

Krohne

L'Optiwave 1010 de Krohne est un transmetteur de niveau radar FMCW 2 fils qui constitue une solution économique pour la mesure en continu de niveaux de liquides dans les applications de bypass sur un large spectre d'applications en eau et eaux usées, mais aussi dans l'énergie, les industries chimiques, etc...

adaptations coûteuses.

De son côté, Krohne a présenté un nouveau transmetteur de niveau radar pour chambres de mesure et indicateurs de niveau magnétiques.

Ce transmetteur de niveau radar FMCW 2 fils se présente comme une solution économique pour la mesure en continu de niveaux de liquides dans les applications de bypass sur un large spectre d'applications en eau et eaux usées, mais aussi dans l'énergie, les industries chimiques, etc.... L'Optiwave 1010 peut par exemple être combiné avec les chambres de mesure et indicateurs de niveau magnétique BM 26 Advanced de Krohne, ajoutant ainsi une sortie 4...20 mA Hart à des appareils mécaniques.

Mais il peut aussi être soudé sur toute chambre de mesure de diamètre intérieur de 38...56 mm/ 1,5...2,2", constituant ainsi une solution pour d'autres fabricants d'indicateurs de niveau magnétiques qui peuvent ajouter une option de mesure de niveau radar à leur gamme de produits.

L'Optiwave 1010 est proposé à un prix concurrentiel permettant de remplacer des transmetteurs à chaîne reed, magnétostrictifs et TDR utilisés typiquement avec des chambres de mesure ou des indicateurs de niveau magnétiques. La précision de la mesure est de ± 5 mm. Il peut être utilisé avec ou sans flotteur (et indication locale).

Parmi les domaines d'application de cet appareil, la quasi-totalité des liquides dont les températures de process n'excèdent pas 150 °C, des pressions allant jusqu'à 40 barg et des plages de mesure s'étendant jusqu'à 8 m. Avec des liquides propres de constante diélectrique $\varepsilon r \geq 3$, l'appareil mesure directement la surface, pour $\varepsilon r < 3$, on utilise un flotteur à cible. Dans les deux cas, il est toujours possible de combiner l'indication locale avec la mesure analogique. À noter que l'Optiwave 1010 comporte un système à double joint process qui permet la dépose éventuelle du convertisseur en conditions de process. ■

Le ratio DCO/COT dans les eaux résiduaires urbaines : pas si stable que ça !

V. Rocher, S. Azimi, SIAAP - Direction Développement Prospective
A. Jairy, SIAAP - Direction Santé Environnement
G. Varrault, LEESU, Université Paris-Est Créteil UPEC - Faculté des Sciences et Technologie

La Directive européenne sur les Eaux Résiduaires Urbaines (91/271/CEE) précise les niveaux de performances devant être atteints sur les stations d'épuration des eaux usées (STEU) ainsi que leurs modalités d'évaluation. Actuellement, l'évaluation des performances des STEU est basée sur le dosage des nutriments azotés (azote global) et phosphorés (phosphore total) ainsi que sur le dosage de la matière organique oxydable par voie biologique (DBO_5 - Demande Biochimique en Oxygène mesurée à 5 jours) et chimique (DCO - Demande Chimique en Oxygène).

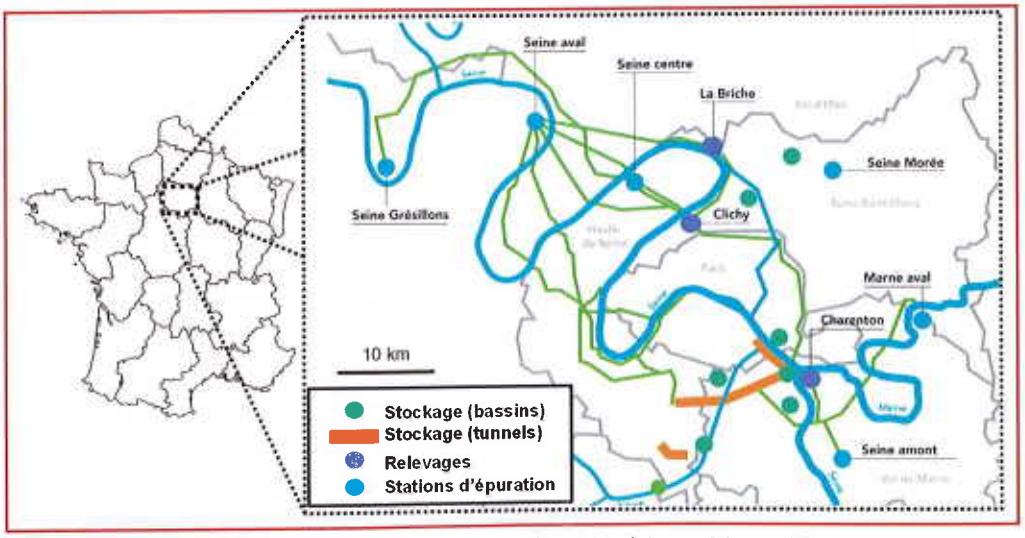


Figure 1 : Réseau de collecte et de traitement des eaux usées de la région parisienne (SIAAP).

