

Rapport sur les chlorures

Aperçu général des
concentrations et
des rejets
en 2018



Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport n° 286



Editeur:

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Coblenz
Postfach 20 02 53, D 56002 Coblenz
Téléphone +49-(0)261-94252-0, télécopieur +49-(0)261-94252-52
Courriel électronique: sekretariat@iksr.de
www.iksr.org
<https://twitter.com/ICPRhine/>

Rapport sur les chlorures

Aperçu général des concentrations et des rejets en 2018

- Pilotage : Lars Düster (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG) ;
Sabrina Poturalski (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG) ;
Anna-Lena Gerloff (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG) ;
Marjolein van Eerd (Rijkswaterstaat WVL) ;
Ronald van Dokkum (Rijkswaterstaat WVL) ;
Friederike Vietoris (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, MULNV) ;
Jaqueline Lowis (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, LANUV).
- Coordination et rédaction : Nikola Schulte-Kellinghaus, Sophia Keßeler-Johann,
Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)

Table des matières

1.	Introduction	3
1.1	Arrière-plan juridique et rétrospective	3
1.2	Évolution dans le long terme des concentrations de chlorures dans le Rhin	4
2.	Rejets significatifs dans le bassin du Rhin	7
2.1	Haut Rhin	7
2.2	Rhin supérieur	9
2.3	Rhin moyen	12
2.4	Rhin inférieur	15
2.5	Delta du Rhin	18
3.	Conclusions et perspectives	19
	Bibliographie	20

1. Introduction

Les chlorures (Cl^-) sont des ions entrant dans la composition de sels (p. ex. le chlorure de potassium) présents sous forme naturelle dans le milieu, p. ex. comme sel gemme (chlorure de sodium), ou sous forme dissoute dans l'eau (p. ex. dans l'eau de mer). Pour la plupart, les chlorures sont aisément solubles dans l'eau et ne sont pas adsorbés par les sols. Ils sont donc facilement lessivés en surface et rejoignent le milieu marin, entre autres via les eaux souterraines et les fleuves, où ils s'accumulent.

Quand ils dépassent cependant la mesure naturellement présente dans le milieu, les apports anthropiques de chlorures dans le milieu aquatique, p. ex. ceux provenant de l'agriculture (épandage d'engrais contenant des chlorures, p. ex. du chlorure de potassium), de l'industrie chimique ou de l'utilisation de sel de déneigement en hiver, polluent les cours d'eau. Les eaux d'exhaure chlorurées de l'exploitation de houille et des mines de sel, principalement de sel de potassium, polluent depuis des décennies les eaux de surface et les eaux souterraines. L'exploitation de potassium donne naissance à des sous-produits, p. ex. des résidus de production contenant du chlorure de sodium, qui sont stockés en terrils. Quand les terrils de remblai ne sont pas étanchéifiés, le sel peut être remobilisé par les eaux pluviales et ruisseler vers les eaux de surface ou s'accumuler dans les eaux souterraines.

Les eaux proches des côtes, qui sont influencées par les eaux marines, ont une concentration saline naturelle élevée. Ces zones dites saumâtres renferment des niches écologiques particulières. Les eaux de surface douces, comme celles du Rhin, protègent ces systèmes sensibles contre une salinité trop élevée. Par ailleurs, elles ont une fonction précieuse de source de production d'eau potable. Il est donc clair qu'une baisse des apports anthropiques de chlorures dans le Rhin est essentielle pour la protection de l'écosystème et de l'eau potable.

1.1 Arrière-plan juridique et rétrospective

Au titre de la directive cadre Eau (DCE), les eaux européennes doivent toutes être dans un « bon état écologique ». Sont définies dans ce contexte la diversité et l'abondance des biocénoses aquatiques, la morphologie et l'hydrologie naturelle des fleuves, des rivières et des ruisseaux, ainsi qu'une qualité naturelle de l'eau peu affectée par les pressions anthropiques. Pour l'évaluation finale, la biologie est déterminante pour le bon état écologique. C'est pourquoi - comme pour les nutriments - il n'a pas été fixé de valeur d'évaluation concertée pour les chlorures au niveau européen. Cependant, des paramètres physico-chimiques comme la salinité peuvent affecter les éléments de qualité biologiques et sont donc pris en compte pour soutenir l'évaluation de l'état écologique.

En raison des concentrations élevées de chlorures dans le Rhin, dues principalement par le passé aux anciennes mines de potasse, les États parties à la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) ont signé dès 1976 une convention sur les chlorures. Cette convention avait pour objectif de régulariser les flux de sel issus de l'exploitation minière de potasse. Un [protocole additionnel](#) a été signé en 1991 en complément à la [Convention 'Chlorures' de 1976](#) et fixe une valeur d'orientation de 200 mg/l de chlorures à la frontière germano-néerlandaise. Depuis 1976, les États contractants de la CIPR sont tenus de publier leurs informations sur les rejets supérieurs à 1 kg de chlorures/seconde dans le bassin du Rhin.

Selon l'Office fédéral allemand de l'environnement, les organismes aquatiques peuvent déjà être altérés à partir d'une concentration de chlorures de 200 mg/l ([UBA 2013](#)). Une valeur d'orientation de 200 mg/l s'applique en Allemagne au paramètre physico-chimique général (ACP) 'chlorures', conformément au règlement sur les eaux de surface ([\(OGewV\) 2016, annexe 7](#)) ; la valeur d'orientation dans l'eau potable est de 250 mg/l, conformément au règlement sur l'eau potable ([TrinkwV](#)) et à la directive 'Eau potable' CE 98/83, actualisée en dernier lieu par la directive UE 2020/2184.

Les Pays-Bas ont fixé une valeur 'signal' de 150 mg/l de chlorures dans les bras néerlandais du Rhin. Il s'agit d'une valeur s'appliquant au captage d'eaux de surface destinées à la production d'eau potable ; quand elle est dépassée, le captage d'eau potabilisable peut être soumis à des restrictions.

Aux termes de l'annexe 4 du protocole additionnel de 1991 à la Convention 'Chlorures', qui remplace l'annexe II de la Convention 'Chlorures' de 1976, une valeur limite de 400 mg/l a été fixée pour les rejets de chlorures à partir des soudières, de même qu'une charge moyenne annuelle de 33 kg/s à la station de Hauconcourt (frontière franco-allemande).

1.2 Évolution dans le long terme des concentrations de chlorures dans le Rhin

Comme indiqué plus haut, le protocole additionnel à la convention 'Chlorures' (1991) prévoit que des mesures de réduction sont mises en œuvre en France lorsque les concentrations dépassent la valeur d'orientation de 200 mg/l de chlorures à la frontière germano-néerlandaise. Cette valeur correspond également à la valeur d'orientation pour les chlorures dans le règlement allemand sur les eaux de surface.

Cette valeur de 200 mg/l a encore été dépassée à plusieurs reprises entre 1978 et 1997 dans le Rhin, principalement dans les stations de Bimmen et de Lobith (frontière germano-néerlandaise). Des concentrations supérieures à 200 mg/l ont également été détectées au niveau de la station d'analyse de Coblençe sur cette période.

Depuis 1998 cependant, les concentrations sont toujours inférieures à cette valeur d'orientation dans toutes les stations d'analyse du Rhin. Ces dernières décennies, les concentrations de chlorures ont été réduites de manière significative (cf. figure 1). En 1978, la moyenne annuelle était de 166 mg/l dans la station de Lobith, en 2019, elle était tombée à 77 mg/l, ce qui correspond à une réduction des concentrations de chlorures de plus de 50 % au cours des dernières décennies. À partir de la station d'analyse de Weil, les concentrations de chlorures augmentent vers l'aval sur le cours du Rhin.

