

L'optimisation du traitement du phosphore en STEP : sécurisation des performances épuratoires et réduction des coûts d'exploitation

Marie Inizan et Fabrice Rolland -
HACH sas

Alexandre Riviere,

Communauté d'agglomération du Grand-Poitiers,
direction de l'eau et de l'assainissement

Les stations d'épuration (STEP) doivent aujourd'hui répondre à des contraintes de plus en plus sévères en termes de qualité de rejet, notamment sur les paramètres phosphorés et azotés.

Fort de son expertise des technologies de mesures, Hach® a développé des solutions globales d'optimisation des procédés de traitement des eaux usées, basées sur sa connaissance des processus de traitement des eaux. Ces solutions de pilotage en temps réel appelées RTC (Real Time Control ou régulation en continu) ont été notamment développées pour l'optimisation du traitement de l'azote et du phosphore.

ABSTRACT

The optimisation of the treatment of phosphorus in treatment stations: securitisation of treatment stations and reducing operating costs.

Treatment stations these days have to adhere to increasingly restrictive constraints in terms of the quality of the waste, particularly within the parameters of phosphorus and nitrogen levels. On the strength of their expertise in measurement technology, Hach® has developed comprehensive optimisation solutions for waste water treatment processes, based on its knowledge of water treatment processes. These Real Time Control (RTC) management solutions have been developed mainly for the purposes of optimising nitrogen and phosphorus treatment.

Ces modules d'optimisation, en plus de fiabiliser et sécuriser le traitement et le respect des normes de rejet, permettent l'enregistrement de gains d'exploitation par rapport à des systèmes conventionnels :

- Réduction de la consommation de réactifs (ex : précipitants pour le phosphore) ;
- Réduction du volume de boues produites ;
- Réduction de la consommation électrique du poste aération.

Le module d'optimisation du traitement du phosphore, appelé RTC-P, pilote le dosage de sels métalliques sur la base d'une mesure en ligne d'ortho-phosphate.

Aujourd'hui, plus de 200 sites ont été équipés en RTC-P en Europe, dans des environnements très différents, tant en termes de :

- Configuration du traitement du phosphore :

traitement primaire, précipitation simultanée ou traitement tertiaire ;

- Contexte : rejets urbains, mixtes ou industriels ;
- Enjeu : problématique de qualité du rejet et/ou enjeu économique.

Un système P-RTC a été mis en place sur la station d'épuration de Poitiers : vous trouverez ci-après le retour d'expérience sur cette installation après un an de fonctionnement.

Matériels et méthodes

Le module d'optimisation P-RTC, dédié à l'élimination physico-chimique des phosphates, pilote l'injection de précipitant (sels métalliques) en fonction de la concentration instantanée en ortho-phosphates.

Ce système de commande et de régulation

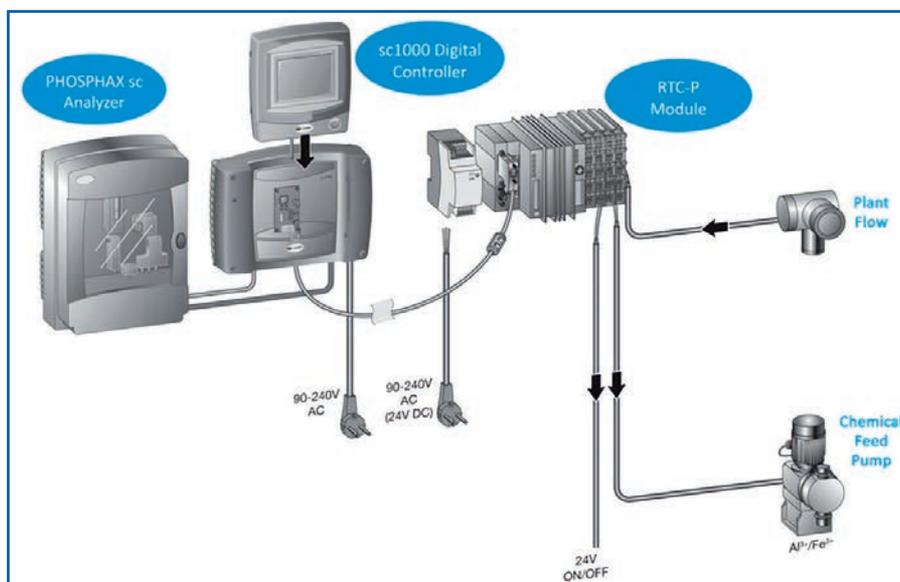


Figure 1: Schéma de principe du P-RTC.

dose automatiquement, en fonction de la charge, le réactif nécessaire pour la précipitation physico-chimique des phosphates dans les stations d'épuration.

