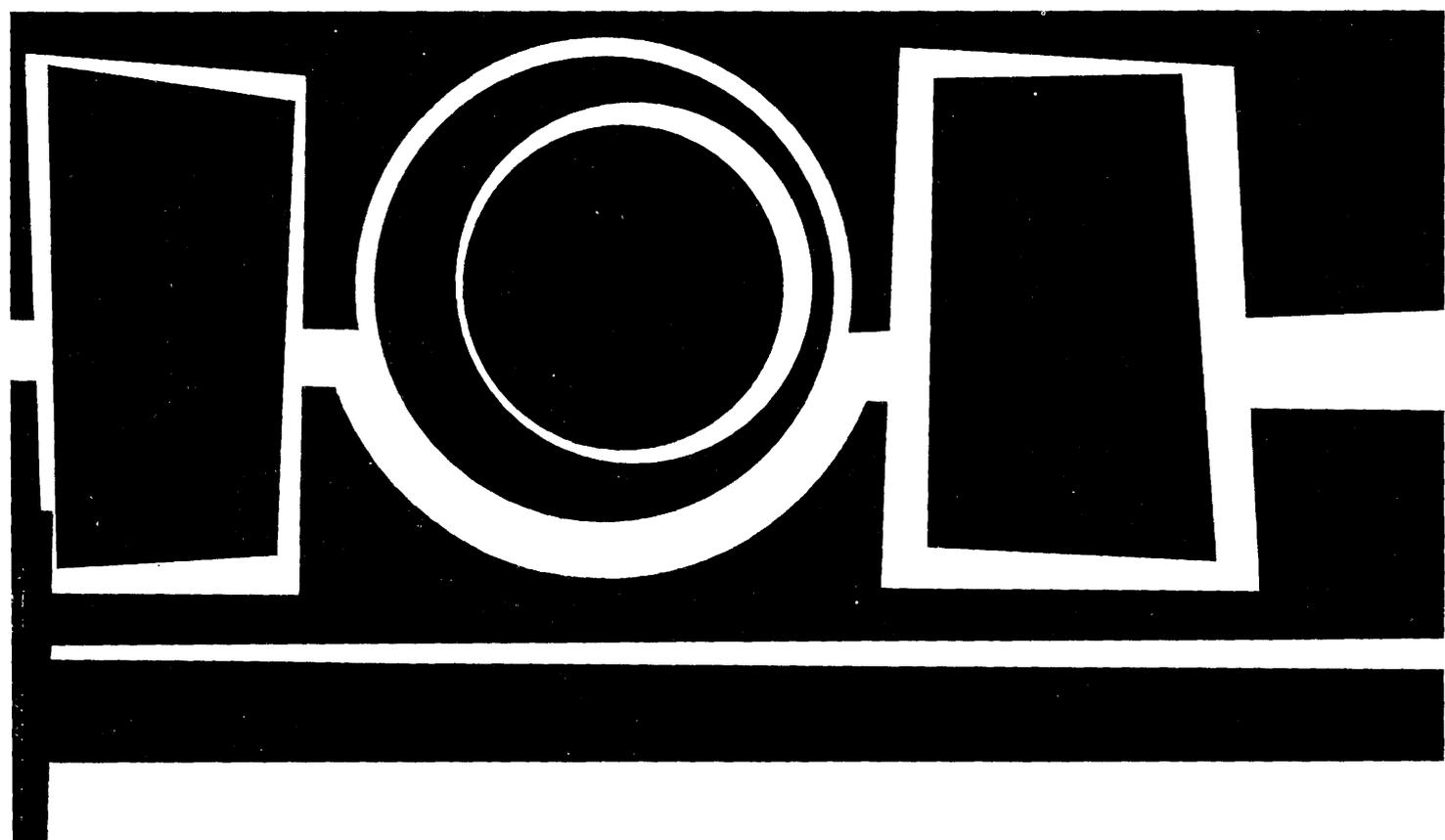


COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

Environnement et qualité de la vie

**ÉTUDE SUR LES SOURCES ET LES VOLUMES DE RÉSIDUS ET
DÉCHETS SOLIDES, LIQUIDES ET GAZEUX DE MÉTAUX LOURDS
ÉJETÉS DANS LE MILIEU AMBIANT EN RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE
D'ALLEMAGNE ET EN FRANCE**



Communication à l'intention des destinataires du rapport EUR 5005 f,d

"Etude sur les sources et les volumes de résidus et déchets solides, liquides et gazeux de métaux lourds rejetés dans le milieu ambiant en République Fédérale d'Allemagne et en France"

Les services de la Commission des Communautés européennes ont l'honneur de vous remettre ci-joint une note que la Représentation permanente de la France auprès des Communautés européennes souhaite voir porter à la connaissance des destinataires du rapport EUR 5005 f,d.

2. Répartition

Les tableaux de la page 25 donnent la répartition des disponibilités en mercure entre les différentes industries utilisatrices. Là encore, il convient de remarquer les variations importantes d'une année sur l'autre, principalement dues aux besoins changeants de l'industrie du chlore.

Il paraît bon à cet effet de compléter le tableau concernant la R.F.A. par les données, pour l'année 1971, telles qu'elles apparaissent dans un document allemand (1). La part relative de l'industrie du chlore fait plus que doubler d'une année sur l'autre.

Domaines	1970 (chiffres de l'étude)		1971 (cités par 1))	
	Tonnes	%	Tonnes	%
Agriculture	33	4	47	7,1
Catalyse	24	3	43,8	6,6
Médecine dentaire	24	3	22	3,3
Electrotechnique	209	26	34,1	5,2
Electrolyse (besoins)	<u>193</u>	<u>24</u>	<u>351</u>	<u>53,2</u>
Laboratoire	32	4	52,8	8,0
Contrôle et régulation	80	10	28,6	4,3
Couleurs à enduire	105	13	30	4,6
Papier	8	1	-	-
Produits pharmaceutiques	8	1	0,5	0,1
Divers	88	11	50	7,6
TOTAL	804	100	659,8	100

1) Rapport du Landesgewerbeanstalt Bayern, Nuremberg (1973)

En ce qui concerne la France :

La répartition indiquée est tirée d'une statistique de 1970 qui indiquait les pourcentages sans en donner l'année de référence, en spécifiant qu'il s'agissait là d'une évaluation approximative, et en précisant que les besoins de l'industrie du chlore pouvaient faire varier beaucoup cette répartition. Il est donc délicat d'utiliser ces données pour en déduire les utilisations en tonnages. (Il est à remarquer que, par l'effet du hasard, le chiffre ainsi obtenu pour la consommation de l'industrie électrochimique en 1970 (197 tonnes) est exactement celui de la consommation de cette industrie en 1971 qui est repris d'ailleurs p. 23).

Quoiqu'il en soit, la répartition des consommations de mercure en France a été la suivante en 1972 :

Utilisations	Mercure acheté ou destocké (en tonnes)
Electrochimie (*)	175
Appareils de contrôle	45
Fongicides (**)	25
Piles et accumulateurs	20
Médecine dentaire	25
Produits pharmaceutiques	15
Divers (***)	60
TOTAL	365

./.

*) dont 120 T environ destockées

**) dont près de 20 T ont été exportées

***) dont 24 T pour l'industrie du gallium (stockage)

II. PERTES LORS DES UTILISATIONS DU MERCURE

1. Fabrication du chlore

Pour compléter le tableau de la page 20 montrant la part du procédé au mercure dans la production du chlore, on peut donner les chiffres suivants, valables pour 1972 en France :

Procédé par cellule à diaphragme	29,7 %
Procédé au mercure	68,7 %
Electrolyse d'HCl	-
NaCl fondu	1,6 %

La quantité de chlore produite en France en 1971 a été de 1,1 MT. Le chiffre de 1,2 MT indiqué dans le tableau p. 23 est la capacité installée à cette date.

Sur ce total, 760.000 T ont été produites par le procédé au mercure.

Pour cette production, la consommation apparente de mercure a été de 196 T, soit 260 g/T Cl₂. Cette consommation couvre non seulement les pertes de procédés, mais aussi la dotation initiale (stockage) des unités nouvelles.

Signalons ici que le chiffre indiqué par Bayer pour la R.F.A. en 1971 (193 T) semble erroné. Le document cité plus haut donne 350 T, soit une consommation apparente de 140 g/T Cl₂.

Remarquons également une certaine confusion entre la "consommation de mercure" (globale), et les "pertes de mercure" (dispersées dans l'environnement) (page 23). Il faut souligner que les remarques - fort justes - de la page 22, qui semblent s'appliquer uniquement aux unités d'électrolyse allemandes, sont valables pour toutes les unités utilisant le procédé au mercure.

A titre indicatif, la consommation de mercure par les chloriers français en 1972 se répartissait de la manière suivante :

Quantité disponible : 175 T dont 51 achetées
et 124 déstockés

Utilisations : 72 T stockage
14 T pertes dans les eaux
19 T pertes dans l'atmosphère
8 T pertes dans les produits
15 T pertes dans les déchets
47 T pertes non identifiées

Cette ventilation est à comparer à celle des électrolyses allemandes, citée par le Ministère fédéral allemand de la santé :

Quantité disponible : 351 T

Utilisations : 250 T stockage
42 T pertes dans les eaux
25 T pertes dans l'air
34 T pertes dans les déchets.

Il faudrait ajouter à ces chiffres les pertes dans les produits (qui sont au minimum d'environ 10 T, pour 1,8 MT Cl_2) et les pertes non identifiées, qui n'apparaissent pas dans les données allemandes.

Remarquons que les chiffres indiqués pour l'Allemagne page 22 (30 g Hg/ TCl_2 dans les eaux, 15 g dans l'air) donnent des valeurs comparables à celles citées plus haut (54 T de mercure/an pour les pertes dans les eaux, 27 T pour les pertes dans l'air), mais que l'étude ignore les autres pertes (les tableaux pages 2 et 40 indiquent : pertes totales 81 T).

RESUME

La consommation de mercure dans un pays et la répartition des utilisations sont très variables d'une année sur l'autre. En particulier, l'industrie du chlore, qui est un gros utilisateur de mercure a des besoins importants lorsque des unités nouvelles sont créées : il s'agit alors de mercure stocké dans les cellules d'électrolyse, qui n'est donc pas dispersé dans l'environnement.

Les données statistiques doivent donc être utilisées avec précaution, en évitant toute extrapolation d'une année sur l'autre.

Enfin, les pertes de mercure des ateliers d'électrolyse ne sont pas toutes susceptibles de contaminer le milieu naturel. En particulier, les infiltrations et autres pertes "inconnues" ne sont pas, en général dispersées, contrairement aux rejets dans l'air ou les eaux.

On peut donc regretter la présentation des chiffres telles qu'elle a été faite dans l'étude, qui amènerait le lecteur non averti à penser que, à production égale, les usines de chlore françaises rejettent près de 7 fois plus de mercure que les usines allemandes, ce qui paraît manifestement erroné.

Cette étude a été réalisée pour la
Commission des Communautés Européennes
par

KIENBAUM CONSEILLER D'ENTREPRISES GMBH

5720 Gummersbach 1

Boîte Postale 1509

R.F.A.

EUR 5005 f,d

R A P P O R T

au sujet d'une étude sur les sources et les volumes
de résidus et déchets solides, liquides et gazeux
de métaux lourds rejetés dans le milieu ambiant
en République fédérale d'Allemagne et en France

S O M M A I R E

1	Résumé	1
12	Résultats individuels	9
121	Disponibilité en mercure, cadmium et chrome en RFA et en France	9
1211	Gisements propres	9
1212	Production	11
1213	Importation et exportation	14
122	Utilisation du mercure, du cadmium et du chrome ainsi que de leurs dérivés en RFA et en France	20
1221	Mercure	20
12211	Emploi dans les processus de fabrication de produits chimiques	20
12212	Emploi	25
1222	Cadmium	27
12221	Emploi dans les processus de fabrication	27
12222	Emploi dans des produits commerciaux	28
1223	Chrome	29
12231	Emploi dans les processus de fabrication	29
12232	Emploi dans les produits commerciaux	30
123	Effets du mercure, du cadmium, du chrome et de leurs dérivés sur l'environnement	31
1231	Mercure	31
1232	Cadmium	34
1233	Chrome	35
124	Cheminement dans l'environnement	36
1241	Mercure	37
1242	Cadmium	41
1243	Chrome	45

1 RESUME

Le présent rapport donne un aperçu des volumes de mercure, cadmium et chrome ainsi que de leurs dérivés, impliqués dans des processus de production, de traitement et de consommation en République fédérale d'Allemagne et en France. Il montre en outre comment, par quelles voies et en quelles quantités ces métaux et leurs dérivés toxiques parviennent dans l'environnement. Une vue d'ensemble en est fournie par les trois tableaux suivants.

