

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

SERVICE RÉGIONAL DE L'AMÉNAGEMENT DES EAUX DE LORRAINE

CENTRALISATEUR DU BASSIN RHIN-MEUSE

2. EN BONNE-RUELLE · 57000 METZ · TÉL. (87) 7-35.38 ET 75.38.73



n° 7048

COUT ET FONCTIONNEMENT DES STATIONS

D'EPURATION LORRAINES

Dressé,
L'Ingénieur Chimiste,

A. PALISSON

Vu et présenté,
L'Ingénieur en Chef du Génie
Rural des Eaux et Forêts,

R. CORDA

Etude réalisée par le Centre Régional d'Etudes Biologiques et Sociales
2, rue du Thabor - 35010 RENNES (J. DUFILS),
et par la Division Qualité des Eaux du SRAE Lorraine (A. PALISSON -
R. I'EHRFY) 156 hd d'Austrasie - 54000 NANCY - Tél : (83) 35.38.75

<u>CHAPITRE 1</u>	CHARGES POLLUANTES ET DEBITS RECUS PAR LES STATIONS DIEPURATION	
1	<u>PRESENTATION DES DONNEES UTILISEES</u>	2
2	<u>OBSERVATIONS D'ORDRE GENERAL SUR LES RESEAUX</u>	3
	2.1 Département de la Moselle	3
	2.2 Département de Meurthe et Moselle et Vosges	4
3	<u>OBSERVATIONS SUR LES DEBITS ET LES CHARGES POLLUANTES</u>	4
	3.1 Débits et charges polluantes spécifiques....	5
	31.1 Débits spécifiques.....	5
	31.2 Charges polluantes spécifiques.....	9
	3.2 Capacités nominales et charges réelles.....	13
	32.1 Taux de raccordement aux stations.....	13
	32.2 Taux de raccordement et âge de la station.....	15
	32.3 Taux de charge en DBO,.....	16
	32.4 Taux de charge en volume.....	17
4	<u>ESTIMATION DU COEFFICIENT DE POINTE</u>	19
<u>CHAPITRE 2</u>	CONSOMMATION ELECTRIQUE DES STATIONS D'EPURATION	
1	<u>PRESENTATION DES DONNEES UTILISEES</u>	21
2	<u>CONSOMMATION ELECTRIQUE DES STATIONS A BOUES ACTIVEES</u>	22
	2.1 Consommation en KWh/J en fonction du nombre d'habitants	22
	2.2 Consommation en KWh/Kg DBO, enlevé en fonction du taux de charge en DBO,.....	24
	2.3 Consommation en KWh/m ³ traité en fonction du taux de charge en volume.....	25
3	<u>CONSOMMATION ELECTRIQUE DES STATIONS A DISQUES BIOLOGIQUES</u>	27
	3.1 Consommation en KWh/Kg DBO, enlevé en fonction du taux de charge en DBO,.....	27

3.2	Consommation en kWh/m ³ traité en fonction du taux de charge en volume.....	29
4	<u>CONSOMMATION ELECTRIQUE DES STATIONS A LITS</u> <u>BACTERIENS</u>	29
4.1	Consommation en kWh/Kg DBO ₅ enlevé en fonction du taux de charge en DBO ₅	29
4.2	Consommation en kWh/m ³ traité en fonction du taux de charge en volume.....	31
5	<u>CONCLUSION</u>	32
5.1	Etude des régressions.....	32
5.2	Comparaison des consommations en kWh/Kg DBO ₅ enlevé en fonction du type de station.....	32
5.3	Comparaison des consommations en kWh/m ³ traité en fonction du type de station.....	33
 <u>CHAPITRE 3</u> COUT D'INVESTISSEMENT		
1	<u>PRESENTATION</u>	34
2	<u>METHODE D'ACTUALISATION</u>	34
3	<u>VARIATION DU TAUX DE LA TAXE A LA VALEUR AJOUTEE</u> (TVA)	38
4	<u>APPLICATION DU CALCUL A LA LORRAINE</u>	40
4.1	Coût d'investissement global.....	40
41.1	Examen par type de station.....	42
41.2	Examen par type de décantation en boues activées.....	42
41.3	Examen par type d'aération en boues activées.....	42
4.2	Répartition des coûts (équipement, génie civil)	45
 <u>CHAPITRE 4</u> <u>COUT DE FONCTIONNEMENT DES STATIONS EN ENERGIE</u> <u>ELECTRIQUE</u>		
1	<u>TARIFICATION</u>	48
1.1	Tarification professionnelle "tous usages".....	48
1.2	Les taxes.....	48
2	<u>CALCUL DU PRIX MOYEN DU kWh</u>	50
2.1	Répartition de la consommation journalière.....	50
2.2	Répartition du mode de tarification sur l'ensemble des stations.....	51

