



# L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES

Revue mensuelle - N° 397 - Décembre 2016 - ISSN 0755-5016

www.revue-ein.com

## SOFREL S4W La TÉLÉGESTION 4.0

Solution connectée pour la gestion du cycle de l'eau

**Protection des ressources**

**Cybersécurité**

**Efficacité énergétique**

**Économies d'exploitation**

RS485 RS485i RS232

Sofrel S4W LACROIX

AI 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

DO 1 2 3 4

DC

540 m Adapter  
540 i Adapter  
590 ohne Adapter  
500 Fax Adapter

780

WSR (05001)

DURCHFARTSKOMMUNIKATIONSTRANSFERTEIL NUSP050

42.5

100

1010

1011

1012

1013

1014

1015

1016

1017

1018

1019

1020

1021

1022

1023

1024

1025

1026

1027

1028

1029

1030

1031

1032

1033

1034

1035

1036

1037

1038

1039

1040

1041

1042

1043

1044

1045

1046

1047

1048

1049

1050

1051

1052

1053

1054

1055

1056

1057

1058

1059

1060

1061

1062

1063

1064

1065

1066

1067

1068

1069

1070

1071

1072

1073

1074

1075

1076

1077

1078

1079

1080

1081

1082

1083

1084

1085

1086

1087

1088

1089

1090

1091

1092

1093

1094

1095

1096

1097

1098

1099

1100

1101

1102

1103

1104

1105

1106

1107

1108

1109

1110

1111

1112

1113

1114

1115

1116

1117

1118

1119

1120

1121

1122

1123

1124

1125

1126

1127

1128

1129

1130

1131

1132

1133

1134

1135

1136

1137

1138

1139

1140

1141

1142

1143

1144

1145

1146

1147

1148

1149

1150

1151

1152

1153

1154

1155

1156

1157

1158

1159

1160

1161

1162

1163

1164

1165

1166

1167

1168

1169

1170

1171

1172

1173

1174

1175

1176

1177

1178

1179

1180

1181

1182

1183

1184

1185

1186

1187

1188

1189

1190

1191

1192

1193

1194

1195

1196

1197

1198

1199

1200

1201

1202

1203

1204

1205

1206

1207

1208

1209

1210

1211

1212

1213

1214

1215

1216

1217

1218

1219

1220

1221

1222

1223

1224

1225

1226

1227

1228

1229

1230

1231

1232

1233

1234

1235

1236

1237

1238

1239

1240

1241

1242

1243

1244

1245

1246

1247

1248

1249

1250

1251

1252

1253

1254

1255

1256

1257

1258

1259

1260

1261

1262

1263

1264

1265

1266

1267

1268

1269

1270

1271

1272

1273

1274

1275

1276

1277

1278

1279

1280

1281

1282

1283

1284

1285

1286

1287

1288

1289

1290

1291

1292

1293

1294

1295

1296

1297

1298

1299

1300

1301

1302

1303

1304

1305

1306

1307

1308

1309

1310

1311

1312

1313

1314

1315

1316

1317

1318

1319

1320

1321

1322

1323

1324

1325

1326

1327

1328

1329

1330

1331

1332

1333

1334

1335

1336

1337

1338

1339

1340

1341

1342

1343

1344

1345

1346

1347

1348

1349

1350

1351

1352

1353

1354

1355

1356

1357

1358

1359

1360

1361

1362

1363

1364

1365

1366

1367

1368

1369

1370

1371

1372

1373

1374

1375

1376

1377

1378

1379

1380

1381

1382

1383

1384

1385

1386

1387

1388

1389

1390

1391

1392

1393

1394

1395

1396

1397

1398

1399

1400

1401

1402

1403

1404

1405

1406

1407

1408

1409

1410

1411

1412

1413

1414

1415

1416

1417

1418

1419

1420

1421

1422

1423

1424

1425

1426

1427

1428

1429

1430

1431

1432

1433

1434

1435

1436

1437

1438

1439

1440

1441

1442

1443

1444

1445

1446

1447

1448

1449

1450

1451

1452

1453

1454

1455

1456

1457

1458

1459

1460

1461

1462

1463

1464

1465

1466

1467

1468

1469

1470

1471

1472

1473

1474

1475

1476

1477

1478

1479

1480

1481

1482

1483

1484

1485

1486

1487

1488

1489

1490

1491

1492

1493

1494

1495

1496

1497

1498

1499

1500



Sofrel  
**LACROIX**

www.lacroix-sofrel.fr



Détection électroacoustique de fuites d'eau

## **AQUAPHON® A 200**

professionnel – flexible – intelligent



- Casque et micros sans fil pour une utilisation confortable
- Nouveaux micros encore plus performants sur le plastique
- Lecteur audio intégré pour comparer les bruits de fuites sur site
- Grand écran tactile couleur
- Aide personnalisée pour le choix des micros et des filtres



Président directeur général  
Benoît Johanet

Directeur de la publication  
Benoît Johanet

Rédacteur en chef  
Vincent Johanet

E-mail: vjohanet@editions-johanet.com  
Ligne directe: 01 44 84 78 79

Directeur de publicité  
Benoît Johanet

E-mail: bjohanet@editions-johanet.com  
Ligne directe: 01 44 84 78 82

Maquette

Marie-Christine Barut

E-mail: mcbarut@editions-johanet.com  
Ligne directe: 01 44 84 78 80

Abonnements

François Perrin

E-mail: abonnement@editions-johanet.com  
Ligne directe: 01 44 84 78 81

Abonnement 1 an (12 numéros)

France: 132,22 € ht + (TVA 2,10%) 2,78 € = 135,00 € ttc  
Étranger: 160,00 €

Prix au numéro

15,67 € ht + (TVA 2,10%) 0,33 € = 16,00 € ttc

Règlements

À l'ordre de la société

Éditions Johanet

La Banque Postale 20041

00001-065079U020-68

Impression

IME

25110 Auterchaux

Routage

SOCIETE ARS - 55310 Tronville en Barrois

L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES

est une publication Éditions JOHANET

Siège social

60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris  
Téléphone 01 44 84 78 78 - Fax 01 42 40 26 46

Internet: www.editions-johanet.com

E-mail: info@editions-johanet.com

Distribution

Commission paritaire n° 0321 T 84477

ISSN 0755-5016

Dépôt légal: à parution

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur, est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957). La direction se réserve le droit de refuser toute insertion sans avoir à justifier de sa décision.



Ce numéro contient l'encart « Guide de l'Eau ».



## Les boues et leur traitement

### ÉDITORIAL

**Agence française de la biodiversité: quels moyens pour quelles ambitions ?**

Vincent Johanet

### LES ÉCHOS

Actualités France

En bref

Nominations

Les Entreprises

### DOSSIER SALON

**COMPTE-RENDU**

**Pollutec 2016 : une édition riche en innovations...**

### LE THÈME DU MOIS

**BOUES URBAINES ET INDUSTRIELLES**

**Déshydratation des boues: les solutions se diversifient et gagnent en efficacité**

Par Christophe Bouchet

### LE THÈME DU MOIS

**BOUES URBAINES ET INDUSTRIELLES**

**Recommandations pour la conception d'un atelier de séchage thermique des boues urbaines**

Par Magalie Denisan,

Eric Arruabarrena,

Patrick Arnaud et

Roger Pujol

### LE THÈME DU MOIS

**BOUES URBAINES ET INDUSTRIELLES**

**Le pouvoir méthanogène**

**des boues urbaines**

**Cartographie des boues**

**de STEP et réduction**

**du temps de mesure**

**par un couplage**

**« expérimentation**

**en réacteur/**

**modélisation »**

Par Sabrina Guérin-Rechdaoui,

Sam Azimi,

Jean Bernier,

Vincent Rocher,

Stéphane Mottelet,

André Pauss et

Thierry Ribeiro

### LES AUTRES THÈMES

**AGITATEURS, MÉLANGEURS, PROPULSEURS**

**Des solutions pour une agitation économe en énergie**

Par Françoise Breton

### LES AUTRES THÈMES

**CONDUCTIVITÉ**

**Conductivité: faciliter et fiabiliser une mesure incontournable**

Par Isabelle Bellin

### LES AUTRES THÈMES

**AUTOMATISMES**

**Décentraliser les automatismes pour gagner en simplicité et en flexibilité**

Par Jacques-Olivier Baruch

### NOUVEAUTÉS

**TECHNIQUES**

**LA BIBLIOTHÈQUE**

**LE CALENDRIER**

**HISTOIRES D'EAU**

**Quand la Loire était naviguée...**

Par Christophe Bouchet

### NOTRE COUVERTURE

**SOFREL S4W**

**La TÉLÉGESTION 4.0**



**LACROIX SOFREL**

2, rue du Plessis  
35770 Vern sur Seiche  
Tél. : 02.99.04.89.00  
Fax : 02.99.04.89.01  
<http://www.lacroix-sofrel.fr>

## Canalisation & stockage des eaux pluviales

### Les solutions SPIREL® ENTERRÉES ET VISIBILES

- Canalisations
- Bassins d'orage
- Bassins d'infiltration
- Réserves Incendie
- Passages Intérieurs

Tuyaux diamètres 300 à 2900 mm

[www.tubosider.fr](http://www.tubosider.fr) • tél. 04 72 08 24 10

**TUBOSIDER**  
CORPORUSCALLA  
FRANCE

# CHEMDOC

Dessalement - Osmose inverse - Ultrafiltration - Echange d'ions  
Eau potable - Eau industrielle - Recyclage - Déminéralisation

Systèmes de traitement des eaux - Skid containérisés -  
Conteneur pilote de recyclage des eaux



Recyclage  
Investissement  
Calcium Magnésium  
Membrane-Process  
Nanofiltration  
Retour  
Denitratation  
Ultrafiltration  
Vapeur  
Adoucissement  
Osmose  
Reuse  
Industrie  
Dioxyde  
Démminéralisation  
Rejets  
Ceramique  
Legionella  
Chaudières  
Echange ionique  
Performance  
Chimie  
COT  
Tours

Chemdoc

Les Tanes Basses  
12 rue du Sauvignon  
34800 Clermont L'Hérault

Tel : +33(0)4.67.68.94.01  
mail@chemdoc.fr  
www.chemdoc.fr

# Agence française de la biodiversité : quels moyens pour quelles ambitions ?



**L**e 1<sup>er</sup> janvier 2017, l'Agence des aires marines protégées, l'Atelier technique des espaces naturels, l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques et les Parcs nationaux de France ont donc regroupé leurs compétences pour créer l'Agence française pour la biodiversité.

Deuxième grand opérateur de l'État en matière d'environnement avec l'Ademe, l'agence regroupe désormais les 1 100 agents issus de ces quatre organismes (dont 800 en provenance de l'Onema) avec pour mission principale de répondre aux enjeux de protection et de valorisation de la biodiversité terrestre, aquatique et marine.

Plus précisément, elle devra préserver, gérer et restaurer la biodiversité, développer les connaissances et les ressources qui y sont attachées, assurer une gestion équilibrée et durable des eaux, lutter contre la bio-piraterie, et fournir un appui scientifique, technique et financier aux politiques publiques et privées, notamment aux filières de la croissance verte et bleue.

L'AFB sera également chargée d'exercer la police de l'eau et de l'environnement, c'est-à-dire de vérifier le respect de la réglementation relative à la protection de la biodiversité, des usages de la ressource en eau et de la protection des milieux terrestres, marins et aquatiques.

Côté gouvernance, l'Agence française pour la biodiversité s'organise peu à peu autour de trois pôles nationaux : à Brest pour le pôle marin, Montpellier pour le terrestre et Vincennes pour l'eau. Mais elle aura également des antennes sur tout le territoire et pourra monter des structures conjointes avec les régions (les fameuses ARB), en y associant les départements qui le souhaitent.

Côté activités, l'AFB va devoir se saisir de ses missions nouvelles tout en créant des synergies entre les différents acteurs de la biodiversité pour assurer l'efficacité de son action.

En attendant le contrat d'objectif et de performance prévu pour 2018, une feuille de route doit être validée ce mois de janvier pour fixer le programme d'actions pour 2017 en trouvant un juste équilibre entre la continuité des actions des établissements actuels et les premières inflexions sur les nouvelles missions.

Une chose est cependant certaine : en matière de priorités, l'agence va devoir se montrer très sélective.

Car à peine née, elle voit ses capacités financières ponctionnées de 70 millions d'euros au nom de l'effort de redressement des finances publiques.

L'article 3 de la loi de finances rectificative pour 2016 vient en effet d'entériner le prélèvement de 70 millions d'euros sur le fonds de roulement de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques. Celui-là même qui est alimenté par les redevances encaissées par les agences de l'eau à hauteur de 80 % en provenance de la facture d'eau...

En opérant cette ponction, le gouvernement ampute les capacités d'action de l'AFB et hypothèque sa capacité à être un opérateur efficace au service de l'eau et de la biodiversité.

Ce prélèvement contredit par ailleurs singulièrement la volonté affichée par la loi dite de reconquête de la biodiversité.

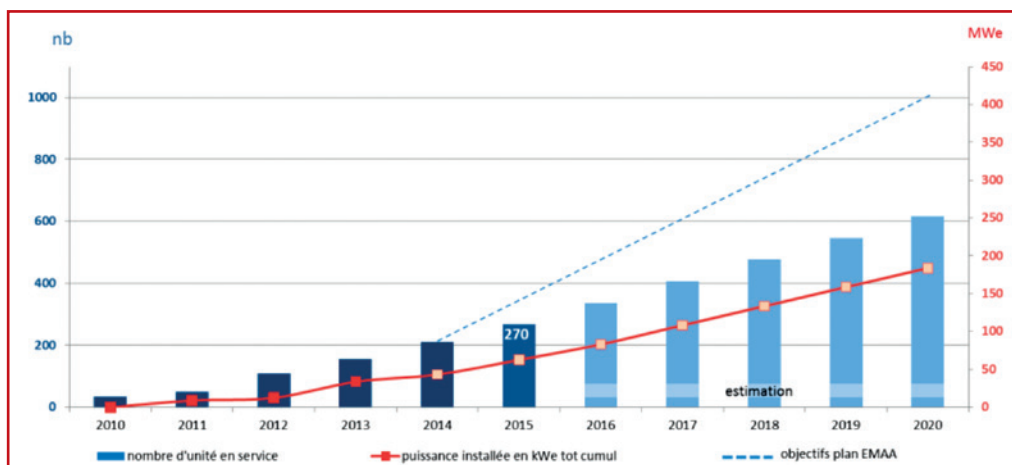
Même si la montée en puissance de l'AFB doit être progressive, même si ses moyens se concentrent sur quelques priorités bien ciblées, ils devront être considérablement augmentés pour donner corps aux ambitions initiales.

Il ne faudrait pas, en chargeant l'AFB de nouvelles missions sans lui octroyer les moyens nécessaires, que cette loi de reconquête ne se transforme en de simples mesures d'accompagnement destinées à limiter ou masquer le recul de la biodiversité dans notre pays.

### Méthanisation : l'Ademe formule ses recommandations

La méthanisation est une voie d'avenir aux bénéfices multiples, tant du point de vue environnemental qu'économique. C'est l'avis de l'Ademe qui dresse un état des lieux sur la méthanisation en France et formule certaines recommandations à destination des acteurs de la filière.

Déjà mature dans certains pays comme l'Allemagne, la méthanisation est en plein développement en France. C'est que les opportunités sont nombreuses, liées au développement de collectes séparées des biodéchets des gros producteurs ou des ménages, au secteur agricole qui représente son principal gisement, et aux stations d'épuration d'eaux usées urbaines pour réduire le volume de boues à épandre ou éliminer. Au plan technique, l'Ademe estime que les procédés mis en



Évolution du parc d'unités de méthanisation à la ferme et centralisées. On recensait en France en janvier 2016 plus de 450 installations en fonctionnement : 80 installations en industries (agroalimentaire, papeterie, chimie), 88 installations sur stations d'épuration des eaux usées urbaines, 16 installations liées au traitement de déchets ménagers, 236 installations à la ferme et 31 installations centralisées.

œuvre, par voie liquide notamment, sont bien maîtrisés, même si des marges d'optimisation subsistent, notamment en matière de préparation des substrats. Pour être en mesure d'accueillir

les déchets d'industries agroalimentaires, de restauration, de distribution ou de collecte séparée auprès des ménages, l'agence recommande de prévoir, dès l'élaboration du projet, les équipements d'hygiénisation permettant d'obtenir un agrément pour leur traitement.

D'une manière plus large, elle estime qu'il est nécessaire de renforcer les efforts consentis en matière de R&D pour optimiser les process en matière de prétraitement, brassage et homogénéisation de mélange, pilotage de la digestion biologique, etc...

Au plan économique, les retours d'expériences réalisés sur un panel de 80 installations de méthanisation en fonctionnement montrent que, dans la grande majorité des cas, la rentabilité économique est satisfaisante, en particulier pour les projets à la ferme ou de petits collectifs. Mais les aides publiques restent essentielles pour assurer la concrétisation des projets. L'agence insiste pour que les dispositifs de soutien public soient les plus stables possibles de manière à assurer une bonne visibilité aux porteurs de projets comme aux financeurs. Par ailleurs, monter une unité de méthanisation est un projet souvent long, complexe, qui nécessite

des investissements lourds et qui associe de nombreux acteurs. L'Ademe recommande donc aux porteurs de projets de maîtriser les risques et d'optimiser la rentabilité des installations en veillant à contractualiser sur la durée les approvisionnements. Une attention particulière doit être portée aux concurrences d'usage pour un même substrat, notamment s'il bénéficie déjà d'une filière de valorisation.

L'agence plaide par ailleurs pour une maximisation de la valorisation énergétique et, du fait d'un meilleur rendement énergétique, de privilégier l'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel lorsque c'est possible. « Toutes les techniques fonctionnent bien. Elles présentent de bonnes performances énergétiques à condition que l'énergie contenue dans le biogaz soit valorisée au maximum », assure-t-elle cependant. L'Ademe estime également que de nouvelles voies de valorisation du gaz produit par les installations de méthanisation pourraient se développer au-delà de la cogénération, de l'injection dans les réseaux et du biométhane véhicule. La production combinée de méthane et d'hydrogène à partir du substrat biologique (voie biologique ou catalytique) pourrait

APPEL AUX AUTEURS

Le numéro de février de la revue **L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES** sera consacré au thème :

### Dépollution des sols : le point sur les techniques de traitement

Autres thèmes :

- Les systèmes de laboratoires automatisés
- Eaux usées : le traitement du phosphore
- Aération, régulation
- Variation de fréquence : études de cas
- Boues activées : prévenir les dysfonctionnements
- La mesure de débit massique

Thème du prochain numéro

Cybersécurité sécuriser les procédés (Mars)

Raccords, manchons, robinets : sécuriser les connexions (Avril)

L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES

Les auteurs intéressés par la parution gracieuse d'un article sont invités à contacter la rédaction au 01 44 84 78 79 ou par mail à [vjohanet@editions-johanet.com](mailto:vjohanet@editions-johanet.com)



## GESTION PATRIMONIALE DES RÉSEAUX

Quelques idées simples pour faciliter la mise en œuvre et fiabiliser les performances à long terme des réseaux :

- **Nouvelle DAA** : une prise de branchement avec positionneur rapide.
- **SA-UNI** : une selle de dérivation gros volumes avec un port pour tester l'étanchéité avant perçage.
- **Frialoc** : une vanne de sectionnement électrosoudable, 100% PEHD, facile à manœuvrer, sans maintenance.



Carrefour des Gestions  
Locales de l'Eau  
Rennes - 25 & 26 janvier  
Hall 5 - Stand 118

■ **Chimirec**: Spécialiste de la collecte et du traitement de déchets issus de tous secteurs d'activités, le Groupe Chimirec a nommé Didier Gauthier au poste de Directeur Général. Eric Gautret reste Secrétaire Général et voit ses fonctions élargies au management de toutes les filiales de collecte.

■ **ARS Hauts de France**: Monique Ricomes est nommée directrice générale de l'agence régionale de santé des Hauts-de-France, à compter du 1<sup>er</sup> décembre 2016.

■ **ARS Normandie**: Vincent Kauffmann, directeur général adjoint de l'agence régionale de santé de Normandie, est chargé d'exercer, par intérim, les fonctions de directeur général de l'agence régionale de santé de Normandie à compter du 1<sup>er</sup> décembre 2016.

■ **Onema**: Valérie Protassieff, adjointe au chef du bureau des voies navigables à la direction des infrastructures de transport, est nommée membre suppléant du conseil d'administration de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, en remplacement de Marie-Alice Bels.

■ **DDCSPP de Corse-du-sud**: Véronique Solere, inspectrice en chef de la santé publique vétérinaire, directrice départementale adjointe de la protection des populations de Vaucluse, est nommée directrice départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations de Corse-du-Sud à compter du 12 décembre 2016.

■ **DRAAF Normandie**: Ludovic Genet (IDAE), est nommé directeur régional adjoint de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de la région Normandie à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2017.

ainsi répondre à des besoins en termes d'hydrogène industriel ou d'hydrogène pour la mobilité (développement des véhicules hydrogène).

Des projets, comme par exemple le projet Vabhyogaz qui vise à transformer le biogaz issu de déchets en hydrogène, démontrent d'ores et déjà la fai-

sabilité technique et économique de cette solution. D'autres pistes liées à la valorisation du CO<sub>2</sub> sont aussi envisageables.

L'Ademe insiste également sur la nécessité d'assurer les débouchés des digestats, de s'assurer de la non-concurrence entre les projets et de s'adapter aux besoins des territoires. De même, pour

favoriser la qualité des projets de méthanisation et leur acceptabilité, elle recommande de mettre à la disposition du grand public des informations et des réponses aux a priori sur les installations.

*L'avis de l'Ademe peut être consulté à l'adresse: <http://www.ademe.fr/avis-lademe-methanisation>* ■

## Technologies propres : livraison d'une première machine de nettoyage de pièces au CO<sub>2</sub> supercritique

Trois ans après le lancement d'un co-développement avec le Cetim, DFD (Dense Fluid Degreasing), fabricant de procédés novateurs de nettoyage fonctionnant au CO<sub>2</sub> supercritique, vient de livrer sa première machine. Eclide, entreprise de micro-décolletage de la vallée de l'Arve, l'utilise ainsi avec succès depuis septembre 2016 pour le nettoyage "au solvant vert" de pièces pour le marché de l'électronique.

Mise au point à partir d'une technologie développée par le CEA dont DFD exploite le brevet de façon exclusive, la machine DFD-MC 4.1 dégraisse plusieurs milliers de micro-pièces en polymère de moins de 3 mm de diamètre, en les exposant à une atmosphère de CO<sub>2</sub> dans son domaine supercritique, complétée d'oscillations

et d'ultrasons. À l'issue du cycle de nettoyage, les pièces sortent de l'autoclave propres, sèches et à température ambiante, les particules solides sont évacuées au fond de l'autoclave et les huiles sont entraînées puis séparées du CO<sub>2</sub>, pour être ensuite récupérées pour réutilisation future. Avantages du procédé: il est 100 % sec et propre, contrairement aux technologies basées sur des solvants chimiques, et consomme moitié moins d'énergie.

Dans le cadre d'un contrat de co-développement avec DFD, le Cetim a travaillé sur l'étude de marché des équipements, l'écoconception, l'analyse fonctionnelle et la définition des caractéristiques de la machine "Alpha", conçue pour une contenance de 83 litres



La machine DFD-MC 4.1 dégraisse plusieurs milliers de micro-pièces en polymère de moins de 3 mm de diamètre, en les exposant à une atmosphère de CO<sub>2</sub> dans son domaine supercritique, complétée d'oscillations et d'ultrasons.

soit 2 paniers de pièces, ce qui a permis de mettre au point le procédé et les aspects sécurité. D'une capacité de 4 litres seulement, et d'un encombrement très

### EN BREF

• **Big data**: La FNCCR a publié une étude consacrée au big data territorial, évoquant notamment les données résultant de l'organisation de services publics locaux en réseaux (énergie, eau, télécom...). <http://www.fnccr.asso.fr/article/big-data-territorial-publication-de-letude-de-la-fnccr/>

• **Impayés d'eau**: 1,96 %: c'est le taux des impayés de l'eau et irrécouvrables constatés dans les services délégués au 1<sup>er</sup> janvier 2016, selon

la FP2E. Ce taux était stable ces dix dernières années à 0,7 % des facturations émises. <http://www.fp2e.org>

• **Fracturation hydraulique**: L'extraction des gaz de schiste par fracturation hydraulique peut avoir un impact négatif sur la qualité et la disponibilité des ressources en eau selon un rapport publié par l'Agence de protection de l'environnement (EPA).

<https://cfpub.epa.gov/ncea/hfs-tudy/recordisplay.cfm?deid=332990>

• **Reuse**: En France, seulement 0,1 % du volume global d'eaux usées traitées est réutilisé. 65 installations réutilisant leurs eaux usées traitées ont été recensées par une étude menée par le CEREMA en 2015 et 2016. L'irrigation agricole représente à elle seule plus de 50 % de l'utilisation de ces eaux (33 sites sur l'ensemble du territoire national) et l'arrosage des golfs, près de 30 %. L'arrosage des espaces verts est à la traîne: à peine 8 % des cas recensés (Source ARPE PACA, 2016).



TAMPON  
100 %  
COMPOSITE

POLIECO  
C250EN24

Le groupe POLIECO a développé une gamme complète de dispositifs de fermeture et de couronnement entièrement réalisée en matériau composite.

**KIO**<sup>®</sup>  
KOMPOSITE INNOVATION

## > Les bonnes raisons de choisir KIO



### LÉGÈRETÉ ET FACILITÉ DE MANUTENTION

Le poids du KIO en matériau composite est en moyenne 70% inférieur à celui des tampons fonte présents sur le marché.



### DISSUASION CONTRE LE VOL

La valeur marchande des différents métaux est en continue augmentation. La conséquence est : une lutte permanente contre le vol pour les autorités locales et les sociétés de services. Le KIO n'ayant aucune partie métallique, il n'a pas d'intérêt à la revente.



### BRUIT RESTREINT

Comparativement à la fonte, l'utilisation du KIO permet de réduire considérablement les nuisances sonores liées au passage des piétons ou des véhicules.



### > DURABILITÉ ET RÉSISTANCE (EN124)



### > ISOLATION ÉLECTRIQUE ET THERMIQUE

Pas d'effet barrage au système télérelève.



### > RÉSISTANCE À LA CORROSION



### > RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Emprunte carbone selon ISO/TS 14067 : 2013, disponible sur demande.



### > PERSONNALISATION



Classes de résistance disponibles : • B125 • C250 • D400

POLIECO France S.A.  
50, rue de Buizonne • BP 6 • Z.I. Feillens Sud • 01570 FEILLENS  
Tél : (33) 03 85 23 91 60 • Fax : (33) 03 85 23 92 99  
Site internet : [www.polieco.fr](http://www.polieco.fr) • E-Mail : [info@polieco.fr](mailto:info@polieco.fr)

**POLIECO**<sup>®</sup>  
GROUP

## NOMINATIONS

■ **DREAL Nouvelle Aquitaine**: Isabelle Lasmoles, administratrice civile, est nommée directrice régionale adjointe de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région Nouvelle-Aquitaine pour une durée de cinq ans, à compter du 5 décembre 2016.

■ **ARS PACA**: Claude d'Harcourt est nommé directeur général de l'agence régionale de santé Provence-Alpes-Côte d'Azur à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2017.

■ **ARS Grand Est**: Christophe Lannelongue est nommé directeur général de l'agence régionale de santé Grand Est à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2017.

■ **ARS Bourgogne-Franche-Comté**: Pierre Pribile est nommé directeur général de l'agence régionale de santé de Bourgogne-Franche-Comté à compter du 9 janvier 2017. Olivier Obrecht est chargé d'exercer, par intérim, les fonctions de directeur général de l'agence régionale de santé de Bourgogne-Franche Comté à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2017.

■ **BRGM Polynésie**: Pauline Corbier a été nommée directrice de l'antenne Polynésie du BRGM.

■ **DDCSPP de la Creuse**: Pascale Dunoyer, inspectrice en chef de la santé publique vétérinaire, est nommée directrice départementale adjointe de la cohésion sociale et de la protection des populations de la Creuse, à compter du 30 décembre 2016.

■ **Danfoss**: Connie Hedegaard, ancienne Commissaire européenne à l'Action pour le climat et ministre, a été élue membre du conseil d'administration de Danfoss lors de l'assemblée générale annuelle. Connie Hedegaard valorisera chez Danfoss l'énorme potentiel que représente l'efficacité énergétique à travers le monde.

réduit au sol, ce premier équipement correspond à des besoins de nettoyage de petits volumes pour un prix très abordable au regard des avantages d'exploitation: baisse de consommation d'énergie, fonctionnement possible en 3x8, récupération de l'huile. « Cette technologie alliée à l'expertise DFD nous permet de proposer aux industriels une alternative, incontestablement compétitive et respectueuse des normes environnementales, aux procédés lessiviels, chlorés ou pétroliers utilisés pour le nettoyage des pièces mécaniques dans l'industrie », ajoute Dominique Rossignol.

La PME travaille désormais sur d'autres modèles de plus grande taille, avec une approche modulaire qui permet d'adopter des

autoclaves de différentes tailles, d'installer plusieurs paniers par autoclave ou encore plusieurs autoclaves, pour s'adapter à chaque application. Ses marchés cibles: « tous ceux où il est nécessaire de nettoyer, dégraisser et départiculer des pièces mécaniques, particulièrement pour des marchés exigeants (micro-précision, aéronautique, ...) qui trouvent les limites qualité avec les procédés actuels », indique Dominique Rossignol. Des projets sont actuellement à l'étude dans l'automobile, l'aéronautique, le décolletage ou encore l'usinage de composants hydrauliques ou la connectique.

« Nous accompagnons les industriels dans la recherche de la solution qui convienne à leurs besoins de nettoyage et à

leurs cadences, précise Dominique Rossignol. Notre procédé de chimie verte, utilisant le CO<sub>2</sub> supercritique, assure l'efficacité et la rentabilité industrielle. Notre ambition est d'être reconnu comme le spécialiste mondial de ces procédés en les rendant accessibles, toujours plus performants, avec un coût global d'utilisation abordable (process, consommables...) pour des industries de toute taille ».

Dégraissage, déliantage, nettoyage à sec... Le CO<sub>2</sub> supercritique constitue souvent une alternative non polluante aux procédés chlorés, pétroliers ou lessiviels et convient à différentes applications. Il est aussi utilisé en décolmatage des systèmes d'ultrafiltration pour ne pas les abîmer. ■

## LES ENTREPRISES

### fWE veut aider les industriels à déployer leur stratégie eau

**Jean-Michel Herrewyn, ancien Président de Veolia Eau, vient de créer fWE, un "développeur d'actifs d'eau" dont le projet répond à un enjeu global à la fois économique, écologique et social: le manque de développement et de financement d'installations de traitement d'eau dans l'industrie, notamment dans les pays émergents.**

fWE a pour ambition d'apporter une solution au sous-investissement actuel et durable dans la construction de capacités de traitement des eaux, notamment dans les pays en développement, alors que les besoins des grands groupes industriels en capacité d'eau sont croissants.

fWE se présente comme le premier "water asset developer", une entité destinée à aider les grands groupes

industriels à concevoir et déployer leur "stratégie eau", c'est-à-dire celle qui intègre globalement les besoins en eau, le traitement des effluents résultant de l'activité et leur recyclage. Dirigée par l'ancien CEO de Veolia Eau, Jean-Michel Herrewyn, et par des associés très expérimentés dans le secteur de l'eau, l'équipe de fWE sécurise la relation entre le client industriel, la compagnie spécialisée dans la conception, la réalisation et le service d'installation de traitement des eaux et des effluents et les fonds d'infrastructure. Ce modèle, baptisé "water asset as a service" a pour objectif de catalyser les investissements tiers dans les actifs liés à l'eau.

Contrairement aux modèles traditionnels du secteur de l'eau, le client industriel n'a plus besoin de

faire l'acquisition de son installation de traitement des eaux ou des effluents, des fonds d'infrastructures investissant dans l'actif pour leur compte, sur la base d'un contrat de long terme, avec le soutien financier éventuel d'institutions de financement du développement comme la Société Financière Internationale (SFI), filiale de la Banque Mondiale. « Grâce à son modèle mêlant intérêt financier et actionnarial d'une part et intérêt sociétal d'autre part, fWE souhaite contribuer efficacement à orienter des flux de financement tiers dans la construction et le service d'actifs de traitement d'eau ou d'effluents, actifs qui font encore cruellement défaut dans bien des géographies, et tout particulièrement dans de nombreux pays en développement », indique Jean-Michel Herrewyn. ■

Retrouvez toute l'actualité de l'eau sur le site

[www.revue-ein.com](http://www.revue-ein.com)

# POLO-ECO plus PREMIUM 16

## UNE RÉSISTANCE EXTRAORDINAIRE



### UNE EXTENSION GÉNIALE : POLO-ECO PLUS PREMIUM SN 16 UN ÉCOULEMENT ÉLEVÉ ET UNE PAROI MINCE

POLOPLAST élargit son système de canalisations éprouvé POLO-ECO plus PREMIUM et introduit la classe de rigidité SN 16 ! Dans cette classe de rigidité, POLOPLAST mise aussi sur sa technologie à 3 couches couronnée de succès. Elle est dotée d'un plus en matière de stabilité longitudinale et garantit ainsi de multiples possibilités d'utilisation, tout en offrant une sécurité maximale.

Une diversité fiable qui offre de la flexibilité.

**FIN  
MAIS  
RIGIDE**

### LES AVANTAGES DE POLO-ECO PLUS PREMIUM

La poursuite du développement phare de la technologie à 3 couches POLO-ECO plus PREMIUM avec un plus en matière de stabilité longitudinale offre des possibilités d'utilisation étendues pour les donneurs d'ordres et les bureaux d'études, tout en garantissant une sécurité élevée.

- confirmé par de nombreux tests et essais
- excellente résistance aux chocs et à l'abrasion
- haute résistance aux produits chimiques
- haute capacité de charge thermique
- surfaces intérieures lisses
- vaste gamme de raccords
- structure de paroi à 3 couches
- plus de 20 ans d'expérience dans la technologie multicouche
- système de raccords POLO-TC (TOP-CONNECT)
- excellente stabilité longitudinale



Le label écologique autrichien

[www.ploplast.com](http://www.ploplast.com)

PURE  
PROGRESS / **poloplast**

## Eaux industrielles

### BWT lance sa solution d'e-water management

BWT vient de lancer, à l'occasion du salon Pollutec, sa solution de e-water management pour le diagnostic et le suivi du cycle de l'eau dans l'industrie. Développée avec son partenaire Aquassay, l'application Vision permet aux industriels, via une interface Web sécurisée, d'optimiser les consommations d'eau et les traitements associés, de simplifier les opérations de contrôle, de diminuer les coûts d'exploitation et de réduire l'impact et les risques environnementaux. Rencontre avec Thomas Feron, l'un des concepteurs de la solution Vision, par ailleurs Responsable commercial Industrie chez BWT France.



**Thomas Feron, Responsable commercial Industrie chez BWT France:** « Vision est la traduction concrète du regard que BWT porte sur la gestion du cycle de l'eau dans l'industrie ».

**L'Eau, L'Industrie, les Nuisances: En quoi consiste cette solution Vision que vous vous apprêtez à commercialiser?**

**Thomas Feron:** Vision est la traduction concrète du regard que BWT porte sur la gestion du cycle de l'eau dans l'industrie. Le concept de départ de Vision repose sur un constat partagé: les fortes tensions à la fois quantitatives et qualitatives qui pèsent sur la ressource, même en France, imposent désormais la mise en place d'une gestion optimisée des consommations d'eau. De la même façon que les industriels ont été incités il y a quelques années à améliorer leur efficacité énergétique, nous les sensibilisons aujourd'hui à travailler leur efficacité hydrique. Les gisements sont potentiellement importants car si les industriels appréhendent plutôt bien les coûts directs associés à l'eau qu'ils utilisent, il existe des coûts indirects trop souvent négligés qui affectent la performance industrielle. La révolution numérique que nous connaissons et l'essor du big data permettent d'élaborer des outils qui aident l'industriel à mieux appréhender la gestion du cycle de l'eau au sein

de ses process. Vision est l'un de ses outils.

**E.I.N.: Quel est le principe de cet outil?**

**TF:** Le principe de Vision repose sur une bonne connaissance et un suivi en temps réel de l'ensemble des indicateurs clés associés à l'utilisation de l'eau sur un site industriel. La première phase consiste à identifier ces indicateurs clés avec le concours de l'industriel. Puis à déployer sur les process concernés les outils qui vont permettre de collecter les données sélectionnées: capteurs de niveau, pression, pH, turbidité, température, de dco... etc. Les données collectées font ensuite l'objet d'un traitement élaboré au sein d'une box via des algorithmes spécialement développés par BWT avant d'être centralisées sur un serveur personnalisé pour chaque industriel. Ce serveur permet un accès direct et en temps réel aux données récupérées via une interface Web sécurisée et confidentielle depuis n'importe quel endroit, et sur n'importe quel support, typiquement un PC, une tablette ou encore un Smartphone. Ce monitoring automatique permet

par exemple de suivre en temps réel les consommations mais également bien d'autres indicateurs clés de l'installation grâce à des fonctionnalités sur-mesure: par exemple l'affichage en temps réel de toutes les données brutes ou modélisées, la préparation et l'envoi automatique de rapports ou encore l'envoi d'alerte en cas de dérive des indicateurs.

**E.I.N.: C'est ce monitoring qui va permettre d'optimiser la gestion de l'eau sur le site?**

**TF:** La possibilité de visualiser en temps réel l'ensemble du cycle de l'eau sur ses process va lui permettre d'enregistrer des gains à plusieurs niveaux: Il va par exemple pouvoir optimiser ses consommations d'eau mais aussi les consommations de produits chimiques et d'énergie associées: moins d'eau, c'est bien souvent moins de produits chimiques et moins d'énergie. Vision va également lui permettre d'intervenir de manière proactive sur ces installations pour empêcher l'apparition de désordres susceptibles d'affecter la production en occasionnant des arrêts, sources de pertes d'exploitation importantes. La pérennité des outils de production s'en trouvera améliorée. Enfin, et après une phase d'apprentissage, Vision aura également la capacité d'interpeller l'industriel par rapport à des

situations complexes, voire des problématiques antérieures.

**E.I.N.: De quelle façon?**

**TF:** Dans un premier temps, le monitoring des installations va permettre la préconisation de solutions techniques simples et validées. Puis, en détectant les dysfonctionnements et les points d'amélioration, l'intelligence de Vision va permettre d'anticiper les défauts, de mettre en œuvre des actions de maintenance préventive adaptées, de gagner du temps tout en économisant. On est là dans le prédictif, et assez proche de l'intelligence artificielle....

**E.I.N.: Vision peut-il concerner plusieurs sites?**

**TF:** L'application Vision peut concerner une installation, un site, voire même plusieurs sites. La possibilité existe par exemple pour le responsable technique d'un groupe, de suivre les process eau de plusieurs usines sur une même interface. Sur un seul et même écran, il peut ainsi réaliser un benchmark de l'ensemble de ses sites par rapport à leur production.



**La possibilité de visualiser en temps réel l'ensemble du cycle de l'eau sur ses process va permettre à l'industriel d'enregistrer des gains à plusieurs niveaux.**



## DESINFECTION DES EAUX POTABLES DE PISCINE ET DE PROCESS

### CHLORE GAZEUX

- Pureté de 99,8 %
- Bouteilles de différentes capacités (6, 15, 30, 49 et 50 kg)
- Entretien régulier des bouteilles



### MATERIEL DE CHLORATION ET DE SÉCURITÉ

- Analyse de chlore
- Matériel de sécurité



### NOUVEAU

- Module clé en main pour le stockage du chlore

### FORMATION ET AUDIT

- Formation "Le chlore gazeux et la sécurité"

### NOUVEAU

L'AQUAMANDIX POUR RETIRER LE FER ET  
LE MANGANÈSE DANS L'EAU POTABLE



#### EUROCHLORE SAS

25, rue Circulaire  
78110 Le Vésinet  
France

[www.eurochlore.com](http://www.eurochlore.com)

Tél: 01 34 80 11 88

Fax: 01 34 80 11 93

Email : [info.eurochlore@orange.fr](mailto:info.eurochlore@orange.fr)

## E.I.N. : Quels sont les gains qu'un industriel peut espérer réaliser en déployant Vision ?

**TF :** Ces gains sont liés à l'optimisation des consommations d'eau et des traitements, à la simplification des opérations de contrôle, à la diminution des coûts d'exploitation et à la sécurisation des process. Pour être tout à fait complet, il faudrait y ajouter la valorisation, en terme d'image, associée à la réduction de l'empreinte eau de l'industriel et la réduction des risques environnementaux.

Il est donc difficile de donner un ordre de grandeur précis, d'autant que c'est toujours l'étude préalable réalisée au départ qui va nous permettre de nous engager sur des bases précises. On peut

cependant affirmer que sur des applications ayant trait à des eaux de chaudières par exemple, on observe souvent des retours sur investissements inférieurs à un an. À titre d'exemple, nous déployons actuellement la solution chez un industriel du sud de la France qui consomme plus de 1 million de m<sup>3</sup> par an. Ce projet va lui permettre d'économiser plus de 100 000 m<sup>3</sup> d'eau chaque année avec un retour sur investissement inférieur à 14 mois.

## E.I.N. : Comment vous rémunérez-vous sur ce type de solution ?

**TF :** Vision fait l'objet d'un contrat conclu sur plusieurs années au cours desquelles l'industriel s'acquie d'un forfait mensuel.

Le montant de ce forfait dépend du nombre de variables que nous avons à gérer et de la version choisie de Vision. Il en existe trois, la plus élaborée donnant accès à l'approche prédictive que j'évoquai tout à l'heure.

## E.I.N. : Ou en êtes-vous du déploiement de Vision et quels sont vos objectifs ?

**TF :** Nous avons achevé il y a quelques mois une ultime phase de tests si bien qu'aujourd'hui, une vingtaine d'applications Vision tournent en conditions réelles chez des industriels en France. La version actuellement en place repose sur des applicatifs qui concernent essentiellement les eaux d'utilités, notamment

les eaux de chaudières et de refroidissement. Nous travaillons actuellement sur une version qui concernera également les eaux de process et qui sera disponible dès la fin du mois de janvier.

En termes de déploiement, nous nous sommes fixés des objectifs sur trois ans. Pour l'année 2017, nous avons pour objectif d'équiper 200 installations et plus encore en 2018 et 2019. La priorité est à un déploiement rapide en France. Mais l'accord signé avec notre partenaire Aquassay est un accord européen et le concept a pour vocation d'être développé au sein du groupe BWT dont la couverture est plutôt européenne. ■

*Propos recueillis par  
Vincent Johanet*

## Limiter l'impact d'un chantier sur l'environnement et la biodiversité

**Le déroulement d'un chantier d'adduction génère parfois des impacts très négatifs sur l'environnement. Mais il est possible de les atténuer comme l'a démontré Frans Bonhomme sur le chantier d'adduction d'eau potable de la commune de Muret-le-Château en Aveyron, dont l'impact sur l'environnement et la biodiversité a été très limité.**

Le Syndicat intercommunal des Eaux de Montbazens-Rignac en Aveyron était maître d'ouvrage et maître d'œuvre sur ce chantier qui a débuté en septembre dernier et devrait s'achever en janvier 2017. Les évolutions réglementaires, les mises en conformité et les perspectives d'évolution des besoins ont conduit le SIAEP de Montbazens-Rignac à réaliser un chantier de renforcement du réseau d'adduction en eau potable. Objectif : répondre aux besoins en eau potable à moyen et long terme de la commune de Muret-le-Château en sécurisant son approvisionnement.

Le chantier reliait Muret-le-Château à la canalisation principale d'Aubrac sur une distance de 11 km. Le tracé retenu traversait essentiellement des parcelles agricoles et des zones



*La particularité de ce chantier a été de réaliser, en un seul passage, la préparation, l'ouverture de la tranchée, la pose des tuyaux ainsi que la fermeture de la tranchée.*

naturelles à forte valeur patrimoniale. Le projet a donc été soumis à une étude d'impact préalable et un ingénieur écologue a été chargé du

suivi du chantier pour analyser son impact sur l'environnement et la biodiversité.

Les enjeux environnementaux portaient essentiellement sur la préservation des milieux naturels pendant la réalisation des travaux. En effet, l'emprise du chantier est située sur le plateau calcaire du causse comtal qui abrite des espèces protégées à fort enjeu patrimonial dont le pique-prune (insecte), le hibou ainsi que des espèces de fleurs protégées telles que la Véronique en épi et le Sénéçon de Rodez. La mise en œuvre du chantier a donc été pensée pour minimiser son impact sur l'environnement,

la faune et la flore, ainsi que sur l'activité agricole locale.

Ainsi, la particularité de ce chantier a été de réaliser, en un seul

passage, la préparation, l'ouverture de la tranchée, la pose des tuyaux ainsi que la fermeture de la tranchée.

Le terrain, difficile compte tenu de sa nature rocheuse, a nécessité l'utilisation d'une trancheuse pour ouvrir des tranchées de 70 cm de large sur 1 m 10 de profondeur. Les matériaux dégagés par la trancheuse ont été passés à la cribluse pour concassage. Ils ont ensuite été réutilisés pour les remblais. Compte tenu des contraintes techniques, le choix du SIAEP s'est porté sur les tuyaux fonte Electrosteel DN200 classe 64 commercialisés par Frans Bonhomme.

La parcelle a été remise en état le jour même, les clôtures re-posées et la flore re-plantée lorsque c'était nécessaire. L'entreprise SRTP Albinet a progressé ainsi à raison de 200 mètres par jour environ.

« Ce chantier illustre notre capacité à répondre aux problématiques AEP des donneurs d'ordre en leur livrant des produits adaptés tout en les accompagnant dans leur démarche de respect de l'environnement », conclut Xavier Poujol, Directeur Régional Sud-Ouest de Frans Bonhomme. ■

# AXAL<sup>®</sup> PRO



LA PERFORMANCE PROFESSIONNELLE

## AXAL PRO, LA GARANTIE D'UN SEL EFFICACE ET SÛR AU SERVICE DES PROFESSIONNELS

AXAL PRO, pastilles de sel pour adoucisseur d'eau.

Produites à partir d'un sel de haute pureté, les pastilles AXAL PRO sont fortement comprimées pour garantir une teneur minimale en poussières de sel. Ainsi le sel ne s'amalgame pas en croûtes qui peuvent encrasser le bac et aboutir au mauvais fonctionnement de l'appareil.



### DISSOLUTION OPTIMALE

Les pastilles AXAL PRO garantissent une saumure de qualité constante et optimale, sans formation de voûte dans le bac à sel. Résultat : une propreté et une parfaite efficacité de l'adoucisseur d'eau.



### FORME CYLINDRIQUE ADAPTÉE

Grâce à leur forme bombée et étudiée, les pastilles AXAL PRO assurent une dissolution régulière du sel, gage d'une régénération optimale des résines.



### DURETÉ MAXIMALE

Obtenu par Ultra Haute Pression Mécanique, la dureté des pastilles AXAL PRO garantit une teneur minimale en poussières de sel, ennemi n°1 de votre activité.



### TRÈS HAUTE PURETÉ

Grâce à une teneur en insolubles inférieure à 0,01 %, les pastilles AXAL PRO sont la garantie d'une saumure de qualité optimale pour une parfaite régénération des résines de l'adoucisseur.

AXAL PRO, répond à la norme EN 973, Type A et à la marque **NF** pour une fiabilité au-delà des normes en vigueur.

**AXAL PRO, au service des professionnels**

## L'Université de Grenoble repense le transport de ses eaux usées avec KSB

La problématique du transport des eaux usées demande toujours de considérer toutes les options possibles, à la lumière de l'ensemble des paramètres : le réseau existant (ou non), la géomorphologie du site, le budget, la spécificité éventuelle des utilisateurs, etc. C'est à cet exercice que s'est confrontée récemment la direction de l'aménagement durable de la Communauté Université Grenoble Alpes, dans l'objectif de choisir la meilleure solution pour le remplacement des postes de pompage pneumatique de son Campus de St Martin d'Hères/Gières. Étude de cas.

« Nos installations étaient vieillissantes, avec un dispositif aéro-pneumatique qui présentait certes certains intérêts, mais aussi des inconvénients, comme celui d'être très énergivore pour le pompage par air comprimé, et de requérir des compétences rares sur le marché pour l'entre-

ten des aéroéjecteurs », rappelle Jean-François Vaillant, Directeur de l'aménagement de la Communauté d'Universités et Établissements (COMUE) "Communauté Université Grenoble Alpes". Une COMUE qui doit gérer l'ensemble du domaine universitaire de Grenoble, hébergeant sur 180 hectares 530 000 m<sup>2</sup> de bâtiments d'enseignement et de recherche, dont son réseau d'assainissement d'eaux usées de 16 km et 400 000 m<sup>3</sup>. Soit une "ville dans la ville" de 35 000 personnes. « Nous devons donc explorer d'autres technologies » indique Jean-François Vaillant, précisant qu'une première phase de diagnostic, une seconde de faisabilité, et une troisième concernant l'appel d'offres pour le renouvellement de 16 postes de pompage ont été conduites avec le bureau d'études annecien Profils Etudes.

### Un cahier des charges exigeant

Le quadruple objectif de la COMUE était : d'opter pour une technologie utilisant un système plus simple à entretenir par l'exploitant, de réaliser une économie substantielle quant à la consommation d'énergie, de ne pas avoir le désagrément d'odeurs liées à des gaz nocifs, et enfin de bénéficier d'un coût d'exploitation plus faible. À noter que le campus étant plat, toute solution utilisant un réseau gravitaire ne pouvait être envisagée. « Nous avons cherché à définir des solutions dans le cadre du diagnostic et avons appliqué le code des marchés publics pour tester un poste grandeur nature en cale sèche », explique David Ucar de la société

Profils Etudes, spécialisée dans l'ingénierie et la maîtrise d'œuvre des infrastructures au service des collectivités territoriales et des industriels.

« Ce premier poste test mis en œuvre en 2015 ayant apporté une complète satisfaction, nous avons validé avec la COMUE l'équipement des 15 postes restants » résume-t-il, soit

l'adoption de deux gammes de pompage selon la taille des postes : une technologie en cale sèche tout inox (9 unités à partir de 20 m<sup>3</sup>/h) et une technologie de pompage en ligne pour les postes les plus importants (6 autres unités, jusqu'à 100 m<sup>3</sup>/h). « Nous avons donc pu nous adapter au génie civil du réseau d'assainissement en séparatif existant afin de moderniser l'ensemble du système de refoulement des eaux usées du domaine universitaire » se réjouit Jean-François Vaillant, satisfait de l'optimum technico-économique validé par le maître d'œuvre.

### KSB remporte le marché

Après le chantier test réalisé sur un premier poste de relevage, c'est une technologie KSB de pompage en ligne en colonne sèche qui a été retenue pour 7 postes sur les 16 que compte le campus. Les 9 autres postes, plus petits, étant remplacés par des pompes classiques dotées de moteurs standard (IP55).

« Les avantages d'une solution de pompage en ligne avec une



La SRL, station de relevage en ligne, supprime le stockage des eaux polluées, le dégrillage et le curage. Elle est équipée, en fosse sèche, de 2 pompes pompes monobloc verticales à volute, fonctionnant en variation de fréquence, optimisées pour les eaux usées. La section de passage intégral ainsi que les roues profilées évitent le bouchage.

station en fosse sèche, compte tenu des spécificités du site grenoblois, sont multiples » explique Stéphane Quertain, responsable produits stations de relevage chez KSB. Au premier rang desquels le fonctionnement en variation de vitesse pour s'adapter au débit entrant - grâce à un capteur qui vérifie le niveau d'eau dans le conduit -, ce qui est de toute évidence intéressant sur un site rythmé par la vie universitaire. Parmi les autres points forts figurent l'absence d'odeurs et de gaz mortels, la haute efficacité énergétique (-20 % sur le coût énergétique) et les coûts d'exploitation réduits (-50 %). « Avec le choix de cette solution, il y a un seul circuit, donc on pompe au fil de l'eau dans l'affluent » souligne Stéphane Quertain. Le "prix à payer" pour le choix de cette solution est un coût d'investissement plus important (+20 %), lié à une interface électronique homme-machine assez sophisti-



À Grenoble, chacune des 7 stations équipées est dotée en surface d'un "coffret intelligent" comprenant un variateur de fréquence par pompe, un écran tactile intuitif pour piloter l'installation, la gestion automatique par un programme expert KSB et enfin un coffret double porte largement dimensionné.



# Elmatec

pour purifier l'eau

Membranes d'Osmose Inverse  
General Electric  
(Osmonics - Desal)



Haute Réjection  
Haute Productivité

[www.elmatec.fr](http://www.elmatec.fr)



Distributeur  
Water & Process Technologies



## Pour le cycle de l'eau, les solutions KSB inégalées

Une eau plus propre et un traitement des eaux usées le plus efficace possible, tels sont les principaux défis de notre temps. Nos pompes et robinets sont conçus pour les relever.

- Nous apportons notre expertise dans la conception des installations et dans l'optimisation de votre parc installé.
- Nous ciblons la réduction du coût global d'exploitation de vos installations tout en maintenant leur performance.

[www.ksb.fr](http://www.ksb.fr)

> Notre technologie. Votre succès.  
Pompes - Robinetterie - Service



quée, et nécessairement, ce qui va de pair, l'exploitation par du personnel qualifié. En effet, chacune des 7 stations équipées par le dispositif est dotée en surface d'un "coffret intelligent" comprenant un variateur de fréquence par pompe, un écran tactile intuitif pour piloter l'installation, la gestion automatique par un programme expert KSB et enfin un coffret double porte largement dimensionné. En contrepartie du surcoût d'acquisition du système

de Stations de Relevage en Ligne (SRL) l'ensemble des autres coûts sont diminués (dont ceux liés aux arrêts: -18%) et l'installation devrait être rentabilisée en 10 ans.

