

# Suivi de la qualité biologique de l'eau dans les réseaux de distribution : Études de 4 communes en Pologne

## ABSTRACT

**Follow-up of the biological quality of the water in the distribution networks: studies of 4 municipalities in Poland.**

Water quality monitoring have been conducted in four drinking water treatment plants located near the town of Buślary, Rąbinko, Oborniki and Podstolice in Poland. Active biomass quantification by ATP measurement, through the use of the Quench-Gone Aqueous™ kit, has highlighted some microbiological drifts associated to the drinking water treatments and networks. Thus, biomass quantification is a suitable field tool for monitoring the water quality in the drinking water production and distributions systems.

Bogusław Wiera, Franciszek Pistelok, Tomasz Stuczyński, SGS Eko-Projekt Pologne (Pszczyna), Jean-Philippe Circla SGS France, Jean-Baptiste Poitelon, Aqua-tools (France)

Des suivis de la qualité de l'eau ont été réalisés dans quatre centres de production d'eau potable situés dans les villes de Buślary, Rąbinko, Oborniki et Podstolice en Pologne. La quantification de la biomasse active par ATPmètrie quantitative, à l'aide du kit Quench-Gone Aqueous™, a permis de mettre en évidence des dérives microbiologiques liées aux traitements et aux réseaux de distribution d'eau potable. Ainsi, la quantification de la biomasse constitue un outil de terrain adapté pour une surveillance de la qualité de l'eau dans les systèmes de production et de distribution d'eau potable.

**A**fin d'alimenter les populations en eau potable, l'eau captée dans l'environnement est traitée par différents procédés en fonction de la qualité de la ressource en eau à traiter (OMS 2008). L'objectif des différents procédés utilisés dans le traitement de l'eau potable est d'éliminer les microorganismes pathogènes présents dans l'eau. Toutefois, certains microorganismes présents dans les eaux à potabiliser peuvent entrer, passer au travers et se reproduire à l'intérieur des procédés de traitement (les milieux filtrants : charbon activé et sable) (Schreiber 1997 ; Hammes et al., 2008). Les réseaux de distribution peuvent également être impliqués dans la détérioration de la qualité de

l'eau. Les raisons pour lesquelles l'eau, après traitement, est sujette à une conta-

mination microbienne sont multiples. Ceci peut être la conséquence soit d'un acci-

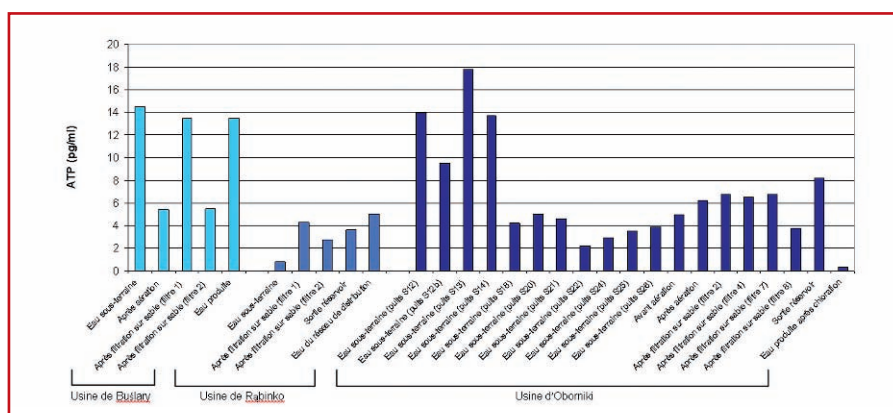


Figure 1 : Concentrations en cATP (ATP intracellulaire) aux différentes étapes des traitements des usines de Buślary, Rąbinko et d'Oborniki.