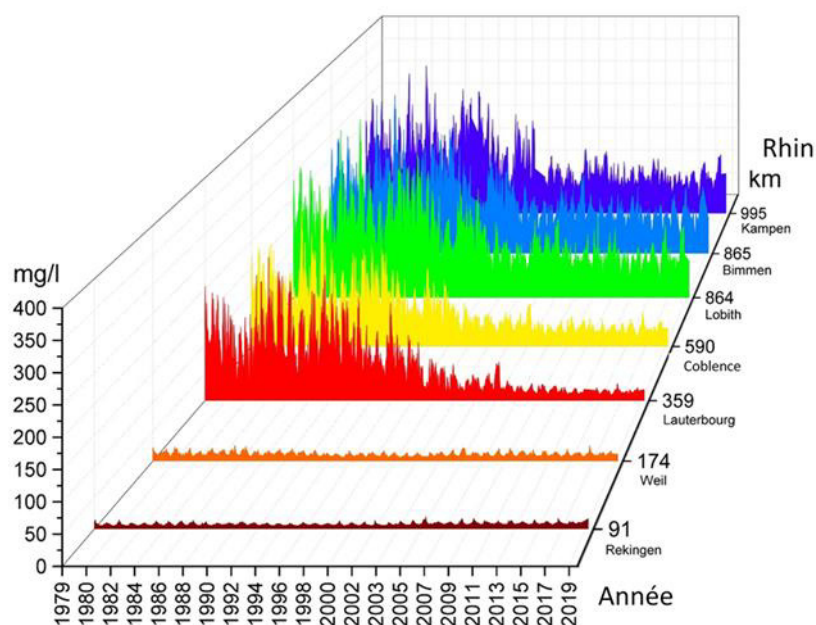


Figure 1 : représentation des concentrations de chlorures en mg/l dans la phase aqueuse totale sur le cours du Rhin entre 1979 et 2019. PK Rhin 91 = Rekingen, 174 = Weil, 359 = Lauterbourg, 590 = Coblençe, 864 = Lobith (rive droite), 865 = Bimmen (rive gauche), 995 = Kampen.

Les épisodes d'étiage comme ceux survenus en 2018 et 2019 peuvent toutefois provoquer une brève hausse des concentrations de chlorures due à un moindre effet de dilution en situation de rejets constants (cf. figure 2 et rapport CIPR n° 263).

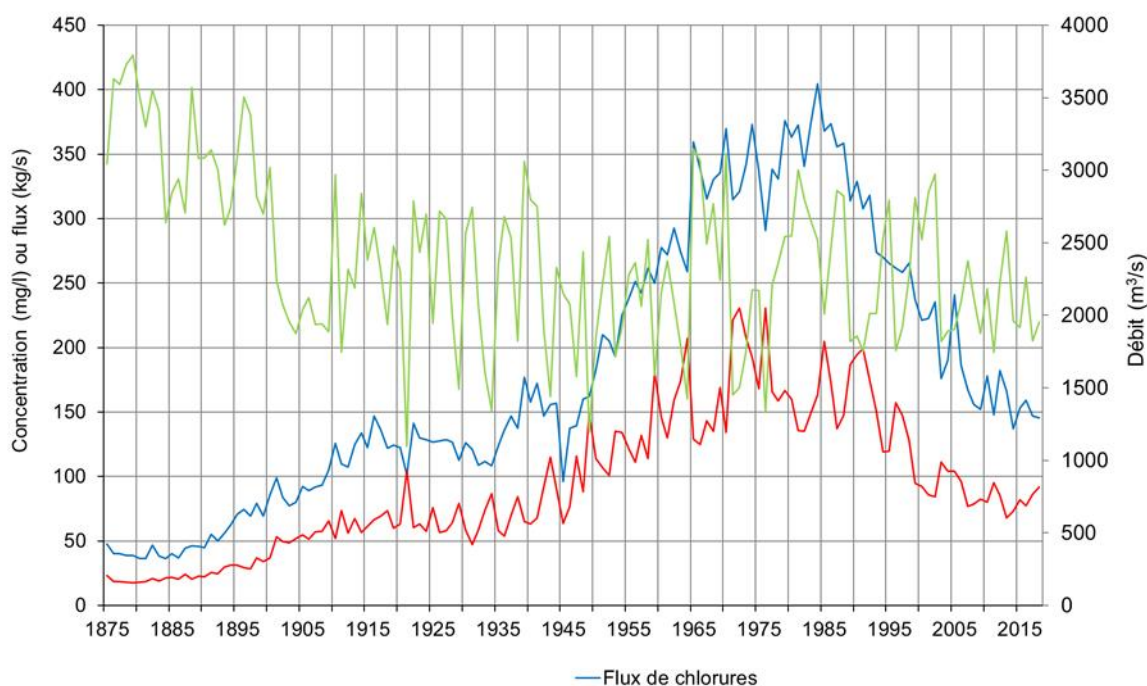


Figure 2 : concentration moyenne de chlorures (ligne rouge) et flux moyen de chlorures (ligne bleue) à Lobith par an et sur la période allant de 1875 à 2018 (source : banque de données RIWA, Nieuwegein, 2021).



Figure 3 : aperçu général des concentrations de chlorures dans la station d'analyse de Lobith de 2018 à 2019. La valeur 'signal' néerlandaise de 150 mg/l a été atteinte ou dépassée en 2018 (source : RWS, 2020).

Ces épisodes d'étiage, qui font augmenter les concentrations de chlorures, ont un impact significatif, notamment dans le bassin néerlandais du Rhin. En raison de sa ligne côtière et de l'influence de l'eau marine salée sur la partie occidentale du pays, les Pays-Bas attachent une grande importance à l'eau douce que lui apporte le Rhin, non seulement pour la production d'eau potable mais également pour l'irrigation des terres agricoles et la conservation d'écosystèmes saumâtres qui renferment une grande biodiversité naturelle.

La pression de l'eau douce du Rhin sur l'eau salée, qui est nécessaire pour empêcher les intrusions salines dans les parties occidentales et méridionales des Pays-Bas, ainsi que dans l'IJsselmeer, s'affaiblit pendant les périodes d'étiage (voir figure 3). En outre, l'eau du Rhin est également utilisée pour remplir l'IJsselmeer, qui est le plus grand réservoir d'eau douce en périodes sèches et de faibles débits. La salinisation de l'IJsselmeer en 2018 a amené à déclencher diverses actions, entre autres celles de stopper le captage d'eau potabilisable à Andijk et de renforcer la surveillance de eaux par le Rijkswaterstaat.

2. Rejeteurs significatifs dans le bassin du Rhin

2.1 Haut Rhin

Le haut Rhin est géographiquement situé entre le Rhin à sa sortie du lac de Constance et Bâle. Pour estimer la pression des chlorures du haut Rhin, on observe les évolutions à hauteur de la station de Weil am Rhein et la pression provenant de l'Aar, l'affluent le plus important du Rhin. Il convient de tenir compte de la présence d'un rejet de la STEP (station d'épuration) Rhin située à 15 km en amont de la station d'analyse de Weil.

Les concentrations annuelles de chlorures dans l'Aar fluctuent entre 6 et 20 mg/l selon la saison, avec des valeurs plus élevées pendant le semestre d'hiver et des valeurs plus basses pendant le semestre d'été (cf. figure 4). On peut donc en conclure que le principal affluent rhénan ne contribue pas à surcharger le Rhin en chlorures.

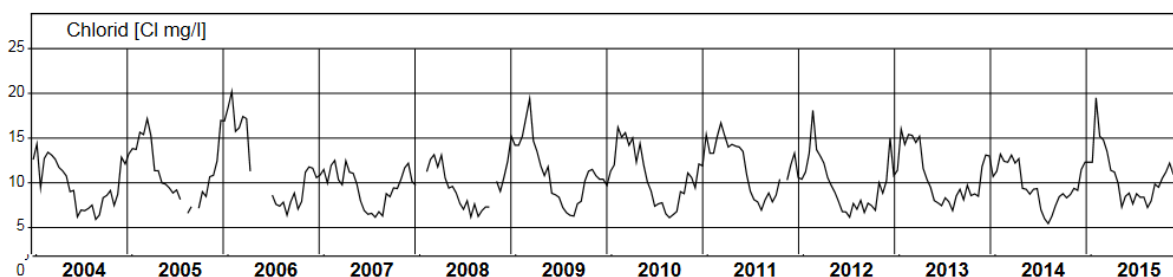


Figure 4 : aperçu général des concentrations de chlorures de l'Aar de 2004 à 2015 (source : [NADUF 2015](#)).

En règle générale, la pression du haut Rhin par les chlorures est plutôt faible, comme le montrent les valeurs analysées par la station de Weil am Rhein (cf. figure 5) située quelques kilomètres en aval de Bâle.

La figure 5 met en évidence l'évolution inverse des concentrations de chlorures et du débit à hauteur de la station suisse de Weil am Rhein sur la période 2006-2020. Il en ressort que la concentration maximale mesurée sur cette période est de 26,5 mg/l de chlorures. Globalement, les valeurs oscillent entre 9 mg/l et 22 mg/l et sont plus faibles en été qu'en hiver.

