



HAL
open science

Mesure de la capacité d'oxygénation en eau claire du dispositif d'aération de la station d'épuration d'Izon (33)

Jacky Vedrenne, Yvan Racault

► To cite this version:

Jacky Vedrenne, Yvan Racault. Mesure de la capacité d'oxygénation en eau claire du dispositif d'aération de la station d'épuration d'Izon (33). [0] Compte rendu n°127, IRSTEA. 2002, 24 p. hal-02607119

HAL Id: hal-02607119

<https://hal.inrae.fr/hal-02607119>

Submitted on 6 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Public Domain Mark 4.0 International License

MESURE DE LA CAPACITE D'OXYGENATION EN EAU CLAIRE DU DISPOSITIF D'AERATION DE LA STATION D'EPURATION D'IZON (33)

Le 24/01/2002

VEDRENNE Jacky
RACAULT Yvan

Département Gestion des milieux aquatiques
Unité de recherche Qualité des Eaux

Groupement de Bordeaux
50, avenue de Verdun
Gazinet
33612 Cestas Cedex

Tél : 05 57 89 08 00 - Fax : 05 57 89 08 01
<http://www.cemagref.fr>

*Compte rendu n°127
février 2002*

SOMMAIRE

TABLES DES ILLUSTRATIONS.....	3
TABLEAUX	3
FIGURES	3
LISTE DES ANNEXES	4
1. PRINCIPE DE LA MESURE : REOXYGENATION EN EAU CLAIRE	5
2. CONDITIONS DES MESURES	7
2.1. BASSIN D'AERATION	7
2.2. AERATEURS	7
2.2.1. <i>Diffuseurs d'air</i>	7
2.2.2. <i>Fourniture de l'air</i>	7
2.3. AGITATEUR	9
2.4. APPAREILS DE MESURE ET CARACTERISTIQUES DES POINTS DE MESURE	9
2.4.1. <i>L'analyseur de puissance électrique</i>	9
2.4.2. <i>Le courantomètre</i>	9
2.4.3. <i>Les oxymètres</i>	9
3. RESULTATS	10
3.1. CONSOMMATION ELECTRIQUE	10
3.2. MESURES DES VITESSES DE COURANT D'EAU	11
3.3. EFFICACITE DU BRASSAGE	12
3.4. CAPACITE D'OXYGENATION	13
3.4.1. <i>Conditions des mesures</i>	13
3.4.2. <i>Résultats des mesures d'oxygénation</i>	13
4. CONCLUSION	14

TABLES DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

<i>tableau 1 : Dimensions communiquées par le constructeur</i>	7
<i>tableau 2 : Dimensions mesurées in situ par le Cemagref</i>	7
<i>tableau 3 : Résultats des mesures de vitesse de rotation et de pression de refoulement des surpresseurs</i>	8
<i>tableau 4 : Position des points de mesure d'oxygène dissous dans le bassin d'aération</i>	9
<i>tableau 5 : Mesures de la consommation électrique de l'agitateur</i>	10
<i>tableau 6 : Mesures de la consommation électrique des couples moteurs-surpresseurs</i>	10
<i>tableau 7 : Résultats des mesures de vitesse de courant d'eau en l'absence d'aération</i>	11
<i>tableau 8 : Résultats des mesures de vitesse de courant d'eau en présence d'aération</i>	12
<i>tableau 9 : Résultats des KLa, A.H. et A.S.B.</i>	13
<i>tableau 10 : Conditions des mesures durant l'essai</i>	14
<i>tableau 11 : Résultats des mesures</i>	14

FIGURES

<i>figure 1 : Evolution des puissances actives de l'agitateur durant 12 minutes en présence d'aération</i>	10
<i>figure 2 : Profil des vitesses de courant d'eau sans aération</i>	11
<i>figure 3 : Profil des vitesses de courant d'eau avec aération</i>	12
<i>figure 4 : Schéma du bassin d'aération, positions des barres porteuses des sondes oxymétriques (A et B) et de l'agitateur</i>	16
<i>figure 5 : Vue en plan du bassin d'aération</i>	17

LISTE DES ANNEXES

<i>annexe 1 : Schéma, plan et photos du bassin d'aération</i>	<i>16</i>
<i>annexe 2 : Certificats d'essai des surpresseurs</i>	<i>18</i>
<i>annexe 3 : Courbes de réoxygénation</i>	<i>21</i>

1. PRINCIPE DE LA MESURE : REOXYGENATION EN EAU CLAIRE

Le bassin d'aération étant rempli d'eau propre, l'aérateur est mis en fonctionnement en continu.

La concentration d'oxygène dissous est amenée à zéro par addition de sulfite de sodium anhydre en poudre en présence de chlorure de cobalt.

Pendant la marche de l'aérateur, la variation de la concentration d'oxygène est observée en différents points du bassin. En même temps, la température θ de l'eau est notée.

Les puissances absorbées « Pb » des aérateurs et des agitateurs sont mesurées au compteur EDF ou à l'aide d'un analyseur d'énergie.

La concentration d'oxygène évolue suivant l'équation :

$$\frac{dC}{dt} = K_L a (C_S - C)$$

avec :

t : le temps

C : la concentration d'oxygène dissous à l'instant t

C_S : la concentration d'oxygène à saturation à la température θ

$K_L a$: le coefficient de transfert (caractéristique du couple aérateur-bassin pour une température donnée θ). Il s'exprime en heure⁻¹.

De cette équation, on peut tirer :

$$\ln (C_S - C) = \ln (C_S - C_0) - K_L a \cdot t$$

L'apport horaire d'oxygène en eau propre (A.H.), à la température θ et à la concentration d'oxygène nulle est :

$$A.H. (kg O_2/h) = K_L a (h^{-1}) \cdot C_S (mg/L) \cdot V (m^3) \cdot 10^{-3}$$

où V représente le volume du bassin.

V et C_S sont fixés par les conditions de l'expérience. Pour déterminer $K_L a$, on trace la courbe $\ln (C_S - C) = f(t)$, en retenant seulement les valeurs de C comprises entre 0,1 C_S et 0,7 C_S . Cette courbe est une droite dont la pente est $-K_L a$.

Les valeurs de C_s sont déterminées par dosage chimique (méthode de Winkler) et vérifiées dans la table de solubilité de l'oxygène dans l'eau douce de MORTIMER norme AFNOR NF T 90-032.

Dans le cas des dispositifs d'insufflation d'air, la valeur de saturation est fonction de la surpression due à la colonne d'eau telle que :

$$(C_s)_{P+\Delta P, \theta} = (C_s)_{P, \theta} \frac{P + \Delta P - p}{P - p}$$

avec :

P : pression normale (1013 hPa),

ΔP : surpression de la colonne d'eau (hPa),

θ : température de l'eau (°C),

p : pression de vapeur d'eau en contact avec l'air à la température θ (hPa),

$(C_s)_{P+\Delta P, \theta}$: valeur de saturation dans le bassin à la température θ (mg/L),

$(C_s)_{P, \theta}$: valeur de saturation théorique à la température θ et à la pression atmosphérique P (mg/L).

$(C_s)_{P+\Delta P, \theta}$, mesuré par dosage chimique Winkler, P et θ sont mesurés

$(C_s)_{P, \theta}$ est relevé dans la table de MORTIMER (Norme NF T 90-032)

d'où ΔP s'en déduit.

La connaissance de ΔP permet de déterminer la valeur de saturation à des conditions de température et de pression autres que celles régnant lors de la mesure de C_s par dosage chimique.

L'apport spécifique brut d'oxygénation à la température θ en eau propre et à concentration d'oxygène nulle est :

$$A.S.B. (kg O_2/kWh) = \frac{AH(kg O_2/h)}{Pb(kW)}$$

avec P_b : puissance brute absorbée au compteur EDF de la station ou à l'aide d'un analyseur d'énergie.