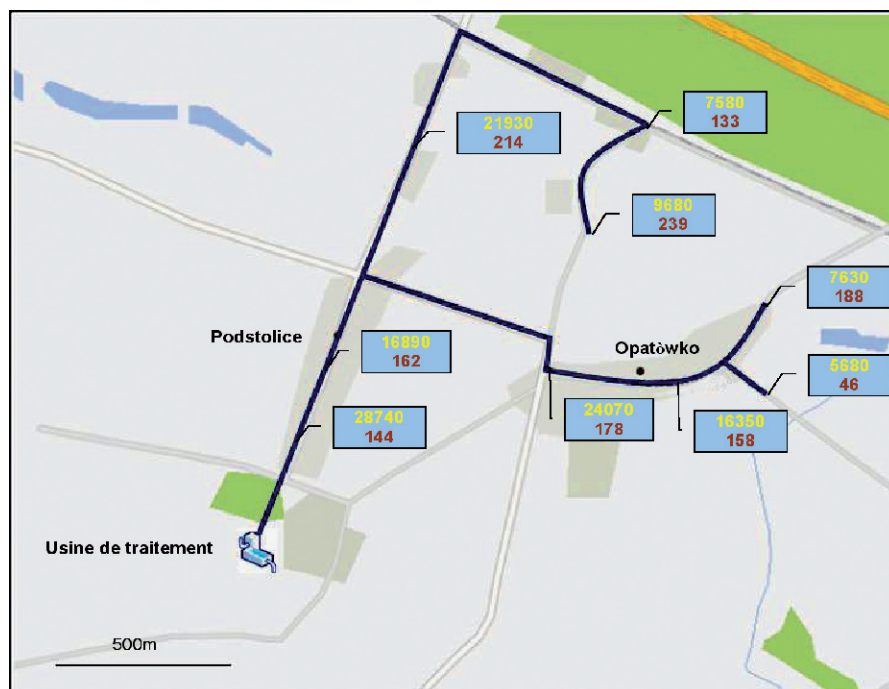
**Tableau 1 : Paramètres biologiques mesurés lors des deux campagnes analytiques**

Usines	Echantillons	ATP (pg/ml)	ATP (équivalent microbien/ml)	Germes totaux revivifiables à 22°C (UFC/ml)
Bušáry	Eau souterraine	14.52	14520	10
	Après aération	5.45	5450	16
	Après filtration sur sable (filtre 1)	13.47	13470	272
	Après filtration sur sable (filtre 2)	5.47	5466	30
	Eau produite	13.51	13510	3800
Rajbínko	Eau souterraine	0.83	830	0
	Après filtration sur sable (filtre 1)	4.32	4320	7
	Après filtration sur sable (filtre 2)	2.74	2740	4
	Sortie réservoir 2	3.6	3600	1
	Eau du réseau de distribution	5.01	5010	310
Oborníki	Eau souterraine (puits S12)	13.97	13970	24
	Eau souterraine (puits S12b)	9.533	9533	12
	Eau souterraine (puits S13)	17.79	17790	11
	Eau souterraine (puits S14)	13.7	13700	22
	Eau souterraine (puits S18)	4.222	4222	10
	Eau souterraine (puits S20)	5.045	5045	1
	Eau souterraine (puits S21)	4.62	4620	8
	Eau souterraine (puits S22)	2.204	2204	2
	Eau souterraine (puits S24)	2.921	2921	1
	Eau souterraine (puits S25)	3.532	3532	6
	Eau souterraine (puits S26)	3.877	3877	28
	Avant aération	4.992	4992	2
	Après aération	6.24	6240	2
	Après filtration sur sable (filtre 2)	6.771	6479	13
	Après filtration sur sable (filtre 4)	6.479	6771	54
	Après filtration sur sable (filtre 7)	6.745	6745	2
	Après filtration sur sable (filtre 8)	3.771	3771	1
	Sortie réservoir	8.205	8205	1
	Eau produite après désinfection	0.3452	345	0

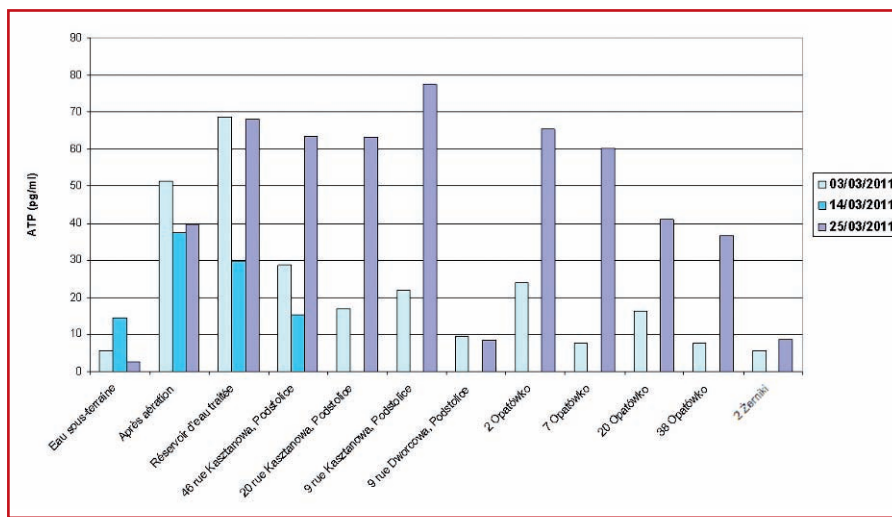
tribution peut être source d'épidémies hydriques (O'Connor 2002 ; Beaudéau et al., 2007). Ainsi, la maîtrise de la qualité de l'eau potable nécessite une stratégie de gestion des risques basée sur une approche globale à chaque étape de la chaîne de la production et de la distribution de l'eau potable.