### Un chantier mené en 5 mois

Démarré en mars, le chantier a été livré fin juillet. « *La complexité était de réaliser 16 chantiers en simultané tout en maintenant le réseau en activité puisque le campus était évidemment occupé* » commente Jean-François

Vaillant. « *Nous avons pu réaliser les installations électro-mécaniques au rythme de deux postes par semaine en mobilisant deux équipes de trois personnes* » rapporte Romain Dandel-Deville, conducteur de travaux pour la société Fileppi, précisant l'intervention au préalable d'une dérivation amont sur chaque poste. A noter que l'ensemble des pompes installées sont submersibles mais montées en pompes sèches, de sorte qu'elles puissent être inté-

gralement noyées (en cas d'inondations et de ruissellements) sans conséquence. Enfin, les conduites ont bénéficié d'un design innovant pour l'optimisation du refoulement grâce à des sections de passage plus importantes, limitant la perte de charge en cas de débit important.

Désormais opérationnelle depuis 4 mois, la nouvelle installation a vécu sa rentrée universitaire début septembre sans encombre... ■

Nathaly Mermet

## Hidrostal fête ses 50 ans

**Cinquante ans après sa création en 1966, Hidrostal poursuit sa croissance à travers le monde. Les perspectives de développement en matière de pompage de liquides chargés restent importantes.**

L'histoire commence au Pérou, en 1959. Alors que l'industrie de la pêche et de la pisciculture représente une grande partie de l'économie péruvienne, le fondateur de Hidrostal, Martin Stähle, est

missionné pour inventer une pompe permettant le transfert de poissons vivants. C'est un réel succès et l'entreprise se développe rapidement.

En 1964, l'usine de Lima compte plus 300 salariés.

En 1964, Martin Stähle revient en Suisse, son pays d'origine, et y fonde avec des partenaires, une nouvelle usine. Elle sera inaugurée en 1966.

L'objectif étant de développer de nouveaux produits afin de s'attaquer

au marché des eaux usées urbaines et industrielles.

50 ans après, l'entreprise est restée familiale et est désormais dirigée par deux des trois fils du fondateur. Hidrostal compte 28 filiales (la dernière en date étant Hidrostal France) dont 4 sites de production, plus de 1000 salariés, un chiffre d'affaires en constante augmentation et une reconnaissance pour ses pompes efficaces, fiables et durables. ■

L'usine de Neunkirch (Suisse), qui est également le siège du groupe Hidrostal, fête cette année ses 50 ans.

Les perspectives de développement de l'entreprise sont importantes. Entre l'acquisition de nouveaux produits et le développement de nouvelles technologies pour le pompage de liquide chargés, Hidrostal confirme sa position dans le pompage sans bouchage de liquides chargés. ■

## Opure, nouvel acteur français du traitement de l'eau

**Le Groupe Etchart, groupe régional indépendant de 1130 personnes composé de PME spécialisées dans les métiers de la construction, de l'eau et de l'environnement sur le grand sud et l'ouest de la France, a décidé de regrouper l'ensemble de ses savoir-faire dans le domaine de l'eau sous la marque opure.**

La marque opure est le fruit du regroupement des expertises des entreprises Hydrel et Jean Voisin qui, fortes de plusieurs décennies d'expérience et d'un savoir-faire unique, s'allient pour proposer une approche inédite et plus durable du traitement d'eau: créer des solutions sur mesure, performantes, fiables et écoresponsables. L'expertise d'opure réside

dans sa capacité à combiner et dimensionner une large gamme de technologies conventionnelles mais aussi végétalisées: boues activées, biodisques, BRM, filtres plantés de roseaux, zones de rejet végétalisées, microstations, ozone et UV... et à proposer des projets clé en main (R&D, études, pilotage, travaux, SAV) dans des domaines variés (eaux usées domestiques

et industrielles, eau potable et de process, renaturation écologique, traitement des boues, gestion des eaux pluviales, pompage et irrigation).

Dans un premier temps, opure a choisi de s'implanter au plus près des clients pour rayonner sur la France entière avant de s'orienter, dans un second temps, vers l'international. ■

## Suez au chevet de la distribution de l'eau à Calcutta

**Suez vient de remporter un contrat de six ans portant sur l'amélioration des services de distribution d'eau potable du quartier de Cossipore à Calcutta. Le montant du contrat est évalué à 30 millions d'euros.**

Le Groupe accompagnera la municipalité de Calcutta dans la gestion des services d'eau potable afin d'assurer la distribution continue d'une eau de qualité aux 200 000

résidents de Cossipore, de diminuer les pertes en eau dans les réseaux et d'améliorer le service clientèle.

Les trois premières années du contrat seront consacrées à la réduction des pertes en eau, estimées à plus de 60 %, et à assurer la transition progressive vers une distribution continue en eau potable. Au cours de cette phase initiale, l'étendue des travaux réalisés par Suez comprendra le remplacement de cana-

lisations ou leur réhabilitation, la modélisation hydraulique du réseau et sa délimitation en 25 secteurs afin de faciliter la détection des fuites. Le Groupe assurera également l'installation ou le remplacement de 25 000 branchements et compteurs du réseau de distribution du quartier de Cossipore.

Cette première phase sera suivie de trois années de gestion et d'exploita-

tion du réseau durant lesquelles Suez aura pour mission d'améliorer les performances en s'appuyant notamment sur une solution qui utilise l'hélium pour localiser les fuites d'eau. Il sera chargé d'améliorer le service clientèle grâce à un service personnalisé et un traitement plus efficace des réclamations et d'assurer la distribution en continu d'une eau potable de qualité 24h/24 et 7j/7 à l'ensemble des résidents de Cossipore. ■

# AVK SUPA LOCK™

## LE BRANCHEMENT REVISITÉ SUR 360° !



### Protection complète contre la corrosion

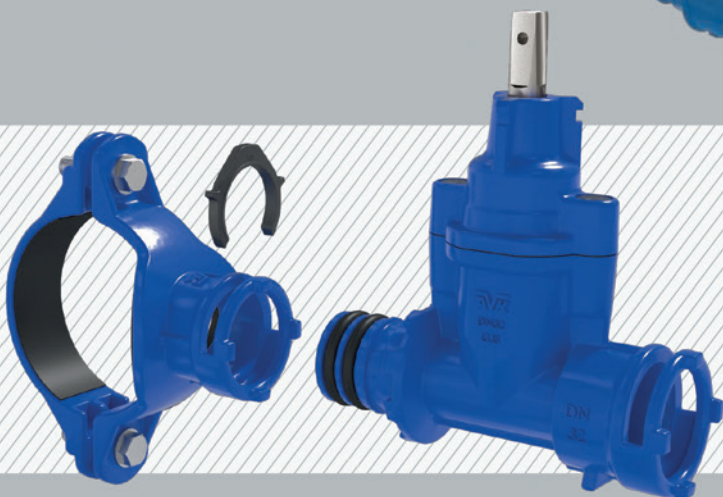
- Aucun filetage non revêtu,
- Revêtement époxy approuvé par le GSK

### Assemblage facile en deux étapes et un maximum de flexibilité

- Emboîter, clipser c'est raccordé !
- Prise verticale à raccordement libre sur 360°
- Système anti-rotation pour perçage et prise latérale,

### Conception d'accouplement fiable et autobloquante (breveté)

- Circlip Très facile à monter ou à retirer,
- Le Circlip empêche tout désassemblage accidentel sous pression,
- 2 gros joints d'étanchéité



Expect... **AVR**

**AVK France S.A.S.**  
4 rue de la Garbotière  
-CS 2904  
F-41029 BLOIS Cedex  
FRANCE

## Lacroix Sofrel présente le S4W, son nouveau poste local de télégestion

C'était probablement l'une des nouveautés les plus attendues sur le salon Pollutec qui s'est déroulé du 29 novembre au 2 décembre dernier à Lyon. En présentant le S4W, son tout dernier poste local de télégestion, Lacroix Sofrel tient ses promesses et transforme en profondeur l'approche de la télégestion des réseaux d'eau.

Le secret avait été bien gardé. Il a fallu attendre l'ouverture du salon Pollutec, le 29 novembre, pour découvrir les premiers détails d'une nouveauté annoncée plusieurs semaines auparavant. Et quelques heures de plus pour en suivre la présentation officielle, laquelle a eu lieu en marge du salon, au cours d'une soirée festive organisée sur les berges du Rhône, le 30 novembre au soir, en présence de nombreux invités parmi lesquels des clients, fournisseurs et de nombreuses personnalités du secteur.

La courte allocution de bienvenue prononcée par Vincent Bedouin, Président du Groupe Lacroix, a permis de re-situer Lacroix Sofrel au sein d'un groupe dont l'essentiel des activités consiste à développer des équipements pour la voirie intelligente, la gestion du trafic, l'éclairage public et, depuis le rachat de Neavia Technologies, les véhicules connectés et autonomes. « Des activités passionnantes qui consistent à connecter les hommes à travers les flux urbains en favorisant les échanges mais aussi la sécurité », a-t-il souligné. Des activités qui consistent à développer des fonctions électroniques intelligentes dans de nombreux secteurs de l'industrie en cultivant l'esprit d'innovation et la capacité d'anticipation, sans pour autant forcément sacrifier à la dernière technologie à la mode. Et sans dissocier non plus la recherche et le développement de la production: « 100 % des produits vendus par Lacroix passent

par des usines Lacroix » a souligné Vincent Bedouin. Un modèle à l'allemande dont profite directement sa filiale Lacroix Sofrel qui, avec 40 M€ de chiffre d'affaires, réalise près de 10 % du CA du groupe. « Lacroix Sofrel, c'est près de 500 000 ouvrages équipés à travers le monde et plus de 3 000 clients, a ensuite détaillé Catherine Failliet, Directrice Générale. C'est aussi 150 salariés pleinement impliqués dans un métier qui consiste à mettre l'intelligence au service de la maîtrise de l'environnement. C'est enfin un gros effort en termes de R&D qui nous conduit chaque année à y investir plus de 10 % de notre chiffre affaires ». Un effort tout entier tendu vers le développement de nouveaux produits dont le S4W se veut le digne représentant. « Cela fait plus de 5 ans que nous travaillons sur ce produit, a indiqué Catherine Failliet, nous avons consacré plusieurs millions d'euros d'investissements à cette nouvelle plateforme et son écosystème, en y associant, au fil des années, plus de 90 experts. Nous avons décrit et typé près de 1 500 besoins fonctionnels, tous testés et validés en interne sur la base de 4 000 tests effectués par nos équipes de recette pour être sûrs de vous présenter un produit qui marche » a-t-elle souligné.

Le résultat, c'est donc ce fameux S4W, un poste local de nouvelle génération, compact et modulaire, chargé de faire entrer la gestion à distance des ouvrages dans une nouvelle ère, celle de la télégestion 4.0.

### Faire entrer la télégestion dans une nouvelle ère

Mais qu'est-ce que la télégestion 4.0?

Michel Bouffard, directeur des études chez Lacroix Sofrel, s'est employé à retracer les grandes étapes qui ont rythmé, ces trois dernières décennies,



**Le vocable "connecté" est sans doute ce qui caractérise le mieux le S4W. Physiquement d'abord puisqu'il intègre une carte modem 2G/3G/GPRS, des entrées/sorties analogiques et différents ports de communication dont un port Ethernet.**

l'essor de la télégestion. « Tout a commencé en 1987, avec le lancement du S10, un produit simple, emblématique de la télégestion 1.0, qui, pour la première fois, permettait aux exploitants, grâce à un jeu de questions/réponses, d'adapter le fonctionnement d'un produit de télégestion aux spécificités de leur installation. Bien accueilli, il a été prolongé en 1996 par le S50, un poste local robuste, à l'électronique durcie, puis en 2004 par le S500, un produit ouvert, capable d'intégrer les communications IP, le GPRS, des automatismes standards mais aussi le langage ST, conforme à la norme 1131-3. Le S4W, 4<sup>ème</sup> génération de postes locaux, hérite des principales caractéristiques de ses prédécesseurs: il est simple à utiliser, robuste, ouvert, mais aussi connecté ». De fait, le vocable "connecté" est sans doute ce qui caractérise le mieux le S4W. Physiquement d'abord puisqu'il intègre une carte modem 2G/3G/GPRS, des entrées/sorties analogiques et différents ports de communication dont un port Ethernet. Mais surtout, le produit, qui tourne la page du réseau commuté, s'inscrit désormais dans un véritable écosystème de différents composants capables

de communiquer entre eux. Parmi ceux-ci, SG-4000, véritable pierre angulaire de l'écosystème S4W, spécialement développé pour lui, permet de sécuriser la communication GPRS entre les différents postes locaux par la création d'un VPN. « Il s'inscrit dans le droit fil de SG-1000 tout en s'en différenciant nettement », a expliqué Michel Bouffard. La principale nouveauté, c'est que SG-4000 est un logiciel alors que SG-1000 est un boîtier physique. Il est conçu pour tourner sur une machine virtuelle et peut gérer différentes configurations en simplifiant la redondance. Il reste cependant capable de gérer les S500.

Autre composant majeur de cet écosystème, S4-Manager qui centralise de nombreuses fonctions dont l'administration des différentes configurations. « Toute modification de configuration effectuée sur un poste local par le logiciel S4-Tools sera centralisée, sauvegardée, et renvoyée vers l'ensemble des S4-Tools des autres utilisateurs qui disposeront ainsi d'une base homogène de configurations. Cette fonction était attendue par les entités qui concentrent des parcs importants de postes locaux avec une multitude d'intervenants sur le terrain » détaille Michel Bouffard.



## Un procédé biologique contrôlé pour traiter l'H<sub>2</sub>S

### Vous êtes :

- une collectivité
- un exploitant d'ouvrages d'assainissement
- un industriel

### Vous gérez :

- un réseau d'assainissement, une station d'épuration ou une lagune...

### Vous rencontrez une problématique d'odeurs et d'H<sub>2</sub>S

- Plaintes de voisinage
- Sécurisation des accès en zone sensible
- Corrosion des ouvrages
- Perturbations sur votre station d'épuration

### YARA propose :

- l'analyse de votre problématique
- la réalisation de diagnostics odeurs sur le terrain
- la location de capteurs enregistreurs d'H<sub>2</sub>S
- des traitements préventifs et/ou curatifs



## YaraNutriox™

Favorise le développement de bactéries dénitrifiantes évitant ainsi les conditions anaérobies et prévenant la formation d'H<sub>2</sub>S.

YaraNutriox™ permet également de traiter les sulfures déjà formés en les oxydant.



« S4-Manager intègre également le "versioning", c'est-à-dire la liste de tous les postes locaux avec leur numérotation logicielle et l'historique de leur configuration ».

Côté process, S4W embarque un nouvel atelier d'automatismes qui intègre plusieurs langages bien connus des auto-

maticiens. Ces performances sont décuplées puisque le cycle de S500, de 200 ms, passe à

20 ms pour S4W. « Mais attention, prévient cependant Michel Bouffard, S4W reste un poste de télégestion avec une composante automatismes qui se développe, sans pour autant chercher à concurrencer les API ».

De fait, le produit reste simple et facile à utiliser. Le design et la configuration 100 % logicielle facilitent et sécurisent la prise en main du produit. Les borniers, débroschables, sont de type "push-in" pour être manœuvrés d'une seule main. La carte Sim est directement accessible sur le côté, sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir le boîtier ni de manipuler une carte électronique. Le paramétrage est également simplifié grâce à des assistants conviviaux, des possibilités d'import/export Excel et une gestion dynamique



**S4W reste simple à utiliser. Le design et la configuration 100 % logicielle facilitent et sécurisent la prise en main du produit. Les borniers, débroschables, sont de type "push-in" pour être manœuvrés d'une seule main. La carte Sim est directement accessible sur le côté, sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir le boîtier ni de manipuler une carte électronique.**

des erreurs qui permet de détecter les éventuelles incohérences au fur et à mesure de la saisie de la configuration.

Mais surtout, S4W a été conçu pour relever les enjeux liés à la cybersécurité, un enjeu désormais majeur pour tous les exploitants.

### Relever les enjeux liés à la cybersécurité

Qui dit connecté, dit adresse IP et donc risques associés. Des risques qui augmentent notablement avec l'interconnexion de systèmes d'information de plus en plus ouverts. « À partir du moment où l'on est connecté, le risque d'une intrusion malveillante sur le réseau existe, même sur un réseau privé », a souligné Michel Bouffard. La cybersécurité

est donc devenue un sujet de préoccupation majeur pour tous les exploitants.

Pour faire face à ces enjeux, l'ANSSI, l'autorité nationale en matière de sécurité et de défense des systèmes d'information, a édicté un

certain nombre de règles auxquelles les opérateurs d'importance vitale (OIV), dont font partie

les services de l'eau et de l'assainissement, doivent désormais se conformer. « S4W, en cours de labellisation, intègre toutes les technologies qui permettent de répondre aux exigences de l'ANSSI », a expliqué Michel Bouffard. Ainsi, les utilisateurs sont désormais soumis à authentification par le biais d'un login et d'un mot de passe personnel. De même, les équipements qui communiquent avec S4W sont eux aussi soumis à authentification par le biais de certificats.

Enfin, S4W intègre aussi du chiffrement : toutes les communications sont chiffrées selon des protocoles adéquats pour garantir l'absence de toute écoute parasite.

Mais la sécurité implique également un contrôle et un monitoring

permanent. S4W a donc été développé pour détecter et mémoriser tout événement susceptible d'être considéré comme anormal en assurant la traçabilité de l'ensemble des activités qui affectent le réseau de télégestion. Chaque événement, considéré comme potentiellement anormal, fera l'objet d'un traitement via la technologie syslog-ng qui permettra ainsi de disposer d'un historique complet de toute opération ayant affecté un ou plusieurs postes locaux.

S4W permet donc de maîtriser les risques liés aux postes locaux et aux applications de télégestion qui y sont associées. Reste à chaque exploitant à assurer le contrôle de ses applications et des tierces personnes qui les gèrent.

Ce nouveau poste local de télégestion a donc été armé pour faire face aux grands enjeux actuels mais aussi futurs, que ceux-ci soient d'ordres fonctionnel ou sécuritaire. « Il a été conçu pour durer », comme l'a souligné Catherine Failliet dans sa conclusion. Mais S4W ne remplace pas S500 qui continue à être commercialisé ». Il sera donc positionné sur les applications les plus exigeantes, en attendant que le marché, c'est-à-dire les exploitants, ne décident eux-mêmes d'achever leur transition. Les obligations nouvelles qui pèsent sur les opérateurs d'importance vitale en matière de cybersécurité devraient faciliter le succès de S4W. ■

Vincent Johanet

## Déshydratation des boues

### Adequatec livre un bilan d'exploitation détaillé de l'atelier de déshydratation de la step d'Itron (64)

Dix ans après le lancement de l'Adequapress, Adequatec dresse le bilan d'exploitation d'une installation type ainsi qu'un état des lieux comparatif avec les autres technologies. Notre choix s'est porté sur la station d'épuration d'IDRON d'une capacité nominale de 10 000 EQH située dans le département des Pyrénées-Atlantiques (64) qui a été mise en

service le 07/07/2007. L'atelier a toujours été exploité par la même équipe de la Lyonnaise des Eaux (groupe Suez) ce qui rend un tel bilan encore plus intéressant et significatif.

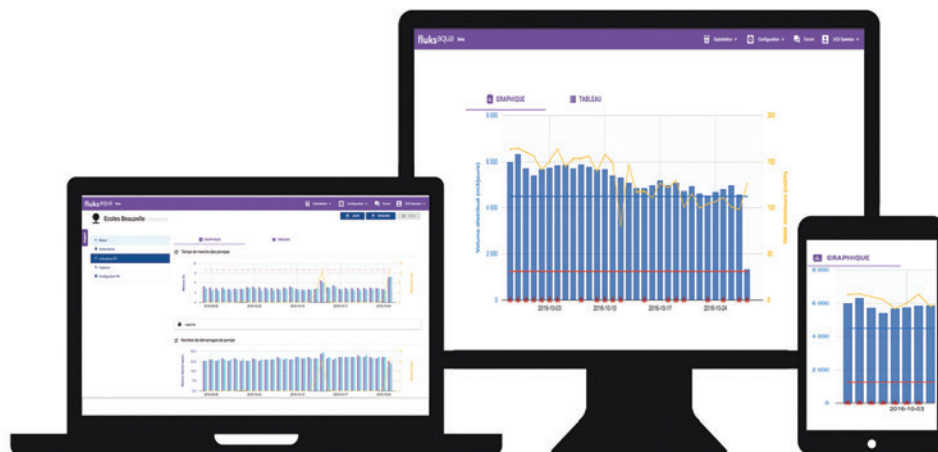
La station d'épuration d'Itron traite les eaux usées de 6 communes situées à la périphérie de la ville de

Pau et produit annuellement environ 100 tonnes de matières sèches évacuées en partie vers l'incinérateur de Lacq et en partie à la plateforme de compostage de Pontacq. Les boues déshydratées devaient avoir une siccité strictement supérieure à 18 % afin de satisfaire aux critères de l'incinérateur. Ainsi, à l'origine et par mesure de sécurité, une

faible dose de chlorure ferrique avait été préconisée (20 à 30 kg/tonne de MS), mais depuis 2012, un nouveau polymère est appliqué seul sans adjonction de coagulant. Depuis, la siccité est stable entre 17,5 et 19,5 % (Moy = 18,6 %) malgré la variation de la charge massique entre 50 à 90 kg MS/h (Moy = 63 kg MS/h) tout comme le

# fluksaqua

LA COMMUNAUTÉ D'ENTRAIDE  
CRÉÉE PAR ET POUR  
LES EXPLOITANTS EAU ET ASSAINISSEMENT



CARREFOUR DES GESTIONS LOCALES DE L'EAU  
HALL 4 Stand N° 474

[WWW.FLUKSAQUA.COM](http://WWW.FLUKSAQUA.COM)

 : @FluksAquaFR

   : FluksAqua



Adequatec

Neuf ans après sa mise en service, l'Adequapress affiche 1700 heures de fonctionnement par an (soit 33 heures par semaine) et n'a subi qu'une seule révision en 2012, soit 5 ans après sa mise en service.

taux de traitement en polymère de 6 à 10 kg PP/t MS (Moy = 8,5 kg PP/t MS) de produit pur par tonne MS (6-10 kg PP/t MS).

En effet, les boues liquides sont prises au choix à partir du puits de recirculation à une concentration moyenne de 5 à 6 g/l ou dans un silo existant à une concentration moyenne de 15 à 20 g/l. Malgré ses fluctuations et vu la stabilité de la siccité, l'exploitant ne touche que très rarement les réglages de son installation, même s'il reconnaît que cela lui coûte une légère augmentation de la consommation moyenne de polymère d'environ 1 à 2 points. Neuf ans après sa mise en service, l'Adequapress affiche 1700 heures de fonctionnement par an (soit 33 heures par semaine) et n'a subi qu'une seule révision en 2012, soit 5 ans après sa mise en service. À noter que l'atelier était largement dimensionné selon les critères de l'époque et ne fonctionne que 30 heures par semaine là où la majeure partie des autres Adequapress sont dimensionnés sur une base d'au moins 50 heures

par semaine, voire le double. Les données et résultats, transmises par l'équipe exploitante, sont résumés dans le tableau ci-après.

Données et résultats d'exploitation			
Période : juillet 2007 à juillet 2016	Fourchette de mesure	Valeurs	Unités
Nombre d'heures de fonctionnement		14 534	heures
Volume totale de boues brutes		90 496	m <sup>3</sup>
Production totale de matières sèches MS		910	tonnes MS
Poids total de boues déshydratées évacuées		4 890	tonnes
Charge hydraulique	4 à 10	6,2	m <sup>3</sup> /h
Charge massique horaire	50 à 90	62,6	Kg MS/h
Concentration des boues brutes	4 à 20	10,4	g/l
Siccités	17,5 à 19,6%	18,6%	%
Taux de traitement en polymère	5,6 à 9,9	8,53	Kg PP/t MS
Consommation d'eau de rinçage	60 à 120	100	l/heures
Puissance installée ADEQUAPRESS	0,25 kW x 2 vis + 0,18 kW flocculateur	0,68	kW
Consommation spécifique		8,7	kWh/t MS
Puissance installée périphériques	Pompage + polymère + vis de transfert	3,60	kW
Consommation spécifiques		46,0	kWh/t MS

Ces résultats, constants depuis neuf ans d'exploitation, ont permis à la collectivité de faire des économies appréciables puisque le coût de

production d'une tonne de matière sèche se situe en dessous de 30 euros.

D'après l'exploitant, l'unité fonctionne quasiment sans surveillance et ne nécessite qu'une heure par semaine de l'agent d'exploitation dont le travail consiste à vérifier les paramètres de fonctionnement (réajustement du niveau de polymère) et un nettoyage au jet d'eau une fois par semaine.

En termes de bilan carbone et d'efficacité énergétique, l'Adequapress affiche une consommation électrique spécifique de déshydratation record, moins 10 kWh/tonne de MS, incluant la puissance de l'agitateur du flocculateur et 55 kWh/tonne de MS pour l'ensemble de l'atelier avec ses périphériques. La consommation de polymère, similaire aux résultats des Jar Test, fluctue entre 6 et 9 kg PP/t MS), soit le strict

propre et non pas pour une fonction de décolmatage puisque celle-ci est assurée mécaniquement par les disques mobiles.

L'autre motif de satisfaction relevé par l'exploitant est lié à la qualité de son filtrat, très clair, avec un taux de capture supérieur à 95 % et ce, sans surdosage de polymère ce qui donne un avantage double :

- Économie sur la consommation de polymère qui autrement serait rejeté avec les filtrats et les fuites de boues pendant la filtration et en cours des lavages;
- Réduction des effets indésirables sur le bassin d'aération due aux retours de polymère. Retours qui favorisent l'apparition d'un microfloc persistant dans le bassin d'aération générant la chute du rendement de transfert d'oxygène et par-delà un surcoût important du poste aération, voire même une

minimum pour l'étape de flocculation. De même l'Adequapress n'utilise que très peu d'eau industrielle utilisée pour maintenir le tambour

dégradation du rendement épuratoire de la filière eau. ■

Abel Smati, Adequatec

## Réseaux d'eau potable Ryb impose le PEHD en Isère

Dans le cadre d'un marché du Syndicat des eaux de la Bièvre Isère Communauté, Ryb a fourni une solution en PEHD à l'entreprise GMTP

de Beaurepaire, qui a réalisé un chantier de renouvellement d'une ancienne conduite d'eau potable en amiant ciment, d'une lon-

gueur de 370 mètres, sur la commune de Pajay. Un chantier réalisé sans tranchée, par éclatement de l'ancienne canalisation.

« Nous avons choisi une solution nous permettant de réaliser des chantiers d'éclatement de vieilles canalisations, une technique que nous privilégions car elle



# La nouvelle génération ORPHEUS 2

# IBAK

Pour une inspection

- plus claire
- plus nette
- plus précise

LaserScan  
Fonction e-Flip  
LED High-Power



[www.ibak.fr](http://www.ibak.fr)

**IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG**  
**Wehdenweg 122 · 24148 Kiel**

Contact: Aline Bondiguel · [a.bondiguel@ibak.de](mailto:a.bondiguel@ibak.de)

Tel: +49 (0)431 7270-234



Ryb

**Ryb a fourni des fourreaux en PE100 RC Protect sous forme de deux tourets, un conditionnement qui permet de disposer de grandes longueurs monolithiques sans emboîtement et sans risque de fuite.**

offre des résultats conformes aux attentes de la maîtrise d'ouvrage », indique Michel Gabillon

de l'entreprise GMT.

La technique de renouvellement sans tranchée présente de nom-

breux avantages: elle génère un gain financier du fait de l'absence de mise en décharge de l'amiante ciment dont le coût est élevé, puisque l'ancienne conduite reste en terre. Le chantier est plus rapide que les méthodes traditionnelles, et une coupure de la circulation n'est pas nécessaire ce qui évite la gêne occasionnée aux abords du chantier.

Ryb a fourni des fourreaux en PE100 RC Protect sous forme de deux tourets, un conditionnement qui permet de disposer de grandes longueurs monolithiques sans emboîtement et sans risque de fuite.

Ces fourreaux sont rendus plus résistants grâce à une couche de protection supplémentaire qui enrobe le tube pour le protéger des impacts au moment de la

mise en œuvre: une sécurité complémentaire pour les travaux sans tranchée. La canalisation fabriquée par Ryb est la première canalisation PEHD en France qui se pose sans matériaux d'apport (sable).

« Les techniques de chantier sans tranchée sont modernes et innovantes, pourtant, en France, seulement 2 % des chantiers sont réalisés par éclatement, déplore Marc-Antoine Blin, Président du groupe Ryb. Nous avons la chance de travailler avec un matériau comme le PEHD, qui de par sa souplesse et son conditionnement en touret, se prête parfaitement à ce type de chantier, une réelle valeur ajoutée dans le cadre du renouvellement des anciennes canalisations du réseau d'eau potable ». ■

## Saur Polska réalisera le nouveau modèle hydraulique de la ville de Poznań

**Saur Polska, filiale du groupe Saur en Pologne, vient de signer un contrat d'ingénierie-conseil avec la régie municipale de Poznań, la 5<sup>ème</sup> ville du pays.**

Saur Polska a été retenue par Aquanet, la régie municipale de la ville de Poznań (600 000 habitants) pour réaliser le nouveau modèle hydraulique de son réseau d'eaux usées. Cette prestation s'inscrit dans le programme de gestion des déversements et des inondations dans lequel Poznań s'est engagée pour améliorer les performances des

1 200 km de son réseau. L'outil de calcul et de prévision du fonctionnement du réseau mis en place par Saur Polska devra permettre de mieux maîtriser les rejets dans l'environnement et résister à la charge liée à de trop fortes pluies et inondations.

La mission consiste d'abord à définir et superviser une campagne de mesures d'une durée de 6 mois afin que la régie puisse collecter toutes les données sur le fonctionnement de son réseau.

Vient ensuite le « calage » du modèle qui intègre l'importation des

données recensées et des mesures effectuées lors d'événements pluvieux particuliers pour vérifier que les calculs du modèle correspondent à la réalité.

Enfin, des points de mesure seront proposés à la régie pour lui permettre de suivre l'état du réseau en temps réel. Les ingénieurs de la régie accompagneront les équipes de Saur Polska tout au long des quatre années de la mission et seront formés pour être autonomes dans l'utilisation du modèle.

Le savoir-faire de Saur en ingénierie hydraulique a déjà permis à la filiale

polonaise d'obtenir, depuis 2015, la confiance des villes de Lublin, Szczecin et Katowice. En plus des missions d'ingénierie-conseil, Saur Polska gère également la station de traitement des eaux usées de Konstancin-Jeziorna (30 000 équivalent-habitants), une infrastructure dont elle a financé et réalisé la modernisation et l'extension.

Au total, en Pologne, le groupe Saur dessert 500 000 habitants, produit 24 millions de m<sup>3</sup> d'eau potable et traite 30 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées pour 2 500 km de réseaux gérés et 600 collaborateurs. ■

## Suez s'investit dans un grand projet d'irrigation au Pérou

**Suez annonce la conclusion d'un accord pour l'acquisition de deux entreprises H2Omos (H<sub>2</sub>O) et Concesionaria Traslase Olmos (CTO) œuvrant dans le cadre du projet d'irrigation de la vallée d'Olmos au Pérou. Ce projet doit apporter les ressources en eau**

**nécessaires au développement de son agriculture et de son industrie agro-alimentaire.**

Située dans une région aride du Pérou, la vallée d'Olmos est touchée par la sécheresse qui limite, de fait, le développement de ses activités agricoles et agro-alimentaires.

Face à ces enjeux, le gouvernement péruvien et les autorités régionales ont initié dès le début du 20<sup>ème</sup> siècle un projet d'infrastructures d'irrigation colossal.

D'une part, celui-ci comprend la dérivation des eaux de la rivière Huancabamba, du versant Atlantique au versant Pacifique. Ainsi,

dans le cadre d'un partenariat public privé, CTO a participé à la construction, l'exploitation et la maintenance du barrage Limón, ainsi que d'un tunnel de 20 km sous la Cordillère des Andes.

D'autre part, H2Omos a accompagné la construction, l'exploitation et la maintenance du système



## Avec Air Products, offrez un nouveau souffle à votre station d'épuration

Depuis plus de 30 ans, les experts en traitement des eaux usées d'Air Products confrontent avec succès leur technologie Halia® de dopage à l'oxygène à toutes sortes de problématiques.

Forts de cette solide expérience, ils définissent pour et avec vous, après un audit des installations existantes, le procédé exact qui permettra sans modifier l'ouvrage ni investissement lourd:

- d'augmenter la capacité de traitement de votre station,
- d'absorber les pointes de charge,
- de traiter les problèmes d'odeur, de mousse
- de limiter la production de boues.

En France, plus de 100 stations urbaines ou industrielles ont déjà fait confiance à la Division Traitements des Eaux d'Air Products.

**Comme eux, offrez une bouffée d'oxygène à votre site !**

Pour plus d'informations, contactez-nous sur **0800 480 030** ou par email : [frinfo@airproducts.com](mailto:frinfo@airproducts.com)

**tell me more\***

[www.airproducts.fr/environmental](http://www.airproducts.fr/environmental)

\*pour en savoir plus

**AIR  
PRODUCTS** 

d'irrigation, ainsi que le développement de 43500 hectares de terres arables.

À la suite de cet accord, Suez assurera les services d'exploitation et de maintenance de ces

infrastructures. Ces deux concessions, attribuées pour 20 ans, s'achèveront respectivement en

2025 et 2035. Ces activités généreront un chiffre d'affaires d'un montant total d'environ 120 M€. ■

## Oil & Gas

# Veolia Water Technologies va fournir une importante usine de traitement des eaux usées en Arabie Saoudite

Veolia Water Technologies a été choisie par le maître d'ouvrage Tecnicas Reunidas pour concevoir et livrer une usine de traitement des eaux usées pour la raffinerie et le terminal de Jazan, en Arabie Saoudite. Ce nouveau complexe sera en mesure de traiter 400 000 barils/jour de brut saoudien lourd et moyen à partir de sa mise en service en 2017.

Le complexe de Jazan compren-

dra une centrale électrique dotée d'une capacité totale de 4,000 MW. Veolia concevra et fournira une usine de traitement des eaux usées pour la centrale électrique, qui se chargera du traitement biologique, du traitement des eaux huileuses et de l'élimination des métaux. L'installation sera mise en service en 2017.

L'unité de traitement biologique, d'une capacité de 1 000 m<sup>3</sup>/h, intégrera plusieurs technologies

brevetées par Veolia telles que AnoxKaldnes™ Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR), les clarificateurs à grande vitesse Actiflo® et Multiflo™ ainsi que les filtres à disques Hydrotech™.

Le traitement des eaux huileuses sera réalisé en combinant deux technologies développées spécifiquement pour le marché Oil & Gas: les séparateurs à lamelles MPP TiPSS Tilted Plate Interceptor (TPI) et la technologie Whittier

Power Clean®, un média filtrant à base de noix conçu pour éliminer efficacement les huiles et les solides en suspension.

Enfin, Multiflo et différents produits chimiques seront utilisés lors de la troisième phase du traitement visant à éliminer les métaux. Pour ce qui est du déshuilage et de l'élimination des métaux, ces deux phases du traitement auront une capacité de 550 m<sup>3</sup>/h chacune. ■

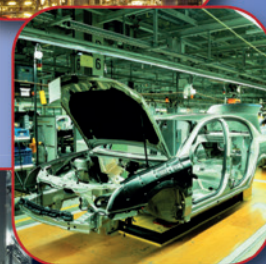
EXPOSITION - CONFÉRENCES - ATELIERS



SALON  
ANALYSE  
INDUSTRIELLE  
Industrial Analysis Exhibition

30<sup>ème</sup> édition

Le salon des solutions en analyse industrielle



15 & 16 mars 2017 - Espace Grande Arche - Paris la Défense

Demandez dès maintenant votre badge visiteur gratuit sur :

[www.analyse-industrielle.fr](http://www.analyse-industrielle.fr)



@AnalyseInd

# Pollutec 2016 : une édition riche en innovations...

Avec 2206 exposants et 60834 visiteurs dont 14 % d'internationaux, l'édition 2016 a permis au salon Pollutec d'approcher ses plus hauts historiques.

Que ce soit sur les espaces thématiques, sur le plateau TV ou directement sur les stands, beaucoup d'innovations ont été dévoilées, souvent en avant-première européenne.

Aux premiers rangs des tendances observées figurent l'intégration du

numérique dans l'ensemble des éco-solutions et non plus seulement dans l'énergie, la prévention en amont des pollutions, l'efficacité hydrique dans l'industrie, l'optimisation de la valorisation matière, sans oublier le développement de nombreuses solutions "Smart" à tous les échelons de la gestion de l'eau.

Retour sur quelques innovations sélectionnées par nos équipes dans les allées du salon...



## Analyse

### AMS Alliance agrandit sa famille d'analyseurs séquentiels

Le Smartchem 450, présenté en avant-première sur Pollutec 2016, est un analyseur séquentiel de milieu de gamme portant les cadences à 450 tests/heure dans un appareil entièrement automatisé, flexible, et doté d'un tout nouveau logiciel. Il permet de réaliser des analyses multiparamétriques

sur de nombreux échantillons différents, avec de hautes cadences, pour un coût unitaire d'analyse réduit.

Il associe la flexibilité et la praticité de la technologie séquentielle à lecture directe (analyses multiparamétriques dans un appareil entièrement automatisé et robotisé) avec les dernières innovations d'AMS Alliance : de hautes cadences (jusqu'à 450 tests/heure), des cuvettes de 10 mm optimisant le trajet optique pour de meilleures performances en termes de limite de détection et de quantification, un nouveau logiciel dédié à la fois moderne et convivial, qui peut se piloter aisément par un écran tactile.

Comme tous les Smartchem, cet analyseur bénéficie des spécificités propres à AMS : un module de réduction des nitrates en nitrites sur colonne de cadmium, un module ISE permettant l'analyse de trois paramètres (pH, conductivité et redox), et

surtout un ingénieux principe de cuvettes réutilisables, dont l'intégrité est garantie par une station de lavage intelligente. « Associée à une faible consommation de réactifs, cette innovation en fait un appareil économique, qui fait chuter le coût unitaire des analyses », indique-t-on chez AMS Alliance.

Pour simplifier et faciliter les analyses, AMS propose une gamme complète de réactifs prêts à l'emploi, directement insérables dans l'appareil, pour la plupart des paramètres.

### Modulaire et compact, le type 8905 de Bürkert surveille tous les paramètres importants

Bürkert a présenté son système d'analyse en ligne type 8905 qui permet désormais de surveiller 5 paramètres liés à la qualité de l'eau. Le système repose sur une plateforme modulaire permettant une installation facile des capteurs. La connexion et déconnexion de la plateforme peut se faire à tout moment sans arrêter ni la circulation du fluide ni la connexion électrique. Le système de connexion est identique quels que soient les paramètres mesurés.

« Chaque capteur appelé "Cube de mesure", permet, en plus de la mesure, la sauvegarde, le renvoi d'information d'état, le paramétrage et



la maintenance, souligne Olivier Bertrand, responsable du marché "eaux" chez Bürkert. Tous les cubes sont interconnectés entre eux et communiquent rapidement avec l'interface électronique mère dans un langage de type numérique appelé BÜS (BUS interne Bürkert) ». Cette communication fait partie de la nouvelle plateforme EDIP (Efficient Device Intergration Platform). Les fonctionnalités de communication autorisées par ce protocole interne ne sont pas limitées. La plateforme EDIP va pouvoir en effet utiliser la plupart des BUS externes existants sur le marché, en passant aussi par des standards analogiques. Evolutif, le type 8905 doit s'enrichir début 2017 de cubes de mesure sur les paramètres fer, manganèse et UV à 254 nm.



## Swan sécurise les process eau potable avec l'AMI SAC 254

Swan a présenté l'AMI SAC254, un analyseur en ligne dédié à la mesure continue de l'absorption UV à une longueur d'onde de 254 nm permettant de surveiller efficacement les substances organiques (COD, COT, DCO) dans les process d'eau potable. La surveillance de substances organiques dissoutes à des points de contrôle critiques fournit des informations précieuses concernant la qualité de l'eau brute, de la ressource à la désinfection. « L'AMI SAC254 donne une analyse de tendance précise et une identification immédiate des changements dans la composition de l'eau », souligne Guillaume Schneider chez Swan. En surveillance d'eau brute, cela permet une action corrective immédiate ; en coagulation-floculation, cela permet d'optimiser le traitement. En filtration par charbon actif, cela permet de surveiller l'efficacité de la filtration et de prévoir la saturation du filtre. En désinfection UV, cela sécurise également le processus tout comme en stockage avant distribution ».

## Boues

### Un système de mesure optique pour ajuster la dose de polymères

Aujourd'hui, en phase d'épaississement ou de déshydratation, les doses de polymère sont souvent fixées de manière approximative sans être ajustées correctement aux conditions réelles du traitement des boues. « Cela peut conduire à une baisse de siccité du gâteau, à un encrassement des bandes et à un surdosage du polymère », explique-t-on sur le stand Andritz. Le Rheoscan est un système de mesure optique qui permet de détecter en continu la viscosité réelle des boues pendant les processus d'épaississement et de déshydratation. Il ajuste précisément la dose de polymère nécessaire pour s'adapter aux variations de débit et d'état des boues ». Testé en conditions réelles sur une station d'épuration en Slovaquie, Rheoscan a généré une économie de 38,8 % de polymère lors de la phase d'épaississement auxquelles s'ajoutent 16 % d'économies réalisées lors de la phase de déshydratation. Le système, amorti en seulement quelques mois, a également permis une augmentation de 11,7 % de la production de biogaz et une diminution substantielle des interventions manuelles.



### Faure Equipements élargit sa gamme

Faure Equipements a présenté à Pollutec le Rotary Press, un équipement de conception simple, qui fonctionne en continu et se caractérise par de bonnes performances et une grande fiabilité. « En termes de siccité, il se situe dans la catégorie des équipements susceptibles d'atteindre les 15 à 20 % sur les boues biologiques, avec des consommations en polymères et énergie comparables à celle des presses à vis », souligne Jean-Pierre Deltreil chez Faure Equipements. C'est un équipement modulaire, facilement extensible qui permet d'augmenter les capacités de traitement sans devoir envisager un remplacement comme cela

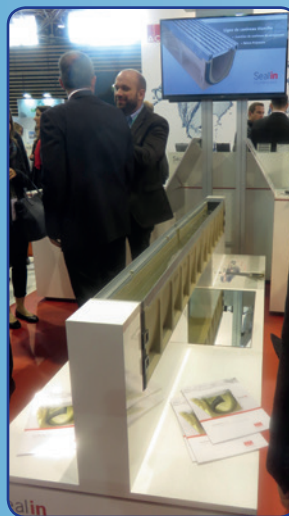
peut être le cas avec les autres techniques de déshydratation ». Parmi ses particularités, une pression d'alimentation inférieure à 1 bar ainsi qu'une vitesse de rotation très lente, ce qui en fait un équipement silencieux, exempt de vibration et très compact ce qui le rend facilement adaptable en unité mobiles. Les domaines d'applications du Rotary Press sont larges et concernent aussi bien les stations d'épuration urbaines sur des boues biologiques, mixtes ou digérées que des stations industrielles en agroalimentaire, papeterie, élevage, etc...



## Drainage

### ACO rend étanche les jonctions d'un système de drainage linéaire

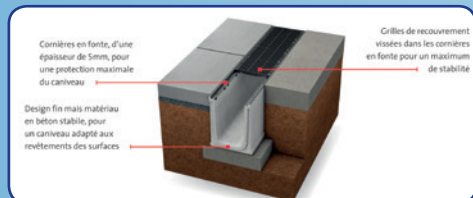
La nouvelle gamme de caniveaux à grilles ACO Multiline Seal en présentée par ACO sur Pollutec 2016 permet de rendre étanches les jonctions d'un système de drainage linéaire conformément aux exigences de la norme NF EN 1433. « Cette gamme est équipée d'un joint d'étanchéité de série permettant de collecter l'eau et de l'acheminer de façon étanche vers son point de traitement », explique Thomas Gaudebert, Chef de marchés chez ACO. Elle dépasse largement les exigences requises par la norme NF EN 1433 puisqu'une étanchéité durant 72 heures a pu être démontrée pour l'ensemble du système, comprenant le caniveau mais aussi les accessoires comme les avaloirs et les obturateurs amont et aval ». Cette étanchéité n'a pas été obtenue au prix d'un montage plus compliqué : la méthode éprouvée de montage par le haut, développée par ACO, reste inchangée.



La forme optimisée du système rend le corps du caniveau particulièrement robuste aux sollicitations de charge, allant de la casse A15 à D400. Différentes hauteurs sont disponibles ainsi que des pentes comprises entre 1 et 10. De même, une large gamme de grilles permet de concilier le design avec la performance du drainage en accord avec l'aménagement urbain.

### Birco présente un caniveau dédié aux surfaces à contraintes extrêmes

Avec ses dimensions et ses performances spectaculaires, le tout nouveau BIRCOMax-i a été développé pour gérer les eaux pluviales sur les surfaces soumises à de fortes contraintes mécaniques : sa capacité de rétention atteint 564,4 litres par mètre linéaire et sa résistance lui permet de faire partie des caniveaux de la classe de sollicitation F900. BIRCOMax-i possède un autre atout : des cornières en fonte ont été spécialement conçues pour protéger le caniveau. Sa capacité de rétention et sa résistance font donc de BIRCOMax-i le caniveau idéal pour les aéroports, aires de transbordements et autres aires logistiques d'envergure, présentant de fortes contraintes.



## Mesure

### Débitmétrie ultrasons: une mesure précise sur une large gamme de fluides

Analyse de gaz, mesure de débit, de pression, contrôle et régulation... Fuji Electric exposait à Pollutec ses nombreuses solutions dédiées au secteur de l'eau et de l'environnement.

En matière de débitmétrie, Fuji Electric a dévoilé sa nouvelle gamme de débitmètres à ultrasons à brides qui se caractérise par une haute précision, une facilité d'utilisation et un entretien réduit. Trois paires de capteurs associées à un nouvel algorithme



permettent d'obtenir une précision de + 0,2 % de la vitesse et une bonne résistance aux bulles. Les fluides tels que l'huile, l'eau purifiée ou les mélanges peuvent être mesurés.

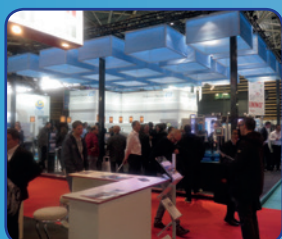
Parmi les autres nouveautés, le nouvel analyseur de gaz ZPAF qui mesure la concentration du CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>S, 4 composants du biogaz, simultanément et en continu. Le CH<sub>4</sub> et le CO<sub>2</sub> sont mesurés par méthode infrarouge non dispersive (NDIR). L'O<sub>2</sub> et le H<sub>2</sub>S sont mesurés quant à eux par méthode électrochimique. « Grâce à l'utilisation du système spécifique à régénération automatique, cet analyseur de biogaz est capable de mesurer en continu le H<sub>2</sub>S sur des échelles 0-500 ppm à 0-5000 ppm » souligne-t-on chez Fuji Electric. Il peut également être associé au système d'analyse biogaz ZPSB. Conçu pour chaque site en fonction de ses contraintes process et environnementales, le système ZPSB permet une mesure fiable, robuste et performante de la composition du biogaz et de sa teneur en H<sub>2</sub>S jusqu'à de très hautes teneurs.



### Des convertisseurs électroniques pour de nombreuses applications en débitmétrie et niveau

Chez **Tecfluid**, les nouveaux convertisseurs MT-03F (F comme Flow) pour les capteurs de débit et MT-03L (L comme Level) pour les capteurs de niveau, sont désormais dotés de fonctionnalités avancées comme la programmation via câble USB au moyen du logiciel Winsmeter permettant, entre autres, de programmer un

appareil ou configurer un enregistrement de données (Datalogger). Ces convertisseurs sont également programmables par clavier et display LCD graphique avec menus intuitifs. « Ils sont prévus pour fonctionner avec les débitmètres, compteurs et niveaux de la gamme Tecfluid mais également avec la plupart des capteurs du marché », souligne Jean Astorga, directeur de Tecfluid. De dimensions réduites, ces boîtiers sont conçus pour être montés en panneau de 91x91 mm par 78 mm de profondeur. Une protection IP65 est possible sur demande.



### Mesure et analyse: Endress+Hauser innove tous azimuts!

Tout auréolé de son titre d'entreprise de l'année en matière d'analyse de l'eau décerné par Frost & Sullivan, **Endress+Hauser** a exposé son portefeuille de solutions diversifiées en mesure et analyse.

Ainsi de la plateforme Liquiline qui continue à se développer. Le nouveau transmetteur Liquiline CM44P apporte des fonctionnalités multivoies et multiparamètres aux photomètres de process et capteurs Memosens. Les process tels que la

chromatographie, la fermentation et la séparation de phase bénéficient désormais de la facilité d'utilisation et de la maintenance simplifiée apportées par la plateforme Liquiline et la technologie Memosens.

Endress+Hauser continue le renouvellement de sa gamme d'analyseurs colorimétriques avec la mesure de nitrites, de fer et de chromates. Tous les paramètres sont basés sur la même plateforme associant mesures de haute précision et manipulations simples. Le Liquiline System et ses préparations d'échantillons sont conçus pour répondre aux exigences des points de contrôles critiques en eau potable aussi bien qu'en eaux usées. Après l'ammonium et l'orthophosphate, les mesures de nitrites, fer et chromates sont maintenant disponibles.

Côté mesure de niveau, Endress+Hauser a frappé un grand coup sur le marché de l'eau en proposant une solution radar simple d'utilisation et d'un bon rapport performance-prix. « Proposés en deux versions, Micropilot FMR10 et Micropilot FMR20, ces radars sont un concentré d'innovations, comme un unique composant RF embarqué pour une taille de sonde vraiment adaptée et la technologie Bluetooth® pour une mise en service à distance sans aucun outil additionnel » comme le souligne Raphaël Brie, Responsable marketing Services-solutions chez Endress+Hauser.

## Pompes

### Les systèmes intelligents et éco-énergétiques à l'honneur chez Xylem

Plusieurs nouveautés sur le stand **Xylem** dont la nouvelle gamme de pompes multicellulaires Lowara e-MP, présentée en avant-première mondiale. Pourvue d'une nouvelle hydraulique optimisée par calcul de dynamique des fluides (CFD), elle permet d'optimiser le rendement et de réduire les coûts du cycle de vie.

Xylem a également présenté la 5ème génération du variateur de fréquence Hydrovar, un système de commande intelligent qui s'adapte précisément aux besoins du pompage, réduisant jusqu'à 70% la consommation énergétique d'une pompe tout en garantissant une pression d'eau constante.

Plus facile à installer et à programmer, le système embarque de nouvelles fonctionnalités telles que la comptabilité BACHet pour une meilleure intégration aux systèmes de télégestion dans les bâtiments, ou un filtre THDi qui allonge la durée de vie de l'équipement tout en améliorant la compatibilité électromagnétique. En option, il est possible d'installer un module Wi-Fi pour se connecter à distance à l'unité avec tout appareil mobile, ordinateur portable, etc....

Côté agitation, le nouvel agitateur submersible à haut rendement et à vitesse lente Flygt 4320, a été équipé d'un variateur intégré à un moteur synchrone pour ajuster facilement la poussée en fonction du besoin et réduire les coûts énergétiques. L'intégration du variateur dans l'agitateur permet de simplifier l'installation électrique en réduisant les coûts.



Mais c'est sans doute Flygt Concertor™, le système de pompage pour eaux usées avec intelligence intégrée qui a drainé le plus grand nombre de visiteurs : Flygt Concertor™ est en effet capable d'identifier les conditions d'exploitation de son environnement et d'adapter de façon autonome ses performances en temps réel tout en fournissant des informations aux opérateurs de la station de pompage.

Pour François Audo, Président Directeur Général de Xylem France, « le contrôle des coûts et l'efficacité énergétique sont au cœur des préoccupations des professionnels présents sur ce salon. Pour Xylem, Pollutec est l'occasion de présenter des solutions révolutionnaires et à haut rendement, tels que Flygt Concertor™ et Hydrovar. Ces innovations permettent d'optimiser les processus de pompage, de réduire les coûts d'énergie et de maintenance tout en simplifiant leur utilisation ».

## Réseaux



### Sewerin innove tout en élargissant ses gammes

Beaucoup de produits et de gammes en phase d'optimisation sur le stand **Sewerin**. C'est par exemple le cas de SeCorr300 qui, après avoir été doté d'un nouveau logiciel, bénéficie aujourd'hui d'un nouveau capteur, l'UM350, beaucoup plus performant sur le PVC.

De même, en matière de détection électroacoustique de fuites d'eau,

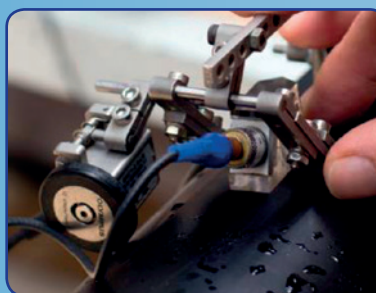
l'Aquaphon A100 se double aujourd'hui d'un Aquaphon A50, qui présente des performances analogues mais à un prix et avec un encombrement réduit.

Côté nouveaux produits, Sewerin se lance dans la débitmétrie en proposant un débitmètre à ultrasons développé avec le concours de Flexim. Le SeFlow (pour Sewerin Flow Meter) se compose d'une paire de sondes capable de couvrir une large plage de besoins: de 40 à 1100 mm. Ce débitmètre, qui bénéficie d'une bonne précision, présente par ailleurs une haute stabilité du point zéro et permet de mesurer les plus petits débits. « C'est l'outil idéal pour les activités de recherche de fuites d'eau, souligne Thierry Hoffmann chez Sewerin. Ce développement répond à une forte demande de nos clients ».

### Sainte Lizaigne simplifie la gestion des réseaux

Wayve regroupe l'ensemble des innovations développées par le groupe Claire auquel appartient notamment **Sainte Lizaigne**, spécialisée dans les solutions de branchement, l'environnement de comptage, le raccordement et le pilotage de réseau. Parmi les solutions exposées sur Pollutec 2016, la vanne programmable E-valve qui simplifie la gestion du réseau en facilitant la programmation des débits et des ouvertures pour les purges d'antenne automatisées et la mise hors gel des canalisations, et en assurant le suivi des historiques. « Une application tablette ou smartphone permet de la programmer ou d'actionner la position souhaitée via communication Bluetooth Low Energy, explique Mathilde Duvoux chez Sainte Lizaigne. Cette application associée permet de gérer un parc de vannes, ses droits d'accès et de les géo-localiser ».