Pertes de mercure

Industrie	Procédé	Pertes totales	Observation
Chimie RFA	Electrolyse	8lt ¹⁾ (1971)	1/3 d'air, 2/3 d'eau résiduelle
Chimie France	Electrolyse	env. 197t ²⁾ (1970)	
Chimie France	Pigments	2,3 - 2,7 kg Hg/t ¹⁾	
Chimie RFA	Pigments	2 g Hg/t ¹⁾	
Chimie France	Pharmacie	4,5 - 5,4 kg Hg/t ²⁾	
Industrie électrique France	Appareillages	env. 0,9 - 1,5t Hg ²⁾	Calculé (3 - 5% de 30t)
Industrie électrique RFA	Appareillages	env. 5,7 - 8,6t Hg	Calculé ⁵⁾ (2 - 3% de 289t)
Chimie RFA	Protection des plantes	33t Hg ³⁾	
Chimie France	Protection des plantes	4,5t Hg ²⁾	
Chimie RFA	Lessive de soude caustique	1 mg Hg/kg ³⁾	
Chimie RFA	Industrie photographique	1t/an Hg ³⁾	
Chimie RFA	Soude caustique	1 mg Hg/kg ³⁾	
Chimie RFA	-	-	60t/an Hg/déchargés (1)
Chimie	Rapport de recherche	85t/an Hg dans le Rhin ¹⁾	Mission totale
Charbon RFA	-	env. 90t/an Hg ⁴⁾ 6)	(Calcul analogique)
Charbon France	-	env. 65t/an Hg ⁴⁾ 6)	(Calcul analogique)

1) Farben-Fabriken Bayer AG, Leverkusen

2) Ministère de l'agriculture, Paris

3) Programme environnement du Gouvernement fédéral de la RFA, p.405et92

4) Oil, Paint and Drug, Reporter 14.6.1971 (1 ppm), valeurs USA transposées à titre d'exemple par le calcul à la RFA et à la France

5) La valeur de 2 à 3% a été déduite et extrapolée du chiffre français de 3 à 5%.

6) Selon F.L. Baschke/Heidelberg, dans "Chemie für Labor und Betrieb", oct. 1971, p.445-447, 1 Hg/t de houille en moyenne dans l'atmosphère.

Pertes de cadmium

Industrie	Procédé	Pertes totales	Observation
Chimie RFA	Pigments	1t/an de Cd ¹⁾	Eau résiduaire
Usines à zinc RFA		547,5 - 730t/an de poussière de Zn	1,5 - 2,0t-poids ¹⁾ de poussière de Zn
Chimie RFA	Charbon	90t/an Cd ⁴⁾	(Calcul analogique)
Chimie France	Charbon	65t/an de Cd ⁴⁾	(Calcul analogique)
Electroplastique RFA	Electroplacage	37 ₂₎ 56t/an de Cd	70 à 80% de la consommation parmi lesquels 20 à 30% de pertes primaires, dont 80% sont extraits de ¹⁾ l'eau résiduaire ²⁾
Electroplastique France	Electroplacage	Aucune donnée	Pertes dans les eaux résiduaires estimées ³⁾ entre 5 et 15%

- 1) Programmes de protection de l'environnement du gouvernement fédéral de la RFA, p. 405 et 374.
- 2) Renseignements fournis par le Ruhrverband.
- 3) Chambre syndicale du zinc et du Cadmium, Paris.
- 4) Oil, Paint and Drug, Reporter 14.6.1971 (1 ppm)
Valeurs USA transposées à titre d'exemple pour la RFA et la France.

Pertes de chrome

Industrie	Procédé	Pertes totales	Observation
Acier RFA	Valorisation	Env. 360t/an de Cr_2O_3	50 kg/h de poussière ¹⁾ Chiffres obtenus par le calcul : 300j x 24h x 50kg
Acier France	Valorisation	Env. 310t/an Cr_2O_3 ⁶⁾	Estimation
Terres et pierres RFA	Réfractaires	Env. 30 à 50t Cr_2O_3	0,2% du Cr_2O_3 traité (15.000 à 20.000 t) 2)
Tanneries RFA	Amélioration du cuir	Env. 15,3t de sels de chrome (III) 3)	
Chimie RFA	Pigments		2% de la quantité utilisée 4)
Electroplastique France	Traitement des surfaces	Env. 250 à 750 t/an	Quantités mises en oeuvre d'acide chromique 5.000 t/an Pertes : 5 à 15%
Electroplastique RFA	Traitement des surfaces		Pas de données

Sources :

- 1) Rapport sur la protection de l'environnement du gouvernement fédéral de la RFA, page 391
- 2) Verband Steine und Erden, Wiesbaden
- 3) Ecole de tannerie d'Allemagne occidentale, Reutlingen
- 4) Renseignement fourni par les usines de colorants Bayer AG, Leverkusen
- 5) Fédération des Chambres Syndicales des Minéraux et Métaux bruts, Paris
- 6) Renseignement transmis par le Ferro-Verband allemand, Bonn.

Dans le cadre de la présente étude, de portée relativement limitée, il était impossible de traiter en détail les thèmes principaux rencontrés et de procéder à des analyses détaillées ou même d'élaborer des recommandations concrètes concernant des mesures spécifiques. A cet effet, il conviendra de réaliser des études précises et plus poussées.

Du point de vue nuisances et de leur éventuelle réduction, il faut distinguer entre les formes suivantes d'émission:

- a) L'émission contrôlable liée au processus de traitement industriel
- b) L'émission intentionnelle liée à l'emploi de certains produits commerciaux
- c) L'émission involontaire à la suite de défaillances techniques, d'accidents, d'inattentions, etc.

Ad a) L'étendue de l'émission industrielle peut être contrôlée par des lois, des règlements, etc. et par les services de l'inspection du travail concernés. S'il existe par exemple en RFA des installations d'électrolyse des chlorures alcalins dont la perte ne dépasse pas 6 g de Hg par t de Cl_2 , il semble que l'on puisse envisager dans un avenir peu éloigné d'interdire dans la C.E.E. l'exploitation de toutes les installations comportant des termes notablement plus élevés.

La question de savoir où cette valeur limite pourrait se situer devrait faire l'objet d'une étude plus approfondie; il n'est pas douteux en effet qu'une telle obligation constituerait pour de nombreuses exploitations une charge financière complémentaire et que certaines devraient peut-être être fermées.

Il faudrait également étudier les conséquences techniques et autres, telles l'augmentation des prix du chlore et de la lessive caustique de soude, qui résulteraient de l'interdiction de nouvelles installations fonctionnant sur un principe autre que celui des cellules à diaphragmes. Il est probable que toute une série de produits dérivés devraient également devenir plus chers. Seule une analyse approfondie de coût-bénéfice pourrait apporter ici quelque clarté et offrir une base de décision solide.

Des études de ce genre devraient conduire plus vite et plus directement à des mesures de réduction de l'émission que des recensements très détaillés des points d'émission ou de séjour des volumes de substances nuisibles.

Il en est de même pour les émissions de poussière liées au processus de traitement du Cd et du Cr. En RFA, le ministère de l'intérieur est sur le point de lancer une étude relative à l'émission de poussière lors de la fabrication du ferrochrome.

Ad b) Le risque issu des produits de consommation toxiques, comme par exemple les pesticides, les engrais, les pigments, les stabilisateurs de matières plastiques et autres -additifs, sels de tannerie, produits chimiques pour galvanoplastie, peut en théorie être facilement contrôlé et asservi; les difficultés résident dans la mise en place des mesures pratiques. Le cheminement des produits de consommation toxiques peut être suivi; on peut établir, pour chaque produit en particulier, s'ils passent à des formes toxiques (cas, par exemple, de pigments initialement inoffensifs), s'ils s'accumulent en quelque endroit par exemple, résidus de pesticides dans certains organes tels que le foie) et s'il y a risque d'augmentation de la toxicité par conjonction avec d'autres substances (par exemple, Cd et Cu).

Ces faits sont très connus ou peuvent, pour l'essentiel, être assez facilement établis et confrontés par les chimistes et les toxicologues.

Dans chaque cas, il faut donc se livrer à nouveau à des considérations de coûts et d'efficacité, ce qui signifierait par exemple l'interdiction des agents de désinfection des semences à base de Hg. Le blanc de plomb par exemple (carbonate de plomb basique), autrefois très utilisé comme pigment, a presque totalement disparu du commerce et a été remplacé par le bioxyde de titane (TiO_2) non toxique, meilleur mais plus cher. Un autre exemple type de cette catégorie est l'interdiction d'utiliser le plomb tétraéthyle comme additif aux carburants à compter du 1er janvier 1972 en RFA.

Les produits commerciaux toxiques peuvent en outre présenter certains dangers lorsqu'ils sont utilisés de façon inadéquate. (Un grand nombre, sinon la plus grande partie des dommages causés par les pesticides, sont le fait d'un usage incorrect). Ici encore, seule une réduction générale de leur emploi, couplée à des prescriptions de manipulation et à des contrôles plus stricts, semble susceptible de réduire le danger.

On peut également classer dans cette catégorie l'emploi des combustibles produisant des effluents gazeux toxiques. Alors que des problèmes liés aux charbons et aux fuels soufrés font l'objet de discussions et de recherches intensives (en RFA, une étude est en cours, patronnée par le ministère de l'intérieur, au sujet de la désulfuration des distillats moyens), on n'a, jusqu'ici, accordé que peu d'attention à la teneur en Hg et Cd de certains charbons. À ce propos, il conviendrait avant tout de déterminer de manière plus précise la composition chimique

exacte des charbons brûlés dans les pays de la C.E.E. ainsi que la nuisance causée à l'environnement du fait des substances toxiques qui s'y trouvent. Il faudrait ensuite que soient confrontés, dans le cadre d'une analyse de coût-bénéfice, les moyens de réduire la pollution de l'environnement (par exemple: purification du combustible, purification des effluents gazeux ou interdiction des charbons possédant une certaine teneur en substances nocives), afin d'en déduire le plus judicieux et le plus approprié.

Ad c) L'emploi du mercure dans les appareils électrotechniques, de mesure et autres, est sans danger - à condition de le manipuler dans les règles lors du processus de fabrication. A l'occasion de défaillances techniques, d'accidents ou de la mise au rebut de tels appareillages, il arrive toutefois fréquemment que le mercure soit dispersé et puisse devenir dangereux, comme c'est le cas par exemple lorsqu'un thermomètre est brisé. La substitution aux substances toxiques de substances non toxiques devrait constituer ici la solution la plus simple et la plus sûre. C'est ainsi que, pour les thermomètres d'usage courant, aucune raison technique ou financière ne s'oppose à une telle substitution. Dans les cas peu nombreux où il n'est pas ou difficilement possible de renoncer au mercure ou à d'autres substances toxiques, des mesures techniques de sécurité (relatives par exemple à la construction des parties menacées de l'appareillage) peuvent certes contribuer à réduire le risque encouru par l'environnement.

Sans doute, les problèmes posés par la nuisance infligée à l'environnement par les éléments polluants sont-ils extrêmement complexes et multiples d'aspect; de nombreux faits ne sont pas encore éclaircis et maintes questions restent

encore posées. Des études détaillées intensives et une décan-
tation des connaissances scientifiques sont encore nécessaires
pour obtenir des bases d'appréciation complètes et sûres. Ceci
mis à part, il semble néanmoins qu'il soit important, dans l'im-
médiate, de donner la priorité à l'élimination aussi rapide que
possible des causes les plus communes de pollution de l'environ-
nement, qui constituent bien plus de la moitié de l'ensemble des
nuisances. Les éléments d'appréciation en la matière sont con-
nus : il suffit de prendre les décisions correspondantes et de
les imposer.

12 Résultats individuels

121 Disponibilité en mercure, cadmium et chrome en RFA
et en France

1211 Gisements propres

80
Mercure (Hg)
200,61

Le plus important minerai de mercure, le seul qui
entre en ligne de compte pour la production du mé-
tal est le cinabre (HgS).

En Allemagne, les gisements de mercure se situent
dans la région de Moschel-Landsberg dans le nord
du Land de Rhénanie-Palatinat. Le cinabre y ap-
paraît dans le carbonifère. La teneur en mercure
des minerais est néanmoins si faible (0,1% Hg) que
leur traitement n'est pas rentable. Une usine de
mercure, implantée en 1936 pour exploiter ce gise-
ment, a dû cesser toute activité dès 1942.

La France ne possède pas de gisements exploitables
de mercure.

Cadmium (Cd ⁴⁸)
112,41

Le minéral pur de cadmium, la greenockite (CdS avec 77,6% de Cd) ou l'otavite (CdCO₃ avec 61,5% de Cd) n'ont guère d'importance pour la production technique du cadmium.

Les seuls gisements importants du point de vue industriel sont les gisements à base de minerais de zinc qui renferment presque toujours du cadmium bien qu'à des concentrations très faibles (0,01 - 0,2% de Cd en moyenne, plus de 0,5% de Cd dans quelques cas seulement).

Ces gisements de cadmium sont intéressants sur le plan industriel, car les usines à zinc doivent de toute façon éliminer le cadmium des minerais de zinc; en effet, ce métal rend le zinc cassant et diminue son aptitude au laminage. Le cadmium constitue donc un sous-produit automatique de l'affinage du zinc.

En RFA, il existe des gisements de zinc dans les environs d'Aix-la-Chapelle, de Barmen et d'Iserlohn.

En 1970, la production totale de zinc a atteint en RFA quelque 118,5 millions de tonnes¹⁾ et en France, 18,6 millions de tonnes²⁾.

