

DECEMBRE

n°

6848

JAN 1979

N° G. R.

ANNEXES

DÉPARTEMENT
ENVIRONNEMENT AQUATIQUE ET ATMOSPHERIQUE

DIVISION
ÉCHAUFFEMENT ET POLLUTION DES EAUX, ECOLOGIE

6. QUAI WATIER - 78400 CHATOU

TEL. : 977 02-44

C. S A B A T O N

QUALITE DE L'EAU DU RHIN - 1955 A 1974
ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES DE LA COMMISSION
INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN
CONTRE LA POLLUTION

Rapport HE.31-78/N° 56

41 Pages
1 Annexe séparée

Résumé

Une analyse statistique des données de qualité d'eau collectées de 1955 à 1974 en huit stations du RHIN a été effectuée. Huit paramètres sont étudiés : le débit, la température, les concentrations en oxygène dissous, en DBO_5 , en oxydabilité au $KMNO_4$, en ammonium et en nitrates, et le PH.

(Cette étude comporte deux parties :

- description de l'évolution de la qualité de l'eau du RHIN dans le temps et dans l'espace.
- recherche, en chaque station, de relations entre les différents paramètres étudiés.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
<u>INTRODUCTION</u>	1
1 - <u>PRESENTATION GENERALE DES DONNEES</u>	3
1.1 - Température	3
1.2 - Débit	3
1.3 - Concentration en oxygène dissous	4
1.4 - Demande biologique en oxygène à 5 jours	4
1.5 - Oxydabilité au permanganate de potassium	5
1.6 - Substances azotées dissoutes : ammoniacque NH_4^+ et nitrates NO_3^-	6
1.6.1 - Ammoniacque	6
1.6.2 - Concentration en ion nitrate	7
1.7 - PH	8
1.8 - Conclusion	8
II - <u>METHODES STATISTIQUES UTILISEES</u>	10
2.1 - Analyse des correspondances	10
2.2 - Classification automatique - Méthode dite des "nuées dynamiques"	14
III - <u>RESULTATS DES DIFFERENTES ANALYSES</u>	18
3.1 - Station 1 : STEIN	20
3.1.1 - Analyse des données de température, de débit et de concentrations en oxygène dissous et DB05	20
3.1.2 - Analyse des données de température, de débit et de flux d'oxygène dissous et de DB05	21

	<u>Pages</u>
3.2 - Station 2 : KEMBS	22
3.2.1 - Analyse des données de température, de débit et de concentrations en oxygène dissous et DB05	22
3.2.2 - Analyse des données de température, de débit et de flux d'oxygène dissous et de DB05	23
3.3 - Station 3 : SELTZ	24
3.3.1 - Analyse des données de température, de débit, de concentrations en oxygène dissous et DB05	24
3.3.2 - Analyse des données de température, de débit et de flux d'oxygène dissous et de DB05	25
3.4 - Station 4 : BKAUBACH	25
3.4.1 - Analyse des données de température, de débit, de concentrations étudiées et de PH	26
3.4.2 - Analyse des données de température, de débit, de flux, de PH	28
3.5 - Station 5 : EMMERICH-LOBITH	28
3.5.1 - Analyse des données de température, de débit, de concentrations étudiées et de PH	29
3.5.2 - Analyse des données de température, de débit, de flux, de PH	30
3.6 - Station 6 : GORINCHEN	30
3.6.1 - Analyse des données de température, de débit, de concentrations étudiées et de PH	31
3.6.2 - Analyse des données de température, de débit, de flux, de PH	32
3.7 - Station 7 : VKEESWIJK	32
3.7.1 - Analyse des données de température, de débit, de concentrations étudiées et de PH	33
3.7.2 - Analyse des données de température, de débit, de flux, de PH	35

	<u>Pages</u>
3.8 - Station 8 : KAMPEN	35
3.8.1 - Analyse des données de température, de débit, de concentrations étudiées et de PH	36
3.8.2 - Analyse des données de température, de débit, de flux et de PH	37
 <u>CONCLUSION</u>	 38
 <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	

Nota

Les 57 figures se trouvent dans une annexe séparée.