Le matériel nécessaire à une telle optimisation, voir figure 1, est:

- Un analyseur Phosphax pour la mesure en ligne des ortho-phosphates.
- Un module de filtration pour le prélèvement et la préparation de l'échantillon en amont de l'analyseur d'ortho-phosphates.
- Un transmetteur type SC1000 pour l'affichage des valeurs d'ortho-phosphates mesurées et pour l'interface utilisateur de la régulation d'injection de sels métalliques.
- Un système de maintenance prédictive Prognosis, intégré au transmetteur, qui permet de fiabiliser et sécuriser les mesures ortho-phosphates.
- Un système RTC-P, PC industriel compact, qui pilote le débit d'injection de chlorure ferrique.

La mesure en ligne des ortho-phosphates par l'analyseur Phosphax

L'analyse des ortho-phosphates est faite

par le Phosphax-sc. Cet analyseur détermine la teneur en phosphate à l'aide de la méthode au vanado-molybdate. Un photomètre mesure la couleur jaune propre au PO_4 . Avant chaque mesure, il détermine automatiquement la couleur intrinsèque de l'eau.

Le Phosphax-sc réunit les avantages suivants:

- Très faible consommation de réactifs et donc de coût d'exploitation.
- Échelle de mesure: 0.05 à 15mgP- PO_4 /l.
- Facilité d'installation: directement en extérieur près du point de prélèvement avec coffret hors gel ventilé permettant de supporter des températures allant de -20 °C à 45 °C.
- Temps de réponse rapide: 5 minutes, y compris l'échantillonnage, avec une fréquence d'échantillonnage modifiable par l'opérateur.

La préparation de l'échantillon

Un système de préparation de l'échantillon doit être positionné en amont de l'analyseur Phosphax pour alimenter l'analyseur avec un effluent débarrassé de toutes

matières en suspension.

Selon le point de prélèvement choisi et le pouvoir colmatant de l'effluent prélevé, plusieurs solutions de filtration existent:

- Filtration membranaire avec simple bullage à l'air pour les applications les moins colmatantes de types boues activées (sondes filtrantes/Filtrax Eco);
- Filtration membranaire avec une plus grande surface de filtration (Filtrax) pour des applications en sortie de traitement primaire, en sortie de STEP ou en zone faiblement brassée (dégazeur);
- Filtration membranaire avec rétro-lavages à l'air et rétro-lavages chimiques pour les applications les plus difficiles type eaux brutes (TMS).

Le transmetteur SC1000

La lecture des mesures ortho-phosphates est faite via le transmetteur SC1000. Le transmetteur SC1000 est également l'interface opérateur pour l'accès aux paramètres de la régulation. Ce transmetteur peut recevoir directement jusqu'à 5 capteurs en plus du Phosphax (exemples: mesures sc O_2 , MES, Redox...). Le transmetteur SC1000 se compose d'un module d'affichage et d'une base pour câblage en numérique des sondes et analyseurs.

L'outil d'aide à la maintenance:

Prognosis

Le transmetteur SC1000 est, en complément, équipé d'un module de diagnostic intégré qui fournit un aperçu de la fiabilité des mesures et des besoins en maintenance des instruments. PROGNOSYS est un outil qui s'appuie sur un logiciel de diagnostic breveté à variables multiples pour lire les différentes entrées des instruments et avertir l'opérateur de ses performances géné-



Figure 2: Les systèmes de filtration de l'échantillon (de gauche à droite: sonde filtrante, Filtrax, TMS).

rales. Le tableau de bord fournit une indication immédiate de la fiabilité des mesures et des besoins en entretien. La mesure P-PO₄ étant utilisée directement pour le pilotage de l'installation, cette fonctionnalité de maintenance prédictive permet de fiabiliser et sécuriser le dispositif entier.