Chrome (Cr ²⁴)
52,01

En RFA et en France, il n'existe pas de gisements notables de minerais de chrome, ces pays n'ont donc pas de production propre.

Les besoins en minerai de chrome sont ainsi exclusivement couverts par l'importation.

1) Metallstatistik 58e année, Metallgesellschaft Frankfurt, p.215

2) Metallstatistik 58e année, Metallgesellschaft Frankfurt, p.225

1212 Production

ANNEXE D

Mercure

Le mercure est produit presque exclusivement par échauffement du sulfure de mercure sous apport d'air dans des fours à chauffage direct. Le mercure s'évapore, puis il est condensé sous forme liquide par refroidissement des gaz du four. Il se condense également en partie, lors du chauffage, sous la forme dite suie mercurielle (Stupp), qui est polluée par de la poussière de roche et des produits de distillation des combustibles et des bitumes contenus dans le minerai. En comprimant et en malaxant le stupp, le mercure qu'il contient peut, en grande partie, en être exprimé. L'extraction complète du métal exige néanmoins que l'on fasse subir un nouveau processus d'échauffement au résidu.

Le mercure s'obtient également comme sous-produit de la calcination des blends, qui renferment presque toutes du sulfure de mercure.

Les chiffres de production du mercure en RFA apparaissent à la figure 2 ainsi qu'aux annexes 10, 11 et 12. La France ne produit pas de mercure.

Figure 2

Production de mercure (tonnes métriques)

	1960	1962	1964	1966	1968	1970
RFA	23	25	60	70	84	68
France	-	-	-	-	-	- pas de production

Source : Metallstatistik 1960-1970, p. 44
(Metallgesellschaft, Francfort)

Cadmium

La production du cadmium est étroitement associée au traitement du minerai de zinc : en effet, elle constitue presque exclusivement, à l'heure actuelle, un sous-produit du traitement des minerais de zinc et des poudres de zinc.

On distingue ainsi trois types fondamentaux de procédés de préparation du cadmium :

- les procédés par voie sèche (procédés thermiques)
- les procédés combinés (procédés électrothermiques)
- les procédés par voie humide (électrolyse du zinc).

Les procédés par voie sèche reposent sur la différence des températures d'ébullition du zinc et du cadmium. En procédant à des distillations répétées, il est donc possible d'obtenir du Cd métal pur. Cette opération s'accompagne de pertes élevées en Cd, sous forme de poussière et de gaz d'échappement, qui aboutissent dans le milieu ambiant. Ce procédé n'est pas rentable et ne présente plus qu'un intérêt historique.

Dans le procédé combiné, on obtient tout d'abord, par voie thermique, des produits intermédiaires à haute concentration en Cd. Ceux-ci sont alors dissous par des acides, de préférence par l'acide sulfurique. Pour finir, le cadmium dissous est précipité par de la poudre de zinc et débarrassé de ses impuretés dans un stade ultérieur de traitement.

Le procédé par voie humide est actuellement le plus répandu. Dans ce procédé, le cadmium est extrait par voie électrolytique de la lessive alcaline chargée en Cd qui résulte de la purification du zinc lors de l'électrolyse du zinc.

Même dans le procédé par voie humide, une pollution plus ou moins importante du milieu par les eaux résiduaires est possible si celles-ci ne sont pas complètement traitées.

En RFA, 1050 t de cadmium ont été produites en 1970. Depuis 1968, le développement de la production de cadmium en RFA présente un accroissement inconstant. Par contre, la production de cadmium en France est pratiquement stagnante depuis 1968. Elle a atteint 528 t en 1970.

Malgré un accroissement peu important de la production de cadmium en 1968, les chiffres de production de la CEE laissent apparaître, depuis 1966, une tendance ascendante constante (voir figure 3 et annexe 16).

Figure 3

Production de cadmium (tonnes métriques)					
	1966	1967	1968	1969	1970
RFA	356	398	342	792	1.050
France	448	499	552	523	528
CEE	1.749	2.022	2.084	2.777	3.208

Source : Metallstatistik, 58ème année, Metallgesellschaft, Frankfurt p. 39
RFA 1970 corrigé de 1035 t à 1050 t selon indication fournie par les usines de colorants Bayer AG.

Chrome

Dans la nature, le chrome se trouve presque exclusivement sous forme de composés; c'est seulement dans les météorites que l'on a pu déceler des traces de chrome métallique. Le plus important minéral de chrome est le fer chromaté. Pour l'extraction du ferrochrome complexe, le fer chromaté est directement réduit par le charbon dans des fours électriques

ou dans des fours Siemens-Martin. La rentabilité de l'extraction dépend de la teneur en carbone de l'alliage : plus elle est faible, plus rentable est le procédé de fabrication.

Pour obtenir du chrome métallique à peu près pur, le fer chromaté est transformé en bichromate de sodium, d'où l'on passe par réduction à l'oxyde de chrome (III). L'oxyde de chrome est alors réduit en chrome pratiquement sans carbone, d'une teneur de 99 à 99,5%.

La statistique du commerce extérieur pour 1970 fait apparaître une consommation de 488 554 t de minerais de chrome. Selon le Ferroverband, les minerais de chrome contiennent en moyenne 52% environ de Cr_2O_3 ; 3,2 à 3,5 t de Cr_2O_3 sont nécessaires à l'obtention d'une t de chrome pur (1).

Ceci représente les consommations numériques suivantes en Cr (1970) (3) :

RFA ⁴⁾	Cr	72 585 t à 79 390 t
France ⁴⁾	Cr	62 581 t à 68 448 t

1213 Importation et exportation

Mercure

La RFA a importé 870 t de mercure en 1970. La moitié environ des importations de mercure (477 t) provenait d'Espagne où se trouvent (région d'Almadén) les plus importants gisements de mercure du monde. Des quantités plus faibles de mercure ont également été importées du Mexique (129 t) et de Yougoslavie (102 t) ²⁾.

Bien que le mouvement des importations ait accusé d'importantes fluctuations au cours des dernières années, on enregistre une tendance ascendante des importations de mercure en RFA.

1) Renseignements fournis par Ferroverband, Bonn (1971)

2) Source : Statistique de commerce extérieur 2805.70 du Stat. Bundesamt Wiesbaden.

3) Il n'est pas possible de connaître exactement la consommation de Cr pure : en effet, à quelques exceptions près, le traitement concerne toujours des composés de chrome

4) Calcul par analogie : vu les qualités différentes de minerai et le fait que l'on traite les déchets, la quantité effectivement consommée de Cr ne peut être obtenue avec exactitude.

L'Espagne envisage de son côté de développer considérablement ses exportations de mercure. Alors que le volume total de mercure exporté a, en 1971, atteint 45 000 bouteilles (une bouteille = 76 pounds à 453 g), soit 1549 t, on envisage de porter ce chiffre à 70 000 bouteilles (soit un tonnage égal ou supérieur à 2410 t), en 1980.

En raison de la tendance ascendante des importations de mercure au cours des dernières années, et du développement envisagé des exportations de mercure en Espagne, on doit s'attendre, dans les années à venir, à une augmentation des quantités disponibles de mercure en RFA. Les exportations de mercure en provenance de la RFA n'ont pas dépassé 34 t (1) en 1970.

La France importe sensiblement moins de mercure que la RFA, soit seulement 316 t en 1970. Ici encore, les importations proviennent essentiellement d'Espagne (143 t). La France a, en 1970, exporté 18 t de mercure.

Bien que la France dispose de quantités moindres de mercure que la RFA, l'évolution de la quantité totale de mercure disponible est la même qu'en RFA, c'est-à-dire que l'on doit s'attendre à une tendance ascendante.

La figure 5 donne un aperçu des quantités de mercure disponibles en 1970 en RFA et en France. Il n'a pas été possible de recenser les importations et les exportations des composés du mercure.

(1) Source : Statistique du commerce extérieur 2805.70¹ du Stat. Bundesamt à Wiesbaden.

Figure 5

Quantités (t) de mercure disponibles en RFA et en France (1970)					
	Importa- tion	Exporta- tion	I./E	Production	Total
RFA 1)	870	34	836	68	904
France 2)	316	18	298	-	298

La statistique de la CEE fait apparaître les valeurs détaillées suivantes :

Nous renvoyons en outre à l'annexe 10.

Statistique de la CEE janvier-décembre 1970			
	Importation	Exportation	I./E
RFA	870 t ³⁾	34 t ⁴⁾	836 t
France	317 t ⁴⁾	19 t ⁴⁾	298 t

1) Source : Statistique du commerce extérieur 2.805.70 du Statistisches Bundesamt à Wiesbaden

2) Source : Ministère de l'agriculture, Laboratoire central, France

3) En bouteilles, à 34,5 kg

4) Autre mercure (pas en bouteilles).

Cadmium

Le cadmium métal figure dans les statistiques du commerce extérieur sous la rubrique "cadmium brut, résidus de traitement et déchets". Selon ces statistiques, la RFA a, en 1970, importé 1152 t de cadmium. Elle a exporté au total 214 t de cadmium (3)

La France a consommé, en 1970, 900 t de cadmium sous forme brute; sa production propre s'établissait à 500 t (4).

La figure 6 donne un aperçu des quantités de cadmium disponibles en RFA et en France pour 1970, compte tenu des chiffres de production propres.

Figure 6

Quantités disponibles de cadmium (t) en RFA et en France (1970)

	Production	Importation/Exportation	Consommation
RFA 1)	1.050	938 3)	2.500
France 2)	500	env. 400	900

1) Source : usines de colorants Bayer AG

2) Source : Union des industries chimiques

3) Source : chiffres extraits de la statistique du commerce extérieur 8104.21 du Stat. Bundesamt, à Wiesbaden

4) Source : Union des industries chimiques.

Chrome

Les statistiques du commerce extérieur ne permettent d'évaluer que les chiffres d'importation et d'exportation du minerai de chrome. Aucun chiffre n'a pu être obtenu en ce qui concerne le chrome métallique pur, les composés du chrome et les pourcentages de chrome liés aux alliages de fer importés ou exportés.

Les importations de minerais de chrome en RFA ont atteint 491.454 t (3) en 1970, contre 2.900 t (3) exportés la même année.

En 1970, il est donc resté en RFA, au titre du solde import-export, une quantité de minerais de chrome de 488.554 t.

Les principaux pays fournisseurs de la RFA étaient :

- l'Afrique du sud avec 254.571 t et
- l'URSS avec 129.967 t

En 1970, la France a importé une quantité de minerais de chrome à peu près équivalente à celle importée par la RFA, soit 481.425 t pour une exportation négligeable de 203 t.

En 1970, ce sont donc 421.422 t de minerais de chrome qui sont restés en France. Les principaux fournisseurs de la France étaient :

- l'URSS avec 124.802 t
- Madagascar avec 89.757 t
- et la Turquie avec 79.911 t

(3) Statistique du commerce extérieur de la RFA.

La figure 7 donne un aperçu des principaux constituants des minerais de chrome en fonction de leur pays d'origine.

Pays	Cr ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	V
Afrique du sud	44,40	25,05	2,80	10,90	16,62	0,21
URSS	56,64	12,60	4,55	12,64	11,00	
Nouvelle Calédonie	52,26	17,42	1,52	9,66	16,52	
Turquie	44,20	12,98	6,98	20,96	11,18	
Brésil	49,00	26,23	2,73	7,59	12,48	0,05

Figure 7 : Principaux constituants des minerais de chrome ¹⁾

Les exigences qui s'attachent à la composition chimique des minerais de chrome diffèrent en fonction du but d'application.

En métallurgie, on traite actuellement un minerai de chrome dont la teneur en Cr₂O₃ est d'environ 52%. En 1971, la consommation totale de Cr dans les ferro-alliages s'est élevée à 73.089 t, selon le Verband für Ferrolegierungen de Francfort.

Pour l'industrie des pierres réfractaires, de trop grosses quantités de MgO, SiO₂ et FeO sont nuisibles; mais des teneurs élevées en oxyde de chrome et en oxyde d'aluminium sont nécessaires.

L'industrie chimique, par contre, réclame un minerai de chrome à faible teneur de SiO₂ et Al₂O₃.

1) Ullmans Encyklopädie der technischen Chemie, Munich, Berlin (1954) volume 5, p. 560.

Les minerais de chrome qui, en RFA, proviennent essentiellement d'Afrique du sud conviennent particulièrement à l'industrie chimique en raison de leur composition.

122 Utilisation du mercure, du cadmium et du chrome ainsi que de leurs dérivés, en RFA et en France

1221 Mercure

12211. Emploi dans les processus de fabrication des produits chimiques

On trouvera un aperçu des utilisations du mercure et de ses dérivés dans les processus de fabrication aux annexes 1 et 2.

Seuls les volumes consommés dans l'industrie chimique, en particulier pour l'électrolyse des chlorures alcalins, ont une signification sur le plan quantitatif.