La vérification de la qualité microbiologique de l'eau repose sur des indicateurs de contamination fécale et d'efficacité de traitement. Ces méthodes sont basées sur la faculté des bactéries à croître sur milieu de culture artificiel. Par conséquent, plusieurs limitations sont liées à cette méthode analytique : la difficulté à cultiver des bactéries stressées par les traitements ou le temps passé dans le réseau de distribution, l'interférence des résultats par la croissance de bactéries non ciblées, le temps de croissance élevé de certaines bactéries (Rompré et al., 2002 ; Tallon et al., 2005). Ce dernier point soulève une importante déficience des analyses microbiologiques de l'eau : le temps d'obtention des résultats. En effet, le délai minimal entre l'échantillonnage de l'eau et la communication des résultats bactériologiques est environ 24 heures. Selon les exigences réglementaires, ce délai peut même

dent d'exploitation au niveau des filières de traitements ou au niveau des infrastructures de stockage et de distribution (telles que des intrusions massives d'eaux contaminées dans le réseau dues à des retours d'eaux au niveau des branchements, à des ruptures de canalisation et des travaux), soit d'une multiplication des microorganismes dans le système de distribution (Delahaye et al., 2003 ; Beaudéau et al., 2007). Les microorganismes présents dans l'eau potable, peuvent coloniser le réseau de distribution et proliférer au sein de niches écologiques appelées biofilms (Le Chevallier et al., 1996). Par conséquent, une défaillance dans les systèmes de production et de distribution d'eau potable peut engendrer de graves conséquences sur la santé publique (Craun et al., 2006 ; Hruđey et al., 2006 ; Rizak et Hruđey 2007). Une protection insuffisante des captages, une déficience des traitements ou une mauvaise maintenance du réseau de dis-



**Figure 2 : Cartographie des concentrations en cATP (équivalent microbien/ml) en rouge et des comptages bactériens totaux à 22 °C (UFC/ml) dans l'eau potable du réseau de distribution de Podstolice/Opatówko.**



**Figure 3 : Concentrations en ATP de l'eau dans les systèmes de production et de distribution de Podstolice.**

être plus long dans certains cas où des analyses complémentaires sont nécessaires avant l'émission d'un avis aux autorités sanitaires. L'eau traverse donc le système de distribution et est consommée, avant qu'une évaluation ait été faite. De surcroît, le temps d'obtention des résultats ne permet pas une maîtrise des risques dans l'urgence. Par conséquent, l'évaluation de la qualité de l'eau potable nécessite de nouvelles méthodes analytiques rapides, sensibles et accessibles pour une application en routine.

La mesure de la biomasse active par ATPmètrie, à l'aide du kit Quench-Gone Aqueous™ commercialisé par Aqua-tools, est un test rapide et sensible qui permet de contrôler la qualité microbiologique de l'eau. L'objectif de cette étude a donc été d'appliquer cette méthode analytique en réalisant un suivi de la qualité biologique de l'eau dans

plusieurs systèmes de production et de distribution d'eau potable.