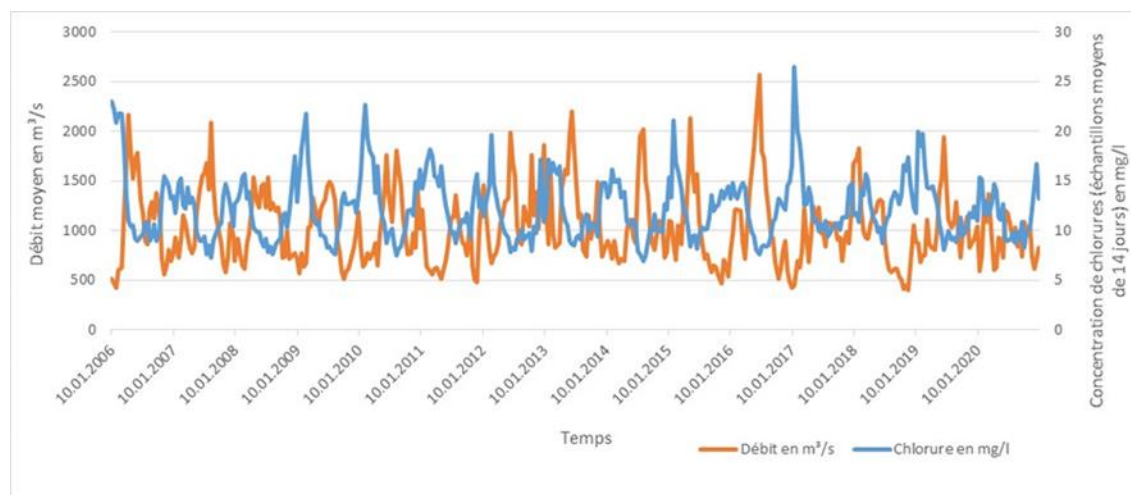


Figure 5 : concentrations de chlorures et débit à hauteur de Weil am Rhein de 2006 à 2020.

La valeur la plus élevée, celle de 26,5 mg/l début 2017, s'explique probablement par la combinaison d'un hiver à la fois très froid mais néanmoins sec, et d'un usage plus intensif de sel de déneigement ajouté à un faible débit du Rhin. En situation normale, les valeurs de chlorures sont de l'ordre de 20 à 22 mg/l en hiver.

On reconnaît aisément, malgré la présence du rejet de la STEP Rhin 15 km en amont, que les concentrations moyennes de chlorures mesurées dans la station de Weil am Rhein sont dans la marge basse du bruit de fond géogène estimées à une fourchette comprise entre 10 et 30 mg/l (MERKEL et SPERLING, 1996) pour les bassins versants sans gisements de sel. En moyenne annuelle, les concentrations de Weil am Rhein varient entre 11 et 13 mg/l au cours des 10 dernières années (cf. figure 6, Tableaux numériques de la CIPR - Moyenne pluriannuelle).

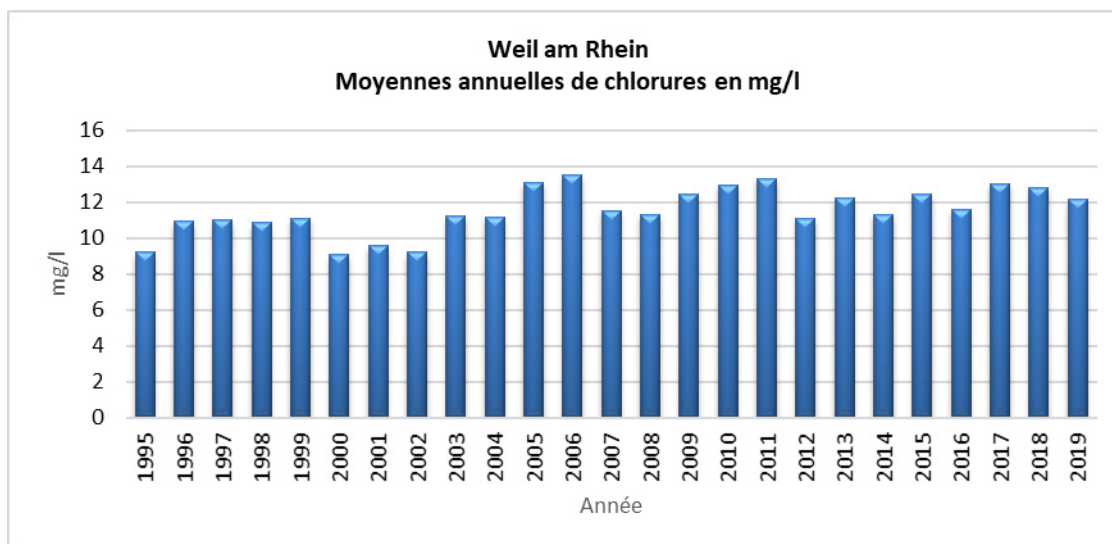


Figure 6 : moyenne pluriannuelle des concentrations de chlorures au droit de la station d'analyse de Weil am Rhein - Tableaux numériques de la CIPR.

On peut dire en conclusion qu'il n'existe pas en Suisse de rejets de chlorures d'une quantité supérieure à 1kg/s. Le principal rejeteur de chlorures est la STEP Rhin située à Pratteln près de Bâle. La station d'épuration traite conjointement les eaux usées urbaines de six communes et les eaux usées industrielles de l'industrie chimico-pharmaceutique et a rejeté env. 0,5 kg/s de chlorures dans le Rhin en 2017 (16 700 t).

2.2 Rhin supérieur

Le Rhin supérieur s'écoule du PK Rhin 166 (frontière germano-suisse) au PK Rhin 530 (hauteur de Bingen). Dans sa partie méridionale, le Rhin supérieur forme la frontière naturelle entre la France et l'Allemagne. Entre Bâle et Mayence, la concentration moyenne de chlorures augmente sensiblement de l'amont vers l'aval sur le cours du Rhin supérieur. En aval de Bâle, elle est encore au niveau de la concentration mesurée à Weil am Rhein, c'est-à-dire inférieure à 15 mg/l en moyenne annuelle, mais on relève à Mayence des concentrations moyennes annuelles de l'ordre de 30 à 40 mg/l au cours des 10 dernières années (cf. figure 7, tableaux numériques de la FGG Rhein - Moyenne pluriannuelle).

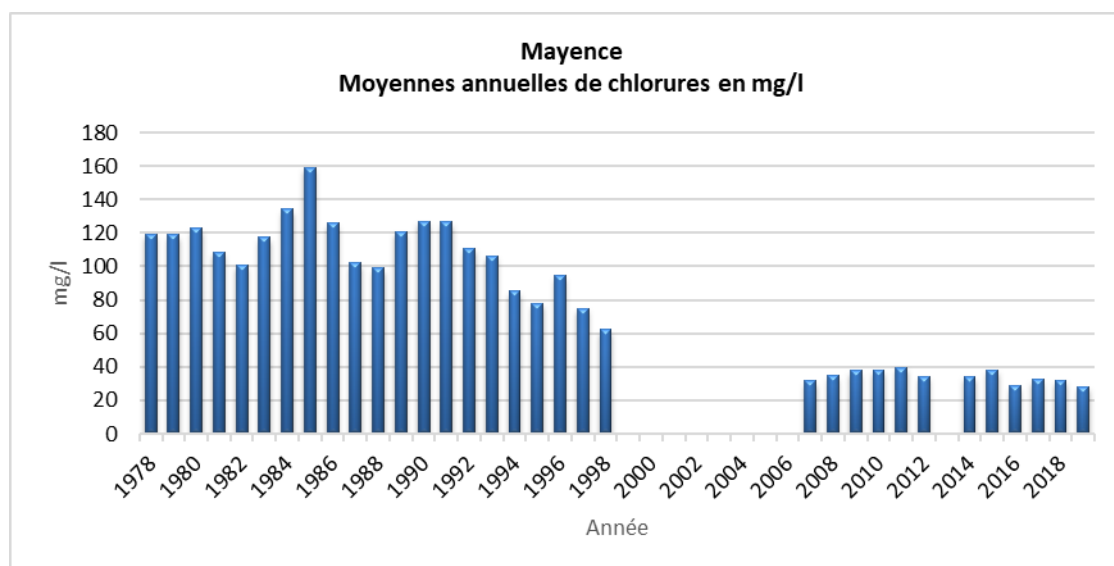


Figure 7 : moyenne pluriannuelle des concentrations de chlorures au droit de la station d'analyse de Mayence - Tableaux numériques de la FGG Rhein.