2.3	Evolution du prix moyen en KWh en fonction de la consommation.....	52
3	<u>DEPENSES EFFECTIVES EN ENERGIE ELECTRIQUE</u>	55
<u>CHAPITRE 5</u>	ENTRETIEN DES STATIONS D'EPURATION	
1	<u>COÛT D'ENTRETIEN DES STATIONS D'EPURATION</u>	58
1.1	Temps passé à l'entretien des stations.....	58
1.2	Coût d'entretien annuel des stations ramené à l'habitant raccordé.....	62
2	<u>MATERIEL LE PLUS FRAGILE ET PANNES COURAMMENT RENCONTREES</u>	62
	<u>CONCLUSIONS-GENERALES</u>	67
 ANNEXES		
1	Listes des stations d'épuration étudiées	
II	Coût d'investissement initiaux et actualisés en 1976, globaux et ventilés par poste.	

INTRODUCTION

Depuis quelques années déjà, les services de contrôle et d'assistance technique au fonctionnement des stations d'épuration ont été mis en place dans les quatre départements lorrains. Leur programme de travail comporte notamment une visite bilan annuelle par station. Il est apparu opportun d'exploiter cette information. C'est le but de la présente étude destinée à préciser en particulier les points suivants :

- Capacité nominale et charge polluante effectivement traitée par les ouvrages.
- Frais de fonctionnement auxquels les collectivités doivent faire face chaque année (énergie électrique, personnel et divers).
- Coût d'investissement que ces mêmes collectivités ont dû supporter pour lutter contre la pollution domestique.

CHAPITRE 1

CHARGES POLLUANTES ET DEBITS RECUS PAR LES STATIONS D'EPURATION

1 PRESENTATION DES DONNEES UTILISEES

Cette étude concerne l'ensemble des stations d'épuration de la région Lorraine (départements de Moselle, Meurthe et Moselle, Vosges et Meuse).

Néanmoins, afin de permettre les comparaisons, seules ont été retenues les stations traitant uniquement des effluents domestiques. Toutes celles recevant un effluent industriel ont donc été écartées.

D'autre part, il est apparu nécessaire de faire d'emblée une distinction entre les ouvrages relatifs au département de la Moselle et ceux des autres départements. Les raisons sont les suivantes :

- Souci d'homogénéité des données lié au service d'assistance technique (Laboratoire Central de l'Eau en Moselle ; Institut de Recherches Hydrologiques en Meurthe et Moselle et Vosges ; CEiE de l'est en Meuse).

- Disproportionnalité du stock des données : le nombre de stations de la Moselle est nettement supérieure à celui des 3 autres départements lorrains réunis.

Pour chaque station, les données suivantes ont été retenues et exploitées (paramètres analysés lors des visites bilans) :

- Etat des **réseaux** d'assainissement et des déversoirs d'orage.
- Age de la station.
- Nombre d'habitants raccordés.
- Capacité nominale.
- Débit diurne, de pointe et moyenne journalière (m^3/h).
- Charges reçues par la station exprimées en Kg DBO_5/j .
- Rendement épuratoire relatif à la DBO_5 .

2 OBSERVATIONS D'ORDRE GENERAL SUR LES RESEAUX (figure 1)

2.1 Département de la Moselle

Pour ce département, on dispose de relevés relatifs au fonctionnement des stations au cours des années 1974, 1975 et d'une partie de 1976.

Le nombre des bilans examinés est le suivant :

- . en 1974 : 110
- . en 1975 : 124
- . en 1976 : 102

On notera qu'en 1975, sur 124 stations étudiées, 32 d'entre elles (26 %) recevaient des substances indésirables telles que hydrocarbures, purins et graisses, causes vraisemblables du mauvais fonctionnement de leur système épuratoire. On retiendra aussi que 40 % des réseaux collecteurs drainaient des eaux provenant de sources, de fontaines ou de ruisseaux. La mauvaise étanchéité des réseaux ou la conception inadaptée de ceux-ci expliquent ce phénomène. Ces eaux parasites entraînaient une surcharge en volume et une dilution importante de la pollution comme on le verra dans les paragraphes suivants.

A ceci, il convient d'ajouter quelques observations en ce qui concerne l'entretien des réseaux :

- 64 % des réseaux présentaient un entretien satisfaisant.
- 22 % étaient mal entretenus (canalisations bouchées entièrement ou en partie).
- 14 % présentaient un entretien insuffisant.