Le rendement d'oxygénation (R.O.) : Quantité d'oxygène transféré par heure par la quantité d'oxygène insufflé par heure (%). Dans les conditions de pression et température de l'air de l'essai, R.O s'écrit :

$$R.O. = \frac{AH}{\rho \cdot Q_{air} \cdot 0,21}$$

avec :

ρ : masse volumique de l'oxygène à 1013 hPa et 0°C ($\rho = \frac{32}{22,4} = 1,429$)

Q_{air} : étant exprimé à 1013 hPa et 0°C (Nm³/h).

Ce rendement est rapporté à la hauteur d'immersion des diffuseurs (R.O./h immersion)

2. CONDITIONS DES MESURES

Constructeur de la station d'épuration : S.N. WANGNER ASSAINISSEMENT S.A.

2.1. BASSIN D'AERATION

Il s'agit d'un chenal circulaire avec au centre un pilier de soutien de la passerelle de 1100 mm de diamètre (voir schéma en annexe 1)

tableau 1 : Dimensions communiquées par le constructeur

Rayon total couvrant l'ensemble (m)	9,375
Rayon couvrant le noyau central (m)	0,55
Hauteur théorique d'eau (m)	4,35
Volume d'eau théorique du bassin d'aération (m ³)	1201

tableau 2 : Dimensions mesurées in situ par le Cemagref

Rayon couvrant le noyau central (m)	0,55
Largeur du « chenal circulaire » (m)	8,83
Hauteur mesurée d'eau (m)	4,385
Volume d'eau calculé du bassin d'aération (m ³)	1207

Les mesures du Cemagref ont été effectuées à l'aide d'un télémètre laser de marque Leica et de type DISTO.

2.2. AERATEURS

2.2.1. Diffuseurs d'air

La fonction d'aération est assurée par un ensemble de 3 raquettes de 104 diffuseurs EUROPELEC (voir la répartition sur le schéma en annexe 1) permettant une insufflation d'air par fines bulles. Les diffuseurs sont installés à 20 cm du radier et la surface occupée par une raquette est de 14,85 m².

2.2.2. Fourniture de l'air

Trois surpresseurs identiques AERZEN dont un en secours, permettent l'alimentation en air du dispositif d'insufflation. L'essai a été réalisé avec les surpresseurs n°1 et n°2.

Les caractéristiques techniques des surpresseurs communiquées par le constructeur (fiche technique AERZEN) sont les suivantes :

Type	: GM15L Delta DN 100
Débit normal à 0°C et 1013 mbar (Nm ³ /h)	: 603
Pression différentielle (bar)	: 0,60
Puissance absorbée aux bornes du moteur (kW)	: 15
Vitesse nominale de rotation du surpresseur (tr/mn)	: 3315

Les surpresseurs sont entraînés par des moteurs AERZEN aux caractéristiques techniques suivantes :

Type	: AM 160 LZAZ04Y4
Vitesse de rotation (tr/mn)	: 2930
Puissance moteur installée (kW)	: 18,5
Facteur de puissance	: 0,87 - 0,89

Les mesures de conditions de fonctionnement des surpresseurs n°1 et n°2 effectuées par le Cemagref ont donné les résultats reportés sur le tableau 3.

tableau 3 : Résultats des mesures de vitesse de rotation et de pression de refoulement des surpresseurs

	Surpresseur n°1	Surpresseur n°2
Vitesse de rotation (tr/mn)	3310	3293
Pression de refoulement (Pa)	(0,39*)	0,45*

*Indications lues sur les manomètres des conduites de refoulement des surpresseurs à une température ambiante de 15,9 °C et une humidité relative de 59,7 %.

Le manomètre du surpresseur n°1 indique une pression légèrement plus faible que la hauteur d'eau dans le bassin (4,185 m d'eau au dessus des diffuseurs ce qui représente 410,4 hPa). Ce phénomène a déjà été observé sur d'autres sites et pourrait s'expliquer par la distribution du flux d'air dans les canalisations mais aussi par le manque de précision des manomètres installés.

2.3. AGITATEUR

La circulation de l'eau dans le chenal est assurée par un propulseur à hélice ABS aux caractéristiques suivantes :

Type de propulseur	:	SB 2025 A 40/4
Puissance installée du moteur (kW)	:	4
Type de l'hélice	:	Pale banane
Diamètre de l'hélice (m)	:	2,0
Vitesse de rotation de l'hélice (tr/mn)	:	63
▪ distance paroi interne du chenal (m)	:	5,88
▪ angle axe rotation*	:	20° (selon plan d'exécution)
Distance axe du moteur-radier (m)	:	1,325 (selon plan d'exécution)

* angle par rapport à la normale du rayon des parois circulaires du chenal passant par le moteur du propulseur et mesuré dans le sens inverse du sens trigonométrique.

2.4. APPAREILS DE MESURE ET CARACTERISTIQUES DES POINTS DE MESURE

2.4.1. L'analyseur de puissance électrique

La puissance absorbée par les surpresseurs et l'agitateur a été mesurée sur les trois phases au moyen d'un analyseur d'énergie de marque DOSSENA et de type MULTIVER 3S.

2.4.2. Le courantomètre

Les mesures de vitesse de courant d'eau ont été réalisées à l'aide d'un courantomètre électromagnétique FLOMATE de marque COMETEC.

Elles ont été réparties en 20 points sur la largeur et la hauteur d'une même section et se sont déroulées en l'absence et en présence d'aération. La section où les mesures ont été réalisées se situe le long de la passerelle, côté amont, comme indiqué sur le schéma en annexe 1.

2.4.3. Les oxymètres

Les mesures ont été réalisées en 6 points à l'aide d'électrodes perméables à l'oxygène dissous fixées sur des barres métalliques à des profondeurs différentes. Ces barres ont été fixées contre un bord de la passerelle supportant le propulseur et réparties sur la largeur, (voir tableau 4 et schéma en annexe 1). Les oxymètres (YSI modèle 57) ont été calibrés sondes en place dans le bassin, sur la valeur de saturation en oxygène préalablement vérifiée par la méthode de dosage Winkler.

tableau 4 : Position des points de mesure d'oxygène dissous dans le bassin d'aération

Identification des barres	Numéro du point	Distance du fond (m)	Distance du pilier central (m)
A	1	0,90	4,67
	2	2,70	4,67
	3	3,70	4,67
B	4	0,73	8,05
	5	2,13	8,05
	6	3,53	8,05

3. RESULTATS

3.1. CONSOMMATION ELECTRIQUE

La mise en service de l'aération a peu d'influence sur la puissance active de l'agitateur (tableau 5). On trouvera sur la figure 1 les faibles fluctuations de puissance absorbée de l'agitateur en présence d'aération.

tableau 5 : Mesures de la consommation électrique de l'agitateur

	Sans aération	Avec aération
Puissance active (kW)	3,72	3,67
Facteur de puissance	0,843	0,858
Intensité (A)	6,4	6,3
Tension (V)	403,7	389,9

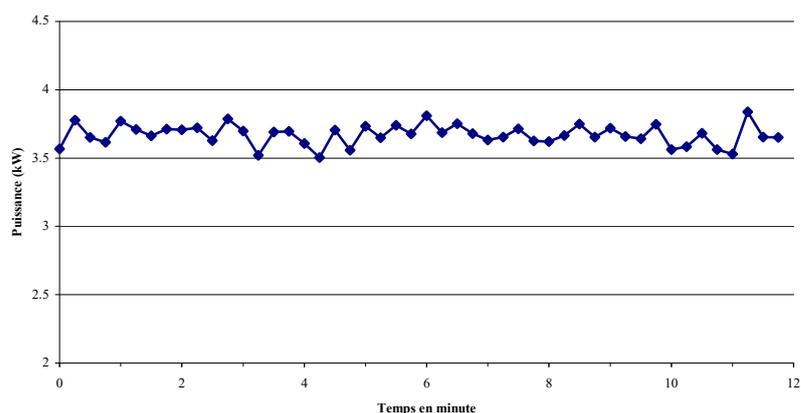


figure 1 : Evolution des puissances actives de l'agitateur durant 12 minutes en présence d'aération

