

La lutte contre la pollution et le recyclage de l'eau dans la sidérurgie

PAR

Y. Hellot

Ingénieur, Agence Financière de Bassin
Rhin-Meuse

Introduction

La sidérurgie a toujours été classée parmi les branches industrielles grosses utilisatrices d'eau. En effet, le total de ses besoins en eau atteint actuellement en France près de cinq milliards de m³ par an, soit pour une production annuelle de 26 millions de tonnes d'acier, un besoin de l'ordre de 200 m³ par tonne d'acier.

En réalité, grâce aux recyclages internes multiples, dont le taux moyen est compris en France entre 60 et 70 %, le total des prélèvements de la sidérurgie n'atteint que 1,5 à 2 milliards de m³ par an. De plus, cette eau n'est pas consommée : sa plus grande part (95 à 98 %) est rejetée dans le milieu naturel, additionnée de déchets qui, en certaines régions, peuvent poser de graves problèmes de pollution dus à la présence, parmi eux, de matières en suspension, de matières en solution, ou de substances toxiques notamment.

De la cokerie jusqu'au laminoir à froid et au traitement de surface (décapage), en passant par l'agglomération, le haut fourneau, l'aciérie et le laminoir à chaud, le sidérurgiste utilise l'eau dans tous ses ateliers. Il l'utilise d'abord pour refroidir ses produits ou ses appareils. Il l'utilise ensuite pour évacuer les déchets solides, sous-produits de la fabrication de l'acier, qui se présentent sous la forme de particules plus ou moins fines d'oxydes de fer. L'eau sert enfin de plus en plus à épurer les gaz et fumées émis par les usines sidérurgiques; d'une manière quelque peu paradoxale, le désir de protéger l'environnement (l'air) peut conduire ici à aggraver la pollution des eaux.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que datent les efforts des sidérurgistes pour réduire les pollutions, notamment celles des eaux. Les résultats sont quelquefois impressionnants en ce qui concerne le prélèvement, il suffit de considérer deux chiffres : les usines « de style ancien » prélèvent environ

200 m³ à la tonne d'acier, alors que certaines usines « modernes » ou « réorganisées » judicieusement, se contentent de moins de 3 m³, tout en assurant l'élaboration complète du produit fini en acier à partir du charbon et du minerai de fer. En ce qui concerne la pollution, nous pouvons dire que les ateliers doivent être une source très faible. En effet, les techniques existent pour réduire au maximum les rejets de polluants et les recyclages peuvent être généralisés, ce qui permet de ne rejeter au milieu naturel qu'une purge minimale (de l'ordre de 5 % des débits en circulation). Seuls deux ateliers posent encore des difficultés : la cokerie, pour l'élimination de l'ammoniaque, et le décapage, pour le recyclage des eaux de lavage.

La cokerie

Dans une cokerie, l'eau sert principalement à trois usages :

- au refroidissement des fours, du gaz et des organes annexes;
- à l'épuration du gaz et à la séparation des goudrons;
- à l'extinction du coke au défournement.

a) Les eaux de refroidissement mettent en jeu des volumes importants mais ne sont pas source de pollution, en outre, elles doivent être recyclées.

b) Lorsqu'elle est effectuée par voie humide, l'extinction du coke se fait par pulvérisation d'environ 1 m³ par tonne de coke. Sur ces 1 000 l, 400 à 500 l sont évaporés, le reste, soit 500 à 600 l, contient des matières en suspension (plusieurs kilogrammes par tonne de coke), des phénols et de l'ammoniaque. Une simple décantation permet de réutiliser les eaux d'extinction sans aucune purge, la pollution rési-

duelle de ce circuit est négligeable. La réutilisation des eaux d'extinction nécessite un appoint d'eau pour remplacer la quantité évaporée. Les eaux ammoniacales ont parfois été utilisées pour fournir cet appoint, cette solution doit être proscrite car elle aboutit à un transfert de la pollution de l'eau en pollution atmosphérique.

c) Les « eaux ammoniacales » proviennent de l'épuration du gaz, de la séparation des goudrons et de l'eau de constitution du charbon recueillie à la partie supérieure du four : les « barillets ».