Composée d'une vanne 3 positions brevetée (ouvert, fermé, débit limité), d'un module électronique de commande (équipé d'une carte et d'un motoréducteur) et de son énergie, la E-Valve permet la gestion programmée du débit d'eau sans effet coup de bélier. Elle est alimentée par une pile lithium lui assurant une autonomie jusqu'à 15 ans et bénéficie d'un cycle de maintenance automatique tout au long de sa durée de vie.



### GF Piping Systems dévoile sa solution de tests non destructifs

**GF Piping Systems** a présenté à Pollutec sa nouvelle solution de service de Tests Non Destructifs (NDT) qui valident la qualité des soudures sur les gammes bout à bout ecoFIT (PE), PROGEF (PP), ainsi que sur la gamme électro-soudables ELGEF (PE), sans découpe de la canalisation. Il s'agit de répondre aux besoins du marché en offrant une alternative aux solutions

métal, avec une équivalence en termes d'assurance qualité tout au long du processus de vérification des soudures.

« Il aura fallu 50 ans pour que le plastique se positionne enfin au même niveau de qualité que les solutions métal prédominantes depuis toujours. Nous sommes fiers d'apporter aujourd'hui à nos clients cette solution très attendue et unique sur le marché, souligne Sébastien Schaeffer, Directeur Général de la filiale française de GF Piping Systems. L'assurance qualité des soudures des tubes & accessoires PEHD3 & PP va permettre aux industriels qui se tournaient par défaut vers le métal, de basculer vers les solutions plastiques ».

Basée sur le procédé NDT de vérification des raccordements de canalisations en métal, la solution permet la vérification des soudures des tuyauteries en plastique. Auparavant, la vérification de la qualité d'un tube plastique soudé nécessitait la découpe de la soudure elle-même, une méthode archaïque et coûteuse. Aujourd'hui, grâce à la technologie développée par GF Piping Systems, il suffit de réaliser une radiographie de la soudure afin de vérifier que l'ensemble raccord-tubes soit homogène et qu'il ne présente pas d'occlusion.

Pour un coût comparable à celui de la vérification du métal, la solution de Tests Non Destructifs de GF Piping Systems offre plusieurs avantages par rapport à la radiographie métal. Elle est rapide (réalisation de 20 à 30 tests par jour contre 5 à 10 tests par jour pour le métal), pérenne (le plastique ne présente pas de corrosion avec le temps) et facile d'utilisation: le matériau est plus léger, maniable et facilement transportable.



## Krohne, Phoenix Contact, Danfoss et Altereo présentent leurs solutions globales

Krohne, Phoenix Contact, Danfoss et Altereo se sont associés pour présenter, sur un espace de 140 m<sup>2</sup>, des solutions développées conjointement pour répondre aux besoins des clients en termes d'identification patrimoniale, d'équipement et d'optimisation des process de distribution et de traitement. Les visiteurs on ainsi pu visualiser sur des maquettes dynamiques les différentes solutions

susceptibles de répondre à tout ou partie de leur problématique en matière d'eau, du captage jusqu'au rejet en passant par les différentes étapes de traitement, distribution, etc. Un module « eaux pluviales » a ainsi exposé une solution globale pour les réseaux d'eaux usées et les bassins d'orage. En cas de fortes pluies, les bassins d'orage jouent un rôle essentiel. La mesure de débit et de niveau dans les bassins d'orage associée à un système d'automatisation et de régulation permet par exemple d'assurer une surveillance permanente du trop-plein et de la capacité de stockage du bassin. Une mesure de conductivité permet de suivre la qualité de l'eau et détecter d'éventuelles pollutions.

Une maquette « captage et prélèvement » a présenté un système complet pour l'équipement d'un forage ou d'un pompage. Capturer les eaux superficielles ou pomper les eaux souterraines est la première étape d'un process de production d'eau potable. Mais elle est réglementée et impose un comptage précis des volumes prélevés. Cette maquette présentait une solution complète pour la modernisation ou la construction de nouveaux forages, de l'instrumentation et régulation jusqu'à l'automatisation des process.

Un module « distribution d'eau potable » a présenté différentes problématiques liées à la gestion et la surveillance des réseaux qui peuvent, par exemple, être soumis à des variations de pression importantes. Une pression trop forte peut augmenter les risques de fuites, voire provoquer des casses. Les mesures de débit, niveau et pression associées aux automatismes et à la régulation sont à la base d'une bonne gestion d'un réseau et contribuent à assurer la continuité du service.

Des solutions complètes ont également été présentées en matière de « détection de fuites ». Les réseaux de distribution, trop souvent vétustes, sont par ailleurs exposés à des environnements difficiles. Conséquences: usure du matériel, fissures et parfois, des fuites difficiles à détecter avec à la clé, des non-conformités et des pertes d'eau. La maquette a permis de démontrer la pertinence d'une solution globale permettant de détecter et mesurer les fuites tout en visualisant en permanence le réseau et en assurant une gestion cohérente de la pression.

Enfin un module « traitement des eaux usées » a permis de présenter une gestion complète de l'analyse et du fonctionnement automatisé d'une step depuis l'arrivée des effluents jusqu'au rejet au milieu naturel.

## Smart Water

### Lacroix Sofrel présente le poste local de télégestion 4.0

L'annonce était attendue. Elle n'en a pas moins constitué l'un des temps forts de Pollutec 2016: fruit de 4 années de R&D et de 10 M€ d'investissement, le S4W, dernier né de Lacroix Sofrel doit permettre aux exploitants de réseaux d'eaux de répondre à deux défis majeurs: la rarefaction de la ressource hydraulique et la cybersécurité de leurs installations.

Sofrel S4W (Sofrel for water) offre une solution de télégestion



innovante en alliant compacité, facilité d'installation et d'usage (simplicité de câblage et paramétrage graphique), flexibilité (modularité d'entrées/sorties et de communication: GSM, GPRS, Radio, Ethernet...), robustesse (électronique pour environnements difficiles) et sécurité (conformité avec les exigences de cybersécurité).

Après S10, S50 et S500, le S4W est la quatrième génération de postes locaux de télégestion de Lacroix Sofrel. « Cette nouvelle génération va plus loin en termes d'automatismes, souligne Catherine Failliet, Directrice Générale de Lacroix Sofrel. Développée très en amont avec le concours de l'ANSSI, elle est également capable de répondre à des contraintes fortes en termes de cybersécurité ».

Le produit n'est pas appelé à supplanter dans l'immédiat la gamme S500 qui répond bien aux attentes des exploitants, mais il pourrait trouver ses premiers débouchés sur des points d'importance vitale.

### Une nouvelle plateforme d'accès aux données de relève chez Sensus

Sensus a présenté sa nouvelle application destinée aux collectivités pour accéder en temps réel aux données de relève de leurs compteurs d'eau. Baptisé H2OImes, ce portail web permet de collecter et d'exploiter les données de relève de manière fiable, rapide et sécurisée, depuis n'importe quel navigateur. « Les collectivités peuvent ainsi optimiser la gestion de leur parc de compteurs et suivre plus finement la consommation de leurs usagers, pour s'installer dans une véritable démarche de réseau d'eau intelligent, explique Michel Jacquet, directeur Général de Sensus France. H2OImes est une brique complémentaire qui permet à Sensus de proposer aux collectivités, quel que soit leur profil, une solution globale « compteur - module - données », leur permettant de construire très simplement leur propre réseau d'eau intelligent ».

H2OImes est une application 100 % web qui ne nécessite aucune installation et permet aux collectivités d'accéder à un espace en ligne sécurisé qui recense l'ensemble des données issues des relevés effectués sur son parc de compteurs, quel que soit le mode de relève (manuel, à distance, télérelève), et quelle que soit la marque du compteur. Les données ainsi agrégées sur le portail peuvent être exploitées graphiquement ou exportées pour procéder à différentes analyses avant d'être archivées.

En test depuis quelques mois au sein d'une dizaine de collectivités à travers l'hexagone, H2OImes s'adresse principalement aux régies disposant d'un parc de 10 à 10 000 compteurs. La solution est destinée sous forme d'un abonnement annuel en fonction du nombre de points de comptage connectés.



### Veolia présente ses solutions numériques destinées aux collectivités

Veolia a présenté à Pollutec trois nouveaux outils destinés à accompagner la dynamique des villes intelligentes en augmentant la performance des services urbains, en améliorant le confort des citoyens et en optimisant l'attractivité des territoires.

Ainsi, l'application Urban Pulse permet au citoyen de disposer sur son Smartphone de toutes les informations liées à sa ville. Il peut s'informer (événements, services, loisirs), s'impliquer plus facilement dans l'économie locale (location de voitures, places de parking partagées, covoiturage... etc) et agir sur l'empreinte environnementale des infrastructures (collecte, apport dans les déchetteries, alertes fuites).

L'Urban Board, destinée aux élus, se veut un tableau de bord de la ville intelligente en réunissant les informations techniques et les flux des réseaux sociaux, pour mettre en perspective et relier la performance des services urbains et le ressenti des habitants en matière de mobilité, de sécurité, propreté et environnement.

Quant à Urban Namics, dont WaterNamics est la déclinaison dans le domaine de l'eau, elle est destinée aux services techniques et met l'IoT et le Big Data au service des infrastructures. Véritable système de gestion des services urbains, elle agrège toutes les informations en temps réel: données des capteurs, systèmes d'alerte et ordres d'interventions pour faire émerger une prédiction intelligente des opérations qui deviennent plus interactives et plus pertinentes.

Pour développer ces applications en cours de déploiement à Lille ou Lyon, Veolia a annoncé la constitution d'un écosystème de partenaires. Ainsi, la solution d'hypervision des réseaux d'eau WaterNamics, conçue en partenariat avec IBM, associe Lacroix Sofrel pour les données de télégestion et Gutermann pour la surveillance du réseau d'eau et la localisation des fuites. De même, des partenariats associent Breezometer pour l'analyse de l'air, le



groupe Lacroix pour l'éclairage intelligent ou encore Sopra Steria pour le développement d'applications associées.

« Nos solutions ont pour but d'aider les collectivités à organiser des infrastructures toujours plus complexes, au service de citoyens toujours plus nombreux, dans un monde aux ressources toujours plus limitées », souligne Thierry Witkowicz, Senior Vice-Président Smart Cities Solutions chez Veolia.

## Traitement des eaux



### BWT France lance l'e-water management

Vision est la solution développée par BWT pour manager et optimiser les usages de l'eau dans l'industrie. Cet outil répond aux enjeux auxquels sont confrontés les industriels en optimisant les consommations d'eau et les traitements, en simplifiant les opérations de contrôle, en diminuant les coûts d'exploitation et en réduisant l'impact et les risques environnementaux.

La technologie Vision s'insère au cœur de l'usine en rendant communicant l'ensemble des installations de traitement d'eau, tours de refroidissement, chaudières vapeur et eau de process. Une connexion « plug and play » universelle reposant sur un boîtier de communication relié aux automates, donne un accès direct et en temps réel aux données préalablement identifiées et sélectionnées. Accessible via une interface Web sécurisée et confidentielle, depuis n'importe où et n'importe quel

support (PC, tablette, smartphone), ce monitoring automatique permet un suivi en temps réel des consommations et autres indicateurs clés de l'installation grâce à des fonctionnalités sur-mesure. Vision permet ainsi un affichage en temps réel de toutes les données brutes ou modélisées, une préparation et un envoi automatique de rapports (avec choix de fréquence, données, formats, etc.) et l'envoi d'alerte par email ou SMS en cas de dérive des indicateurs. Mais Vision permet aussi de détecter les points d'améliorations potentielles (analyse, modélisation, identification), et offre un accès rapide pour du calcul, modélisation, prévision quel que soit le périmètre de données et de l'historique. « Cette fonction diagnostic des installations par l'examen des données existantes (quantités, qualités, usages, destination) ainsi que l'identification des points indicateurs de performance et d'amélioration, est essentielle, souligne Thomas Feron, Responsable Commercial Industrie chez BWT France. Le monitoring des installations permet ainsi la préconisation de solutions techniques simples et validées ».

En détectant les dysfonctionnements et les points d'amélioration potentielles, Vision permet d'anticiper les situations dégradées en mettant en œuvre des actions de maintenance préventive adaptées. Simple, rapide et évolutive, cette application ouvre la voie à l'E-water management c'est-à-dire à une approche globale et connectée du traitement de l'eau en industrie. Connectée et sécurisée, elle permet également de centraliser et d'accéder facilement aux données de plusieurs sites sur une interface unique.

### Eurochlore présente une vanne modulante pour les systèmes de chloration

Eurochlore a présenté à Pollutec une vanne modulante permettant une régulation automatique du système de chloration en fonction des paramètres liés au débit d'eau à traiter, au taux de chlore et au débit et taux de chlore combinés.

« La vanne modulante s'installe entre l'inverseur et l'hydroéjecteur sur chaque ligne de chloration, explique Jean-Jacques Dewost, PDG d'Eurochlore. En fonction des données mesurées (débit d'eau, taux de chlore), la vanne modulante s'ouvre ou se ferme pour permettre le juste dosage du chlore. Une commande manuelle permet un fonctionnement manuel ». La vanne modulante est fabriquée en matériaux plastique de forte densité, pour résister à une concentration élevée de chlore. La vanne de réglage est en argent. Les joints toriques sont fabriqués en Viton, Téflon et EPDM résistant au gaz corrosif.

Eurochlore présentait également un détecteur de fuite de chlore composé d'une unité de



détection et d'une sonde reposant sur une cellule chimique à diffuseur capillaire conçue pour mesurer la concentration de chlore dans l'air. L'unité de détection embarque différents modules avec affichage digital, un module de réglage avec deux alarmes réglables et une unité de déclenchement d'alarme, un module d'alimentation et une cellule de détection séparée. La valeur du taux de chlore présent dans le local est affichée sur le détecteur et peut être relié à une télégestion. Une sortie en 4/20 mA et un contact sec permettent de déclencher une alarme visuelle et sonore.

### Alimenter efficacement un préparateur de polymère

Spécialiste en solutions de transferts et de dosage reposant sur des pompes électriques vide-fûts, pompes à double membrane, pompes centrifuges, compteur volumique, et système de chloration, Lutz-Jesco présentait à Pollutec une solution permettant d'alimenter efficacement les préparateurs de polymères. « Basée sur une pompe vide-fûts, la solution permet d'éviter la vraie problématique du NPSH tout en s'adaptant au cas par cas à la nature des boues à traiter », explique Christophe Rossigneux, Directeur commercial de Lutz France.

Renommé pour ses pompes haute qualité et haute sécurité destinées au vidage ou au refoulement de divers fluides à partir de fûts ou de conteneurs, Lutz-Jesco présentera prochainement plusieurs développements dont un électrolyseur modulaire, et une extension de gamme sur les MEMDOS SMART, pompe doseuse à moteurs pas à pas qui va aller jusqu'à 30 litres/heure.



### Eaux usées et eaux pluviales: plusieurs innovations chez Saint Dizier Environnement

Nombreuses nouveautés chez Saint Dizier Environnement : en assainissement non collectif, une nouvelle gamme de micro-stations a été développée. Basée sur une conception à double décantation primaire et un réacteur à lit fluidisé, cette gamme baptisée O2FIX® apporte performances et fiabilité en conformité avec le nouvel arrêté du 21 juillet 2015. Deux gammes sont

désormais disponibles: O2FIX® en polyéthylène pour 21 à 50 EH et O2FIX® en composite polyester à partir de 51 EH et jusqu'à 250 EH.

En traitement des eaux pluviales, Saint Dizier Environnement a mis au point et breveté une nouvelle technologie dédiée aux décanteurs lamellaires qui permet de simplifier l'exploitation. Fruit de ce développement, l'Aspibou® facilite la mesure du niveau des boues à l'aide d'un capteur de voile de boues mobile ou fixe. L'Aspibou® intègre également un puits pour réaliser le curage et la vidange sous la zone lamellaire directement à partir de la tuyauterie de l'hydrocreuse.

## Solutions d'automatismes

### IO-Link: simplifier et uniformiser l'accès aux capteurs et actionneurs

ifm electronic propose désormais une large gamme de capteurs IO-Link: en pression, niveau, température, débit, capacitifs, optiques et AS-I.

IO-Link est une interface de communication point à point pour capteurs et actionneurs. C'est un système indépendant du fournisseur et du bus de terrain utilisé. Il emploie le même câble que les capteurs standards et est capable de transmettre du tout ou rien et de l'analogique. Il allie les fonctions de paramétrage et de diagnostic.

Pour l'utilisateur, c'est un système plug and play. Si un capteur est en panne, une personne non qualifiée peut immédiatement le remplacer par un capteur identique, sans autre réglage.

Pour un constructeur, le dossier technique est simplifié grâce à la sauvegarde des paramètres. La configuration peut être répétée facilement sur plusieurs capteurs.

De plus, avec la technologie FDT/DTM à tous les niveaux (capteur, module, passerelle, API), le paramétrage et le diagnostic peuvent être effectués à distance.





Prélèvements sur site  
Etudes laboratoire



Essais  
Unités mobiles

## Solutions globales pour le traitement de vos effluents et de vos boues.



Installation sur site



Service Après-Vente

### CARREFOUR DES GESTIONS LOCALES DE L'EAU

Hall 5 - stand 267

25 & 26  
Janvier  
2017

RENNES  
Parc des Expositions

# Déshydratation des boues : les solutions se diversifient et gagnent en efficacité



Christophe Bouchet

## ABSTRACT

**Sludge dewatering: solutions are becoming more diverse and efficient.**

*Sludge recovery from waste water treatment plants in the context of regulations-compliant and durable circuits assumes that the quality of this sludge conforms to very precise requirements in terms of dryness, but also in terms of two types of pollution: trace metals and trace organic compounds. Solutions capable of constantly conforming to these requirements are becoming more diverse and more efficient.*

La valorisation des boues de stations d'épuration dans le cadre de filières réglementaires et pérennes suppose que leur qualité corresponde à des exigences très précises en termes de siccité mais aussi vis-à-vis de deux types de pollutions: les éléments traces métalliques (ETM) et les composés traces organiques (CTO). Les solutions permettant de répondre de manière constante à ces exigences se diversifient et gagnent en efficacité.

**D**ernier maillon de l'épuration des eaux usées, la question du devenir des boues d'épuration a longtemps constitué un casse-tête jugé quasiment insurmontable par de nombreux exploitants. La mise en place de filières de valorisation structurées et pérennes permet d'absorber aujourd'hui une large part des 3 litres de boues que nous produisons, chacun d'entre nous, tous les jours.

Quelles sont ces filières et que représentent-elles en volume ?

Un récent rapport sur l'évolution de la qualité des boues recyclées des stations d'épuration urbaines de 2000 à 2014 publié par l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse<sup>1</sup> recense quatre filières de traitement

<sup>1</sup> [http://www.eaurmc.fr/actualites-de-lagence-de-leau/detail-de-lactualite/article/les-boues-recyclees-des-stations-depuration-sont-de-bonne-qualite.html?no\\_cache=1&Hash=d13ea6f4acc30e9a066ecde92523f27c](http://www.eaurmc.fr/actualites-de-lagence-de-leau/detail-de-lactualite/article/les-boues-recyclees-des-stations-depuration-sont-de-bonne-qualite.html?no_cache=1&Hash=d13ea6f4acc30e9a066ecde92523f27c).

Le FLOCMASTER™ de Nalco Water permet de préparer un floculant à forte concentration sans post-dilution, en fiabilisant et en stabilisant la concentration de préparation du floculant et en obtenant un mélange polymère/boues optimal et variable en fonction des conditions de marche.



Nalco Water

et d'élimination des boues. Le recyclage en agriculture sous statut de déchet qui concernait en 2014 près de 18 % des boues produites, une transformation en compost normé sous statut de produit pour 45 % des boues produites, une élimination par incinération (32 % des boues) et un stockage des boues en C.E.T. (3 %). Même si l'épandage des boues en agriculture reste la filière jugée comme étant la plus économique et la plus respectueuse de l'environnement dès lors qu'il existe une proximité entre

les lieux de production et d'utilisation, l'étude constate une nette poussée du compostage, en particulier de la production de compost normé (NFU 44095) qui permet de diversifier les débouchés. C'est que la qualité des boues produites a nettement progressé ses dernières années, poussée par le renforcement d'exigences réglementaires qualitatives spécifiques à chaque filière qui ont incité les exploitants à améliorer sans relâche la performance de leur assainissement.

Logiquement, les techniques de traitement et les équipements associés ont suivi. Bien qu'en station d'épuration, aucune des différentes tech-

niques de déshydratation ne se soit révélée systématiquement plus avancée que les autres, toutes voient leurs performances s'améliorer.

Une bonne part de ces avancées sont dues à une amélioration très nette du soin apporté au conditionnement chimique des boues.

### Conditionnement chimique des boues: soigner la méthodologie et le dosage

Une évidence qui vaut tout de même d'être

Le RheoScan d'Andritz est un système de mesure optique capable de détecter la viscosité réelle des boues pendant les processus d'épaississement et de déshydratation. Il ajuste de manière précise et efficace la dose de polymère nécessaire pour s'adapter aux variations de débit et d'état des boues.



Andritz

rappelée: la qualité d'un conditionnement chimique (coagulation, floculation, chaulage) a une grande influence sur le résultat d'une opération de déshydratation. Cette étape, qui peut représenter jusqu'à 15 % des coûts d'exploitation d'une Step, consiste à

## Compost: une nouvelle certification qualité

Lancée par la FNADE, La FNCC et METHEOR, la certification Terron s'appuie sur un référentiel exigeant

de manière à répondre aux attentes du monde agricole qui souhaite disposer d'amendements organiques de qualité pour fertiliser les sols. Ce référentiel renforce les exigences agronomiques et d'innocuité visant les composts, renforce le suivi du fonctionnement des installations par une augmentation des contrôles et des analyses sur les lots de compost produits et augmente la transparence en fournissant des informations



D.R.

objectives et régulièrement actualisées sur la qualité des composts.

Tout en s'appuyant sur la norme NF U44-051, la certification Terron va plus loin en termes de garantie. Elle illustre les exigences des filières de tri-compostage et de tri-méthanisation-compostage produisant des composts issus des déchets ménagers résiduels.

En 2016, 35 installations de tri-compostage et 11 installations de tri-méthanisation compostage ont permis de produire 400 000 tonnes de composts normés.



IFTS

L'IFTS a développé un appareil portable, le Bootest Terrain équipé d'une cellule d'essais, pour conduire des essais de floculation-épaississement, selon la norme, directement sur sites en stations.

## Boues industrielles : réduire les coûts opérationnels en optimisant le mélange boues/polymère

Les industriels doivent faire face à de nouvelles réglementations, de nouveaux challenges environnementaux et à une augmentation significative des budgets alloués au traitement de leurs eaux usées et de leurs boues. Dans certains cas, la déshydratation des boues peut représenter jusqu'à 40 % du budget global de leur station de traitement d'effluents ce qui, dans certains secteurs industriels, peut représenter plusieurs centaines de milliers d'euros.

Pour optimiser ces process et réduire les budgets associés, Nalco Water a développé et breveté la technologie FLOCMASTER™, une solution innovante qui combine au sein d'un seul et même équipement un système expert de mélange et de dosage associé à des automatismes.

Flocmaster permet d'optimiser les performances des unités de déshydratation, des programmes

de traitement en améliorant notablement la siccité et en diminuant la consommation d'eau et d'adjuvants chimiques.

L'essentiel du process repose sur la création d'un mélange dynamique boue/polymère au sein même du flux de boues qui permet tout à la fois de fiabiliser et de stabiliser la préparation et la concentration de



Nalco Water

floculant, d'obtenir un mélange polymère/boues optimal et variable selon les conditions de marche avec un taux de traitement optimisé, quelles que soient les variations des boues. Il en résulte une réduction du volume de boues produites (jusqu'à 15 % de la production initiale), une réduction de la consommation d'eau (de 50 à 90 % dans certains cas) et une optimisation de la performance des traitements (en moyenne, 20 % de réduction des consommations) avec une optimisation des coûts totaux opérationnels de l'ordre de 20 % en moyenne.

Implanté chez un grand de l'agro-alimentaire au sein d'une filière boues qui traitait près de 1200 tonnes de matières solides par an, la solution a permis de stabiliser ses performances, d'augmenter les conditions de sécurité et la performance de son unité de déshydratation en optimisant son budget de fonctionnement via une diminution de la production de boues de 12 % (soit 141 tonnes), une réduction des consommations d'eau de près de 90 % (soit 2500 m<sup>3</sup> d'eau) et un allègement de la maintenance (90 % d'heures en moins). Au total, les coûts liés à la déshydratation des boues ont été réduits de 25 %.

tion précise de la dose optimale de floculant. Cette méthode discutée et validée par les membres du groupe CEN TC 308 a été normalisée et publiée sous la référence NF EN 14742 (Juin 2015).

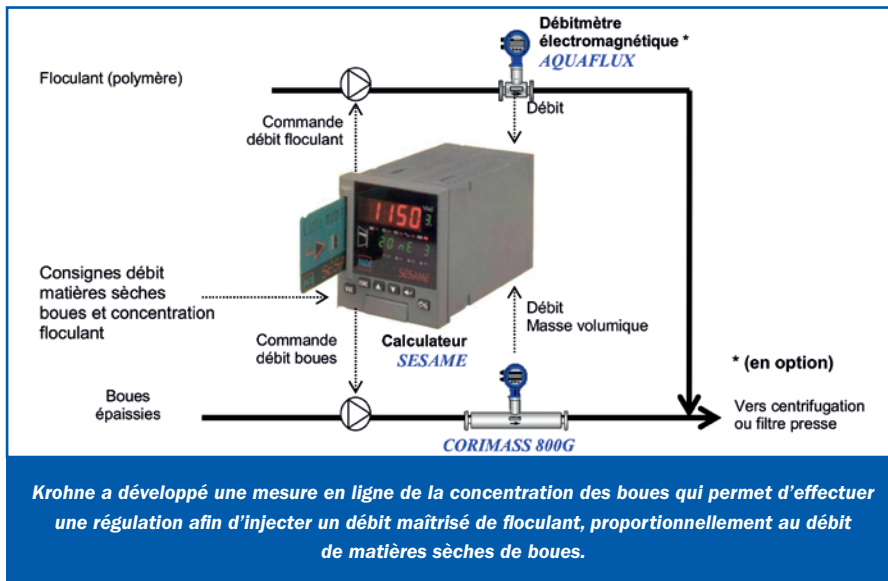
Pour mener ces essais sous conditions contrôlées, l'IFTS a développé un appareil, le Bootest Laboratoire, qui applique cette méthode et permet d'enchaîner rapidement de nombreux essais avec 2 postes en parallèle. Les incertitudes dans les résultats sont limitées. Ceci est indispensable pour déterminer les conditions optimales et précises pour l'épaississement et la déshydratation des boues flocuées et éviter les surdosages coûteux et inefficaces.

L'IFTS a aussi développé un appareil portable, le Bootest Terrain équipé d'une cellule d'essais, pour conduire des essais de floculation-épaississement, toujours selon la norme, directement sur sites en stations. Les conditions d'introduction des agents

introduire des quantités définies de floculant dans la boue. Il peut s'agir de floculants primaires minéraux (sels de fer ou d'aluminium) ou de floculants secondaires organiques (polyélectrolytes) ou encore d'un emploi combiné de solutions de sels de fer et de floculants polymères. L'objectif est toujours le même : il s'agit d'agglomérer les particules colloïdales en floccs plus gros et plus compacts pour faciliter l'opération de séparation solide-liquide, améliorer le taux de capture dans les floccs et faciliter l'expulsion de l'eau.

Pour optimiser les process de floculation des boues, une méthode a été développée pour conduire des essais de floculation en laboratoire répétables pour la détermina-

Krohne



## Ajuster le dosage des polymères

En eau potable, les premières étapes du traitement génèrent souvent des sous-produits sous forme de boues. Ces dernières, doivent être conditionnées grâce à l'ajout de polymères avant d'être déshydratées. Mais les polymères sont difficiles à doser de manière optimale et les usines utilisent généralement des quantités de polymères supérieures aux quantités requises, ceci afin de s'assurer d'une bonne déshydratation. Cela représente une part importante des coûts d'exploitation et une surconsommation de produits chimiques. Le contrôle du dosage de polymères dans le procédé de déshydratation peut réduire de 10 à 15% le coût des produits chimiques utilisés.

Grâce à la mesure des matières en suspension présentes dans les rejets à la sortie de la centrifugeuse, il est possible d'ajuster le dosage de polymères. La sonde de mesure de matières en suspension ITX est installée sous la centrifugeuse dans une cuve

d'aération. Le dosage optimum de polymères, est obtenu grâce à un contrôle automatique qui va réguler la pompe doseuse selon le signal de sortie de l'ITX. La valeur de concentration en matières en suspension est tout simplement comparée à une valeur prédéfinie. Si la valeur mesurée est plus haute que la consigne il y aura une augmentation du volume de polymères injectés. Si la valeur est inférieure, il y aura une diminution du volume de polymères injectés. Une modèle de régulation a été développé par Cerlic. Le système de nettoyage interne à l'eau ou à l'air de la sonde ITX Cerlic permet une

utilisation avec une maintenance réduite.



Elzeta

L'optimisation du dosage de polymères dans le procédé de déshydratation, conduit à un meilleur fonctionnement du procédé tout entier. Le juste volume de polymères est continuellement injecté. Ainsi la quantité de polymères utilisée est réduite, ce qui génère des économies significatives. La mesure en continu des matières en suspension dans les eaux rejetées permet également de détecter rapidement une augmentation des solides dû à un problème éventuel dans le procédé de déshydratation. Grâce à cette information, le problème peut être réglé rapidement et le procédé de déshydratation pourra ainsi se poursuivre à son niveau optimum.

La nouvelle presse à vis 40 d'Alfa Laval comporte des trappes qui permettent de procéder facilement et sur site à la maintenance de la vis convoyeuse par le côté alors que cette dernière est encore montée dans le bâti. Si nécessaire, on peut démonter la vis convoyeuse par le côté sans avoir à envoyer toute la presse à vis à l'entretien.

de conditionnement dans la boue d'épuration ayant une importance capitale, des solutions de mélange et/ou de dosage par mesure de matière sèche en ligne et suivi et ajustement des résultats sur site se sont également développés.

C'est par exemple le cas d'un nouvel équipement développé et breveté par Nalco Water, le FLOC-MASTER™ qui permet de préparer un floculant à forte concentration sans post-dilution, en fiabilisant et en stabilisant la concentration de préparation du floculant et en obtenant un mélange Polymère/Boues optimal et variable en fonction des conditions de marche. « Le FLOC-MASTER™ associe un process d'injection du polymère à son automatisation tout en permettant un mélange dynamique boues/polymères au sein même du flux de boues, explique Patrice Hervé chez Nalco Water. Il en résulte un floc de bien meilleure qualité qui provoque une amélioration de la siccité de l'ordre de 2 à 5 % ». Le taux de traitement est optimisé et ce quelles que soient les variations qui peuvent intervenir sur le volume ou la qualité des boues. Mise en œuvre chez un grand de l'agroalimentaire en amont d'une centrifugeuse, FLOCMASTER™ a permis de réduire le coût de la déshydratation des boues de 25 %, soit près de 40 000 euros (cf. encadré).

Andritz a développé de son côté le



RheoScan, un système de mesure optique capable de détecter la viscosité réelle des boues pendant les processus d'épaississement et de déshydratation. Il ajuste de manière précise la dose de polymère nécessaire pour s'adapter aux variations de débit et d'état des boues. Le RheoScan permet de réduire la consommation de polymères et autorise une augmentation du rendement en gaz par un dosage de polymère optimisé pour les boues digérées. Il peut être mis en œuvre sur des filtres à bande et tables d'égouttage de tous les fabricants et dans tous les types d'installations municipales ou industrielles de traitement des boues.

Le contrôle du process de mélange peut également être optimisé via la mise en place d'une mesure du débit volumique pour un contrôle correct de la dilution et du dosage via un débitmètre électromagnétique résistant aux produits chimiques.

Mais dès lors que la concentration de polymère obtenue peut varier, il n'est pas toujours possible d'obtenir un ratio optimal entre polymère et solides en suspension dans les boues. Un débitmètre massique Coriolis offre un contrôle plus pointu avec, en plus du débit, la densité du fluide. La densité mesurée de la solution de polymère ouvre la possibilité d'un dosage constant dans le flux de boue améliorant ainsi la déshydratation. Pour des résultats optimisés, il faut aussi contrôler la concentration des boues à l'entrée. Une solution souvent utilisée consiste à associer un débitmètre électromagnétique avec un capteur optique

### Protéger les boues activées grâce à un analyseur de toxicité

L'analyseur de toxicité Ra-TOX® de Mesureo permet de protéger les boues activées en prévenant les dommages à la biomasse, optimisant ainsi le fonctionnement d'une station d'épuration. Le temps de réponse est de 5 minutes en utilisant des boues représentatives (fraîches car prélevées en permanence) pour une prise de décision en temps réel.

Le principe de fonctionnement du Ra-TOX® repose sur une mesure continue respirométrique des boues activées de la station mise en contact avec le



flux à tester. Un pot d'aération, en dehors de l'analyseur, est rempli automatiquement par des boues activées. L'analyseur prélève un volume connu de ces boues dans le module respirométrique. Ensuite, une procédure unique et spécifique est appliquée pour calculer la concentration en oxygène en n'utilisant qu'une sonde OD. Chaque mesure est réalisée en inversant le flux traversant la cellule. Après une durée fixée (30s), le flux traversant le module est inversé et une mesure de concentration en O<sub>2</sub> est réalisée. La différence entre ces deux concentrations est le taux respiratoire. Si ce taux varie de façon anormale une alarme est émise pour une prise de décision. Les boues étant prélevées en permanence, le Ra-TOX® représente les véritables conditions aérobies de la station. Une version laboratoire de cet analyseur est disponible.



Fruit d'un transfert de technologie avec le groupe Fournier Industries qui l'a développé au début des années 1980, le Rotary Press de Faure Equipements est un équipement modulaire. Il fonctionne en continu et se caractérise par de bonnes performances et une grande fiabilité.



Concepteur / Constructeur

# Toute une gamme d'unités mobiles de déshydratation au gabarit routier

**ATR Créations conçoit et fabrique depuis 22 ans des unités fixes et mobiles de déshydratation de boues urbaines ou industrielles.**



**ATR Créations propose des machines performantes et robustes en prenant en compte les besoins des clients et en lui proposant une conception sur mesure.**

- Largeur de toile du filtre-pressé à bandes jusqu'à 2 m.
- Table d'égouttage jusqu'à 2 m.
- Préparation polymères
- Récupération des filtrats
- Sauterelle ou vis d'évacuation des boues
- Armoire électrique de commande
- Jusqu'à 70 m<sup>3</sup>/h de débit hydraulique
- Jusqu'à 600 kg de MS Biologiques/h
- Jusqu'à 7 Tonnes de MS Minérales/h
- Alternative possible avec centrifugeuse



**ATR CREATIONS:** ZI de Sardenas - 13680 Lançon-de-Provence  
Tél. : 04 90 42 82 85 - Fax : 04 90 42 81 90  
<http://www.atrcreations.fr>  
E-mail : [contact@atrcreations.fr](mailto:contact@atrcreations.fr)

pour les solides en suspension dans les boues tels que les modèles ITX ou ITX-IL de chez Cerlic groupe Eletta. Cette combinaison est efficace dans la plupart des cas, mais la mesure optique des solides en suspension peut être limitée lorsque les boues sont foncées. La mesure de la densité au moyen du principe Coriolis représente une alternative éprouvée qui garantit une déshydratation stable et correcte. La mesure de concentration de boue, en combinant une mesure de débit électromagnétique et une sonde de turbidité permet également une nette amélioration. Endress+Hauser a ainsi développé une solution permettant une amélioration de la déshydratation, une plus grande constance de celle-ci et une diminution des consommations en polymères de 15 à 20 %. De même, Krohne propose une solution sur-mesure reposant sur son débitmètre massique Corimass®, qui assure une mesure directe de la masse volumique, du débit-masse, associé à un régulateur de process Sesame chargé d'asservir les débits en fonction des consignes de concentration en polymère et des débit-masse de matières sèches. Deux modules de régulation PID, dotés d'une fonction d'autorégulation, permettent d'asservir les débits des pompes de floculant et de boues. La mesure en ligne de la concentration des boues permet d'effectuer une régulation afin d'injecter un débit parfaitement maîtrisé de floculant, proportionnellement au débit de matières sèches de boues. « Les

## Une solution d'essorage à fort volume et à faible coût

TenCate, spécialisée dans le domaine des géosynthétiques, s'est intéressée dès la fin des années cinquante, au développement d'applications environnementales en développant des géotextiles dans les applications classiques. À partir de différents géotextiles, elle a développé des solutions spécifiques, notamment des solutions de conteneurisation permettant de valoriser le sable comme matériaux de construction, avec les systèmes TenCate Geotube® en application marine et fluviale. Puis, à partir de ce développement, les systèmes

TenCate Geotube® en application "Essorage de boue". Le principe consiste à injecter des boues de toute nature dans une grande poche en forme de tube constituée d'un filtre spécifique. Les liquides ressortent par les pores du filtre. Les particules restent dans le tube qui se remplit. Ces solutions particulières se développent régulièrement en France depuis plusieurs années pour l'essorage de boues



TenCate

de stations d'épuration, de lagunes, de sédiments portuaires ou de canaux et de boues industrielles diverses.

Parmi les avantages de la technologie, sa simplicité et son faible coût dû à un fonctionnement sans pièces mobiles et sans risque d'arrêt. La technique permet d'éviter le traditionnel lagunage en limitant les surfaces de stockage, et en accélérant le séchage des boues, qui deviennent pelletables au bout de quelques jours à quelques semaines.

L'un des enjeux est de trouver, en complément à l'essorage, des solutions de valorisation. C'est le cas lors du recyclage en agriculture, ou lorsqu'il est possible de valoriser les sédiments en remblais ou dans la reconstitution des berges. Les solutions TenCate Geotube® peuvent également constituer une alternative économique aux outils de déshydratation mécaniques avec un bilan carbone fortement réduit.

*surdosages de floculants sont ainsi supprimés et le retour sur investissement est obtenu en moins de 8 mois d'utilisation » assure-t-on chez Krohne.*

Au-delà du conditionnement, les équipements ont eux aussi progressé, en gagnant en sobriété et en automatisation.

### Des équipements automatisés, toujours plus sobres

Même si elles demeurent aujourd'hui encore minoritaires au sein du parc des équipements de déshydratation, les presses à vis ont fait, ces dernières années, une entrée remarquée sur le marché (Voir notre dossier dans EIN n° 387). Portées par leurs performances en termes de siccité et leur

sobriété, elles sont proposées par Adequatec, Alfa Laval, Atlantique Industrie, Huber Technologies, Andritz Separation, EMO, Andre Boet Equipements, Horus Environnement, ou encore Orège. Ces machines permettent d'obtenir des performances comparables aux centrifugeuses en termes de siccité (de 18 à 20 % ± 1 %), de consommations de polymères (10 kg ma/Tn MS à ± kg) et en taux de capture (95 % ± 2 %). L'investissement initial est sensiblement plus élevé qu'une centrifugeuse mais la consommation électrique est divisée par un facteur 6 à 10 et il génère des économies d'exploitation significatives en personnel et maintenance.

L'offre en presses à vis s'élargit donc de manière régulière en ajoutant à ses qualités reconues une maintenance allégée.

Adequatec qui bénéficie d'un long retour d'expérience en France sur ses presses à vis Adequapress, continue d'améliorer les performances de son procédé et projette de mettre sur le marché à l'automne 2017, une nouvelle gamme munie d'une vis de plus grande taille qui ne nécessite plus de maintenance. En effet, conformément à son brevet Swingpress, le mouvement des anneaux mobiles ne sera plus assuré par cette dernière mais par



Flottweg

**Avec un débit d'environ 10 m<sup>3</sup>/h pour la déshydratation ou 15 m<sup>3</sup>/h pour l'épaississement, la nouvelle C2E de Flottweg s'adresse plutôt aux petites stations d'épuration. Elle embarque un dispositif breveté qui permet de réguler la vitesse différentielle entre le bol et la vis sans fin du décanteur en fonction du couple de la vis sans fin, ainsi qu'un système d'évacuation ciblée du centrât qui permet de récupérer l'énergie de rotation de l'entraînement principal.**





**FAURE**  
ÉQUIPEMENTS

## DÉSHYDRATATION & SÉPARATION LIQUIDE/SOLIDE

### ROTARY PRESS

- + Procédé en continu 24/24 h
- + Grande fiabilité
- + Faibles consommations
- + Extensible
- + Silencieux, propre et sécurisé
- + Compact

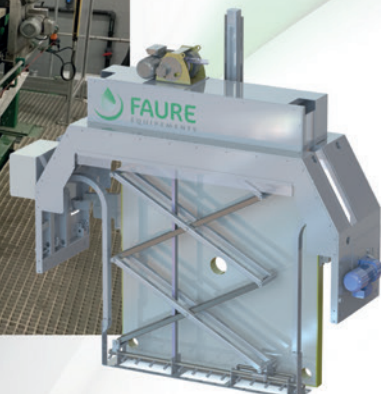
450  
références  
dans le  
monde



### TITAN FILTRE PRESSE

- + Haute siccité
- + Robuste et fiable
- + Technologie avancée
- + Automatique 24/24 h

1000  
références  
dans le  
monde



ROBOT FULL AUTO

**Performances, compacité, sobriété portent, depuis leur lancement, les presses à boues Bucher. Le nouveau groupe hydraulique qui équipe la presse à boue HPS 12007 a également permis de réduire la consommation électrique à seulement 18 kW/h, soit de 20 à 40 kWh/T MS en fonction du type de boues.**



Bucher

deux arbres à cames externes au tambour. Plus de phénomène d'usure donc, tout en maintenant l'efficacité de filtration, la faible consommation de polymère et une efficacité énergétique accrue.

Alfa Laval a élargi sa gamme avec la presse à vis 40, destinée aux stations d'épuration de moyenne taille avec une capacité allant jusqu'à 10 m<sup>3</sup>/h de boues digérées ou 20 m<sup>3</sup>/h de boues activées résiduelles. Cette nouvelle presse intègre une boîte épicycloïdale garantissant une transmission de puissance permettant d'obtenir un couple élevé en contrepartie d'une faible consommation énergétique. On peut ouvrir les trappes de la presse à vis 40 Alfa Laval à la verticale, ce qui permet de procéder facilement, et sur site, à la maintenance de la vis convoyeuse par le côté alors que cette dernière est encore montée dans le bâti. Si nécessaire, on peut démonter la vis convoyeuse par le côté sans avoir à envoyer toute la presse à vis à l'entretien. « Grâce à son tamis spécial et à sa boîte de vitesse épicycloïdale, la nouvelle presse à vis 40 Alfa Laval présente un poids extrêmement léger et ne nécessite aucun renforcement des fondations, ce qui réduit les coûts d'installation » indique Anders Jönsson, chef produit des presses à vis Alfa Laval. « Des trappes de visite verticales permettent un bien meilleur accès que sur les modèles classiques de presse à vis. Cela simplifie la maintenance et réduit les temps d'immobilisation et les coûts au minimum ». Parmi les autres caractéristiques de cette presse, un système de nettoyage pneumatique qui purge les tamis de

la presse pendant que celle-ci reste en fonctionnement continu, une vis convoyeuse optimisée et une vanne de mélange du polymère qui supprime la nécessité d'un mélangeur séparé, réduit la consommation en polymère et fournit un gâteau d'une qualité jusqu'à 5 % meilleure que sans vanne de mélange.

Atlantique Industrie a choisi de se positionner sur les presses à disques dont la technologie, assez voisine des presses à vis, repose sur un tambour filtrant composé d'une succession d'anneaux plats fixes et d'anneaux plats mobiles permettant une filtration contrôlée de la boue. « Ces performances en termes de siccité et de consommation de polymère et d'énergie sont

similaires à celles des presses à vis mais elles présentent l'avantage d'être véritablement autonettoyantes sans nécessiter beaucoup d'eau, souligne Jean-Pierre Murzeau chez Atlantique Industrie. Autre avantage, les presses à disques ne nécessitent que très peu de maintenance, ce qui leur permet de rivaliser avec tous les autres équipements de déshydratation ».

Parce qu'il n'existait pas de solutions dédiées aux applications en hydro-curage ou méthanisation, Atlantique Industrie a développé son offre en proposant désormais la presse de déshydratation KDS, un séparateur de phase dont la technologie, assez semblable à celle de la presse à disques repose sur la rotation en continu de cylindres de forme ovale. « Cet équipement se situe entre l'épaississement et la déshydratation en fonction du type de boues traitées. Sur certains digestats on approche les 25 %, souligne Jean-Pierre Murzeau. Ce type de presse est une réponse très adaptée aux problématiques des boues physico-chimiques, toujours difficiles à traiter, ou encore aux déchets graisseux. De même, la machine étant insensible aux corps étrangers, elle est bien adaptée aux marchés de l'hydrocurage ou encore de l'assainissement autonome ». D'autres applications liées à sa capacité à capter certaines matières agromomiques pourraient lui ouvrir d'autres marchés, par exemple dans le domaine de l'élevage.

## Valoriser les boues de STEP en éco-combustible à fort pouvoir calorifique

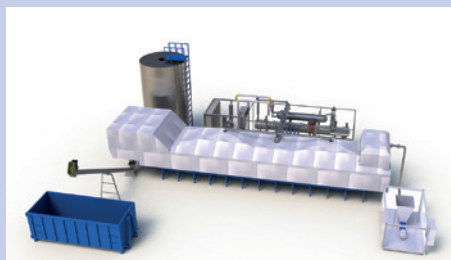
Cleef System met sur le marché un procédé innovant de valorisation de boues de STEP en éco-combustible à fort pouvoir calorifique.

Fruit de quatre ans de R&D, cette solution permet de traiter simultanément les boues de STEP et les huiles/grasses de récupération. Le principe repose sur l'immersion de boue humide (de 60 % à 80 % d'eau) dans un bain d'huile chauffé à 140 °C permettant une évaporation rapide de l'eau. L'énergie issue de la vapeur

produite est récupérée par compression pour servir au chauffage de l'huile. Cette solution garantit une consommation énergétique optimisée (division par 4 par rapport aux procédés traditionnels de séchage). Imprégné des déchets graisseux, l'éco-combustible

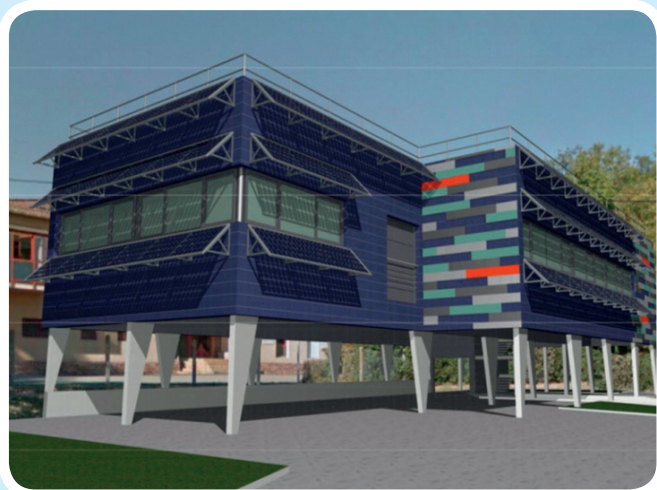
obtenu ne contient plus que 5 % à 10 % d'eau et possède un pouvoir calorifique équivalent à celui du bois de chauffage. Il est stable, hygiénisé, sans poussières ni odeurs. Par ailleurs, en brûlant, ce combustible fournit jusqu'à 7,5 fois plus d'énergie que ce qu'il a consommé pour être produit (rapport de 1 à 7,5 kWh).

Destiné aux STEP urbaines ou industrielles, ce procédé permet d'abaisser sensiblement la facture énergétique et l'impact environnemental lié au transport des boues.



L'éco-combustible dispose d'une filière de commercialisation garantie par CleefSystem auprès d'utilisateurs identifiés en cimenteries, production d'électricité, chauffages urbains, chaudières biomasse industrielles... etc.

# CERBA, Centre de Recherche Roger Ben Aïm



L'IFTS va ouvrir à Agen, sur un site unique en France, un nouveau centre expérimental de recherche destiné à l'eau et ses traitements à vocations régionale, territoriale et internationale.

Il portera le nom du fondateur de l'IFTS en 1981 : le professeur Roger Ben Aïm.

Le Centre pourra accueillir les unités de clients industriels souhaitant mener, pour leur propre compte, des études confidentielles, mais aussi recevoir des chercheurs et doctorants de laboratoires universitaires partenaires. Ils pourront disposer d'eaux brutes réelles de caractéristiques différentes pour développer, mettre au point, caractériser, leurs matériels destinés à potabiliser l'eau, traiter les eaux usées, déshydrater les boues sur des périodes de temps significatives, avec des débits pouvant atteindre 10 m<sup>3</sup>/h pour certains effluents.

Ce centre offrira, de par ses équipements, une large place aux procédés de traitement membranaire. Son ouverture est prévue pour 2018.

Le Centre sera idéalement implanté en bordure de Garonne, sur le site de Rouquet à Agen, entre l'usine de traitement d'eau potable et la station d'épuration des effluents, là où une ville sépare d'ordinaire ces 2 types d'installation.

C'est grâce à cette situation d'exception que sera rendu possible l'accès et l'utilisation de différentes sources d'eau de diverses qualités et à des stades divers de traitement nécessaires aux tests.

L'architecture du bâtiment a été étudiée en accord avec sa vocation : couleur bleue, toiture végétalisée ou panneaux solaires, construction sur pilotis de par sa localisation en zone inondable. Le projet a également été présenté à la COP47, organisée par le Cluster Eau & Adaptation au Changement Climatique Aquitain à Sérignac, près d'Agen, comme l'outil essentiel au service des entreprises pour valider certains procédés destinés à la réutilisation des eaux urbaines aux fins de diminution des îlots de chaleur.

L'IFTS, avec le CERBA, prend un nouveau virage dans son développement en tant que Centre de Ressource Technologique (CRT) et Structure de Recherche sous Contrat (SRC), permettant de servir d'appui à l'Innovation aux entreprises.

Ce centre d'essais s'inscrit dans la continuité des travaux que l'IFTS mène par ailleurs dans le domaine des procédés membranaires et des boues pour permettre aux industriels de mieux caractériser leurs procédés.



Bootest

Les 15 et 16 mars 2017 seront organisés les Ateliers de l'IFTS sur la caractérisation des boues et des suspensions.

Les sociétés partenaires fabricants de matériels de laboratoires exposeront leurs matériels de laboratoire, leurs sondes ou capteurs et conduiront des démonstrations de caractérisation et des travaux pratiques sur paillasse, à la fois pour leurs produits et pour les échantillons des visiteurs. L'IFTS y présentera son Bootest, qui permet de caractériser le conditionnement chimique des boues.

Ces ateliers auront lieu en conjonction avec l'organisation des essais interlaboratoires européens, qui se tiendront à l'IFTS dans la semaine du 13 au 17 mars 2017, sur la densité et la vitesse de décantation des boues (norme européenne CEN TC308) et sur la siccité limite/siccité de référence (norme française P16P-Afnor).

**Pour plus d'information sur les ateliers de l'IFTS :**  
**[Pascal.ginisty@ifts-sls.com](mailto:Pascal.ginisty@ifts-sls.com)**

La gamme de presses à vis commercialisée par EMO depuis 2013 a évolué pour répondre aux contraintes du marché Français. Chaque machine est proposée avec une grille de filtration démontable en lieu et place pour faciliter le remplacement du joint de raclage qui est la seule pièce principale d'usure. Cette particularité permet une intégration de celle-ci dans un minimum de place (unité mobile, container, bâtiment existant).



EMO

Adequatec diversifie ces applications, notamment en industrie, ou elle a menée avec succès des essais pilotes qui lui ouvrent des horizons sur des boues réputées difficiles. Fruit de l'un de ces essais, une Adequapress vient d'être livrée sur un site Seveso en Charente Maritime pour

traiter des boues ayant une salinité deux fois plus grande que celle de l'eau de mer. « Notre procédé se distingue des presses à vis classiques avec tambour à



équipé d'un tout nouveau groupe hydraulique qui permet de réduire la consommation électrique à seulement 18 kW/h, soit de

Atlantique Industrie a développé son offre en proposant désormais la presse de déshydratation KDS, un séparateur de phase dont la technologie, assez semblable à la presse à disque, repose sur la rotation en continu de cylindres de forme ovale.

tamis par une floculation optimale qui lui permet, avec une faible consommation de polymère (8 kg PA/t MS contre 14 kg PA/t MS pour les autres presses à vis), de déshydrater avec une grande stabilité même des boues diluées, d'obtenir un haut rendement de filtration (taux de capture > 95 %) sans avoir besoin d'un poste d'eau industrielle pour le lavage », précise Abel Smati chez Adequatec.

20 à 40 kWh/T MS en fonction du type de boues. Grâce à un renouvellement régulier des surfaces de contact durant le cycle, la presse HPS crée sans cesse de nouveaux chemins de filtration pour extraire le maximum d'eau des boues, allant jusqu'à la production de boues auto-thermes. Les boues produites peuvent ainsi directement alimenter un incinérateur en évitant une étape de séchage coûteuse et énergivore. C'est par exemple ce qui s'est passé sur la station de traitement des eaux usées de Béziers (220 000 EH) ou la mise en œuvre de deux presses à piston de Bucher-Unipektin a permis d'obtenir une siccité de 24 à 26 % contre 18 à 20 % précédemment avec des process de centrifugation, avec un taux de capture de 98 %. De

## La Loi sur l'eau de 1964 Bilans et perspectives

Ouvrage collectif sous la direction de Bernard Drobenko

La loi du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre les pollutions constitue l'un des textes fondateur du droit contemporain de l'eau.