### Suivi de la qualité de l'eau dans les filières de traitement

Deux campagnes analytiques ont été réalisées : le 15 février 2011 pour l'usine alimentaire et le 20 avril 2011 pour les usines de Buślary et de Rańinko. Les trois centres de production traitent des eaux souterraines en mettant en œuvre plusieurs étapes successives de traitements : aération, filtration sur sable et désinfection au perchlorate de sodium. Les résultats des mesures d'ATP à l'aide du kit QGA™ et de dénombrement des germes totaux revivifiables à 22 °C (selon la norme PN-EN ISO 6222:2004) sont représentés dans le tableau 1 et la figure 1. Les concentrations d'ATP mesurées dans les eaux sous-terrai-

nes sont comprises entre 14,52 et 0,83 pg/ml soit 1450 et 830 équivalent microbien/ml (tableau 1). La faible biomasse et l'absence de germes totaux revivifiables à 22 °C dans l'échantillon d'eau souterraine de l'usine de Rańinko témoigne d'une bonne qualité biologique de l'eau brute. Après filtration, les résultats révèlent une augmentation des teneurs en ATP excepté pour le filtre 8 de l'usine de d'Oborniki. Ceci peut s'expliquer par une différence de hauteur du lit de sable entre le filtre 8 et les autres filtres. Les médias filtrants utilisés pour le traitement de l'eau potable peuvent être colonisés par les microorganismes présents dans l'eau traitée (Stewart et al., 1990 ; Leilei et al. 2008). Un tel développement microbien peut donc conduire à une augmentation de la biomasse après filtration. L'impact de la désinfection a pu être évalué pour l'usine d'Oborniki, montrant ainsi une diminution des concentrations d'ATP de 8,2 à 0,3 pg/ml soit 8200 à 300 équivalent microbien/ml. Ceci n'a pu être observé dans l'échantillon d'eau produite de l'usine Buślary puisqu'il s'agit d'une désinfection discontinue.

### Cartographie d'un réseau de distribution d'eau potable

Afin de suivre la qualité l'eau au cours de son transport, une cartographie de la qualité biologique de l'eau distribuée dans les villes de Podstolice et d'Opatówko a été réalisée le 3 mars 2011 (figure 2). L'eau potable alimentant ce réseau est produite à

**Tableau 2 : Paramètres biologiques mesurés lors des trois campagnes analytiques sur les systèmes de production et de distribution d'eau potable de la ville de Podstolice**

Echantillons	03/03/2011			14/03/2011			25/03/2011		
	ATP (pg/ml)	ATP (équivalent /ml)	Germes totaux revivifiables à 22°C (UFC/ml)	ATP (pg/ml)	ATP (équivalent/ml)	Germes totaux revivifiables à 22°C (UFC/ml)	ATP (pg/ml)	ATP (équivalent /ml)	Germes totaux revivifiables à 22°C (UFC/ml)
Eau souterraine	5.65	5650	0	14.62	14620	0	2.747	2747	121
Après aération	51.36	51360	279	37.43	37430	256	39.77	39770	>3000
Réservoir d'eau traitée	68.57	68570	224	29.73	29730	532	68.16	68160	>3000
46 rue Kasztanowa, Podstolice	28.74	28740	144	15.27	15270	191	63.38	63380	>3000
20 rue Kasztanowa, Podstolice	16.89	16890	162				63.11	63110	>3000
9 rue Kasztanowa, Podstolice	21.93	21930	214				77.3	77300	>3000
9 rue Dworcowa, Podstolice	9.68	9680	239				8.509	8509	182
2 Opatówko	24.07	24070	178				65.35	65350	>3000
7 Opatówko	7.58	7580	133				60.07	60070	>3000
20 Opatówko	16.35	16350	158				41.05	41050	>3000
38 Opatówko	7.63	7630	188				36.78	36780	>3000
2 Żerniki	5.88	5880	46				8.658	8658	>3000

partir d'une eau d'origine souterraine après une aération, une filtration sur sable et une désinfection. Cette dernière étape du traitement est réalisée par ajout de perchlorate de sodium directement dans le réseau de distribution en sortie de l'usine de Podstolice. Pour la majorité des points mesurés, les concentrations d'ATP diminuent avec la distance parcourue par l'eau dans le réseau. Une augmentation du temps de contact avec l'agent désinfectant peut être à l'origine d'une diminution de la biomasse dans l'eau au cours de son transport.

### Suivi temporel de la qualité biologique de l'eau

À travers trois campagnes analytiques, un suivi temporel de la qualité de l'eau a été réalisé sur les systèmes de production et de distribution d'eau potable de la ville de Podstolice. Les résultats, représentés figure 3 et tableau 2, révèlent une nette augmentation de la concentration en ATP et des germes totaux revivifiables à 22 °C au cours des traitements. Ceci suggère qu'une dégradation de la qualité de biologique de l'eau a lieu dans le système de production d'eau potable de l'usine de Podstolice. Lors de la dernière campagne, on observe une augmentation globale des concentrations d'ATP et des germes totaux revivifiables à 22 °C dans les échantillons prélevés dans la filière de traitement et dans ceux prélevés dans le réseau de distribution. Ce résultat indique un dysfonctionnement majeure dans la filière de produc-

tion d'eau potable nécessitant des actions correctives pour endiguer cette dérive.