Les puissances électriques absorbées par les surpresseurs, mesurées par le Cemagref sont reportées sur le tableau 6.

tableau 6 : Mesures de la consommation électrique des couples moteurs-surpresseurs

	Surpresseur n°1	Surpresseur n°2
Puissance active (kW)	13,81	13,72
Facteur de puissance	0,84	0,83
Intensité (A)	24,5	24,4
Tension (V)	388,8	390,4

3.2. MESURES DES VITESSES DE COURANT D'EAU

Les résultats des mesures de vitesse de courant d'eau **en absence d'aération** sont reportés sur le tableau 7 et sur la figure 2.

tableau 7 : Résultats des mesures de vitesse de courant d'eau en l'absence d'aération

Distance à la paroi interne (m)	0,5	2,44	4,38	6,32	8,26
Immersion (m)	cm/s				
0,5	5	23	45	54	54
1,62	3	21	32	46	57
2,74	2	12	30	52	56
3,86	0	10	28	53	65
Vitesse moyenne sur une verticale	2,5	16,5	33,8	51,3	58,0
<i>Vitesse moyenne sur l'ensemble de la section</i>	32,4				

La vitesse moyenne sur l'ensemble de la section est de 32,4 cm/s.

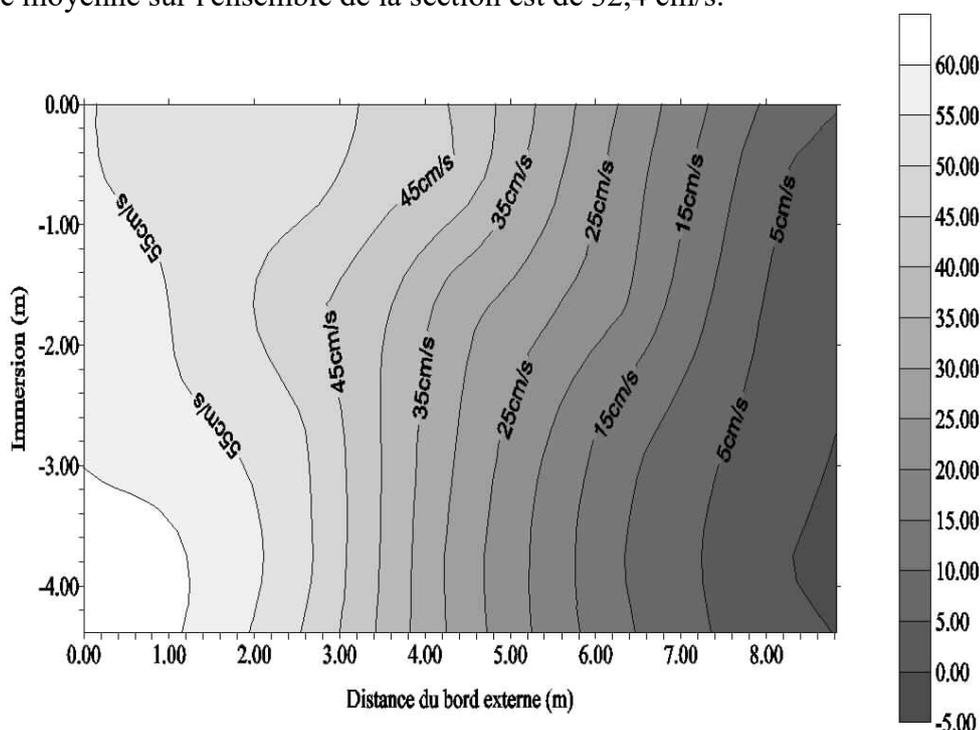


figure 2 : Profil des vitesses de courant d'eau sans aération

Avec ce type de bassin circulaire que l'on peut qualifier de « faux chenal » on retrouve une répartition des vitesses régulières avec un accroissement depuis la paroi centrale. Pour la tranche d'eau passant au dessus des diffuseurs la vitesse moyenne dépasse nettement 30 cm/s.

Les résultats des mesures de vitesse de courant d'eau **en présence d'air** sont reportés sur le tableau 8 et la figure 3

tableau 8 : Résultats des mesures de vitesse de courant d'eau en présence d'aération

Distance à la paroi interne (m)	0,5	2,44	4,38	6,32	8,26
Immersion (m)	cm/s				
0,5	27	12	15	31	42
1,62	0	20	30	28	44
2,74	-1	27	46	44	37
3,86	2	38	54	35	42
Vitesse moyenne sur une verticale	7,0	24,3	36,3	34,5	41,3
<i>Vitesses moyenne sur l'ensemble de la section</i>	28,7				

En présence d'aération la vitesse moyenne est de 28,7 cm/s, ce qui représente une baisse de la vitesse moyenne de 11,4 %, avec présence de courants très faibles à négatifs à proximité du bord intérieur.

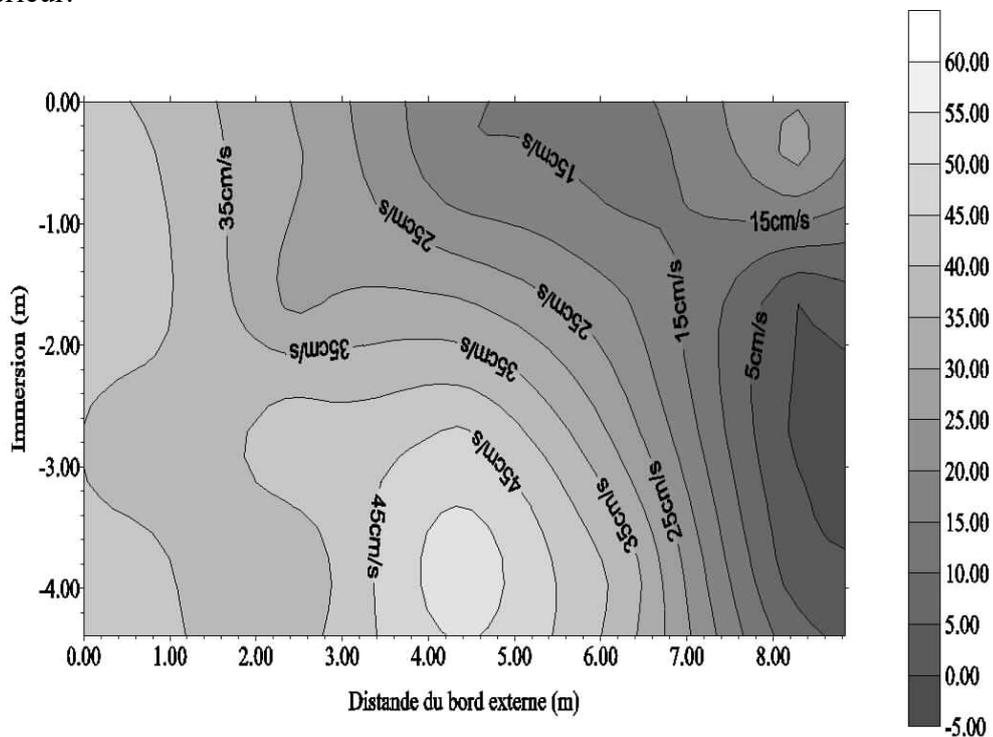


figure 3 : Profil des vitesses de courant d'eau avec aération

3.3. EFFICACITE DU BRASSAGE

La puissance spécifique relative de l'agitateur est de $3,0 \text{ W/m}^3$ en l'absence d'aération.