L'ULCO avec le laboratoire TVES et l'Université de Paris Sud avec l'institut de Droit public, ont réuni le 4 décembre 2014 avec plusieurs partenaires, un ensemble de chercheurs et d'acteurs qui ont contribué à l'adoption et à l'évolution de ce texte. Une démarche à la fois historique et prospective.

En effet, cette loi a innové de manière caractérisée dans le domaine de l'eau tant au plan institutionnel (création des institutions de bassin hydrographiques en métropole) qu'au plan des techniques et des moyens de gestion, y compris Financiers. Ce dispositif a inspiré le droit européen de l'eau (ture désormais toute politique publique sectorielle). Les travaux présentés dans cet

ouvrage permettent de situer les apports majeurs de la loi de 1964, mais aussi d'en apprécier les évolutions au cours des cinquante dernières années. Ces travaux situent également les enjeux caractérisés de l'eau au 21<sup>ème</sup> siècle, notamment sous l'effet des changements climatiques qu'il est nécessaire d'intégrer dans le cadre des perspectives, tant au plan international, européen que local. Les auteurs qui ont contribué à cet ouvrage ont permis de dresser un état des lieux d'une loi dont la modernité est rappelée, tout en s'attachant à situer des pistes d'évolution au regard des défis posés, tant au plan des enjeux environnementaux, humains qu'économiques.



Format 16 x 24  
208 pages  
2015

ISBN : 979-10-91089-20-3  
Prix public : 29,00 € TTC

qui structure dans ce ouvrage per-

[www.editions-johanet.com](http://www.editions-johanet.com)

60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris - Tél. +33 (0)1 44 84 78 78  
Fax : +33 (0)1 42 40 26 46 - livres@editions-johanet.com

# DÉSHYDRATATION DE BOUES

## Location d'unités mobiles

Depuis  
1970

Réduisez les boues jusqu'à la sixième part et limitez le coût du transport et du traitement

- Équipements mobiles reposant sur des centrifugeuses, débit 3 à 90 m<sup>3</sup>/h
- Équipements mobiles reposant sur des épaisseurs de boues, jusqu'à 60 m<sup>3</sup>/h
- Vidange de digesteurs et de lagunes
- Missions courtes ou longues durées
- Réparation de centrifugeuses



**Andreu Boet Equipaments**

**ABB ANDREU BOET EQUIPMENTS**

[www.andreuboet.com](http://www.andreuboet.com)

Ps. Sant Gervasi, 33

08022 Barcelone

Tél: +34 932 112 233

Fax: +34 934 186 342

contact: [abb@andreuboet.com](mailto:abb@andreuboet.com)

Les solutions mobiles de déshydratation développées par Andreu Boet Equipements constituent une réponse temporaire adaptée aux enjeux des exploitants. Chaque unité mobile est constituée d'une centrifugeuse, d'une unité de préparation de polymères, d'une pompe à boues, d'une pompe à polymère et d'une vis ou d'un tapis roulant de décharge des boues sèches. Tout est automatisé via un panneau électrique avec automate, alarmes et système d'arrêt d'urgence.

Andreu Boet Equipements



années 1980, cet équipement, de conception simple, fonctionne en continu et se caractérise par de bonnes performances et une grande fiabilité. « En termes de siccité, il se situe dans la catégorie des équipements susceptibles d'atteindre les 15 à 20 % sur les boues biologiques, avec des consommations en polymères et énergie comparables à celle des presses à vis, souligne Jean-Pierre Deltreil chez Faure Equipements. C'est surtout un équipement modulaire, très facilement extensible, qui permet d'augmenter les capacités de traitement sans devoir envisager un remplacement comme cela peut être le cas avec les autres techniques de déshydratation ». Parmi ses particularités, une pression d'alimentation inférieure à 1 bar ainsi qu'une vitesse de rotation très lente (2 RPM), ce qui en fait un équipement silencieux, exempt de vibration et très compact ce qui le rend facilement adaptable en unité mobiles. « Le Rotary Press répond également aux exigences des exploitants en matière de propreté et de sécurité, souligne Jean-Pierre Deltreil. Il

est particulièrement propre et ne produit pas de gêne olfactive puisqu'il est entièrement fermé ce qui assure également une exploitation sécurisée. Son fonctionnement, entièrement automatique 24 heures sur 24, inclue une seule opération de lavage de 5 minutes et se réalise avec une simple surveillance ponctuelle en journée par un opérateur ». Les opérations de démarrage et d'arrêt ne nécessitent pas de présence humaine. En amont de l'équipement, une chambre de mélange dotée d'un agitateur dynamique intégré permet un conditionnement en ligne en assurant une floculation optimale des boues. Les domaines d'applications du Rotary Press sont larges et concernent aussi bien les stations d'épuration urbaines sur des boues, mixtes ou digérées que des stations industrielles en agroalimentaire, papeterie, élevage, etc... ■

plus, le gâteau de boue obtenu, autothermique, mélangé avec une petite quantité de graisses externes également traitées sur site, permet de faire fonctionner un incinérateur en aval sans consommer ni gaz ni carburant. A Strasbourg-La Wantzenau (1 000 000 EH), le recours à une presse à boues Bucher HPS a contribué à passer d'une filière boues qui consommait de l'énergie fossile à hauteur de 1 500 m<sup>3</sup> de carburant par an à une filière qui produit de 17 à 18 GWh/an de biométhane valorisé... « Ces exemples montrent que des boues provenant de process totalement différents peuvent être intégrées dans une approche globale combinant performances et efficacité énergétique », souligne Jean-François Mischler chez Bucher Unipektin.

De nouveaux équipements apparaissent également. Faure Equipements, qui développe une offre importante en filtre-presses à plateaux et filtre-presses automatiques a ainsi enrichi son offre en présentant à Pollutec 2016 un nouvel équipe-

ment de déshydratation, le Rotary Press, complémentaire au filtre-presses lorsque celui-ci n'est pas pertinent. Fruit d'un transfert de technologie avec le groupe Fournier Industries qui l'a développé au début des



Adequatec mise sur la qualité de son procédé qui produit une boue déshydratée de bonne texture avec un filtrat très clair sans polymère résiduel, pour une faible consommation électrique, moins de 10 kWh/tonne de MS: Adequapress DH3200-STEP D'Idron (64), 50 à 90 kg MS/h, 0,68 kW, 8,5 kg PA/tonne MS.

Adequatec



Parc d'activités des Béthunes  
Centre d'affaires Booster  
95310 SAINT OUEEN L'AUMÔNE  
Tél. : 01.34.48.34.67  
Fax : 01.34.48.34.68  
e.mail : info@horus-environnement.com

### Traitement et Dépollution de l'Air et de l'Eau

- Garnissage de colonne
- Garnissage structuré et vrac
- Dévésiculeurs et séparateurs
- Buses de pulvérisation
- Sécheur de boues
- Lit bactérien
- Lit immergé
- Décanteur lamellaire
- Bassin de rétention et d'infiltration
- Diffuseurs d'air fines bulles
- Filtre à tamis autonettoyant
- Mélangeur statique
- Traitement ultra violet
- Formeur de floccs avant séchage



## L'accès à l'eau, droit de l'Homme ou loi du marché Franck DUHAUTOY

Historiquement, l'usage de l'eau ne correspond pas à un encadrement juridique unique. Il est des États et des situations où l'accès à l'eau s'approprie, donne lieu à un marché. Usage libre/usage approprié constituent les deux modèles historiques d'accès à la ressource hydrique. A l'image de sa nature physique, l'eau est ambivalente, renvoyant à deux fonctions: l'une vitale, l'autre économique. En effet, assurer la première par la potabilité a permis l'éclosion de la seconde, car l'absorption d'une eau saine a un coût, gère par des régies publiques ou des entreprises privées. A l'échelle internationale, le droit à l'eau repose seulement, pour l'instant, sur un corpus normatif très morcelé. Certains craignent que cette ressource vitale et les services d'accès en rapport ne soient pris en main par des groupes privés fondant leurs actions uniquement sur la loi de l'offre et de la demande. Cette crainte semble excessive car, en droit international, l'eau matière première n'est présentement pas reconnue comme un produit. De plus, même si tel était le cas, le GATT comporte des mécanismes juridiques autorisant un État en situation de nécessité à limiter ses exportations hydriques. Quant aux négociations de l'OMC permettant de libéraliser l'ensemble des services mondiaux liés à l'eau, elles sont gelées. Certes, le droit de l'investissement et ses techniques d'arbitrage avantagent les firmes hydriques multinationales mais, sociétés civiles voire gouvernements refusent toute atteinte au droit à l'eau par des prix élevés. Composant avec la double nature, économique et sociale, de cette ressource, les droits internes marient souvent non-gratuité et solidarité permettant un accès aux plus démunis. De nombreuses jurisprudences poussent également en ce sens. Parallèlement, le droit du développement durable et le concept de patrimoine commun de l'humanité, qui rend moins exclusif le droit de propriété, font progresser le droit à l'eau.



Format 16 x 24 cm  
752 pages  
ISBN 979-10-91089-15-9  
Prix public : 56,00 euros TTC

www.editions-johanet.com

60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris - Tél. +33 (0)1 44 84 78 78  
Fax : +33 (0)1 42 40 26 46 - livres@editions-johanet.com



Solutions aux traitements des eaux

## TRAITEMENT DES BOUES PRESSE À DISQUES



Séparateur de phases / Presse

Hall 5 Stand 279  
BIOGAZ EUROPE  
Hall 7 Stand A47



Presse à disques de déshydratation

### Économisez de l'énergie, de l'eau et du temps

- Très faible consommation énergétique (10 X moins qu'une centrifugeuse)
- Bruit insignifiant
- Réduction des consommations des floculants
- Fonctionnement 24/24h sans surveillance
- Auto-nettoyant
- Maintenance très limitée (rotation à 1 tr/min)

Tél. 02 40 09 70 09

80 impasse Félix Amiot - ZAC de l'Aubinière  
CS 10258 - 44150 ANCENIS  
Fax 02 40 09 70 02 - accueil@atlantiqueindustrie.fr

www.atlantiqueindustrie.fr

Lorsque la fiabilité compte. Eletta gamme de produits Cerlic. Mesure continue dans les domaines du traitement des eaux usées et procédés industriels.

**Matières en suspension, niveau de voile de boue,** pH, redox, oxygène dissous, débit en canal ouvert, préleveurs.





# Recommandations pour la conception d'un atelier de séchage thermique des boues urbaines

Magalie Denisan - SUEZ Infrastructures de Traitement (construction),  
Direction Technique et Innovation

Eric Arruabarrena - Appui Technique CIRSEE  
(Centre d'expertise et de recherche du groupe SUEZ)

Co-pilotes du GEST (Groupe des Exploitants de Sécheurs Thermiques du Groupe SUEZ)

Patrick Arnaud et Roger Pujol - SUEZ, Direction Technique Eau France

## ABSTRACT Guidelines for the design of an urban sludge thermal drying plant.

The use of thermal dryers has been expanding rapidly since the turn of the century. This thermal solution considerably reduces the mass of sludge, going from a dehydrated sludge with 20-25% DM to a dry sludge with 90% DM, while enabling agricultural or thermal reuse. Since 2003, the SUEZ Group has operated in France a number of thermal dryers based on different technologies. To support the operators of these new systems and to capitalise on experience feedback in order to improve operational control and to improve facilities, the 'SUEZ Eau France' Technical Division formed in 2007 the GEST ('Groupe

d'Exploitants de Sécheurs Thermiques', Thermal Dryer Operator Group), open to the operators of the various equipped sites, to SUEZ Water Treatment representatives (construction) and to CIRSEE in charge of expert assessment and technical support. As of the end of 2015, the SUEZ Group was operating 39 dryers at 27 sites. The main problems and difficulties facing operators pertain mainly to dryer peripheral equipment. The purpose of this article, based on the information collected by the GEST, is to propose a critical analysis of the facilities, to identify vigilance points and to define the appropriate design rules for a sludge thermal drying plant that should be observed during new projects to improve sludge treatment reliability and to guarantee safe operating conditions.

Les sécheurs thermiques connaissent un développement soutenu depuis les années 2000. Cette solution thermique permet de réduire considérablement la masse des boues, et de passer d'une boue déshydratée à 20-25 %MS à une boue sèche à 90 %MS, tout en autorisant une valorisation agricole ou une valorisation thermique. Le Groupe SUEZ exploite en France depuis 2003 des sécheurs thermiques de différentes technologies. Pour accompagner les opérateurs de ces nouveaux équipements et capitaliser les retours d'expérience utiles pour une bonne maîtrise opérationnelle et l'amélioration des installations, la Direction Technique de SUEZ Eau France a constitué en 2007 un groupe, le GEST (Groupe d'Exploitants de Sécheurs Thermiques), ouvert aux exploitants des différents sites équipés, aux représentants de SUEZ Traitement de l'eau (construction) et au CIRSEE en charge de l'expertise et de l'appui technique. Fin 2015, le Groupe SUEZ exploite 39 sécheurs répartis sur 27 sites. Les principaux problèmes et difficultés auxquels sont confrontés les exploitants concernent majoritairement les équipements périphériques du sécheur. L'objet de cet article, à partir de l'ensemble des informations recueillies par le GEST, est de proposer une analyse critique des installations, d'identifier les points de vigilance et de définir les bonnes règles de conception d'un atelier de séchage thermique des boues qu'il conviendrait de respecter lors de nouveaux projets pour fiabiliser la filière de traitement des boues et garantir les conditions de sécurité des opérateurs.

Cet article ne décrit pas les différentes technologies de sécheurs thermiques pouvant être mises en place, seuls les équipements périphériques qui constituent un atelier global de séchage thermique sont ici abordés.

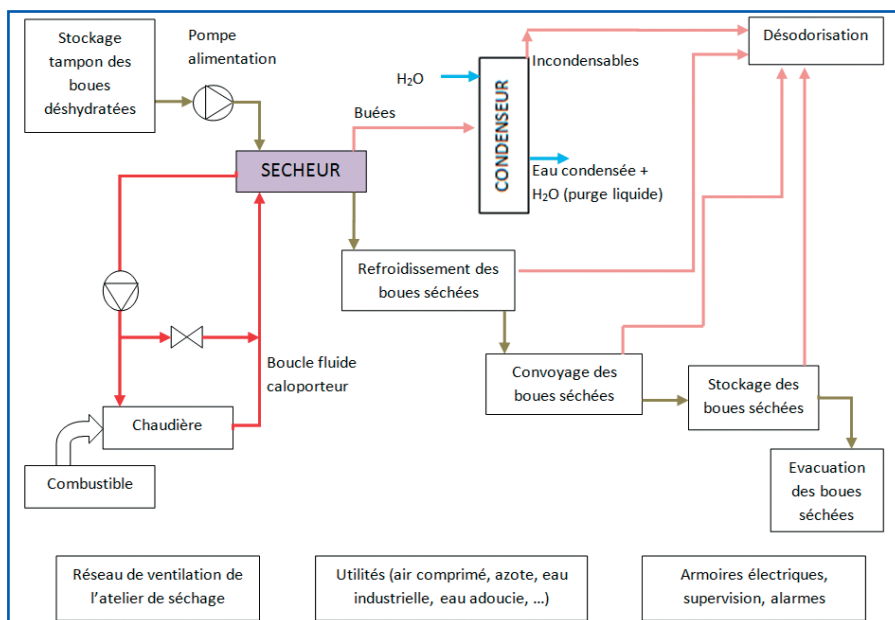
## Schéma d'un atelier de séchage thermique avec ses principaux équipements périphériques

Le schéma (sur la page suivante) présente l'ensemble des périphériques constitutifs d'un atelier de séchage.

## Les équipements implantés en amont d'un sécheur thermique

### Trémie tampon des boues déshydratées

Le premier équipement que l'on trouve en amont d'un sécheur thermique est la trémie



**Schéma global des différents équipements périphériques d'un atelier de séchage thermique de boues urbaines.**

de stockage des boues déshydratées, couplée au système d'alimentation du sécheur. Le volume de la trémie est à déterminer en fonction du mode de fonctionnement du sécheur. Il importe de prévoir un tampon de quelques heures pour pouvoir intervenir sur la pompe d'alimentation en cas de panne. Des trémies à parois verticales sont à privilégier pour limiter les phénomènes de voûtage. Les trémies intermédiaires sont à éviter car elles peuvent changer la rhéologie de la boue : des phénomènes de couches d'eau et de boue peuvent apparaître perturbant par la suite le fonctionnement du sécheur.

La trémie de stockage des boues déshydratées doit être instrumentée afin de pouvoir

réguler le niveau de boue et assurer une alimentation continue du sécheur, et parfois du système de dévoûtage. Les sondes doivent être adaptées : sondes de niveau à ultrasons et trémie sur pesons. Il faut également prévoir un piquage dans la trémie d'alimentation en amont du sécheur afin de pouvoir prélever des échantillons de boue représentatifs.

Il est impératif de disposer d'un point d'eau à proximité de la trémie pour le lavage de ces équipements.

#### **Pompes d'alimentation en boue du sécheur**

Les pompes d'alimentation en boue déshydratée d'un sécheur sont généralement

des pompes à piston ou à rotor excentré. De plus la mise en place d'une grille de contrôle visuel de l'alimentation de la pompe permet à l'exploitant de connaître rapidement la situation.

Lorsqu'une installation est construite sur plusieurs niveaux, il faut prévoir des conduites de vidange manuelle en particulier dans les étages, et si possible les diriger vers les bennes de stockage de boue.

Les caractéristiques hydrauliques des circuits de transfert de boue sont prises en compte pour le dimensionnement des équipements, on évite par exemple les trop grandes distances de pompage, et on évite des diamètres de canalisation ou des rayons de courbure de coudes trop petits (rayon de courbure des canalisations à mettre en place  $R > 5D$ ).

### **Les équipements implantés en aval d'un sécheur thermique**

#### **Traitement des buées et des incondensables**

Quelle que soit la technologie de séchage mise en place, un mélange d'air et de vapeur d'eau pollué par des poussières, des composés organiques volatils (COV) et de l'ammoniac est extrait du sécheur durant son fonctionnement. Le degré de pollution de ce mélange dépend de la température à l'intérieur du sécheur, des volumes d'air mis en jeu, ainsi que du temps de séjour et de la nature de la boue. Le traitement des effluents gazeux sera adapté au procédé de séchage.

Selon le type du sécheur, ce traitement inclut :

- La séparation des granulés secs et de la poussière (équipements de type cyclone, polycyclone, filtre à manche ou scrubber) pour les sécheurs mixtes (VOMM), ou à tambour (DDS d'Andritz);
- Le refroidissement et la condensation de la vapeur d'eau;

Dans la plupart des cas, les buées chaudes sont condensées dans une colonne de condensation sur anneaux Raschig ou par simple pulvérisation en circuit ouvert.

Dans ce dernier cas, l'eau industrielle utilisée pour le refroidissement des buées chaudes est généralement de l'eau traitée de la station d'épuration. Les exploitants du GEST indiquent que plusieurs ateliers de séchage présentent une carbonata-



**Pompe d'alimentation et sa trémie associée.**

tion importante dans les condenseurs et les tuyauteries de sortie. Ces carbonatations entraînent toujours des contraintes importantes en exploitation (arrêt de tout l'atelier, nettoyages difficiles...). Certains condenseurs peuvent présenter aussi des développements biologiques.

Pour éviter ces phénomènes, en fonction de la qualité de l'eau industrielle utilisée pour la condensation (pH, Titre Hydrotimétrique (TH) et Titre Alcalimétrique Complet (TAC), plusieurs solutions peuvent être mises en place :

- Adoucir l'eau industrielle,
- Utiliser des produits antitartres;
- Acidifier l'eau industrielle,
- Mettre en place un condenseur en circuit fermé (refroidissement sur l'eau de condensation),
- Dans le cas de développements biologiques, la soude ou la Javel pourront être utilisées.

Les recommandations des exploitants du GEST pour des buées issues des sècheurs sont de :

- Privilégier un système de décolmatage au-dessus du condenseur des buées pour faire une chasse fréquente,
- Privilégier des canalisations de type PEHD et prévoir sur les canalisations horizontales des points bas pour les purges,
- Effectuer le plus tôt possible en sortie de sècheur la condensation des buées,
- Rendre accessibles le condenseur et les tours de lavage pour permettre un nettoyage fréquent.
- La désodorisation de l'air avant rejet à l'atmosphère; en fonction du type de sècheur, de la qualité des boues à sécher, et des objectifs de réduction des odeurs, une unité de désodorisation dédiée peut-être privilégiée. Sinon, les incondensables sont généralement envoyés vers l'unité de désodorisation de la station.

### **Refroidissement des boues séchées**

En fonction des technologies de séchage mises en place, les boues peuvent sortir du sècheur à des températures élevées, parfois 80 à 90 °C. Il est impératif de refroidir les boues séchées avant leur stockage afin de limiter les risques liés à l'auto-échauffement. Certains sècheurs permettent d'obtenir en sortie de sècheur des boues séchées ayant une température suffisamment basse pour être directement stoc-



**Deux vis de refroidissement des boues séchées en sortie de sècheur.**

kées (cas de l'Evaporis™ LE avec le sècheur INNOPLANA où les boues séchées sortent à 35, 40 °C au maximum). La plupart des sècheurs thermiques nécessitent un système de refroidissement des boues séchées afin de pouvoir être stockées de manière sécurisée.

Le système le plus fréquemment rencontré est la vis ou bi-vis de refroidissement. On rencontre également des refroidissements par bande transporteuse. Dans ce cas de l'air froid est soufflé sur les boues pour les refroidir.

La principale recommandation pour les systèmes à vis de refroidissement concerne la ventilation. C'est en effet un point très important car en cas de mauvais dimensionnement, des risques importants de condensation peuvent se produire dans la vis/bi-vis, perturbant de manière considérable le fonctionnement de cet échangeur indirect et pouvant entraîner des blocages.

Le système de refroidissement peut servir de moyen de transport de la boue séchée jusqu'au point de stockage. Cependant, en fonction des configurations d'instal-

lation et/ou de l'encombrement disponible, il est parfois utile de mettre en place d'autres technologies de convoyage après le système de refroidissement des boues séchées.

### **Transport des boues séchées**

C'est une étape importante dans un atelier de séchage thermique car lors de ces manutentions la structure granulée du produit peut être modifiée. Le transport des boues séchées est souvent une source d'abrasion pour ces boues avec une augmentation de la part de fines particules produites.

Il existe différents types de convoyage des boues séchées :

- La vis convoyeuse,
- Les transporteurs tubulaires, à chaîne,
- Les transporteurs pneumatiques à phase dense ou à phase diluée,
- Les bandes transporteuses,
- Les élévateurs à godets.

Pour le transport des boues séchées, il convient de tenir compte du degré de séchage, en particulier de la taille des granulés et de leur température.



**Élévateur à godets en sortie de sècheur.**

Dans une boue totalement séchée (de l'ordre de 90 % matières sèches), il peut y avoir une production considérable de poussières en fonction du procédé de séchage. Selon la nature du produit, des conteneurs fermés peuvent être nécessaires pour le transport. La possibilité d'une explosion en raison de la création d'atmosphères explosives lors du stockage ou du transport doit être étudiée. Une gestion soignée de l'atelier doit permettre d'éviter des conditions d'exploitation dangereuses.

Les problèmes de corrosion et d'abrasion dans les silos et sur les appareils de transport sont à résoudre par le choix de matériaux appropriés tels que l'acier inoxydable, la céramique à l'intérieur des coudes lors d'un transport pneumatique, etc.

Il est important de signaler que le transport pneumatique des boues séchées modifie très significativement la répartition de la granulométrie des boues séchées, créant plus de fines particules. Ce point est notamment à prendre en compte pour l'exutoire final des boues séchées (exemple : épandage).

Si des filtres à manches sont utilisés pour la séparation des poussières, un refroidissement en dessous du point de rosée est à éviter pour que les filtres ne s'encrassent pas prématurément. Si ceci ne peut pas être évité, un chauffage d'appoint peut être installé. En cas d'utilisation d'échangeurs thermiques pour la condensation des buées, on doit envisager la séparation préalable des poussières afin d'éviter l'apparition de dépôts et d'incrustations.

#### **Optionnel = mise en forme des boues séchées via la pelletisation :**

Certaines technologies de sécheur nécessitent, en aval, une mise en forme des boues produites car ces sécheurs produisent un produit final insuffisamment granulé. Grâce à un équipement spécifique nommé pelletiseur, il est ainsi possible d'obtenir des boues séchées pelletisées, très calibrées, et ayant une très bonne densité.

Cependant, il est important de souligner que les pelletiseurs et leurs équipements associés (trémie tampon, mélangeur, refroidisseur à l'air, et filtre à manches sur l'air du refroidisseur) sont difficiles à exploiter et entraînent des coûts d'exploitation élevés. En effet, les pelletiseurs souffrent

d'une usure importante des pales occasionnant des renouvellements fréquents et surtout une diminution importante de la disponibilité de l'atelier de séchage. En plus de la mise en place d'équipements ATEX, les pelletiseurs sont très sensibles aux variations de qualité de boue qui entraînent des arrêts non programmés très importants, réduisant encore plus la disponibilité de l'atelier de séchage. Le retour d'expérience des exploitants concernant cet équipement est négatif. Si la mise en place d'une unité de pelletisation peut être évitée dès la conception, l'exploitation globale de l'atelier de séchage thermique n'en sera que facilitée.

#### **Stockage des boues séchées :**

En fonction de la destination finale des boues séchées, celles-ci peuvent être stockées dans différents types de stockage :

- Stockage courte durée en silo,
- Stockage courte durée en benne,
- Stockage longue durée en casier,
- Stockage longue durée en vrac,
- Stockage longue durée en big-bags.

Quel que soit le type de stockage choisi, la température des boues en entrée de stockeur doit toujours être inférieure à 40 °C, voire 35 °C si les boues présentent des risques élevés, afin de limiter les risques liés à la problématique d'auto-échauffement des boues.

Les silos sont, en général, cylindriques. L'ensemble est monté sur des pieds de hauteur suffisante pour permettre aux camions, et notamment aux citernes spécifiques au transport des matières dangereuses de passer (se reporter au paragraphe « Evacuation des boues séchées »). Cette hauteur est donc au minimum de 4,70 m, et idéalement de 6 m afin que la rambarde de sécurité située sur les citernes ADR (European Agreement concerning the international carriage of Dangerous goods by Road, accord européen relatif au transport international des marchandises dange-



**Silos de stockage des boues séchées.**

reuses par route) puisse être déployée. Le silo et ses accessoires doivent être réalisés selon les codes et normes applicables pour ce type de matériel, notamment en ce qui concerne la prévention des risques d'explosion (guirlandes de températures, double capteur de CO dans le ciel gazeux, inertage à l'azote, événements d'explosion...).

*Le stockage en benne* est en général court (quelques jours) ou limité à quelques semaines, le temps d'avoir les résultats des analyses agronomiques des boues séchées avant la période d'épandage. Les boues séchées sont alors stockées dans des bennes permettant un chargement direct sur camion spécialisé. Ces bennes ont une capacité de 10 à 20 m<sup>3</sup>/benne. Les bennes sont le plus souvent de type Ampliroll ouvertes, mais elles doivent obligatoirement être fermées lors du transport pour éviter les envols. Si les bennes sont de type fermé, il faudra prévoir une ou ventilation sur chaque benne.

*Le stockage en casier* permet de stocker des boues séchées sur des périodes de quelques semaines à plusieurs mois. Un grappin fixé sur un pont mobile permet d'étaler les pellets ou les granules de boues séchées. Le grappin est un équipement ATEX (ATmosphère EXplosive).

*Le stockage en vrac* permet également de stocker des boues séchées sur des périodes de quelques semaines à plusieurs mois. Ce type de stockage est déconseillé si les



**Benne Ampliroll classique pour le transport des boues séchées.**



**Citerne ADR pour le transport des boues séchées.**

boues séchées présentent des risques vis-à-vis de l'auto-échauffement. Il est parfois mis en place sur des boues séchées identifiées les moins problématiques par rapport au phénomène d'auto-échauffement: boues d'aération prolongée sans déphosphatation tertiaire, sans décantation, et sans ajout de graisses externes.

*Le stockage en big-bag* permet également de stocker les boues séchées de quelques semaines à plusieurs mois. Il ne faut pas accoler les big-bags, mais les espacer d'une dizaine de centimètres en largeur et en longueur. Il est déconseillé de stocker des big-bags sur une hauteur supérieure à 3 big-bags, ceux-ci étant positionnés sur des châssis métalliques spécifiquement conçus. Ce type de stockage est, malgré un coût plus élevé en exploitation qu'un stockage en casiers (de par les manipulations des différents big-bags), conseillé lorsque la boue séchée est réactive à très réactive thermiquement car les calories produites par l'auto-échauffement sont facilement évacuées.

### **Évacuation des boues séchées**

La réglementation du transport routier des matières dangereuses permet de mettre en œuvre les mêmes essais (tests définis par l'ONU) pour la classification du transport des matières dangereuses et pour l'étiquetage des produits

Le test ONU N4 (catégorie des solides auto-échauffant) est à réaliser sur un échantillon de boue séchée produite afin de caractériser le caractère auto-échauffant ou non d'une boue.

Si le test ONU N4 est positif, la boue est considérée comme auto-échauffante. L'évacuation des boues séchées doit alors être réalisée par des citernes ADR. Dans ce cas, il n'est plus possible de les évacuer via

des bennes classiques Ampliroll.

Si par contre le test ONU N4 est négatif, la boue est considérée comme non auto-échauffante et elle peut être évacuée du site avec des bennes classiques.

### **Les équipements communs dans un atelier de séchage thermique**

#### **Ventilation de l'atelier de séchage**

La ventilation d'un atelier de séchage thermique est un élément clé lors du dimensionnement, ainsi que lors de l'exploitation. L'atelier de séchage doit être suffisamment ventilé afin d'évacuer les calories produites par le sécheur, la chaudière, et les canalisations. La ventilation permet également de limiter les odeurs dans certaines zones à risque de l'atelier telles que la sortie liquide en pied de colonne de condensation, les zones ouvertes, ...

Une bonne surveillance du système de ventilation installé permet de garantir un environnement de travail sain, aussi bien pour les opérateurs que pour les équipements.

#### **Utilités**

- Azote

Différents équipements peuvent consommer de l'azote: les silos de stockage de boues séchées (azote utilisé en secours pour stopper les montées en température dans les silos) et le vase d'expansion si de l'huile thermique est utilisée comme fluide caloporteur dans une chaudière. Ces équipements peuvent consommer de l'azote en quantité différente, il faut donc veiller à ne pas sous-dimensionner le stockage de l'azote pour les besoins.

Il est conseillé de prévoir des débitmètres sur la canalisation d'azote afin de

connaître la consommation d'azote en cas d'inertage d'un ou de plusieurs silos, ainsi que pour connaître la quantité d'azote restant disponible.

- Air comprimé

L'air comprimé est un fluide notamment utilisé pour l'instrumentation mise en place sur le sécheur. Une production d'air comprimé centralisée et correctement asséchée pour le sécheur et ses périphériques avec des points d'utilisation à chaque étage est la configuration à privilégier.

- Eau industrielle

L'eau industrielle peut avoir plusieurs utilités: refroidissement de certains équipements thermiques, condensation, nettoyage des équipements... Il est donc important de prévoir des points d'eau de nettoyage à chaque étage et notamment dans les zones identifiées comme salissantes.

- Eau potable

Un réseau d'eau potable dans l'atelier de séchage est mis en place avec des points à chaque étage et/ou point d'utilisation pour les besoins de nettoyage effectués par les opérateurs.

- Graissage

Lorsque l'atelier de séchage est conséquent (notamment plusieurs lignes de séchage et/ou de nombreux équipements périphériques), il peut être intéressant de centraliser les points de graissage et d'envisager un graissage automatique.

#### **Armoires électriques, supervision, alarmes**

Dans la mesure où les ateliers de séchage thermique comportent des zones pou-

vant être plus chaudes, plus humides ou plus poussiéreuses, il est recommandé de privilégier le rapatriement des armoires électriques dans le local où se trouve le TGBT (Tableau Général Basse Tension), et d'éviter les armoires dans les ateliers de séchage. Si possible, des postes déportés de commande sont rajoutés dans l'atelier. Les exploitants expriment également le souhait d'afficher les graficets associés au fonctionnement des équipements. Toutes les étapes et transitions des graficets ou langage SFC (langage graphique pour décrire les opérations séquentielles) sont commentées, tous les bits et mots utilisés sont commentés, en règle générale, toutes les possibilités de commentaires offertes par le logiciel de programmation doivent être utilisées.

Plus les équipements périphériques permettent de faire des bilans, via des sous-compteurs par exemple (nombre d'heures de fonctionnement, consommation électrique, ...), plus la réalisation des bilans est facilitée pour les exploitants.

Il existe de nombreuses alarmes permettant aux exploitants de suivre, surveiller leur installation. Il est nécessaire de déterminer les alarmes critiques et une priorisation des alarmes est à mettre en place sur les ateliers de séchage thermique (par exemple incendie, CO, O<sub>2</sub>, ...).

### **Quelques considérations relatives à la sécurité**

Les phases identifiées comme les plus à risques pour les équipements thermiques et donc pour les ateliers de séchage thermique de boues urbaines sont les phases d'arrêt et de démarrage. Les ateliers doivent donc être équipés de différents capteurs (CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, voire NH<sub>3</sub>) placés à des endroits appropriés de l'installation. Ces capteurs sont régulièrement surveillés et vérifiés. Il convient de respecter des procédures détaillées de démarrage et d'arrêt. Même après un arrêt prolongé, il existe un certain risque d'explosion dû à la combustion lente de la boue qui est restée dans des zones stagnantes. Il convient que la combustion lente soit évitée par des procédures appropriées telles qu'une stabilisation par l'addition d'eau ou de boue fraîche. Les endroits particulièrement sensibles sont ceux à l'intérieur du sécheur, du filtre à manche, ... dans lesquels des matières sèches peuvent

s'accumuler. Dans les phases transitoires (démarrage/arrêt), l'oxygène est plus difficile à contrôler; ces matières stockées qui montent en température, peuvent rapidement s'enflammer.

Dans le cas des sécheurs à haute température de type direct, des préconisations de sécurité particulières doivent être mises en œuvre. Il faut dans ce cas, maintenir à un bas niveau la teneur en oxygène dans le sécheur proprement dit. On prend en général une marge de sécurité de 2 % par rapport à la CLO (Concentration Limite en Oxygène), concentration à partir de laquelle un risque d'incendie est possible. Il peut être nécessaire d'augmenter cette marge de sécurité, par exemple si la réponse des capteurs d'oxygène est lente ou si la tête du détecteur est éloignée de l'endroit où la teneur en oxygène commence à s'élever. Lors du choix d'un système de capteurs d'oxygène, il est important que le fabricant confirme que ces capteurs peuvent être utilisés à une température et une humidité élevées et lorsque des contaminants probables sont présents. Des sécheurs à basse température de fonctionnement comme les sécheurs à bande Evaporis™ LT ainsi que les sécheurs mixtes Evaporis™ LE n'ont pas ces contraintes de sécurité.

La surveillance de la température de nombreuses parties de l'installation est également essentielle. La boue sèche est refroidie à la sortie du sécheur à une température inférieure à 40 °C et cette température est surveillée soigneusement dans tous les circuits de transport et dans les silos de stockage. Tous ces circuits sont maintenus sous une pression négative par un système de ventilation qui permet de recueillir les poussières dans un filtre à manches et un silo. Il est prudent d'éviter de les ouvrir, en particulier après un arrêt d'urgence. Bien entendu, la poussière doit être aspirée avant que le personnel pénètre dans les circuits pour des travaux d'entretien ou de maintenance.

Enfin, il est recommandé aux opérateurs de garder propre l'installation et d'éviter les accumulations de poussière, surtout dans des zones telles que les machines à fabriquer les granulés, les broyeurs et les tamis. Durant leurs rondes d'inspection, il convient que les opérateurs vérifient également qu'aucune étincelle ne soit émise

par des bandes transporteuses usées ou par des paliers. Il convient qu'il n'y ait pas d'augmentation anormale de température due à la friction.

### **L'alimentation thermique du sécheur**

Il existe différentes possibilités d'apporter l'énergie thermique nécessaire à un sécheur: une chaudière (au fuel, au gaz naturel, au biogaz, mixte gaz naturel/biogaz, ou biomasse), une cogénération, des panneaux solaires produisant de l'eau chaude, des échangeurs récupérant de l'énergie sur un circuit de fumées à haute température, ...

À l'heure actuelle, les sources d'énergie thermiques les plus fréquemment rencontrées sur des sécheurs thermiques en France sont les chaudières au gaz naturel et les chaudières mixtes.

Quel que soit le type de chaudière mis en place, il est important de prévoir des débitmètres sur les canalisations de fluides qui seront utilisées. Au minimum, des compteurs totalisateurs seront installés (1 compteur par brûleur). Ces équipements permettent à l'exploitant de réaliser des bilans de consommation de l'atelier de séchage.

#### ***Chaudières au gaz naturel***

Les principales recommandations sur les chaudières au gaz naturel sont:

- Pour les détendeurs de pression, privilégier si possible la solution détendeur mécanique plus fiable et qui nécessite moins de maintenance que les vannes de régulation,
- Prévoir un exutoire suffisamment important pour la purge de la chaudière et un petit avaloir pour récupérer les jus de nettoyage,
- Prévoir également l'installation d'une bride à la sortie de la canalisation des fumées pour pouvoir vider correctement le corps de la chaudière.

#### ***Chaudières mixtes gaz naturel et biogaz***

Les principales recommandations sur les chaudières mixtes gaz naturel et biogaz sont:

- Installer un diamètre nominal de la canalisation de biogaz plus important que celui du gaz naturel (car PCI biogaz < PCI gaz naturel),
- Faire arriver les canalisations de gaz

naturel et de biogaz perpendiculairement sur le brûleur,

- Mettre en place un calorifugeage de la conduite de biogaz afin de limiter la présence d'eau condensée,
- Installer un pot de purge ou dévésiculeur (système anti-gouttelettes) sur le biogaz et un détendeur sur la canalisation de gaz et celle du biogaz,
- Privilégier un basculement en automatique des chaudières du gaz de ville au biogaz et vice versa,
- Ne pas oublier de doubler les vannes de coupures automatiques (obligation sécurité) sur les arrivées de gaz et biogaz, Laisser accessible la vanne manuelle d'arrêt d'urgence de la chaudière (à localiser à l'extérieur du bâtiment pour être accessible par les pompiers en cas de besoin).

### Panoplie gaz sur les brûleurs

Les bonnes pratiques et les erreurs à éviter en matière de panoplie gaz sur les brûleurs sont:

- Prévoir des panoplies séparées sur chaque brûleur et chaque combustible,
- Privilégier les postes de détente mécanique,
- Instrumenter chaque ligne gaz séparément pour pouvoir effectuer des bilans par brûleur. Il existe des compteurs gaz permettant d'afficher directement la consommation de gaz corrigée en Nm<sup>3</sup>/h. En cas de compteur volumétrique en m<sup>3</sup>/h, le rajout d'un pressostat permettra de pouvoir ensuite faire la conversion par le calcul, Éviter de réguler la pression sur une ligne avec plusieurs brûleurs, Éviter les vannes de régulation de pression, Il faut une indépendance des lignes

d'alimentation en combustible: une ligne distincte par type de combustible, ainsi qu'un brûleur, pouvant être multi-combustible, par chaudière sinon les fluctuations d'un brûleur impactent les autres

### Disponibilité de l'atelier de séchage

Le dimensionnement d'un sécheur thermique est souvent réalisé sur une base de 7500 heures/an. Il est fortement recommandé d'envisager l'exploitation d'un atelier de séchage sur un mode de fonctionnement continu, au minimum sur une période de plusieurs jours consécutifs. En fonction du mode d'exploitation de la station (quarts, astreinte la nuit, présence de personnel le week-end, ...), cette durée de fonctionnement peut être abaissée. Il est important de signaler que le fonctionnement de l'atelier de séchage dépend certes du sécheur en lui-même, mais également des équipements périphériques: plus les équipements périphériques sont nombreux, en particulier en cas de pelletisation, plus la disponibilité globale de l'atelier de séchage va diminuer. Il ressort des bilans d'activités réalisés en France qu'il

est difficile de faire fonctionner un atelier de séchage plus de 6000 h/an.

En effet, les phases de maintenance (préventives et curatives) deviennent de plus en plus nombreuses avec l'augmentation du nombre d'équipements. Il convient de ne pas sous-estimer les besoins en personnel pour la conduite de telles installations. Il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'équipements thermiques avec des risques spécifiques identifiés tels que les fluides chauds (huile thermique ou vapeur) et donc des risques de brûlures, des machines tournantes, des équipements électriques, ... Par ailleurs, un niveau de formation élevé est exigé pour tous les nouveaux opérateurs et chefs d'équipe (formation théorique mais également pratique: exploitation, maintenance, et situations d'urgence).

### Conclusion et perspectives

Un soin particulier doit être apporté aux équipements périphériques d'un sécheur thermique, tant au stade de la conception que lors de la construction afin de faciliter les conditions d'opération et de maintenance pour les exploitants.

**L'eau entre réglementation et marché**  
**Ouvrage collectif sous la direction de Max Falque**  
**Préface de Pierre-Frédéric Ténière-Buchot**  
**Postface de Martin Guespereau**

Cet ouvrage présente quinze textes de spécialistes de divers pays (Australie, Italie, Suisse, Allemagne, Canada, France, États-Unis et Banque Mondiale) qui proposent de nouvelles modalités de gestion qualitative et quantitative de l'eau en recourant à d'autres moyens que les seules réglementations et incitations économiques.

En effet, qu'il s'agisse des eaux de surface ou souterraines, la régulation par l'échange de droits entre les différentes parties prenantes peut, dans certains cas, s'avérer plus efficace et moins coûteuse que le recours aux instruments habituels. La gestion en bien commun, proposée par Elinor Ostrom, (prix Nobel d'Économie, 2009) et largement mise oeuvre dans le monde entier depuis des siècles, constitue aussi une alternative à la gestion de la rareté et une réponse à la « Tragédie du libre accès » mise en évidence par Garrett Hardin.

La possibilité de mettre en oeuvre des marchés de l'eau en France fait ainsi l'objet d'une discussion pesant les avantages et inconvénients.

En définitive, cet ouvrage n'a d'autre but que de fournir les bases pour un débat indispensable, plus particulièrement pour l'avenir de la gestion à long terme des prélèvements d'eau souterraine et du contrôle des pollutions par les sources diffuses.

Il a aussi le mérite d'esquisser des solutions au niveau mondial pour le XXI<sup>e</sup> siècle.

Format 16 x 24 cm  
312 pages  
2014  
ISBN : 979-10-91089-11-1  
Prix public : 39,00 € TTC

[www.editions-johanet.com](http://www.editions-johanet.com)

60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris - Tél. +33 (0)1 44 84 78 78  
Fax : +33 (0)1 42 40 26 46 - livres@editions-johanet.com

Le séchage thermique des boues est une solution qui permet d'élargir le champ des modes d'évacuation ou de valorisation des boues. Les boues séchées à 90 %MS présentant un bon pouvoir calorifique inférieur, les filières thermiques d'incinération et de co-incinération peuvent notamment être une bonne solution finale pour valoriser ces boues séchées. Les boues séchées sont en France majoritairement valorisées en agriculture (épandage ou compostage): l'aspect des boues séchées, la teneur agronomique des boues séchées ainsi que l'hygiénisation et la stabilisation sont fortement appréciés.

Les retours d'expérience, riches et variés, capitalisés par le GEST vont contribuer à l'évolution de la technologie de séchage avec pour objectifs, la réduction de la consommation thermique, l'amélioration de la fiabilité des unités et de leur taux de disponibilité, ainsi que le renforcement des connaissances sur le comportement des boues séchées. ■

# Le pouvoir méthanogène des boues urbaines

## Cartographie des boues de STEP et réduction du temps de mesure par un couplage « expérimentation en réacteur/modélisation »

Sabrina Guérin-Rechdaoui, Sam Azimi,  
Jean Bernier et Vincent Rocher, Syndicat  
Interdépartemental pour l'Assainissement  
de l'Agglomération Parisienne (SIAAP).  
Stéphane Mottelet et André Pauss,  
Université de Technologie de Compiègne (UTC).  
Thierry Ribeiro, UniLaSalle

Le programme MOCOPEE (Modélisation, Contrôle et Optimisation des Procédés d'Épuration des Eaux, [www.mocopee.com](http://www.mocopee.com)) vise à générer la connaissance et développer les outils métrologiques et mathématiques nécessaires à la maîtrise et l'optimisation des stations d'épuration. Au regard de la place importante occupée par la digestion anaérobie dans les stations d'épuration de l'agglomération parisienne, de nombreuses actions R et D traitant de la question de l'optimisation du procédé de digestion ont été engagées dans ce programme. Ces actions visent notamment à valider à l'échelle industrielle des méthodes d'estimation du potentiel méthane des boues urbaines et à construire des modèles de prédiction du fonctionnement des systèmes de digestion anaérobie. Cet article technique, consacré à l'évaluation du BMP des boues urbaines, a permis de dresser un état des lieux des niveaux de potentiel méthanogène des boues urbaines. Les valeurs moyennes sont comprises entre 300 et 500 Nml CH<sub>4</sub>/g MV (160 et 370 Nml CH<sub>4</sub>/g MS) pour tous les types de boues (primaires, biologiques, mixtes, etc.). Ce travail a également confirmé que la mesure des paramètres classiques (DCO, MV, MS) ne permettait pas de prédire de manière précise le potentiel méthanogène; la mesure du BMP en réacteur restant le seul moyen d'avoir une information précise. Une méthode de réduction du temps nécessaire à l'estimation du potentiel méthanogène par un couplage entre expérimentation en réacteurs (système AMPTS II®) et modélisation mathématique (modèle ADM simplifié) a donc été proposée. Ce couplage permet d'obtenir une valeur de BMP équivalente à celle obtenue avec une mesure en réacteur classique (erreur relative de 4 % en moyenne) en réduisant le temps d'expérimentation de 20 à 4 jours. Cette réduction du temps de mesure va probablement permettre de redonner un caractère opérationnel fort au BMP, trop peu utilisé à ce jour sur les sites de traitement.

### ABSTRACT

**The biological methane potential of urban sludge. Mapping of different WWTP sludge potentials and proposal of a method coupling reactor experiments and modeling to decrease the measurement time**

The MOCOPEE (Modeling, control and optimization of wastewater treatment processes, [www.mocopee.com](http://www.mocopee.com)) research program aims to improve our understanding of wastewater treatment processes and to develop measurement and mathematical tools, in order to lead to better control and optimization of wastewater treatment plants. Anaerobic digestion is

a relatively common process used by several WWTPs of the greater Parisian area. As such, several research activities concerning the optimization of the anaerobic digestion process have been realized within MOCOPEE. These activities range from benchmarking different biological methane potential (BMP) measurement tools to calibrating anaerobic digestion models, in both cases applied to full-scale digester processes. This paper concerns the evaluation of the BMP values of urban WWTP sludges. Measurements made on several different sludge types from Parisian plants were made. Average measured values were between 300 and 500 Nml CH<sub>4</sub>/g VM (160 and 370 Nml CH<sub>4</sub>/g DM) for all tested sludge types (primary, biologic, mixed, etc.). This work has also confirmed that commonly measured parameters (COD,

VM, DM) cannot be used to accurately predict sludge methane potential. BMP measurement thus remains the only mean to obtain an accurate value. A method to decrease the BMP measurement time, coupling reactor experiments (AMPTS II® system) and a simplified ADM model, was also proposed. This method provides a BMP estimation very close (4 % error on average) to results obtained using only the classical reactor method, while also decreasing the measurement time to 4 days (from 20 days using classical methods). This decrease in measurement time will help to increase the usefulness of on-site BMP measurements on a day-to-day basis, as it is currently rarely used for WWTP sludge digesters monitoring.

Mots-clés: Pouvoir méthanogène, BMP, boues urbaines, AMPTS, prédiction mathématique, modélisation.



La loi transition énergétique pour la croissance verte (2015-992 du 17 août 2015) a dessiné, pour le milieu du siècle, les grands objectifs du nouveau modèle énergétique français avec pour ambition de réduire la consommation énergétique de 50 % à l'horizon 2050. Pour atteindre cet objectif ambitieux, il est notamment question de recourir aux énergies renouvelables et de récupération (EnRR). La part des EnRR devra représenter 23 % de la consommation d'énergie brute dès 2020 et devra atteindre 32 % en 2030. À cette date, les énergies renouvelables devront représenter 40 % de la production d'électricité, 38 % de la consommation finale de chaleur, 15 % de la consommation finale de carburant et 10 % de la consommation de gaz. Pour concourir à la réalisation de ces objectifs, l'ensemble des acteurs du territoire doivent associer leurs efforts pour développer des territoires à énergie positive, et, de ce fait, s'engager dans une démarche permettant d'aller vers un équilibre entre la consommation et la production d'énergie à l'échelle locale.

Les industriels en charge du traitement des eaux résiduaires urbaines (ERU) ont ainsi mis au cœur de leurs préoccupations la problématique de la dépense énergétique (Azimi et Rocher 2016, Azimi et Rocher 2017, Friedrich *et al.* 2009, Chudoba *et al.* 2011, Müller *et al.* 2006). Il s'agit d'une part de trouver des voies de réduction des consommations énergétiques et, d'autre part, d'optimiser la production et l'utilisation des EnRR. La valorisation énergétique des boues via le procédé de digestion anaérobie occupe une place privilégiée. À l'échelle de l'agglomération parisienne (zone SIAAP, bassin-versant 2 000 km<sup>2</sup>, 8,5 millions d'habitants), la filière de digestion anaérobie admet d'ailleurs plus de 70 % des boues produites, permettant chaque année la production de plus de 80 millions de mètres cubes de biogaz. Il est à noter que la situation de l'agglomération parisienne se distingue du reste du territoire. À l'échelle nationale, sur les 19 500 stations d'épuration présentes en métropole (production annuelle de 1 036 855 tonnes de boue [matière sèche]), seules 85 ont une unité de digestion anaérobie sur site. La production de biogaz via la digestion de boue d'épuration ne représente d'ailleurs que 26 % de la production totale de biogaz

issue de la digestion de tous les gisements (ADEME 2015, Jimenez *et al.* 2015).

Au regard de la place importante occupée par la digestion anaérobie en agglomération parisienne, de nombreux efforts sont consentis pour optimiser le fonctionnement de cette filière. Premièrement, il s'agit de mieux gérer le biogaz produit en termes de stockage et d'utilisation. En effet, la taille des stockages de biogaz étant souvent restreinte pour en diminuer les risques et les problèmes d'emprise au sol, il est souvent nécessaire de recourir à du « torchage » afin de gérer l'excédent de production et ne pas libérer de CH<sub>4</sub> dans l'atmosphère. Pour limiter les volumes de biogaz brûlés, les voies de valorisation doivent donc être multipliées : production de chaleur, production d'électricité, cogénération (production chaleur et électricité) ou production de biométhane injectable dans le réseau de gaz naturel. Deuxièmement, il s'agit d'améliorer les rendements de la digestion anaérobie et ainsi d'augmenter la quantité de biogaz produit. Ce second volet de l'optimisation nécessite d'améliorer nos connaissances sur les matrices complexes qui sont introduites dans les digesteurs et de développer des outils d'évaluation de l'état du système afin d'en améliorer la conduite.

Dans ce contexte, des travaux de recherche appliquée ont été engagés dans le cadre du programme MOCOPEE (Modélisation, Contrôle et Optimisation des Procédés d'Épuration des Eaux, [www.mocopee.com](http://www.mocopee.com)) dans le but de valider à l'échelle industrielle des méthodes d'estimation du potentiel méthane des boues urbaines (BMP pour Biochemical Methane Potential) et de construire des modèles de prédiction du fonctionnement des systèmes de digestion anaérobie (mésophile/thermophile).

Cet article technique est consacré au premier volet de ce projet sur l'évaluation du BMP des boues urbaines et vise trois objectifs :

**1) Dresser un état des lieux des niveaux de BMP de différents types de boues urbaines.** Pendant trois ans, de nombreux types de boues ont été échantillonnés sur le site industriel de Seine aval (Achères, 1 700 000 m<sup>3</sup>/j) : boues primaires, boues biologiques (bassins à boues activées « forte charge », biofiltres nitrifiants et post-déni-

trifiants), boues physico-chimiques tertiaires et boues mixtes. La diversité des matrices considérées et le grand nombre d'échantillons analysés a permis de dresser une réelle cartographie du pouvoir méthanogène des boues urbaines.

**2) Cerner les relations existant entre les paramètres classiquement mesurés sur les boues (MS, MV, DCO, DBO<sub>5</sub>, COT) et le BMP.**

**3) Investiguer et proposer des méthodes de réduction du temps nécessaire à l'estimation de la valeur du BMP ;** la durée de la mesure, généralement estimée à 20-30 jours (méthode conventionnelle), étant trop importante pour envisager une utilisation opérationnelle du BMP. Dans la littérature scientifique, différentes méthodes alternatives (proche infrarouge, sondes fluorescentes, fluorescence 3D, etc.) sont proposées pour réduire ce temps de mesure (Bellaton *et al.* 2016, Charmier *et al.*, Doublet *et al.* 2013, Jimenez *et al.* 2014, Jimenez *et al.* 2015, Lesteur *et al.* 2011). La méthode proposée dans cet article consiste, quant à elle, en un couplage entre l'expérimentation en réacteur batch et un modèle prédictif simplifié, le modèle AM2 modifié (Bernard *et al.* 2001).

## Présentation de la démarche technico-scientifique

### Types de boues urbaines étudiés

Les boues résiduaires urbaines caractérisées dans le cadre de cette étude sont issues de la station d'épuration de Seine aval du SIAAP (Service Public de l'Assainissement Francilien). Cette station qui traite quotidiennement 1 700 000 m<sup>3</sup> d'eaux usées (6,5 millions équivalent-habitants), est alimentée par un réseau unitaire majoritairement domestique. La filière de traitement de l'eau comportait au moment du projet (1) un prétraitement (dégrillage, dessablage/déshuilage), (2) une décantation classique, (3) un traitement biologique du carbone par boues activées suivi d'une décantation physico-chimique lestée par micro-sable (Actiflo®) et (4) un traitement biologique de l'azote par biofiltration (nitrification puis post-dénitrification sur méthanol).