Côté français, on trouve un rejet direct > 1kg/s issu des Mines de potasse d'Alsace, fermées entre-temps, sur territoire alsacien. L'exploitation a déjà été stoppée dans sa quasi-totalité en l'an 2000. Le dernier puit des Mines de potasse d'Alsace a dû être mis à l'arrêt en 2002, après un incendie survenu sur le site de stockage de déchets spéciaux « Stocamine ». La fermeture des mines a permis d'atteindre une réduction du flux de chlorures, qui est tombé de 150 kg/s à 1,5 kg/s.

Pour éviter une pollution continue de la nappe phréatique, des drains ont été placés dans les anciens terrils non encore dissous (par arrosage intensif) ou étanchéifiés des Mines de potasse d'Alsace pour capter les eaux salées. Par le biais d'un canal latéral, on collecte ainsi encore aujourd'hui un flux moyen de 1,24 kg/s d'ions-chlore qui est déversé dans le Rhin et constitue, de ce fait, un rejet de chlorures significatif. Après la fermeture des MDPA et de la production de potasse côté français, les concentrations de chlorures ont nettement baissé et la situation s'est sensiblement détendue dans le Rhin supérieur. Les concentrations moyennes annuelles observées depuis 2008 à Lauterbourg sont inférieures à 20 mg/l (cf. figure 8).

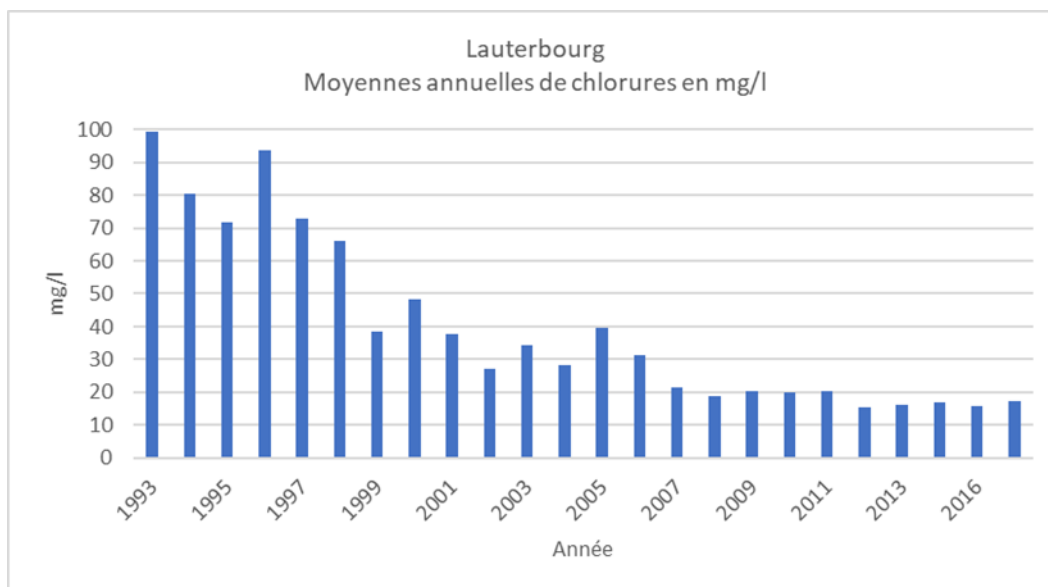


Figure 8 : Chronique des concentrations moyennes annuelles de chlorures au droit de la station d'analyse de Lauterbourg - Tableaux numériques de la CIPR.

Côté allemand, on retient que des apports proviennent des affluents rhénans Neckar, au niveau de Mannheim, et Main, sur rive opposée à Mayence, de même que d'un rejeteur industriel déversant un flux de chlorures > 1 kg/s.

Le bassin du Neckar, dont le débit - comparé à d'autres rivières - est relativement faible, se caractérise par une population dense et un nombre important de PME et sites industriels, ce qui explique le pourcentage élevé d'eaux usées. On n'y trouve cependant aucun rejet anthropique avec des valeurs dépassant 1 kg/s de chlorures. Après la mise à l'arrêt de l'exploitation de sel et de la production de soude sur le Neckar, les valeurs ont sensiblement baissé au cours des années 1990 (RIWA Rijn, 2008) et sont depuis de l'ordre de concentrations annuelles moyennes de 45 à 60 mg/l (cf. figure 9, tableaux numériques de la FGG Rhein - Moyenne pluriannuelle) au niveau de la stations d'analyse de Mannheim située au débouché du Neckar dans le Rhin.

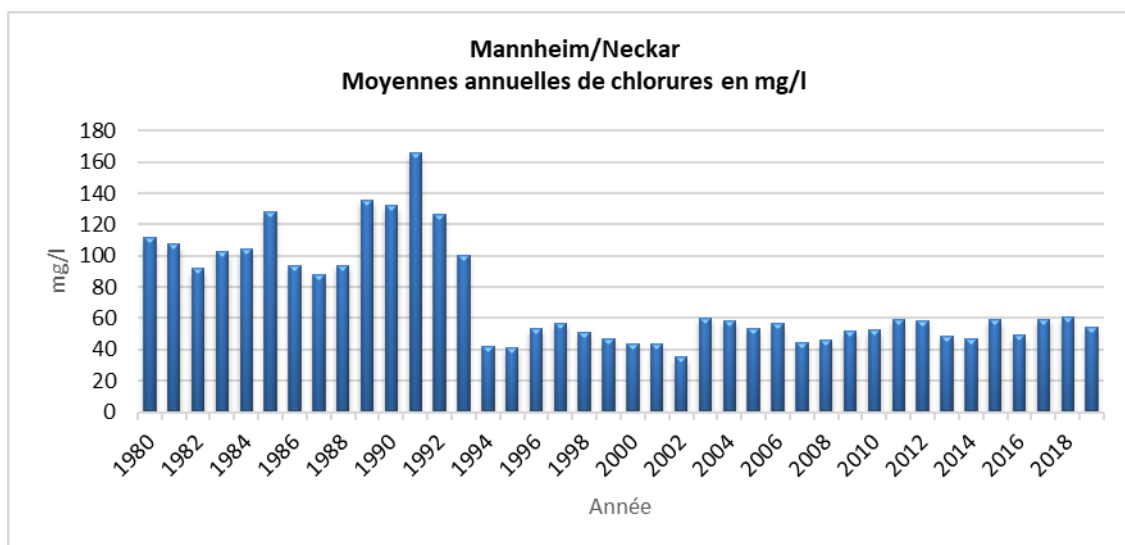


Figure 9 : moyenne pluriannuelle des concentrations de chlorures au droit de la station d'analyse de Mannheim - Tableaux numériques de la FGG Rhein

Comme le Neckar, le cours inférieur du Main est très densément peuplé et il comprend de nombreuses zones commerciales et industrielles. Son débit moyen est de 211 m³/s au niveau de son débouché dans le Rhin à hauteur de Bischofsheim. Ici, les concentrations annuelles moyennes des 10 dernières années évoluent entre 50 et 65 mg/l (cf. figure 10), bien qu'on note ces dernières années une légère tendance à la hausse (cf. figure 10, tableaux numériques de la FGG Rhein - Moyenne pluriannuelle). Le nombre croissant de rejeteurs industriels implantés dans cette région contribue, entre autres, à la formation de ce flux de chlorures.