Figure 9

Développement du procédé d'électrolyse (% de la production de chlore) (1)

	1966		1969	
	BRD	USA	BRD	USA
Procédé par cellule à diaphragme	1,1	67,8	4,4	69,2
Procédé au mercure	92,9	27,8	89,7	27,9
Fusion complète et autres procédés	2,4	4,7	2,2	2,9
Electrolyse d'HCl	3,6	-	3,7	-

(1) Zeitschrift Chemie, Ingenieur, Technik, Fasc. 4 (février 71).

Le choix du procédé (au mercure ou par cellules à diaphragme) dépend de la matière première disponible; Aux USA, le sel commun (NaCl) se présente en solution relativement diluée (lacs salés) convenant pour le procédé par cellules à diaphragme et non pour le procédé au mercure. En Allemagne, le sel commun existe à l'état pur et solide au sein de gisements souterrains. Le mode de traitement le plus économique de ces matières premières est le procédé au mercure. Il n'en reste pas moins que les coûts du procédé sont fortement influencés par le prix du courant; en effet, le procédé au mercure exige une grande quantité d'énergie électrique.

Aux USA, 23% seulement du mercure disponible a été appliqué en 1971 à la fabrication du chlore (1). Toutefois, ce pourcentage ne peut être transposé à la France ou à la RFA, car les USA utilisent essentiellement pour la fabrication du chlore le procédé par cellules à diaphragme, qui opère sans mercure. En RFA et en France, c'est surtout le procédé au mercure qui est appliqué (voir figure 9).

La production de chlore en RFA a atteint, en 1970, 1,7 million de t environ. Pour 1971, on disposait d'une capacité totale autorisant la fabrication de 2 millions de t de chlore et un accroissement de 700.000 t (2) est envisagé pour 1972.

En France, la production de chlore a atteint, en 1970, les alentours du million de t. Pour 1971, on disposait en France d'une capacité totale autorisant la production de 1,2 million de t de chlore et l'on envisageait une augmentation de 350.000 t pour 1972 (2).

Une enquête effectuée auprès de l'industrie chimique en RFA, en 1971, a donné les taux suivants d'émission dans l'environnement, pour ce qui concerne l'électrolyse des chlorures alcalins.

(1) Bureau of Mines; Commodity Data Summaries, US Dept. of the Interior (Janv. 72)

(2) Zeitschrift Informations Chimie n° 98 (juin-juillet 1971).

Pour les 18 installations implantées en RFA, les valeurs fluctuent de 80 g de Hg/t Cl₂ (1) à 6 g Hg/t Cl₂ (1).

Le rejet moyen dans l'environnement se monte actuellement :

- dans les eaux usées à 30 g Hg/t Cl₂ ²⁾
- dans l'air à 15 g Hg/t Cl₂ ²⁾

La relation entre la "consommation" (= équivalent de mercure électrolytique) et l'émission dans l'environnement est multiple et ne peut être qu'incomplètement définie. C'est ainsi par exemple que l'on trouve au fond des réservoirs de chlore des flaques de mercure qui contribuent à la consommation, mais non à l'émission. Lors de la démolition d'anciennes installations d'électrolyse des chlorures alcalins, d'importantes quantités de mercure se rencontraient en profondeur dans le sol. On ignore jusqu'à présent quelle quantité de ces pertes inaperçues parvient dans l'environnement plus lointain.

70% environ du chlore produit en France et 90% de celui produit en RFA sont fabriqués par le procédé au mercure; il en résulte en RFA et en France (2/3 de l'importation) les chiffres de consommation suivants :

(1) Usines de colorants Bayer, Leverkusen.

Figure 10

Consommation de mercure pour la fabrication du chlore (1971)

	Quantité de chlore produite (1.000 t)	Quantité de chlore produite par le procédé au Hg (1.000 t)	Consommation de mercure (t)
France ¹⁾	1.200	756	env. 197
RFA ²⁾	2.000	1.800	env. 193

Source : 1) Ministère de l'agriculture
2) Usines de colorants Bayer.

Le chiffre obtenu de 197 t (2/3 de l'importation) est trop faible, si l'on considère que la perte à raison de 300 g/t Cl_2 s'établit à 226 t.

La consommation de mercure pour l'électrolyse des chlorures alcalins correspond actuellement en France, selon le ministère de l'agriculture, aux 2/3 des importations; en RFA, d'après une étude effectuée par les usines de colorants Bayer, cette utilisation correspond à 24% de la consommation.

En France, les pertes de mercure se montent à 300 g Hg/t Cl_2 ²⁾.

Il ressort du 6ème plan français que c'est essentiellement le procédé par cellule à diaphragme qui est prévu ¹⁾. L'usine de la firme Solvay à Dombasle opère selon ce procédé.

1) Service de l'environnement industriel, Paris
2) Ministère de l'agriculture.

Les autres emplois du mercure et de ses dérivés dans les processus de fabrication figurent aux annexes 1 et 2; les quantités perdues à cette occasion sont partiellement inconnues. Mais on peut admettre en partie que les quantités perdues lors de ces processus de fabrication sont négligeables, comparées à celles correspondant à la fabrication du chlore.

On parlera ultérieurement des voies suivies dans l'environnement par le mercure correspondant aux diverses applications.

12211 Emploi

En RFA, les domaines d'application suivants sont importants pour la consommation du Hg :

Domaine	1969 %	1970 %	
Agriculture	3	4	33 t
Catalyse	4	3	24 t
Médecine dentaire	4	3	24 t
Electrotechnique	23	26	209 t
Electrolyse (besoins)	26	24	193 t
Besoins généraux de laboratoire	3	4	32 t
Contrôle et régulation	9	10	80 t
Couleurs à enduire (voir annexe 17)	12	13	105 t
Industrie du papier	1	1	8 t
Produits pharmaceutiques	1	1	8 t
Divers	14	11	88 t
	100	100	804 t

Source : Usines de colorants Bayer, Leverkusen.

Selon le ministère de l'agriculture français, les quantités consommées en France se répartissent comme suit (1970) :

Domaine	%	
Industrie électrochimique env:	66	197 t
Pyrotechnique	4	12 t
Pharmacie, laboratoires, thermochimie, etc.	20	59 t
Industrie électrique	10	30 t
	100	298 t

Les chiffres de consommation indiqués ne prétendent pas représenter les quantités utilisées; mais ils reflètent l'importance des domaines d'application. Avant tout, les chiffres de consommation ne doivent pas être égaux aux quantités perdues : en effet, la consommation de produits contenant du Hg est de durée variable, la récupération du mercure est bien souvent pratiquée et, de plus, le cheminement de cet élément dans l'environnement est très différencié. Lors des processus de fabrication par exemple, la production de déchets fait l'objet d'un contrôle qu'il est impossible à exercer lorsqu'il s'agit des répercussions que peut avoir la mise au rebut d'un thermomètre.

En RFA, on utilise chaque année environ 33 t de Hg pour la fabrication de pesticides, en France, cette quantité est de l'ordre de 4,5 t de Hg ¹⁾ (voir annexe 13). Selon le rapport publié en 1970 par le gouvernement fédéral au sujet de la protection de l'environnement, on consomme en outre chaque année, en RFA 3 t de Hg pour la conservation du bois et 45 t de ce métal sous forme d'amalgame.

D'autres emplois dans les produits du commerce figurent aux annexes 1 et 2.

Le ministère français de l'agriculture est en possession d'affirmations d'experts selon lesquels l'imission de Hg par les colorants est de l'ordre de 2,3 à 2,7 kg Hg/t de colorants ¹⁾ et, pour les produits pharmaceutiques, de 4,5 à 5,5 kg Hg/t ¹⁾.

Dans la construction d'équipements électriques, la quantité perdue est de l'ordre de 3 à 5% ¹⁾ de la quantité mise en oeuvre.

En RFA, on n'a pas trouvé de chiffres analogues pour la construction d'équipements électriques. D'après les personnes "du métier" interrogées, les quantités perdues en RFA devraient

1) Ministère de l'agriculture, France.

plutôt être moins élevées en raison de l'inspection plus stricte exercée sur le travail et la main-d'oeuvre.

La consommation de mercure citée par Taylor ¹⁾ est de 1.600 t par an pour le Japon, de 400 t par an pour les USA, de 20 t par an pour l'Angleterre, de 20 kg par personne et par an en Suède; selon Taylor, la Finlande et la Norvège ont une consommation de mercure semblable à celle de la Suède. Il est vrai que Taylor ne définit pas, de manière plus précise, ce qu'il entend par "consommation".

1222 Cadmium

Emploi dans les processus de fabrication

En RFA, en 1970, la plus grande partie du cadmium a été consommée dans les processus de fabrication suivants :

	%	t
Pigments (voir annexe 17)	38	950
Anodes pour électroplastie	28	700
Sels pour électroplastie	9	225
Fabrication de batteries	14	350
Alliages de cuivre-cadmium pour fil conducteur de haute résistance à la traction	3	75
Autres alliages	1	25
Alliages pour soudure	6	150
	99	2.475

Source : Usines de colorants Bayer, Leverkusen.

1) G.D. Taylor, "The Domsdaybook" Thames and Hudson, Londres 1970.
En allemand : "Programme pour un suicide", Fischer 1971.

On manque de données sur la part des diverses industries dans la consommation du Cd en France. Aussi nous bornerons-nous à énumérer les industries qui, en France ¹⁾, entrent en ligne de compte pour le traitement du Cd :

- Fabrication de pigments (voir annexe 17).
- Addition de colorants aux céramiques
- Pyrotechnique.
- Industries pharmaceutiques
- Industrie photographique
- Fabrication de batteries

Les annexes 3 et 4 fournissent en outre une vue d'ensemble de l'emploi du Cd et de ses dérivés dans les processus de fabrication.

12222. Emploi dans les produits commerciaux

Les produits importants contenant du Cd sont présentés aux annexes 3 et 4. Les données quantitatives exactes rapportées au produit ne peuvent être obtenues; en outre, il serait difficile d'en déduire une quelconque affirmation concernant l'influence exercée sur le milieu ambiant.

Les produits les plus importants renfermant du Cd sont les matières plastiques, conditionnées par des pigments colorants et des produits galvanisés au Cd, soit ensemble environ 75%. Ils sont suivis par les batteries au cadmium-nickel, soit environ 14%. Notons, en outre,

1) Source : Union des industries chimiques.

que certains engrais phosphatés d'origine brute renferment 10 à 100 ppm de Cd * .

Le traitement métallique du Cd avec d'autres métaux représente environ 10% de la consommation totale. En couches minces, le Cd offre déjà une résistance remarquable à la corrosion par l'air, les éléments alcalins et l'eau de mer. Les pigments au Cd peuvent restituer la gamme des colorations du jaune au rouge, en coloris lumineux hautement authentiques.

*) A. Kloke, Nachrichtenbl. Deutscher Pflanzenschutzbund (Braunschweig), 23, (1971) pages 164-167.

1223 Chrome

12231 Emploi dans les processus de fabrication

Les annexes 5 et 6 donnent un aperçu de l'emploi du chrome dans les processus de fabrication.

Le chrome est essentiellement consommé sous forme de ferrochrome dans la fabrication de l'acier. Il augmente la résistance à la traction, à la flexion et à l'usure de l'acier et lui confère une certaine stabilité contre la corrosion. Aux USA, 64% environ du chrome disponible ont été utilisés en 1970 pour les alliages métalliques.

Aux USA, en 1970, l'industrie des réfractaires occupait la seconde place pour la consommation du chrome, avec 21% ¹⁾.

En RFA, 15 à 20.000 t de minerais de chrome sont consommés chaque année dans cette branche industrielle. ²⁾

Ceci correspond à un pourcentage de consommation d'environ 4% (quantité disponible de minerais de chrome : 488.554 t).

1) Bureau of Mines, à l'endroit cité

2) Communications écrites du Verband Steine und Erden, Wiesbaden.

12232 Emploi dans les produits commerciaux

Le chrome est en tout premier lieu utilisé dans les alliages d'acier. 55% environ du minerai de chrome vont à l'industrie de l'acier; selon le Ferrolegierungen-Verband, à Francfort, on a traité en 1971, 73.089 t de Cr. La participation à la consommation de minerai de chrome était d'environ 255.800 t.

Pour les produits commerciaux renfermant du chrome, un rôle important revient tout d'abord aux articles ménagers en particulier, revêtus de chrome aux fins de protection contre la corrosion ou à titre purement décoratif.

Les sels de chrome sont commercialisés sous forme de substances tannantes, en particulier pour l'industrie de la tannerie ¹⁾. En 1971, le volume de consommation a atteint environ 15,3 t de sels de chrome (III). Les chromates et les oxydes chromiques sont utilisés comme pigments pour la fabrication des peintures métalliques (voir annexe 6).

Le trioxyde de chrome est employé dans l'industrie pharmaceutique. Les chiffres de production sont inconnus. Des oxydes chromiques sont employés comme pigments, mais ne contaminent pas le milieu ambiant grâce à la capacité particulière de résistance de ces colorations aux influences atmosphériques.

1) Communications écrites de la Westdeutsche Gerberschule, Reutlingen.

123 Effets du mercure, du cadmium, du chrome et de leurs dérivés sur l'environnement

1231 Mercure

Point de fusion - 38,85° C

Point d'ébullition 356,95° C

Les vapeurs de mercure sont toxiques à une concentration de 1.200 à 8.500 mg/m³ d'air. Le danger commence dès 300 mg/m³ d'air. Pour le méthylmercure, la concentration est déjà mortelle pour 800 mg/m³ d'air.

