Qualité des eaux usées domestiques produites par les petites collectivités
Application aux agglomérations d'assainissement inférieures à 2 000 EH

Rapport Final

Léa Mercoiret

Synthèse pour l'action opérationnelle

CONTEXTE GENERAL

➲ Introduction

La connaissance de la composition des eaux usées domestiques est un paramètre essentiel pour assurer la pertinence du choix et du dimensionnement des filières de traitement appropriées. Bien que les gammes de concentrations des paramètres typiques des eaux usées domestiques soient globalement connues, la composition de ces effluents montre des variations tant dans l'espace que dans le temps. De plus, les systèmes de traitement de capacité inférieure à 2 000 EH sont fortement représentés en France. Fin 2008, on en dénombrait 15 640, soit environ 83 % du nombre total de systèmes de traitement des eaux usées en France.

La connaissance des concentrations moyennes des paramètres caractérisant les eaux usées ainsi que des gammes de variations possibles est cruciale pour assurer l'adéquation des filières de traitement à ces contextes ruraux.

➲ Tri des données

Les données collectées et analysées sont des résultats d'analyses de bilans 24 h sur la qualité des eaux usées domestiques en entrée de station. Les analyses effectuées lors de bilans 24 h sont intégratives grâce à un échantillonnage étalé sur une journée.

Après avoir éliminé les données incomplètes ou aberrantes, un tri statistique a été effectué avec le critère de Chauvenet. Ce tri a permis d'éliminer les valeurs aberrantes présentes dans la série de données collectées, tout en préservant sa variabilité. Les valeurs éliminées correspondaient pour la plupart à des maxima situés très en dehors des gammes de concentrations classiques pour des eaux usées domestiques brutes, et pour quelques unes, à des minima des valeurs de concentration sur les paramètres étudiés. Les médianes des séries de valeurs ont très peu été affectées par le tri car les bilans supprimés représentent une très faible proportion du nombre de valeurs.

A la suite du tri, la dispersion des valeurs a été analysée et a permis d'exclure de l'analyse les paramètres représentant les formes oxydées de l'azote (nitrites et nitrates) pour lesquels il n'était pas possible de conclure.

PRINCIPAUX ACQUIS TRANSFERABLES

➲ Résultats obtenus

Les concentrations moyennes, les gammes de variations et les ratios caractéristiques pour les principaux paramètres caractérisant les eaux usées brutes sont présentés dans les tableaux suivants.

Valeurs moyennes et gammes de variation pour les paramètres DBO_5, DCO, MES, NK, $N\text{-}NH_4$, NGL et P_t

		DBO_5	DCO	MES	NK	$N\text{-}NH_4$	NGL	P_t
Unités		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Moyenne		265.0	645.7	288.1	67.3	54.9	72.6	9.4
Gamme de variation	Borne supérieure	570.0	1 341.3	696.0	123.1	98.3	122.6	18.4
	Borne inférieure	39.0	122.0	53.0	14.1	12.0	20.2	2.0
Nombre de valeurs		10 275	10 275	10 256	9 416	4 266	1 861	9 185

Valeurs moyennes et gammes de variation pour les ratios étudiés

		DCO/DBO_5	NK/DCO	P_t/DCO	MES/DCO	DBO_5/NK	DBO_5/P_t	$N\text{-}NH_4/NK$
Moyenne		2.6	0.12	0.016	0.46	3.88	28.5	0.74
Gamme de variation	Borne supérieure	3.9	0.18	0.026	0.79	6.50	47.0	0.97
	Borne inférieure	1.8	0.063	0.0089	0.23	1.90	12.6	0.50
Nombre de valeurs		10 275	9 416	9 184	10 256	9 416	9 184	4 244

En utilisant les valeurs moyennes des ratios calculés et la définition de l'Equivalent Habitant, on obtient les estimations suivantes pour un EH en milieu rural :

Applications des ratios calculés à l'Equivalent Habitant

	DBO5	DCO	NK	NH4	P_t	MES
Equivalent Habitant :	60	157.2	15.5	11.5	2.1	72.0
Unité	g d'O_2/jour	g d'O_2/jour	g de N/jour	g de N/jour	g de P/jour	g de MES/jour
Source	Directive ERU	Valeur moyenne des ratios :				
		DCO/DBO_5	DBO_5/NK	DBO_5/NK et N-NH_4/NK	DBO_5/P_t	DCO/DBO_5 et MES/DCO

➲ Analyse des résultats

Les résultats présentés ci dessus ont été comparés aux valeurs issues de la littérature scientifique disponible sur le sujet. Une analyse des taux de charge des installations de traitement par rapport à leur capacité nominale a ensuite été menée sur l'ensemble des mesures.

L'analyse des résultats a été complétée par une approche séparant les installations concernées par les mesures en différentes tranches de capacité puis par bassins hydrographiques.

CONCLUSION

A partir d'une série de données conséquente, cette étude a permis de déterminer des valeurs moyennes et des gammes de concentrations caractéristiques des eaux usées domestiques dans les agglomérations d'assainissement de moins de 2 000 EH, dans cinq des six bassins hydrographiques du territoire français métropolitain.