Le ratio (vitesse moyenne)²/puissance spécifique ressort donc à $(32,4)^2/3,0 = 350$ en l'absence d'aération. Le bassin étant de type « faux chenal » avec un très faible rayon de courbure intérieur cette valeur est fournie à titre indicatif. Il est en effet difficile dans ce cas de positionner le résultat par rapport à des valeurs guides.

3.4. CAPACITE D'OXYGENATION

3.4.1. Conditions des mesures

L'essai a été réalisé avec les surpresseurs n°1 et n°2 et l'agitateur en fonctionnement.

Hauteur d'eau (mesure Cemagref lors de l'essai)	:	4,385 m
Immersion des diffuseurs	:	4,185 m
Volume d'eau	:	1207 m ³
Pression atmosphérique locale	:	1014 hPa
Température de l'eau	:	6,8°C
C _s à 1014 hPa et 6,8 °C relevé sur la table de Mortimer	:	12,2 mgO ₂ /L
C _s Winkler	:	14,0 mgO ₂ /L
Débit d'air normal à 0°C et 1013 mbar (somme 2 surpresseurs)*	:	1267 Nm ³ /h
Puissance totale absorbée (surpresseurs + agitateur)	:	31,20 kW
Puissance spécifique (surpresseurs + agitateur)	:	26 W/m ³
Chlorure de cobalt ajouté	:	3,6 kg
Sulfite de sodium ajouté	:	200 kg
Conductivité de l'eau compensée à 20°C après essai	:	600 µS.cm ⁻¹
pH de l'eau après essai	:	8,4

* données AERZEN (obtenues à partir des compte rendus d'essais du matériel en usine, annexe 2), mesure sur site impossible.

3.4.2. Résultats des mesures d'oxygénation

Les courbes de réoxygénation $\ln(C_s - C) = f(t)$ de l'essai sont reportées dans les figures de l'annexe 3.

tableau 9 : Résultats des KLa, A.H. et A.S.B.

Point	K _L a (h ⁻¹)	Ecart a la moyenne (%)	R ²	A.H. (kg O ₂ /h)	A.S.B. (kg O ₂ /kWh)
POINT N°1	4,67	-4,40	0,9993	78,96	2,53
POINT N°2	5,17	5,87	0,9995	87,44	2,80
POINT N°3	4,96	1,46	0,9994	83,80	2,69
POINT N°4	4,97	1,71	0,9995	84,00	2,69
POINT N°5	4,71	-3,55	0,9995	79,66	2,55
POINT N°6	4,83	-1,10	0,9996	81,68	2,62
MOYENNE	4,89	3,01	0,9995	82,59	2,65

4. CONCLUSION

Les résultats des mesures de capacité d'oxygénation réalisées en eau claire à la station d'épuration de Izon le 24/01/2002 peuvent être synthétisés comme suit :

tableau 10 : Conditions des mesures durant l'essai

Conditions des mesures						
Volume du bassin (m ³)	Appareillages en service	Hauteur d'eau (m)	Immersion des diffuseurs (m)	Température de l'eau (°C)	Débit d'air par diffuseur (Nm ³ /(h.diffuseur))	Puissance totale absorbée (kW)
1207	2 surpresseurs + 1 agitateur	4,385	4,185	6,8	4,06	31,2

tableau 11 : Résultats des mesures

Résultats			
Puissance spécifique (W/m ³)	Apport horaire (kgO ₂ /h)	Apport spécifique brut (kgO ₂ /kWh)	Rendement en O ₂ par m d'immersion %
26	82,59	2,65	5,2

ANNEXES

ANNEXE 1 : SCHEMA, PLAN ET PHOTOS DU BASSIN D'AERATION

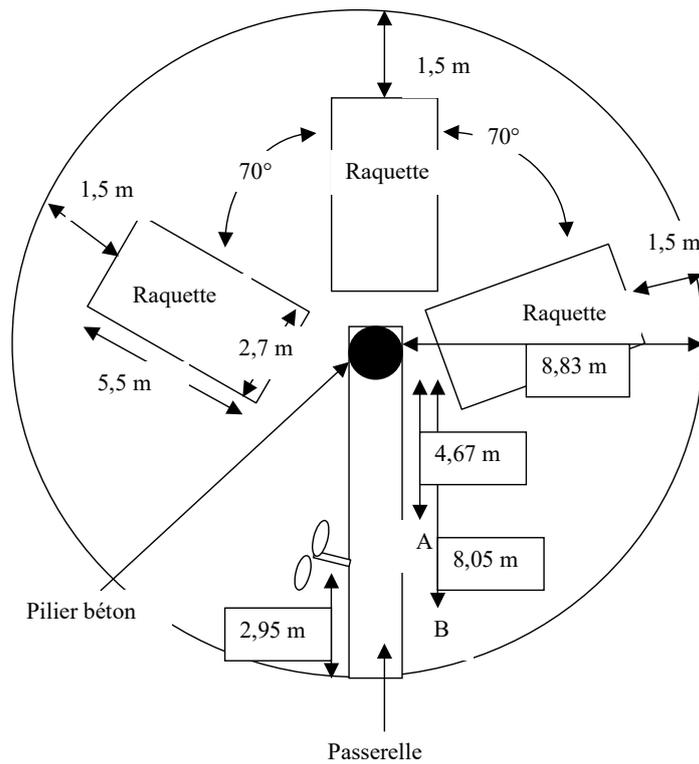


figure 4 : Schéma du bassin d'aération, positions des barres porteuses des sondes oxymétriques (A et B) et de l'agitateur



photographie 1 : Champs de bulles durant la mesure de la capacité d'oxygénation en eau claire du dispositif d'aération de la station d'épuration d'Izon (33)