Les eaux ammoniacales ont les caractéristiques suivantes, par tonne de coke :

- volume : 190 l (dont 130 l d'eau de constitution, 50 l de lavage des gaz et 10 l d'eau de séparation des goudrons);
- matières en suspension totales (MEST) : 0,04 kg (100 à 200 mg/l);
- DBO₅ : 1 à 2 kg (5 à 10 g/l);
- DCO : 2 à 4 kg (10 à 20 g/l);
- NH₃ total (en NH₃) : 1 à 2 kg (5 à 10 g/l);
- phénols totaux : 0,5 à 1 kg (2 à 4 g/l);
- sulfures (S²⁻) : 0,02 kg (100 à 150 mg/l);
- cyanures libres (CN⁻) : 0,01 kg (50 à 100 mg/l);
- sulfo-cyanures (SCN⁻) : 0,05 à 0,09 kg (300 à 500 mg/l);
- goudrons et huiles;
- température variant entre 50 et 70 °C;
- pH : 8,5 à 10.

La pollution et la toxicité élevées de ces eaux sont à souligner; on peut classer les polluants en deux groupes :

- les phénols; auxquels on adjoint cyanures, sulfures, sulfocyanures;
- les sels d'ammonium.

Les différentes techniques d'épuration des eaux ammoniacales peuvent être regroupées en trois filières possibles :

— Filière de récupération des sous-produits (phénols, ammoniacale) par des procédés tels que le procédé Koppers, le procédé benzol-soude, le procédé en phénosolvan; etc.

Ces procédés ont été plus mis au point pour récupérer des sous-produits que pour lutter contre la pollution et leur efficacité est en général insuffisante.

— Filière d'épuration partielle (épuration biologique) par laquelle on détruit presque entièrement les composés du premier groupe (phénols) après un traitement physico-chimique, précédé éventuellement de l'extraction de l'ammoniacale libre à la vapeur. Des essais par voie biologique (Simon Carves en Angleterre, Armco et EPA aux U.S.A.) ont été entrepris pour éliminer l'ammoniacale, ils n'ont pas été couronnés de succès.

— Filière d'épuration simultanée par laquelle tous les composés sont détruits. Cette filière fait appel à la distillation après alcalinisation, concentration (appareils à multiples effets) et incinération (brevet Speichim) ou à la prédistillation, condensation à multiples effets, incinération de l'évaporat, traitement biologique du distillat (pour éliminer phénols et cyanures) et incinération finale du distillat épuré (procédé Westinghouse).

Les tableaux 1, 2 et 3 récapitulent les filières possibles, leur efficacité, et donnent des estimations de coûts en investissement et en exploitation.

L'agglomération

En dehors d'eaux de refroidissement, l'agglomération n'utiliserait pas d'eau s'il n'était nécessaire d'épurer les fumées et de piéger les poussières; en effet, si cette opération est en général effectuée par voie sèche, elle peut aussi être réalisée par voie humide. Dans ce cas-là, pour 1 m³ d'eau par tonne d'aggloméré produit, on peut avoir 2,5 kg/t de matières en suspension totale.

Au moyen d'une décantation-floculation et d'une réfrigération atmosphérique, les eaux de lavage des gaz sont recyclées à la purge près; la pollution résiduelle peut donc être réduite à zéro. Une installation de ce type, pour une usine produisant 2 M/t par an, peut représenter un investissement de 0,5 F/t d'aggloméré et un coût d'exploitation annuel de 0,1 à 0,2 F/t (non compris la valorisation possible des boues).

Le haut fourneau

L'eau sert dans cet atelier à plusieurs usages :

— Refroidir le creuset, les dispositifs (tuyères, vannes) de soufflage, les réfractaires et les appareils annexes. Le débit en circulation peut varier entre 30 et 60 m³ par tonne de fonte. Les eaux de refroidissement peuvent être recyclées après réfrigération et épuration physique. La purge peut être limitée à 2 à 5 % et source d'une pollution négligeable, sauf s'il y a conditionnement de l'eau d'appoint (algicides, détartrants).