INTRODUCTION

La Commission Internationale pour la protection du RHIN contre la pollution présente chaque année les tableaux numériques des analyses physico-chimiques de l'eau du RHIN. Ces analyses sont effectuées en huit points de prélèvements (figures 1 et 1 bis) depuis une vingtaine d'années de la manière suivante :

- En 1959 et antérieurement, un prélèvement tous les 15 jours, généralement dans la matinée.

- Depuis 1960, un prélèvement tous les 15 jours, le jour étant tiré au hasard dans la quinzaine considérée -l'heure, laissée au choix de l'opérateur, se situe généralement dans la matinée-.

Les paramètres mesurés -à 50 cm de la surface et au milieu du fleuve- sont les suivants :

- Paramètres généraux :

- . température de l'eau (°C)
- . débit (m³/s)
- . concentration en oxygène dissous (mg/l)
- . PH
- . conductivité électrique.

- Substances organiques :

- . demande biologique en oxygène à 5 jours : DBO5 (mg/l)
- . oxydabilité au KMNO₄
au K₂Cr₂O₇
- . phénols et homologues
- . détergents anioniques.

- Substances eutrophisantes :

- . orthophosphate et phosphate total
- . composés azotés : ammonium -NH₄-
nitrates -NO₃-.

- Substances inorganiques :

- . chlorures
- . sulfates
- . dureté
- . fer
- . autres métaux lourds.

Le présent rapport donne une description détaillée de certains de ces paramètres -température, débit, oxygène dissous, DB05, NH_4 , NO_3^- , oxydabilité au KMNO_4 , PH- à partir des données de 1959 à 1974, seuls relevés que nous possédions actuellement sur support informatique. Le but de cette étude est d'essayer de déterminer l'évolution de ces différents paramètres dans l'espace et dans le temps, et de mettre en évidence d'éventuelles relations ou covariations de ces paramètres entre eux.

CONCLUSION

Dans cette étude, les données de qualité d'eau observées en huit points du RHIN pendant une période de 15 ans -1959 à 1974- ont été analysées.

L'analyse, pour chaque paramètre étudié, des courbes chronologiques des moyennes saisonnières et des courbes classées a permis de dégager les grandes lignes de l'évolution de la qualité de l'eau du RHIN dans l'espace (d'amont en aval) et dans le temps sur les années considérées ; elles peuvent être résumées comme suit :

- Evolution dans l'espace :

	Stations							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Débit	faible			plus important		redécroit		
Oxygène dissous	Cort			moins important		réaugmente		
DBO5	faible			plus important		redécroit		
Oxydabilité au KMNO4	// // // y // // //			forte		moins importante		
NH4	// // // y // // //			faible	plus importante			
NO3	// // // y // // //			faible	plus importante			
PH	// // // y // // //			acide		basique		

- Evolution dans le temps :

On observe :

. 2 périodes de faibles débits : de l'automne 1962 à l'automne 1964 et à partir de l'année 1971 ;

une augmentation de la concentration en oxygène dissous parallèlement à une augmentation de la DBO5 et de l'oxydabilité au KMNO4 dès les années 1970-1971 ;

une très forte diminution de l'oxydabilité au $KMNO_4$ en 1966
 – peut-être liée à l'importance des débits durant cette période –
 suivie d'une augmentation en 1970–1971 ,

- . une augmentation continue de la concentration en nitrate ;
- . une faible tendance à la décroissance du PH à partir de 1971.

L'évolution de ces différents paramètres peut être liée à celle du débit. La comparaison des deux périodes de faibles débits permet d'estimer l'évolution moyenne de la qualité de l'eau du RHIN durant la période étudiée corrigée de l'influence du débit. Le tableau ci-dessous en résume les principaux éléments :

Stations

	1	2	3	4	5	6	7	8
Oxygène dissous	↗	↗	↘	↘	↘	=	↗	↘
DBO ₅	↗	↗	↗	↗	↗	↗	=	↗
Oxydabilité au $KMNO_4$	///	///	///	↘	↘	↘	↘	=
NH ₄	///	///	///	↗	=	=	=	↗
NO ₃	///	///	///	↗	↗	↗	↗	↗
PH	///	///	///	↘	↘	↘	↘	↘

↗ Croissance des valeurs du paramètre concerné entre les années 1962 à 1964 et 1971 à 1974.;

↘ Décroissance.