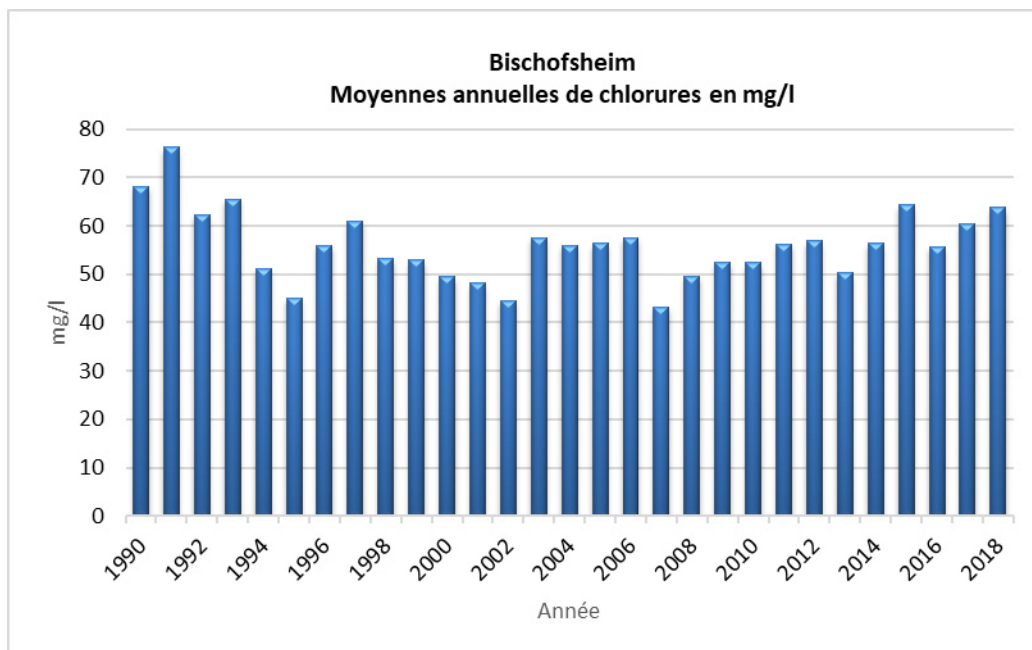


Figure 10 : Moyenne pluriannuelle des concentrations de chlorures au droit de la station d'analyse de Bischofsheim/Main - Tableaux numériques de la FGG Rhein.

À côté des apports provenant des affluents, on ne compte sur le Rhin supérieur qu'un seul rejeteur de flux dépassant le kilo/seconde. Il s'agit ici de l'entreprise InfraServ Wiesbaden avec son siège dans le parc industriel Kalle-Albert d'InfraServ à Wiesbaden (Hesse), dont la station d'épuration industrielle déverse 1,083 kg/s de chlorures dans le Rhin.

2.3 Rhin moyen

Le Rhin moyen s'étend sur une longueur de 130 km depuis Bingen (PK Rhin 530) jusqu'à Bonn (PK 660). On ne relève sur ce tronçon qu'une légère augmentation des concentrations de chlorures. La concentration de chlorures annuelle moyenne est de l'ordre de 40 mg/l (cf. figure 11) à hauteur de la station d'analyse de Bad Honnef, env. 20 km en amont de Bonn. Cette valeur est restée relativement constante au cours des années passées et fluctue peu.

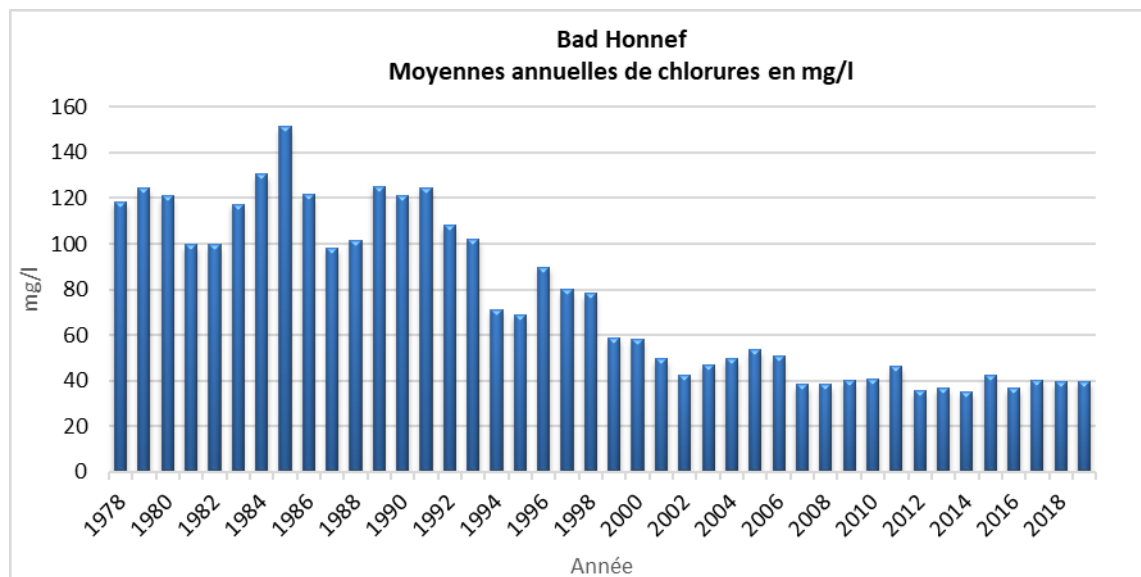


Figure 11 : moyenne pluriannuelle des concentrations de chlorures au droit de la station d'analyse de Bad Honnef - Tableaux numériques de la FGG Rhein.

Les apports de la Moselle ont un impact non négligeable sur les concentrations de chlorures du Rhin moyen. De grandes quantités de chlorures rejoignent le Rhin chaque année à partir du bassin de la Moselle. La Moselle est polluée par les chlorures à la fois par des rejets et par le flux naturel de ses affluents.

On relève des concentrations annuelles moyennes de 140 à 200 mg/l (et même légèrement supérieures à 200 mg/l en 2017) à hauteur de la station d'analyse de Coblenze/Moselle au débouché de la Moselle dans le Rhin (cf. figure 12). Au cours de l'année 2018 déjà mentionnée plus haut, la station d'analyse de Coblenze/Moselle a déterminé une concentration annuelle moyenne de 159 mg/l dans ce cours d'eau très régulé, lorsque les conditions hydrologiques étaient particulièrement critiques du fait de la situation d'étiage.

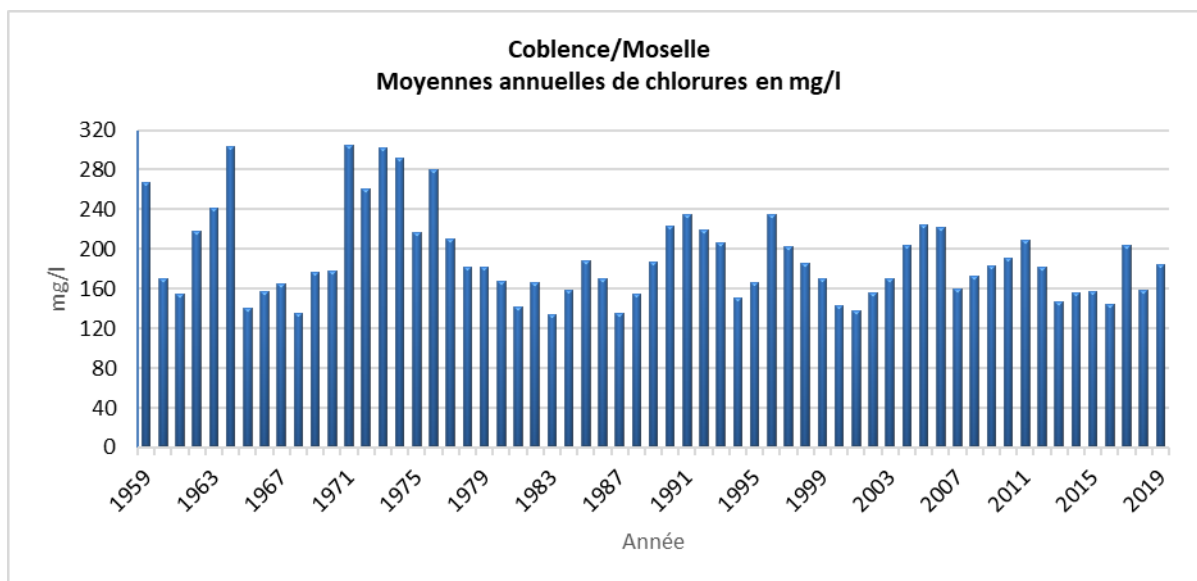


Figure 12 : chronique des concentrations moyennes annuelles de chlorures au droit de la station d'analyse de Coblence/Moselle - Tableaux numériques de la FGG Rhein.