Contrairement à la croyance consacrée, le mercure métallique à l'état liquide n'est pas toxique. Même l'injection par voie buccale de 1,5 kg de mercure liquide n'entraînait pas l'apparition de symptômes d'intoxication ¹⁾. Par contre, les vapeurs et les composés de mercure menacent l'environnement.

Le mercure a un point de fusion de - 38,85° C et s'évapore déjà notablement à la température ambiante. En RFA, la concentration maximale sur le lieu de travail des composés métalliques de mercure est de 0,1 mg/m³ d'air; pour les composés organiques de mercure, elle est au maximum de 0,01 mg/m³ d'air. Le mercure constitue donc déjà une menace pour l'environnement partout où du mercure métallique se trouve répandu suite à la rupture d'un thermomètre ou par inadvertance, notamment dans les labos de chimie. L'inhalation prolongée et la résorption par la peau conduisent à une perturbation progressive du système nerveux central.

1) G. Baerwolf, H. Kipping, Exposé sur l'intoxication par le mercure, *Arztl. Wschr.* 11, 471 (1956).

Les composés du mercure, tous hautement toxiques, à l'exception du cinabre (HgS), sont au moins aussi dangereux que les vapeurs de mercure. C'est ainsi, par exemple, que des composés facilement solubles du mercure, comme le sublimé, provoquent sur la peau de profondes lésions des tissus. Des intoxications moins graves conduisent déjà à une inflammation de la muqueuse buccale, accompagnée d'une intense sécrétion salivaire. La concentration maximale des composés de mercure dans les eaux résiduaires, compatible avec la permanence de la vie végétale et animale, est de 0,1 à 0,9 mg/l ¹⁾.

Les composés organiques de mercure sont encore beaucoup plus dangereux que les composés minéraux. L'inhalation de composés organiques de mercure est au moins dix fois plus toxique que l'inhalation de vapeur de mercure.

Le mercure diméthyle et le mercure diéthyle, utilisés pour la fabrication d'agents de désinfection des semences, ont acquis une triste célébrité. Récemment, on a déploré en Irak de nombreux cas mortels d'intoxication par le mercure, suite à l'utilisation directe inadéquate, pour faire du pain, de semences qui avaient été désinfectées avec ces composés du mercure. C'est au Japon que les intoxications mercurielles sont pour la première fois apparues sur une grande échelle et ont été reconnues comme telles. La présence de résidus de mercure dans les poissons (5 à 20 mg/kg) provoqua, du fait des pratiques de consommation s'y rapportant, les troubles mentionnés plus haut au niveau du système nerveux central. Cette affection est devenue fameuse sous le nom de maladie de Minimata.

Dans les cheveux des patients atteints du mal de Minimata, on a établi la présence de 70 à 100 ppm de Hg. Les valeurs mesurées aux Pays-Bas ainsi qu'en Suède étaient respectivement de 5 ppm et de 6 ppm .

1) Belastung der Landschaft, fascicule 4 (1969), Bonn-Bad Godesberg .

2) TNO-Rapport n° C1 72/59.

Au-delà de ces lésions du système nerveux central, on peut également déceler, pour certaines concentrations de mercure, des effets tératogènes chez l'homme et des symptômes mutagènes chez les végétaux¹⁾.

La limite supérieure admise pour la teneur en Hg dans les produits alimentaires a été fixée à 0,05 ppm par les services de l'Organisation mondiale de la santé; en Suède, elle a dû être fixée à 0,1 ppm, suite à une interprétation erronée de résultats de recherche japonais²⁾.

La contamination actuelle de l'environnement par le mercure ressort de la figure 1 et de l'annexe 14.

Figure 1

Présence de mercure dans l'environnement³⁾

Domaine de l'environnement	Concentration	Temps de séjour
Dans l'air	0,02 mg/m ³	2 ans
Dans l'eau	0,03 - 0,27 ppb	4,2 x 10 ⁴ ans
Dans le sol	0,05 - 2 ppb	-

1) Volume "Documentation" du programme environnement du gouvernement fédéral de la RFA (1971) page 93

2) G.D. Taylor, "The Doomsdaybook", Thames and Hudson, Londres 1970, Edition allemande : "Programme pour un suicide", Fischer, 1971.

3) Volume "Documentation" du programme environnement du gouvernement fédéral de la RFA (1971), p. 92.

1242 Cadmium

En ce qui concerne ses propriétés physiologiques, le cadmium ressemble quelque peu au zinc, avec lequel il est presque toujours associé dans la nature et au mercure.

Point d'ébullition = 767° C

Point de fusion = 320,9° C

En RFA, la concentration maximale d'oxyde de cadmium sur le lieu de travail peut atteindre 0,1 mg/m³ d'air.

Comme le mercure, il a une action paralysante sur le système nerveux central, mais influe également sur le système musculaire et sur le système osseux.

De plus, on a observé que l'inhalation de poussière chargée en cadmium provoque des lésions graves aux poumons ainsi qu'aux reins et au foie. Les sels de cadmium irritent les muqueuses de l'estomac et de l'intestin.

C'est au Japon que se déclara la maladie dite Itai-Itai, due à la présence de sulfate de cadmium dans l'eau potable, qui se manifestait par un défaut en calcium de l'organisme humain, produisant un rétrécissement du squelette. D'autres effets de la maladie Itai-Itai ne sont pas encore connus.

Dans les eaux responsables de cette maladie, la concentration en cadmium était de 0,18 ppm, alors qu'elle ne dépasse pas normalement 0,0005 ppm dans les eaux non contaminées ¹⁾.

Si le cadmium s'associe au zinc dans les eaux usées, les nuisances causées à l'environnement s'ajoutent.

1) Gouvernement fédéral de la RFA, à l'endroit cité, p. 98.

En association avec le cuivre, la nuisance est multipliée suite à la toxicité accrue.

Selon une étude du gouvernement fédéral de la RFA, intitulée "Contamination de l'environnement", fascicule 4 (1969), la valeur limite de la pollution par les composés de cadmium, compatible avec la permanence de la vie végétale et animale dans l'eau, varie entre 3,0 et 20 mg/l.

Le cadmium est stocké dans l'organisme animal et humain pendant un temps extrêmement long : chez de nombreux enzymes, il peut déplacer le zinc des composés complexes et perturber ainsi de façon déterminante le mode d'action des enzymes. Il doit influencer la capacité de reproduction des êtres vivants les plus hautement évolués et abaisser l'espérance de vie (comme c'est aussi le cas pour quelques autres métaux lourds, comme Hg, Ti et Pb). On lui attribue, en outre, des effets tératogènes ¹⁾.

1233 Chrome

Point de fusion 1920° C

Point d'ébullition 2660° C

Par suite de son insolubilité et de sa faible tension de vapeur, le chrome métal est inoffensif. Par contre, les composés solubles de chrome exercent un effet toxique sur les animaux et les hommes. Par exemple, 4 à 10 g de chromate de potassium ont un effet mortel, après une période d'incubation de 4 à 38 heures.

Les composés hexavalents de chrome sont environ 100 fois plus toxiques que les composés de chrome (III).

1) G.D. Taylor, à l'endroit cité.

L'acide chromique (H_2CrO_4) exerce une action fortement corrosive sur la peau, de même que les chromates et bichromates.

L'inhalation répétée de poussière de chrome, de même que sa pénétration dans des blessures ou des tissus de la peau, peuvent engendrer des tumeurs limitées. L'apport de quantités relativement importantes de chromate peut déterminer l'apparition de lésions rénales.

Au cours des dernières décades, on a constaté que les ouvriers des entreprises utilisant les chromates sont plus sujets que la moyenne au cancer du poumon, ce qui semble justifier les soupçons quant à une action faiblement cancérogène des chromates.

Le chrome parvient dans l'environnement sous forme de poussière, tant dans l'air que mélangé aux boues des eaux résiduaires.

124 Cheminement dans l'environnement

La contamination du milieu ambiant par les métaux lourds et leurs dérivés peut s'effectuer de nombreuses manières (voir annexe 18).

Afin d'apprécier la pollution de l'environnement par les industries, il a fallu définir les concepts suivants :

Besoins	quantité acquise en supplément à l'extérieur (et partiellement entreposée)
Consommation	fraction des besoins requise pour le processus de production
Perte	volume non récupérable rejeté dans le milieu ambiant

1241 Mercure

Le mercure parvient dans l'environnement par les voies suivantes :

- a) sous la forme de vapeur, suite à la tension de vapeur élevée aux températures normales, chaque fois qu'il n'est pas enfermé de façon hermétique ou refroidi;
- b) sous forme de liquide, lors de l'électrolyse des chlorures alcalins et d'autres processus au cours desquels le mercure est réuni à des liquides et conduit aux eaux usées;
- c) sous forme de vapeur, liée aux effluents gazeux des installations de production du Cl_2 ;
- d) sous forme de liquide, en tant qu'élément résiduel dans un produit ou une installation sur décharges, pour autant que l'entreprise dispose d'une décharge;
- e) sous forme de sous-produit de rebut, gazeux; c'est le cas du charbon par exemple, où le mercure entre environ pour 0,07 à 33 ppm¹⁾, la moyenne mondiale étant d'environ 1 ppm¹⁾, ce qui représente une immission de 3.000 t/Hg par an dans le monde, dont 90 t en RFA et 65 t en France;
- f) dissous dans l'eau résiduaire et dans l'eau sous forme de ses composés solubles;
- g) Hg aboutit également dans l'environnement à travers les végétaux par l'intermédiaire des semences auxquelles il se trouve associé en tant qu'agent désinfectant, passant de là aux hommes et aux animaux;

1) Oil, Paint and Drug Reporter 14.6.1971.

h) au cours d'un processus de production, Hg suinte dans le sol où il ne peut être récupéré; dans les installations, cette récupération est possible.

La place des diverses industries dans la contamination du milieu apparaît très clairement sous forme de tableau.

Domaine industriel	Production	Elément	Consommation		Perte (éventuelle)
			t	%	
Chimie en général	Chlore	Hg	197 Fr.	66,0	0,3 kg de Hg/t de Cl ₂ taux de récupération inconnu (1)
	Pigments	Hg	193 RFA	24,0	0,045 kg Hg/t Cl ₂ (2)
		Hg	105 RFA	13,0	2,3 - 2,7 kg de Hg/t de colorant (1)
Pharmacie		Cd	950 RFA	38,0	
		Hg	8 RFA	1,0	
		Hg	5 Fr.	1,5	4,5 - 5,4 kg de Hg/t de produits pharmaceutiques (1)
Industrie électrique	Appareillages	Hg	209 RFA	26,0	
		Hg	30 Fr.	10,0	3 - 5% de la quantité utilisée (1)
	Alliages pour soudeure	Cd	150 RFA	6,0	
Fabrication de batteries	Electroplastie	Cd	925 RFA	37,0	
	Accumulateurs	Cd	350 RFA	14,0	
Industrie de l'acier	Alliages	Cd	25 RFA	10,0	
		Cr	73;089 RFA	54,0	

Contrôle et régulation	Instruments	Hg	80 RFA	10,0
Médecine dentaire	Plombages	Hg	24 RFA	3,0
Agriculture	Engrais, etc.	Hg	33 RFA	4,0
		Hg	4,5 Fr	1,5

Notes : 1) Ministère de l'agriculture, France

2) Usines de colorants Bayer AG, Leverkusen

Dans le rapport du gouvernement fédéral de la RFA
relatif à la protection de l'environnement (page 92),
on a mesuré les valeurs suivantes dans le milieu :

- Air 0,02 mg/m³
- Mer 0,03 - 0,27 ppb
- Eaux souterraines 0,01 - 0,07 ppb
- Eaux de puits 0,2 - 2,0 ppb
- Poissons de mer 25 - 155 ppb

Pertes de mercure

Industrie	Procédé	Pertes totales	Observation
Chimie RFA	Electrolyse	81t ¹⁾ (1971)	1/3 d'air, 2/3 d'eau résiduelle
Chimie France	Electrolyse	env. 197t ²⁾ (1970)	
Chimie France	Pigments	2,3 - 2,7 kg Hg/t ¹⁾	
Chimie RFA	Pigments	2 g Hg/t ¹⁾	
Chimie France	Pharmacie	4,5 - 5,4 kg Hg/t ²⁾	
Industrie électrique France	Appareillages	env. 0,9 - 1,5t Hg ²⁾	Calculé avec (3 - 5% de 30t)
Industrie électrique RFA	Appareillages	env. 5,7 - 8,6t Hg	Calculé ⁵⁾ (2 - 3% de 289t)
Chimie RFA	Protection des plantes	33t Hg ³⁾	
Chimie France	Protection des plantes	4,5t Hg ²⁾	
Chimie RFA	Lessive de soude caustique	1 mg Hg/kg ³⁾	
Chimie RFA	Industrie photographique	1t/an Hg ³⁾	
Chimie RFA	Soude caustique	1 mg Hg/kg ³⁾	
Chimie RFA	-	-	60t/an Hg/déchargés (1)
Chimie	Rapport de recherche	85t/an Hg dans le Rhin (1)	Mission totale
Charbon RFA	-	env. 90t/an Hg ^{4) 6)}	(Calcul analogique)
Charbon France	-	env. 65t/an Hg ^{4) 6)}	(Calcul analogique)

1) Farben-Fabriken Bayer AG, Leverkusen

2) Ministère de l'agriculture, Paris

3) Programme environnement du Gouvernement fédéral de la RFA, p. 405 et 92

4) Oil, Paint and Drug, Reporter 14.6.1971 (1ppm), valeurs USA transposées à titre d'exemple par le calcul à la RFA et à la France

5) La valeur de 2 à 3% a été déduite et extrapolée du chiffre français de 3 à 5%

6) Selon F.L. Baschke/Heidelberg, dans "Chemie für Labor und Betrieb", oct. 1971, p. 445-447, 1 Hg/t de houille en moyenne dans l'atmosphère.