Toutes les boues produites dans cette station ont été caractérisées afin de dresser une cartographie précise de leur compor-

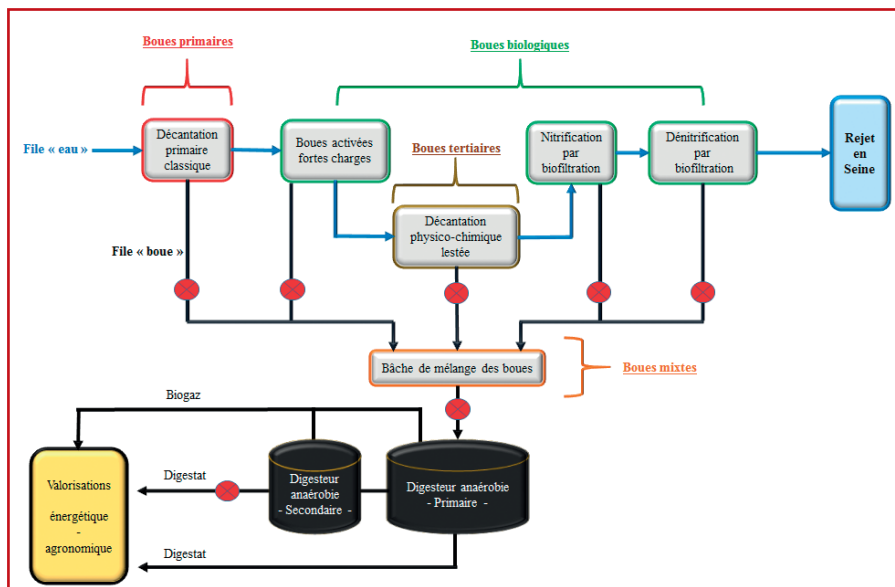


Figure 1: schéma de la filière de traitement des boues considérée dans le cadre de ce projet (Station d'épuration Seine aval - SIAAP).

tement méthanogène. Quatre familles de boues ont été étudiées entre 2013 et 2015 (figure 1):

- (1) Boues primaires issues d'une décantation classique,
- (2) Boues biologiques issues de trois types de traitement:
  - (a) élimination du carbone par boues activées fortes charges,
  - (b) nitrification par biofiltration (Biostyr®),
  - (c) post-dénitrification sur méthanol par biofiltration (Biostyr® et Biofor®).
- (3) Boues tertiaires issues de la décantation physico-chimique lestée par micro-sable (Actiflo®), placée à l'aval du traitement du carbone,
- (4) Boues mixtes issues de la bâche alimentant la digestion anaérobie mésophile, constituées par un mélange de boues primaires, biologiques et tertiaires.

### Descriptif de la méthode d'évaluation du potentiel méthane

#### Présentation technique du dispositif AMPTS II®

Le dispositif employé pour mesurer le potentiel méthanogène des boues est l'AMPTS II® (Bioprocess Control, fournisseur français: Labo-M Solutions), pour Automated Methane

Potential Testing System (figure 2). Ce système permet de mesurer de manière automatisée et en ligne les cinétiques et potentiels de production de méthane d'un substrat donné. Il est composé de 15 réacteurs de 500 ml, assimilés à des digesteurs, placés dans un bain thermostaté régulé à  $35,0 \pm 0,2$  °C. Le biogaz produit dans chaque digesteur est préalablement épuré des gaz acides par une solution alcaline de NaOH 4 M (piège à CO<sub>2</sub>) afin de ne comptabiliser que le méthane produit (Bassard *et al.* 2014). Un indicateur coloré de pH (thymolphthaléine) est également ajouté à cette solution alcaline, qui devient

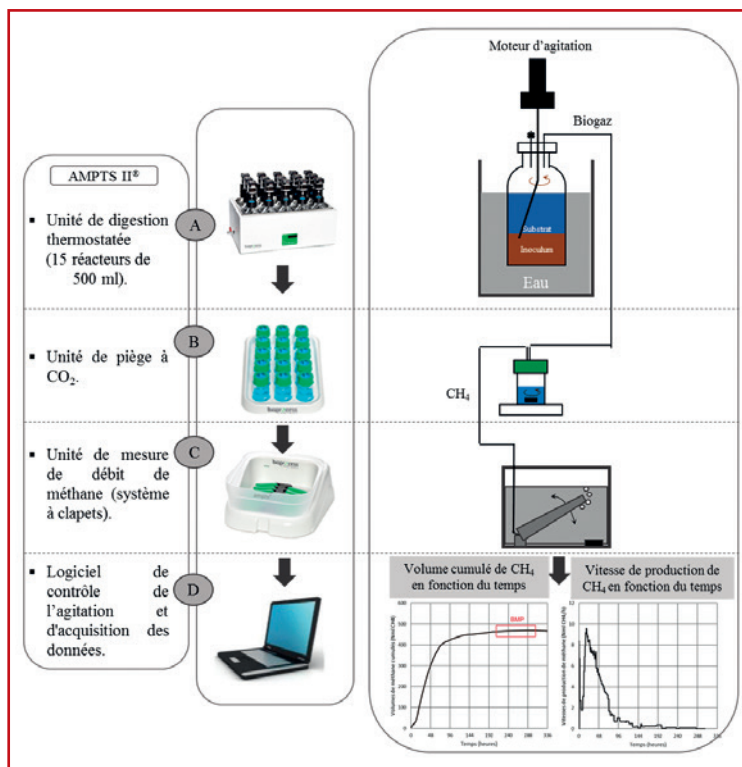


Figure 2: présentation schématique du dispositif AMPTS II® (Automated Methane Potential Testing System) utilisé dans le cadre de ce projet.

incolorer lorsque cette solution n'est plus capable de piéger les gaz acides. Des capteurs de pression et de température sont incorporés pour la correction en ligne des résultats (condition standard, 273K - 1 atm). Le volume cumulé de méthane produit au cours de l'incubation est défini par la comptabilisation des impulsions provoquées par le soulèvement des clapets reliés aux réacteurs, chaque clapet étant calibré à un volume donné (environ 10 ml). Les résultats obtenus via le dispositif AMPTS II® sont présentés sous deux formats complémentaires (1) les volumes cumulés en méthane dont le plateau correspond au BMP, exprimé en Nml CH<sub>4</sub> et (2) les vitesses de production de méthane instantanées en Nml CH<sub>4</sub>/h. Ces deux grandeurs sont ensuite rapportées à la quantité de matière organique introduite dans chacun des réacteurs, pour exprimer le BMP en Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS ou MV</sub> et la vitesse en Nml CH<sub>4</sub>/h/g<sub>MS ou MV</sub>.

#### Description du protocole opératoire AMPTS II®

Au sein de chaque réacteur de 500 ml, un consortium bactérien (I pour Inoculum) est mis en contact avec le substrat à caractériser (S pour Substrat), en respectant un rapport I/S de 3, exprimé en matières volatiles (Bassard *et al.* 2014, OFEN 2012). Le consortium bactérien servant d'inoculum est prélevé à la sortie des digesteurs secondaires du site Seine aval. Sur ce site, la digestion anaérobie étudiée s'opère en deux parties: digestion primaire mésophile (temps de séjour hydraulique du digesteur étudié de 17 jours (médiane, n = 374) - production majeure de biogaz) suivie d'une digestion secondaire non chauffée (temps de séjour hydraulique du digesteur étudié de 3 jours (médiane, n = 374) - finalisation de la production de biogaz). La concentration du mélange dans chaque réacteur ne doit pas dépasser 50 g/l pour assurer une bonne homogénéité.

**Tableau 1: paramètres classiques mesurés sur les boues considérées dans le cadre de ce projet (moyenne ± écart type)**

		MS (g/l)	MV (%*)	DCO (g O <sub>2</sub> /g <sub>MV</sub> )	DBO <sub>5</sub> (g O <sub>2</sub> /g <sub>MV</sub> )	COT (g C/g <sub>MV</sub> )
Boues primaires	Décantation classique	30,7 ± 11,6	79,3 ± 3,1	1,78 ± 0,28	0,55 ± 0,13	0,39 ± 0,16
	BA** fortes charges	34,2 ± 2,2	81,1 ± 4,3	1,81 ± 0,29	0,49 ± 0,08	0,42 ± 0,19
Boues biologiques	BF*** - Nitrification	47,0 ± 1,6	70,4 ± 6,7	1,60 ± 0,23	0,37 ± 0,16	0,47 ± 0,11
	BF*** - Post-dénitrification	22,8 ± 2,9	62,3 ± 6,7	1,69 ± 0,16	1,79 ± 0,58	0,83 ± 0,62
Boues tertiaires	Décantation physico-chimique lestée	42,5 ± 3,1	54,0 ± 4,2	1,65 ± 0,29	0,39 ± 0,22	0,36 ± 0,22
Boues mixtes		37,0 ± 4,1	77,4 ± 4,7	1,67 ± 0,28	0,46 ± 0,17	0,56 ± 0,36
Boues digérées (Inoculum)		22,2 ± 2,3	60,5 ± 2,5	1,54 ± 0,33	0,15 ± 0,05	0,39 ± 0,16

\*Proportion de matières volatiles par rapport à la quantité de matière sèche; \*\*BA: boues activées; \*\*\*BF: biofiltres

sation des boues. Le volume occupé dans chaque réacteur est de 400 ml. Les expérimentations sont menées en triplicata pour chaque substrat. La respiration endogène de l'inoculum est également évaluée en introduisant 200 ml d'inoculum dans un réacteur complété par 200 ml d'eau distillée, opéré pareillement en triplicata. Ainsi, le volume d'inoculum introduit dans chaque réacteur est identique, réduisant les facteurs d'incertitude dans le calcul du BMP des substrats à caractériser.

Ce calcul correspond à la moyenne des triplicatas des volumes cumulés de méthane pour les mélanges Inoculum/Substrat amoindri de la moyenne des triplicatas de la respiration endogène.

Un coefficient de variation (moyenne/écart type) de 20 % dans les triplicatas est accepté, au-delà la moyenne est calculée sur des duplicatas.

### Paramètres classiques mesurés sur les matrices

Préalablement à la mesure du BMP, une caractérisation de la matière organique a été réalisée systématiquement sur l'ensemble des boues: Matières Volatiles (MV), Matières Sèches (MS), Demande Chimique en Oxygène (DCO), Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours (DBO<sub>5</sub>) et Carbone Organique Total (COT). Les analyses ont été réalisées au sein du laboratoire de la Direction du Développement et de la Prospective du SIAAP (Accréditation Cofrac Essais, n° 1-1452, portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)). Le tableau 1 présente les résultats obtenus par type de boues.

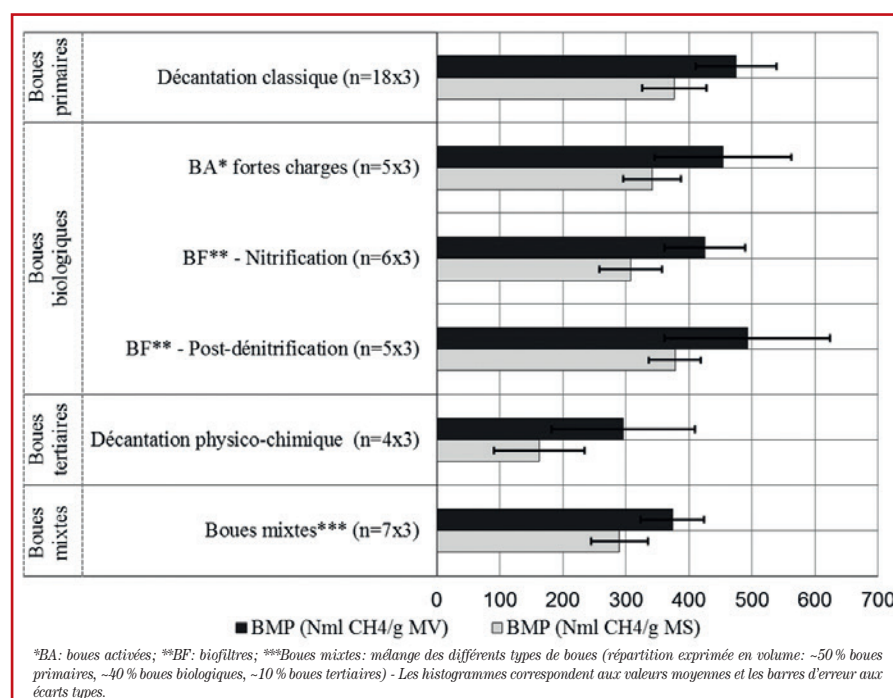
### Potentiel méthane des différents types de boues urbaines

#### Inter-comparaison des BMP des différents types de boues

La présente étude a permis de dresser une cartographie complète du pouvoir méthanogène des différentes boues produites dans la station d'épuration de Seine aval. La figure 3 permet d'apprécier cette cartographie pour les quatre familles de boues étudiées: les boues primaires, les boues biologiques, les boues tertiaires et les boues mixtes. Pour apporter une clé de lecture opérationnelle en exploitation

où la production de boues est estimée en matière sèche (MS), le BMP est exprimé en Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS</sub> (diagramme en gris clair). Ces mêmes BMP sont également exprimés en Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> selon les pratiques de la communauté scientifique (diagramme en gris foncé). Chaque diagramme présente la moyenne des BMP obtenus pour chaque type de boue et les barres d'erreur illustrent les écarts types associés. Le nombre de mesures en triplicata réalisé pour chaque type de boue est indiqué entre parenthèses, conduisant ainsi à un total de 135 expérimentations.

Les boues urbaines présentent un BMP



**Figure 3: potentiels méthanogènes de différents types de boues urbaines de la station Seine aval (exprimés en Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS</sub> et Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub>).**

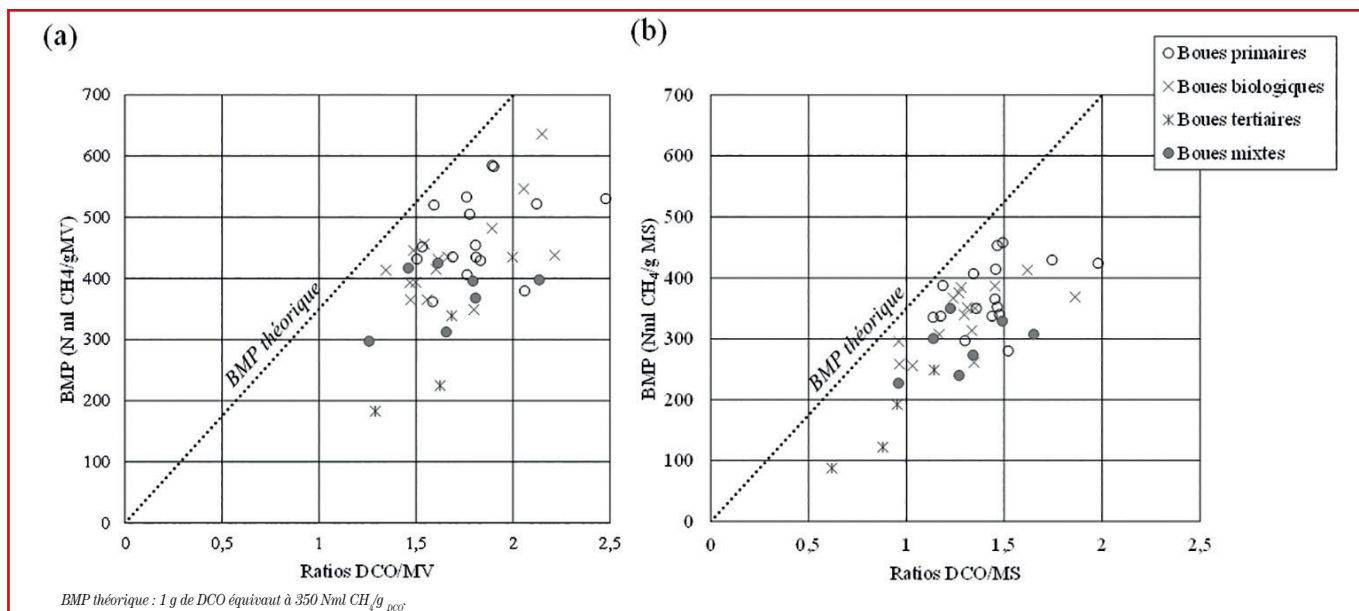


Figure 4: corrélations entre le BMP et les ratios (a) DCO/MV et (b) DCO/MS dans les boues résiduelles urbaines de Seine aval.

moyen compris entre 300 et 500 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> et entre 160 et 370 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS</sub>. Ces valeurs sont en cohérence avec la littérature (OFEN 2012, Perez Fabiel 2009). Les boues urbaines présentent un BMP supérieur à celui des déchets verts (Servais 2008), équivalent à la majorité du gisement fermentescible admis en digestion anaérobie tel que le fumier bovin (Degueurce *et al.* 2016), et bien inférieur à celui des boues grasses (ADEME 2015).

Les boues primaires et les boues biologiques présentent des BMP moyens proches, respectivement de 470 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> (370 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS</sub>) et 460 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> (340 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS</sub>). En revanche, le BMP des boues tertiaires est nettement plus faible avec une valeur moyenne de 300 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> (160 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS</sub>). Enfin, le BMP des boues mixtes se situe logiquement dans une gamme intermédiaire avec une valeur moyenne de 370 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> (290 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS</sub>). Les différences entre les types de boues sont globalement dues à la nature de la matière organique qui devient plus minérale au fil du traitement. D'ailleurs, ces écarts observés sont moins marqués lorsque le potentiel méthane est rapporté à la matière volatile (diagrammes en gris foncé).

### Relation entre BMP et paramètres classiques

Ce paragraphe vise à confirmer que les paramètres classiquement mesurés sur les matrices boues (MS, MV, DCO, DBO<sub>5</sub>, COT) n'ont qu'un faible caractère prédictif du potentiel méthanogène. La figure 4 présente, pour différents types de boues, la relation entre le BMP et les ratios DCO/MV

et DCO/MS; ces ratios permettant d'obtenir les meilleures corrélations.

Logiquement on note que, plus une boue contient de la matière organique et plus son potentiel méthanogène est élevé. Ainsi, quel que soit le type de boue, pour un ratio DCO/MV inférieur à 1,5, le BMP est inférieur à 400 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> alors que le BMP est compris entre 400 et 600 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> lorsque le ratio DCO/MV dépasse la valeur de 2 (figure 4a). De la même manière, pour un ratio DCO/MS inférieur à 1, le BMP est inférieur à 300 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub> alors que le BMP est compris entre 300 et 500 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MS</sub> lorsque le ratio DCO/MS dépasse la valeur de 1,5 (figure 4b). Cependant, la forte dispersion des points sur ces deux diagrammes témoignent du faible pouvoir prédictif de ces ratios. Les résultats obtenus pour la boue primaire (cercles vides sur les figures 4a et 4b) illustrent le faible caractère prédictif. Pour un ratio DCO/MV de l'ordre de 1,7-1,8, les BMP obtenus pour ce type de boue varient entre 400 et 550 Nml CH<sub>4</sub>/g<sub>MV</sub>.

### Méthodes de réduction du temps nécessaire à l'estimation du BMP

#### Présentation de la démarche

La cartographie dressée sur le caractère méthanogène des différentes boues urbaines de Seine aval témoigne d'une variabilité non maîtrisée et plus ou moins importante et cela à deux niveaux: (1) par type de boue et (2) au sein d'un même type de boue. Le paragraphe précédent a montré que les ratios DCO/MS et DCO/MV ne permettaient qu'une estimation assez grossière du potentiel méthanogène. Accéder

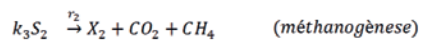
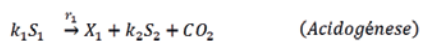
au BMP suppose donc de passer le plus souvent par des méthodes expérimentales longues à mettre en œuvre. En effet, il faut compter environ 20 jours pour obtenir un BMP dans les boues résiduelles par les méthodes conventionnelles (telle que l'AMPTS II<sup>®</sup>), temps dépassant généralement le temps de séjour hydraulique des digesteurs. Ce délai nuit fortement à l'utilisation de cette mesure. L'objectif de cette partie, est de voir dans quelle mesure le traitement mathématique des données générées par l'AMPTS II<sup>®</sup>, permettrait de prédire le BMP, sans attendre l'atteinte du plateau correspondant à la fin de l'expérimentation (figure 2). Il convient de souligner que, si le temps nécessaire à l'obtention de la valeur du BMP est d'une vingtaine de jours, l'essentiel du méthane est en revanche produit lors des premiers jours de l'expérimentation. Plus exactement, le temps nécessaire à l'obtention de 80 % du BMP pour les différents types de boues étudiés, est de 4 à 6 jours.

Dans le cadre de ce projet, nous sommes inspirés du modèle ADM1 (Anaerobic Digestion Model) proposé par le groupe de spécialistes sur la digestion anaérobie de l'IWA (International Water Association) dans lequel la digestion anaérobie est souvent considérée comme une chaîne trophique à trois étapes: une étape d'hydrolyse et de liquéfaction de grandes molécules organiques insolubles, suivie d'une étape de production d'acides gras volatils par un premier consortium microbien, et terminée par une production de méthane impliquant un écosystème méthanogène. Nous avons plus spécifiquement utilisé une version très simplifiée, le modèle AM2

modifié (Fekih-Salem *et al.* 2014). Afin de calibrer ce modèle, les données expérimentales acquises au cours de cette étude ont été utilisées. Il s'agit des volumes de méthane en fonction du temps et mesurés pour 88 expériences différentes issues de la réplication en triplicate de 30 mélanges substrat/inoculum différents. Malgré cette abondance de données, on verra que les paramètres du modèle ne sont pas déterminés de manière unique, mais nous montrons dans la suite comment nous avons pu obtenir un jeu de paramètres permettant de reproduire correctement les profils de production pour l'ensemble des expériences. L'idée exploitée consiste à séparer les paramètres en deux sous-ensembles distincts: d'une part les paramètres cinétiques (constantes de vitesse, rendements, etc.) et d'autre part les conditions initiales des différents états du système (substrats et biomasse). Le modèle obtenu permet de prédire la production de méthane à 4 jours avec une précision raisonnable tout en donnant la possibilité d'une compréhension de l'influence de la proportion initiale des différents substrats.

### Description du modèle utilisé (modèle AM2)

Pour cette étude nous avons utilisé le modèle AM2 modifié (Fekih-Salem *et al.* 2014). Le schéma réactionnel approché, qui prend en compte les trois étapes du processus de digestion anaérobie, est le suivant:



où  $S_0$  représente la DCO solide,  $X_1$  la biomasse acidogène,  $X_2$  la biomasse méthanogène,  $S_1$  la DCO facilement biodégradable,  $S_2$  les acides gras volatils,  $r_0 = \beta S_0$  et  $r_i = \mu_i(S_i)X_i$ ,  $i = 1, 2$  les vitesses de réaction.

La vitesse spécifique d'hydrolyse est considérée constante et donnée par le coefficient  $\beta$  et les vitesses  $\mu_i(S_i)$  spécifiques seront précisées plus loin. Enfin, les coefficients pseudo-stœchiométriques associés aux réactions biologiques sont notés:  $k_i$ ,  $i = 1...3$ . Nous utilisons les mêmes notations pour désigner les concentrations

(unités arbitraires) des différents constituants du système, qui sont des fonctions du temps  $t$  et vérifient le système d'équations différentielles suivant:

$$\begin{aligned} S_0' &= -\beta S_0, \\ S_1' &= \beta S_0 - k_1 \mu_1(S_1) X_1, \\ X_1' &= \mu_1(S_1) X_1, \\ S_2' &= k_2 \mu_1(S_1) X_1 - k_3 \mu_2(S_2) X_2, \\ X_2' &= \mu_2(S_2) X_2, \end{aligned}$$

### Paramètres et identifiabilité structurelle

Les paramètres du modèle, qui sont à identifier à partir des mesures, sont rassemblés dans le vecteur  $\theta = (\theta_c, \theta_b)$  où:

$$\begin{aligned} \theta_c &= (\mu_1^{max}, \mu_2^{max}, K_{S_1}, K_{S_2}, k_1, k_2, k_3, k_4, \beta), \\ \theta_b &= (X_1^0, X_2^0, S_1^0, S_2^0, S_0^0). \end{aligned}$$

Le vecteur  $\theta_c$  contient les paramètres cinétiques du procédé et sera donc commun à toutes les expériences alors que  $\theta_b$  sera différent. La question de l'identifiabilité structurelle, qui doit être posée avant d'entreprendre l'identification pratique des paramètres est la suivante: étant donné deux vecteurs de paramètres  $\theta_1$  et  $\theta_2$ , peut-on affirmer que:

$$\forall t > 0, CH_4(t; \theta_1) = CH_4(t; \theta_2) \Rightarrow \theta_1 = \theta_2 ?$$

La réponse est négative car il est possible de montrer que par exemple, les coefficients pseudo-stœchiométriques  $(k_i)_{i=1...4}$  ne sont pas déterminés de façon unique. Lorsque l'identifiabilité structurelle n'est pas vérifiée, les méthodes numériques de détermination des paramètres rencontrent de sérieux problèmes de convergence et il faut donc adopter des stratégies adéquates, nous précisons cela plus loin. L'absence d'identifiabilité peut poser problème pour la signification physique des paramètres obtenus, mais ce que nous recherchons ici est un modèle mathématique permettant de reproduire fidèlement le volume de méthane en fonction du temps, sans nécessairement décrire de manière unique les variables d'état ( $X_1, X_2, S_1, S_2, S_0$ ). Dans les résultats obtenus, les évolutions relatives, par exemple de  $S_0, S_1$  et  $S_2$  permettent de comprendre la diversité des comportements observés dans les expériences,

comme par exemple le caractère limitant de l'étape d'hydrolyse suivant les valeurs relatives de  $S_0^0, S_1^0$ , et  $S_2^0$ .

### Avec les conditions initiales :

$$S_0(0) = S_0^0, S_1(0) = S_1^0, X_1(0) = X_1^0, X_2(0) = X_2^0.$$

### Les taux de croissance sont donnés par :

$$\mu_1(S_1) = \mu_1^{max} \frac{S_1}{S_1 + K_{S_1}}, \mu_2(S_2) = \mu_2^{max} \frac{S_2}{S_2 + K_{S_2}}.$$

### Le volume de méthane est donné en fonction du temps par :

$$CH_4(t) = k_4(X_2(t) - X_2(0)),$$

où  $k_4$  est un coefficient pseudo-stœchiométrique supplémentaire

### Stratégie d'identification des paramètres

Il s'agit dans un premier temps de déterminer un vecteur de paramètres cinétiques  $\theta_c$  permettant de reproduire au mieux l'ensemble des expériences sur leur durée totale. Il s'agit ici de faire l'apprentissage de ces paramètres en utilisant la totalité de l'horizon temporel des expériences en vue de les utiliser ensuite lors d'une seconde phase de prédiction du potentiel méthanogène à horizon limité (4 jours).

### Apprentissage

Nous définissons dans un premier temps un critère de moindres carrés  $J_i(\theta)$  par:

$$J_i(\theta) \equiv J_i(\theta_c, \theta_b) = \sum_{k=2}^{m_i} (t_k^i - t_{k-1}^i)(CH_4(t_k^i; \theta_c, \theta_b) - V_k^i)^2.$$

Où  $CH_4(t; \theta_c, \theta_b)$  est le volume de méthane obtenu en résolvant les équations du modèle AM2 modifié pour le vecteur de paramètre  $\theta = (\theta_c, \theta_b)$ . La recherche d'un vecteur optimal (mais pas nécessairement unique) réalisant le minimum de  $J_i$  ne prend en compte que l'expérience numéro  $i$ . C'est pourquoi nous considérons les  $n$  expériences en les couplant par la cinétique, en considérant le vecteur à déterminer  $\xi = (\theta_c, \theta_b^1, \dots, \theta_b^n)$  et le critère multi-expériences.

$$J(\xi) \equiv J(\theta_c, \theta_b^1, \dots, \theta_b^n) = \sum_{i=1}^n J_i(\theta_c, \theta_b^i).$$

Le vecteur  $\xi = (\theta_c, \theta_b^1, \dots, \theta_b^n)$  optimal est défini par  $\xi = \underset{\xi \in \Xi}{\operatorname{argmin}} J(\xi)$  où  $\Xi$  est le sous-espace admissible exprimant les contraintes que nous imposons aux divers paramètres, espérant améliorer le comportement de l'algorithme d'optimisation. Il est de la forme:

$$\Xi = \{\xi \in \mathbb{R}^{9+5n}, \xi_{inf} \leq \xi \leq \xi_{sup}\}$$

**Tableau 2: vecteur optimal de paramètres cinétiques obtenu**

$\mu_1^{\max}$	$\mu_2^{\max}$	$K_{s1}$	$K_{s2}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$\beta$
3,4	1,5	41,32	3,14	2,9	1,9	1	45,35	0,189

### Prédiction

Étant donné  $\theta_c$ , obtenu lors de la phase d'apprentissage et une nouvelle expérience de durée arbitraire et définie par les données  $(t_k, V_k)$ , on définit le critère suivant :

$$\tilde{J}(\theta_b) = \sum_{k=2}^m (t_k - t_{k-1})(CH_4(t_k; \hat{\theta}_c, \theta_b) - V_k)^2$$

et on détermine le vecteur optimal  $\theta_b = \text{argmin}_{\theta_b} J_i(\theta_c)$ . Les paramètres cinétiques  $\hat{\theta}_c$  sont fixés et pour une expérience donnée les seuls paramètres à déterminer sont les conditions initiales des deux biomasses et des trois substrats, qui permettent d'obtenir une estimation du volume final de méthane.

### Aspects numériques.

Dans cette étude, nous disposons de 88 expériences et donc il y a 449 paramètres à déterminer durant la phase d'apprentissage, ce qui peut paraître difficile étant donné les problèmes d'identifiabilité déjà évoqués et les temps de calculs potentiellement prohibitifs : en effet, pour évaluer  $J(\xi)$  et sa dérivée  $J'(\xi)$ , nécessaire à l'algorithme d'optimisation, il faut résoudre 88 équations différentielles dont l'inconnue au temps  $t$  est une matrice de taille  $5 \times 15$  (le vecteur  $(X_1, X_2, S_1, S_2, S_3)$  ainsi que sa dérivée par rapport à  $\theta$ ). Ces calculs sont effectués en un temps raisonnable grâce à une machine multi-processeurs (serveur à 20 processeurs Xeon E5-2660-v2), qui nous permet de calculer  $J(\xi)$  et sa dérivée  $J'(\xi)$  en 3 secondes (au lieu de 42

secondes). Nous avons laissé l'algorithme d'optimisation (BFGS avec contraintes de type intervalle sur les variables) effectuer 1000 itérations (ce qui a pris environ 2 heures), sans pouvoir atteindre les critères de convergence habituels.

Par contre la phase de prédiction pour une expérience particulière est très rapide car elle ne porte que sur 5 paramètres (conditions initiales des deux biomasses et des trois substrats). Les paramètres cinétiques obtenus pour le modèle sont présentés par le tableau 2.

### Présentation des résultats des simulations

Les figures 5 et figure 6 permettent d'apprécier la capacité du modèle proposé à simuler la production de méthane dans les réacteurs AMPTS II® en s'appuyant sur les premiers jours de mesures.

Les deux graphiques de la figure 5 (a et b) présentent l'évolution des productions de  $CH_4$  mesurées et simulées dans un réacteur au cours d'une expérimentation. La courbe bleue correspond aux mesures et la courbe verte correspond aux résultats simulés. On note que la production simulée suit la production mesurée sur l'ensemble de la chronique temporelle, en prenant en compte seulement les 4 premiers jours d'expérience.

Les deux graphiques de la figure 6 (a et b) présentent les diagrammes BMP simu-

lés *versus* BMP mesurés pour l'ensemble des 88 réacteurs étudiés. On note une très bonne prédiction du modèle mathématique au bout de 4 jours d'expérimentation (figure 6a). L'erreur relative moyenne de la prédiction du modèle à 4 jours a été évaluée à 4 %, valeur tout à fait acceptable d'un point de vue opérationnel.

En revanche, on observe que la réduction du temps d'expérimentation à 3 jours (figure 6b) conduit à dégrader fortement la qualité de la simulation. Si les points sont toujours répartis autour de la droite  $Y = X$ , on note une dispersion plus marquée autour de la droite. L'erreur relative moyenne de la prédiction du modèle à 3 jours est d'ailleurs calculée à 10 %, valeur largement supérieure à celle calculée par la prédiction du modèle à 4 jours.

### Conclusion

Le programme de recherche MOCOPEE (Modélisation, Contrôle et Optimisation des Procédés d'Épuration des Eaux, [www.mocopee.com](http://www.mocopee.com)) vise à générer la connaissance et développer les outils métrologiques et mathématiques nécessaires à la maîtrise et l'optimisation des stations d'épuration. Au regard de la place importante occupée par la digestion anaérobie dans les stations d'épuration, et en particulier dans celles implantées en agglomération parisienne, de nombreuses actions R et D traitant de la question de l'optimi-

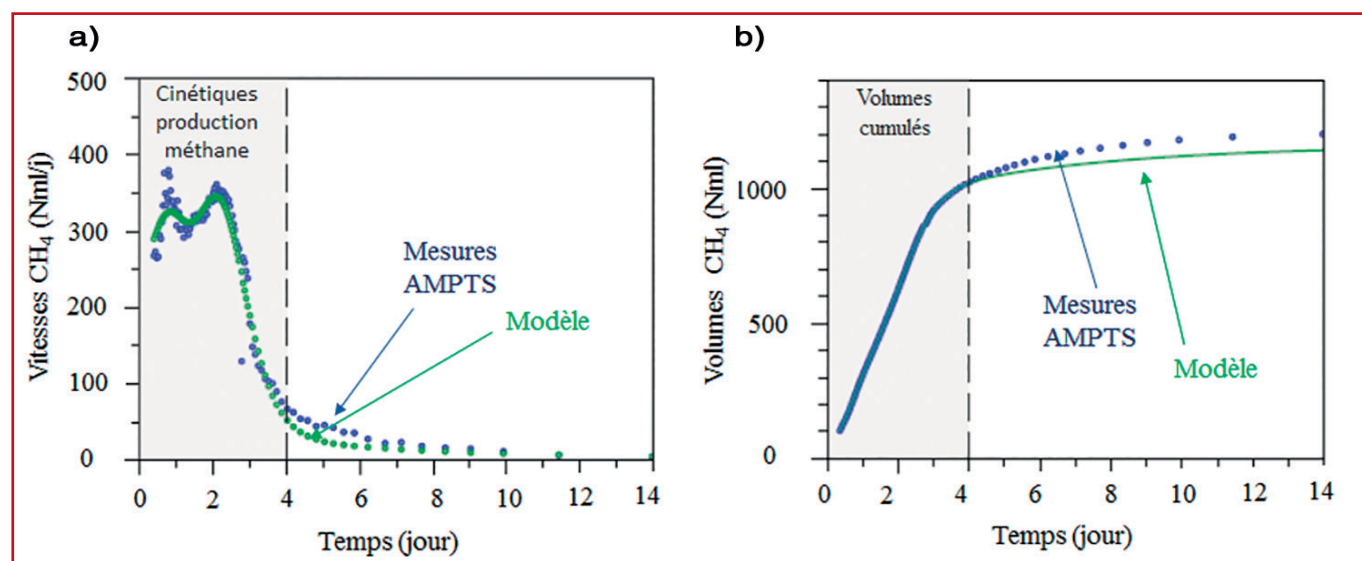
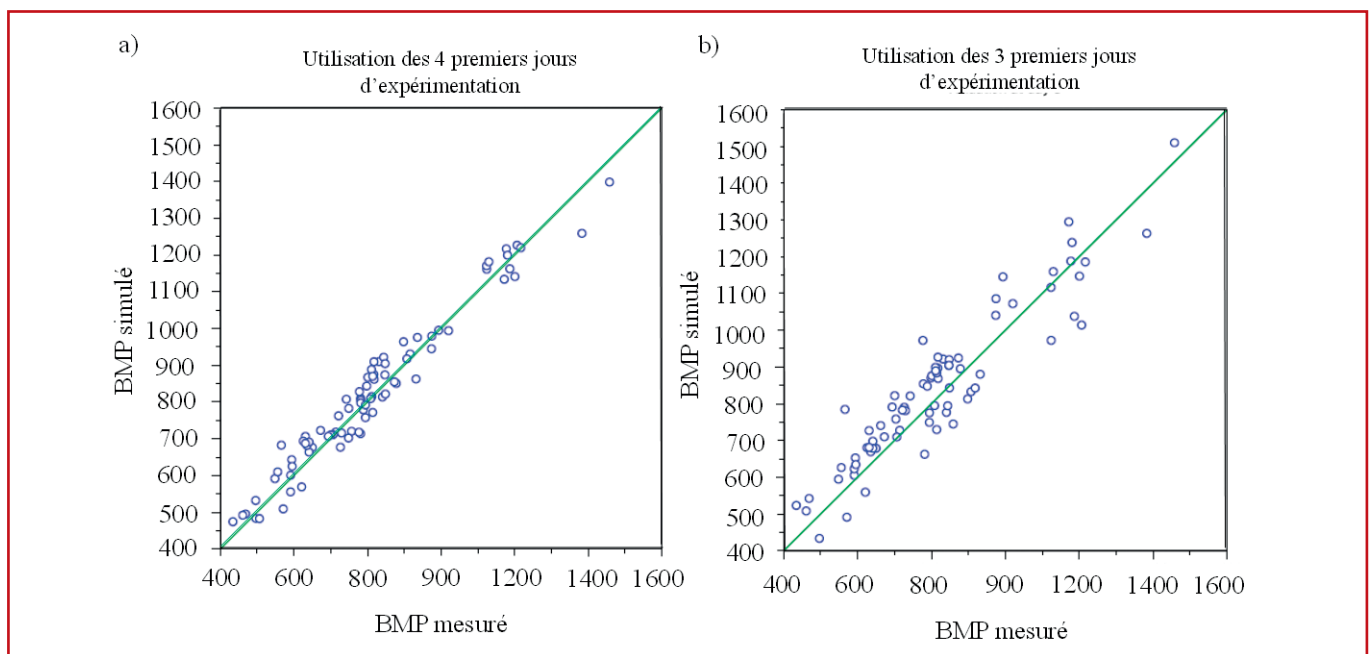


Figure 5: confrontation des productions de  $CH_4$  mesurées et des productions simulées avec le modèle proposé : (a) cas des vitesses de production de  $CH_4$ , (b) cas des volumes cumulés de  $CH_4$ . Exemple d'une expérimentation.



**Figure 6 :** diagrammes « simulations versus mesures » construits sur la base des 88 expérimentations en utilisant les 4 premiers jours d'expérimentation (a) et les 3 premiers jours d'expérimentation (b).

sation du procédé de digestion ont été engagées dans ce programme. Ces actions visent notamment à valider à l'échelle industrielle des méthodes d'estimation du potentiel méthane des boues urbaines et à construire des modèles de prédiction du fonctionnement des systèmes de digestion anaérobie.

Cet article technique, consacré à l'évaluation du BMP des boues urbaines, a permis (1) de dresser un état des lieux des niveaux de potentiel méthano-gène de différents

types de boues urbaines, (2) de cerner les relations existant entre les paramètres classiquement mesurés sur les boues et le potentiel méthano-gène et (3) de proposer des méthodes de réduction du temps nécessaire à l'estimation du potentiel méthano-gène par un couplage entre expérimentation en réacteurs (système AMPTS II®) et modélisation mathématique (modèle AM2 modifié).

Ce couplage permet de réduire le temps d'expérimentation de 20 à 4 jours, avec une

erreur relative moyenne de 4%. La réduction du temps nécessaire à l'obtention de cette information va permettre de redonner un caractère opérationnel fort à cette mesure trop peu utilisée à ce jour sur les sites de traitement. ■

*Remerciements: Les auteurs remercient Monsieur Jean-Philippe Steyer (INRA, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement) pour ses apports ainsi que Céline Briand, Claire Plessis, Elise Alibert et Mélanie Eustache (SIAAP) pour leur soutien technique apporté à ce travail.*

## Références bibliographiques

- ADEME, T., O (2015) Évaluation du potentiel de production de biométhane à partir des boues issues des stations d'épuration des eaux usées urbaines. 93.
- Azimi S. et Rocher V. (2016) Stratégie d'optimisation énergétique au sein d'une station d'épuration - Cas du Siaap. Techniques Sciences Méthodes 5, 17-31.
- Azimi S. and Rocher V. (2017) Energy consumption reduction in a waste water treatment plant. Water Practice and Technology (in press).
- Bassard D., André L., Dotal N., Valentin L., Nonus M., Pauss A. et Ribeiro T. (2014) A simple and rapid one-time method to evaluate the non-acidic gas content from bioprocesses. Bioprocess and biosystems engineering 37(2), 337-341.
- Bellanton S., Guérin S., Pautremat N., Bernier J., Muller M., Motellet S., Azimi S., Pauss A. et Rocher V. (2016) Early assessment of a rapid alternative method for the estimation of the biomethane potential of sewage sludge. Bioresource Technology 206, 279-284.
- Bernard O., Hadj-Sadok Z., Dochain D., Genovesi A. et Steyer J.-P. (2001) Dynamical model development and parameter identification for an anaerobic wastewater treatment process. Biotechnology and Bioengineering 75(4), 424-438.
- Charrier C., Latrille E., Jimenez J., Lemoine M., Boulet J.-C., Miroux J. et Steyer J.-P. Fast characterization of solid organic waste content with near infrared spectroscopy in anaerobic digestion. Waste Management.
- Chudoba P., Sartet C., Palko G. et Guibelin E. (2011) Main factors influencing anaerobic digestion of sludge and energy efficiency at several large WWTP in central Europe. Journal of Residuals Science & Technology 8(2).
- Degueurce A., Capdeville J., Perrot C., Bioteau T., Martinez J. et Peu P. (2016) Cattle manure as a resource for biogas conversion in France? Sciences Eaux and Territoires: la Revue du IRSTEA (Hors série 24), 9 p.
- Doublet J., Boulanger A., Ponthieux A., Laroche C., Poitrenaud M. et Cacho Rivero J.A. (2013) Predicting the biochemical methane potential of wide range of organic substrates by near infrared spectroscopy. Bioresource Technology 128, 252-258.
- Fekih-Salem R., Abdellatif N., Sari T. et Jérôme H. (2014) Analyse mathématique d'un modèle de digestion anaérobie à trois étapes. Revue Africaine de la Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées 17, 53-71.
- Friedrich E., Pillay S. et Buckley C. (2009) Environmental life cycle assessments for water treatment processes a South African case study of an urban water cycle. Water SA 35, 73-84.
- Jimenez J., Gonidec E., Cacho Rivero J.A., Latrille E., Vedrenne F. et Steyer J.-P. (2014) Prediction of anaerobic biodegradability and bioaccessibility of municipal sludge by coupling sequential extractions with fluorescence spectroscopy: Towards ADM1 variables characterization. Water Research 50, 359-372.
- Jimenez J., Latrille E., Harmand J., Robles A., Ferrer J., Gaida D., Wolf C., Mairet F., Bernard O., Alcaraz-Gonzalez V., Mendez-Acosta H., Zitomer D., Totzke D., Spanjers H., Jacobi F., Guwy A., Dinsdale R., Premier G., Mazhegrane S., Ruiz-Filippi G., Seco A., Ribeiro T., Pauss A. et Steyer J.-P. (2015) Instrumentation and control of anaerobic digestion processes: a review and some research challenges. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 14(4), 615-648.
- Lesteur M., Latrille E., Maurel V.B., Roger J.-M., Gonzalez C., Junqua G. et Steyer J.-P. (2011) First step towards a fast analytical method for the determination of Biochemical Methane Potential of solid wastes by near infrared spectroscopy. Bioresource Technology 102(3), 2280-2288.
- OFEN, X.C., Nathalie Bachmann (2012) La digestion des boues d'épuration: situation et potentiel d'optimisation OFEN Office fédéral de l'énergie.
- Perez Fabiel S. (2009) Etude de la biodégradabilité de boues secondaires soumises à un traitement thermique à 65 °C et du couplage digestion anaérobie et digestion thermophile aérobie pour la réduction de boues, Atelier national de reproduction des thèses, Lille.
- Servais C. (2008) La méthanisation. Edition Tec Doc Lavoisier R. Moletta coordinateur (ISBN 978-2-7430-1036-2).

# Des solutions pour une agitation économe en énergie

Françoise Breton, Technoscope

Optimisation des hélices, moteurs haut rendement, nouvelles technologies de brassage, simulations... les innovations ne manquent pas qui rendent les solutions de brassage de plus en plus efficaces et économiques, avec des retours sur investissement de plus en plus courts.



Agitateur Landia lent (150tr/mn) pour bassin d'aération.

### ABSTRACT

#### Solutions for energy-efficient stirring.

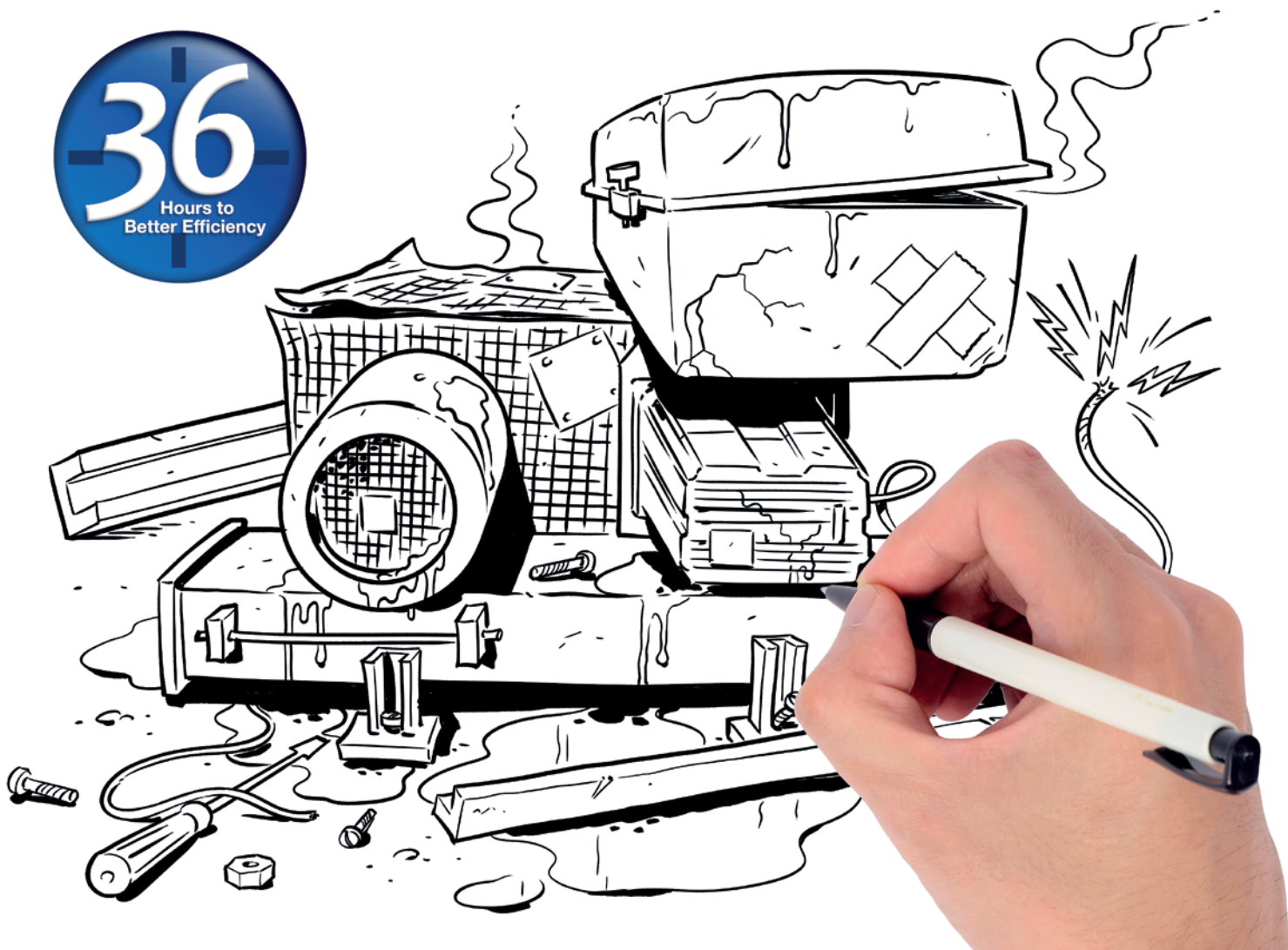
*Impeller optimisation, high-efficiency motors, new stirring technologies, simulations, etc., there is no shortage of innovations for rendering stirring solutions ever more efficient and economical, with increasingly short returns on investment.*

L'agitation est une étape essentielle dans de nombreuses applications, du traitement des eaux usées aux procédés industriels. Elle permet de remettre en suspension les particules d'un bassin d'eaux pluviales avant de le vidanger, de mélanger des réactifs, d'homogénéiser un mélange, d'éviter la

décantation, de mettre en mouvement des boues activées, etc. Selon les applications, la nature et les quantités de fluides à déplacer, les besoins sont multiples d'où la très grande variété d'agitateurs proposés sur le marché par les fabricants comme Xylem, Sulzer, Grundfos, KSB, Wilo-Emu, AxFlow, Atlantique Industrie, Isma, Ozeau,



# Votre compresseur est hors service ?



**SULZER**

**Détendez-vous ! Nous vous expédions une machine plus performante sous 36 heures.**

Une panne de compresseur met en péril le fonctionnement de votre station d'épuration. Dorénavant, Sulzer lance un nouveau programme de livraison express. Pour toute commande passée ce jour, nous vous expédions sous 36 heures\* un turbocompresseur pour remplacer votre équipement défectueux.

Disponibles dans des tailles appropriées à la plupart des stations, les turbocompresseurs HST sécuriseront votre process et vous feront économiser de l'énergie.

N'attendez pas que votre compresseur vous lâche. Remplacez votre ancien compresseur d'air par un turbocompresseur HST flamboyant neuf et profitez immédiatement de nombreux avantages.

Réduisez vos factures énergétiques jusqu'à 50%, diminuez les émissions sonores de votre station, et surtout ne subissez pas d'usure mécanique. C'est ce qui vous attend dans les années à venir avec le turbocompresseur HST.

Commandez dès maintenant et le compresseur sera sur la route sous 36 heures seulement. Et bénéficiez des certificats d'économies d'énergie associés.

**Rendez-vous sur [sulzer.com/36hours-fr](http://sulzer.com/36hours-fr)**

\* S'applique aux versions sélectionnées de turbocompresseurs type ABS HST 20 et HST 2500, qui sont prêts à être expédiés depuis notre usine en moins de 36 heures (jours ouvrables).

Axflow commercialise une hélice autonettoyante pour contrer le problème des filasses qui s'accumulent autour des hélices, entraînant des balourds et des vibrations et réduisant l'efficacité des agitateurs et augmentant les coûts de maintenance.



Axflow

Milton Roy, TMI, Mixel, Faivre, Aquaméo ou encore Aquago. Les produits vont du mixeur grande vitesse de rotation et petites hélices aux agitateurs grandes pâles tournant à faible vitesse en passant par les agitateurs à arbre.

Les améliorations permanentes réalisées par les fabricants sur les profils de pales et le rendement des moteurs fait qu'aujourd'hui, il est possible de réduire la consommation électrique de ces équipements de manière substantielle.

### Des produits de plus en plus performants

Même si les agitateurs comptent pour une faible part de la consommation électrique d'une station d'épuration, leur nombre et leur utilisation en continu rend de plus en plus intéressantes économiquement les avancées réalisées par les constructeurs, avec des rendements de 30 à 50 % supérieurs aux machines classiques. Les retours sur investissement sont plus rapides, rarement au-delà de 2 à 3 ans, ce qui est appréciable pour des appareils dont la durée de vie moyenne est de 10 à 15 ans. « Les acteurs sont de plus en plus convaincus de la nécessité d'adopter des solutions économiques en énergie mais l'aspect financier reste le plus important », déplore Ludivine Decouttere, ingénieur produits-Solutions chez Xylem. Sur un marché parvenu à maturité, centré plus spécialement sur le renouvellement et la réhabilitation, le coût à l'achat prime encore souvent sur le coût d'exploitation ». Une attitude fréquente dans le cadre des délégations de service public que confirme Michel Leromain, responsable support technique et business développement chez Sulzer. « La durée

résiduelle des contrats excède rarement 5 ans ce qui encourage les raisonnements de court terme. Un allongement substantiel de ces contrats inciterait à privilégier des équipements plus chers à l'achat mais bénéfiques énergétiquement sur le long terme. Il n'y a qu'à voir au Royaume Uni où les contrats courent sur 99 ans. Les politiques en termes d'équipements sont très différentes! ».

### Les grands agitateurs submersibles offrent les plus grands rendements énergétiques

Les agitateurs les moins gourmands en énergie sont les agitateurs à grandes pâles qui tournent lentement. Plus grandes sont les pâles et plus elles tournent lentement, meilleur est le rendement. Trois pâles au lieu de deux permettent de réduire la dimension des pâles pour une poussée équivalente et d'être moins sensible aux efforts en bout de pâles en cas de vitesse différente de part et d'autre de l'agitateur. La norme ISO 21 630, publiée en 2007, définit le rapport de la poussée sur la puissance absorbée, exprimé en Newton par kiloWatt, et permet de comparer l'efficacité énergétique des agitateurs de même gamme. Plus ce rapport est grand, plus la consommation énergétique est optimisée. Les agi-

tateurs à grandes pâles offrent aujourd'hui des coefficients de performance pouvant atteindre 3000 N/kW.

L'agitateur grandes pâles est idéal pour le brassage dans les bassins d'anoxie et d'anaérobie, les digesteurs et pour propulser les effluents dans les bassins d'aération. La plupart des constructeurs proposent des gammes étendues d'agitateurs avec hydraulique des pâles optimisée et moteurs à haut rendement, avec ou sans variateur de fréquence pour ajuster la vitesse de rotation aux besoins.