— A l'épuration des gaz afin d'abaisser leur teneur en poussières de 6 000 à 18 000 mg par Nm³ à moins de 10 mg

Tableau 1

FILIÈRES D'ÉPURATION DES EAUX AMMONIACALES

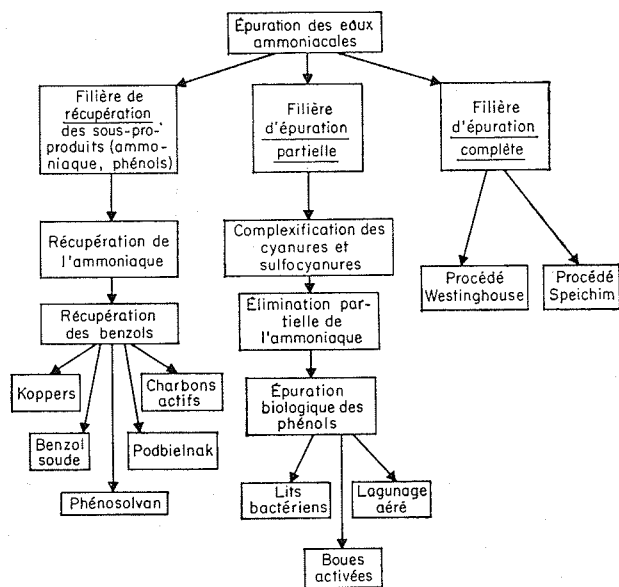


Tableau 2

COMPARAISON DES FILIÈRES D'ÉPURATION DES EAUX AMMONIACALES

FILIÈRES	RÉCUPÉRATION DES SOUS-PRODUITS						ÉPURATION PARTIELLE				ÉPURATION COMPLÈTE	
	Techniques	Récupération ammoniacque	Koppers	Benzol soude	Phénosolvan	Podbielnak	Charbons actifs	Élimination partielle de l'ammoniacque	Lits bactériens	Boues activées	Lagunage aéré**	Westinghouse
Coûts (*) Investissement (F/t coke)	Technique non rentable : pas de débouché actuel pour le sulfate d'ammonium	Technique non utilisée actuellement	onéreux	1,1 F/t	onéreux			plus onéreux que boues activées	2,5 à 2,7 F/t	moins onéreux que boues activées	7,9 F/t	7 F/t
Exploitation (F/t coke)				0,4 F/t	onéreux	onéreux		moins onéreux que boues activées	0,2 F à 0,4 F/t	0,15 F/t	récupération d'eau distillée	2,2 F/t récupération d'eau distillée
Efficacité Composés du 1 ^{er} groupe (phénols)	nulle	médiocre (50 %)	bonne (90 %)	très bonne (99 %)	très bonne (97-98 %)	très bonne (> 99 %)	nulle	nettement plus faible que boues activées	très bonne (99 % des phénols)	bonne		totale (100 %)
Composés du 2 ^e groupe (ammoniacque)	moyenne	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle	moyenne (60 %)		nulle***	nulle	bonne (93 à 95 %)	très bonne

* Les coûts sont donnés en francs de janvier 1974. — Le coût d'investissement par tonne de coke est obtenu en divisant le coût de l'installation par la production annuelle de coke.
 ** Le lagunage aéré, présenté sur le schéma 3 comme pouvant se substituer à l'une des deux autres techniques de cette filière (lits bactériens, boues activées), peut également venir compléter l'épuration par les boues activées (voir deuxième partie).
 *** Voir dans la deuxième partie les tentatives d'élimination de l'ammoniacque par voie biologique.