### Conclusions

La mesure de la biomasse active par ATP-métrie quantitative a permis de réaliser le suivi de la qualité de l'eau dans les systèmes de production et de distribution d'eau potable et de mettre en évidence plusieurs zones à risque nécessitant des actions cor-

rectives. Cette méthode peut être appliquée dans le cadre d'une surveillance journalière des ouvrages et permet un suivi régulier de la qualité de l'eau potable dans les réseaux. La quantification de la biomasse à l'aide du kit QGA™ constitue une méthode simple, rapide et sensible. Une analyse peut être réalisée en quelques minutes seulement. Le kit QGA™ est directement applicable par les équipes de terrain. ■

### Références bibliographiques

- Beaudou, P., de Valk, H., Vaillant, V. and Mouly, D. (2007) Détection et investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution, approche intégrée environnementale et sanitaire. Institut National de Veille Sanitaire pp 1-108.
- Craun, M.F., Craun, G.F., Calderon, R.L. and Beach, M.J. (2006) Waterborne outbreaks reported in the United States. *Journal of Water and Health* 4: 19-30.
- Delahaye, E., Welté, B., Levi, Y., Leblon, G., and Montiel A. (2003) An ATP based method for monitoring the microbiological drinking water quality in a distribution network. *Water Research* 37:3689-3696
- Hammes, F., Berney, M., Wang, Y., Vital, M., Köster, O. and Egli, T. (2008) Flow-cytometric total bacterial cell counts as a descriptive microbiological parameter for drinking water treatment processes. *Water Research* 42: 269-277.
- Le Chevallier, M.W., Welch, N.J. and Smith, D.B. (1996) Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 2201-2211.
- Leilei, W., Wei, C. and Tao, L. (2008) Particle size distribution and property of bacteria attached to carbon fines in drinking water treatment. *Water Science and Engineering* 1: 102-111.
- O'Connor, D.R. (2002) Report of the Walkerton Inquiry: The Events of May 2000 and Related Issues. The Walkerton Inquiry, Toronto.
- OMS (2008) Guidelines for drinking-water quality: incorporating 1st and 2nd addenda, Vol.1, Recommendations – 3rd ed. OMS Press, Genève, Suisse.
- Rizak, S. and Hrudey, S.E. (2007) Achieving safe drinking water- risk management based on experience and reality. *Environmental Reviews* 15: 169-174.
- Rompré, A., Servais, P., Baudart, J., de Roubin, M.R. and Laurent, P. (2002) Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. *Journal of Microbiological Methods* 49: 31-54.
- Schreiber, H., Schoenen, D. and Traunspurger, W. (1997) Invertebrate colonization of granular activated carbon filters. *Water Research* 31: 743-748.
- Stewart, M.H., Wolfe, R.L. and Means E.G. (1990) Assessment of the bacteriological activity associated with granular activated carbon treatment of drinking water. *Annual Review of Microbiology* 56: 3822-3829.
- Tallon, P., Magdajna, B., Lofranco, C. and Leung K.T. (2005) Microbial indicators of fecal contamination in water: a current perspective. *Water, Air and Soil Pollution* 166: 139-166.

Sols - Sédiments - Déchets - Eaux souterraines & superficielles - Air

**La fiabilité de vos diagnostics environnementaux dépend de vos outils !**

Venez les découvrir sur **Pollutec 201**, stand n° E 184

Visual Modflow, Aquifer Test...  
Logiciels par Schlumberger WATER SERVICES

Enregistreurs piézométriques  
DIVER par Schlumberger WATER SERVICES

Humidimètres sols & matériaux

**SDEC** Solutions technologiques pour l'environnement  
SDEC France - Z.I. de la Gare - BP 27 Tauxigny - 37310 Reignac sur Indre - France  
Tél: 02 47 94 10 00 - Fax: 02 47 94 17 13 - e-mail: info@sdec-france.com  
Découvrez nos équipements sur: [www.sdec-france.com](http://www.sdec-france.com)