Dans le rapport TNO n° CL 72/59, les pertes de Hg sont chiffrées entre 50 et 110 tonnes par an, rien que dans le Rhin.

Les affections imputables au mercure - exception faite des dommages directs causés par la vapeur de Hg - doivent être mises sur le compte des poissons et autres animaux marins provenant d'eaux contaminées.

Il convient en outre de considérer l'effet exercé sur l'homme et sur l'animal par la conjonction de précipités renfermant du Hg, d'eaux usées provenant d'industries proches et la fixation végétale du Hg par les semences. L'addition des composés organiques et minéraux de Hg peut conduire à des concentrations nuisibles.

Certaines bactéries du sol peuvent convertir le mercure en méthylmercure, particulièrement dangereux tant en raison de son caractère hautement volatil que de sa grande toxicité; en outre, le méthylmercure se signale par le fait qu'il peut être stocké et accumulé à un degré particulièrement élevé dans les organes des animaux et des hommes.

1242 Cadmium

Le cadmium parvient dans l'environnement par les voies suivantes :

- a) sous forme pulvérulente lors de la production du zinc, comme impliqué par le processus. La quantité dépend des systèmes de filtres utilisés;
- b) dans les gaz brûlés résultant de la combustion du charbon (1 à 2 ppm de Cd)¹⁾, des huiles de graissage, de l'huile lourde et du mazout (0,07 à 0,53 ppm de Cd)¹⁾.

1) Lagerwerff und Specht, Occurrence of Environmental Cadmium and Zinc and their uptake by Plants, US soils laboratory USDA-ARS-SWG, Beltsville, Maryland (1970).

C'est ainsi qu'en RFA, environ 90 à 180 t de Cd ont été rejetées dans l'environnement du fait de la combustion du charbon.

- c) Une autre source de pollution de l'environnement par le cadmium est constituée par le gaz d'échappement des véhicules à moteur. Des analyses de sols, effectuées des deux côtés de voies de communication diversement fréquentées, ont nettement montré que les sols ont une teneur en cadmium plus élevée au voisinage de ces voies (1) (2) (voir fig. 16); Cd est un composant de l'huile minérale. La concentration dans l'essence et le diesel n'était pas à prendre en ligne de compte.

Figure 16

Teneur en cadmium du sol sec en ppm au voisinage des
voies de communication 1)

Eloignement de la voie de communi- cation	Lieux de prélèvements des échantillons de sols			
	I	II	III	IV
8 m	1,45	0,94	0,90	1,82
16 m	0,40	0,68	0,77	1,51
32 m	0,22	0,24	0,68	1,02

Ce qui a été dit au sujet de la consommation d'animaux marins provenant d'eaux contaminées en Hg est également valable pour des eaux contaminées en Cd. D'ailleurs, l'addition des volumes sédimentés s'applique tout aussi bien au cadmium qu'au mercure.

1) Lagerwerff und Specht, Contamination of roadside soil and vegetation with Cadmium, Nickel, Lead and Zinc, *Erw. Sc. and Techn.* 4, p. 583 à 586 (1970)

2) Lagerwerff, Uptake of Cadmium, Lead and Zinc by Radish from Soil and Air *Soil Sci.* 111, p. 129 à 133 (1971).

Cd a acquis sa notoriété, en tant qu'élément nuisible au milieu, par le biais de la maladie Itai-Itai au Japon.

La décomposition du sulfure de Cd sur les haldes de déblais donnait lieu aux concentrations suivantes :

- lit de rivière proche	0,18	ppm Cd
- limon du lit de rivière	8	ppm Cd
- dans les coquillages et le foie de la seiche	100	ppm Cd
- eaux normales non contaminées	0,0005	ppm Cd ¹⁾

Selon le rapport sur la protection de l'environnement publié par le gouvernement fédéral de la RFA, des concentrations de 0,05 à 0,85 ppm de Cd ont été observées dans des produits alimentaires tout préparés.

Enfin, le Cd parvient dans l'environnement combiné aux phosphates bruts et aux super-phosphates (selon Swaine (1955) : 1 à 170 ppm Cd) ²⁾.

Les annexes 7 et 8 font apparaître les concentrations de Cd dans le sol, au niveau d'une voie de communication et dans le voisinage d'une usine à zinc. L'annexe 9 montre la teneur en Cd dans les boues de curage d'un atelier galvanique.

1) Source : Gouvernement fédéral de la RFA, à l'endroit cité, page 97

2) Professeur A. Klocke, enrichissement du Cd dans les sols et les végétaux (1971).

Pertes de cadmium

Industrie	Procédé	Pertes totales	Observation
Chimie RFA	Pigments	1t/an de Cd ¹⁾	Eau résiduaire
Usines à zinc RFA		547,5 - 730t/an de poussière de Zn	1,5 - 2,0t-poids ¹⁾ de poussière de Zn
Chimie RFA	Charbon	90t/an Cd ⁴⁾	(Calcul analogique)
Chimie France	Charbon	65t/an de Cd ⁴⁾	(Calcul analogique)
Electroplas- tie RFA	Electroplacage	37 - 56t/an de Cd ²⁾	70 à 80% de la consommation parmi lesquels 20 à 30% de pertes primai- res, dont 80% sont extraits de l'eau résiduaire ²⁾
Electroplas- tie France	Electroplacage	Aucune donnée	Pertes dans les eaux résiduaires estimées entre 5 et 15% (3)

1) Programmes de protection de l'environnement du gouvernement fédéral de la RFA, p. 405 et 374.

2) Renseignement fournis par le Ruhrverband.

3) Chambre syndicale du zinc et du Cadmium, Paris.

4) Oil, Paint and Drug, Reporter 14.6.1971 (1 ppm)

Valeurs USA transposées à titre d'exemple pour la RFA et la France.

Le 28 octobre 1971, la "Commission du Rhin" a adressé "une demande pressante de secours" au Conseil de l'Europe, lettre dans laquelle elle évoque les 200 t de Cd rejetées annuellement dans le Rhin.

3243 Chrome

Pour ce qui est du chrome et des composés du chrome, on ne connaît pas de nuisances spéciales en-dehors de celles causées à l'environnement dans l'industrie sous la forme de poussières, d'eaux résiduaires et de dépôts fluides.

Les chromates peuvent assez facilement être entraînés dans les eaux de rejets, car ils sont solubles dans l'eau.

Le broyage des minerais engendre de la poussière de chrome qui peut être nuisible pour l'environnement. Le périmètre menacé est variable selon les diverses entreprises industrielles.

En RFA, selon le BDI (p.415), la valeur limite pour les eaux résiduaires est :

- Cr total 4,0 mg/L
- Chromate 0,5 mg/L

Les entreprises qui utilisent les sels de chrome ont une production élevée d'eaux résiduaires; beaucoup de ces entreprises ne disposent pas encore, à l'heure actuelle, d'une station d'épuration. Ceci vaut, en particulier, pour les entreprises de tannerie qui, en RFA - selon une extrapolation de la Westdeutsche Gerbereifachschule à Reutlingen - font passer quelque 15,3 tonnes par an de sels de chrome (II) dans les eaux résiduaires.

En RFA, les eaux usées des entreprises d'électro galvanisation sont dirigées sur des installations centrales régionales de décontamination, qui précipitent les substances toxiques et les métaux lourds pour les stocker sous forme de boue dans des décharges ou pour les confier à l'industrie en vue d'un traitement ultérieur.

Pour une couche mince de placage d'épaisseur comprise entre 1 et 3 μm , il y a précipitation d'environ 50 à 70% de la quantité mise en oeuvre; ces précipitations peuvent être réduites à environ 5 à 15% en jouant sur l'épaisseur du placage. Le taux de récupération et de pertes effectives dans l'environnement par l'intermédiaire des eaux résiduaires n'a pu être obtenu.

L'annexe 15 présente la teneur en Cr des boues de curage d'un atelier d'électroplâstie.

Pertes de chrome

Industrie	Procédé	Pertes totales	Observation
Acier RFA	Valorisation	Env. 360t/an de Cr_2O_3	50 kg/h de poussière (1) Chiffres obtenus par le calcul : 300j x 24h x 50kg
Acier France	Valorisation	Env. 310t/an Cr_2O_3 6)	Estimation
Terres et pierres RFA	Réfractaires	Env. 30 à 50t Cr_2O_3	0,2% du Cr_2O_3 traité (15.000 à 20.000 t) 2)
Tanneries RFA	Amélioration du cuir	Env. 15,3t de sels de chrome (III) 3)	
Chimie RFA	Pigments		2% de la quantité utilisée 4)
Electroplastique France	Traitement des surfaces	Env. 250 à 750 t/an	Quantités mises en oeuvre d'acide chromique 5.000 t/an Pertes : 5 à 15%
Electroplastique RFA	Traitement des surfaces		Pas de données

Sources :

- 1) Rapport sur la protection de l'environnement du gouvernement fédéral de la RFA, page 391
- 2) Verband Steine und Erden, Wiesbaden
- 3) Ecole de tannerie d'Allemagne occidentale, Reutlingen
- 4) Renseignement fourni par les usines de colorants Bayer AG, Leverkusen
- 5) Fédération des Chambres Syndicales des Minéraux et Métaux bruts, Paris
- 6) Renseignement transmis par le Ferro-Verband allemand, Bonn.

Dans la "demande pressante de secours" déjà mentionnée sous la rubrique cadmium, adressée par la Commission du Rhin au Conseil de l'Europe, il est également question de 200 t de Cr rejetées annuellement dans le Rhin. Selon de Groot et Fonds ¹⁾, la teneur en chrome de la boue du Rhin était de 760 ppm entre 1958 et 1960; jusqu'en 1970, cette valeur s'est accrue d'environ 25%.

Aux annexes 19 et 19b, figurent encore une fois, dans le cadre d'un aperçu d'ensemble, les chiffres relatifs à la consommation et à la destination finale des métaux étudiés, dans la mesure où il s'agissait de les déterminer.

1) De Ingenieur 84, G 19 (1972).

1. Emploi du mercure et de ses dérivés dans les processus de fabrication
2. Emploi du mercure et de ses dérivés dans les produits du commerce
3. Emploi du cadmium et de ses dérivés dans des processus de fabrication.
4. Emploi du cadmium et de ses dérivés dans les produits du commerce
5. Emploi du chrome et de ses dérivés dans les processus de fabrication
6. Emploi du chrome et de ses dérivés dans les produits du commerce
7. Enrichissement du cadmium et du zinc dans le sol au voisinage d'une raffinerie de zinc (d'après Kashiwakura 1971)
8. Teneur en cadmium du sol sec en ppm au voisinage des voies de communication. (Lagerwerff et Specht, 1970)
9. Teneur en métaux lourds des boues de curage (calculée sur la substance sèche) d'un atelier de galvanisation (d'après Hirschheydt, 1970)
10. Primary Production and Intra-OECD Trade in Mercury 1967 (flasks)
11. World Production of Mercury - 1969
12. Tableau des: Importation, Exportation, Consommation du Mercure-Metal en France avec les principaux Importateurs
13. Identified Use of Mercury Fungicides in Agriculture (1966)
14. Measured Mercury Concentrations in the Biosphere
15. Teneur en métaux lourds dans les boues de curage (calculée sur la substance sèche) d'un atelier de galvanisation (d'après Hirschheydt, 1970)
16. Production de cadmium
17. Major European Paint-Producing Countries (1966)
18. The Major of Mercury within the Biosphere
19. Consommation et destination finale du cadmium, 1970
- 19a Consommation et destination finale du chrome, 1970
- 19b Consommation et destination finale du mercure 1970

Emploi du mercure et de ses dérivés
dans les processus de fabrication

Annexe 1

Élément ou dérivé	Emploi	Branche	Données quantitatives éventuelles Consommation
Mercure pur	Substance de cathode pour l'électrolyse des chlorures alcalins	Chimie	France : 197 t ± 66% RFA : 193 t ± 24%
	Amalgame pour l'extraction des métaux rares des sables	Métallurgie	Négligeable
	Amalgame pour la dorure et l'argenture au feu	Branches diverses	Négligeable
	Matériau pour la fabrication des moules de précision	Aérospatiale	Négligeable
Acétate de mercure	Catalyseur de synthèses organiques	Chimie	Aucune donnée
Solution de mercure - iodure de barium	Séparation de mélanges métalliques	Métallurgie	Aucune donnée
Chlorure de mercure (1)	Application d'or dans la peinture sur porcelaine	Céramique	Négligeable