= Pas d'évolution bien marquée des valeurs du paramètre concerné.

Une analyse plus détaillée a été effectuée poste par poste afin d'essayer de mettre en évidence la structure des données étudiées et les relations entre les différents paramètres.

Deux séries d'analyses ont été effectuées : l'une sur les concentrations mesurées, l'autre sur les flux calculés.

De l'analyse des concentrations ressort une certaine homogénéité de la structure des données pour les stations aval (de BRAUKACH à l'embouchure) ; les stations amont (STEIN, KEMES et SELTZ) présentent par contre un certain nombre de traits particuliers :

- A la station 1 (STEIN), le RHIN a un régime nival : faibles débits d'hiver et d'automne, forts et faibles débits d'été. L'oxygène dissous et la DBO_5 prennent leurs fortes ou faibles valeurs simultanément - fortes valeurs principalement en hiver-. Les déficits en oxygène sont plutôt négatifs à fort débit, positifs à faible débit.

- A la station de KLMBÇ, le RHIN a toujours un régime nival : avec faibles débits d'hiver et d'automne, forts et faibles débits d'été. Les concentrations en oxygène dissous suivent la température : fortes l'hiver, faibles l'été. Aucune loi ne se dégage pour la DBO_5 . Les déficits en oxygène sont, comme à STEIN, négatifs à fort débit, positifs à débit faible.

- Peu de tendances se dégagent de l'étude des concentrations à la station 3 (SELTZ). Aucune structure dans les données et aucune liaison entre les différents paramètres n'apparaissent. Ceci est peut-être dû à une qualité douteuse des données en cette station.

Aux stations plus en aval se dégagent par contre un certain nombre de tendances générales :

- Importante covariation des paramètres débit, concentration en DBO_5 (mis à part la station 8), en NH_4 , oxydabilité au KMNO_4 et PH : aux faibles débits correspondent de faibles PH, de fortes concentrations en DBO_5 et en SH_4 , de fortes oxydabilités au KMNO_4 , et inversement.

- La température semble varier indépendamment de ces paramètres. Elle varie simultanément aux concentrations en oxygène dissous et en nitrates (faibles concentrations en oxygène et en nitrates à forte température).

- Les déficits en oxygène dissous sont positifs et suivent les concentrations en oxygène dissous (à forte concentration en oxygène, "faible déficit, et inversement).

Il faut noter enfin quelques remarques relatives à des stations données :

- Aux stations 4 et 5 (BRAUBACH et EMMERICH-LOBITH), la variation de l'oxygène - dans les plages de fortes concentrations l'hiver, de faibles concentrations l'été - se fait de la manière suivante : les plus fortes concentrations s'observent à fort débit, les plus faibles à faible débit.

- Ce même phénomène s'observe à la station 6 pour la concentration en nitrates et à la station 8 pour la concentration en ammonium (en inversant alors le rôle du débit et de la température).

- A la station 7, la DB05 varie simultanément avec la température et aux concentrations en oxygène dissous et en nitrates (fortes DB05 à forte température).

Les covariations entre débit et concentrations peuvent être en partie liées à la dilution. Afin d'éliminer ce phénomène, une analyse a été effectuée à partir des flux calculés.

On trouve alors, pour toutes les stations, une très grande covariation entre débit et flux de DB05, de KMN04, de N03, d'oxygène dissous, de déficit en oxygène (à forts débits, forts flux). Seul le flux de NH_4 varie indépendamment du débit et semble plutôt lié à la température (forts flux de NH_4 à faible température).

Cette étude est exclusivement descriptive ; elle permet de dégager les grandes lignes de la structure des 15 ans de données exploitées. Seules les covariations entre paramètres sont mises en évidence. Aucune loi physique ou statistique liant ces divers paramètres n'est dégagée ici. Pour approfondir la question, une analyse spectrale croisée des différents processus aléatoires mis en cause serait intéressante. Pour une telle étude, des observations à intervalle de temps constant sont nécessaires. De telles séries chronologiques sont disponibles à COBLENCE où des relevés quotidiens de la qualité de l'eau du RHIN sont effectués depuis 1966.