

COMITE TECHNIQUE DE L'EAU - ALSACE

SERVICE REGIONAL DE L'AMENAGEMENT DES EAUX

"ALSACE"

SERVICE DE LA NAVIGATION

DOCUMENT



n° 9215-81

ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX DU RHIN

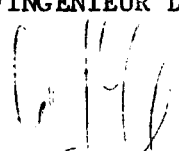
SITUATION 1981

Vu et présenté,

L'INGENIEUR EN CHEF DU **G.R.E.F.**

SECRETAIRE GENERAL DU C.T.E. ALSACE

POUR L'INGENIEUR EN CHEF,
L'INGENIEUR DU G.R.E.F.


E. SUISSE DE SAINTE CLAIRE

Dressé,

L'INGENIEUR CHIMISTE

AU S.R.A.E. ALSACE

DOCTEUR INGENIEUR



P. COLLIN

ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX

DU RHIN

SITUATION 1981

La présente étude, établie par le S.R.A.E. ALSACE en collaboration avec la cellule "Problèmes de l'eau" du Service de la Navigation de STRASBOURG, a pour objet d'analyser la situation observée en 1981 en ce qui concerne la pollution organique "classique" du fleuve, à l'exclusion des problèmes posés par la salinité et les micropolluants organiques ou minéraux.

Ce profil de qualité a été établi à partir des résultats obtenus :

- aux stations du réseau international de KEMBS et de SELTZ
- à la station de RHINAU, faisant partie du réseau complémentaire mis en place par la Mission Déléguée de Bassin "Rhin-Meuse".

L'interprétation des données a été conduite suivant la méthodologie décrite en annexe D.

1 - Station de KEMBS

L'ensemble des résultats de l'année 1981, relatifs à l'oxygène dissous, à la DBO_5 , à la DCO et aux ions ammonium, figure en annexe A - 1 et A - 2.

Pour la méthode synthétique, en fixant le seuil de dépassement toléré à 0,1 (10 % des mesures), on obtient le rang R de la valeur caractéristique :

$$R = 0,1 \times 26 + 0,5 = 3,1 \approx 3$$

Les valeurs caractéristiques des différents paramètres et le niveau de qualité correspondant sont résumés dans le tableau 1 :

PARAMETRES	VALEUR CARACTERISTIQUE	NIVEAU DE QUALITE
O_2 dissous mg/l	5,7	1 B
% sat.	49,5	3
DBO_5 mg/l	6,2	2
DCO mg/l	20	1 B
NH_4^+ mg/l	0,24	1 B

Tableau 1 : valeurs caractéristiques à KEMBS

On constate que l'objectif de qualité 1 B est atteint pour les concentrations en oxygène dissous, la DCO et les ions ammonium. Par contre, la DBO_5 se situe au niveau de qualité 2 et le taux de saturation en oxygène, au niveau de qualité 3.

On peut affiner ce diagnostic en déterminant, à partir du rang de la dernière valeur correspondant à l'objectif fixé, le pourcentage de conformité au niveau 1 B. Ces valeurs sont rassemblées dans le tableau 2 :

PARAMETRES	RANG	% CONFORMITE OBJECTIF 1 B
O_2 dissous conc.	26	> 98
O_2 dissous % sat.	20	75
DBO_5	21	79
DCO	26	> 98
NH_4^+	25	94

Tableau 2 : conformité à l'objectif de qualité 1 B au niveau de KEMBS.

On notera que l'objectif de qualité 1 B n'est respecté que dans :

75 % des cas pour le taux de saturation

79 % des cas pour la DBO_5

La méthode analytique, basée sur le calcul statistique donne des résultats équivalents. Le tableau suivant regroupe les différentes données.

PARAMETRES	MOYENNE	ECART TYPE	INTERVALLE DE CONFIANCE (*)	LIMITE 1 B	% CONFORMITE OBJECTIF 1B
O_2 dissous mg/l	9,2	2,355	6,1 - 12,3	5	95
O_2 dissous % sat.	85,1	22,020	56,1 - 114,1	70	75
DBO_5 mg/l	3,6	1,671	1,4 - 5,8	5	80
DCO mg/l	12	4,371	6 - 18	25	> 99
NH_4^+ mg/l	0,15	0,139	0 - 0,33	0,5	99

Tableau 3 : méthode analytique - station de KEMBS.

(*) Au niveau de probabilité $P = 0,2$ soit 10 % de chances de dépasser l'une ou l'autre borne de l'intervalle.

.../...

On constate qu'en valeur moyenne l'objectif de qualité 1 B est assuré pour tous les paramètres.