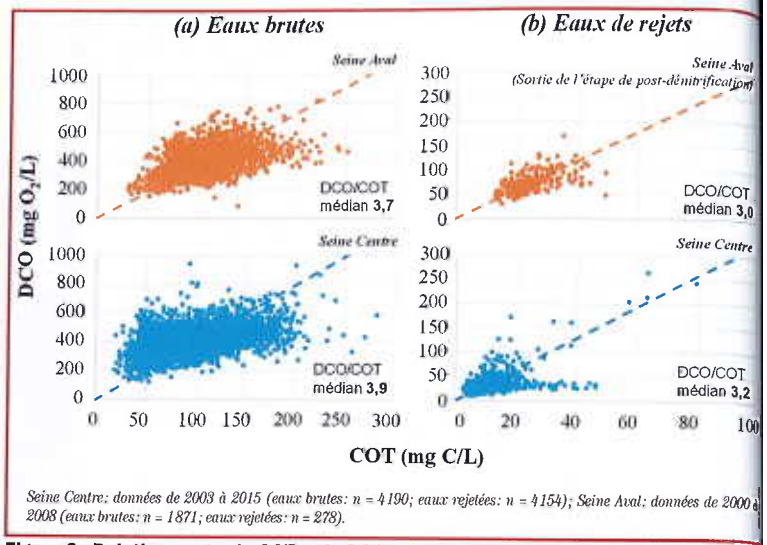
Dans une démarche vertueuse vis-à-vis de l'emploi du dichromate de potassium lors de la mesure de la DCO, la Commission européenne envisage de modifier la directive, et notamment son annexe 1, en substituant la mesure de la DCO par la mesure du Carbone Organique Total (COT). À ce jour, le ratio proposé par la Commission européenne pour transposer la valeur maximale de DCO (125 mg/l d'O_2) en valeur maximale de COT (30 mg/l de C) est de l'ordre de 4. Il convient néanmoins de préciser que la méthode « DCO » sera autorisée jusqu'en 2020 pour calculer un ratio entre DCO et COT de façon à ne pas perdre les chroniques de pollution enregistrées jusque-là et de construire des modèles de corrélation entre les anciennes et les nouvelles données.

L'objectif de cette courte note est d'apporter des éléments

LES ECHOS

France Environnement

www.franceenvironnement.com



Seine Centre: données de 2003 à 2015 (eaux brutes: n = 4190; eaux rejetées: n = 4154); Seine Aval: données de 2000 à 2008 (eaux brutes: n = 1871; eaux rejetées: n = 278).

Figure 2: Relations entre le COT et la DCO dans les eaux brutes et traitées des usines Seine centre (Colombes) et Seine aval (Achères).

techniques sur les facteurs de correspondance entre ces deux paramètres pour les eaux brutes et les eaux de rejets de STEU. Ce travail a été réalisé en utilisant le suivi des filières de traitement des stations Seine centre (Colombes, 800 000 eq-habitants) et Seine aval (Achères, $6{,}5.10_6$ eq-habitants). La filière de l'usine Seine centre (SEC) est composée d'une décantation physico-chimique accélérée suivie d'une étape de biofiltration permettant l'élimination des pollutions carbonée et azotée. La filière de l'usine Seine aval (SAV) est, jusqu'à aujourd'hui, composée d'une décantation simple suivie d'une épuration biologique réalisée par boues activées forte charge (élimination la pollution carbonée) puis d'un traitement par biofiltration permettant le traitement de l'azote. Ce traitement est complété par une déphosphatation physico-chimique tertiaire.

DCO versus COT dans les effluents de STEU

Diagrammes DCO versus COT

La figure 2 présente le diagramme DCO (exprimée en mg O_2/L) versus COT (exprimé en mg C/L) pour les eaux brutes et de rejets de STEU.