Ces deux derniers chiffres, encore bien trop élevés, expliquent les surcharges ou les sous-charges périodiques (en matière ou en volume) préjudiciables au bon fonctionnement de nombreux ouvrages.

L'étude, d'autre part, a montré qu'en 1975, 40 % des déversoirs d'orage étaient partiellement bouchés ou mal conçus. Dans ces conditions, ils ne pouvaient évidemment pas remplir leur rôle de régulateur de débit, puisque, même en période sèche, les eaux étaient dirigées totalement ou partiellement vers le milieu naturel.

2.2 Départements de Meurthe et Moselle et Vosges

Le département de la Meuse ne figure pas ici étant donné le peu d'informations réunies à ce propos.

Pour le département de Meurthe et Moselle, on a constaté en 1975 que 40 % des stations recevaient des eaux parasites par temps sec et 45 % par temps humide. Pour les Vosges, ce pourcentage atteint 56 % dans les deux cas. Ces observations rendent plus urgente la nécessité de remédier aux arrivées d'eaux de ce type, indésirables en station d'épuration.

A ceci s'ajoute la nécessité de retenir à l'amont du réseau les substances considérées comme indésirables pour la vie microbienne des stations. En effet, en Meurthe et Moselle, on notera la présence, en quantité variable, de ces substances (hydrocarbures, purins et graisses) dans 31 % des stations pour lesquelles le bon fonctionnement pourrait être compromis.

figure 1 : ETAT DES RESEAUX

Départements	Nb stations	Réseau d'assainissement		Déversoirs d'orage bouchés ou mal conçus	Eaux parasites		Substances indésirable
		bouché	encrassé		Temps	Temps	
Moselle	124	22 %	14 %	40 %	40 %	60 %	■ — j,
M. et Moselle	42	—	—	—	40 %	45 %	
Vosges	16	—	—	—	56 %	56 %	

3 OBSERVATIONS SUR LES DEBITS ET CHARGES POLLUANTES

Après avoir présenté ci-dessous les conditions dans lesquelles s'est déroulée cette étude, les paragraphes suivants vont examiner les paramètres importants pour le calcul des dimensions des stations et les précautions à prendre pour l'élaboration des nouveaux ouvrages (choix du type de station, réseau et ouvrages annexes).

Pour alléger le commentaire, les années de référence prises en compte dans les différents départements ne seront pas mentionnées dans le texte mais simplement dans les tableaux.

CONCLUSIONS GENERALES

1 - But de l'étude

D'importantes données concernant le fonctionnement des stations d'épuration ont été recueillies ces dernières années : une lecture sommaire de ces documents laisse apparaître une grande variabilité de la qualité des résultats obtenus.

Aussi est-il apparu intéressant d'analyser en détail ces données pour y chercher les causes du bon ou du mauvais fonctionnement des stations. Cette analyse a été faite sur les données des années 1974-75-76, collectées par 4 services de contrôle et d'assistance technique aux stations d'épuration. **Les** stations étudiées ici seront uniquement celles des effluents domestiques.

Les paramètres analysés dans le cadre de cette étude sont d'une part l'efficacité de l'épuration en DBO,, et d'autre part, la consommation d'énergie électrique rapportée à la quantité de DBO, épurée ou au volume traité.

Les paramètres explicatifs ont été recherchés parmi les suivants : charge nominale en DBO,, charge réelle, volume nominal, volume réel, type de station, nombre d'habitants raccordés...

Enfin, l'étude des coûts d'investissement et de fonctionnement des stations a également été abordée ; cette partie de l'étude compare en particulier les coûts des différents types de stations ; elle examine l'évolution des coûts en fonction du nombre d'habitants ; associée aux résultats de l'étude technique, elle devrait faciliter et éclairer les choix des projecteurs.

2 - Etude technique des stations

2-1 Quantité et qualité des eaux reçues

L'observation des rapports de contrôle des stations d'épuration laisse apparaître clairement que toutes les conditions favorables à un bon fonctionnement des stations ne sont pas encore réunies tant au point de vue de la collecte des eaux usées, que de la conception et de l'entretien des ouvrages. .