Le P-RTC, système de régulation du dosage de coagulant

Sur la base des mesures en P-PO₄ réalisées par l'analyseur Phosphax, le régulateur P-RTC calcule et restitue une consigne de dosage en FeCl₃ pour atteindre la valeur cible souhaitée en P-PO₄ au rejet. Le P-RTC, PC-industriel compact à placer dans les armoires électriques de l'installation, se positionne en satellite de l'automate du site et fournit les ordres de marche de la pompe doseuse ainsi que les consignes de dosage. Pour les besoins du calculateur, la donnée de débit transitant sur l'installation doit être remontée sur le P-RTC via un signal 4/20 mA. Le module de régulation RTC permet de stabiliser les processus de traitement, particulièrement pendant les périodes de variations de charge ou en l'absence d'opérateur sur site. Tous les paramètres pertinents au pilotage de l'injection des sels métalliques, pour la stabilité du traitement et la sécurité opérationnelle sont par ailleurs ajustables à tous moments et de manière intuitive via le transmetteur.

Illustration du P-RTC en précipitation simultanée sur la STEP de Poitiers

La station d'épuration de Poitiers a été équipée en avril 2016 d'un système d'optimisation du traitement du phosphore de type P-RTC.

Présentation de la station d'épuration de Poitiers La Folie

La station d'épuration de Poitiers a une capacité de 160 000EH. Elle est composée de prétraitements, d'une filière biologique avec 2 bassins d'aération avec fonctionnement séquencé de l'aération et précipitation simultanée du phosphore par injection de sels de fer. Les boues sont épaissies par flottation puis déshydratées par filtre-pressé.

La norme de rejet de la STEP de Poitiers sur le paramètre phosphore est de 1mgPT/l en moyenne annuelle. L'abatte-

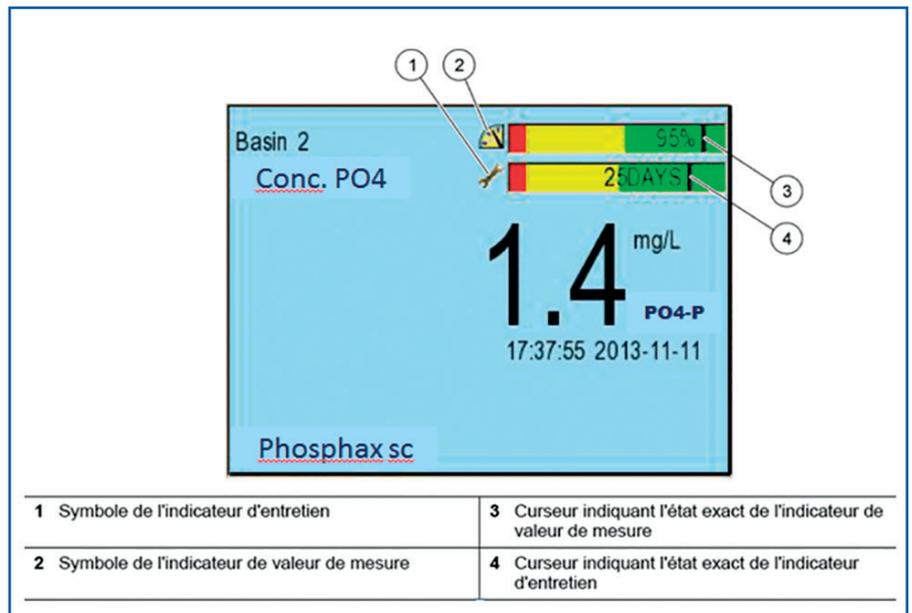


Figure 3: Affichage de la mesure sur le transmetteur avec les indicateurs de performance Prognosis.



Figure 4: Implantation mesure PPO₄; STEP de Poitiers.