Les rejets de deux fabriques de soude situées dans la vallée de la Meurthe ont une grande influence sur les concentrations. Solvay Operations France rejette ici du chlorure de calcium dans la Meurthe dans le cadre de sa production de carbonate de sodium. Ces rejets sont guidés par un système de gestion à distance. Les concentrations de chlorures dans la Moselle sont surveillées par la station d'analyse de Hauconcourt située sur la Moselle en aval du débouché de la Meurthe. Les valeurs sont respectivement retournées aux deux fabriques de soude. Si les concentrations mesurées à la station de Hauconcourt dépassent 400 mg/l, le rejet d'eau contenant du chlorure de calcium est stoppé et stocké dans les bassins de décantation et de rétention en place. Ainsi, les rejets ont été temporairement interrompus au cours de l'été 2018 en raison des conditions hydrologiques particulières. Les rejets en ions chlorures sont ainsi modulés de façon telle que la concentration résultant des rejets des soudières ne dépasse pas 400 mg/l à la station de Hauconcourt, et la charge moyenne annuelle est fixée à 33 kg/s. Ces prescriptions sont conformes à l'annexe IV du protocole additionnel de 1991 à la Convention Chlorures.

Il n'y a pas de rejet significatif au Luxembourg.

En plus des rejeteurs industriels, la Sarre - affluent mosellan - impacte la Moselle et par conséquent le Rhin de manière non négligeable. Ici, les concentrations de chlorures ont longtemps été influencées par les eaux d'exhaure locales. Les concentrations de chlorures ont cependant continué à baisser légèrement et affichent ces dernières années une moyenne annuelle relativement constante de l'ordre de 40 mg/l (cf. figure 13).

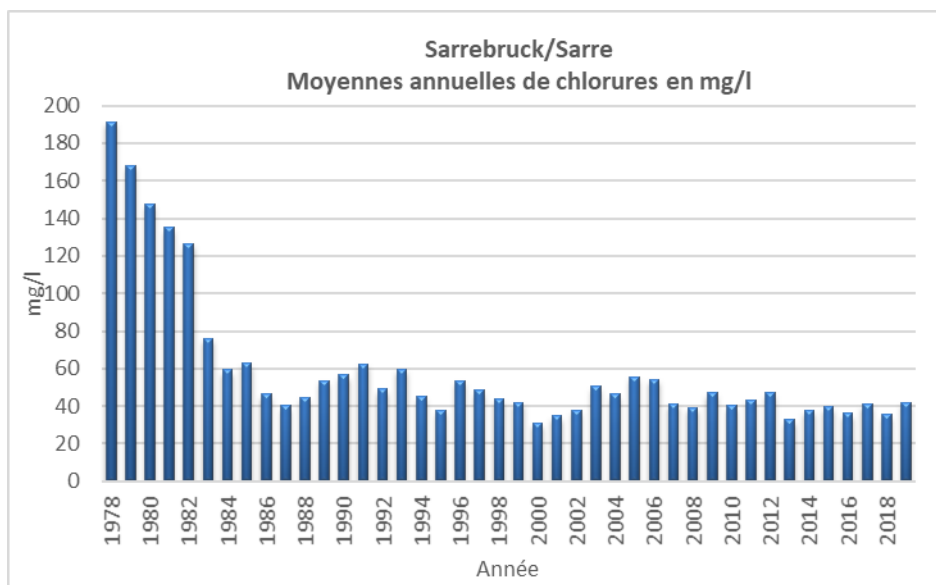


Figure 13 : Moyenne pluriannuelle des concentrations de chlorures au droit de la station d'analyse de Sarrebruck/Sarre - Tableaux numériques de la FGG Rhein.

2.4 Rhin inférieur

Le Rhin inférieur va de Bonn (PK Rhin 660) à la frontière germano-néerlandaise (PK Rhin 865).

De l'amont vers l'aval, la hausse des concentrations de chlorures se poursuit sur le cours du Rhin inférieur. Alors que les concentrations moyennes sont encore de l'ordre de 40 mg/l (cf. figure 11) à hauteur de la station d'analyse de Bad Honnef, elles doublent au niveau de la station d'analyse de Bimmen avec des valeurs comprises entre 80 et 90 mg/l (cf. figure 14).

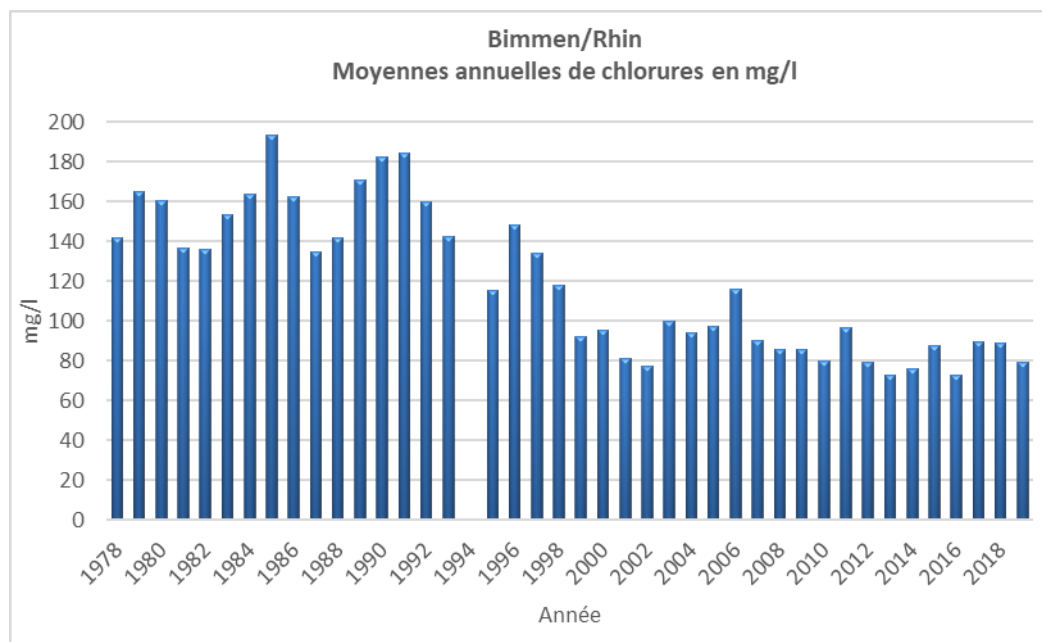


Figure 14 : chronique des concentrations moyennes annuelles de chlorures au droit de la station d'analyse de Bimmen/Rhin - Tableaux numériques de la FGG Rhein.

La nette augmentation des concentrations de chlorures dans ce tronçon du Rhin a de multiples raisons. Cette région métropolitaine se caractérise d'une part par une forte densité de population et de sites industriels. C'est sur le cours du Rhin inférieur que l'on trouve donc la plupart des rejets de chlorures d'un flux supérieur à 1 kg/s (5 au total). D'autre part, quelques affluents du Rhin inférieur sont fortement marqués par les anciennes activités minières (houille), ce qui se traduit par des flux supplémentaires élevés de chlorures rejetés dans le Rhin à partir d'eaux d'exhaure. L'impact principal est à mettre sur le compte des deux affluents rhénans Emscher et Lippe.

Au niveau de son débouché, l'Emscher déverse dans le Rhin des concentrations moyennes de chlorures de l'ordre de 1300 mg/s pour un débit de 13 m³/s en moyenne, ce qui représente un dépassement plusieurs fois supérieur à la valeur d'orientation fixée à 200 mg/l (cf. figure 15.)