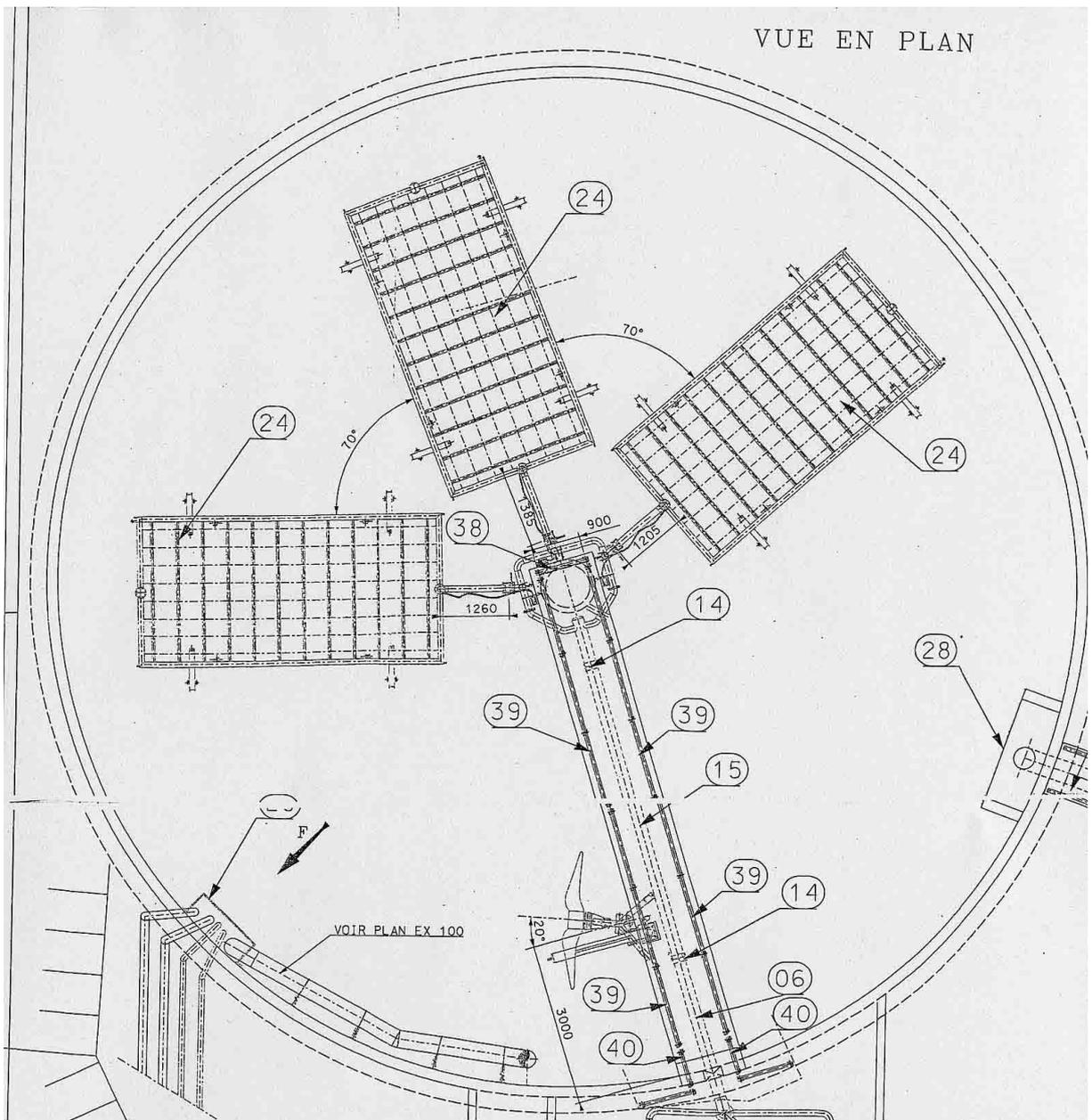


figure 5 : Vue en plan du bassin d'aération

ANNEXE 2 : CERTIFICATS D'ESSAI DES SURPRESSEURS

FEB. 2002 13:20 Date / Date / Date		AERZEN FRANCE 01 46 66 00 61 49 3124 01207		 AERZEN	N° 649 machine P. 3'ik GmbH seit 1864						
Prüfschein test report certificat d'essai		Formelzeichen / interpretation of signs / symbole DIN 1845 (ISO 1217)			Reherweg 28 · D-31855 Aerzen Telefon: 0 51 54 / 8 10 Telefax: 0 51 54 / 8 11 91 E-mail: info@aerzener.de http://www.aerzener.com						
<input checked="" type="checkbox"/> Gebläse blower surpresseur		<input type="checkbox"/> Verdichter compressor compresseur		Typ / type / type GM 15 L		FEINR / serial no. / n° de fabrication 792310		KANR / purchase order no. / n° de commande 60-120702-00			
Hersteller / constructeur / constructeur Aerzen France S.A.R.L. Zone Industrielle				Volumen pro Umdrehung q_v volume per rotation q_v volume per révolution q_v 4,140 <small>dm³/Umdr.</small>		Getriebeübersetzung i <small>z1/z2</small> gear transmission i multiplicateur i					
Bestelldaten order data dates d'ordre 1A/210-11/187/WR				Luftdruck P_0 air pressure P_0 pression d'air P_0 1005 <small>mbar</small>							
Ansaugvolumen V intake volume V débit aspiré V 10,09 <small>m³/min</small>		Ansaugdruck P_1 intake pressure P_1 pression d'aspiration P_1 1,000 <small>bar</small>		Endüberdruck P_2 discharge overpressure P_2 surpression de refoulement P_2 0,000 <small>bar</small>		Druckunterschied $P_2 - P_1$ pressure difference $P_2 - P_1$ pression différentielle $P_2 - P_1$ 600 <small>mbar</small>		Fördermedium conveying medium milieu Luft			
Ansaugtemperatur t_1 intake temperature t_1 température de refoulement t_1 15,00 <small>°C</small>		Leistung bei der Verdichtung P_{cl} power consumption on the coupling P_{cl} puissance absorbée à l'arbre du comp. P_{cl} 15,00 <small>kW</small>		Antriebsdrehzahl n_{rot} driving speed n_{rot} vitesse d'entraînement n_{rot} 3315 <small>1/min</small>		Hauptdrehzahl n_{rot} main rotor speed n_{rot} vitesse de rotor principale n_{rot} 3315 <small>1/min</small>		Dichte bei Ansaugzustand ρ_1 density at intake conditions densité aux cond. d'aspiration ρ_1 1,200 <small>kg/m³</small>			
Durchflussrichtung direction of flow sensé de passage		Index V = Versuch = test = essai									
Meßwerte measuring values valeurs mesurées				Auswertung evaluation évaluation				Betriebsfall/Case A			
$P_{1,v}$ <small>bar</small> 0,544				$P_{1,v}$ <small>mbar</small> 461							
$P_{2,v}$ <small>bar</small> 0,006				$P_{2,v}$ <small>mbar</small> 1011							
Blende orifice Aerafen DIN EN ISO 5187-1 mm Ø 50				$P_2 - P_1$ <small>mbar</small> 550							
ΔP_v <small>mm WG</small> mm WS 167				$\rho_{1,v}$ <small>kg/m³</small> 0,518							
$t_{1,v}$ <small>°C</small> 37				$T_{1,v}$ <small>K</small> 310							
$t_{2,v}$ <small>°C</small> 147				$\dot{V}_{1,v}$ <small>m³/min</small> 8,22							
$n_{v,v}$ <small>1/min</small> 2975				$\dot{V}_{2,v}$ <small>m³/min</small> 12,32							
F_v <small>kg N</small> 12,36				$n_{HK,v}$ <small>1/min</small> 2975							
$P_{10,v}$ <small>kW</small> 13,43				$P_{K4,v}$ <small>kW</small> 12,36							
$t_{3,v}$ <small>°C</small> 0,92				η_m 0,92							
$t_{4,v}$ <small>°C</small> 4,10				$\dot{V}_{ver,v}$ <small>m³/min</small> 4,10							
$P_{0,v}$ <small>bar</small> 0,67				$\dot{V}_{tot,v}$ <small>m³/min</small> 0,67							
Meßwerte umgerechnet auf Bestelldaten measuring values converted into order data valeurs mesurées converties en dates d'ordre											
$\dot{V}_{tot,um}$ 0,80		$\dot{V}_{ver,um}$ 2,81 <small>m³/min</small>		$\dot{V}_{1,um}$ 13,72 <small>m³/min</small>		$\dot{V}_{2,um}$ 10,91 <small>m³/min</small>		η 8,13 <small>%</small>		$P_{K4,um}$ 15,02 <small>kW</small>	
										$P_{K1,um}$ 0,13	
Maximale Erprobungsdaten Maximum test data Dates d'essai maximale				Blende orifice écran				ES LS			
P_1 <small>bar</small> t_1 <small>max</small> <small>°C</small> n_{rot} <small>max</small> <small>1/min</small>		P_2 <small>bar</small> t_2 <small>max</small> <small>°C</small>		HK		ND		ND		ND	
Datum Date Date 18.02.2002		Gemessen Measured Mesure		Ausgewertet Evaluated Évalue		P_0		ΔP_v		$P_{M1,v}$	
Name Name Nom Fichtel						$t_{1,v}$		$P_{M2,v}$		$t_{2,v}$	
Bemerkungen Remarks Remarques						Stempel für Druckprobe Stamp for pressure test Cachet pour essai de pression		Förderraum kontrolliert conveying chamber controlled chambre de compression contrôlée		Förderraum kontrolliert conveying chamber preserved chambre de compression préservée	