Annexe 1 (suite)

Diphényle de mercure	Catalyseur de polymérisation	Chimie	RFA : 3% ± 24 t Hg
Iodure d'argent et de mercure (II)	Thermoscopie	Chimie, acier	Négligeable
Sulfate de mercure (II)	Catalyseur pour la transformation de l'acétylène en acétaldéhyde	Chimie	Aucune donnée

Emploi du mercure et de ses dérivés
dans les produits du commerce

Annexe 2

Elément ou dérivé	Produit du Commerce	Branche	Indications quantitatives éventuelles Consommation
Mercure pur	Lampes à vapeur de mercure, interrupteurs, régulateurs tubes à contacteur et appareils d'enclenchement, relais contacteurs-disjoncteurs et redresseurs	Electrotechnique	RFA : 26 % ± 209 t France: 10% ± 30t
Oxyde de mercure Arsénate de mercure	Baromètres, thermomètres, pompes à mercure, manomètres, sphymomanomètres, appareils d'analyse des gaz	Contrôle et régulation	RFA : 10 % ± 80t Hg
Chlorure de mercure (II)	Couleurs à enduire Agent de conservation contre les bactéries, fongicides, insecticides	Peintures métalliques Agriculture	RFA : 13% ± 105t Hg RFA : 33 t au total de Hg pour la lutte anticryptogamique France: 4,5 t au total de Hg pour la lutte anticryptogamique

				Annexe 2 (suite)
	Réactif d'attaque et de broyage pour l'acier et le fer	Fer et acier		
Cyanure de mercure (II) Oxycyanure de mercure	Agent désinfectant, antiseptique pour les instruments médicaux	Pharmacie		RFA : 1% ± 8 t Hg
Diphenyle de mercure	Fongicides, bactéricides et insecticides	Agriculture		RFA : 33 t au total de Hg pour la lutte anticryptogamique France : 4,5 t au total de Hg pour la lutte anticryptogamique
Nitrate de mercure (I)	Produit décapant pour les feutres	Chimie		
Diméthyle, diéthyle de mercure	Agent de désinfection des semences	Agriculture		RFA : 33 t au total de Hg pour la lutte anticryptogamique France : 4,5 t au total de Hg pour la lutte anticryptogamique

Emploi du cadmium et de ses dérivés
dans des procédés de fabrication

Annexe 3

Élément ou dérivé	Emploi	Branche	Indications quantitatives éventuelles Consommation
Cadmium pur	Electroalvanisation des moteurs et autres pièces de machines	Electroplastique	RFA : 925 t ± 37%
	Agent de camouflage contre les rayons lumineux et infrarouges pour la fabrication de peintures et métaux à usages militaires	Art militaire	
	Alliage avec d'autres métaux, notamment pour les métaux antifrictions, la substitution de l'étain et comme substance de soudure	Acier	RFA : 175 t ± 7%
Acétate de cadmium	Production d'effets irisants dans les objets en argile et en porcelaine	Verre, céramique	

Stéarate de cadmium	Stabilisateur de lumière pour la fabrication de CPV et autres matières plastiques	Industrie des matières plastiques	RFA : 950 t ± 38% de Cd, pigments compris
Oxyde de cadmium	Catalyseur pour la fabrication d'alcools fortement non saturés	Chimie	

Emploi du cadmium et de ses dérivés
dans les produits du commerce

Annexe 4

Elément ou dérivé	Produit du commerce	Branche	Indications quantitatives éventuelles Consommation
Cadmium pur	Dans les engrais et pour les désinfectants pour semences	Agriculture	
Bromure de cadmium, iodure de cadmium	Sel utilisé en photographie et en lithographie	Photographie	
Carbonate de cadmium, oxalate de cadmium, sulfate et sulfure de cadmium, oxyde de cadmium	Pigments pour peintures	Peintures métalliques	RFA : 950 t ± 38% de Cd, pigments compris
Hydroxyde de cadmium	Fabrication de l'électrode négative dans les accumulateurs au cadmium-nickel	Electrotechnique	RFA : 350 t ± 14%
Tungstène de cadmium	Peintures fluorescentes, par exemple dans les écrans pour rayons X	Peintures métalliques	RFA : 950 t ± 38% de Cd, pigments compris

Emploi de chrome et de ses dérivés
dans les processus de fabrication

Annexe 5

Elément ou dérivé	Emploi	Branche	Indications quantitatives éventuelles Consommation
Minerais de chrome et chrome pur	Alliage pour aciers de haute qualité	Fer et acier	RFA : Cr 73.089 t ± 5%
	Fabrication de pierres réfractaires et de produits abrasifs et de polissage	Terres et pierres	RFA : Cr ₂ O ₃ = 15.000 à 20.000 ± 4%
Alun de chrome	Réactif et mordant en teinturerie Fabrication de tissus imperméables Additif pour bains de fixation	Textile	
	Produit tannant	Tannerie	RFA : sels de chrome III 15,3 t
Chlorhydrates de chrome (III)	Mordant (teinturerie du coton et impression de la soie)	Textile	
Fluorure de chrome	Mordant et agent de chromage pour la laine	Textile	
Trioxyde de chrome et acides chromiques	Chromage par galvanisation	Electroplastie	

Emploi du chrome et de ses dérivés
dans les produits du commerce

Annexe 6

Elément ou dérivé	Produit du commerce	Branche	Indications quantitatives éventuelles Consommation
Chrome pur	Tous les articles chromés par galvanisation	Electroplastie	
Sels de chrome (III)	Agents tannants	Tannerie	
Oxydes de chrome et chromates	Pigments pour peintures	Peintures métalliques	
Trioxyde de chrome	Agents caustiques employés contre les verrues, les végétations, les polypes et comme hémostatiques	Pharmacie	

Enrichissement du cadmium et du zinc dans le
sol au voisinage d'une raffinerie de zinc Annexe 7
(d'après KASHIWAKURA 1971)

Eloignement de l'usine m	Concentration dans les couches supérieures du sol en ppm			
	C a d m i u m		Z i n c	
	0 - 15 cm	15 - 30 cm	0 - 15 cm	15 - 30 cm
300 - 600	14,9	5,5	428	265
600 - 800	4,0	9,4	262	265
800 - 1000	3,1	0,4	64	2
1000 - 1200	2,6	0,4	66	2
1200 - 1300	1,7	0,4	43	3
1500 - 2000	1,7	0,8	21	7

TENEUR EN CADMIUM DU SOL SEC EN ppm
AU VOISINAGE DES VOIES DE COMMUNICATION

ANNEXE 8

Profondeur de prélèvement : 0 à 5 cm

Eloignement de la voie de Communication	Positions de prélèvements des échantillons de sol			
	I	II	III	IV
8 m	1,45	0,94	0,90	1,82
16 m	0,40	0,68	0,77	1,51
32 m	0,22	0,24	0,68	1,02

TENEUR EN METAUX LOURDS DES BOUES DE
CURAGE (CALCULEES SUR LA SUBSTANCE SECHE)
D'UN ATELIER DE GALVANISATION
(D'APRES HIRSCHHEYDT, 1970)

Annexe 9

Soluble dans		Cd
Conc, HCL, en %		2,0
Er ‰	7	0,222
Dans l'acide acétique	6	0,172
Extrait	5	0,804
Au pH	4	10,0
Extraits d'H ₂ O en ppm		1

Pays	Importations	Exportations	(Im-Ex)	Première Production
Autriche	330	330	0	0
Belgique	4,560 ¹	0	4,560	0
Canada	4,690	0	4,690	0 ²
Danemark	-	-	3	0
Finlande	640	0	640	0
France	9,720	260	9,460	0
Allemagne	12,440	1,150	11,290	2,030
Grèce	350	0	350	0
Islande	-	-	-	-
Irlande	0	0	0	0 ²
Italie	1,160	36,930	-35,770	48,020
Japan	32,080	860	31,220	8,900
Luxembourg	-	-	-	-
Pays-Bas	1,330	1,130	203	0
Norvège	610	0	610	0
Portugal	209	0	209	0
Espagne	0	50,530 ⁵	-50,530	49,100
Suède	1,190	0	1,190	0
Suisse	-	-	-	0
Turquie	0	4,540	-4,540	4,150
Grande Bretagne	17,640	3,160	14,480	0
Etats-Unis	24,350 ¹	2,640	21,710	23,780 ⁴
Australie	1,870	0	1,870	0
Nouvelle Zélande	143	0	143	0
Yougoslavie	10	14,670	-14,660	15,810

1. Ces pays ont importé des quantités considérables (2,500 flacons chacun approximativement) des pays ne faisant partie de l'OCDE.
2. Ces pays sont devenus depuis des producteurs de mercure.
3. Le trait indique que les chiffres pour ces pays étaient manquants.
4. N'inclue pas la décharge du stockage national du mercure
5. Exclue les exportations d'oxide de mercure.

Source : Rapport OCDE No 83.581

NR/ENV/71.42

(Révisé)

	Pays	Production (Mt)	
1. O.C.E.D	Canada	700	
	Allemagne	67	
	Italie	1,680	
	Japon	300	
	Espagne	2,222	
	Turquie	165	
	Etats-Unis	1,012	
	Yougoslavie	494	6,640
2. Divers	Chine	900	
	Mexique	776	
	Phillippines	120	
	U.S.S.R.	1,600	
	Non défini	200	3,596
		Total	10,236

TABLEAU DES : IMPORTATION, EXPORTATION
 CONSOMMATION DU MERCURE-METAL EN
 FRANCE AVEC LES PRINCIPAUX IMPORTATEURS Annexe 12

(In bottles of 34,5 kg)

	1966	1967	1968	1969	1970
IMPORTATION					
Total	8,417	9,710	9,159	9,450	9,200
Italie	2,603	1,771	1,449	1,507	640
Espagne	2,377	4,649	3,101	2,377	4,150
Yougoslavie	229	229	1,362	2,522	1,330
Mexique	1,794	1,293	1,681	1,942	520
EXPORTATION					
Total	145	290	325	154	540
CONSOMMATION	8,200	9,400	8,800	9,300	8,700
Soit	294 t	324 t	304 t	320 t	298 t

Source : Ministère de l'Agriculture, France

NR/ENV/71.42

(Révisé)

Pays	Montant (a)
Autriche	210
Canada	38,4
Finlande	2,5
Allemagne	881
Islande	0,8
Italie	68,6
Japon	168
Luxembourg	0,6
Espagne	5,7
Suède	317
Turquie	35,1
Etats-Unis	697

(a) Unités en Mt d'ingrédient actif.

Source : Rapport O.C.D.E. No 83.581

Concentrations de mercure, mesurées dans la biosphère (10³)

Phase	Détails	M/E(a)	Concentrations (b)
<u>1. Milieu ambiant</u>			
Air	Zones non minéralisées Ville de New York	M	0,003-0,009 μgm^{-3} 1-14
	Dans les usines de chlore (c)	E	100 "
	Dans les usines de traitement de minerai (c)	E	20.000 "
Eau	Océans	M	0,03-2,00 ppb
	Eau de pluie	M	0,2 "
	Eaux de surface	M	5,0 "
	Rejets industriels (d)	E	50.700 "
Roches	Ecorce terrestre	M	0,07 ppm
	Charbon	M	0,001-33 "
	Sédiments en aval des rejets industriels (d)	E	0,2-2800 "
<u>2. Organismes vivants</u>			
Végétaux	Taux initial	M	0,04 ppm
	Graines enrobées de produits fongicides	M	23-34 "
Poissons	Pélagiques (taux initial)	M	0,1 ppm
	Thon en boîte et/ou spécimens de musées (USA)	M	0,3/0,4 "
	Thon (Etats-Unis)	E	1,2 "
	Taux mortel (eau ambiante)(f)		5,0 "
<u>Oiseaux, animaux, divers :</u>			
	Taux initial	M	0,02 "
	Canards sauvages (10% Etats-Unis Canada) (g)		0,5 "
	Foies d'oiseaux morts empoisonés		4,0 - 200 "

a_M = valeur moyenne

E = valeur extrême

TENEUR EN METAUX LOURDS DANS LES BOUES
DE CURAGE (CALCULEES SUR LA SUBSTANCE SECHE)

D'UN ATELIER DE GALVANISATION
(d'après HIRSCHHEYDT, 1970)

Annexe 15

Soluble dans		Cr
Conc. HCl, en %		15,1
En ‰	7	0,038
Dans l'acide acétique	6	0,036
Extrait	5	0,130
Au pH	4	11,8
Extrait d'H ₂ O en ppm		53