AxFlow commercialise une hélice autonettoyante, développée par le fabricant américain Lightnin, pour contrer le problème croissant des filasses qui s'accumulent autour des hélices, entraînant des balourds et des vibrations et, en conséquence, réduisant l'efficacité des agitateurs et augmentant les coûts de maintenance. Contrairement aux pâles profilées, cette hélice comporte trois pâles arrondies et plates dont les extrémités forment une forte déclivité. Elle offre les mêmes performances hydrauliques que les autres et peut se monter sur n'importe quel agitateur grâce à une adaptation possible des montages en fonction de l'arbre du client.

KSB propose de son côté sa gamme Amaprop équipée d'une hélice monobloc à deux pâles, de diamètre compris entre 1 000 et 2 500 mm, qui tourne de 24 à 208 t/mn. Le moyeu métallique de l'hélice est enveloppé dans une résine époxy chargée de fibre de verre qui reprend efficacement les efforts.

Les moteurs submersibles, d'une puissance allant de 1,25 à 20 kW, conjugués à une hélice totalement optimisée pour assurer le meilleur rendement, développent jusqu'à environ 5 000 N de poussée. Cet agitateur



L'Amaprop de KSB est équipé d'une hélice monobloc à deux pâles, de diamètre compris entre 1 000 et 2 500 mm, qui tourne de 24 à 208 t/mn. Le moyeu métallique de l'hélice est enveloppé dans une résine époxy chargée de fibre de verre qui reprend efficacement les efforts.

- Votre lagunage est surchargé ?
- Il dégage de mauvaises odeurs ?
- Il devient pourpre ?
- Les rejets ne sont plus conformes ?
- Il est envahi de lentilles d'eau ?



# Redonnez vie à vos lagunages !

Une solution 100% solaire pour améliorer les rendements des lagunages naturels en dysfonctionnement

## Contactez nous !

- Pas de travaux de génie civil
- Pas de raccordement électrique
- Aucune consommation énergétique
- Frais d'exploitation réduits

 Technologie Française brevetée

Sungo est un dispositif de brassage fonctionnant à l'énergie photovoltaïque. Facile et rapide à installer, il permet de réactiver les lagunages naturels et d'améliorer les taux d'abattement de la DCO, de l'azote et du phosphore.

### SUNGO



Lagunage aéré solaire



### SUBMIX

Electrique basse consommation



### SUBMIX

Electrique version solaire

[www.aquago.fr](http://www.aquago.fr)



Une expérience certifiée • MASE • ISO 9001 • ISO 14001 • OHSAS 18001

Tel : +33 (0)3 21 15 4000 - [info@aquago.fr](mailto:info@aquago.fr)

Partenaires Collectivités  
 Eau  
 Littoral  
 Science  
 & Decision  
 Innovation  
 Publique  
 Qualité  
 Assurance  
 Innovation  
 OPhyto  
 Eau  
 L'EAU  
 25426  
 Janvier  
 2017  
 RENNES  
 Part de  
 l'Innovation  
 CARREFOUR  
 DES GESTIONS  
 LOCALES  
 DE L'EAU  
 18  
 Hall 5  
 Stand  
 289

**La nouvelle gamme Grundfos inclut les agitateurs SMD et SMG, les accélérateurs de courant SFG et les pompes de recirculation SRG. Tous les produits bénéficient d'une conception hydraulique avancée et de composants moteur IE3.**

existe aussi en version anti-déflagration ATEX et peut être installé sur un support en béton cellulaire, baptisé Amaroc, qui reprend l'ensemble des contraintes sans risque de casse.

La nouvelle gamme d'agitateurs (SMD et SMG) et d'accélérateur de courant (SFG) de Grundfos offre également un rendement amélioré grâce à une optimisation hydraulique et des composants moteur IE3. Elle intègre des fonctionnalités avancées qui prolongent leur durée de vie et minimise la maintenance. En particulier, ces appareils sont protégés de fuites éventuelles par une double étanchéité à l'entrée de câble et la présence d'un capteur d'eau dans l'huile. Visant des applications en traitement de l'eau mais également en agriculture et dans l'industrie, la gamme se décline en acier inoxydable ou en polyuréthane de diamètre 160 à 2660 mm et des vitesses de 25 à 1500 t/mn avec des poussées de 360 à 6570 N. Elle convient à des températures jusqu'à 40 °C, un pH de 4 à 10, une densité maximum de 1060 kg/m<sup>3</sup> et une viscosité dynamique de 500 mPa.s. Grundfos propose également des solutions de surveillance à distance et des entraînements à fréquence variable pour accroître l'efficacité des traitements.

De plus en plus d'appareils sont équipés de moteurs à aimants permanents, une technologie adoptée par Sulzer dès 2010 avec ses agitateurs submersibles de la gamme XRW pour des vitesses intermédiaires et des puissances de 3 à 10 kW. Une étude comparative, réalisée en 2015 et mise en avant par le constructeur, montre que pour des hélices et des poussées équivalentes, le XRW permet une économie de 1270 € annuel pour un fonctionnement 24h/24 par rapport au RW 6533



**Maxiprop TR 226 et Megaprop TR 326 de Wilo-EMU sont deux agitateurs haut rendement dotées de pâles résistantes de grand diamètre qui offrent de bonnes valeurs de poussée, répondant aux critères de réduction des coûts énergétiques.**

plus de 2000 € par rapport à un appareil comparable du marché. « L'intérêt de ce moteur est que son rendement se maintient quelle que soit la puissance délivrée, explique Michel Leromain. Nos agitateurs

conservent ainsi un rendement supérieur à 91 % avec le variateur de fréquence (93 % sans le variateur). Ce moteur n'est cependant pas économiquement intéressant que pour tourner lentement. Le gain de rendement rapide est trop faible par rapport au surcoût d'investissement nécessaire. Son principal inconvénient néanmoins est que l'exploitant ne peut pas réaliser lui-même sa maintenance, à moins d'être équipé en outils amagnétiques et de disposer d'un local adapté ». Cette offre est complétée par les grands agitateurs de la série XSB, avec moteur asynchrone IE3 de 1 à 7,5 kW et des pâles de 900 à 2750 mm de diamètre et de flux maximum de 22320 m<sup>3</sup>/h. La prochaine étape d'amélioration des moteurs asynchrones passera pour cet industriel par le coulage des rotors en cuivre.

Sulzer est en mesure de proposer des solutions inédites, adaptées aux besoins de ses clients. Le fabricant a actuellement en projet, pour un digesteur au Maghreb, le remplacement des 3 draft tubes d'origine de 45 kW par 3 grandes pâles de 4 m de diamètre qui tournent à 12 tours/mn pour une consommation de 2 kW. Cela représente un gain important sur la consommation électrique et la durée

de vie du matériel mais surtout sur le rende-

ment du procédé car les grandes pâles assurent une meilleure homogénéité du mélange et, par conséquent, de la production de biogaz.

Xylem propose pour sa part ses agitateurs Flygt dont le dernier modèle, le 4320, commercialisé depuis un an, a été présenté officiellement à Pollutec 2016. Le Flygt 4320 existe en version deux ou trois pâles avec une gamme de diamètres allant de 1,4 (min 600 N/kW) à 2,5 mètres (min 1500 N/kW), au profil "banane" offrant de hautes performances hydrauliques et une propriété d'auto-nettoyage. Le fabricant affiche une réduction de 50 % de la consommation électrique par rapport aux agitateurs clas-



**Seul agitateur du marché proposant un variateur de vitesse intégré, le Flygt 4320 de Xylem existe en version deux ou trois pâles avec une gamme de diamètres allant de 1,4 à 2,5 mètres (de min 600 N/kW à min 1500 N/kW), au profil "banane" offrant de hautes performances hydrauliques et une propriété d'auto-nettoyage.**

siques. Il est adapté à la création de courants de circulation horizontaux, comme dans les bassins d'aération ou les grands bassins annulaires d'anaérobiose ou d'anoxie. L'innovation la plus importante sur ce nouvel agitateur concerne son moteur asynchrone à aimants permanents, dont le rendement est meilleur que les moteurs classiques et équivalent IE4, et l'intégration d'un variateur de vitesse dans le bloc moteur. « L'intégration du variateur dans le moteur est une caractéristique unique sur le marché, souligne Ludivine Decouttere chez Xylem. Cela simplifie la mise en place de l'agitateur, et supprime les systèmes de chauffage ou de refroidissement nécessaires pour assurer une température constante dans les armoires



# Oloide : brasseur-agitateur de surface

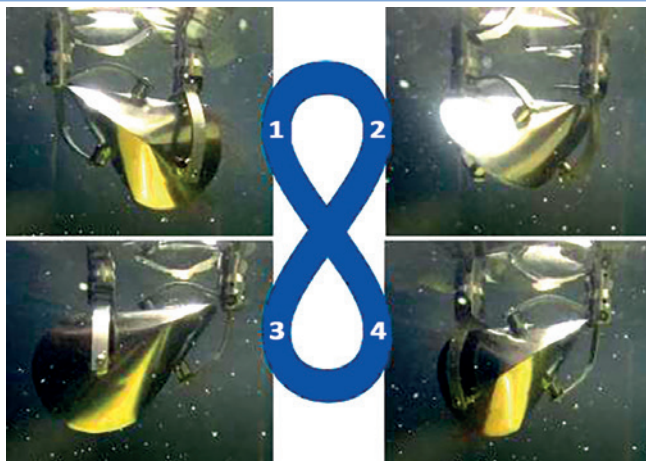


Un mouvement de circulation unique et pulsatoire pour agiter, aérer et brasser tout type de bassin :

- énergie de brassage très faible : jusqu'à 50 % d'économie en remplacement ou en complément d'une autre technologie
- activation des processus biologiques
- amélioration des processus de nitrification dans les lagunes
- alimentation par panneaux solaires

**Applications :** Lagunage - Décharges et plates-formes de compostage : traitement des lixiviats et des eaux de ruissellement - Station d'épuration (floculation, bassin de dénitrification, bassin d'aération, traitement du phosphore,...) - Lutte contre les algues et les cyanobactéries - Réservoirs d'eau pour l'industrie et l'horticulture - Aquaculture - Agriculture – Stockage du lisier - ...

Inversions Technik  
 Jurastrasse 50  
 CH-4053 Basel  
 www.oloid.ch  
 +41 61 361 21 11  
 mail@oloid.ch



Agent commercial  
 Ouest de la France :  
**Daniel POSTIC**  
 dmd.environnement@wanadoo.fr  
 Tél. : +336 70 93 02 07

Agent commercial  
 Est de la France :  
**Jean GRUNENBERGER**  
 contact@ozeau.fr  
 Tél. : +336 62 72 02 65

Le Turbostar commercialisé par Isma, permet un brassage horizontal efficace avec une poussée axiale de 150 N/kW. Il est monté sur flotteurs, sur voile de bassin, sur passerelle ou sur pont brosses et assure la circulation horizontale des eaux usées.



Isma

électriques ». Le variateur permet d'ajuster la poussée aux variations de débit ou aux fluctuations saisonnières (eaux usées, boues activées, cuves de stockage, digesteurs, oxygénation des eaux de surface) et de réduire ainsi la consommation d'énergie. Il se pilote manuellement ou à distance par une communication Modbus et s'accompagne d'une commande de démarrage et arrêt progressifs qui augmente la stabilité du système. Il est aussi possible d'intégrer un programme dans son automatisme qui définit les vitesses optimales correspondant à chaque étape de fonctionnement du bassin. « Xylem travaille actuellement pour développer l'intelligence autonome de ses agitateurs, de façon similaire au premier système de pompage avec intelligence intégrée que nous avons présenté à Pollutec 2016 ».

Les autres fabricants comme Sulzer, KSB ou Grundfos ont opté pour l'installation du variateur à l'extérieur du bassin. « Le variateur externe présente le très gros avantage de supprimer le risque d'infiltration d'eau dans cette partie électronique sensible en cas de problème sur l'agitateur », affirme Michel Leromain chez Sulzer. Nous avons des agitateurs qui tournent depuis 2011 en Alsace avec un variateur étanche IP67 sur la passerelle et cela fonctionne très bien ».

Xylem rappelle néanmoins que ces craintes avaient déjà été soulevées alors qu'appa-

raissaient les premiers moteurs électriques submersibles.

### Des moteurs Premium pour les agitateurs rapides

Certaines applications requièrent des turbulences ou du cisaillement pour maintenir des particules en suspension ou homogénéiser un mélange. C'est le cas de certains procédés dans les step, les bassins de stockage de graisses ou de matières de vidange,

ou bien pour des applications industrielles qui nécessitent de surcroît des options pour effluents chauds ou corrosifs.

C'est là l'affaire des agitateurs rapides ou semi-rapides, compacts avec moteur à démarrage direct, équipés d'hélices courtes qui tournent vite en bout d'arbre ou bien en version immergée. Le rendement des agitateurs compacts et rapides est de 300 à 400 N/kW et celui des semi-rapides aux alentours de 700 N/kW. Xylem, Sulzer, KSB, Grundfos ou Milton Roy utilisent des moteurs asynchrones optimisés qui correspondent au moins à la classe IE3, selon la norme CEI 600034-30 pour les moteurs d'une puissance nominale de 7,5 à 375 kW. Dans les unités de traitement des eaux usées, les agitateurs rapides submersibles sont utilisés dans les postes de tête pour éviter les dépôts dans les bâches de pompes afin d'assurer un bon écoulement des fluides, dans les zones de contact des bassins biologiques afin que les effluents entrant se mélangent rapidement avec ceux du bassin. Aujourd'hui ces agitateurs rapides sont également utilisés dans les zones d'anoxie et d'anaérobiose d'une très grande majorité des usines alors qu'un agitateur à grandes pâles serait beaucoup plus économique lorsque la dimension du bassin permet son installation. En effet, le brassage, destiné à éviter la sédimentation, ne nécessite que quelques W/m<sup>3</sup>. Ils sont



Ozeau

L'oloïde, commercialisé par Ozeau, tourne en décrivant un mouvement rythmique et pulsatoire qui fait remonter les matières des profondeurs (de 3 à 6 m selon les appareils) et les renvoie parallèlement à la surface (de 30 à 300 m selon les modèles et la nature des effluents) à l'intérieur d'un cône de 30°.

**AQUAMEO** rejoint le Groupe **SEMOSIA** avec la volonté d'apporter une réponse encore plus performante et pertinente aux besoins des marchés en terme de traitement des eaux urbaines et industrielles.



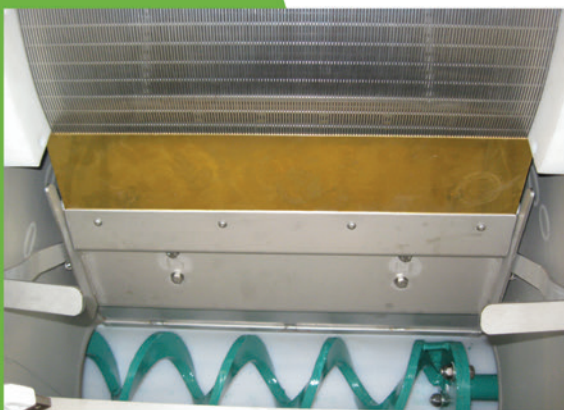
## DEGRILLAGE

- > dégrilleurs verticaux,
- > dégrilleurs inclinés,
- > dégrilleurs courbes.



## TAMISAGE

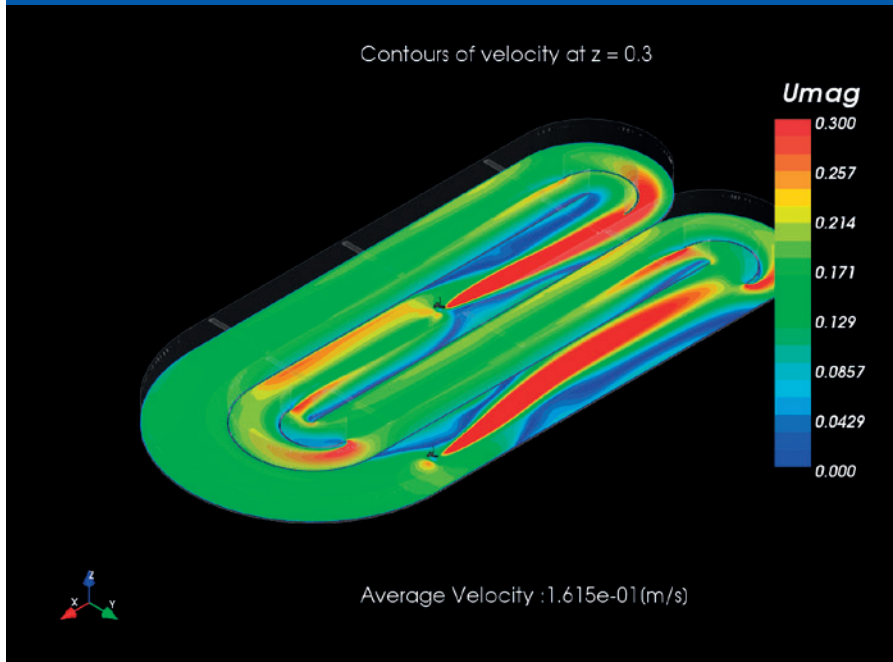
- > tamis trommel,
- > tamis rotatifs,
- > tamis statiques,
- > matières de vidange, curage.



## AUTRES PROCÉDES

- > convoyeurs, compacteurs,
- > vis laveuses compacteuses,
- > ponts racleurs,
- > aérateurs,
- > brosses motorisées.

Cette simulation de l'écoulement dynamique dans un bassin de dénitrification de 14 536 m<sup>3</sup> par deux agitateurs XSB 1825 a été réalisée par Sulzer et a nécessité quelques 21 heures de calculs sur une très grosse machine (16 cœurs de processeur). Elle permet de garantir la pertinence des solutions proposées et leur retour sur investissement.



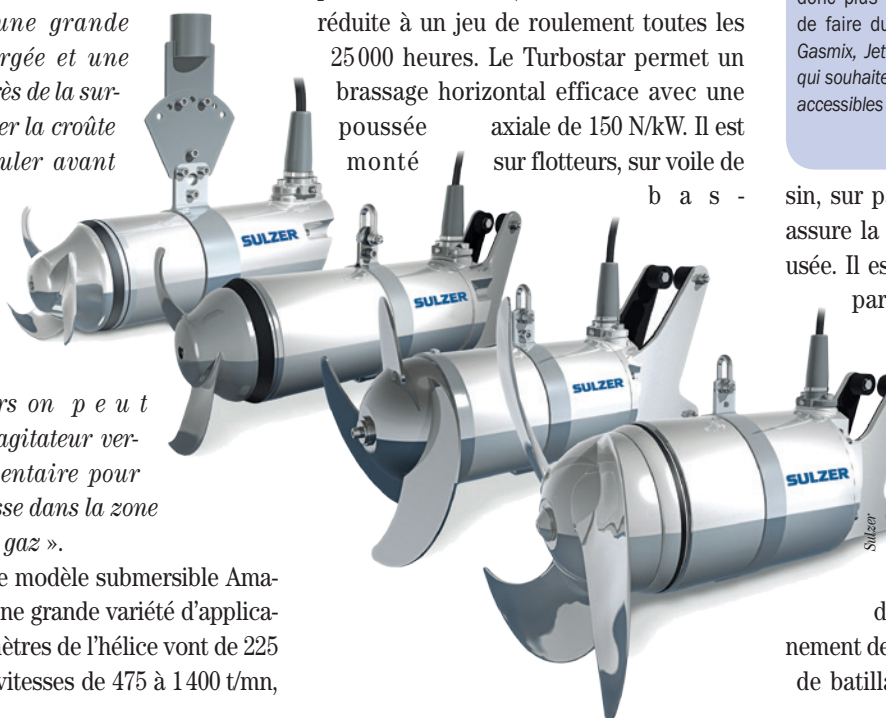
également utilisés pour les bassins d'aération lorsque la taille des bassins est insuffisante pour y installer des grandes pâles. « Nous déconseillons néanmoins les petits agitateurs rapides pour les digesteurs car les effluents ne sont pas homogènes, avec la présence de morceaux et la formation de croûtes ou de mousse qui peuvent endommager les appareils, précise Michel Leromain. Il est préférable d'installer dans ce cas plusieurs niveaux

d e pâles, avec une grande hélice submergée et une petite hélice près de la surface pour casser la croûte et la faire couler avant d'être reprise par la grande pale et dispersée dans le bassin. Dans les très gros digesteurs on peut conseiller un agitateur vertical supplémentaire pour casser la mousse dans la zone de la sortie du gaz ».

KSB propose le modèle submersible Amamix adapté à une grande variété d'applications. Les diamètres de l'hélice vont de 225 à 630 mm, les vitesses de 475 à 1400 t/mn, avec des puissances de 1,25 à 10 kW. Son étanchéité

est assurée par deux garnitures mécaniques en carbure de silicium et un joint à lèvres. Trois capteurs thermiques et une sonde d'humidité permettent de surveiller l'état du moteur.

Isma commercialise des agitateurs d'une toute autre conception, les Turbostar réalisés par la société Fuchs. Ils fonctionnent sur le principe de la vis hélicoïdale, avec un arbre à prise directe sur le moteur, sans paliers réducteurs, et une maintenance réduite à un jeu de roulement toutes les 25000 heures. Le Turbostar permet un brassage horizontal efficace avec une poussée axiale de 150 N/kW. Il est monté sur flotteurs, sur voile de



La gamme d'agitateurs type ABS XRW de Sulzer repose sur un juste équilibre entre efficacité énergétique et choix économique. Pour chaque application, la combinaison optimale d'hélice, de moteur et autres éléments est réalisable (plus de 150 possibilités de combinaisons modulaires).

## Agiter en simplifiant la maintenance

La société Landia fabrique elle-même ces moteurs sur la base d'une technologie moteur 1500 ou 700 tr/mn. L'utilisation d'un réducteur planétaire permet d'avoir des vitesses d'hélice de 32-48-150 ou 300 tr/mn. « Cette technologie, combinée à un design d'hélice spécifique, permet d'obtenir des rendements à plus de 90 %, supérieurs au classique moteur multipôle gourmand en énergie », explique Jean-François Gautreau chez Atlantique Industrie.



La technologie des agitateurs Landia gamme 300 tr/mn est utilisée pour des applications sévères (préparation de matière en méthanisation, lisiers, industrie lourde, digesteur, etc). Ces agitateurs sont dotés d'une triple étanchéité: joint à lèvres avec bague d'usure, et deux garnitures mécaniques autour du réducteur qui permettent de protéger le moteur. « La maintenance régulière permet d'optimiser la durée de vie de l'équipement avec des durées supérieures à 20 ans en station d'épuration urbaine », souligne Jean-François Gautreau.

L'expérience de Landia pour les applications sévères permet même l'utilisation de pompes dilacératrices pour l'agitation en cuve fermée avec des boues très chargées (digesteur en méthanisation, fosse à graisse, etc). Ce type de système d'agitation permet, pour des puissances équivalentes, l'utilisation d'un matériel extérieur, donc aisément contrôlable. La maintenance est plus facile et donc plus fréquemment réalisée. Ce qui permet de faire durer les équipements. « Ces systèmes Gasmix, Jetmix et aéroMix séduisent les industriels qui souhaitent que leurs équipements soit facilement accessibles pour une maintenance plus rapide ».

sin, sur passerelle ou sur pont brosse et assure la circulation horizontale de l'eau usée. Il est composé d'un moteur refroidi par air en position de montage B 35, d'un accouplement, d'un tube d'aération en acier inoxydable étiré et d'une hélice en forme de vis sans fin. Le tube d'aération est en prise directe au moteur. L'ensemble est protégé par deux demi-coques en fibre de verre. Le principe de fonctionnement de l'appareil évite tout phénomène de batillage, de formation de vagues et d'aérosols. La gamme s'étend de 1,5 à 11,0 kW. La version immergée de l'agitateur, le Turbostar Sub, est utilisée en bassin d'eau pluviale, en bas-





Des progrès technologiques au service des stations d'épuration !

## Réduction des coûts – Optimisation des résultats

Pour une exploitation fiable & économique,  
choisissez les bonnes machines !

### La pompe à lobes rotatifs Vogelsang

Quelque soit l'application, c'est la pompe indispensable  
aux nombreux avantages :

- auto-amorçante, réversible et possibilité de marche à sec,
- pour liquides visqueux, abrasifs ou chargés,
- démontage en ligne, design compact,
- de 3 à 1 000 m<sup>3</sup>/hr – 16 b.



### Le broyeur Vogelsang - RotaCut®

Broyeur par voie humide 2 en 1 avec piège à cailloux intégré.  
Fonctionnement précis et fiable. Les avantages convaincants :

- piège à cailloux intégré,
- pour liquides chargés ou fibreux,
- débit max. 1 200 m<sup>3</sup>/hr,
- faible consommation d'énergie,
- utilisation & maintenance aisées.

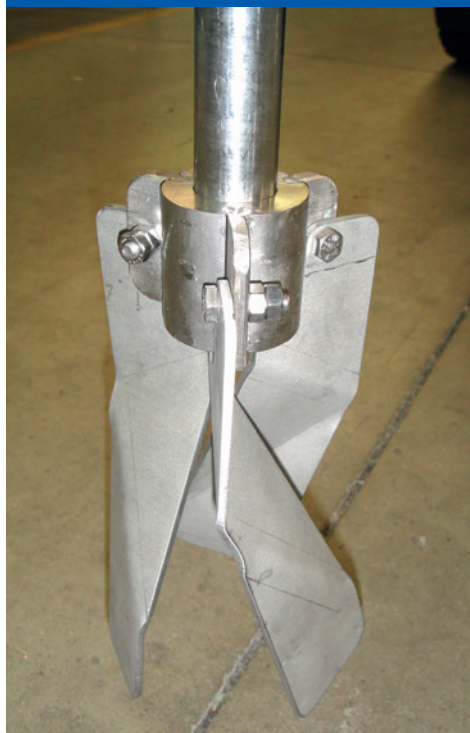


**Ensemble, ils sont imbattables. Jugez-en par vous-mêmes !**

[www.vogelsang.fr](http://www.vogelsang.fr) Tél : 04.75.52.74.50



Le profil des pales de cet agitateur, développé par TMI, a été spécialement étudié pour qu'elles se déploient automatiquement dès la mise en rotation de l'hélice. Il permet l'homogénéisation et le maintien en suspension avant dépotage ou pompage des produits livrés en container type IBC ou possédant un orifice de faible diamètre.



TMI

sin tampon, dans les épaisseurs fonctionnant de façon intermittente, dans les silos à boues pour obtenir une homogénéisation optimale. La gamme s'étend de 1,5 à 5,5 kW.

### Brassage par mouvement inversé

Une autre technologie, encore peu répandue en France avec 200 machines installées depuis 10 ans, est fabriquée par Inversions Technik et commercialisée par Ozeau, DMD Environnement et ACTE. Cet agitateur fait l'économie de l'hélice qui est remplacée par un oloïde, une forme géométrique asymétrique correspondant à l'enveloppe convexe de deux cercles orthogonaux passant chacun par le centre de

## Lagunages et plans d'eau : le brassage lent résout bien des problèmes

Le Submix®, développé par Aquago, est un brasseur multi-énergie susceptible d'être alimenté par panneaux solaires (Sungo®), réseau électrique.

Cette particularité le rend bien adapté à la restauration des plans d'eau et à la réhabilitation des lagunages naturels. Son fonctionnement permet en effet d'augmenter la concentration en oxygène dissous dans la colonne d'eau (Volume brassé : 2 500 m<sup>3</sup>/h avec une puissance 550 W/h). Cette augmentation favorise le maintien de la diversité de la faune et de la flore aquatique. La prolifération d'espèces indésirables est également limitée par son action de brassage lent. Il permet aussi de résoudre des problématiques d'odeurs



Aquago

tout en améliorant le niveau des rejets. Un exemple en est donné par la municipalité de Verniolle (09) qui, confrontée à ces deux problématiques, a opté pour l'installation de 5 brasseurs Submix®. Après quelques semaines de fonctionnement, les analyses ont démontré une nette amélioration qui s'est traduite par une disparition des odeurs (redox en positif), une couleur verte des bassins (oxygène dissous). Les rendements épuratoires sont quant à eux redevenus conformes à l'arrêté du 21 juillet 2015. Des résultats analogues ont été obtenus en lagunage naturel à Dangu (27) ou à Melbourne (Australie) et en lagunage industriel à Kunde (USA).

l'autre. Cet oloïde tourne en décrivant un mouvement rythmique et pulsatoire qui fait remonter les matières des profondeurs (de 3 à 6 m selon les appareils) et les renvoie parallèlement à la surface (de 30 à 300 m selon les modèles et la nature des effluents) à l'intérieur d'un cône de 30°. Il permet un brassage doux des matières, sans hachage ni destruction des floccs, tout en étant plus efficace que les agitateurs traditionnels. L'Irstea avait testé l'Oloïde 400 et reconnu son efficacité. Aujourd'hui Ozeau commercialise l'Oloïde 600. Plus volumineux, il offre un débit de 1 400 m<sup>3</sup>/h pour une puissance absorbée inférieure à 500 W avec une portée de courant horizontal induit de 300 m et une profondeur optimale de 2 à 4 m. Le brassage d'un bassin plus profond, jusqu'à 10 m, peut être obtenu en ajoutant un autre oloïde en fond de bassin. Ce dernier modèle bénéficie également de multiples améliorations par rapport au prototype, notamment une amélioration de la boîte de transmission (moins de perte de puissance sur les engrenages, meilleure durabilité, moins d'entretien, plus léger) et l'amélioration du système de flotteurs.

Chaque type d'oloïde (200, 400, 600) se décline en plusieurs produits adaptés à la nature des effluents, de l'eau claire aux boues activées en passant par l'eau salée. Ils peuvent se monter sur flotteur ou être fixés en immersion dans le bassin. À la fois peu encombrants et facilement déplaçables, leur très faible consommation d'énergie permet une alimentation par panneaux photovoltaïques dans les endroits reculés.

### Le critère de choix primordial : le bassin et le process

Hors de question cependant de choisir un agitateur pour ses seules qualités propres. Les caractéristiques de l'appareil et son positionnement dépendent de la taille et de la forme du bassin ainsi que des caractéristiques des liquides, de l'action à réaliser et des autres équipements et aménagements susceptibles de modifier l'hydraulique de l'ensemble. La position des entrées et les sorties d'effluents ont aussi leur importance car les sédiments denses, par exemple, ne sortiront pas avec la même facilité du bassin si les sorties sont situées en bas ou en haut. « Le nombre d'agita-



## TMR vous propose des solutions complètes :

Capteurs, transmetteurs-régulateurs, organes réglants, pompes doseuses, coffrets électriques pour pH/Redox, chlore actif ou libre, conductivité à électrodes et toroïdale, oxygène dissous, turbidité, analyseurs de cuivre et nickel, coagulomètre (SCD), groupes de préparation de floculants en poudre ou émulsions, agitateurs statiques et électriques et mélangeurs statiques, armoires de commande, pour vos applications industrielles.

Société TMR : Parc d'activités Les Ondelles - F 76240 Belbeuf - Tél. : 02 35 80 73 60 - Fax 02 35 80 73 64  
<http://www.tmr-regul.com> - [tmr@tmr-regul.com](mailto:tmr@tmr-regul.com)



Désinfection des eaux usées par régulation de pH et chlore, par batch avec agitation.

## Sélectionner les matériels les plus adaptés à chaque application

TMR intervient régulièrement en fourniture d'équipements en agitation pour les procédés en traitement d'eau potable, d'eaux industrielles et d'eaux usées pour les neutralisations acido-basiques, les neutralisations d'oxydo-réduction, de coagulation, de floculation, désinfections, de préparation de réactifs..., autant comme distributeur des agitateurs hélico-mélangeurs de Milton-Roy-Mixing que celui de Statiflo pour les mélangeurs statiques. « Notre rôle est d'assurer le meilleur conseil par rapport à la sélection des équipements les mieux adaptés sur le plan technico-économique en fonction des applications industrielles, explique François Charrier. L'expérience de plusieurs décennies des ingénieurs ainsi que l'assistance des algorithmes informatiques nous aident à sélectionner les matériels les plus adaptés à chaque application ».

À titre d'exemple, TMR a fourni à la Sté KWI International (Autriche) d'imposants agitateurs électriques pour des unités de coagulation, floculation en dessalement d'eau de mer en Espagne comme au Chili (2 containers maritimes) dont les arbres et hélices ont dû être protégés par des revêtements de polyester renforcé fibre de verre, sachant que les Inox standard 316L seraient corro-

dés par la salinité de l'eau de mer. De même, TMR a équipé, en novembre 2015, via cette même Société pour la dernière tranche de la station d'eau potable d'Astana (Kazakhstan), les bâches de coagulation et de floculation (pales de 2200 mm), et en traitement des boues avec des agitateurs aux pales de



3400 mm.

« Nous nous apprêtons à fournir à l'un des centres de la Société Ortec à Amiens de traitement des effluents

un agitateur vertical de 5 m avec deux niveaux d'hélices espacés de 1,7 m aux pales de 1700 mm pour assurer une neutralisation acido-basique d'effluents industriels de toute nature (des effluents usuels aux concentrations maximales, de types acide, basique, oxydants ou réducteurs), indique François Charrier.

L'ensemble, hélices soudées à l'arbre, est revêtu de plus de 4 mm de polypropylène pour résister à la corrosivité des effluents ». TMR intervient dans cette réalisation tant sur le plan de la mesure physico-chimique, que pour la régulation du dosage et de la sécurisation de la cuve (mesure de niveau par ultrasons, lames vibrantes).

La nouvelle gamme d'agitateurs Milton Roy Mixing, lancée en septembre 2016, se démarque par une nouvelle forme des pales qui délivre un rendement hydraulique largement supérieur aux modèles précédents, ce qui a comme double avantage de réduire l'investissement initial (moto-réducteurs plus petits, plus légers) ainsi que les frais de fonctionnement (réduction énergétique). L'aide informatique (Hélisearch, et simulation numérique) est une aide précieuse pour optimiser le choix des équipements donc répondre au mieux aux attentes des industriels.

teurs nécessaires dépend lui du rapport entre la longueur du bassin et sa largeur, souligne Michel Leromain chez Sulzer. Si ce rapport est supérieur à 2,5, il faut deux agitateurs. Ensuite, la taille de ces agi-

tateurs dépend des contraintes hydrauliques entre la position de la machine et la surface. Un niveau d'eau insuffisant entre les deux risque de créer un vortex de surface qui endommagera gravement la machine ».

L'implantation dans le bassin est primordiale car si elle n'est pas correcte, l'agitateur subit des contraintes anormales qui entraînent des avaries et des contre-performances. Positionné très près d'un virage par exemple, il engendrera des perturbations des vitesses d'écoulement dommageables aux agitateurs. « Chaque changement brusque de direction crée un tourbillon, explique Michel Leromain. Pour un écoulement de 0,3 à 0,5 m/s, le décollement

de la veine fluide sera faible pour un angle de 15° mais créera un tourbillon pour un angle de 30° ». Même sans création de vortex, une mauvaise position de l'agitateur ne permettra pas d'obtenir l'effet escompté. « Une erreur classique dans un procédé biologique équipé de fines bulles est une implantation qui ne permet pas au flux de passer le mur de bulles et induit un flux de retour qui endommage l'appareil et met le process en péril, indique Ludvine Lecoutterre chez Xylem. C'est pourquoi nous proposons une solution plus qu'un produit. Nous faisons des préconisations qui tiennent compte de toutes les caractéristiques de l'installation du client afin que notre agitateur soit en mesure de

### Aquaviva teste avec succès l'agitateur Sulzer à aimants permanents

En qualité de fournisseur partenaire du groupe Suez, Sulzer s'est rendu sur la station Aquaviva de Mandelieu pour présenter sa gamme de solutions d'agitation à rendement premium.

Dans le cadre d'une consultation ayant pour objet le remplacement d'un agitateur à moteur asynchrone triphasé dans une bache de dépotage/stockage des graisses, l'exploitant chargé du choix du matériel, a soulevé une problématique.



Il rencontrait en effet des défaillances avec l'agitateur, de marque concurrente, présent dans la bache à graisse extérieure. Ce dernier était installé dans un bassin de petite taille recevant directement les graisses des restaurants environnants. L'absence d'homogénéité des graisses obligeait l'exploitant à sortir et nettoyer l'agitateur plusieurs fois par semaine à cause des filasses présentes sur les hélices. Au regard de cette contrainte, Sulzer a favorisé le système de débouillage automatique en proposant un agitateur Type ABS XRW, doté d'un moto-variateur à aimants permanents contrôlé par variateur de fréquence. À l'issue d'une période de test, le nettoyage automatique, en inversant momentanément le sens de rotation, a convaincu l'exploitant. Ainsi, depuis octobre 2015, un agitateur Type ABS XRW 4031A-PM30/10 d'une puissance de 3 kW, fonctionne sur site, et est installé sur une barre de guidage de 60 x 60 de 3 m.



Turbines d'aération en version flottante à vitesse lente. Réalisation Aquameo.

# LA MAÎTRISE DU TRAITEMENT D'EFFLUENTS DIFFICILES

**80 ans d'expérience dans le  
domaine du pompage et de  
l'agitation des liquides chargés et boues.**

- Pompage et broyage
- Agitation et homogénéisation
- Création de courant
- Récirculation de boues activées
- Aération

## Agitateurs immergés

Un large éventail de puissances de 0,55 kW à 30 kW, et un choix de vitesses de rotation d'hélice de 16 t/m à 3000 t/m permettent à Landia de préconiser la meilleure solution technique garantissant:

- efficacité maximum
- consommation électrique minimum
- longévité et maintenance réduite

## Pompes Dilacératrices

Pompage des liquides très chargés en grosse particules. Le broyage des particules avant le pompage élimine le risque de bouchage. Applications multiples dans:

- les effluents non-dégrillés
- les industries papetières
- l'industrie agro-alimentaire
- les stations de biogaz
- les boues

## Engineered to last

Notre représentant en France:



**ATLANTIQUE  
INDUSTRIE**

ZAC de l'Aubinière  
80 Impasse Félix Amiot  
CS10258  
44150 Ancenis

Tél. 02 40 09 70 09  
e-mail : [accueil@atlantique.industrie.fr](mailto:accueil@atlantique.industrie.fr)  
[www.atlantiqueindustrie.fr](http://www.atlantiqueindustrie.fr)



**Landia**  
www.LandiaWorld.com

LANDIA A/S  
DENMARK  
ISO 9001

**KSB propose le modèle submersible Amamix adapté à une grande variété d'applications. Les diamètres de l'hélice vont de 225 à 630 mm, les vitesses de 475 à 1400 t/mn, avec des puissances de 1,25 à 10 kW.**



*donner le meilleur de lui-même ».*

Bien souvent, les agitateurs doivent pallier des formes de bassins qui ne favorisent pas un bon écoulement des fluides. « Le problème est que souvent nous intervenons après que le gros œuvre en béton soit terminé, déplore Michel Leromain. Il faudrait pouvoir être associé à la conception des bassins dès le début afin d'éviter les zones de dépôts. Bien souvent, du fait d'une forme inappropriée, nous sommes obligés de mettre plus de puissance ou plus de machines que ce qui serait nécessaire avec un bassin idéalement dimensionné ».

Le choix de l'agitateur dépend également des propriétés physico-chimiques des effluents brassés. Le problème est particulièrement crucial dans le cas des boues car des polymères sont ajou-

tés à cette étape pour améliorer leur tenue ou leur égouttement. Connaître la nature des polymères employés est alors primordial car ils confèrent à l'effluent des caractéristiques très différentes.

« La viscosité dynamique est un paramètre essentiel à prendre en compte, explique Michel Leromain. Sous l'effet des polymères, les effluents ne se comportent plus comme des liquides newtoniens mais deviendront thixotropes, binghamiens, plastiques ou visco-élastiques. Les polymères thixotropes, par exemple, produisent des boues épaisses qui se liquéfient lorsqu'elles sont agitées. Il faut des hélices adaptées, sinon la zone de brassage se réduit progressivement jusqu'à ne plus former qu'une poche très liquide autour de l'hélice. Les liquides visco-élastiques ont un comportement plus curieux encore puisque, pour certaines vitesses, le cisaillement les allonge; ils s'accrochent alors sur les machines en couches successives avant de tomber à l'arrêt de l'agitateur ».

Dernier élément important: il faut éviter le surdimensionnement qui consomme de l'énergie pour rien.

Aujourd'hui, les fabricants disposent d'outils de dimensionnement avancés et sont capables de prendre en compte tous ces paramètres (process, fluide, forme de bassin,...) pour proposer une solution répondant aux besoins spécifiques de leurs clients.

Certains comme Xylem, KSB, Grundfos ou Sulzer ont également développé des logiciels de simulation qui permettent de calculer l'écoulement dynamique dans un bassin afin de convaincre leur client du bien-fondé de leurs préconisations en cas d'aménagement nécessaire du bassin ou pour discuter un cahier des charges non réaliste. ■

# Conductivité: faciliter et fiabiliser une mesure incontournable



Isabelle Bellin, Technoscope

## ABSTRACT

**Conductivity: facilitating and increasing the reliability of a vital measurement.**

*Conductivity is one of the basic water analysis measurements. Though somewhat rustic and easy to perform, it continues to be refined. While the key to measurement quality resides in the sensors used, innovations have mainly focused on measuring kits and electronics. Overview of sensor characteristics, applications and recent developments.*

La conductivité figure parmi les mesures de base en analyse de l'eau. Quoique rustique et relativement simple à mettre en œuvre, elle continue à s'affiner. Si la clef de la qualité des mesures repose sur les capteurs, c'est surtout du côté des panoplies de mesure et de l'électronique que se situent les innovations. Tour d'horizon des caractéristiques des capteurs, de leurs applications et des récents développements.

**D**euxième mesure physico-chimique dans le milieu industriel, la mesure de la conductivité permet de piloter des procédés, de sécuriser les installations. Cette mesure de base est proposée par de nombreux fabricants : Endress+Hauser, Swan, Walchem, Krohne, Yokogawa, Jumo, Hach-Lange, Acta-Mesures, AMS Alliance, S::CAN, Xylem Analytics, Hach, C2Plus, Knick, Bur-

kert, etc. Suivant l'application considérée, elle se fait au laboratoire, sur le terrain, en ligne ou en continu. Parmi les applications les plus courantes, citons le contrôle de la purification ou de la qualité de l'eau (générateurs d'électricité, laboratoires d'analyse, industrie des semi-conducteurs, osmoseurs, industrie pharmaceutique, rinçage galvanique), la gestion des purges (eaux de chaudières, tours aéroréfrigérantes),

## Quand la conductivité pilote le procédé

Dans le cadre d'un projet d'irrigation en serre au Maroc à partir d'eaux souterraines presque saumâtres, TMR a installé en novembre 2016 un système pour contrôler la salinité de l'eau d'irrigation et réguler automatiquement le mélange eau de pluie/eau osmosée pour préserver les cultures. La valeur de consigne a été fixée à 1 200 µS/cm. Au-delà, un servomoteur ouvre plus ou moins une vanne qui libère l'eau osmosée jusqu'à atteindre la consigne. La salinité peut ainsi être diminuée jusqu'à un facteur deux. La régulation est assurée ici par une carte PID 4-20 mA.

la gestion des eaux de lavage dans l'industrie agroalimentaire, le contrôle des eaux usées industrielles, municipales (pour surveiller des rejets industriels accidentels) ou de l'eau potable (analyses d'eaux brutes provenant de plusieurs sources, alerte pollution), le réglage de dilutions de produits chimiques, etc.

## Un indicateur global de la minéralisation de l'eau

Fonction inverse de la résistivité, la conductivité est un indicateur global de la minéralisation de l'eau: mesurée en µS ou mS (micro ou milli siemens) par centimètre, elle indique la concentration globale en sels dissous. Ces électrolytes, dissociés en ions, conduisent le courant selon des lois propres à chaque mélange. La salinité dépend de la concentration en ions, de leur mobilité et de la température. L'appareil doit convertir la valeur mesurée à celle d'une température de référence. « Cette compensation en température, très impor-

tante, est difficile à anticiper, souligne François Charrier chez TMR

qui commercialise et met en œuvre des sondes Walchem et Endress+Hauser. Elle varie de 0 à 6 % de la mesure par degré C: 2,1 pour une eau potable, presque rien pour de certains phosphates. Nous étalonnons nos sondes (mesure ramenée à des conditions de référence avec un capteur Pt 100 ou 1000) où nous programmons le coefficient de compensation selon l'effluent ». « Lorsque la mesure est bien définie, en fonction des paramètres de l'application, pas besoin de calibration régulière, précise néanmoins Frédéric Connan chez Yokogawa. Un contrôle annuel suffit ».

Le principe de base est le même quelle que soit la méthode (conduction ou induction): l'appareil applique une tension à la solution à mesurer. Un courant circule en fonction de la conductivité. Le choix de la méthode dépend de l'application, notamment de la salinité et de la corrosion du fluide. La plus simple, par conduction ou "contact", est une mesure de résistance entre deux électrodes métalliques robustes (en graphite, platine, titane, inox) plongées dans la solution.

Le capteur à induction CTZN d'Aqualabo Contrôle est adapté aux milieux les plus encrassant. Le principe de mesure repose sur un bobinage torique excité à fréquence fixe. La réponse est récupérée sur un deuxième bobinage accordé sur le premier. Le couplage, fonction de la conductivité, se fait par l'intermédiaire de la solution conductrice. Toutes les données concernant l'étalonnage, les utilisateurs et les mesures sont traitées directement dans le capteur et transmises par liaison Modbus RS-485 ou SDI-12.

Elle convient dans beaucoup de situations (en général jusque 1 000 mS/cm). « Pour éviter que les ions, en s'accumulant sur les électrodes, ne provoquent une polarisation qui minimise la mesure voire la bloque, on peut utiliser une tension alternative (pour inverser les pôles), optimiser le design des électrodes, ajuster la fréquence de la mesure ou utiliser des sondes à 4 électrodes comme celles de nos systèmes AMI Solicon 4 », explique Benjamin Gracia chez Swan.

Ces dernières comportent deux paires d'électrodes: l'une mesure le courant qui traverse la solution, l'autre, sa tension. On évite ainsi les résistances parasites, dues aux câbles de raccordement, aux salissures ou à la polarisation. La gamme de mesure peut s'étendre jusque 2 000 mS/cm. « Ces

cellules par contact sont réservées à des applications peu encrassantes, résume Frédéric Connan de Yokogawa. Les gammes de températures s'étendent du standard (110 à 150 °C) jusqu'à 250 °C ». « Ces capteurs sont à nettoyer en général tous les 15 jours pour éliminer le tartre ou des produits gras dans des applications sidérurgiques ou agroalimentaires », précise François Charrier chez TMR.

## Utiliser une même sonde dans différents milieux

Pour utiliser une même sonde dans différents milieux, les fabricants proposent, selon la gamme de mesure, plusieurs constantes de cellule (k: rapport entre la distance entre deux électrodes et leur surface). Le plus important, selon l'application, est cette constante de cellule et la surface des électrodes, résume Jumo dans son guide de référence. « Nos sondes à deux électrodes en diamètre 12 sont disponibles avec des constantes de 0,01 à



Aqualabo Contrôle



Endress+Hauser

Le capteur de conductivité inductive CLS21D d'Endress+Hauser trouve des applications en eau potable (eau de forage, eau de source) ou pour trier les eaux brutes issues d'origines différentes. Un montage en dérivation est possible: en chambre de passage ou directement dans un bac sur une platine d'analyse (voir photo).



TMR

10, précise François Charrier, TMR: 0,01 pour des eaux déminéralisées, osmosées ou très peu ioniques, 0,1 pour des conductivités entre 50 et 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (voire jusqu'à 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), constante de 1 voire 10 pour les solutions très conductrices (respectivement 20 à 200  $\text{mS}/\text{cm}$ ). Pour les mesures par induction, les électrodes sont remplacées par deux bobines conductrices (de forme toroïdale). Le courant créé dans la solution par le champ magnétique généré par la première bobine est converti par la seconde en courant selon la charge ionique du milieu. Aucun contact avec la solution, le champ magnétique traversant plastique, téflon... donc pas d'effet de polarisation ni de résultats sous-évalués.

Cette méthode est bien adaptée aux milieux agressifs comme les acides et les bases, aux eaux très chargées comme les eaux usées ou contenant des traces de produits gras.

Pas de constante de cellule non plus pour ces appareils dont la gamme peut aller de 0,5 à 1000  $\text{mS}/\text{cm}$ . « En revanche, les mesures sont moins précises que par conduction (1 % contre 0,5 %) et inadaptées aux effluents sta-

Le capteur de conductivité 4 pôles CLS2D d'Endress+Hauser, de faible encombrement (12 mm, gamme de mesure 1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 500  $\text{mS}/\text{cm}$ ) est conçu pour les applications hygiéniques dans les sciences de la vie et l'agroalimentaire, certifié EHEDG et 3-A, il trouve aussi des applications en eau potable car il est dispensé d'ACS.



Endress+Hauser

tiques par principe », indique Benjamin Gracia chez Swan.

TMR, Endress+Hauser, Krohne, Aquacontrol, Aqualabo Contrôle en proposent. « Environ 95 % de nos cellules toroïdales sont en PVC chloré, précise François Charrier, TMR: ce sont les plus économiques (elles tiennent à 90 °C). Celles en PEEK résistent à 100 voire 105 °C et à certains produits chimiques. Elles nécessitent peu de maintenance et mesurent entre 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 700  $\text{mS}/\text{cm}$  (pour Saint-Gobain, nous les avons adaptées à un fluide très pâteux (15  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) avec des chambres usinées dans du PTFE "habillées" de telle sorte qu'elles fassent une cage de Faraday pour s'affranchir des bruits de fond) ».

Il rappelle que ces cellules qui, avec leur électronique, coûtaient le prix d'une voiture il y a 30 ans, sont désormais à moins de 400 € grâce aux progrès de la micromécanique.

### Le type de sonde est conditionné par l'application

L'application détermine le type de sonde à utiliser: par induction ou conduction à 4 électrodes pour des eaux usées, plutôt par conduction pour l'eau potable, pure ou ultrapure qui posent moins de problème de polarisation. Chaque fabricant est plus ou moins spécialisé sur telle ou telle application. Par exemple, le principal marché de TMR concerne les tours aéroréfrigérantes (TAR): « Nous installons des capteurs à 2 électrodes ou de type toroïdal avec compensation automatique de la température, en France depuis près de 20 ans et dans toute l'Europe depuis une dizaine d'années,

confirme François Charrier. Ces automates dédiés contrôlent la qualité de l'eau pour éviter développement de légionnelles, à l'origine de la légionellose. Ils optimisent la consommation de l'eau par économie des purges, et l'usage des inhibiteurs de corrosion et des biocides (prépurges, blocages des purges...) ». Idem pour contrôler les eaux de chaudières (production d'énergie) et éviter les dépôts qui réduisent leur durée de vie, de plus en plus souvent gérées à distance.

Swan est leader sur ce marché de l'eau pure et ultrapure pour la production d'énergie avec des cellules à 2 et 4 électrodes. « Nous venons de présenter à Pollutec un système breveté de régénération de la résine utilisée pour la mesure de la conductivité cationique, précise Benjamin Gracia. Ces résines sont utilisées pour retenir les produits alcalinisant de traitement de l'eau (Ex : ammoniac), utilisés pour condi-



Swan

Nouvel AMI CACEdi de Swan, pour mesure de la conductivité cationique avec régénération de la résine en continu sur le principe de l'électrodéionisation. Plage de mesure: 0,055 à 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$

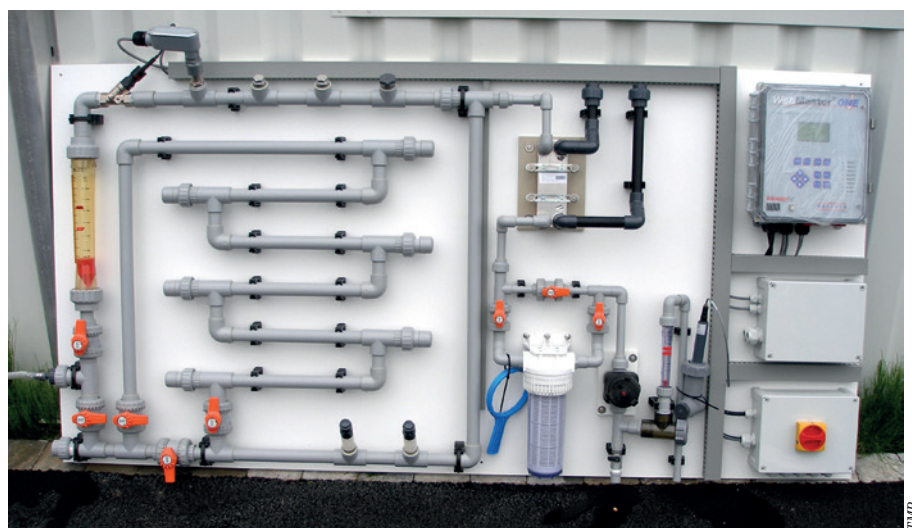
Les appareils de la série EXAxt 450 de Yokogawa disposent d'une fonction de régulation PID sur n'importe laquelle des sorties mA ou sur les sorties contact. Aux deux sorties mA s'ajoute un signal HART qui vient se superposer au signal de sortie mA1. L'appareil peut offrir une analyse de quatre variables procédé et un grand nombre de données de diagnostic.



Yokogawa

tion, agitation). Swan les propose depuis 1996, Waltron et TMR de plus en plus. « La panoplie est posée en dérivation sans bypass, l'échantillon y est ramené (pas de canne plongeante ou de sonde dans des conduites), détaille Benjamin Gracia de Swan. La sonde d'analyse comporte une chambre de passage en verre acrylique où l'on voit l'échantillon. Elle est facilement démontable pour nettoyer la sonde ou faire un étalonnage. Nous proposons aussi des options comme le nettoyage automatique avec des buses intégrées ou un système de détection de débit ». Reste

tionner et protéger les chaudières de la corrosion. Elles les transforment en leur forme acide et amplifient la conductivité de contaminants. Au lieu de surveiller la saturation des résines pour les remplacer au bout de 3 à 4 mois, nous avons développé un module (AMI CACEedi) avec électrodéionisation qui régénère la résine en continu, à changer au bout de 2 à 3 ans ». Rappelons aussi que Swan est l'inventeur de la mesure de conductivité cationique dégazée, très importante pour contrôler la qualité de vapeur surchauffée avant injection sur turbine. Popularisée depuis par Endress+Hauser ou Mettler Toledo, elle élimine le CO<sub>2</sub>, inerte mais qui perturbe la mesure et pourrait masquer la conductivité due à des impuretés corrosives. « Notre système, breveté en 2006, est le seul à garantir en conditions réelles, 98% du dégazage du CO<sub>2</sub>, pour atteindre le seuil de 0.15 µS/cm qu'imposent certains turbiniéristes en conductivité dégazée, assure Benjamin Gracia. Notre AMI Deltacon DG mesure conductivité totale, cationique et dégazée sur une même panoplie avec calcul de pH ». Ces platines modulaires, prêtes à l'emploi, deviennent la règle et simplifient l'exploitation: ces panneaux



Mesure de conductivité, de chlore, pH, capteurs de corrosion, pour haute température (95 °C) avec appareil Webmaster multiparamètres communicant. Réalisation TMR.