Cependant on remarquera que :

- la borne inférieure de l'intervalle de confiance pour le taux de saturation se situe au niveau de qualité 2.
- la borne supérieure de l'intervalle de confiance pour la DBO_5 se situe également au niveau de qualité 2.

L'importance relative des différents paramètres dans le déclassement est résumée dans le tableau suivant :

PARAMETRES	ANALYSES NON CONFORMES	
	NOMBRE	POURCENTAGE
O_2 dissous conc.	0	0 %
	6	50 %
DBO_5	5	42 %
DCO	0	0 %
NH_4^+	1	8 %
TOTAL	12	100 %

Tableau 4 : Causes de déclassement - station de KEMBS.

On notera que la moitié des déclassements sont dus à une oxygénation insuffisante de l'eau. Ce phénomène est particulièrement sensible fin Mars et en Avril, où le taux de saturation est inférieur à 50 % et décline ainsi les eaux au niveau de qualité 3 (médiocre).

Par rapport à l'année 1980 on observe ainsi une situation stationnaire pour la DCO et les ions ammonium, une légère amélioration pour la DBO_5 dont le pourcentage de conformité passe de 60 à 80 %, mais une dégradation importante pour le taux de saturation dont le pourcentage de conformité diminue de 90 à 75 %.

2 - Station de RHINAU

Les résultats complets obtenus en 1981 figurent en annexes B - 1 et B - 2.

Pour la méthode synthétique, en prenant un seuil de dépassement de 0,1 le rang R de la valeur caractéristique vaut :

$$R = 0,1 \times 12 + 0,5 = 1,7 \neq 2$$

Le tableau 5 regroupe les valeurs caractéristiques et le niveau de qualité correspondant :

PARAMETRES		VALEUR CARACTERISTIQUE	NIVEAU DE QUALITE
O ₂ dissous	mg/l	6,7	1 B
	% sat.	72	1 B
DBO ₅	mg/l	7	2
DCO	mg/l	40	2
NH ₄ ⁺	mg/l	0,40	1 B

Tableau 5 : valeurs caractéristiques à RHINAU.

On constate que l'objectif de qualité 1 B est atteint pour l'oxygène dissous et les ions ammonium.

Par contre on se situe au niveau de qualité 2 pour la DBO₅ et la DCO.

La détermination du pourcentage de conformité permet d'affiner ce jugement :

PARAMETRES		RANG	% CONFORMITE OBJECTIF 1 B
O ₂ dissous	conc.	12	96
	% sat.	11	88
DBO ₅		9	71
DCO		7	54
NH ₄ ⁺		10	86

Tableau 6 : conformité à l'objectif de qualité au niveau de RHINAU.

Il est ainsi confirmé que seul l'oxygène dissous correspond dans plus de 90 % des cas à l'objectif de qualité 1 B. Pour le taux de saturation et les ions ammonium le pourcentage de conformité exigé est presque atteint, alors que pour la DBO₅ et surtout pour la DCO, il laisse à désirer.

La méthode analytique permet de préciser encore la situation :

.../...

- 3 -

PARAMETRES	MOYENNE	ECART TYPE	INTERVALLE DE CONFIANCE	LIMITE 1 B	% CONFORMITE OBJECTIF 1B	
O ₂ dissous	mg/l	8,7	1,803	6,2 - 11,2	5	96 %
	% sat.	81	14,266	62 - 100	70	77 %
DBO ₅	mg/l	4,3	1,502	2,3 - 6,3	5	67 %
DCO	mg/l	28	22,576	0 - 59	25	45 %
NH ₄ ⁺	mg/l	0,24	0,399	0 - 0,79	0,5	73 %

Tableau 7 : méthode analytique - station de RHINAU

On constate qu'en valeur moyenne l'objectif de qualité 1 B est assuré pour tous les paramètres, à l'exception de la DCO.

Cependant, si l'on considère les bornes inférieures (du point de vue qualité) de l'intervalle de confiance, on note que :

- celle du taux de saturation se situe au niveau de qualité 2, ainsi que celles de la DBO₅ et des ions ammonium.

- celle de la DCO se situe au niveau de qualité 3.

L'importance relative des différents paramètres dans le déclassement est résumée dans le tableau suivant :

Résultat dans le tableau suivant :

PARAMETRES	ANALYSES NON CONFORMES	
	NOMBRE	POURCENTAGE
O ₂ dissous conc.	0	0 %
% sat.	1	10 %
DBO ₅	3	30 %
DCO	5	50 %
NH ₄ ⁺	1	10 %
TOTAL	10	100 %

Tableau 8 : causes de déclassement - station de RHINAU.

On constate que la moitié des déclassements sont dus à des valeurs excessives de la DCO.