PRODUCTION DU CADMIUM

Annexe 16

T métriques	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Allemagne R.f.....	409	432	254	223	320	328	356	398	342	792	1050
Belgique	900	1000	1000	1000	800	800	600	800	800	900	1100
France	254	250	245	262	365	431	418	499	552	523	528
Italie	290	346	247	260	264	281	245	218	250	422	425
Pays-Bas	*45	*85	*95	*100	*105	*90	*100	107	140	140	120
C.E.E.	1898	2113	1841	1865	1874	1930	1749	2022	2034	2777	3208
Finlande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89
Grande-Bretagne	107	99	108	112	197	220	184	209	205	245	318
Yougoslavie	38	*40	*40	*40	*45	*45	*50	79	157	*170	*150
Norvège	110	165	115	108	113	78	72	84	87	86	98
Autriche	15	19	22	19	19	21	21	19	20	25	22
Espagne	12	34	60	54	61	62	*60	67	70	*80	111
Europe (1)	2180	2410	2186	2198	2309	2366	2136	2480	2623	3383	3996
Inde	-	-	-	-	-	-	-	-	41	*40	34
Japon	568	724	883	1012	1210	1476	1756	1899	2195	2765	2541
Asie	568	724	883	1012	1210	1476	1756	1899	2236	2805	2575
Congo (K)	505	532	307	313	469	399	421	288	320	300	317
Zambie	26	19	17	15	14	18	12	7	11	6	12
Sud Ouest Afric. 2)	-	-	-	-	-	33	132	181	156	238	205
Afrique	531	551	324	328	483	450	565	476	487	544	534
Etats-Unis (3)	4737	4747	5052	4531	4744	4387	4745	3946	4831	5736	4293
Canada	1015	1013	1104	1069	1007	430	773	*933	*943	*963	*837
Mexique (2)	81	47	29	153	158	69	110	158	71	89	268
Pérou (2)	83	165	107	173	197	214	203	150	172	168	186
Amérique	5915	5912	6292	5936	6106	5100	5831	5197	6017	6956	5561
Australie (2)	365	316	359	454	502	524	526	524	472	571	598
Pays Occidentaux	9500	9973	10044	9968	10610	9506	10814	10576	11835	14255	13287
U.R.S.S. *	1400	1500	1600	1700	1830	1900	2650	2260	2260	2250	2300
Allemagne DDR *			3	5	10	10	10	10	12	12	15
Bulgarie *	10	10	20	20	25	25	30	30	30	30	30
Pologne *	485	505	505	500	490	500	500	500	500	550	550
Rép. Popul. de Chine ...	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Corée du Nord											
Pays de l'Est	1945	2055	2178	2275	2375	2485	2640	2890	2892	2992	3045
Total Mondial	11445	11978	12222	12243	12665	12361	13464	13466	14727	17251	16332

1) Sans les "Pays de l'Est"

2) Production de cadmium métallique (production des usines métallurgiques)

3) Y compris le cadmium des matériaux et de déchets

4) Y compris le cadmium éponge

*) En outre, les pays suivants annoncent une production de cadmium sous forme de demi-produits de traitement ou métallurgiques qui ont été convertis dans d'autres pays en cadmium métallique ou en sels de cadmium.

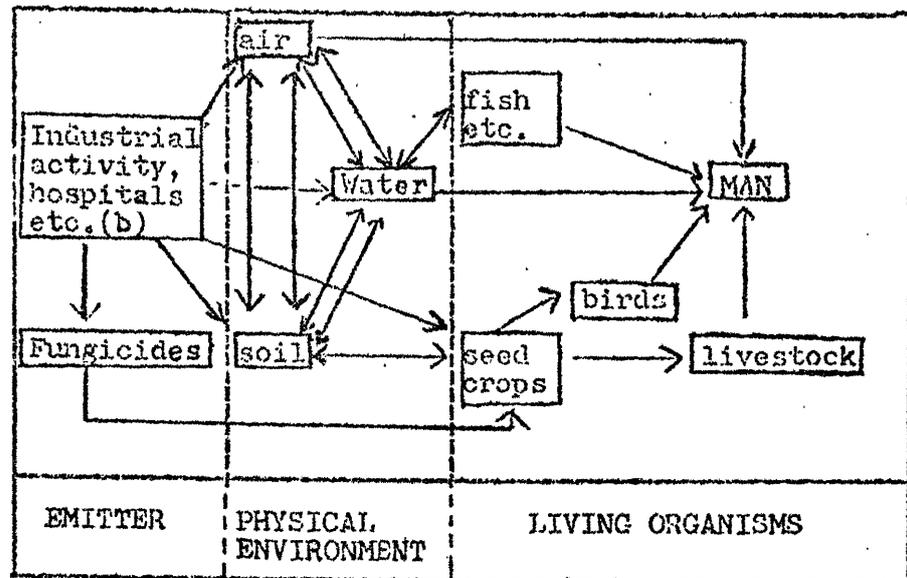
	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Sud-Ouest Africain	785	793	552	490	320	543	308				
Guatemala	18	40	4	3	-	-	1				
Honduras		5	14	87	105	97	109	113	128	145	177
Pérou	923	713	603	661	659	681	710	700	1123	1439	1699
Pérou	25	25	21	19	30	113	102	75	278	274	361
Australie		605	783	735	671	650	705	821	909	1116	977

Pays	Production (tm)
Allemagne	1,000,000
France	790,000
Royaume Uni	590,000
Italie	300,000
Pays-Bas	170,000
Suède	140,000
Belgique	70,000
T o t a l	3,000,000

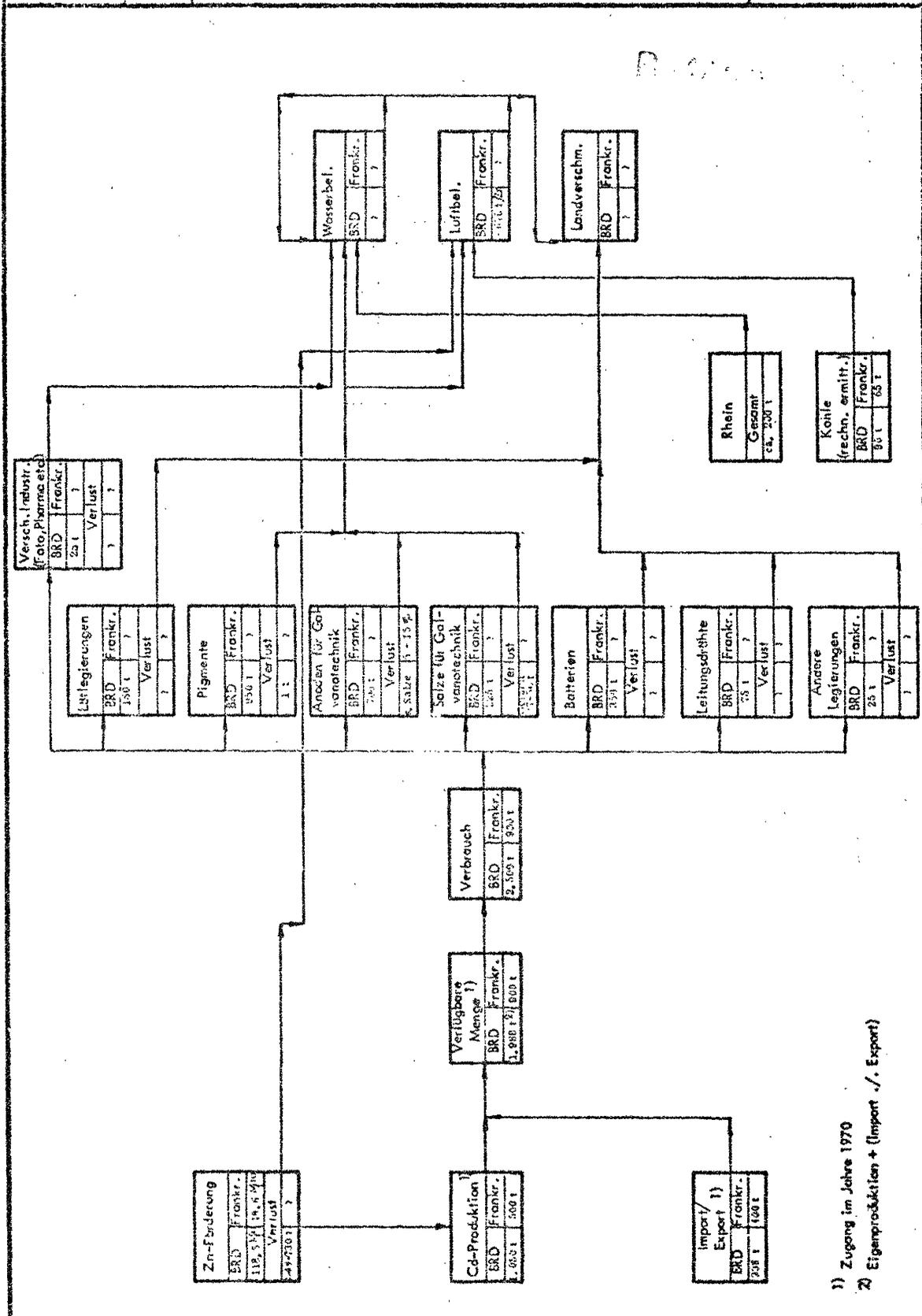
Source : Rapport OCDE No 83.581

THE MAJOR FLOWS OF MERCURY
WITHIN THE BIOSPHERE (a)

Anlage: 18



- (a) Adapted from (20)
- (b) Natural processes will also distribute mercury into the physical environment

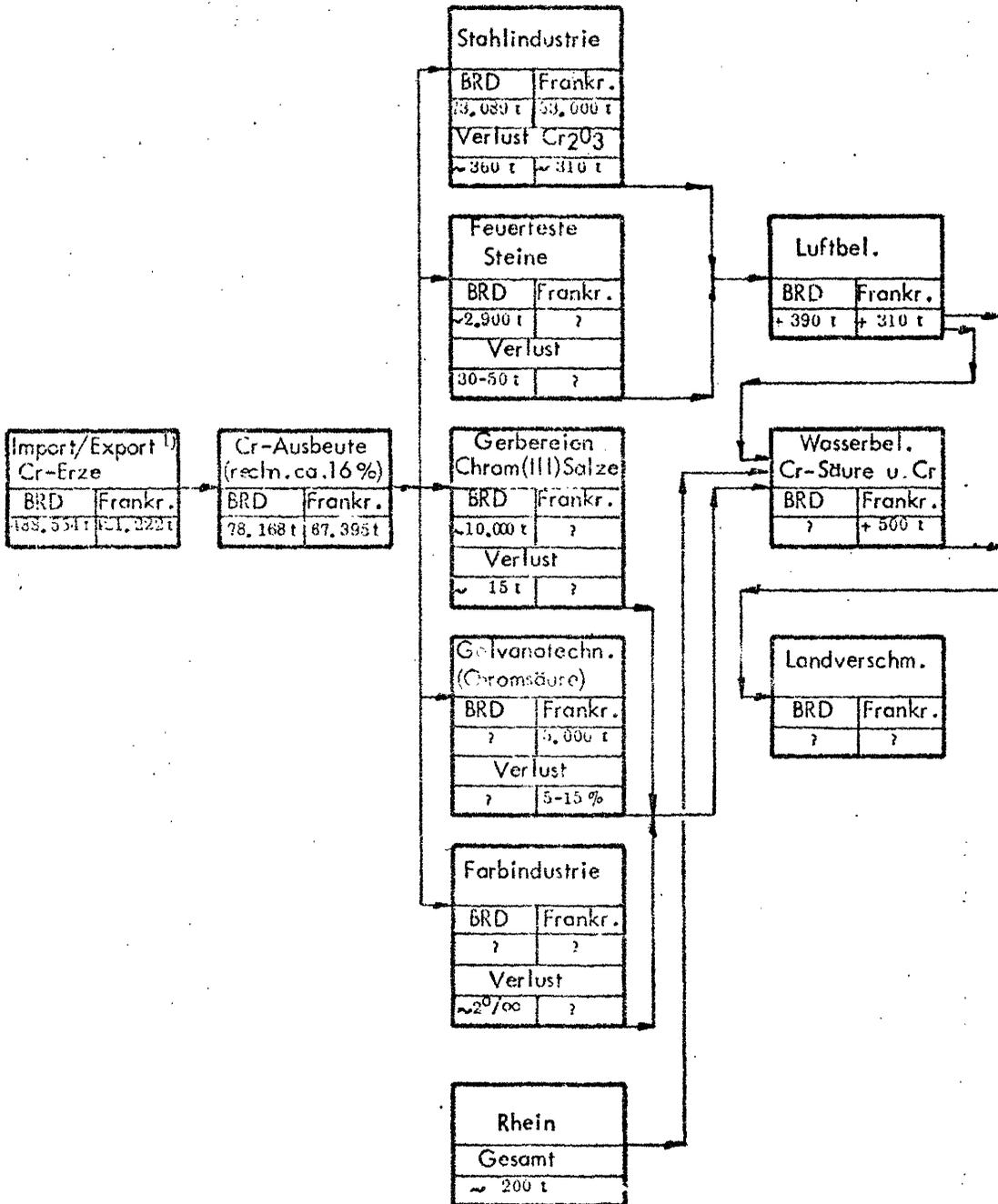


1) Zugang im Jahre 1970
 2) Eigenproduktion + (Import -/ Export)

VERBRAUCH UND VERBLEIB VON Cr 1970

Anlage 19a

B 7.12



1) Zugang im Jahre 1970

