE
Hydrocarb 90 (carbonate de Ca)	Carbonate de Ca en slurry / couchage	OMYA
Kaolin century	Slurry / couchage	IMERYS
Latex EOC L7036	Liant / couchage	EOC
Omyafil (carbonate de Ca)	Carbonate de Ca en slurry / MAP en masse	OMYA
Oxystrong	Agent de blanchiment / usine pâte	SOLVAY
Polygal 2277	Agent de rétention / MAP en masse	POLYGAL
Perfectamyl P 255 SH	Amidon surfaçage / MAP	AVEB
PVA 28/98	Liant / surface tipping et papier bible	CHIM AGRAL
Primal RM 232 DE	Epaississant / couchage	ROHM HAAS
Sulfite de sodium	Cuisson alcalinité / usine pâte	BASF
Topperse GXN	Dispersant / slurry et couche	COATEX
Ropaque AF 105 ER	Pigment plastique et liant / couchage	DOW
Soude	Lavages circuits	PERSTORP
Titane RPS	Slurry / MAP en masse	DUPONT
NALCO 7330	Biocide / tours aéroréfrigérantes	NALCO
NALCO 2510	Biocide / tours aéroréfrigérantes	NALCO
NALCO 77393	Biodispersant / tours aéroréfrigérantes	NALCO
NOPCOMASTER 2007	Antimousse	NOPCO
NOPCOMASTER 4034	Additif production	NOPCO
NOPCOMASTER ESA 2501	Antimousse	NOPCO
Renew SC6360	Nettoyage diffuseur	ASHLAND
Aquatest ENA 480	Antitartre	NOPCO
NOPCOMASTER ESA 2522	Antimousse / évaporation alcaline	NOPCO
NALCO 8689	Microparticules silice	NALCO
CORE-SHELL 74553	Polymère dilué à 4%	NALCO
DISPELAIR DP 150	Antimousse	BLACKBURN CHEMICALS
ALPHASOLV-AP	Nettoyage des toiles	KOLB
NALCO 74406	Antitartre / pompes à vide	NALCO

Produit	Utilisation / atelier	Fournisseur
AEROTECH 5077	Antimousse / eaux MAP	KEMIRA
Fennocid BZ26	Biocide / eaux MAP	KEMIRA
Kemguard 5042	Antitartre / eaux MAP	KEMIRA
Cartaspers PSM New	Traitement des toiles	CLARIANT
Fennofix 57	Additif fixateur pâte	KEMIRA
Kymen LHP20	REH** / pâte	ASHLAND
GILUTON 3640	REH / pâte	BK Giuliani
ACTIRON EP 319	Séquestrant-dispersant / blanchiment	SYNTHRON
Blankophor	Azurant optique / sauce couchage	Blankophor GmbH
Topperse GXN	Dispersant / couchage	COATEX
Rheocoat 73	Epaississant / couchage	COATEX
Optiblanc	Azurant optique / pâte	3V SIGMA S.p.a.
DISPELAIR DP 689	Antimousse	BLACKBURN CHEMICALS

* MAP = machine à papier **REH = résistant l'état humide