.../...

Si l'on compare ces résultats à ceux obtenus à la station de KEMBS, on remarque que la situation se dégrade dans son ensemble à l'exception de l'oxygène dissous qui s'améliore un peu : le pourcentage de conformité passe de :

- 80 à 67 % pour la BBO_5
- 99 à 45 % pour la DCO
- 99 à 73 % pour les ions ammonium

Par contre, parmi les facteurs déclassants, le taux de saturation régresse de 50 à 10 % tandis que la DCO passe de 0 à 50 %. La mauvaise qualité des eaux observée en 1981 à RHINAU résulte donc essentiellement d'un apport de matières organiques ~~non~~ biodégradables.

Par rapport aux années antérieures, on note une situation stable pour les concentrations en oxygène dissous et la DBO_5 , une légère dégradation pour les ions ammonium et le taux de saturation en oxygène, une dégradation importante pour la DCO ; pour ce dernier paramètre on retrouve une situation comparable à celle de 1979 :

PARAMETRE	METHODE SYNTHETIQUE				METHODE ANALYTIQUE			
	1977/78	1979	1980	1981	1977/78	1979	1980	1981
O_2 dissous	conc.	98	96	95	96	99	99	99
	% Sat.	98	96	95	88	94	99	98
DBO_5	77	46	68	71	62	30	64	67
DCO	73	46	71	54	63	45	65	45
NH_4^+	90	88	88	86	93	98	98	73

Tableau 9 : % conformité à l'objectif de qualité 1 B - station de RHINAU.

3 - Station de SELTZ

Les résultats de l'année 1981 figurent en annexe C - 1 et C - 2.

Pour la méthode synthétique, en utilisant le même seuil de dépassement que précédemment (0,1 ou 10 % des mesures), le rang R de la valeur caractéristique est égal à :

$$R = 0,1 \times 26 + 0,5 = 3,1 \approx 3$$

Le tableau 10 donne les valeurs des différents paramètres et les niveaux de qualité correspondants :

.../...

PARAMETRES	VALEUR CARACTERISTIQUE	NIVEAU DE QUALITE
O ₂ dissous	mg/l	6,7
	% sat.	64,3
DBO ₅	mg/l	6
DCO	mg/l	28
NH ₄ ⁺	mg/l	

Tableau 10 : valeurs caractéristiques à SELTZ

On notera que l'objectif de qualité 1 B n'est atteint que pour l'oxygène dissous et les ions ammonium. Le taux de saturation, la DBO₅ et le DCO se situent tous au niveau 2.

Le calcul du pourcentage de conformité est en accord avec cette observation :

PARAMETRES	RANG	% CONFORMITE OBJECTIF 1 B
O ₂ dissous	conc.	25
	% sat.	21
DBO ₅	20	75
DCO	19	71
NH ₄ ⁺	24	90

Tableau 11 : conformité à l'objectif de qualité au niveau de SELTZ.

La méthode analytique permet de nuancer ce jugement :

PARAMETRES	MOYENNE	ECART TYPE	INTERVALLE DE CONFIANCE	LIMITE 1 B	% CONFORMITE OBJECTIF 1B
O ₂ dissous	mg/l	9,0	1,909	6,5 - 11,5	5
	% sat.	83,1	16,960	60,8 - 105,4	70
DBO ₅	mg/l	4,3	1,474	2,4 - 6,2	5
DCO	mg/l	21,9	7,683	12 - 32	25
NH ₄ ⁺	mg/l	0,19	0,158	0 - 0,40	0,5

Tableau 12 : méthode analytique - station de SELTZ.

.../...

On observera qu'en valeur moyenne tous les paramètres sont conformes à la qualité 1 B.

Cependant la limite inférieure (du point de vue de la qualité) de l'intervalle de confiance se situe au niveau 2 pour le taux de saturation, la DBO_5 et la DCO.

L'importance relative des différents paramètres dans le déclassement est résumée dans le tableau suivant :

PARAMETRES	ANALYSES NON CONFORMES	
	NOMBRE	POURCENTAGE
O_2 dissous conc.	0	0 %
% sat.	5	25 %
DBO_5	6	30 %
DCO	7	35 %
NH_4^+	2	10 %
TOTAL	20	100 %

Tableau 13 : causes de déclassement - station de SELTZ.

Contrairement à ce qui a été observé aux stations de KEMBS et RHINAU, aucun paramètre ne se détache nettement comme facteur déclassant. Par rapport aux résultats obtenus à RHINAU, on constate que la part de la DBO_5 et des ions ammonium rest constante, alors que celle du taux de saturation augmenté (de 10 à 25 %) et que celle de la DCO diminue (de 50 à 35 %). Les rejets organiques entre RHINAU et SELTZ présentent un caractère plus biodégradable que ceux entre KEMBS et RHINAU.