Tableau 3

**EFFICACITÉ ET COUTS
DES DEUX PROCÉDÉS RETENUS POUR L'ÉPURATION
DES EAUX AMMONIACALES**

PROCÉDÉS CARAC- TÉRISTIQUES	Epuration des phénols par les boues activées et finissage par lagunage aéré *	Elimination simultanée de l'ensemble des composés (Speichim)
<i>Pollution nette rési- duelle</i> (en kg/t de coke) :		
MES	0.01 kg/t	0
DBOs	0.06 kg/t	0.0006 kg/t
DCO	0.25 kg/t	0.0030 kg/t
Phénols	0.005 à 0.010 kg/t	0
Cyanures	0.001 à 0.002 kg/t	0
Sulfocyanures	0.002 kg/t	0
Sulfures	0.001 à 0.002 kg/t	0
Huiles	0	0
Ammoniaque totale ..	1 à 2 kg/t	0.004 kg/t
<i>Volume des eaux reje- tées</i> (m ³ /t de coke) :	0.6 à 0.8 m ³ /t	0.15 m ³ /t (eau distillée récupérée) 3.00 m ³ /t (eaux de refroidissement)
<i>Taille de l'installation</i> (t de coke/an) :	730 000 t/an	730 000 t/an
<i>Coût d'investissement total</i> (F 1974/t de coke annuelle) :	2.5 à 2.7 F/t	7 F/t
<i>Coût d'exploitation sans amortissement et non compris la valorisa- tion des sous-produits</i> (F 1974/t de coke) :	0.2 à 0.4 F/t	2.2 F/t
<i>Récupération de sous- produit</i> :	Non	Oui : eau distillée (0.15 m ³ /t)
* Cette installation ne comprend pas l'épuration partielle de l'ammoniaque par entraînement à la vapeur de l'ammoniaque libre.		

par Nm³. Suivant le type de dépoussiéreurs, la modernisation du haut fourneau, la quantité d'eau utilisée varie entre 15 et 30 m³ à la tonne de fonte produite. Cette eau est très fortement chargée de matières en suspension (500 à 1 000 mg/l), et faiblement chargée de cyanures, fluorures, ainsi que de traces de métaux (Mg, Mn, Al), de sulfures et de phénols. On peut compter par tonne de fonte :

- 4 à 6,3 kg de MEST;
- 0,2 kg de DBO₅;
- 1,3 kg de DCO;
- 2 g de CN⁻ (en période exceptionnelle 1 à 2 kg).

Après décantation-floculation et réfrigération, cette eau peut être recyclée. La purge du circuit peut être limitée à 2 à 5 % du débit; elle doit être effectuée sur l'eau clarifiée et ne contient plus que 0,02 kg de MEST par tonne de fonte. Dans certains cas (fontes spéciales et fonte de moulage), il peut être nécessaire de décyanurer cette purge. La méthode à l'acide de Caro donne de très bons résultats.

Pour une usine produisant 800 000 t/an de fonte, l'investissement est de 2 à 3 F/t sans recyclage et de 3 à 5 F/t avec recyclage. S'il y a décyanuration, il faut compter un investissement supplémentaire de 2 F/t pour un coût d'exploitation de 0,2 F/t.

— A la granulation du laitier. Les 10 à 20 m³ par tonne de laitier doivent être recyclés par l'intermédiaire d'un bassin à fond filtrant. La qualité de l'eau d'appoint importe peu, ce qui peut permettre d'utiliser les purges de circuits tels que ceux des hauts fourneaux, de l'aciérie ou de décapage. L'investissement de bassins à fond filtrant est relativement lourd dans les usines anciennes : 6 à 9 F/t de fonte de capacité pour une usine de 500 000 t/an.

L'aciérie

L'eau remplit encore dans l'aciérie deux rôles :

— Le refroidissement des fours ou convertisseurs. Le circuit, dont le débit en circulation est de l'ordre de 10 m³/t d'acier, doit être fermé et la purge peut être très faible (de l'ordre de 1 %);

— L'épuration des fumées. Cette épuration des fumées par voie humide, obligatoire avec les convertisseurs ou fours modernes (Kaldo, OLP, LVP ...), nécessite un volume de 5 à 20 m³ par tonne d'acier et entraîne une pollution de l'ordre de 15 kg/t d'acier de matières en suspension totales. Ce circuit peut encore être fermé selon le schéma suivant :

- une pré-décantation permettant de retirer les particules supérieures à 200 microns;
- une floculation et une décantation dans un décanteur râclé;
- un réfrigérant atmosphérique;
- un bassin de stockage avant recyclage;
- les boues peuvent être recyclées en agglomération après déshydratation mécanique (filtration) ou même séchage thermique.