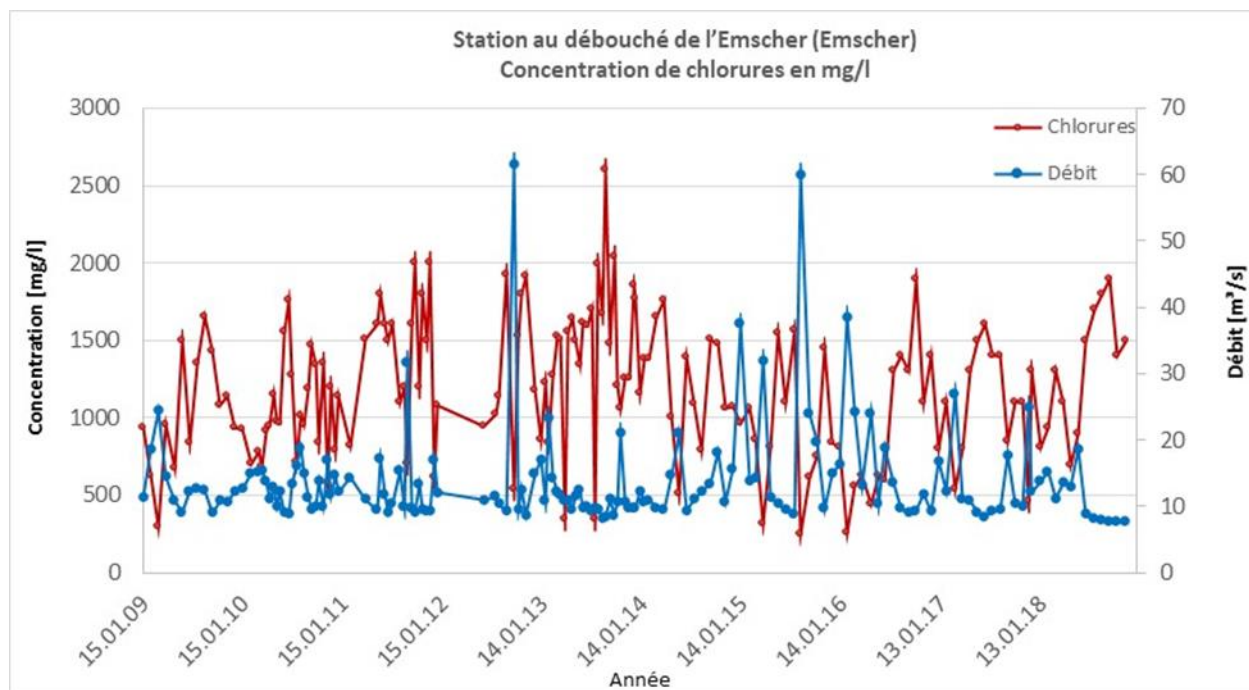


Figure 15 : concentrations de chlorures et débit entre 2009 et 2018 au débouché de l'Emscher dans le Rhin.

Côté allemand, la STEP de l'Emscher est l'un des plus grands rejeteurs de chlorures. En mode d'exploitation régulier, la station épure totalement l'Emscher (station d'épuration fluviale), rivière historiquement utilisée comme le plus grand canal européen de transit d'eaux usées à ciel ouvert. Les teneurs en chlorures sont abaissées pendant la phase de traitement, ce qui fait que l'effluent en sortie de station renferme 13,48 kg/s de chlorures rejoignant le milieu récepteur aquatique. Les rejets d'eaux d'exhaure du bassin houiller sont les principales responsables des fortes concentrations de chlorures dans le bassin de l'Emscher. Il convient cependant de replacer cette situation dans le contexte de l'aménagement du bassin de l'Emscher dans son ensemble : cette restructuration ainsi que la fin de l'exploitation houillère devraient permettre de stopper les rejets de chlorures au plus tard d'ici 2022.

Dans la Lippe, les concentrations évoluent en moyenne depuis 2016 dans l'ordre de grandeur de la valeur de 200 mg/l prescrite par le règlement sur les eaux de surface, mais on note encore ici et là sur l'année des pics qui dépassent nettement cette valeur d'orientation (cf. figure 16).

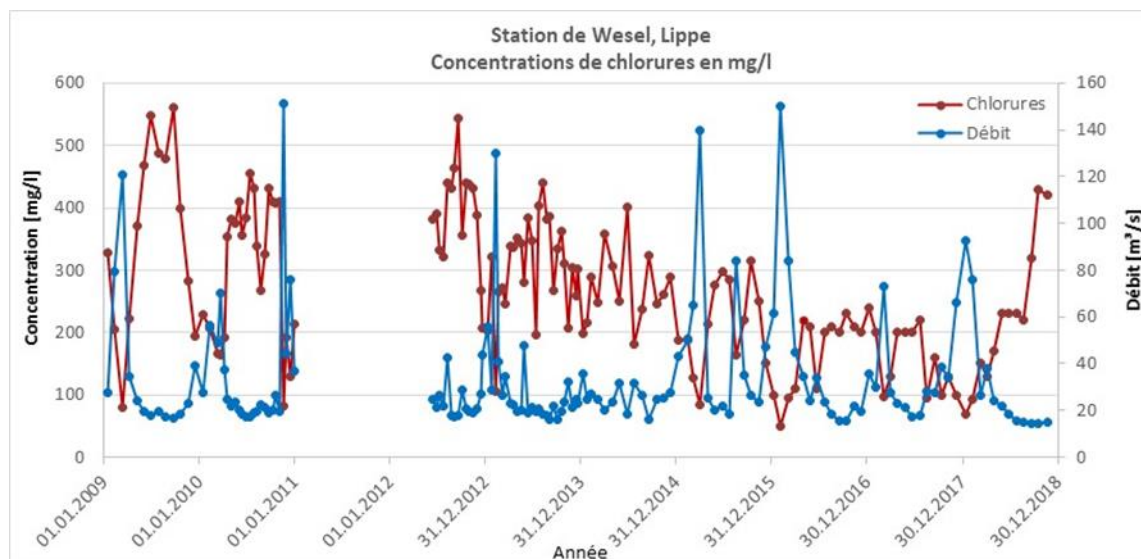


Figure 16 : concentrations de chlorures et débit entre 2009 et 2018 dans la Lippe à hauteur de Wesel.

En tendance, la Lippe affiche une concentration de chlorures plus élevée que d'autres cours d'eau en raison des conditions géogènes en présence. De plus, les rejets industriels et les eaux d'exhaure ont encore une forte influence sur les teneurs de la Lippe en chlorures. On constate dans le long terme une baisse tendancielle des concentrations de chlorures grâce à la réduction des rejets d'eaux d'exhaure, sauf dans le cas de l'année exceptionnelle 2018 marquée par des débits très faibles.

Dans la partie du territoire de NRW traversée par le Rhin inférieur, on relève d'autres rejets significatifs > 1 kg/s en plus de celui déjà évoqué de la STEP de l'Emscher. Cette pression supplémentaire sur le Rhin s'élève à 1,1 million de tonnes de chlorures par an. Les entreprises concernées sont la Currenta GmbH & Co. OHG, avec ses trois sites à Leverkusen (5,49 kg/s), Dormagen (6,95 kg/s) et Uerdingen (3,01 kg/s), de même que la Solvay Chemicals GmbH à Rheinberg (18,83 kg/s).

2.5 Delta du Rhin

À partir du PK Rhin 865, le dernier tronçon du Rhin, qui s'écoule jusqu'à l'embouchure du fleuve dans la mer du Nord, est appelé delta du Rhin. Ce tronçon se trouve sur territoire néerlandais dans sa totalité et est en partie sous l'influence des marées de la mer du Nord. Pour les Pays-Bas, le Rhin est indispensable comme source de production d'eau potable. Les Pays-Bas ont fixé une valeur 'signal' (moyenne annuelle) de 150 mg/l pour le captage d'eaux de surface destinées à la production d'eau potable. Si les concentrations de chlorures dans le Rhin dépassent cette valeur, il faut alors stopper le traitement de l'eau potabilisable à partir des eaux de surface du Rhin. Cette valeur a été brièvement dépassée à plusieurs occasions à Lobith en 2018. À Andijk (site de captage sur l'IJsselmeer), des concentrations surélevées de chlorures ont contraint à interrompre temporairement le captage d'eau potabilisable en 2018. Les raisons de la salinisation à Andijk sont multiples. En plus des faibles débits du Rhin et des concentrations de chlorures en hausse, des fuites d'eau salée au travers des écluses de fermeture au niveau de la mer des Wadden ont également joué un rôle.

La majeure partie des rejets de chlorures provient de stations d'épuration. Toutes les STEP du bassin néerlandais du Rhin, environ 250 au total, rejettent ensemble à peu près 5,5 kg/s de chlorures. Le principal rejeteur néerlandais est l'entreprise Hexion (industrie chimique) à Rotterdam. En 2016, le flux de chlorures déversé par cette entreprise via la Raffinerie Shell Nederland à partir du site industriel de Vondelingenplaat à Rotterdam s'élevait à 2,88 kg/s (cf. figure 17). Pour la plupart, les rejets industriels effectués dans le delta du Rhin le sont dans des zones d'eau salée et n'ont donc pas d'impact sur la production d'eau potable aux Pays-Bas.