Par rapport à l'année 1980, on note :

- une dégradation du taux de saturation (conformité de 77 % contre 93 % en 1980)
- une amélioration des ions ammonium (conformité de 97 % contre 66 %) et de la DBO_5 (conformité de 68 % contre moins de 55 %)

4 - Vue d'ensemble

Nous examinerons séparément l'évolution de chaque paramètre.

4.1. Oxygène dissous (mg/l)

Le niveau de qualité 1 B est atteint sur tout le cours, plus de 90 % du temps.

.../...

STATION	MOYENNE	VALEUR ASSUREE 90 % DU TEMPS
KEMBS	9,2	6,1
RHINAU	8,7	6,2
SELTZ	9,0	6,5

Tableau 14 : teneurs en O_2 dissous (mg/l)

Niveau 1 A : ≥ 7 mg/l

Niveau 1 B : ≥ 5 mg/l

Ce paramètre n'appelle pas d'observations particulières.

4.2. Taux de saturation

Le niveau de qualité 1 B est atteint en valeur moyenne, mais la valeur assurée 90 % du temps se situe au niveau 2. Cette valeur est particulièrement faible au niveau de KEMBS.

STATION	MOYENNE	VALEUR ASSUREE 90 % DU TEMPS
KEMBS	85	56
RHINAU	81	62
SELTZ	83	61

Tableau 15 : taux de saturation en O_2 (%)

Niveau 1 A : ≥ 90 %

Niveau 1 B : ≥ 70 %

Niveau 2 : ≥ 50 %

Malgré des teneurs acceptables au niveau des concentrations en oxygène, on observe sur tout le cours du Rhin et particulièrement dans sa partie amont, une mauvaise oxygénation des eaux.

4.3. DBO_5

La situation se dégrade entre KEMBS et RHINAU que les valeurs moyennes restent conformes au niveau de qualité 1 B. En outre, la valeur non dépassée 90 % du temps se situe toujours au niveau de qualité 2 :

STATION	MOYENNE	VALEUR NON DÉPASSEE 90 % DU TEMPS
KEMBS	3,4	5,8
RHINAU	4,3	6,3
SELTZ	4,3	6,2

Tableau 16 : DBO_5 (mg/l)

Niveau 1 B : ≤ 5 mg/l

Niveau 2 : ≤ 10 mg/l

.../...

La charge organique biodégradable du Rhin reste importante sur tout son cours. L'objectif de qualité 1 B n'est pas respecté en tout temps.

4.4. DCO

L'objectif de qualité 1 B n'est atteint en valeur moyenne qu'aux stations de KEMBS et de SELTZ. A RHINAU, la valeur moyenne correspond au niveau de qualité 2.

La valeur non dépassée 90 % du temps correspond au niveau 1 B à KEMBS et se situe au niveau 3 à RHINAU et au niveau 2 à SELTZ.

STATION	MOYENNE	VALEUR NON DEPASSEE 90 % DU TEMPS
KEMBS	12	18
RHINAU	28	59
SELTZ	22	32

Tableau 17 : DCO (mg/l)

Niveau 1 B : $\leq$ 25 mg/l
 Niveau 2 : $\leq$ 40 mg/l
 Niveau 3 : $\leq$ 80 mg/l

Pour ce paramètre, la situation du fleuve est conforme à l'objectif de qualité au niveau de KEMBS, mais elle se dégrade à RHINAU et cette dégradation persiste à SELTZ.

Les apports de matières organiques non biodégradables se situent essentiellement entre KEMBS et RHINAU.

4.5. Ions ammonium

En valeur moyenne le niveau 1 B est atteint sur tout le cours du Rhin mais les teneurs passent par un maximum à RHINAU. A cette station, la valeur non dépassée 90 % du temps se situe au niveau de qualité 2.

STATION	MOYENNE	VALEUR NON DEPASSEE 90 % DU TEMPS
KEMBS	0,15	0,33
RHINAU	0,24	0,79
SELTZ	0,19	0,40

Tableau 18 : NH_4^+ (mg/l)

Niveau 1 B : $\leq$ 0,5 mg/l
 Niveau 2 : $\leq$ 2 mg/l

On observe pour les ions ammonium une évolution analogue à celle de la DCO, sans que l'on puisse affirmer que les deux phénomènes sont liés.