La purge inférieure à 5 % du débit en circulation (0,2 à 1 m³/t d'acier) doit contenir moins de 50 ppm de MEST (0,02 kg par tonne d'acier).

L'investissement pour une installation de ce type, et dans une usine produisant 1,5 Mt/an à 3 Mt/an, peut être évalué à 7 à 8 F/t. Le coût annuel d'exploitation peut être très réduit en raison de la valorisation de la boue qui, après déshydratation, est comparable à un minerai riche.

Les laminoirs à chaud

Nous regroupons dans un même chapitre des ateliers en fait fort divers, recouvrant les « blooming » ou « slabbing » (train dégrossisseur) aussi bien que les profilés lourds, les trains à fil ou les trains à bande. Néanmoins, les laminoirs à chaud ont un dénominateur commun : l'eau. En effet, l'eau remplit dans les laminoirs à chaud, trois usages :

- le refroidissement des trains, des fours de réchauffage et des installations annexes ou circuit de refroidissement « interne » ;
- le décalaminage des produits laminés par un effet de chasse (eau sous pression) ;
- le refroidissement des produits laminés, qui s'effectue avec les mêmes eaux que le décalaminage, circuit de refroidissement « externe ».

Le circuit de refroidissement « interne » peut être fermé, et, pour un débit en circulation de 20 m³ par tonne d'acier laminé, la purge peut être limitée à 1 % et celle-ci utilisée pour l'appoint du circuit de décalaminage (utilisation en cascade).

Le décalaminage est effectué à l'eau et ce circuit, dont le débit en circulation varie entre 10 et 20 m³ par tonne d'acier laminé, se charge en « battitures » (écailles d'oxydes de fer) et en huiles. Après passage dans des bassins (fosses à battitures) ou dans des gyrocyclones permettant de retirer les particules de grandes dimensions, la pollution s'élève, par tonne d'acier, de 3 à 3,2 kg de MEST, 0,10 à 0,20 kg de DBO₅, 0,40 à 0,80 kg de DCO et 0,10 à 0,30 kg d'huiles.

Les eaux doivent alors subir une épuration dont la chaîne peut être la suivante :

- décantation-floculation dans un décanteur râclé avec possibilité d'ajout d'un floculant (polyélectrolyte) et piégeage des huiles ;
- filtration sur filtres à sables rapides ;
- refroidissement sur tour de réfrigération ;
- bache de reprise et réutilisation sur les laminoirs ;
- enfin, décantation (floculation si nécessaire) dans un décanteur ou cyclonage dans un hydrocyclone, des eaux de lavage des filtres ;
- récupération des boues aux différents stades de l'épuration et réintroduction en agglomération.

La purge de ce circuit, qui se fait sur eau clarifiée, permet de rejeter moins de 0,2 m³ à la tonne d'acier contenant 0,01 kg de MEST, 0,002 kg de DBO₅, 0,01 kg de DCO et 0,001 kg d'huiles.

Compte tenu de la très grande diversité des trains de laminoirs à chaud et des techniques d'épuration, il est difficile de donner des coûts moyens d'investissement et d'exploitation à la tonne d'acier. Pour une usine de taille moyenne (1 million de tonne par an d'acier laminé) l'investissement est de l'ordre de 8 F 1974 par tonne d'acier laminé.