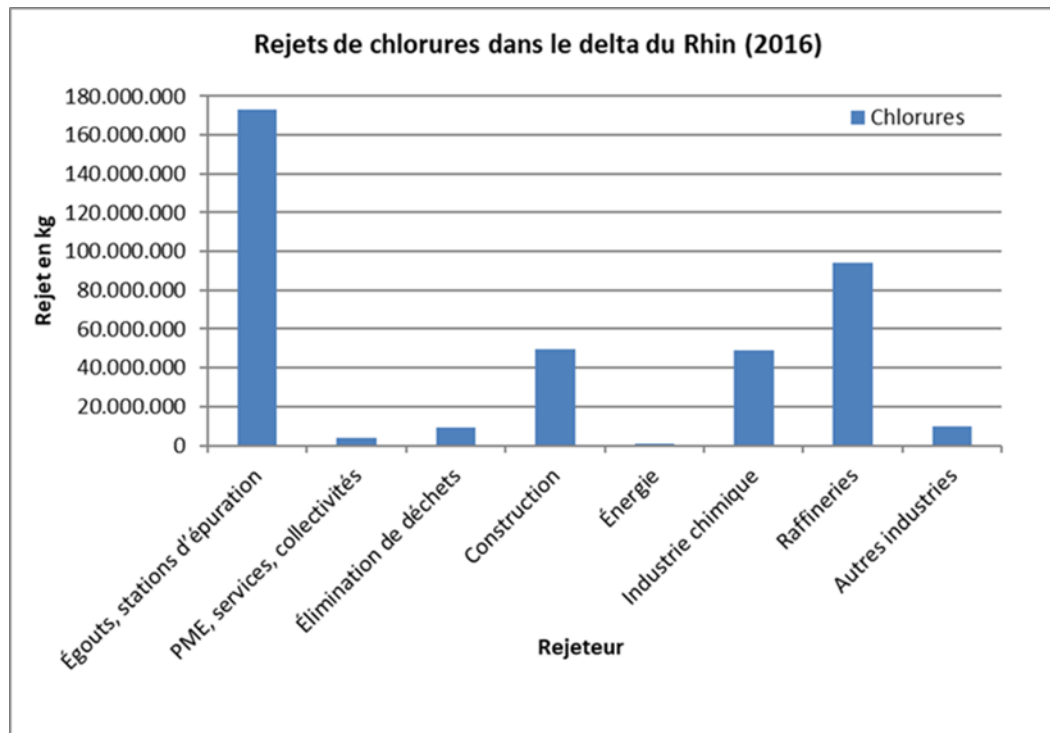


Figure 17 : Rejets de chlorures par groupe industriel ciblé dans les bras néerlandais du Rhin en 2016 (kg).

3. Conclusions et perspectives

En raison des concentrations élevées de chlorures dans le Rhin, les États membres de la CIPR ont signé en 1976 une convention sur les chlorures dans le but de réguler les flux de sels en provenance des sites d'extraction de potasse. En complément de cet acte, un protocole additionnel a fixé en 1991 une valeur d'orientation de 200 mg/l de chlorures à la frontière germano-néerlandaise et a prescrit aux États contractants de publier leurs informations sur les rejets de flux de chlorures supérieurs à 1 kg/s dans le bassin du Rhin. Ont été fixées en outre une valeur limite de 400 mg/l pour les eaux usées salées des soudières et une charge moyenne annuelle de 33 kg/s à la station de Hauconcourt (frontière franco-allemande).

En raison de l'arrêt de la plupart des activités minières dans le bassin du Rhin au cours du dernier millénaire et de la première décennie du nouveau millénaire, la situation relative aux pressions de chlorures est moins tendue sur le Rhin entre-temps. La concentration moyenne annuelle de chlorures a baissé, passant de 166 mg/l en 1978 à 77 mg/l en 1998 à la station d'analyse de Lobith, ce qui correspond à une réduction de plus de 50 % (cf. figure 1). Cette forte baisse des concentrations de chlorures est ressentie en particulier sur le cours du Rhin supérieur et du Rhin moyen, entre autres à la suite de la fermeture des Mines de potasse d'Alsace et de la régulation des rejets des fabriques de soude implantées dans cette région. L'impact des rejets anthropiques de chlorures reste néanmoins fort, en particulier sur le cours du Rhin inférieur et dans ses affluents Lippe et Emscher, ainsi que sur le Rhin moyen dans la Moselle, et aux endroits où d'autres rejets directs sont effectués dans le Rhin. Pour une partie des rejets directs, des réductions supplémentaires des flux de chlorures au moyen de mesures techniques ne semblent plus réalisables.

Dans le cas des affluents du Rhin, on ne compte pas sur une baisse sensible des flux de chlorures à moyen terme dans la Moselle, alors que l'arrêt des activités houillères sur l'Emscher et la Lippe laissent attendre une réduction des flux de chlorures à un horizon moyen.

Avec la fin des activités d'extraction de houille, qui sont un facteur primaire des rejets actuels de chlorures dans le Rhin, et avec la mise en œuvre d'un plan de gestion des eaux d'exhaure en NRW, quelques affluents du Rhin sont/seront totalement débarrassés des rejets d'eaux d'exhaure (le Rheinberger Altrhein depuis 2013, l'Emscher à partir de fin 2022), d'autres (comme la Lippe) connaîtrons une baisse sensible des flux polluants. Avec cette évolution, les rejets dans le Rhin se concentreront à l'avenir sur deux sites. Les nouvelles décisions administratives sur les rejets d'eaux usées issues des activités minières contiennent déjà des dispositions obligeant à retenir les eaux d'exhaure quand le débit passe au-dessous du MNQ, ce qui a également un impact positif sur les concentrations de chlorures en situation d'étiage du Rhin. On retient globalement que la mise en œuvre du plan de gestion des eaux d'exhaure mène à une réduction sensible du flux annuel de chlorures et a, par conséquent, un impact positif sur le total des flux transitant à la frontière germano-néerlandaise.

La baisse attendue des concentrations de chlorures dans le bassin du Rhin continuera à être observée dans le cadre des activités de la CIPR. Il est également prévu de surveiller de près l'influence d'éventuels épisodes d'étiage et de faire à nouveau rapport si nécessaire.

Bibliographie

Banque de données RIWA, Nieuwegein (2018) : Jahresbericht 2018 – Der Rhein: <https://www.riwa-rijn.org/de/publicatie/jahresbericht-2018-der-rhein/>, complétée par des données de débit.

Convention Chlorures (1976) : Convention pour la Protection du Rhin contre la pollution par les chlorures : www.iksr.org/fr/

MERKEL, B. & B. SPERLING (1996): Hydrogeochemische Stoffsysteme Teil I; DVWK-Schriften 110. Kommissionsvertrieb Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, 107 S.

NADUF (2015): Aare – Brugg, Verlauf der Tagesmittel und Extremwerte: https://www.hydrodaten.admin.ch/lhg/sdi/jahrestabellen/qual/2016QUAL_15.pdf

Oberflächengewässerverordnung (OGewV) (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer 1, Anlage 7: https://www.gesetze-im-internet.de/ogewv_2016/anlage_7.html

Protocole additionnel à la Convention sur les chlorures (1991) : Protocole additionnel à la Convention pour la Protection du Rhin contre la pollution par les chlorures : www.iksr.org/fr/

RIWA Rijn (2008): Aktuelle und zukünftige Entwicklung der Belastung. Studie im Auftrag der RIWA: <https://www.riwa-rijn.org/wp-content/uploads/2015/05/Aktuelle-und-zuk%C3%BCnftige-Entwicklung-der-Belastung.pdf>

RWS (2020): Rijkswaterstaat Waterinfo: <https://waterinfo.rws.nl>

Tableaux numériques de la CIPR : moyennes pluriannuelles : <http://iksr.bafg.de/iksr/auswahl.asp?S=1>

Tableaux numériques de la FGG Rhein : Moyennes pluriannuelles : <http://fgg-rhein.bafg.de/dkrr/>

Trinkwasserverordnung (TrinkwV) (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch: http://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html

Umweltbundesamt (UBA) (2013): Zu welchen Schäden führt Streusalz in Gewässern? Online abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/zu-welchen-schaeden-fuehrt-streusalz-in-gewaessern>