REV. 2002 13:20:37

AERZEN FRANCE 01 46 66 00 61

N°649 techn. P. 21k GMBH

Typ / type / type

49 5154 81589



seit 1864
Reherweg 28 · D-51655 Aerzen
Telefon: 0 51 54 / 8 10
Telefax: 0 51 54 / 8 11 91
E-mail: info@aerzen.de
http://www.aerzen.com

Prüfschein
test report
certificat d'essai

Formelzeichen / interpretation of signs / symbole
DIN 1945 (ISO 1217)

<input checked="" type="checkbox"/> Gebläse blower soupleuseur	<input type="checkbox"/> Verdichter compressor compresseur	Typ / type / type GM 15 L	FBNR / serial no. / n° de fabrication 792309	KANR / purchase order no. / n° de commande 60-120702-00
Besteller / customer / commandant Aerzen France S.A.R.L. Zone Industrielle		Volumen pro Umdrehung q _v volume par rotation q _v volume par révolution q _v 4,140 dm³/Umdr.		Getriebeübersetzung i _z /i _h gear transmission i multiplicateur i

Bestelldaten order data dates d'ordre 1A/210-11/187/WR	Lüftdruck P ₀ air pressure P ₀ pression d'air P ₀ 1004 mbar
--	--

Ansaugvolumenstrom V _v inlets volume flow V _v débit aspire V _v 10,09 m³/min	Ansaugdruck p ₁ inlets pressure p ₁ pression d'aspiration p ₁ 1,000 bar	Entlüftendruck p ₂ discharge overpressure p ₂ surpression de refoulement p ₂ 0,000 bar	Druckunterschied p ₂ -p ₁ pressure difference p ₂ -p ₁ pression différentielle p ₂ -p ₁ 600 mbar	Fördermedium conveying medium milieu Luft	Ansaugtemperatur t ₁ inlets temperature t ₁ température d'aspiration t ₁ 20 °C
--	--	---	--	---	---

Einheitstemperatur t ₂ discharge temperature t ₂ température de refoulement t ₂ 15,00 °C	Leistungsaufwand an der Verdichterkupplung P _{el} powerconsumption on the coupling P _{el} puissance absorbée à l'aire du comp. P _{el} 15,00 kW	Antriebsdrehzahl n _{rev} driving speed n _{rev} vitesse d'entraînement n _{rev} 3315 1/min	Hauptpolanzahl n _{pol} main rotor speed n _{pol} vitesse de rotation principale n _{pol} 1,200 1/min	Dichte bei Ansaugzustand ρ ₁ density at inlets condition ρ ₁ densité aux cond. d'aspiration ρ ₁ 1,200 kg/m³	Durchflußrichtung direction of flow sens de passage
---	---	---	---	--	---

Meßwerte measuring values / mesures / mesures
Index V = Versuch = test = essai
Auswertung evaluation / évaluation
Betriebsfall/Case A

p _{1,v}	bar	0,549	p _{1,v}	mbar	455
p _{2,v}	bar	0,004	p _{2,v}	mbar	1008
p _{2,v} -p _{1,v}	bar		p _{2,v} -p _{1,v}	mbar	553
ρ _{1,v}	kg/m³	0,516	ρ _{1,v}	kg/m³	0,516
ΔP _{1,v}	mm WG	162	T _{1,v}	K	307
t _{1,v}	°C	34	V _{1,v}	m³/min	8,17
t _{2,v}	°C	146	V _{2,v}	m³/min	12,33
n _{rev,v}	1/min	2978	n _{HK,v}	1/min	2978
P _{el,v}	kW	13,12	P _{el,v}	kW	12,07
P _{M,v}	kW		P _{M,v}	1/min	0,92
q _{v,v}	m³/min		V _{act,v}	m³/min	4,16
P _{0,v}	bar		P _{0,v}	bar	0,66

Meßwerte umgerechnet auf Bestelldaten
measuring values converted into order data
mesures mesurées converties en dates d'ordre
Index um = umgerechnet auf Bestelldaten / converted into order data / converties en dates d'ordre

Q _{v,um}	V _{act,um}	V _{1,um}	V _{2,um}	P _{0,um}	P _{M,um}
0,79	2,84	13,72	10,88	7,83	14,58
	m³/min	m³/min	m³/min	%	kW
					-2,80
					%

Maximale Erprobungsdaten Maximum test data Données d'essai maximale					<table border="1"> <tr> <td></td> <td>ES</td> <td>LS</td> </tr> <tr> <td>HK</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NK</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		ES	LS	HK			NK		
	ES	LS												
HK														
NK														
p ₁	bar	t _{1,max}	°C											
p ₂	bar	t _{2,max}	°C											
Datum Date	Gemessen Measured Mesuré		Ausgewertet Evaluated Évalué											
		18.02.2002												
Name Nom		Fichtel												

Stempel für Druckprobe
Stamp for pressure test
Géchet pour essai de pression

Förderaum kontrolliert
conveying chamber controlled
chambre de compression contrôlée

Förderaum kontrolliert
conveying chamber preserved
chambre de compression préservée

FEV. 2002 13:21
 Type / type / type

AERZEN FRANCE 01 46 66 00 61
 49 5154 81589



schindler P. 4
 seit 1884
 Reherweg 28 · D-31855 Aerzen
 Telefon: 0 51 54 / 8 10
 Telefax: 0 51 54 / 8 11 81
 E-mail: info@erzen.de
 http://www.aerzen.com

Prüfschein
 test report
 certificat d'essai

Formelzeichen / interpretation of signs / symbole
 DIN 1945 (ISO 1217)

<input checked="" type="checkbox"/> Gebläse blower suffleur	<input type="checkbox"/> Verdichter compressor compresseur	Type / type / type GM 15 L	FDNR / serial no. / n° de fabrication 792298	KAAR / purchase order no. / n° de commande 60-120702-00
Besteller / commandeur / commandant Aerzen France S.A.R.L. zone Industrielle		Volumen pro Umdrehung q _v volume per rotation q _v volume par révolution q _v 4,140 cm ³ /Umd		Getriebeübersetzung i gear transmission i multiplicateur i

Bestelldaten order data dates d'ordre 1A/210-11/187/WR	Luftdruck P ₀ air pressure P ₀ pression d'air P ₀ 1006 mbar
--	--

Ansaugstrom V inlet flow V débit aspiré 10,09 m ³ /min	Ansaugdruck P ₁ intake pressure P ₁ pression d'aspiration P ₁ 1,000 bar	Endüberdruck P ₀₂ discharge overpressure P ₀₂ surpression de refoulement P ₀₂ 0,000 bar	Druckunterschied P ₂₋₁ pressure difference P ₂₋₁ pression différentielle P ₂₋₁ 600 mbar	Fördermedium conveying medium milieu Luft	Ansaugtemperatur t ₁ intake temperature t ₁ température d'aspiration t ₁ 20 °C
Leistungsbilanz an der Verdichterkupplung P ₀₁ power consumption on the coupling P ₀₁ puissance absorbée à l'arbre du comp. P ₀₁ 15,00 kW	Antriebsdrehzahl n _{nom} driving speed n _{nom} vitesse d'entraînement n _{nom} 3315 1/min	Hauptwellendrehzahl n _{rot} main rotor speed n _{rot} vitesse de rotor principal n _{rot} 3315 1/min	Dichte bei Ansaugzustand ρ ₁ density at intake conditions ρ ₁ densité aux cond. d'aspiration ρ ₁ 1,200 kg/m ³	Durchflussrichtung direction of flow sens de passage	