Le décapage

Le décapage est réalisé dans la sidérurgie, soit à l'acide sulfurique, soit à l'acide chlorhydrique, soit à l'acide fluorhydrique (acier inoxydable). La chaîne de traitement, qui comprend en général un rinçage à l'eau, le décapage et un rinçage final, entraîne des rejets de deux sortes : un rejet continu : les eaux de rinçage, en moyenne 1 m³ par tonne d'acier décapé contenant 0,5 à 0,8 kg de MEST, et un rejet discontinu : les bains usés d'acide, contenant au minimum 30 à 40 g/l d'acide et au maximum 100 à 130 g/l de fer.

a) ÉPURATION DES BAINS USÉS

BAINS SULFURIQUES : Ces bains peuvent être, soit traités dans une sulfaterie avec production de sulfate de fer, soit mélangés aux eaux de rinçage pour une épuration commune. L'investissement pour une sulfaterie s'élève à 5 à 10 F par tonne d'acier décapé pour une usine décapant 50 000 t par an.

BAINS CHLORHYDRIQUES : Ces bains peuvent être régénérés, dès que l'installation est suffisamment importante (débit supérieur à 0,5 m³/h), dans des réacteurs de grillage, dont les modèles se différencient par les températures de fonctionnement (500 à 1 500 °C). On obtient de l'acide régénéré que l'on recycle et de l'oxyde de fer en grains ou en poudre qui peut être vendu. L'investissement pour une telle installation varie entre 12 F par tonne d'acier décapé (usine de 275 000 t/an) et 25 F par tonne d'acier décapé (usine de 80 000 t) ; quant au coût annuel d'exploitation, il peut être négligeable en raison de la valorisation de l'oxyde de fer et du recyclage de l'HCl. Les usines nouvelles utilisent le décapage chlorhydrique de préférence au décapage sulfurique, en particulier, à cause de la régénération possible des liqueurs usées.

b) ÉPURATION DES EAUX DE RINÇAGE

Les eaux de rinçage, mélangées ou non des bains usés de décapage, doivent subir une neutralisation, une oxydation puis une décantation dans un décanteur râclé. Les boues difficilement déshydratables sont alors épaissies, puis filtrées ou centrifugées avant d'être déposées en décharge. Les eaux sont en général non recyclées et elles contiennent après épuration 0,03 à 0,10 kg de MEST par tonne d'acier décapé. Pour les ateliers décapant, dans le premier cas, 100 000 t par an de fil et, dans le second cas, 500 000 t par an de tôles, l'investissement s'est élevé respectivement à 10 F et 2 F par tonne et le coût d'exploitation annuel à 2 F et 0,3 F par tonne.

Dans des usines intégrées possédant des laminoirs à froid, les eaux de rinçage peuvent être mélangées pour casser les émulsions d'huiles solubles.

Les laminoirs à froid

Suivant les taux de réduction pratiqués sur le produit laminé, sont utilisées, soit des huiles solubles (à 1,5 à 4 % d'huile), soit des huiles animales et végétales en suspension

Tableau 4

RÉCAPITULATION DES MOYENS DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION DE L'EAU DANS LA SIDÉRURGIE

Légende : Les hachures signifient que la mise en œuvre du moyen de prévention permet de supprimer le rejet et la charge de pollution.
Les rejets bruts et nets, les charges de pollution brutes et nettes sont rapportés à la tonne de production.