Des concentrations moyennes concordantes avec les données de la littérature ont été calculées. Ces valeurs sont situées dans la partie moyenne ou légèrement supérieure des gammes citées dans la littérature. Seul le paramètre P_t fait exception, la valeur moyenne observée est faible par comparaison avec les études antérieures, même relativement récentes (Deronzier et Choubert, 2004), et reflète la baisse progressive de la concentration en phosphore dans les eaux usées observée depuis les années 1990, notamment liée à la baisse d'utilisation de lessives contenant des phosphates.

Les concentrations moyennes sont stables selon un découpage des agglomérations d'assainissement par tranches de 500 EH et dans les bassins hydrographiques Artois-Picardie, Loire-Bretagne et Adour Garonne ; le bassin Rhin-Meuse montre par contre des concentrations moyennes plus faibles, caractéristiques d'effluents domestiques dilués par des eaux claires parasites.

Les gammes de concentration obtenues montrent des valeurs basses concordantes avec celles de la littérature. Les bornes supérieures sont elles relativement élevées (sauf pour le phosphore) ce qui remet en question les gammes traditionnellement utilisées pour le dimensionnement des ouvrages de traitement en milieu rural.

En ce qui concerne les ratios, on observe des valeurs moyennes similaires à celles de la littérature. Les ratios concernant le paramètre P_t sont bien sûr affectés par la baisse de la concentration en phosphore. La particularité vient de la valeur élevée du rapport DCO/DBO_5 : la gamme de variation supérieure va de 2.6 en moyenne à 3.9 pour la borne supérieure de l'intervalle de variation. Appliqué à la définition de l'Equivalent Habitant, cette valeur moyenne du ratio DCO/DBO_5 donne une charge de 157 g/jour par EH en DCO, ce qui plus élevé que la valeur de 120 g/jour traditionnellement utilisée.

L'analyse du taux de charge organique des installations de traitement lors des mesures étudiées montre qu'une grande partie de ces dernières a eu lieu sur des installations fortement sous-chargées. Au regard du paramètre DCO, la proportion de mesures montrant une surcharge organique des installations est de 17 %, tandis que la proportion de sous-charge atteint 43 %. Les analyses par tranches de capacité de 500 EH et par bassins hydrographiques n'ont pas montré de différences significatives sur la charge organique reçue par les systèmes de traitement lors des mesures étudiées.

Au niveau hydraulique, on note une inversion par rapport aux charges organiques : le taux de surcharge (43 %) est supérieur à celui de sous-charge (34 %). Le taux de surcharge observé sur des mesures réalisées dans des agglomérations d'assainissement de moins de 1 000 EH est supérieur à celui des agglomérations de capacité comprise entre 1 000 et 2 000 EH.

Le bassin hydrographique Rhin Meuse se détache des bassins Artois-Picardie, Adour-Garonne et Loire-Bretagne de part un très fort taux de surcharge hydraulique, observé sur plus de la moitié des mesures étudiées.

Afin d'affiner ces conclusions, une étude exhaustive sur la qualité des eaux usées en milieu rural serait appropriée (aspect quantitatif). Cela nécessiterait de pouvoir mesurer simultanément le taux d'occupation réel de l'agglomération d'assainissement et la qualité des eaux résiduaires collectées, de manière à estimer précisément la quantité de pollution générée par chaque habitant.

GLOSSAIRE

Charge hydraulique : débit journalier reçu par la station sous forme de hauteur d'eau (exprimée en m^3/jour).

Charge organique : masse journalière de pollution reçue par la station (exprimée en kg/jour). La charge organique peut être calculée à partir de la DBO_5 ou de la DCO.

Equivalent Habitant : défini par la Directive Européenne Eaux Résiduaires Urbaine comme une charge journalière correspondant à 60 g de DBO_5. Dans cette étude, un Equivalent Habitant correspond à une charge de pollution journalière de : 60 g de DBO_5 et 120 g de DCO avec 150 L d'eau consommée.

ABREVIATIONS

DBO_5 ou DBO	Demande Biochimique en Oxygène à cinq jours, concentration exprimée en mg d'O_2/L
DCO	Demande Chimique en Oxygène, concentration exprimée en mg d'O_2/L
EH	Equivalent Habitant
MES	Matières en Suspension, concentration exprimée en mg/L
O_2	Dioxygène
NK	Azote Kjeldahl, concentration exprimée en mg de N/L
N-NH_4	Azote Ammoniacal, concentration exprimée en mg de N/L
N-NO_2	Ions nitrites, concentration exprimée en mg de N/L
N-NO_3	Ions nitrates, concentration exprimée en mg de N/L
NGL	Azote Global, concentration exprimée en mg de N/L
P_t	Phosphore Total, concentration exprimée en mg de P/L
AG	Bassin hydrographique Adour-Garonne
AP	Bassin hydrographique Artois-Picardie
LB	Bassin hydrographique Loire-Bretagne
RM	Bassin hydrographique Rhin-Meuse
SN	Bassin hydrographique Seine-Normandie
CV	Coefficient de variation, exprimé en pourcentage
Directive ERU	Directive Européenne sur les Eaux Résiduaires Urbaines
SATESE	Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Epuration (Service technique départemental en charge de l'assainissement)