Messwerte
measuring values
valeurs mesurées

Index V = Versuch
= test
= essai

Auswertung
evaluation
évaluation

Betriebsfall/Case A

P _{01, V}	bar	0,547	P _{1, V}	mbar	459
P _{02, V}	bar	0,003	P _{2, V}	mbar	1009
Blende orifice dorn DIN EN ISO 2107-1	mm	50	P _{2, V} -P _{1, V}	mbar	550
ΔP _{1, V}	mm WS	151	ρ _{1, V}	kg/m ³	0,520
t _{1, V}	°C	34	ṽ _{1, V}	m ³ /min	7,83
t _{2, V}	°C	149	ṽ _{2, V}	m ³ /min	12,33
n _{rot, V}	1/min	2979	n _{HK, V}	1/min	2979
F _v	kg N		P _{01, V}	kW	12,36
P _{01, V}	kW	13,43	η _m		0,92
ρ _{1, V}	kg/m ³		ṽ _{rot, V}	m ³ /min	4,50
P _{02, V}	bar		η _{tot, V}		0,64

Messwerte umgerechnet auf Bestelldaten
 measuring values converted into order data
 valeurs mesurées converties en dates d'ordre

Index um = umgerechnet auf Bestelldaten / converted into order data /
 converties en dates d'ordre

ṽ _{rot, um}	ṽ _{rot, um}	ṽ _{rot, um}	ṽ _{1, um}	ṽ _{1, um}	P _{01, um}	P _{01, um}
0,77	3,09	13,72	10,63	5,35	15,00	0,00
	m ³ /min	m ³ /min	m ³ /min	%	kW	%

Maximale Erprobungsdaten Maximum test data Dates d'essai maximale				<table border="1"> <tr> <td></td> <td>ES</td> <td>LS</td> </tr> <tr> <td>HK</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NK</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		ES	LS	HK			NK		
	ES	LS											
HK													
NK													
P ₁	bar	t ₁ max °C											
P ₂	bar	t ₂ max °C											
Datum Date Date	Ausgewertet Evaluated Évalué 18.02.2002												
Name Name Nom													

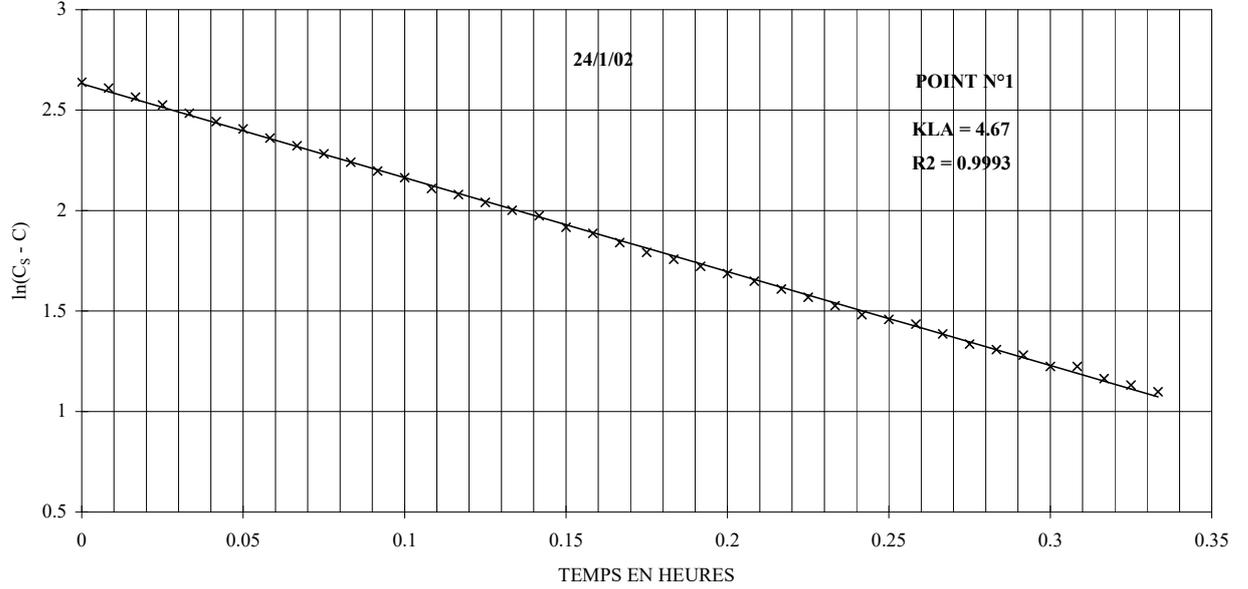
Stempel für Druckprobe
 Stamp for pressure test
 Cachet pour essai de pression

Förderum kontrolliert
 conveying chamber controlled
 chambre de compression contrôlée

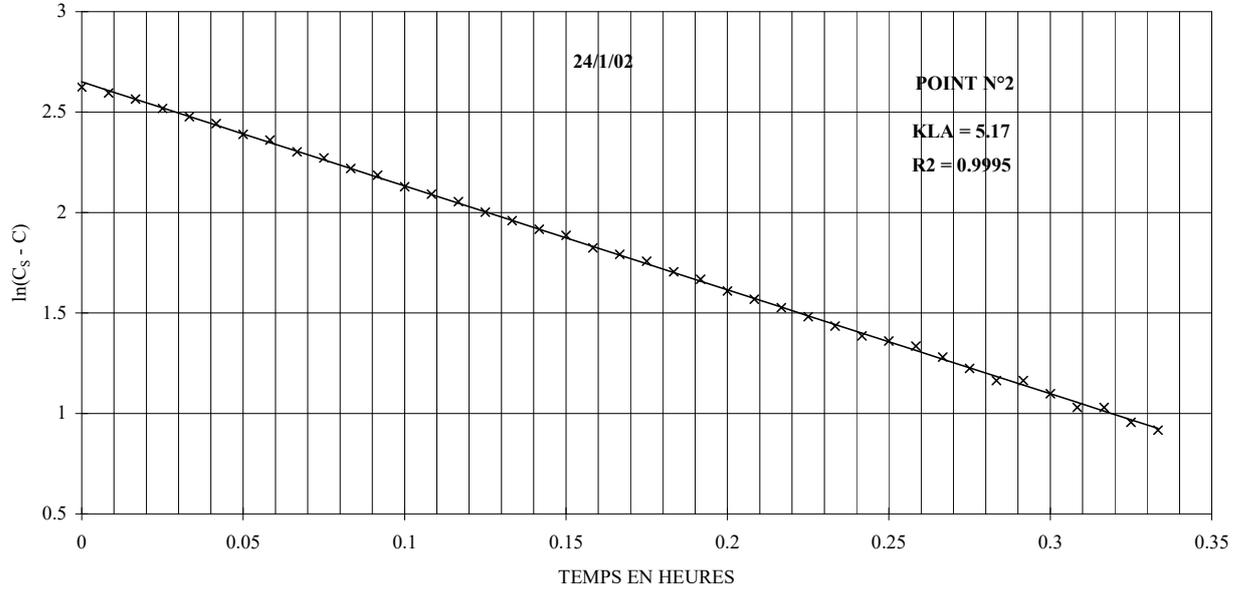
Förderum konserviert
 conveying chamber preserved
 chambre de compression préservée