TMR

prémontés intégrant hydraulique, chimie, prise d'échantillon, agitateur, présentent l'intérêt d'éviter la contamination de la mesure, de maîtriser pression et débit en amont et de permettre un accès immédiat aux organes m e t - (capteur, transmetteur-régulateur, pompe doseuse, inject-

que, comme le résume François Charrier, TMR, « La clé de voûte, c'est la qualité du capteur: S'il dérive, si la compensation en température est mauvaise, l'implantation inadaptée (un capteur tantôt dans l'effluent, tantôt à l'air), la maintenance insuffisante, la mesure sera de mauvaise qualité ».

De son côté, AMS Alliance commercialise en France des robots de mesure pour automatiser la mesure en continu



Le capteur de conductivité inductif Acta-Mesures 1R66CT, associé à son transmetteur I2014-C, ont été étudiés pour une utilisation en milieux agressifs. Cet ensemble à faible coût, est simple et adaptable pour les mesures en ligne, cuves et bassins. Gamme de mesures: 0,15 ms à 200 mS.



SmartPat Cond 5200 de Krohne (échelle de mesure pour la constante de cellule c=1 : 10 µS/cm'15 mS/cm) est conçue pour l'utilisation sur les process de séparation lors du traitement de l'eau ou des eaux usées dans les industries chimique, pétrochimique et dans l'industrie de l'eau et des eaux usées.



# Premiers appareils portables Memosens pour la mesure de pH, de la conductivité et de l'oxygène

## Une flexibilité au services les plus exigeants.

- pH, redox, conductivité et oxygène avec un seul appareil
- Large écran multifonction en verre minéral
- Fonctions calibrage
- Utilisation d'électrodes analogiques et numériques Memosens
- Datalogger jusqu'à 10000 mesures
- Appareils résistants aux chocs, IP 67
- Boîtier avec carquois porte-électrode intégré
- Batterie lithium-ion rechargeable via le port USB
- Mesure de l'oxygène avec sonde optique (correction automatique de la pression atmosphérique)



pH • Cond • Oxy

Portavo



L'AF15 de Baumer comprend deux composants différents : le détecteur inductif Combilyz et le transmetteur intégrant l'afficheur Combiview raccordés par câble.



Baumer

du pH, de la conductivité et d'autres paramètres comme le TA/TAC. De plus, AMS intègre en option sur ses analyseurs de laboratoire la possibilité, en plus des mesures colorimétriques traditionnelles, d'automatiser la mesure du pH et de la conductivité sans surcoût important.

### L'électronique se développe

Aujourd'hui, l'électronique se développe pour accroître fiabilité et flexibilité. Concrètement, un convertisseur programmable traite le signal pour le normaliser et le transmettre à un automate (API) qui assure la régulation (calibrage de la constante de cellule et du coefficient de température) ou à une unité de dosage. « Les capteurs peuvent être raccordés sur différentes qualités d'électronique, poursuit François Charrier, du régulateur low cost au communicant, avec une ou plusieurs entrées de capteurs : du W100 à une seule entrée à W600 avec deux entrées et un écran tactile au WebMaster où 4 capteurs peuvent être raccordés ». Il cite deux exemples de pilotage : programmer les purges d'une tour aéroréfrigérante lorsqu'on dépasse un



Aquacontrol

Aquacontrol propose une gamme de quatre sondes de conductivité (échelles de 0/10 ms à 0/2000 ms) compactes et intégrées pour la mesure de la conductivité électrique de liquides très chargés et agressifs comme les effluents industriels, acides résiduels concentrés, saumures, solutions salines...etc.

certain rapport de conductivité entre l'eau d'appoint et celle de la bûche ; piloter une vanne modulante pour respecter une consigne, le transmetteur devient alors régulateur et micro-automate (cf. encadré).

Yokogawa met, de son côté, l'accent sur la facilité d'utilisation de sa série de transmetteurs EXAxt 450 (avec cellules par conduction à 2, 4 électrodes ou par induction) avec écrans tactiles, fonctions de diagnostic et de journal, calibration ergonomique et surveillance des composants avec

MemoRail de Knick est un appareil d'analyse numérique compact et économique sans afficheur particulièrement adapté à la mesure de conductivité avec des sondes Memosens. Deux sorties analogiques 4...20 mA actives ou passives fournissent les valeurs de mesure du process et de la température au système de conduite ou à un API. Début 2017, une nouvelle version de Memorail permettra la connexion de deux électrodes Memosens. Les sondes de conductivité Memosens étant pré-calibrées et nécessitant une fréquence de calibration faible ne nécessitent pas d'étalonnage lors de la mise en place. En cas de besoin ultérieur, Knick propose des conductimètres portables, étanches et robustes pour la mesure ponctuelle ou l'étalonnage des électrodes.



Knick



Bürkert

L'innovation chez Bürkert réside dans la miniaturisation : l'équivalent d'une sonde à 2 électrodes et de son électronique est disponible sous la forme d'un cube de dimensions 100x75x44 mm. L'avantage est le gain de place avec les mêmes fonctionnalités comme la compensation en température intégrée. Le cube est sans entretien, une vérification de la constante de cellule pouvant être effectuée une fois par an et ré-étalonnée si nécessaire. Il peut être remplacé sans interrompre la ligne fluïdique ce qui n'est pas le cas des sondes traditionnelles. Il est également compatible avec la nouvelle plateforme numérique EDIP (Efficient Device Integration Platform) de Bürkert qui prépare les nouvelles générations de capteurs à l'industrie 4.0.



# Analyseurs d'eau en ligne précision, tranquilité

- faible coût d'exploitation,  
pas de réactifs
- sans filtration
- maintenance réduite
- résultat immédiat

## Spectroscopie UV in situ par sonde immergée ou par prélèvement

- Ammonium
- Hydrocarbures
- UV DCO
- Chlorophylle - a
- Nitrates
- Phénols
- Chrome VI
- Traceurs fluorescents

## Méthode colorimétrique

- Phosphates

## Autres paramètres

- pH/Redox
- Conductivité
- O<sub>2</sub> dissous
- Turbidité
- COT

datalink  
instruments



**dtli.**

[www.datalink-instruments.com](http://www.datalink-instruments.com)

tel: +33 (0)4 76 94 90 83

fax: +33 (0)4 76 94 18 14

mail: [datalink-instruments@wanadoo.fr](mailto:datalink-instruments@wanadoo.fr)

**Datalink Instruments**

36A rue des Vingt Toises

F-38950 Saint-Martin-le-Vinoux

France

Mesure de conductivité en ligne sur tuyauterie DN100 pour contrôler la concentration de saumure chez un grand de l'agroalimentaire. Sonde IL15 de type inductive, résistante à la corrosion, insensible à l'encrassement (gamme de mesure 0-2 ms/cm à 0-2000 ms/cm). Réalisation C2Plus.



Les sondes LE44 à 2 électrodes de C2Plus bénéficient d'une compensation de température intégrée et se déclinent en 2 modèles: une version à visser sur tuyauterie, raccordement 3/4", sortie électrique sur connecteur 4 Pôles (Hirschmann) et une version immergeable dotée d'une sortie de câble moulé de 10 mètres. Gamme de mesure 0-2  $\mu\text{s/cm}$  à 0-20 ms/cm, pression maxi 16 bar à 25 °C, température maxi: 135 °C (90 °C version câble moulé).



C2plus

d'analyse des liquides en 2016 par Frost et Sullivan.

Aqualabo Contrôle insiste de son côté sur la fiabilité du transfert des données de ses capteurs de marque Ponsel (CAE par conduction à 4 électrodes et CTZN par induction) après pré-amplification: toutes les données d'étalonnage, l'historique, les utilisateurs et les mesures sont traitées dans les capteurs et transmises par liaison Modbus RS-485 ou SDI-12.

Chez Krohne qui propose des sondes par conduction à deux électrodes ou par induction (Optisens et Optisys), l'innovation consiste à intégrer le convertisseur à la sonde: « Nos sondes par conduction SmartPat (ex SmartSens), utilisées avec un protocole de communication ouvert Hart pour la vérification ou l'éta-

signalement des anomalies et propositions de solutions.

Pour une meilleure traçabilité et une maintenance aisée, les capteurs Endress+Hauser (par conduction à 2 ou 4 électrodes (CLS50D et CLS82D) ou par induction, CLS21D) reposent sur la technologie Memosens qui enregistre les données du capteur. De plus, les capteurs CLS21D et CLS82D sont reconnus automatiquement par le transmetteur multiparamètres Liquiline.

Avec sa gamme Liquiline et Memosens, l'entreprise a été désignée meilleur fournisseur en instrumentation



Krohne

Sondes de conductivité inductive Optisens IND 1000.



**TMR vous propose des solutions complètes :**

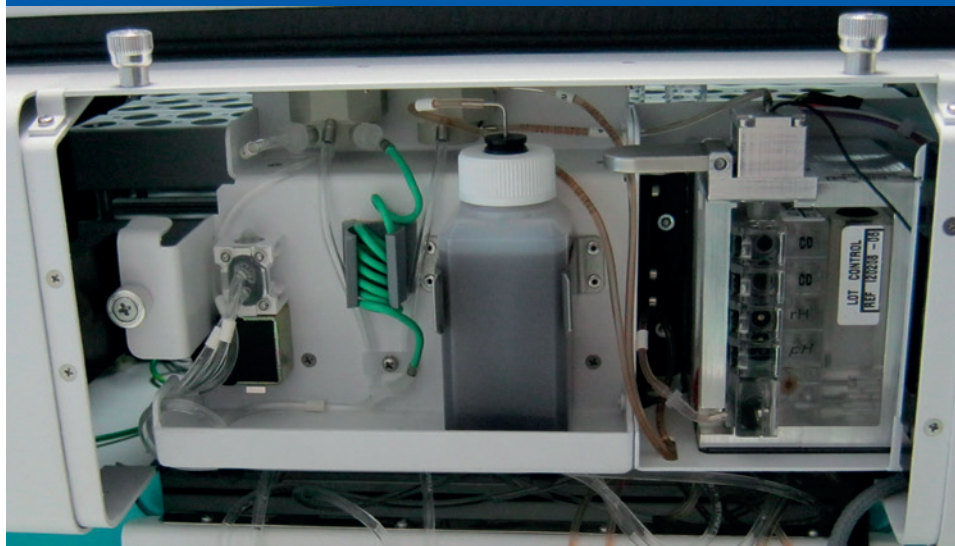
Capteurs, transmetteurs-régulateurs, organes réglants, pompes doseuses, coffrets électriques pour pH/Redox, chlore actif ou libre, conductivité à électrodes et toroïdale, oxygène dissous, turbidité, analyseurs de cuivre et nickel, coagulomètre (SCD), groupes de préparation de floculants en poudre ou émulsions, agitateurs statiques et électriques et mélangeurs statiques, armoires de commande, pour vos applications industrielles.

Société TMR : Parc d'activités Les Ondelles - F 76240 Belbeuf - Tél. : 02 35 80 73 60 - Fax 02 35 80 73 64  
<http://www.tmr-regul.com> - [tmr@tmr-regul.com](mailto:tmr@tmr-regul.com)



Skid mobile pour régulation de pH en ligne d'eaux usées de façon automatique.

Module pH, conductivité redox en option sur les analyseurs séquentiels AMS Alliance.



AMS Alliance

ment de l'eau en proposant un nouveau modèle. Outre le compact AFI4, il existe aussi désormais l'AFI5 avec détecteur déporté. Ce nouveau modèle comprend deux composants différents: le détecteur inductif CombiLyz et le transmetteur intégrant l'afficheur CombiView qui sont installés à distance l'un de l'autre et raccordés par câble. L'installation séparée du détecteur et du transmetteur offre une bonne flexibilité en matière de position de montage. ■

lonnage, sont directement alimentées par une boucle courant, explique Patrick Bret. Pour quasiment le même encombrement, cela évite d'installer un convertisseur, de tirer des câbles électriques, d'installer des disjoncteurs. Cela réduit les investissements surtout lorsqu'il y a de multiples points de mesure. Nous installons ces sondes dans l'industrie et de plus en plus dans les métiers de l'eau. Nous proposons aussi des solutions à moindre coût comme un indi-

cateur de mesure (connecté en série dans la boucle courant), sans programmation, beaucoup moins cher qu'un convertisseur ».

Baumer a étoffé ses séries de capteurs de conductivité CombiLyz développées pour l'analyse et la différenciation précise de fluides dans les industries agroalimentaire et pharmaceutique ou dans le traite-

Waltron a développé un nouvel analyseur de conductivité dégazé basé sur un « système dynamique », sans l'utilisation d'un rebouilleur ou de gaz inertes. Cet instrument utilise l'air ambiant forcé contre le débit de l'échantillon d'eau pour obtenir un rendement de dégazage élevé, ce qui donne des indications plus rapidement que tout autre système comparable.



Waltron

## Le recouvrement des factures d'eau

**Henri SMETS, membre de l'académie de l'Eau**

Les coupures d'eau ont longtemps été considérées comme l'arme idéale à la disposition des entreprises distributrices d'eau potable pour obtenir des usagers le paiement rapide de leurs factures d'eau conformément à leurs obligations contractuelles. Cette approche a été partiellement abandonnée en France dès 2007 quand la loi a prévu l'interdiction des coupures d'eau de tous les ménages démunis qui reçoivent une aide du Fonds de solidarité pour le logement. La loi « Brottes », en 2013, a élargi les cas d'interdiction pour être d'application très générale. Les doutes qui subsistaient sur la portée de cette loi ont disparu en 2015 quand le législateur a précisé sa position. Aucune coupure d'eau et aucune réduction de débit en cas d'impayés ne peuvent plus être mises en œuvre dans les résidences principales des usagers domestiques.

Cet ouvrage vise à proposer des améliorations aux dispositions pour le recouvrement des factures d'eau. Il cherche à garantir le respect du droit de l'Homme à l'eau et à l'assainissement et à éviter des situations où des familles se trouveraient privées d'accès à l'eau du fait d'impayés. Il a été rédigé dans la perspective de l'adaptation des règlements des services de l'eau aux nouvelles exigences législatives dans le secteur de l'eau. Il présente un intérêt tout particulier pour les responsables des services de l'eau et pour les collectivités qui devront nécessairement procéder à la mise à jour de leurs règlements du service de l'eau du fait des changements législatifs récents.



Format 16 x 24 cm  
270 pages  
2016  
ISBN 979-10-91089-26-5  
Prix public : 39,00 € TTC

➔ [www.editions-johanet.com](http://www.editions-johanet.com)

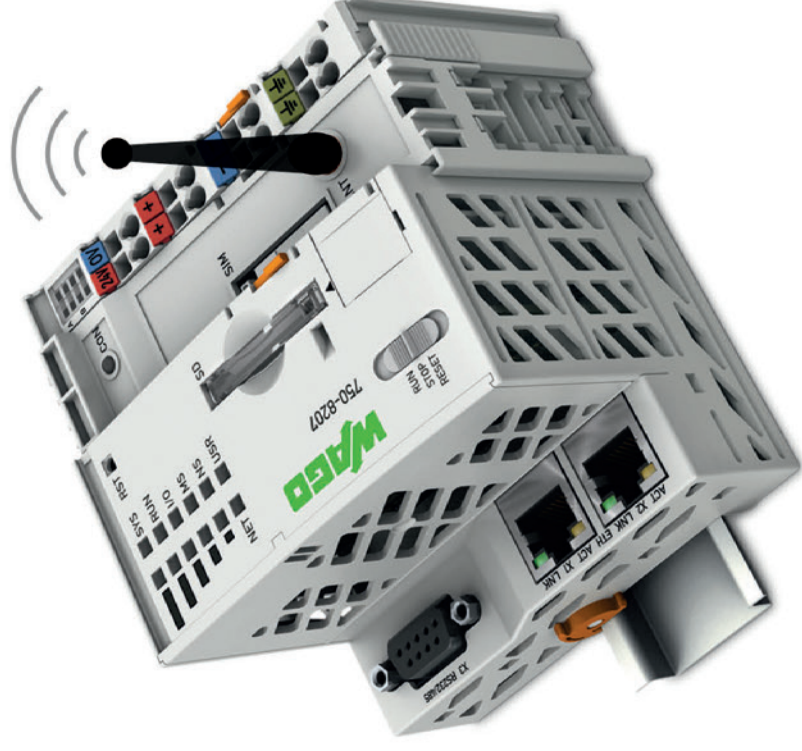
60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris - Tél. +33 (0)1 44 84 78 78 - Fax : +33 (0)1 42 40 26 46 - livres@editions-johanet.com

# PFC200 3G

## L'automate connecté

### Du réseau local à Internet en toute sécurité

- **Réseau local et 3G**  
Interfaces Ethernet et modem/routeur
- **Communication ouverte**  
Protocoles IP et échanges SMS
- **Cybersécurité**  
Pare-feu et VPN intégrés
- **Ouverture logicielle**  
Plateforme Linux® personnalisable
- **Stockage local**  
Jusqu'à 32 Go sur carte SD
- **Visualisation de l'installation**  
via serveur Web HTML5



CODESYS



# WAGO

## WE! INNOVATE!

# Décentraliser les automatismes pour gagner en simplicité et en flexibilité



## ABSTRACT Decentralising automatic systems to improve simplicity and flexibility.

*Automatic system decentralisation, which consists in placing inputs/outputs as close as possible to the equipment in order to reduce electrical connection costs, simplify start-up, improve flexibility and ease of operation, enables operators to make significant savings. This solution is perfectly well-suited to operations consisting of a large number of subunits or I/Os over a given territory, even though the centralised approach is still preferred for small-scale facilities using isolated equipment or with a limited number of inputs/outputs. Whatever the chosen architecture, complete, ready-to-fit subunits integrating control, measurement and diagnostic functions are currently available to operators.*

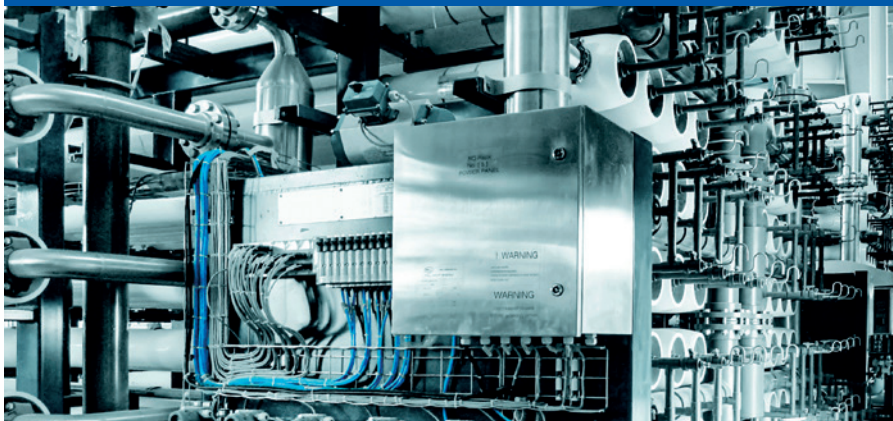
Jacques-Olivier Baruch, Technoscope

La décentralisation des automatismes qui consiste à déporter les entrées/sorties au plus près des équipements pour abaisser les coûts de raccordement électrique, simplifier la mise en route, gagner en flexibilité et en facilité d'exploitation permet aux exploitants de réaliser de grosses économies. Cette solution s'impose naturellement sur les exploitations composées d'un nombre important de sous-ensembles ou d'E/S sur un territoire, même si l'approche centralisée reste privilégiée pour les petites installations mettant en œuvre des équipements isolés ou un nombre limité d'entrées/sorties. Quelle que soit l'architecture choisie, des sous-ensembles d'automatismes complets, prêts à être installés et intégrant les fonctions de pilotage, de mesure et de diagnostic sont aujourd'hui proposés aux exploitants.

**L**e secteur de l'eau est entré dans le monde 4.0. En effet, là aussi les différents outils savent aujourd'hui

communiquer. Les fabricants d'automatismes qui suivent ce marché de près tels Schneider Electric, Crouzet Automa-

Les solutions bus de terrain ont rapidement permis de décentraliser les fonctions d'automatisme au plus près des équipements, en générant des économies importantes et des gains de temps en phase de mise en œuvre.



D.R. Festo

tion, Pilz, Faure Technologies, Festo, Apilog Automation ou PL Systems Unitronics innovent en ce sens. Plus besoin de concentrer les équipements dans un seul outil. La tendance n'est plus à proposer des gros systèmes d'automatismes centraux mais des sous-ensembles décentralisés et reliés les uns aux autres. L'idée est d'abord le fruit des nouvelles possibilités de communication entre les différents instruments que les fabricants d'automatismes intègrent toujours plus vite. Il faut dire que la solution qui consiste à construire des systèmes d'automatismes dédiés à chaque fonction présente de nombreux avantages.

### Développer des automatismes adaptés à chaque fonction

Tout d'abord, le client étant roi, les responsables et les exploitants des ouvrages de gestion de l'eau veulent pouvoir répondre à une demande évolutive qui peut s'avérer rapidement dépassée. C'est vrai en eau potable, en eaux usées et plus encore dans le domaine des eaux industrielles. « Les secteurs pharmaceutique ou cosmétique doivent aujourd'hui proposer des produits customisés qui ne sont sur



D.R.

Grâce à leur conception modulaire et flexible, les automates s'intègrent bien dans les architectures de communication modernes.

le marché que depuis quelques années ou moins, analyse Laurent Damain, chef des ventes en process automation chez Festo. Il leur faut des lignes de production malléables et ajustables ». Ainsi avec des sous-

fèrera des mini-contrôleurs qui vont dialoguer entre eux et faire remonter les données. Les grosses installations vont privilégier les automatismes dispersés, tandis que les petites vont les regrouper au sein d'un ensemble modulaire et évolutif.

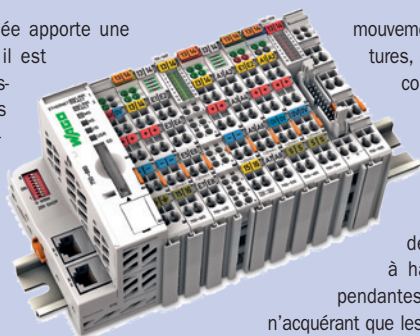
Les deux concepts permettent de réaliser des applications sur-mesure, ouvertes aux besoins futurs. Grâce à leur conception modulaire et flexible, les automates s'intègrent bien dans les architectures de communication modernes. L'accès via Ethernet, indispensable à de nombreuses applications, sert d'une part à une communication efficace entre automates et d'autre part aux échanges de données avec des systèmes de conduite de hiérarchie supérieure au moyen de standards de communication comme OPC.

Chaque produit est en mesure d'effectuer

### Indépendance et flexibilité comme principes directeurs

L'automatisation décentralisée apporte une solution flexible partout où il est possible de scinder les processus ou installations complexes en petites tâches indépendantes. La programmation, la mise en service et la maintenance deviennent plus faciles, moins sujettes aux risques d'erreurs et plus économiques.

Ces solutions réparties reposent largement sur les systèmes d'E/S modulaires capables de traiter les signaux décentralisés : commande de



mouvements, mesures de températures, de vitesses, acquisition de courants et tensions... Etc. Ces modules proposés par Weidmuller, Moeller, Crouzet Automation, Wago ou Lenze permettent de réaliser des applications flexibles à haute disponibilité, indépendantes les unes des autres en

n'acquérant que les fonctions dont réellement nécessaires.

Les passerelles permettent de raccorder les modules d'E/S indépendamment du bus de terrain utilisé.



# Optimisez la radio relève de compteurs

- Solutions de relève manuelle et radio relève multi-protocoles, Diehl Metering, Elster, Homerider, Itron, Kamstrup, Maddalena, Sensus, Zenner... et aussi **LORA - SIGFOX**
- Synchronisation des tournées en local USB, WIFI ou 3G/4G
- **Guidage GPS avec géo-référencement** (module GeoGuidage)
- Gestion des interventions par accès WEB (module TourGest WEB Interventions)
- Gestion des alarmes en temps réel
- Prise de photos dans fiches abonnés
- Solutions multiplateforme, Windows CE, Windows Mobile, Windows Seven, Android...



**Nogema Ingénierie**  
embedded solutions

289-291 rue Jeanne d'Arc - 54000 NANCY  
13 rue Ferrus - 75014 PARIS

Tél. : +33 (0)3 83 53 99 99  
Fax : +33 (0)3 83 53 99 98

[contact@nogema.com](mailto:contact@nogema.com)  
[www.nogema.com](http://www.nogema.com)

## Soyez connectés automatiquement...

avec les technologies M2M/I.o.T de MIOS!



MIOS offre une gamme complète de **produits et de systèmes de communication data et audio IP**, filaire ou radio pour le pilotage et la surveillance à distance de vos équipements et de vos sites.

MIOS lance sa nouvelle gamme **MIOSCUBE**, entièrement conçue pour la communication multiservices et les technologies Internet avec une approche R2S (Ready2Services) qui favorise l'émergence des services.

### > La gamme MIOSCUBE ou la connexion IoT facilitée

Véritable concentrateur sécurisé communiquant en GPRS/3G/4G, la gamme modulaire MIOSCUBE se décline sous plusieurs versions adaptées aux services rendus (filaire ou radio - LoRa - WMBus):

- La CUBE METERING pour la télérelève intelligente multi-énergie
- La CUBE ACCESS pour le contrôle d'accès ou l'interphonie
- La CUBE I/O pour la gestion des services déportés
- La CUBE GATEWAY pour la transformation des protocoles en IP
- La CUBE OPEN® est le module fédérateur de vos automatismes et de la connectivité I/O, LoRa et GPRS/3G/4G pour le pilotage et l'optimisation de vos process et de vos consommations.

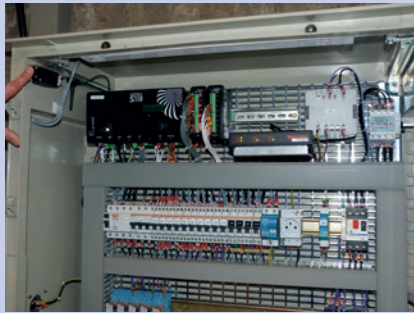
### La solution ultime pour vos projets de monitoring et connectivité !

Contrôle commande, comptage, optimisation énergétique, télédiagnostic, télémaintenance,...



## Automatiser une station de pompage

Le poste local S500 de Lacroix-Sofrel possède une fonction particulièrement adaptée à l'assainissement. Car même si le pilotage d'une pompe peut paraître évident, souvent une permutation à chaque démarrage, un nombre important de critères est à prendre en compte : nombre de pompes autorisées à fonctionner en parallèle, temps maximum de marche pour chaque pompe, temps entre un arrêt et une mise en marche, gestion des défauts pompes et capteurs, etc. L'automatisme du poste est complètement écrit par la société. L'exploitant n'a qu'à renseigner les paramètres de sa station de pompage, ceux-ci étant accessibles en clair dans la configuration et ainsi facilement adaptables à chaque cas particulier. Des fonctions complémen-



Lacroix-Sofrel

taires comme la gestion des sur-débits permettent de concilier les impératifs de continuité de service et le respect des contraintes hydrauliques du réseau. Grâce à l'analyse permanente du niveau d'eau et du fonctionnement des pompes, le poste réalise un ensemble de calculs concernant les volumes et débits transitant par l'ouvrage : débit entrant, débit des pompes, volume pompé par le poste, ratio jour/nuit, etc. « Le débit des pompes est calculé par une méthode auto-adaptative qui a fait ses preuves sur le terrain, assure Benoît Quinquenel. Ce calcul permet d'anticiper les phénomènes de bouchage ou d'usure des pompes et constitue un outil pertinent de maintenance préventive. Le suivi du ratio jour/nuit permet d'évaluer les infiltrations d'eaux parasites dans le réseau ».

de façon isolée l'automatisme d'une partie de l'installation si ce n'est de tout l'ensemble. Ils peuvent par exemple ne gérer que l'ensemble des fonctionnalités d'un poste de relevage ou d'une station d'épuration. Leur configuration se fait sur PC avec des logiciels adaptés. Tous possèdent des systèmes de visualisation par écran et des liaisons soit filaires, fibre optique ou radio. Elles permettent de transmettre les données à un poste central de télégestion ou bien à faire communiquer les différents postes d'automatismes. Le mixte centralisé/décentralisé, soit la dispersion des points

de mesures et de commandes, impacte les offres des spécialistes de la télégestion ou des frontaux de communication. Indépendamment de garantir l'indépendance du parc matériels vis-à-vis des couches applicatives métier, Technilog a vu l'évolution de sa plateforme d'acquisition de données passer en quelques années d'un modèle propageant des fonctions de contrôle commande centralisées vers des solutions permettant d'unifier les données locales à destination d'applications nationales (Ex : Machine Learning pour la maintenance prédictive et le décisionnel métier). Par ailleurs, ce nouveau modèle a nécessité l'implémentation de processus dédiée à la détection d'attaques de cybersécurité. La plateforme d'agrégation de Technilog est un point de passage par lequel transite différents flux de données (Bus locaux, IP, RTC, Radio via les Backend LoRa et Sigfox) et a nécessité des jointures avec des offres de sécurité spécialisées dans le traitement d'attaques ciblées (Ex : SIEM de l'éditeur de sécurité CS).

Chez Festo, le même protocole OPC UA (United Architecture) de la fondation OPC est une trame commune à chaque module. Les postes locaux S510 et S530 de Lacroix Sofrel sont dotés d'une fonction "inter-sites" qui leur permettent de dialoguer. « Par exemple, lorsque le seuil de niveau bas est atteint, un réservoir va entrer en communication avec la station de pompage chargée de son remplissage. Un autre poste local se charge donc du processus de pompage dans la station, avec éventuel-

lement une temporisation pour favoriser la mise en action des moteurs pendant les tranches de tarification électrique les moins chères », explique Benoît Quinquenel, chez Lacroix-Sofrel. Même si la chaîne de commandement est ainsi automatisée, il est toutefois possible de se connecter à distance pour modifier un paramétrage ou actionner manuellement un moteur.

## Faire évoluer l'existant

L'autre tendance notée par les fabricants est celle qui tend à faire grossir les équipements existants. L'idée est alors de toujours proposer des sous-ensembles indépendants mais de les assembler en modules, ce qui permet de procéder par étape au



Atlantique Industrie

Atlantique Industrie propose des solutions complètes d'automatismes, de régulation et de télégestion incluant la fourniture d'armoires électriques et le câblage des installations ainsi que la création et la mise en place des programmes d'automatismes.

sein d'un même outil d'automatisme. Pour le traitement des eaux usées, Atlantique Industrie propose ainsi deux packs, le deuxième étant une évolution du premier. Le pack de base gère les défauts de l'équipement (basse pression, palpeur d'arrêt activé, blocage), envoie des alertes par SMS, ferme les vannes si besoin et compte les volumes d'eau. Le second est construit sur mesure. Selon le choix de l'exploitant, il intègre le contrôle des fuites du réseau en fonction du nombre d'équipements en

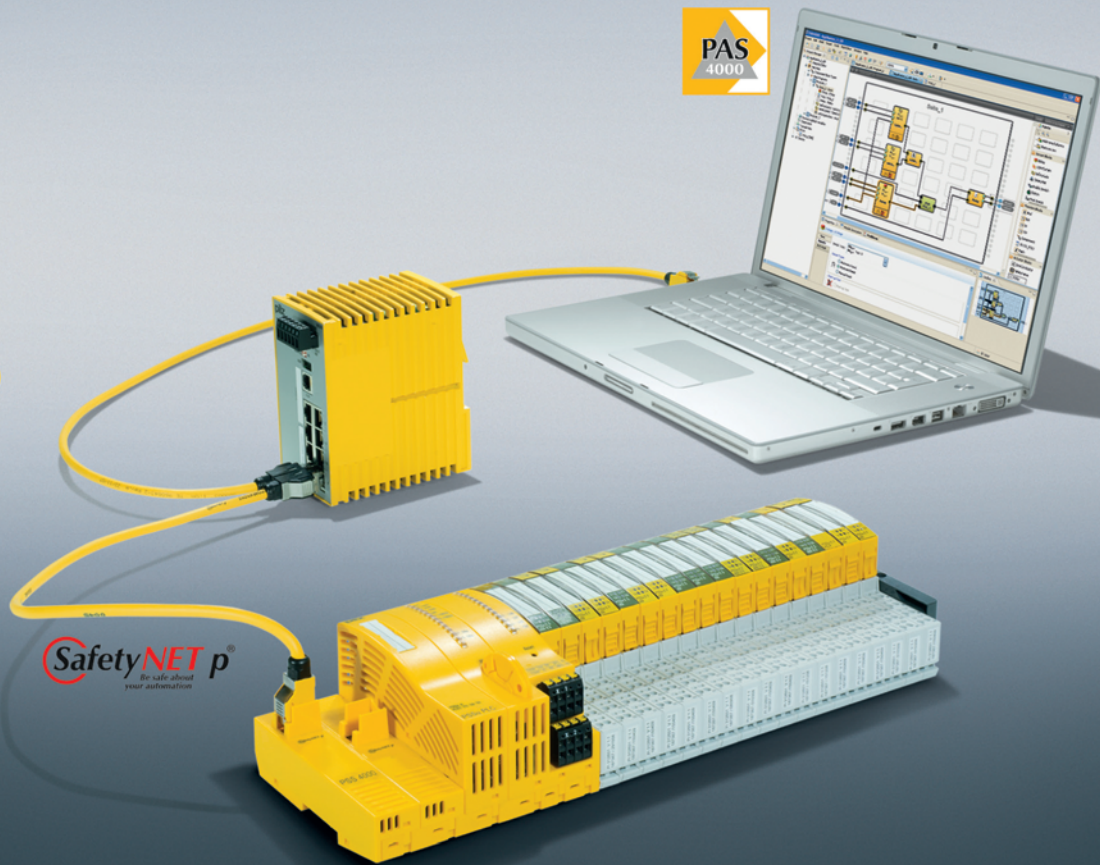


Les stations de pilotage développées par Bürkert permettent de résoudre les problèmes de commande pneumatique de toutes fonctions en version économique en multi-pôles ou en Profibus (type 8640) ou pour les automatismes en bus de terrain intégrant des Entrées/Sorties déportées (type 8644). La protection IP 65 est obtenue par une mise en coffret.

Les quatre dimensions  
de la sécurité  
des automatismes

COMPONENTS  
SYSTEMS  
SERVICES

Technique Écologique  
Personnalisée Économique



## Systeme d'automatismes PSS 4000 – pour le standard et la sécurité

**PILZ**  
THE SPIRIT OF SAFETY

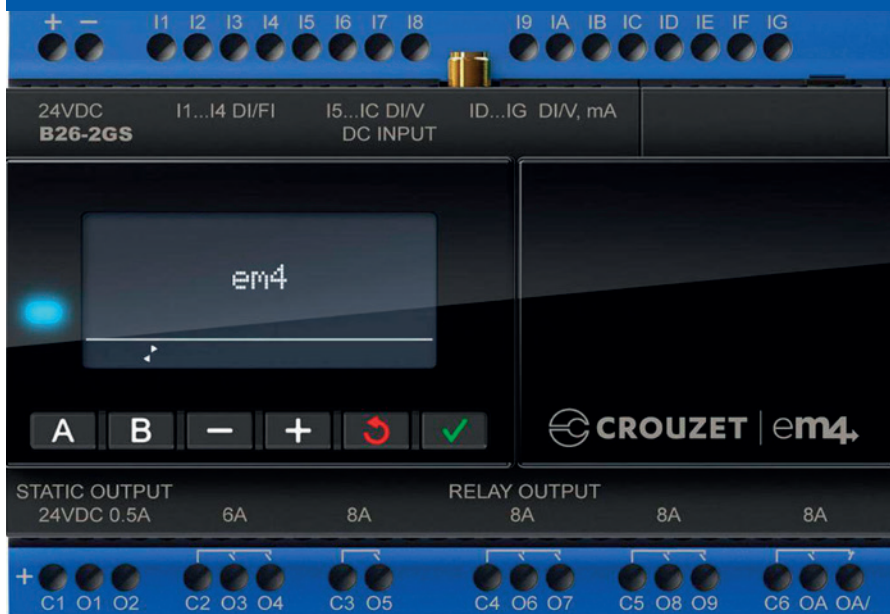
Réalisez simplement des projets d'automatismes complexes pour des tâches de commande standard et de sécurité ! Le système d'automatismes PSS 4000, avec ses différents systèmes de commande et d'entrées/sorties, composants de réseaux, éditeurs et Ethernet en temps réel, est flexible et facile à manipuler.

La plate-forme logicielle PAS4000 propose différents éditeurs conformément à l'EN/CEI 61131-3 pour la programmation des API : PAS STL (texte structuré), PAS IL (liste d'instructions) et PAS LD (langage à contacts). L'éditeur de programme graphique PASmulti permet une programmation simple et intuitive. Il offre une bibliothèque complète de blocs logiciels standard et de sécurité. L'environnement des programmes est uniforme et leur combinaison est possible.

**PSS 4000 – Simplify your Automation™**

Plus d'informations sur PSS 4000 : [www.pilz.fr](http://www.pilz.fr) + code web151338

Dans la catégorie des moins de 50 E/S, em4 de Crouzet Automation est l'un des premiers composant d'automatisme de sa catégorie pouvant interagir avec des capteurs industriels haute précision travaillant sous 0-20 ou 4-20 mA.



## Rockwell Automation facilite la transition vers l'usine intelligente

Les solutions logicielles développées par Rockwell Automation contribuent à réduire le coût et le délai de rentabilisation d'un système de conduite de la production. Ces systèmes permettent à une entreprise de connecter, gérer, valider et optimiser son ou ses processus de fabrication et d'accéder ainsi à la dématérialisation des informations de production.

Jusqu'ici, ces systèmes étaient trop coûteux pour bien des entreprises.

Désormais, les fabricants peuvent choisir parmi les différents modules du système FactoryTalk Production Centre de Rockwell Automation, dont chacun résout un des défis de la production, notamment la qualité, le rendement des machines, le suivi de la production et sa généalogie. La solution peut être déployée pour une seule machine ou un atelier, sans nécessiter d'aménagement coûteux, pour ensuite être étendue à un système MES global à mesure que le retour sur investissement contribue au financement de l'extension.

mettent également la réalisation d'auto-

fonctionnement ou des opérations effectuées à distance: consultation des états instantanés, modification des consignes d'exploitation y compris la fermeture des équipements en cas de problème. Ce deuxième pack propose aussi la visualisation à distance de la station sous forme de synoptique animé, l'enregistrement des mesures et l'édition de graphiques (niveau, débit, pression, temps de marche des équipements) ou de bilans d'exploitation, de maintenance ou de consommation. C'est une avancée car les remontées d'informations ne sont pas toujours le fort des automates industriels qui sont plus des calculateurs que des communicants. Ces possibilités d'évolution concernent

l'ensemble des solutions développées parmi les grands de la télégestion dont Lacroix Sofrel, le Groupe Aqualabo avec sa gamme Perax, Schneider Electric ou encore Mios dont les cartes d'entrées/sorties intelligentes MiosCube sont développées avec les toutes dernières technologies sous OS Linux. Rac-



Unitronics, grâce à sa nouvelle gamme d'automates programmables Unistream, permet de gérer plus de 2 000 entrées/sorties déportées via bus propriétaire ou/et bus de terrain (CANopen, Ethernet IP).



ifm electronic promeut activement les solutions reposant sur le réseau AS-i, particulièrement bien adaptées aux process du traitement des eaux et aux installations très étendues. Simple, non-propriétaire et ouvert, il permet de diminuer le nombre de câbles nécessaires à l'utilisation d'un grand nombre d'actionneurs et de capteurs de terrain, quelle qu'en soit la marque et l'origine.

cordées aux cartes unités centrales de la gamme, ces cartes offrent l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à une gestion optimale à distance d'installation techniques par l'intermédiaire de modem LoRa/3G/GPRS. Elles per-

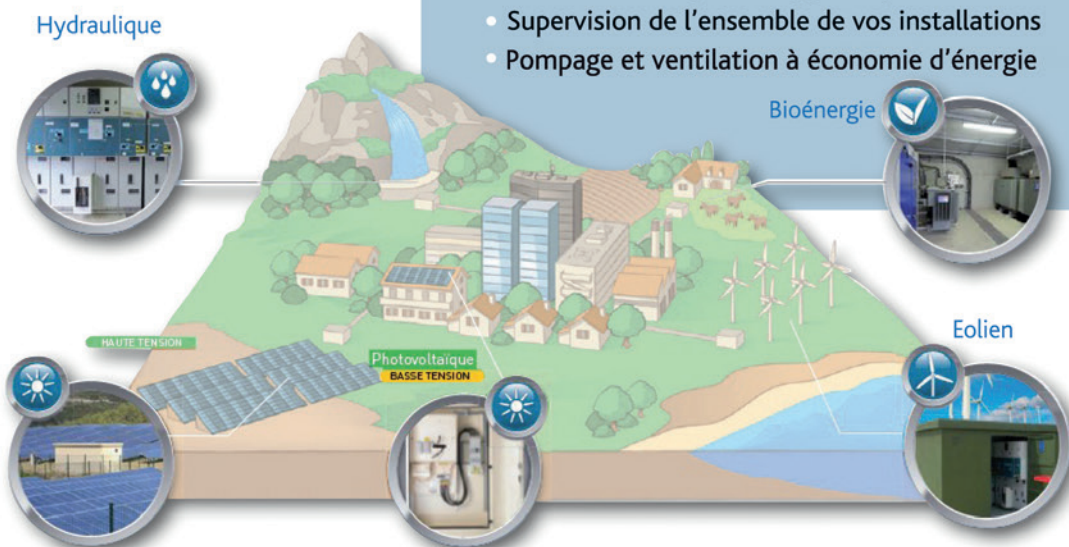
matismes dans des domaines tels que les processus industriels, les chaufferies /climatisations, les réseaux d'eau, les réseaux d'éclairage ou le contrôle d'accès. Les gammes des différents modules d'extension permettent le raccordement d'une multitude de capteurs et d'actionneurs en fonction des besoins du terrain. Par ailleurs, Mios propose le concentrateur CubeLoRa pour le monitoring et le pilotage énergétique. Les avantages de ces sous-ensembles indépendants, isolés ou regroupés en modules,



# Solutions globales de contrôle/commande et télégestion

**Vous recherchez performance & productivité de vos installations ; nous vous proposons des solutions optimales de gestion automatisée**

- Acquisition et stockage des données
- Contrôle à distance
- IHM embarqué localement et accessible via un réseau Ethernet
- Maintenance à distance (application et IHM) via GPRS
- Gestion d'alarmes, envoi d'emails
- Envoi automatique de rapports quotidiens
- Supervision de l'ensemble de vos installations
- Pompage et ventilation à économie d'énergie



## Entrées/sorties sur Ethernet

- Connexion transparente à tous les systèmes SCADA
- Economie de 80% de largeur de bande réseau
- Réponses d'E/S sept fois plus rapides
- Large plage de température -40 à +75°C
- 2 ports intégrés
- Anneau redondant Turbo Chain® (temps de cicatrisation < 20 ms)



## Supervision et IHM

- Clients locaux IHM
- Supervision centralisée de l'ensemble de vos installations de 50 à 450 000 variables
- Gestion d'alarmes et de télésurveillance
- Rapports et liaison bases de données de gestion



## Variateurs de vitesse

- Considérables économies d'énergie grâce à la technologie OEC
- Plateforme d'entraînement ouverte et modulable
- Une large gamme de produits adaptée aux besoins du marché
- Utilisation et mise en service simples
- Gestion et contrôle des données optimisés
- Des produits ultra fiables
- Conformité aux normes, standards et certificats mondiaux



## Automates de télégestion

- Tout en un
- Automate programmable
- 4 ports de communication
- Serveur web embarqué
- Robuste et compact
- Gestion d'alarme

Le système d'automatismes PSS 4000 de Pilz permet une répartition cohérente des fonctions de commande pour une production optimale. Il est possible d'assembler le système d'automatismes PSS 4000 de manière personnalisée en fonction des exigences requises. Il est doté pour cela de systèmes de commande en différentes classes de performance, de nombreux modules d'entrées/sorties ainsi que d'un logiciel de visualisation et d'un logiciel d'ingénierie.



Pilz

sont multiples. Relié aux outils de planification, un secteur d'un site peut être mis à disposition ou retiré selon le besoin. Le câblage est réduit limitant le risque de panne, comme les délais d'intervention qui sont raccourcis puisqu'ils se font à distance. La compatibilité mécanique et électrique directe avec les entrées/sorties déportées standards développées par Siemens, Rockwell Automation, Wago, Festo ou Phoenix Contact est garantie. Autre avantage, le besoin en énergie. Quelques fabricants d'automatismes en conçoivent sur batteries, parfois alimentées par panneaux solaires, mais la plupart du temps, les modules sont reliés au réseau. Mais si chacun d'entre eux requiert une alimentation électrique, l'ensemble

ne doit pas nécessairement fonctionner tout le temps. Certains postes locaux sont ainsi mis en veille ou à l'arrêt pendant que les autres travaillent. Autant de kilowattheures économisés.

Le fait que les technologies de communication évoluent très vite n'est même plus un obstacle grâce aux passerelles de communication et autres routeurs développés par eWon ou IP Systèmes qui permettent de fédérer des familles d'équipements hétérogènes dans environnements ouverts et évolutifs.

Le découpage des applications en sous-ensembles permet également d'abaisser les coûts de maintenance qui se limitent à la fraction des applications utilisées.

De même, les postes locaux d'automatismes étant à proximité des lieux qu'ils gèrent, il y a moins besoin de personnels qui font des rondes de surveillance et repèrent des anomalies. Pour Jean-Pierre Murzeau, directeur général d'Atlantique Industrie, « la généralisation des automatismes décentralisés permet à l'installateur de garantir à l'exploitant une meilleure gestion des process : contrôle du process (état, gestion des débits et niveaux...), gestion de la maintenance des équipements (maintenance préventive avec alerte...), pilotage et maintenance à distance avec ou sans fil, établissement des journaux et tableaux de bord... et tout ceci en économisant beaucoup de temps. Mais leur mise en



Mios

La gamme MiosCube de Mios permet de réaliser rapidement et de façon fiable tout projet d'exploitation, d'information, d'optimisation et de traçabilité exigeant un niveau élevé d'interactivité entre les éléments fixes ou mobiles du terrain (capteurs, automates,... LoRa, 3G/LTE, smartphone, lecteur RFID/NFC, interphonie,...) et les organes de supervision fonctionnant sous IP. Véritable fédérateur de communications intelligent, la MiosCube est composée de produits modulaires pour toute application de sécurité et d'optimisation des process.

## Phoenix Contact et Flowserve rejoignent le programme Open Integration

Le programme Open Integration lancé par Endress+Hauser vise à favoriser la coopération entre les fournisseurs de systèmes d'automatismes industriels et les fabricants de composants en bus de terrain en développant des tests pratiques d'interopérabilité dans des systèmes d'automatisation multi-fournisseurs.

Jusqu'à ce jour, huit sociétés faisaient partie de ce programme : AUMA Riester, HIMA Paul Hildebrandt, Honeywell Process Solutions, Mitsubishi Electric, Pepperl+Fuchs, Rockwell Automation, R. Stahl et Schneider Electric. Ils viennent d'être rejoints par Phoenix Contact et Flowserve.

Bien que les composants en bus de terrains (HART, PROFIBUS, FOUNDATION Fieldbus, EtherNet / IP ou PROFINET) soient rigoureusement testés, il existe encore d'innombrables façons de les combiner et un risque demeure que des problèmes mineurs apparaissent lors de leur déploiement sur site. « Avec le programme Open Integration Partner, nous atténuons ce risque », explique Peter Rippen, Marketing Manager Open Integration chez Endress + Hauser.



Les partenaires du programme Open Integration vont bien au-delà des méthodes de test traditionnelles en vérifiant la fonctionnalité d'architectures de systèmes spécifiques dans un environnement dédié. « Nous assurons une mise en service et un démarrage rapides et nous économisons aux clients des ressources, du temps et donc de l'argent », explique Peter Rippen. « Cette démarche profite aux clients autant qu'aux fournisseurs d'automatismes, car il est plus pertinent de découvrir tous les problèmes à résoudre ensemble avant que l'équipement ne soit installé et mis en service dans l'usine du client ».

Phoenix Contact et Flowserve vont apporter des savoir-faire différents en matière d'automatisation, contribuant ainsi à élargir les gammes de produits et de solutions couvertes par le programme Open Integration Partner.

œuvre, comme leur exploitation, nécessite des personnels plus qualifiés qu'ils ne l'étaient auparavant ».

Autre avantage et non des moindres, l'intelligence décentralisée qui fédère les sites techniques isolés ou répartis, comme les réserves de capacité du matériel, peuvent contribuer à améliorer la sécurité de certains ouvrages particulièrement sensibles tels qu'un réservoir ou un réseau d'eau potable, par exemple. De plus, le fait que les sous-unités fonctionnent de manière autonome permet d'augmenter la disponibilité des installations. ■

**Vos sites distants  
à portée de main !**



**Flexy**

**Nouveau  
Routeur et  
Passerelle  
M2M  
Industriel**

**Télégestion  
Télémesure  
Télémaintenance**

- Modem routeur modulaire avec cartes d'extension : LAN, 3G+, Wifi, RTC, E/S...
- Applications embarquées : alarmes, historisations, Web SCADA, BASIC/JAVA...
- Service VPN gratuit pour sécuriser vos connexions distantes

Visitez notre site Internet :  
**[www.ewon.biz/fr](http://www.ewon.biz/fr)**

**BADGE GRATUIT :**  
[www.forumlabo.com](http://www.forumlabo.com)

28.29.30

—MARS 2017—

Paris expo Porte de Versailles - Hall 4



DÉCOUVREZ  
VOTRE LABORATOIRE  
DE DEMAIN

Analyse

Biotech

Contrôle

Recherche



**FORUM  
LABO  
PARIS**

Made by  
**GL**  
events

UNE MANIFESTATION DU  
**Cifl**

Le salon des fournisseurs de matériels  
et services pour le Laboratoire



## Analyser la DBO<sub>5</sub> en seulement 48 heures

Le kit Enverdi DBO est la première méthode d'analyse de la DBO à fournir des résultats en 48h là où la méthode traditionnelle demande 5 jours. Cette technologie a été conçue et développée par la société Envolve, rachetée fin 2015 par le groupe AMS. Elle repose sur une détection par fluorescence au format microplaque 96 puits, qui donne en 48h et en haut-débit un équivalent DBO<sub>5</sub>: Enverdi DBO.

La DBO est un paramètre crucial dans



le cadre du suivi du traitement des eaux usées. En effet, elle permet de vérifier la conformité réglementaire des rejets aqueux dans le cadre de la surveillance d'installations d'assainissement industrielles et urbaines. Pour permettre de concilier les besoins croissants des laboratoires d'analyses impliqués dans le suivi de ce paramètre de rentabilité et de réactivité, Envolve (groupe AMS Alliance) a développé un équivalent réglementaire à la méthode de référence (EN NF 1899-1) permettant l'obtention de résultats d'analyse en seulement 48h (au lieu de 5 jours en temps normal) et cela sous format haut-débit.

Le principe de ce produit est basé sur l'utilisation d'une sonde chimique ou bioréactif qui, lors du métabolisme de dégradation aérobie d'une biomasse bactérienne, va être réduite chimiquement par l'activité de cette biomasse et va générer une émission de fluorescence. L'intensité de fluorescence mesurée au cours de l'incubation est directement proportionnelle à la quantité de matières organiques dégradées sous conditions aérobies. Les résultats sont obtenus au terme de 48 heures d'incubation à 30 °C. La valeur finale fournie par le kit Enverdi-DBO est exprimée en mg O<sub>2</sub>/L tout comme la méthode de référence.

La méthode Enverdi-DBO présente plusieurs avantages:

- Des résultats d'analyses obtenus en 48h,
- Un format microplaque permet une diminution des coûts analytiques d'un

facteur 3,

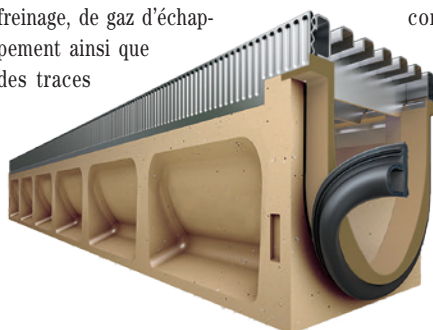
- La possibilité de réaliser jusqu'à 80 tests DBO<sub>5</sub>/kit en simplicat et 40 en duplicat,
- Un kit d'analyse unique pour l'analyse réglementaire et le pilotage de stations d'épuration industrielle ou urbaine,
- Un laboratoire optimisé: l'incubation s'effectue au sein même du lecteur de fluorescence,
- Seulement 45 minutes sont nécessaires pour préparer 40 échantillons en duplicat. Soit 5 à 10 fois plus rapidement qu'en méthode conventionnelle,
- L'acquisition et le traitement des données est entièrement automatisé.

La validation internationale du substitut DBO<sub>5</sub> Enverdi a été publiée dans *Environmental science and pollution research international*, juin 2014. Les résultats détaillés de l'étude conduite en France et aux États-Unis montrent l'équivalence robuste de la technologie Envolve (48h) face à la méthode de référence DBO<sub>5</sub> (5j).