Les eaux sont celles des stations d'épuration Seine centre et Seine aval qui traitent les eaux produites par le bassin-versant parisien. Plus précisément, dans le cas de la station Seine aval, il s'agit de la fraction des eaux ayant subi une post-dénitrification sur les unités de biofiltration par Biofor® (10-30 % du volume rejeté). Les droites pointillées figurant sur chacun de ces diagrammes représentent le ratio médian.

Si ces représentations graphiques confirment l'existence d'une relation entre DCO et COT, elles mettent également en exergue la grande dispersion des points. Quelle que soit la matrice considérée - eaux brutes ou rejets - on note que le nuage de point s'écarte de manière relativement importante de la droite pointillée correspondant à l'application du ratio médian entre ces deux paramètres. Pour ces quatre jeux de données, les coefficients de détermination (R^2) sont compris entre 0,2 et 0,25 pour les eaux brutes et entre 0,35 et 0,48 pour les eaux de rejets.

Encadrements statistiques des ratios DCO/COT

La figure 3 présente, sous forme de boîtes à moustaches, les ratios DCO/COT calculés dans les eaux brutes et les eaux traitées des stations Seine centre et Seine aval entre 2003 et 2015, selon la station considérée. La boîte à moustaches est une représentation graphique qui donne des indications sur la tendance centrale des valeurs, leur variabilité et la symétrie de la distribution. Sur ce type de représentation figurent les 3 quartiles (Q1 [bord inférieur de la boîte], médiane [trait à l'intérieur

de la boîte] et Q3 [bord supérieur de la boîte]). Les 2 moustaches inférieure et supérieure, illustrées par les traits verticaux de part et d'autre de la boîte, délimitent les valeurs dites adjacentes qui sont déterminées à partir de l'écart interquartile (EIQ): Q3-Q1. Les deux intervalles sont calculés selon les formules suivantes: IQ1 = [Q1 - 1,5 x EIQ] pour la moustache inférieure et IQ3 = [Q3 + 1,5 x EIQ] pour la moustache supérieure. L'EIQ, illustré par la longueur de la boîte, constitue un indicateur fiable de la dispersion des valeurs. L'outil généralement utilisé pour comparer les dispersions de plusieurs effectifs est l'EIQ relatif calculé selon la formule suivante: EIQr = [EIQ/Médiane] x 100. Les différentes valeurs statistiques calculées pour la construction de la figure 3 sont synthétisées dans le tableau 1.

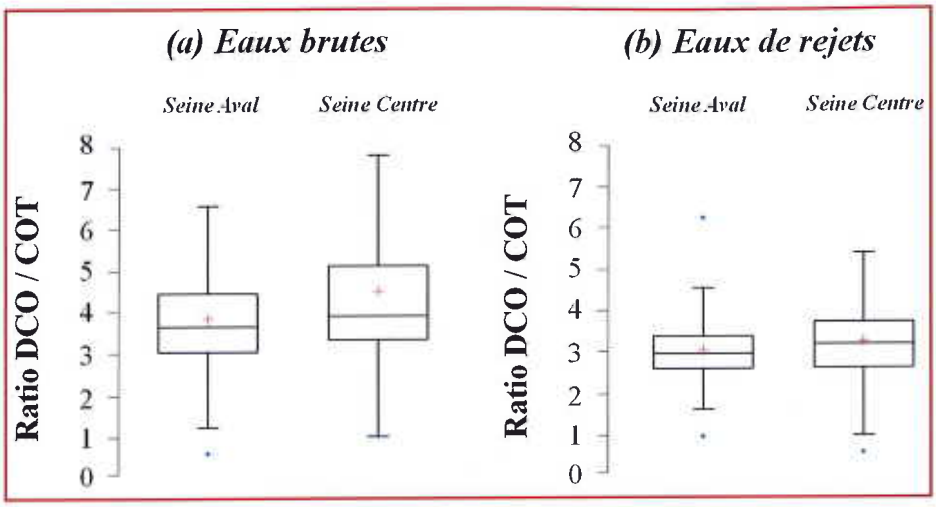


Figure 3: Représentation sous forme de boîtes à moustaches des ratios DCO versus COT pour les eaux brutes et traitées des usines Seine centre (Colombes) et Seine aval (Achères).