ATELIERS	I. COKERIE			II. AGGLOMÉRATION		III. HAUT FOURNEAU			IV. ACIÉRIE			V. LAMINAGE A CHAUD			VI. DÉCAPAGE (aciers non inoxydables)				VII. LAMINAGE A FROID	
	Fonctions	Refruidissement	Epuraton des gaz et séparation goudrons	Extinction du coke	Epuraton des fumées	Refruidissement	Epuraton des gaz	Granulation du laitier	Refruidissement	Epuraton des gaz et fumées	Refruidissement interne	Refruidissement externe et décalaminage		Bains		Rinçages	Refruidissement		Dégraissage	
												HCl	H ₂ SO ₄	interne	externe					
Prévention de la pollution de l'eau	Re-cyclage intégral		Extinction par gaz neutre	Epuraton à sec		Re-cyclage et purge	Epuraton à sec	Granulation à sec	Re-cyclage et purge	Epuraton à sec	Re-cyclage et purge	Décalaminage sans eau	Fosse à battitures ou hydrocyclone ou gyrocyclone			Rinçage à contre-courant bains morts rinçage sous pression	Re-cyclage			
Rejet brut		0,190 m ³		1 m ³			10 à 30 m ³			5 à 20 m ³			10 à 20 m ³	0,1 m ³	0,1 m ³	0,8 à 1 m ³		1 m ³	1,5 à 2 m ³	
MES		0,04 kg		2,50 kg			4,0 à 6,3 kg			15 kg			3 à 3,2 kg	7 à 7,3 kg	7 à 7,3 kg	1 kg		0,20 kg	1,0 à 1,5 kg	
DBO ₅		1 à 2 kg		0,03 kg			0,2 kg						0,1 à 0,2 kg					0,06 à 0,20	0,2 à 0,4 kg	
DCO		1,5 à 3 kg		0,07 kg			1,3 kg						0,4 à 0,8 kg					0,20 à 0,60	0,8 à 1,6 kg	
Phénols totaux		0,5 à 1,0 kg																		
Cyanures lib.		0,01 kg					0,002 à 2 kg													
Sulfocyanures		0,05 à 0,09 kg																		
Ferri et Ferrocyanures		0,001 kg																		
Sulfures		0,02 kg																		
Ammoniaque T		1 à 2 kg																		
Huiles													0,1 à 0,3 kg					1 kg	0,1 kg	
Fer										traces métaux lourds				10 à 13 kg	10 à 13 kg	1 kg				
Réduction de la pollution	Epuraton des phénols par les boues activées et finissage par lagunage aéré (pas d'élimination de NH ₃)	Epuraton simultanée de l'ensemble des composés (phénols) (NH ₃)	Décantation Flocculation	Décantation flocculation	Décyanuration (fonte de moulage)	Bassin à fond filtrant	Décantation flocculation	Décantation-flocculation avec deshuilage, filtration et décantation-flocculation des eaux de lavage des filtres	Régénération HCl	Sulfaterie	Neutralisation-décantation-oxydation, épaissement des boues	Huile en émuls. cassage d'émuls. décant. ou flottat. ou électroflott. incin. huiles	Huile en suspens. rectif. du ph. flottat. ou électroflott. incin. huiles	Flocculation-décantation ou flocculation-flottation ou incinération des huiles						
Rejet net	0,6 à 0,8 m ³	0,15 m ³ + 3 m ³	0	1 à 3 m ³	0,2 à 0,5 m ³	0	0,2 à 1,0 m ³	0,2 à 0,5 m ³	0	0,1 m ³	0,8 à 1 m ³	1 m ³	1,5 à 2 m ³							
MES	0,01 kg	0	0	0,02 kg	0,02 à 0,10 kg	0	0,02 kg	0,010 kg	0	0,01 kg	0,08 à 0,10 kg	0,01 kg	0,01 kg							
DBO ₅	0,06 kg	0,0006 kg	0	0	0	0		0,002 kg				0,002 à 0,004 kg	0,1 à 0,2 kg							
DCO	0,25 kg	0,0030 kg	0	0,02 kg	0,02 à 0,01 kg	0		0,010 kg				0,02 à 0,06 kg	0,4 à 1,0 kg							
Phénols	0,05 à 0,010 kg	0																		
Cyanures	0,001 à 0,002 kg	0			0															
Sulfocyanures	0,002 kg	0																		
Sulfures	0,001 à 0,002 kg	0																		
Ammoniaque T	1 à 2 kg	0,004 kg																		
Huiles	0	0						0,001 kg				0,03 kg	~ 0,01 kg							
Fer									0	0	0									

dans l'eau. Ces huiles servent de lubrifiant, facilitent le laminage et absorbent l'échauffement de la tôle et des cylindres des laminoirs.

Les eaux de refroidissement des organes annexes et cylindres ne sont pas en contact avec l'acier, elles sont recyclées.