5 - CONCLUSIONS

Les tableaux précédents ont mis en évidence que l'objectif de qualité 1B n'est pas atteint à l'heure actuelle sur le secteur franco-allemand du Rhin, bien que les valeurs moyennes soient conformes à ce niveau de qualité, sauf pour la DCO à RHINAU.

On constate par rapport à l'année 1980, une notable dégradation sur l'ensemble de ce secteur du point de vue du déficit en oxygène dissous, mesuré par le taux de saturation.

Les points critiques, pour chaque station, sont les suivants :

- à KEMBS, la valeur minimum fixée par l'objectif de qualité 1 B pour le taux de saturation en oxygène (70 %) risque de ne pas être atteinte un quart du temps, soit environ 91 jours par an.
De même les valeurs de la DBO_5 peuvent, un cinquième du temps, dépasser la valeur limite de 5 mg/l, soit pendant 73 jours par an.
- à RHINAU on observe la pire situation ; aucun des paramètres étudiés dans cette note, à l'exception de la concentration en oxygène dissous, n'est conforme à l'objectif de qualité 1 B.
La valeur minimum du taux de saturation (70 %) n'est pas atteinte 23 % du temps, soit 84 jours par an.
Les valeurs limites correspondant à l'objectif de qualité pour la DBO_5 (5 mg/l), la DCO (25 mg/l) et les ions ammonium (0,5 mg/l) risquent d'être dépassés respectivement 121, 201 et 96 jours par an (33 %, 55 %, et 27 % du temps)
- à SELTZ, la situation s'améliore quelque peu, notamment pour les ions ammonium qui sont juste à la limite de conformité. De même les déclassements dus à la DCO sont moins sévères qu'à RHINAU, mais la valeur limite de 25 mg/l pourra encore être dépassée 21 % du temps ou 106 jours par an. L'amélioration est moins sensible pour la DBO_5 (valeur limite de 5 mg/l dépassée 25 % du temps ou 91 jours par an) et le taux de saturation (valeur inférieure de 70 % non atteinte 21 % du temps ou 77 jours par an).

En résumé, on peut considérer que la qualité des ~~eaux~~ du Rhin se dégrade de l'amont vers l'aval, sauf en ce qui concerne l'oxygène dissous, avec un maximum au niveau de la station de RHINAU, résultant de la présence de matières organiques peu biodégradables.

Cette dégradation est essentiellement due aux différents rejets d'eaux usées industrielles et urbaines, dont les plus importants sont :

- agglomération et industries chimiques bâloises,
- usine Rhône-Poulenc à CHALAMPE,
- agglomération mulhousienne,
- usine de la Cellulose de STRASBOURG,
- agglomération strasbourgeoise.

Il ne semble pas exister de rejets très importants du côté allemand, mais ce point demanderait néanmoins confirmation. Il serait souhaitable en particulier de pouvoir disposer d'informations sur la qualité des eaux du Léopolds Kanal et de la Kinzig.

Les diverses mesures déjà prises ou prévues à court terme, qui permettent d'espérer que la qualité des eaux du fleuve devrait s'améliorer dans un avenir assez proche sont les suivantes :

- construction des stations d'épuration de l'agglomération et des industries bâloises ; mise en service prévue pour 1982,
- mise en service intervenue dans le courant 1980, d'un incinérateur de grande puissance à l'usine Rhône-Poulenc de CHALAMPE (80 % de réduction de la charge polluante rejetée au Rhin),
- mise en service, pour fin 1982, de la première phase du traitement des effluents de l'agglomération mulhousienne,
- changement du procédé de fabrication à la Cellulose de STRASBOURG, ayant d'ores et déjà permis depuis la fin de l'année 1978 de réduire de 75 % la pollution organique,
- études préliminaires de la station d'épuration de l'agglomération strasbourgeoise en cours. La mise en service de cette station devrait intervenir vers 1985.

Il peut paraître un peu étonnant, surtout compte-tenu de l'hydraulicité élevée du Rhin en 1981 (1,22 par rapport à la période de référence 1921 - 1980), que l'on observe pas dès maintenant d'amélioration sensible de la qualité des eaux du fleuve après la mise en service de l'incinérateur de Rhône-Poulenc à CHALAMPE en 1980 et le démarrage de la station d'épuration de la STEIL (Société pour le Traitement des Eaux Industrielles HUNINGUE) début 1981 ; il est vrai que des installations de cette importance nécessitent des périodes de réglage (mise au point du traitement) souvent longues.

Dans ces conditions, l'admission dans le Rhin de nouveaux rejets à caractère organique est envisageable, sans remise en cause de l'objectif de qualité I B sous réserve que ces rejets subissent une épuration poussée, au moins équivalente à celle imposée, ou en voie de l'être, aux rejets actuels.