## Une gamme de caniveaux en béton polymère avec joint d'étanchéité intégré

Hydrocarbures, métaux lourds, sels de dégel..., les polluants susceptibles de menacer la ressource sont nombreux: fidèle à son rôle de pionnier en matière de systèmes de drainage, ACO a présenté lors du salon Pollutec 2016, un nouveau caniveau en béton polymère équipé d'un joint d'étanchéité en EPDM à son extrémité. Cette innovation permet de rendre étanches les jonctions d'un système de drainage linéaire conformément aux exigences de la norme NF EN 1433.

Les eaux de pluie qui ruissellent en milieu urbain contiennent nettement plus de polluants qu'on ne le pense communément. Des espaces urbains très fréquentés sont ainsi pollués par des substances nocives provenant des pneus (usure), des poussières de freinage, de gaz d'échappement ainsi que des traces



d'hydrocarbures ou de métaux lourds. À ceci viennent s'ajouter l'usage, chaque hiver, de solutions de dégel. Inévitablement, tous ces polluants sont entraînés par les eaux de ruissellement vers la nappe souterraine, au sein de laquelle ils peuvent provoquer des dégâts considérables. En outre, les chlorures contenus dans les sels de dégel peuvent aussi entraîner des phénomènes de corrosion et affecter le système de drainage.

Pour remédier à ces problèmes, ACO a présenté le caniveau de drainage ACO Multiline Seal in, équipé d'un joint d'étanchéité de série, prêt à poser, pour collecter l'eau et l'acheminer de façon étanche vers le point de traitement pour ensuite rejoindre le circuit naturel des eaux de pluies. Ce caniveau permet de récupérer les eaux de ruissellement polluées en minimisant les transferts de pollution vers la nappe souterraine.

L'utilisation des termes tels que « étanchéité », « étanche » et « étanche à l'eau », répond à des exigences d'étanchéité à l'eau très précises, conformément à la norme NF EN 1433 qui stipule notamment que l'épreuve d'étanchéité réalisée ne doit montrer « aucun signe de fuite d'eau au niveau du joint ou du corps pendant une durée de 30 minutes (± 30 secondes) ». La nouvelle gamme de caniveaux à grilles ACO Multiline Seal in dépasse l'exigence requise: l'essai réalisé par l'Institut Allemand pour les infrastructures souterraines (IKT) a confirmé une étanchéité continue durant 72 heures au terme de 500 000 cycles de charge. Ces cycles de charge simulent le passage de véhicules durant des années dans la zone de jonctions des caniveaux. Une étanchéité durant 72 heures a également pu être démontrée pour l'ensemble du système, comprenant les accessoires comme les avaloirs et les obturateurs amont et aval.

Cette étanchéité n'a pas été obtenue au prix d'un montage plus compliqué: la méthode éprouvée de montage par le haut développée par ACO reste inchangée et le système d'emboîtement très simple est conservé.

De même, la fonction d'auto-curage a été optimisée grâce à la

section en V, aux jonctions planes des jointures du caniveau et à la surface lisse du Béton Polymère ACO.

Enfin, la large gamme de grilles (fonte, acier inoxydable, acier galvanisé à chaud ou composite) permet de concilier le design, la performance du drainage et la fonctionnalité d'un caniveau en accord avec l'aménagement urbain. Les caniveaux ACO Multiline Seal in sont notamment compatibles avec l'ensemble de la plateforme de grilles pourvues du système de verrouillage Drainlock®.

## Une potence en aluminium amovible

ADEI conçoit des potences de levage et de manutention dans différents matériaux tels que l'acier, l'aluminium ou l'inox 316L. Ces potences sont adaptables aux domaines de l'industrie mécanique, de l'environnement (station d'épuration, poste de relevage...) de l'alimentaire, pour un travail en salle propre, en salle blanche ou encore en zone ATEX. Le choix des matériaux disponibles permet de proposer des potences fixes, déplaçables, démontables, mobiles et transportables.



Celles-ci peuvent être murales ou sur fût avec des rotations jusqu'à 360°.

Parmi les solutions de levage amovibles, la potence LEVO à structure aluminium assure une portabilité optimale et facilite les interventions sur les sites difficiles d'accès.

Un homme seul peut ainsi procéder en toute sécurité à l'assemblage des 3 éléments qui composent cette potence.



Disponible en standard sur 8 couples portée-hauteur, elle permet le levage de charges en station d'épuration ou en bord de mer et d'une manière générale partout où une potence standard ne peut pas être utilisée. Il suffit de fixer les embases pour bénéficier de la légèreté d'une potence amovible unique pour de nombreuses configurations.

Le sac de transport fourni permet de l'utiliser rapidement sur site. L'intégralité des éléments qui composent les potences LEVO 300 et LEVO 500 est regroupée en un seul sac robuste. Pour les potences avec treuil (LEVO 300T et LEVO 500T), elles voyagent dans 2 sacs de moins de 24 kg. Une personne seule peut ainsi acheminer la potence, la placer sur l'embase, procéder au montage et réaliser le levage en toute sécurité.

Pour répondre à toutes les configurations de pose, ADEI propose une gamme d'accessoires pour faciliter l'implantation des potences sur les sites. L'utilisation de plusieurs embases pour une même potence optimise en effet grandement les coûts de maintenance. De même, une rehausse permet le franchissement d'une rambarde ou une augmentation de la hauteur de levage.

## Un analyseur *in-situ* et autonome pour la qualité microbiologique de l'eau

Fluidion développe et commercialise des systèmes de prélèvement et d'analyse de l'environnement au sens large, et plus spécifiquement de la qualité de l'eau de surface (rivières, bassins, lacs, eaux côtières), de l'eau de process ou encore pour la surveillance océanographique. Installés directement dans le milieu, les produits fluidion sont connectés et peuvent être contrôlés à distance (depuis un téléphone portable ou depuis l'interface web), ce qui permet de réaliser des prélèvements et des analyses *in-situ* avec une logistique simplifiée et ainsi de mesurer la qualité du milieu aquatique à tout instant de façon autonome.

L'analyseur microbiologique de



Fluidion est capable d'effectuer automatiquement, *in-situ*, les opérations de prélèvement sans contamination mais aussi de traitement (mélange avec des réactifs et incubation), d'analyse optique multi spectrale (absorbance et fluorescence) et de quantification bactérienne.

Il permet de quantifier la présence d'E. Coli, de bactéries fécales et de coliformes totaux dans les lacs, rivières, eaux du littoral ou dans les stations de traitement d'eau.

Il peut flotter (fixé à une bouée) ou être intégré à une installation et fonctionne dans les environnements extrêmes sous toutes conditions climatiques sans alimentation externe.

Le système est contrôlable à distance par téléphone mobile ou interface web (en option) avec un transfert sans fil des données.

Cet analyseur constitue à lui seul un mini-laboratoire embarqué totalement automatisé pour la surveillance des plages, des sites d'aquaculture et de l'environnement.

## AMS Alliance agrandit sa famille d'analyseurs séquentiels

Le Smartchem 450, présenté en avant-première sur Pollutec 2016, associe la flexibilité et la praticité de la technologie séquentielle à lecture directe (analyses multiparamétriques dans un appareil entièrement automatisé et robotisé) avec les dernières innovations d'AMS Alliance: de hautes cadences (jusqu'à 450 tests/heure), des cuvettes de 10 mm optimisant le trajet optique pour de meilleures performances en termes de limite de détection et de quantification, un nouveau logiciel dédié à la fois moderne et convivial, qui peut se piloter aisément par un écran tactile.

Comme tous les Smartchem, cet analyseur bénéficie des spécificités propres à AMS: un module de réduction des nitrates en nitrites sur colonne de cadmium, un module ISE permettant l'analyse de trois paramètres (pH, conductivité et redox), et surtout un ingénieux principe de cuvettes réutilisables, dont l'intégrité est garantie par une station de lavage intelligente. Associée à une faible consommation de réactifs, cette innovation en fait un appareil économique, qui fait chuter le coût unitaire des analyses.



Pour simplifier et faciliter les analyses, AMS propose une gamme complète de réactifs prêts à l'emploi, directement insérables dans l'appareil, pour la plupart des paramètres.

## Suivre la qualité de l'air en temps réel

Suivre en temps réel les concentrations de polluants directement depuis son bureau via son ordinateur, smartphone ou tablette? Toutes les données centralisées sur une interface unique, avec un entretien minimal (pas de maintenance ou calibration, aucun déplacement sur site pour récupérer les données...)? Voilà ce que propose la solution Cairnet de Cairpol (Groupe Environnement S.A.). Construite autour de son capteur miniature Cairsens et adapté à un fonctionnement en temps réel, Cairnet intègre un système de communication complet, utilisant soit le protocole radio Zigbee soit le réseau GPRS.

Autonome grâce à ses panneaux solaires ou son chargeur externe, Cairnet est très simple à utiliser: il suffit de le positionner sur site, de l'allumer et il est opérationnel.

Selon les spécifications, le réseau peut intégrer plusieurs capteurs Cairsens permettant chacun de mesurer, à de très bas niveaux de concentration, les polluants suivants: Ozone & dioxyde d'azote ( $O_3/NO_2$ ) - Dioxyde d'azote ( $NO_2$ ) - Monoxyde de carbone (CO) - Sulfure d'hydrogène & méthyl mercaptans ( $H_2S/CH_3S$ ) - Ammoniac ( $NH_3$ ) - Dioxyde de soufre ( $SO_2$ ) - Formaldéhyde ( $CH_2O$ ) & solvants organiques - Composés organiques volatils non méthaniques (COVnm) - Dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) - Particules fines (PM).

Les capteurs ne nécessitent aucune calibration pendant une année et fournissent une donnée fiable et précise (niveaux du ppb pour la plupart), conforme à la directive européenne 2008/50/EC.

Associée avec les interfaces Caircloud



ou Cairmap, la donnée est accessible instantanément: visualisable sur une carte interactive, via un rapport édité automatiquement et envoyé par mail, sur Internet ou un poste unique... De multiples options sont disponibles.

Il est aussi possible de relier directement ces interfaces au système de supervision déjà en place afin, notamment, de piloter directement des actions sur le process (fermeture de vanne en industrie, réduction de la vitesse autorisée dans un cadre routier...) dès qu'un seuil défini est atteint.

## La nouvelle pompe à rotor Ezstrip Z3 est arrivée

Lancée en 2009, la gamme Ezstrip de Nov Mono, commercialisée par AxFlow, a révolutionné l'entretien des pompes à vis excentrée et de leurs produits associés. La principale caractéristique de EZstrip™ est la possibilité d'entretien sur place (ou MIP ('Maintain-In-Place' en anglais), qui a fait passer le temps d'entretien d'une pompe à vis excentrique d'une journée à 30 minutes.



Disponible en fonte ou en acier inoxydable, la pompe Ezstrip Z3 est l'évolution de la pompe à rotor Ezstrip Z1 lancée en 2009. La pompe à rotor Ezstrip Z3 présente de nouvelles fonctionnalités qui facilitent encore davantage son entretien. Elle permet ainsi de faire face à l'accumulation de corps étrangers dans la chambre d'aspiration et d'entretenir la pompe en lieu et place, sans qu'il soit nécessaire de démonter les canalisations.

Son design breveté permet de retirer rapidement et en toute sécurité la ligne d'arbre complète incluant rotor, stator, bar d'accouplement, arbre d'étanchéité joints, en quelques minutes et sans même débrancher l'équipement. Mono a également retiré les tirants nécessaires au démontage du stator et développé une nouvelle bielle d'accouplement en deux parties avec couple positif. Le choix des matériaux dont sont constitués le rotor et le stator, dont des élastomères homologués WRAS, ont été élargis pour répondre aux besoins spécifiques.

## Le recyclage des résidus organiques Regards sur une pratique agro-écologique

Hélène Jarousseau, Sabine Houot, Jean-Marie Paillat, Hervé Saint-Macary

2016 - Format 16 x 24 cm - 276 pages. Prix: 39 €  
Éditions Quae - Tél.: +33 (0)1 3083 34 06 - Fax: +33 (0)1 3083 34 49 -  
Courriel: [serviceclients@quae.fr](mailto:serviceclients@quae.fr) - <http://www.quae.com>



Le recyclage des produits résiduels organiques participe au développement durable des territoires. Il contribue à l'amélioration de la fertilité des sols, notamment via les apports en matière organique, et à une économie circulaire des nutriments (azote, phosphore et potassium principalement) à des échelles très variées. Il faut cependant veiller à la maîtrise des impacts environnementaux, notamment en raison de la difficulté à ajuster les pratiques de fertilisation et de la présence éventuelle de contaminants.

L'impact du recyclage est global; il peut se traduire par une substitution des engrais, préservant ainsi des ressources

minières ou les sources d'énergie fossile. Comprendre les processus biogéochimiques impliqués dans le recyclage des produits résiduels organiques, préciser les usages et proposer des solutions adaptées à différents contextes au Nord comme au Sud ont été les objectifs du travail pluridisciplinaire présenté dans cet ouvrage. Il s'appuie sur les résultats du projet « Intensification des systèmes de production agricole par le recyclage des déchets » (Isard), conduit de 2009 à 2013 avec le soutien financier de l'Agence nationale de la recherche française.

Ainsi, de la plaine de Versailles à l'île de la Réunion, en France, et de la péninsule dakaraise, au Sénégal, à la zone périurbaine de Mahajunga, à Madagascar, anthropologues, sociologues, biogéochimistes, modélisateurs, technologues et agronomes se sont associés pour caractériser les déchets organiques et leurs usages, documenter l'intérêt de leur recyclage, mais aussi les risques inhérents à leur emploi.

Cet ouvrage est destiné aux professionnels soucieux de pratiques agro-écologiques au Nord comme au Sud. De plus, les études de cas approfondies intéresseront les scientifiques de diverses disciplines.

## Écologie et environnement Pour une intelligence mutualisée des savoirs

Marcel B. Bouché

2016 - Format 10 x 19 cm - 160 pages. Prix: 18 €  
Actes Sud: Place Nina-Berberova - BP 90038 - 13633 Arles cedex  
Tél.: +33(0)4 90 49 86 91 - Fax: +33 (0)4 90 96 95 25  
<http://www.actes-sud.fr>

Alors que la société civile attend des connaissances accessibles dans le domaine de l'environnement pour pouvoir évaluer ses actes vis-à-vis de celui-ci, le morcellement des savoirs scientifiques est tel qu'il rend inintelligibles les résultats obtenus par chaque spécialiste. Se basant sur sa propre expérience de chercheur, Marcel B. Bouché propose une méthode pour mutualiser enfin les

connaissances de tous, pour tous. En effet, au cours de ses recherches, cinquante ans durant, l'auteur a donné la primauté aux observations concrètes de nos écosystèmes (champs cultivés, forêts, prairies...). Il a peu à peu dégagé la "démarche scientifique fondamentale", rendue possible à la suite de la découverte du rôle-pivot des "données initiales concrètes" (DICS) qu'il a caracté-

risées. Ces DICS, seules perceptions que nous ayons du réel, sont faciles à gérer en informatique et constituent le support de toutes les interprétations critiquables exprimées en des termes précisables. À condition de s'écarter de la doxa technoscientifique dominante actuelle, les connaissances peuvent alors être partagées en une "intelligence mutualisée et informatisée des savoirs".

Cette démarche marque la fin de l'incommunicabilité entre science et société, entre spécialistes et citoyens. Cette



ouverture nous responsabilise tous vis-à-vis de notre environnement. Elle amène à reconnaître les devoirs humains vis-à-vis de l'environnement auquel nous appartenons – des règles qui permettront un avenir épanoui. En ayant accès à tous les savoirs sérieux relatifs à nos milieux et à nos actes dans ceux-ci, nous pouvons dès lors fonder notre développement sur

des observations directes et des interprétations critiquables, en respectant notre cadre de vie.

## Mise en œuvre des réseaux techniques de distribution Eau, électricité, gaz, chaleur, froid, télécommunications

Jean-Pierre Gyéjacquot

2016 - Format 17 x 24 cm - 234 pages. Prix: 42 €  
Éditions du Moniteur: Antony Parc 2 - 10 place du Général de Gaulle - La Croix de Berny - BP 20 156 - 92186 Antony Cedex  
Tél.: +33 (0)1 77 92 92 92 - <http://www.editionsdumoniteur.com/>



Les réseaux techniques urbains, conçus sur une logique industrielle pour répondre aux différents types de consommation, sont à adapter aux exigences économiques et aux objectifs de qualité du développement durable, dans un contexte où les propriétaires des réseaux et les concessionnaires voient leur gestion se complexifier. Les difficultés de traitement, les coûts

d'équipement, les nuisances à maîtriser sont autant d'aspects que les collectivités doivent maîtriser dans un projet d'aménagement urbain.

Tenant compte des derniers textes officiels et normes, ce guide propose une synthèse des dispositions juridiques et techniques relatives à la mise en œuvre des réseaux de distribution humides et secs. Il analyse les types de réseaux présents dans le sous-sol des espaces publics. Il expose les contraintes du cadre réglementaire en matière de sécurité et les obligations des gestionnaires lors des travaux sur les réseaux enterrés et aériens ou à proximité.

Il détaille la conception des réseaux d'eau, d'électricité, de gaz, de chaleur et de froid, et de télécommunications. Il précise les étapes de la réalisation d'un projet (étude et financement, exécution des travaux, réception, mise en service) ainsi que les opérations de gestion et d'entretien.

### La librairie de l'eau vous propose :



Le Guide des  
Nouveautés  
Techniques 2017

Le Guide de l'Eau



Dates	Lieux	Intitulé de la formation	Renseignements
23-27 janvier	La Souterraine	Exploitation d'une station de traitement des eaux usées - Niveau 1	OIEau (M. Antoine Pelux) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F001">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F001</a>
25-27 janvier	Limoges	Reconduction de la qualification à la maintenance des disjoncteurs	OIEau (M. Jacques Delfosse) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C021">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C021</a>
30 janvier - 3 février	La Souterraine	Boues activées - Niveau 2: mesures et diagnostics	OIEau (Mme Sandrine Parotin) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F002">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F002</a>
31 janvier - 3 février	Limoges	Qualification à la maintenance des disjoncteurs	OIEau (M. Jacques Delfosse) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C020">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C020</a>
7-8 février	La Souterraine	Formation CATEC® Intervenant/Surveillant: Entraînement et Qualification pour l'intervention en espace confiné	OIEau - 22, Rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - Internet: <a href="http://www.oieau.org/cnfme">http://www.oieau.org/cnfme</a> - Email: <a href="mailto:inscription@oieau.fr">inscription@oieau.fr</a>
7-10 février	Limoges	Assainissement dans les pays les moins avancés	OIEau (M. Claude Toutant) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E092">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E092</a>
9 février	La Souterraine	CATEC® Intervenant/Surveillant Qualification pour l'intervention en espace confiné	OIEau (M. Régis Lamardelle) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E079">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E079</a>
10 février	La Souterraine	Formation CATEC® Intervenant/Surveillant Maintien et actualisation des connaissances	OIEau - 22, Rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - Internet: <a href="http://www.oieau.org/cnfme">http://www.oieau.org/cnfme</a> - Email: <a href="mailto:inscription@oieau.fr">inscription@oieau.fr</a>
13-15 février	LIMOGES	Reconduction de la qualification à la maintenance des disjoncteurs	OIEau (M. Jacques Delfosse) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C021">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C021</a>
13-17 février	Limoges	Génie civil des stations de traitement	OIEau (M. Antoine Pelux) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F032">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F032</a>
13-17 février	Limoges	Réhabilitation d'ouvrages de traitement des eaux usées	OIEau (M. Antoine Pelux) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F036">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F036</a>
14-17 février	Limoges	Communication et animation d'équipe	OIEau (Mme Rakha Pronost) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z041">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z041</a>
15-17 février	Limoges	Reconduction de la qualification à la maintenance des disjoncteurs	OIEau (M. Jacques Delfosse) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C021">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C021</a>
20-24 février	Limoges	Lecture et analyse des documents comptables des services d'eau	OIEau (M. Jean-Luc Celerier) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K063">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K063</a>
21-23 février	Limoges	Réglementation, gestion et mise au normes des plans d'eau	OIEau (M. Claude Toutant) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S006">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S006</a>
28 février - 2 mars	Limoges	Eutrophisation des milieux aquatiques	OIEau (M. Marc Yvan Laroye) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S0287">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S0287</a>
6-9 mars	Limoges	Conception et animation d'une réunion participative	OIEau (Mme Natacha Jacquin) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K066">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K066</a>
6-10 mars	La Souterraine	Boues activées - Niveau 3: réglages	OIEau (M. Jacky Barbe) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F018">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F018</a>
6-10 mars	La Souterraine	Découverte de l'assainissement: réseaux et stations d'épuration	OIEau (M. David Merlotti) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K059">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K059</a>
6-10 mars	La Souterraine	Exploitation et maintenance des stations de mesure en continu	OIEau (M. Fabien Semavoine) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=L010">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=L010</a>
6-10 mars	La Souterraine	Production d'eau industrielle: bases fondamentales	OIEau (Mme Héléne Allemene) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=N015">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=N015</a>
7 mars	Limoges	Adaptation aux effets du changement climatique de la gestion des ressources en eau dans un bassin-versant	OIEau (M. Claude Toutant) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S031">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S031</a>
7-8 mars	Fontenay-sous-Bois	Hygiène et sécurité au laboratoire	OIEau (Mme Anne Ranty Le Pen) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=A015">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=A015</a>
7-9 mars	La Souterraine	Traitement et contrôle des eaux de piscines	OIEau (M. Vincent Raspic) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B020">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B020</a>
7-9 mars	Sophia Antipolis	Outils d'aide à la décision et modalités d'allocation des ressources en eau	OIEau (Mme Florence Pintus) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K074">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K074</a>
7-9 mars	Limoges	Continuité écologique en rivière: réglementation, méthodes, techniques	OIEau (M. Claude Toutant) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S029">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S029</a>
7-10 mars	La Souterraine	Initiation aux traitements de potabilisation	OIEau (M. Rémi Thalamy) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B025">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B025</a>
9-10 mars	Villebon sur Yvette	Initiation à la chromatographie ionique	OIEau (M. Fabien Semavoine) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=A032">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=A032</a>
13-16 mars	Limoges	Déchets: un secteur, des métiers	OIEau (Mme Rakha Pronost) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z008">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z008</a>
13-16 mars	Limoges	Systèmes d'information géographique et GPS dans la collecte des déchets	OIEau (Melle Céline Berthe) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z036">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z036</a>
14-15 mars	La Souterraine	CATEC® Intervenant/Surveillant: Entraînement et Qualification pour l'intervention en espace confiné	OIEau (M. Régis Lamardelle) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E081">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E081</a>
16 mars	La Souterraine	CATEC® Intervenant/Surveillant Qualification pour l'intervention en espace confiné	OIEau (M. Régis Lamardelle) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E079">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E079</a>
17 mars	La Souterraine	CATEC® Intervenant/Surveillant Maintien et actualisation des connaissances	OIEau (M. Régis Lamardelle) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E094">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E094</a>

Retrouvez l'intégralité des formations sur [www.revue-ein.com](http://www.revue-ein.com)

Dates	Lieux	Intitulé de la formation	Renseignements
7 avril	La Souterraine	CATEC <sup>®</sup> Intervenant/Surveillant Maintien et actualisation des connaissances	OIEau (M. Régis Lamardelle) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E094">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E094</a>
20-23 mars	Limoges	Conception et mise en place d'une stratégie participative	OIEau (Mme Natacha Jacquin) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K067">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K067</a>
20-23 mars	Limoges	Agent d'accueil de déchèterie: un métier	OIEau (Mlle Céline Berthe) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z009">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z009</a>
20-24 mars	La Souterraine	Pose des canalisations d'eau potable - Module 1	OIEau (M. Olivier Labregere) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C013">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C013</a>
20-24 mars	Limoges	Etude hydraulique - niveau 1: bases de l'hydraulique appliquée	OIEau (M. Guillaume Thierry) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C016">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C016</a>
20-24 mars	Limoges	Construction des réseaux A.E.P.	OIEau (M. Alain Gonzales) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C049">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C049</a>
20-24 mars	La Souterraine	Réhabilitation des réseaux d'assainissement non visitables	OIEau (Mme Christine Bonvallet) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E013">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E013</a>
20-24 mars	La Souterraine	Inspection visuelle des réseaux d'assainissement - Niveau 1	OIEau (M. David Merlotti) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E070">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E070</a>
20-24 mars	La Souterraine	Exploitation d'une station de traitement des eaux usées - Niveau 1	OIEau (M. Antoine Pelux) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F001">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F001</a>
20-24 mars	Limoges	Conception et dimensionnement - module 2: traitements en milieu rural	OIEau (Mme Rakha Pronost) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F015">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=F015</a>
20-24 mars	Limoges	Choix et installation d'une pompe	OIEau (M. Laurent Deplat) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=H001">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=H001</a>
20-24 mars	Limoges	Gestion financière des services d'eau et d'assainissement	OIEau (M. Jacques Malrieu) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K028">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K028</a>
21 mars	La Souterraine	Qualification à l'échange de bouteilles de chlore gazeux: recyclage	OIEau (M. Vincent Raspic) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B041">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B041</a>
21-23 mars	Nîmes	PCR quantitative	OIEau (Mme Anne Ranty Le Pen) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=A035">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=A035</a>
21-23 mars	La Souterraine	Paramètres de qualité des eaux	OIEau (Mme Hélène Allemene) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B044">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B044</a>
21-23 mars	Limoges	SILLAGE: gestion et échange des données relatives aux plans d'épandage	OIEau (M. Vincent Lallouette) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=M012">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=M012</a>
21-24 mars	Limoges	Qualification à la maintenance des disconnecteurs	OIEau (M. Jacques Delfosse) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C020">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C020</a>
21-24 mars	Limoges	Détoxication des effluents	OIEau (M. Jacques Delfosse) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=N007">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=N007</a>
22 mars	Limoges	Méthanisation à la ferme	OIEau (M. Julien Louchard) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=M013">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=M013</a>
22-24 mars	La Souterraine	Cyanobactéries: origine, nuisances et remèdes	OIEau (M. Frédéric Massove) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B015">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B015</a>
22-23 mars	Limoges	Méthanisation à la ferme: calcul de rentabilité	OIEau (M. Julien Louchard) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=M014">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=M014</a>
23 mars	Clapiers	La gestion des risques liés à Legionella pneumophila dans les circuits de refroidissement (module n° 1)	GL BIOCONTROL - 9 Avenue de l'Europe - Cap Alpha - 34830 Clapiers - Tél.: +33 (0)9 67 39 35 20 - Fax: +33 (0)9 55 25 40 31 - Courriel: <a href="mailto:contact@gl-biocontrol.com">contact@gl-biocontrol.com</a> Internet: <a href="http://www.gl-biocontrol.com">http://www.gl-biocontrol.com</a>
23-24 mars	La Souterraine	Eaux embouteillées	OIEau (Mme Hélène Allemene) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B049">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B049</a>
24 mars	Clapiers	La quantification de la flore totale par ATP-métrie (module n° 2)	GL BIOCONTROL - 9 Avenue de l'Europe - Cap Alpha - 34830 Clapiers - Tél.: +33 (0)9 67 39 35 20 - Fax: +33 (0)9 55 25 40 31 - Courriel: <a href="mailto:contact@gl-biocontrol.com">contact@gl-biocontrol.com</a> Internet: <a href="http://www.gl-biocontrol.com">http://www.gl-biocontrol.com</a>
27-29 mars	Limoges	Reconduction de la qualification à la maintenance des disconnecteurs	OIEau (M. Jacques Delfosse) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C021">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C021</a>
27-29 mars	Limoges	Gestion des déchets dangereux des ménages (DDM)	OIEau (Mlle Céline Berthe) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z013">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=Z013</a>
27-31 mars	Limoges	Etude hydraulique - niveau 2: pompage et distribution	OIEau (M. Guillaume Thierry) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C017">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=C017</a>
27-31 mars	La Souterraine	Contrôle des branchements au réseau d'assainissement	OIEau (Mme Sandrine Marzet) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E032">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=E032</a>
27-31 mars	La Souterraine	Programmation des automates industriels	OIEau (M. Pierre-Henri Bouhet) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=I003">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=I003</a>
27-31 mars	La Souterraine	Débitmétrie - niveau 1 - et limnimétrie	OIEau (M. Fabien Semavoine) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=L001">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=L001</a>
27-31 mars	Limoges	Surveillance et entretien des digues	OIEau (M. Cyril Gachelin) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S027">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=S027</a>
28-30 mars	La Souterraine	Traitement et contrôle des eaux de piscines	OIEau (M. Vincent Raspic) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B020">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=B020</a>
28-30 mars	La Souterraine	Exploitation et maintenance d'un forage d'eau	OIEau (M. Claude Toutant) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=G004">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=G004</a>
28-30 mars	Limoges	Tarification de l'eau	OIEau (M. Jacques Malrieu) - 22, rue Edouard Chamberland - 87065 Limoges Cedex - Fax: 05 55 11 47 01 - <a href="http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K062">http://oieau.fr/cnfme/spip.php?page=formation&amp;code_stage=K062</a>

Retrouvez l'intégralité des formations sur [www.revue-ein.com](http://www.revue-ein.com)

# LE CALENDRIER DES SALONS, CONGRÈS, CONFÉRENCES

Ce calendrier est exhaustif de tous les événements dont la rédaction a connaissance, exception faite des manifestations ayant conclu des accords d'exclusivité incompatibles avec les Règles professionnelles de la Presse.

Dates	Lieux	Manifestations	Renseignements
16-19 janvier	Abu Dhabi (EAU)	International Water Summit	Reed Exhibitions Companies - Internet : <a href="http://iwsabudhabi.com/portal/home.aspx">http://iwsabudhabi.com/portal/home.aspx</a>
23-25 janvier	St Michel L'Observatoire (04)	41 <sup>èmes</sup> Journées Scientifiques du Groupe Francophone Humidimétrie et Transferts en Milieux Poreux	GFHN - <a href="https://gfhn2016.sciencesconf.org/">https://gfhn2016.sciencesconf.org/</a>
24-26 janvier	Douai (59)	Sepem Industries Nord	Even.pro - BP 17 - 21 Place des Arcades - 47150 Monflanquin Tél. : +33(0)553.49.53.00 - Fax : +33(0)553.49.53.01 E-mail : <a href="mailto:contact@sepem-industries.com">contact@sepem-industries.com</a> Internet : <a href="http://www.sepem-industries.com">http://www.sepem-industries.com</a> Offenburg Messe - Internet : <a href="http://www.abwasserpraxis.de/">http://www.abwasserpraxis.de/</a>
25-26 janvier	Offenburg (Allemagne)	Abwasser Praxis	Offenburg Messe - Internet : <a href="http://www.abwasserpraxis.de/">http://www.abwasserpraxis.de/</a>
25-26 janvier	Rennes	Biogaz Europe	BEES - <a href="http://www.biogaz-europe.com/">http://www.biogaz-europe.com/</a>
12-14 février	Riyadh (Arabie Saoudite)	Saudi Water & Electricity Forum	CWC Group - Internet : <a href="http://www.ksawpf.com">http://www.ksawpf.com</a>
14-16 février	Sydney (Australie)	11th IWA Symposium on Tastes, Odours, and algal Toxins in Water: Occurrence and Control	IWA - <a href="http://www.iwa-network.org/events/full-list-of-iwa-events">http://www.iwa-network.org/events/full-list-of-iwa-events</a>
15-17 février	Tokyo (Japon)	Interaqua	ICS Convention Design, Inc. - Internet : <a href="http://www.interaqua.jp/eng/">http://www.interaqua.jp/eng/</a>
16-18 février	Istanbul (Turquie)	IFAT Eurasia	Messe München GmbH - Internet : <a href="http://ifat-eurasia.com/">http://ifat-eurasia.com/</a>
22-24 février	Bordeaux	3 <sup>e</sup> Prospectives du CNRS-INEE	CNRS - <a href="https://prospectives17.sciencesconf.org/">https://prospectives17.sciencesconf.org/</a>
25-28 février	Téhéran (Iran)	Iran Enviro	Exhibition Management & Services Co. Internet : <a href="http://www.mtadbir.com/index.php/us/">http://www.mtadbir.com/index.php/us/</a> Fiera de Zaragoza - Internet : <a href="http://www.feriazaragoza.com/smagua.aspx">http://www.feriazaragoza.com/smagua.aspx</a>
7-9 mars	Saragosse (Espagne)	Smagua	Fiera de Zaragoza - Internet : <a href="http://www.feriazaragoza.com/smagua.aspx">http://www.feriazaragoza.com/smagua.aspx</a>
7-9 mars	Lille	Rencontres Géosynthétiques 2017	CFG - <a href="http://www.rencontresgeosynthetiques.org/">http://www.rencontresgeosynthetiques.org/</a>
8-11 mars	Tunis (Tunisie)	Hydromed	Expo-Services International Internet : <a href="http://exposervicesinternational.com/3salons/">http://exposervicesinternational.com/3salons/</a> OIEau - <a href="http://www.oieau.fr/">http://www.oieau.fr/</a> - E-mail : <a href="mailto:inscription@oieau.fr">inscription@oieau.fr</a>
15 mars	Paris	Journée de l'OIEau : Intelligence numérique : nouveaux outils pour la gestion des réseaux d'eau	OIEau - <a href="http://www.oieau.fr/">http://www.oieau.fr/</a> - E-mail : <a href="mailto:inscription@oieau.fr">inscription@oieau.fr</a>
15-16 mars	Paris la Défense	L'analyse Industrielle	Infoexpo - <a href="http://www.analyse-industrielle.fr/">http://www.analyse-industrielle.fr/</a>
16-18 mars	Orléans	Colloque International « Orléans et villes-fleuves du monde au fil des siècles : histoires d'eau et d'art »	<a href="https://reseau10.u-paris10.fr/wp-content/uploads/2016/07/Colloque-Histoires-deau-et-dart-%C3%A0-Orléans-et-dans-les-villes-fleuves-du-monde.pdf">https://reseau10.u-paris10.fr/wp-content/uploads/2016/07/Colloque-Histoires-deau-et-dart-%C3%A0-Orléans-et-dans-les-villes-fleuves-du-monde.pdf</a>
21-23 mars	Montréal (Canada)	Americana	Réseau Environnement - Internet : <a href="http://www.americana.org/fr">http://www.americana.org/fr</a>
22-23 mars	Le Havre	Seanergy 2017	Bluesign - <a href="http://seanergy-convention.com/">http://seanergy-convention.com/</a>
22-24 mars	Izmir (Turquie)	IWA Regional Symposium on Water, Wastewater and Environment: The Past, Present, and Future of the World's Water Resource	IWA - <a href="http://www.iwa-network.org/events/full-list-of-iwa-events">http://www.iwa-network.org/events/full-list-of-iwa-events</a>
28-30 mars	Paris	Forum Labo	GL Events - <a href="http://www.forumlabo.com">http://www.forumlabo.com</a>
28-31 mars	Berlin (Allemagne)	Wasser Berlin	Messe Berlin - Internet : <a href="http://www.wasser-berlin.de/en/">http://www.wasser-berlin.de/en/</a>
30 mars	Paris	Journée scientifique sur l'incidence des moyens de stockage et de distribution sur la qualité des eaux	ASEES - E-mail : <a href="mailto:marie-claude.menet@parisdescartes.fr">marie-claude.menet@parisdescartes.fr</a> ou : <a href="mailto:asees@orange.fr">asees@orange.fr</a>
4-6 avril	Sofia (Bulgarie)	Water Sofia	Inter Expo Center Ltd. - <a href="http://bulcontrola.com/en">http://bulcontrola.com/en</a>
4-7 avril	Sao Paulo (Brésil)	Pollutec Brasil	Reed Exhibitions Compagnies - <a href="http://www.pollutec-brasil.com/en/">http://www.pollutec-brasil.com/en/</a>
5-7 avril	Leipzig (Allemagne)	Terratec	Lepziger Messe - <a href="http://www.terratec-leipzig.de/">http://www.terratec-leipzig.de/</a>
6 avril	Lyon	12 <sup>e</sup> Conférence Autosurveillance des systèmes d'assainissement	GRAIE - <a href="http://www.graie.org/">http://www.graie.org/</a>
18-20 avril	Kuala Lumpur (Malaisie)	Water Malaysia	Protemp Exhibitions - Internet : <a href="http://www.watermalaysia.com/">http://www.watermalaysia.com/</a>
25-27 avril	Avignon (84)	Sepem Industries Sud-Est	Even.pro - BP 17 - 21 Place des Arcades - 47150 Monflanquin Tél. : +33(0)553.49.53.00 - Fax : +33(0)553.49.53.01 E-mail : <a href="mailto:contact@sepem-industries.com">contact@sepem-industries.com</a> Internet : <a href="http://www.sepem-industries.com">http://www.sepem-industries.com</a>
2-5 mai	Entebbe (Ouganda)	Conférence sur les grands lacs africains	AGL - <a href="http://www.greatlakesofafrica.org/fr/">http://www.greatlakesofafrica.org/fr/</a>
4-6 mai	Shanghai (Chine)	IFAT China	Messe München GmbH - Internet : <a href="http://www.ie-expo.com/">http://www.ie-expo.com/</a>
10-12 mai	Cassel (Allemagne)	Ro-Ka-Tech - Salon européen des canalisations	Messe Kassel - <a href="http://www.eventseye.com/fairs/fr-ro-ka-tech-2293-0.html">http://www.eventseye.com/fairs/fr-ro-ka-tech-2293-0.html</a>
17-18 mai	Montpellier	Hydrogaia	Pôle Eau - <a href="http://www.hydrogaia-expo.com/">http://www.hydrogaia-expo.com/</a>
23 mai	Paris (75)	Journée de l'OIEau : GEMAPI : contour et mise en œuvre de la compétence	OIEau - <a href="http://www.oieau.fr/">http://www.oieau.fr/</a> - E-mail : <a href="mailto:inscription@oieau.fr">inscription@oieau.fr</a>
23-24 mai	Birmingham (Grande Bretagne)	IWEX	Faversham Group - Internet : <a href="http://www.iwex.co.uk/">http://www.iwex.co.uk/</a>
31 mai - 1 <sup>er</sup> juin	Bordeaux	Expobiogaz	Biogaz Vallée - <a href="http://www.expo-biogaz.com/">http://www.expo-biogaz.com/</a>
6-9 juin	Liège (Belgique)	96 <sup>ème</sup> Congrès de l'ASTEE	Internet : <a href="http://www.astee.org">http://www.astee.org</a>
7-10 juin	Bangkok (Thaïlande)	Thai Water	UBM Asia - Internet : <a href="http://www.thai-water.com/en-us/home.aspx/">http://www.thai-water.com/en-us/home.aspx/</a>
13 juin	Paris (75)	Journée de l'OIEau : Sécurité physique des ouvrages d'eau : comment repousser les délais d'effraction ?	OIEau - <a href="http://www.oieau.fr/">http://www.oieau.fr/</a> - E-mail : <a href="mailto:inscription@oieau.fr">inscription@oieau.fr</a>
14-16 juin	Sophia-Antipolis - Nice	Conférence SimHydro 2017	Internet : <a href="http://www.simhydro.org/">http://www.simhydro.org/</a>

Retrouvez l'intégralité du calendrier sur [www.revue-ein.com](http://www.revue-ein.com)

## Quand la Loire était naviguée...

Par Christophe Bouchet

D.R.

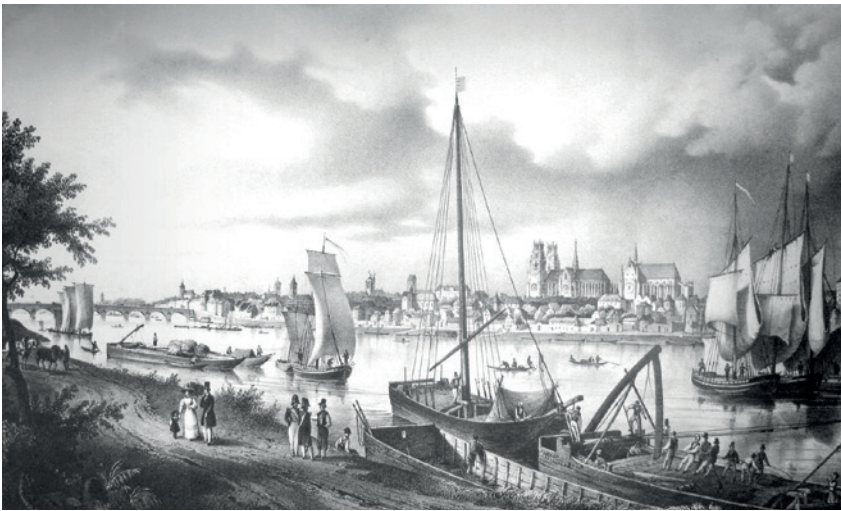
**Jusqu'au 19<sup>ème</sup> siècle, la Loire est au centre d'une intense activité économique. Le plus long fleuve de France est depuis longtemps un axe important pour le commerce, malgré une navigabilité difficile due à son régime irrégulier et à ses multiples bancs de sable.**

**C'**est difficile à croire et pourtant: la Loire a été, jusqu'à une époque récente, le cours d'eau le plus navigué de notre pays. De nombreux documents l'attestent: jusqu'au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, la navigation sur la Loire fut intense. Avec un bassin recouvrant près du cinquième du territoire français, les hommes ont compris très tôt tout le parti qu'ils pouvaient tirer du fleuve. Dès la préhistoire, on trouve une trace de son importance pour la circulation des hommes et des marchandises. Jules César lui-même comprit

l'importance stratégique de la navigation sur la Loire: les romains l'utilisèrent beaucoup. Sous Philippe le Bel, vers 1300, il existait déjà une communauté des marchands et marinières très structurée qui travaillait sur la Loire. Vers 1500, les "nautoniers" deviennent "mariniers" puis au milieu du 16<sup>ème</sup> siècle "voituriers par eau" et finalement "bateliers" vers 1600. La batellerie fluviale, qui connut ses heures de gloire du 17<sup>ème</sup> jusqu'à la moitié du 19<sup>ème</sup> siècle, fut un moyen de transport très important dans la France d'autrefois. Un arrêt du conseil d'État du

mois de février 1661 l'atteste: "La rivière de Loire étant le plus grand fleuve et le plus important du Royaume", fait "la meilleure part du commerce de France". Les villes, les châteaux, les cultures et les industries se sont lentement constitués sur les bords du fleuve, en étroite relation avec la navigation fluviale.

Pour le comprendre, il suffit de regarder la carte. Car ici comme ailleurs, l'histoire, c'est d'abord la géographie: par sa longueur et son tracé, la Loire, le plus long fleuve de France, forme un trait d'union entre les ports de l'Atlantique, le centre



D.R.

Malgré ses caprices, la Loire a longtemps été la principale voie de pénétration vers l'intérieur. Naviguée 8 à 9 mois sur 12 par des bateaux à faible tirant d'eau, elle était préférée à la Seine et ses méandres encaissés jugés trop abrités des vents dominants.

et le sud du Bassin parisien, le Massif central et l'axe rhodanien. Elle permet de relier l'Atlantique à la Méditerranée, la France de l'ouest et du nord à celle du centre et du midi. Le trafic sur le fleuve a donc rythmé la vie des cités qui le bordent malgré une navigabilité difficile due à de multiples bancs de sable et à un régime irrégulier et dangereux.

### Un fleuve au régime irrégulier et dangereux

La Loire est le seul cours d'eau d'Europe qui puisse être remonté à la voile sur près de 400 kilomètres. Son orientation, opposée à celle des vents dominants d'ouest, permet de naviguer au portant jusqu'à Orléans. Là, sa nouvelle orientation Sud-nord ne facilite plus la remontée à la voile, sinon avec des vents du Nord. D'autre part, à partir de Roanne, terminus de la navigation montante, le lit de la Loire interdit toute remontée, même par le halage. On naviguait donc à la voile de Nantes à Orléans. À l'amont d'Orléans, le vent n'étant plus portant, on remontait au halage, humain le plus souvent.

Malgré cette orientation favorable, la navigation sur la Loire n'était pas de tout repos. Car le fleuve, hier comme aujourd'hui, n'a jamais été autre chose qu'un cours d'eau instable, au lit encombré de bancs de sables et d'îlots. L'état de son lit n'était pas très différent de ce qu'il est d'aujourd'hui: peu profond, il se déplace au hasard de crues aussi fréquentes que subites. De plus, la Loire se caractérise par un régime très irrégulier. Elle peut passer d'un extrême à l'autre, de la grande crue soudaine à l'étiage qui assèche ses bras jusqu'à les réduire à de minces filets d'eau se perdant au milieu des sables. La navigation doit s'adapter aux conditions naturelles du fleuve et faire face à de nombreuses embûches: faible profondeur, instabilité, irrégularité, forts courants, engravement et ensablement. La profondeur n'excède un mètre trente que 186 jours en aval de la Vienne et seulement 118 jours en amont d'Orléans. Le fond est capricieux et irrégulier, des rochers affleurent la surface, les trous d'eau sont nombreux et profonds. Pour faciliter la navigation,

le fleuve fait l'objet dès le Moyen Âge d'un travail d'entretien et de balisage. Des cantonniers sont chargés de curer, nettoyer et baliser les passages difficiles. Les balises qui limitaient le chenal côté nord conservaient une flèche droite. Celles qui signalaient le chenal côté sud étaient au contraire cassées. Pour maintenir un chenal navigable, des épis immergés et des duys (levées en pierre) sont édifiés dans le lit. Malgré cela, il faut chaque jour "chevaler" le lit du fleuve avec une planche de 8 à 9 pieds de large pour dégager le sable du chenal.

Les hautes eaux sont l'époque où la navigation est la plus dangereuse. Mais quand arrive la décrue, d'autres dangers guettent. Les chalands s'échouent dans les sables. Il faut descendre dans l'eau, dégager le fond du bateau et parfois le délester de son chargement quand l'échouage est dû au manque de profondeur.

La navigation se pratiquait "à la descente", de Roanne, Digoin et Cosne vers Orléans et Nantes. Les chalands, sans mât ni voile, dévalaient le courant, pilotés à l'aide de "bâtons de quartiers".

Pour la navigation "à la remonte", les chalands ou gabares étaient attelés en train, du plus gros en tête, au plus petit en queue de convoi pour ne pas se déventer. On naviguait à la voile de Nantes à Orléans puis, lorsque le vent n'était plus portant, on remontait au halage.

À la descente, selon l'état du fleuve, on mettait de 4 à 8 jours pour aller de Roanne à Briare. Le trajet Orléans-Nantes nécessitait de 5 à 16 jours. À la remonte, ces durées étaient au moins multipliées par trois.

### Des bateaux à fonds plats

Pour naviguer, les bateliers utilisaient des embarcations qui n'avaient rien de comparable avec celles que nous connais-



Le fleuve, hier comme aujourd'hui, n'a jamais été autre chose qu'un cours d'eau instable, au lit encombré de bancs de sables et d'îlots.

D.R.





D.R. Petite gabare remontant la Loire à Béhuard (Maine-et-Loire) en 2015.

sons. Les bateaux de Loire se distinguent par leur fond plat, adapté au lit irrégulier du fleuve. Leurs bordées à clins, leur long gouvernail et leur voilure carrée portée par un mât amovible pour pouvoir passer sous les ponts assurent aux gabares ou chalands une silhouette reconnaissable entre toutes. Sur le pont était parfois aménagé un abri de planches, une sorte de "carré", où le batelier et son équipage pouvaient dormir.

Ces embarcations faites de chêne, de sapin ou de frêne portaient le nom de "salearbards", de "monistrots", de "tous" ou de "chalands". Elles arpenteront inlassablement le fleuve jusqu'au début du 19<sup>ème</sup> siècle. Chacune avait ses caractéristiques propres. Ainsi de "la sapine" qui ne naviguait que dans le sens du courant et qui, à l'arrivée, était le plus souvent déchirée au terme d'un unique voyage. Ce bateau qui pouvait mesurer jusqu'à 40 mètres de long était déchargé de sa cargaison avant d'être déchiré, les planches étant récupérées pour servir de bois de chauffage ou être utilisées dans le bâtiment. La gabarre ou le chaland permettait en revanche de naviguer avec ou contre le courant car il comportait mâts et voiles.

En 1820 apparaissent les premiers bateaux à vapeur de Nantes à Angers, puis Saumur, Tours et Orléans... Ils facilitent beaucoup la remontée du courant et jouent bientôt un rôle important dans le développement éco-

nomique de la région. En 1843, quatre Compagnies sillonnent la Loire de Nevers à Nantes, avec 150 000 voyageurs transportés et près de 400 000 tonnes de marchandises par an. À l'époque, plus de 10 000 bateaux à voile ou à vapeur naviguent sans interruption sur le fleuve. Chaque ville ou village dispose de son port et de son embarcadère.

### Marinier sur la Loire : un métier risqué

On imagine difficilement l'activité engendrée par la navigation sur le fleuve. Et pourtant, le transport de marchandises donne naissance à une multitude d'activités nouvelles : fabricants de voiles, de mâts, voituriers, marchands de vins, de grains, de charbons, vinaigriers, collecteurs d'impôts, cordiers, tonneliers, d'Est en Ouest et d'Ouest en Est on transporte toutes sortes de marchandises. Des denrées périssables telles que le vin, le poisson, le blé, les huîtres le sel ou le

sucré. Le transport de ces marchandises était suspendu à l'arrivée d'un moment propice. Ainsi de ce batelier qui, au milieu du 17<sup>ème</sup> siècle, s'engage à charger et à conduire du vin "à la prochaine crue d'eau qui viendra" ! Bois de chauffage, charbon, pierres d'Apremont, poteries du Nivernais, toiles de coton ou tonneaux étaient acheminés "à la descente" vers Nantes. Les bateaux transportaient "à la remonte" le sel ou encore les produits du commerce des îles arrivés à Nantes, les ardoises d'Angers, ou encore vers Roanne, les vins et les vinaigres d'Orléans.

Les mariniers étaient des hommes rudes, souvent pauvres, ne sachant ni lire, ni écrire, ni même nager. Réputés bagarreurs, voleurs, ivrognes et grossiers, ils exerçaient en réalité un métier difficile, ingrat et toujours dangereux. Les mariniers sont d'abord des nomades. À eux seuls, ils constituent un monde à part avec ses règlements, ses codes et ses coutumes. Le métier se transmet souvent de père en fils. Mais la profession est très hiérarchisée : le garçon marinier, simple employé, vit au jour le jour ; le voiturier par eau, propriétaire de son bateau, transporte le fret pour des marchands. Quant au marchand-voiturier par eau, il a de l'argent et possède souvent plusieurs bateaux. Il achète des marchandises qu'il transporte puis revend ensuite.

Jusqu'à la seconde moitié du 19<sup>ème</sup> siècle, la Loire sera donc la source directe d'une intense activité économique.

Mais l'inauguration, en 1843, de la première ligne de chemin de fer entre Paris et Orléans et l'avancée inexorable du transport par le rail, sonnent le début du déclin de la marine de Loire. En 1847, le prolongement du chemin de fer vers Tours et Bourges condamnera la navigation ligérienne à une rapide et définitive disparition. Dès 1914, il ne restera plus que quelques quais et anneaux d'amarrage pour rappeler que pendant plusieurs siècles la navigation sur la Loire a joué un rôle clé dans le développement de notre pays. ■



Aujourd'hui, il ne reste plus que quelques quais et anneaux d'amarrage pour rappeler que la navigation sur la Loire a joué un rôle clé dans le développement de notre pays.

# AQUANEUTRA

petites bulles

à grand rendement...

abaissement du CO<sub>2</sub> libre jusqu'à 2 mg/l  
ajustement automatique aux variations du débit et qualité d'eau



Installation des eaux potables de Bale – débit 1 400 m<sup>3</sup>/h

Neutralisation à haut rendement des eaux agressives  
Modification de l'équilibre calco-carbonique des eaux de forage  
Technologie AQUADOSIL : plus de 250 références de 4 à 12 000 m<sup>3</sup>/h

12 bis rue du Cdt Pilot  
92200 Neuilly sur Seine, France  
Tél : 01 4640 4949 - Fax : 01 4640 0087  
Email : [info@cifec.fr](mailto:info@cifec.fr) - Web : [www.cifec.fr](http://www.cifec.fr)





## Optimisation et fiabilisation des filières de traitements

### Séparation



Séparateurs  
à disque

### Transfert et mélange effluents chargés



Pompes  
dilacératrices

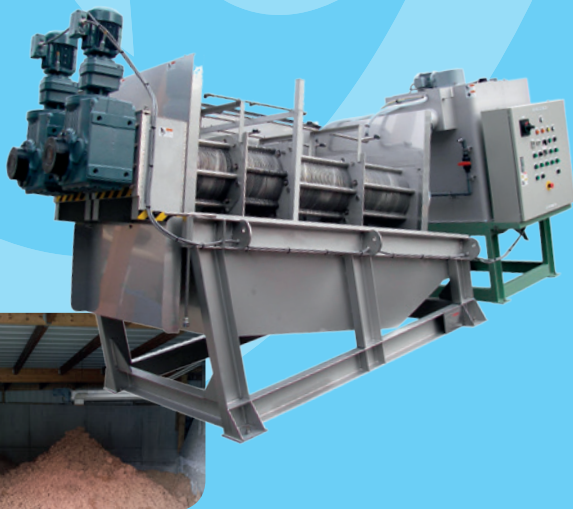
### Aération



Turbines haut rendement



EFFLUENTS  
DIGESTATS  
BOUES  
DECOURTS



Presses à disque



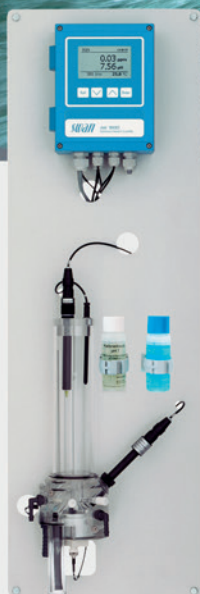
Agitateurs  
fiables et efficaces



# Instrumentation pour l'analyse de l'eau en ligne



Bodensee Wasserversorgung©



Chlore, ozone,  
dioxyde de chlore



Turbidimètre  
sans contact



Chlore libre, mono & dichloramine,  
Chlore total en ligne par colorimétrie.

Made in Switzerland



Photo-colorimètre  
portable



Photo-colorimètre pH/  
redox-mètre portable



www.swan.ch

[www.swan.ch](http://www.swan.ch)

**swan**  
ANALYTICAL INSTRUMENTS