Le circuit des huiles solubles, ou des huiles en suspension dans l'eau, est lui aussi fermé, mais une purge est nécessaire. En effet, la qualité des huiles se dégrade et elles se chargent de fines particules métalliques et d'huiles de graissage; la purge soit 1 m³ par tonne d'acier laminé à froid est rejetée et contient par tonne d'acier :

- 0,2 kg de matières en suspension totales;
- 0,06 à 0,2 kg de DBO₅;
- 0,2 à 0,6 kg de DCO;
- 1 kg d'huiles.

a) ÉPURATION DES HUILES SOLUBLES (émulsion)

Pour séparer l'émulsion huile-eau, les techniques d'épuration font appel à des méthodes physico-chimiques : casage de l'émulsion à chaud ou à froid par acidification (sulfate ferreux ou d'alumine), puis décantation ou flottation ou électroflottation. Les huiles ainsi séparées sont centrifugées et incinérées.

b) ÉPURATION DES HUILES EN SUSPENSION

Après rectification du pH, la suspension d'huiles peut être séparée directement par flottation ou électro-flottation. Les huiles recueillies sont incinérées.

La pollution nette après épuration peut ainsi être abaissée à moins de 0,01 kg de MEST, 0,002 à 0,004 kg de DBO₅, 0,02 à 0,06 kg de DCO et 0,03 kg d'huiles par tonne d'acier.

Dans une usine produisant 1,1 Mt/an de tôles, l'investissement pour une installation d'électroflottation s'est élevé à 2 F/t d'acier et le coût d'exploitation à 0,045 F/t sans incinération ou 0,1 F/t avec incinération.

c) EAUX DE DÉGRAISSAGE

Certaines tôles laminées à froid sont ensuite étamées ou zinguées, il faut au préalable les « dégraisser ». Ce dégraissage est effectué à l'eau et il nécessite l'utilisation de 1,5 à

2 m³/t d'acier. Si cette eau était rejetée, elle contiendrait par tonne d'acier laminé :

- 1 à 1,5 kg de MEST;
- 0,2 à 0,4 kg de DBO₅;
- 0,8 à 1,6 kg de DCO;
- 0,1 kg d'huiles.

Ces eaux sont difficilement recyclables et sont justiciables d'une épuration physico-chimique de coagulation-floculation-flottation. La pollution résiduelle peut ainsi être abaissée à moins de 0,01 kg de MEST, 0,1 à 0,2 kg de DBO, 0,4 à 1 kg de DCO et 0,01 kg d'huiles par tonne d'acier laminé.

Le coût d'une installation de ce type dans une usine produisant 150 000 t/an de tôle est de l'ordre de 4 F/t en investissement et 0,35 F à 0,45 F/t en coût d'exploitation sans incinération des huiles. Avec incinération, le coût d'exploitation s'élève à 1,40 F.

Conclusion

Nous avons très rapidement passé en revue les principaux ateliers utilisateurs d'eau. Il ressort clairement de cette description que, dans les usines modernes, la pollution de l'eau créée par les rejets devrait être réduite au minimum car, par la technique des recyclages, recyclages qui peuvent être plus ou moins poussés suivant la qualité d'eau d'appoint, le débit d'eau rejetée ne doit porter que sur des eaux clarifiées et épurées. Néanmoins, il ne faut pas négliger la pollution qui peut être provoquée par les purges, pollution qui est due aux produits de conditionnement des circuits (algicides, détartrants ou produits anti-corrosifs). De même, il faut reconnaître que des progrès doivent encore être réalisés pour recycler les eaux de rinçage du décapage, les eaux de dégraissage de l'atelier des laminoirs à froid et, enfin, que l'élimination de l'ammoniacque dans les eaux résiduelles des cokeries n'est pas encore réalisée efficacement à l'échelle industrielle. !

Une usine neuve consacrerait 1 à 2 % de son investissement total pour lutter efficacement contre la pollution de l'eau et pour recycler, selon les principes énoncés dans cet exposé, le maximum de l'eau utilisée, soit 95 à 97 %.

Si l'ensemble de l'industrie sidérurgique atteignait cet objectif, l'appel d'eau à l'extérieur se limiterait à 150, à 250 Mm³ par an pour une production annuelle de 26 millions de tonnes d'acier.

Cette communication a été discutée en même temps que la communication suivante. On trouvera le texte de cette discussion à la page 385.