ANNEXE 3 : COURBES DE REOXYGENATION

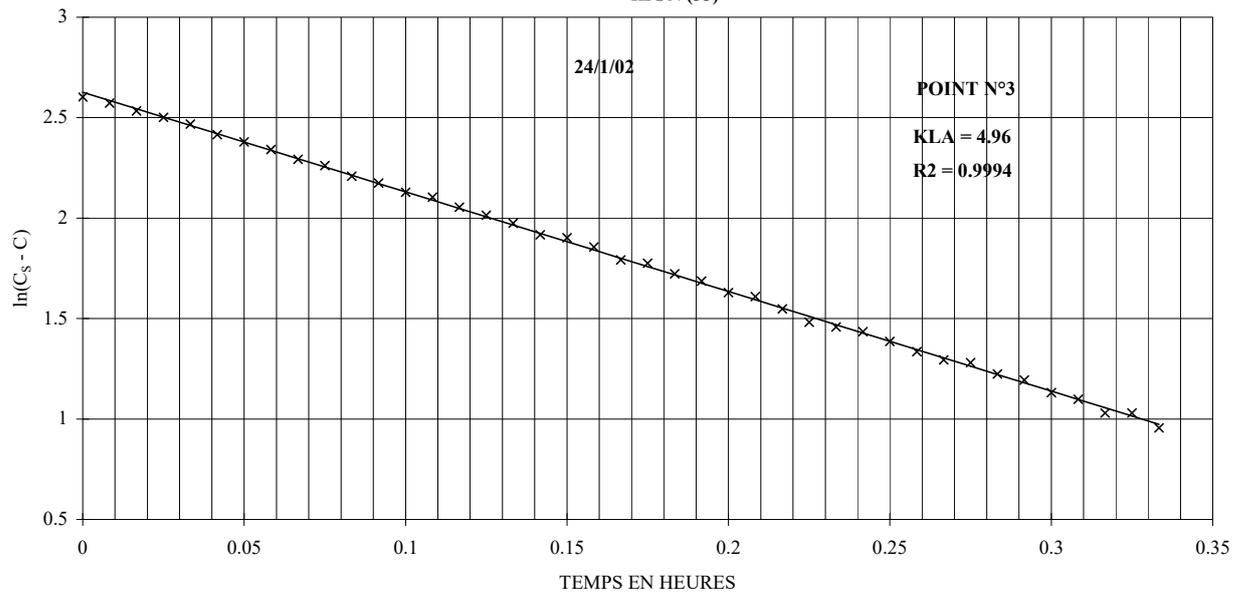
**ESSAI D'AERATEUR EN EAU CLAIRE A LA STATION D'EPURATION DE
IZON (33)**



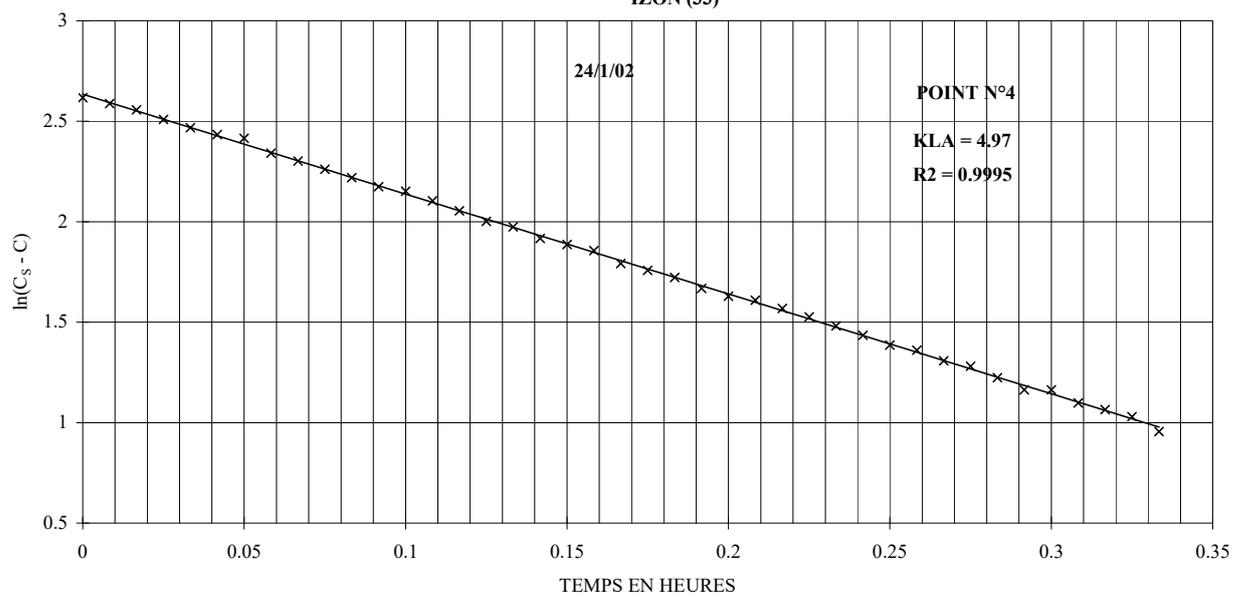
**ESSAI D'AERATEUR EN EAU CLAIRE A LA STATION D'EPURATION DE
IZON (33)**



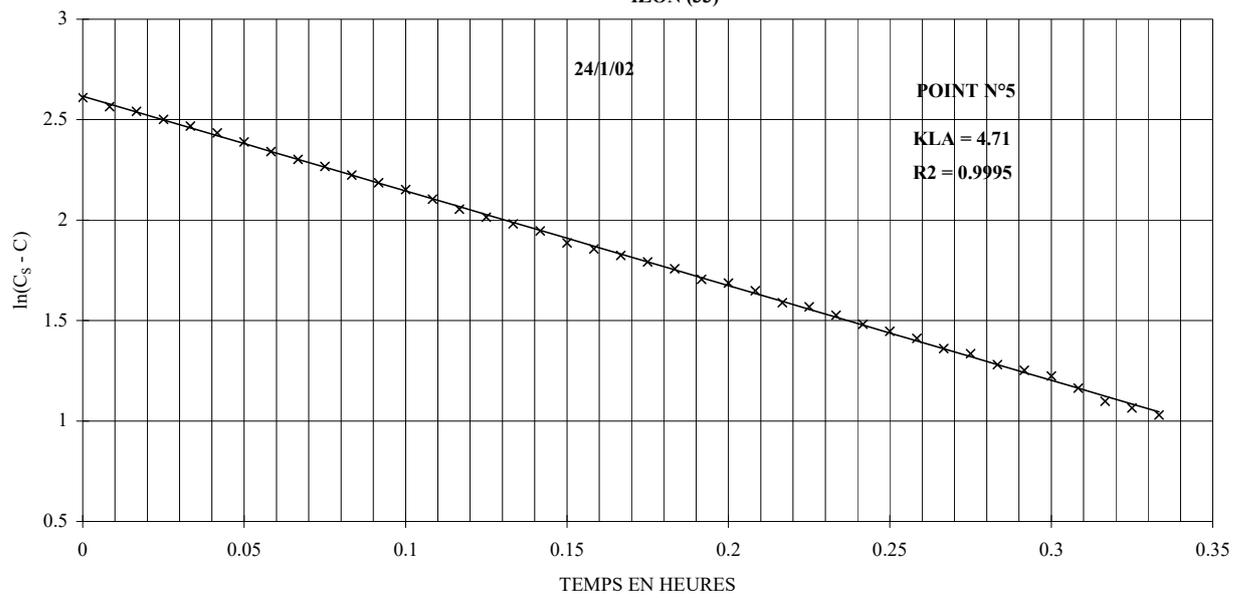
ESSAI D'AERATEUR EN EAU CLAIRE A LA STATION D'EPURATION DE
IZON (33)



ESSAI D'AERATEUR EN EAU CLAIRE A LA STATION D'EPURATION DE
IZON (33)



ESSAI D'AERATEUR EN EAU CLAIRE A LA STATION D'EPURATION DE
IZON (33)



ESSAI D'AERATEUR EN EAU CLAIRE A LA STATION D'EPURATION DE
IZON (33)