La figure 3 illustre la grande dispersion du ratio DCO/COT, déjà observée grâce aux diagrammes DCO versus COT. Les écarts interquartiles relatifs sont élevés puisque, selon la matrice considérée, ils sont compris en 25 et 45 % (tableau 1). À titre d'illustration, si on se focalise sur le cas des eaux brutes de Seine aval, cela signifie que le ratio DCO/COT sera 25 % du temps inférieur à 3,1 et 25 % du temps supérieur à 4,5! L'intercomparaison des eaux brutes et des eaux traitées semble montrer que la dispersion de ce ratio est légèrement moindre pour les eaux de rejets; l'EIQr étant compris entre 25 et 35 % alors qu'il est compris entre 35 et 45 % pour les eaux brutes. L'analyse de la figure montre également que les ratios DCO/COT semblent différents selon la matrice considérée. Pour les eaux brutes, les ratios médians sont de l'ordre de 3,7-3,9 alors qu'ils sont de 3,0-3,2 dans le cas des eaux de rejets. Pour chacune de ces deux usines, les ratios DCO/COT calculés pour les eaux brutes et de rejets ont été intercomparés. Les tests statistiques ont permis de confirmer que, pour ces deux usines, les ratios DCO/COT étaient significativement plus faibles dans les eaux de rejets que dans les eaux brutes (Excel Stat®, test Mann-Whitney, $\alpha = 0,05$).

Tableau 1 : Encadrement statistique des ratios DCO versus COT pour les eaux brutes et traitées des usines Seine centre (Colombes) et Seine aval (Achères)

	Eaux brutes		Eaux rejets	
	Seine aval	*Seine centre*	*Seine aval*	*Seine centre*
Nb. observations	1871	4190	278	4154
1er Quartile	3,1	3,4	2,6	2,7
Médiane	3,7	3,9	3,0	3,2
3ème Quartile	4,5	5,2	3,4	3,8
EIQr (%)	38	45	26	34
Moyenne	3,9	4,5	3,1	3,3
Ecart-type (n-1)	1,1	1,8	0,7	1,1
CV (%)	29	41	23	32

En conclusion, prudence est mère de sûreté...

Les mesures de la DCO et du COT permettent toutes deux de caractériser la matrice organique des eaux résiduaires urbaines. Mais, il faut garder à l'esprit qu'il ne s'agit pas de deux méthodes différentes qui permettent de mesurer un même paramètre mais bien de deux paramètres différents. La DCO, qui peut être rapprochée de la Demande Théorique en Oxygène (DTO), correspond à la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation complète des molécules constitutives de la matrice organique alors que le COT correspond à la quantité totale de carbone contenue dans la matrice organique. Et, deux molécules présentant des COT équivalents peuvent avoir des DCO très différentes selon leurs structures moléculaires. À titre d'illustration, le plus simple des acides carboxylique - l'acide formique (acide méthanoïque, CH_2O_2) - et le plus simple des alcools - le méthanol (CH_3OH) - contiennent la même quantité de carbone (COT identique) mais présentent des DCO très différentes; 0,3 gO_2/g pour l'acide formique et 1,5 gO_2/g pour le méthanol.

Bien évidemment, ce qui est vrai à l'échelle de la molécule l'est également pour les matrices organiques composées d'un ensemble de molécules organiques différentes (protéines, glucides, lipides). Le ratio DCO/COT est intrinsèquement dépendant de la composition moléculaire de la matrice organique. Autrement dit, une modification de la composition de l'effluent sera toujours susceptible de faire varier ce ratio.

En conclusion, cette courte note montre que dans le cas de matrices organiques complexes la relation entre ces deux paramètres est fluctuante. Établir un ratio unique et constant entre ces deux paramètres devient dès lors très complexe.

Ainsi, il semble que des études complémentaires soient nécessaires pour mieux cerner la correspondance entre ces deux paramètres pour les eaux résiduaires urbaines.

En particulier, il faudra s'attacher à étudier ce ratio pour des eaux usées issues de différents bassins-versants et ayant également subi des traitements différents en STEU. ■

EN BREF

• ***Eaux souterraines*: Des chercheurs de l'UQAM travaillent à la mise au point d'une méthode susceptible de déterminer l'âge de l'eau souterraine. Mieux la décrire peut permettre de mieux protéger cette ressource menacée par des pompages excessifs, la pollution et les changements climatiques. http://www.uqam.ca/**

• ***Sports d'eau vive*: Le CGEDD vient de publier un rapport consacré au développement des sports d'eaux vives en France et à leurs impacts positifs et négatifs sur les milieux aquatiques. Ce document est accessible à l'adresse: http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/009206-01_rapport_cle292466.pdf**

• ***Retenues d'eau*: Au début des années 2000, on recensait environ 125000 retenues de petite taille en France. Mais la création de retenues d'eau soulève de nombreuses questions notamment sur leurs impacts sur le milieu aquatique. Pour mieux appréhender leur impact, Irstea organise un colloque de restitution le jeudi 19 mai 2016 à Paris. https://impact-retenues.sciencesconf.org/program**