En effet, on notera qu'un pourcentage de 40 à 60 % des réseaux, suivant les départements, acceptent des eaux qualifiées de parasites (fontaine, source, drainage). On notera également la présence, dans 20 à 30 % des cas, de substances toxiques susceptibles d'inhiber partiellement ou totalement le métabolisme microbien

En ce qui concerne la quantité des eaux reçues par ces stations, l'étude des débits spécifiques montre que la valeur de 200 l/hab/j est couramment adoptée pour le dimensionnement des ouvrages. Toutefois la relation mathématique entre le débit journalier des eaux usées ($Q \text{ m}^3/\text{j}$) et la population effectivement raccordée (Pr) présente un coefficient de corrélation très faible ($r = 0,44$) et ne peut donc pas être utilisée pour des calculs précis. \

L'observation des charges polluantes spécifiques laisse apparaitre au cours des dernières années une augmentation des valeurs moyennes qui tendent vers 30 grammes de $\text{DBO}_5/\text{hab}/\text{jour}$. Cette augmentation de charges spécifiques est un facteur favorable au bon fonctionnement des stations d'épuration, mais ces charges ne semblent toutefois pas devoir atteindre la valeur de 54g habituellement retenue pour les dimensionnements d'ouvrages.

2-2 Efficacité des stations

Un paramètre important pour l'efficacité des stations d'épuration est bien entendu le taux de charge de l'ouvrage par rapport à sa capacité nominale. En effet, il faut remarquer que l'on a affaire à des cycles biologiques et qu'en conséquence la quantité de matière à dégrader et le volume d'eau à traiter doivent être aussi voisins que possible de ceux pour lesquels l'ouvrage a été construit. Pour les cas courants de charge trop faible, on a donc intérêt à favoriser le raccordement de la population au réseau et donc à la station, et atteindre au minimum le taux de 60 % de raccordement.

En Lorraine, ce taux se situe entre 60 et 100 % de raccordement pour seulement 50 % des stations, ce qui est encore insuffisant. Mais la situation est différente si l'on observe le taux de charge en DBO_5 ; on constatera que plus de 80 % des stations présentent un taux de charge inférieur à 60 %. En ce qui concerne le taux de charge en volume, la situation est analogue, à savoir que 65 % des stations présentent un taux de charge inférieur à 70 %. Ces valeurs représentent donc en général un élément défavorable pour l'efficacité des ouvrages d'épuration.

2-3 Évolution de la consommation électrique

La consommation électrique des stations est un facteur très important dans le coût de fonctionnement des ouvrages. Il est intéressant de constater que cette consommation par m^3 d'eau traité est inversement proportionnelle au taux de charge en DBO_5 et en volume.

On notera également que les variations de ce taux de charge en DBO_5 entre les divers types de stations sont très importantes ; les lits bactériens consomment en moyenne 3,5 fois moins d'énergie que les stations à boues activées.

Ces écarts sont dus essentiellement à la technologie fondamentalement différente des ouvrages, et également à leur rendement.

3 - Analyse des coûts d'investissement et de fonctionnement

3-1 Coût d'investissement

Pour réaliser cette partie de l'étude, les stations de même type ont été regroupées par classes de population en respectant au maximum l'homogénéité du nombre de cas observé par classe. A partir de l'examen des courbes tracées à partir des moyennes par classe, on retiendra que les stations à boues activées sont les moins coûteuses pour les communes de moins de 3000 hab. et, qu'au delà, les disques biologiques sont plus compétitifs.

D'autre part, à l'intérieur des différents types de station à boues activées, les systèmes de décantation (à bassin séparé ou combiné) sont d'un coût similaire ; il en est de même en ce qui concerne les divers types d'aération (brosse, turbine, insufflation).

3-2 Coût de fonctionnement en énergie électrique

Ces coûts de fonctionnement sont régis par de nombreux facteurs et en particulier le type de contrat EDF et la consommation électrique.

Les observations faites dans ce rapport ne concernent que les stations à boues activées car les données disponibles pour les autres types de stations sont insuffisantes.

Ce coût présente une décroissance (très rapide) au fur et à mesure que le nombre d'habitants raccordés augmente. avec une asymptote horizontale située à 2F/hab/an en Moselle et à 4F/hab/an pour les autres départements. Mais pour les stations de très petites tailles (<500 hab) le prix de l'énergie électrique consommée, devient très vite prohibitif (11F/hab/an).

3-3 Coût d'entretien des stations

Le coût d'entretien des stations, qui prend une part importante dans le coût total de fonctionnement comprend, entre autres, le salaire du préposé et le coût de l'entretien du matériel.

Dans les conditions économiques actuelles ce coût est en moyenne de 5F/hab/an pour les stations supérieures à 500 habitants, avec toutefois d'assez grands écarts autour de ce chiffre.

A N N E X E S

- I - Liste des stations d'asspuration étudiées.

- II - Coûts d'investissement initiaux et actualisés en 1976 globaux et ventilés par poste.