Figure 5: L'installation en place sur Poitiers La Folie.

ment du phosphore est fait par voie biologique via la présence d'une zone anaérobie dans les BA et par traitement physico-chimique avec précipitation simultanée au chlorure ferrique au sein des bassins d'aération.

La situation initiale 2014 était de:

- Charge moyenne entrante en PT : 147 kgPT/j;
- Consommation moyenne annuelle file eau: 300 t FeCl₃/an;
- Concentration moyenne observée au rejet: 0.5 mgPT/l.

Le matériel en place sur la STEP de La Folie

La configuration choisie pour la STEP de La Folie est (cf. figure 4 et figure 5):

- Une mesure d'ortho-phosphates par un analyseur Phosphax positionné sur le dégazeur, derrière le point d'injection en FeCl₃.
- Un module de filtration Filtrax mis en place pour le prélèvement et la préparation de l'échantillon en amont de l'analyseur d'ortho-phosphates.
- Un système RTC-P boucle fermée pilotant le débit d'injection de chlorure ferrique sur les 2 bassins.

Le site de Poitiers n'est pas équipé de pompes doseuses pilotables à distance à débit variable. Les pompes doseuses fonctionnent donc en mode cyclique marche/arrêt.

Le choix du pilotage en boucle fermée permet, en plus de l'ajustement du dosage au plus juste de la pollution à traiter, une

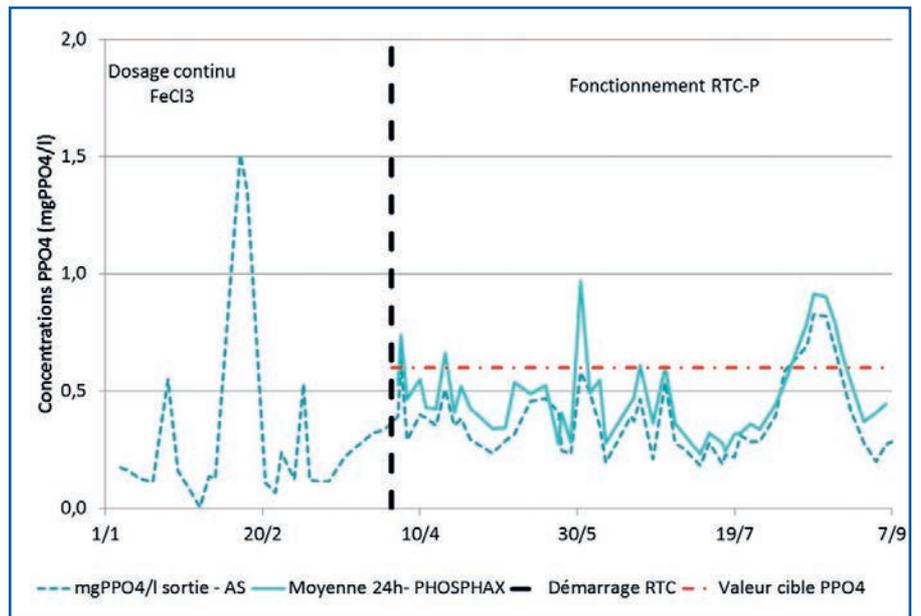


Figure 6: Données AS P-PO₄ avant et après RTC et moyenne 24h analyseur PPO₄.

mesure en continue des ortho-phosphates au rejet (la concentration en P-PO₄ n'évoluant quasiment pas au sein du clarificateur).

L'installation est pilotée en régulation par le RTC depuis le 01/04/2016.

L'injection en FeCl₃ était initialement pilotée en mode cadence/durée avec un fonctionnement séquencé de la pompe doseuse de 20 minutes de marche et 10 minutes d'arrêt à un débit fixe de 18l/h/file.

Les résultats obtenus sur la STEP de La Folie

L'optimisation des paramètres de la régulation

La mise en service d'un P-RTC s'accompagne toujours d'une période d'observation et d'optimisation des paramètres de la régulation. Durant cette période de 3 mois,

les réglages optimums de la régulation PID (Proportionnel, Intégrale, et Dérivée) sont établis afin d'avoir la meilleure réactivité possible de dosage aux éventuelles variations de concentrations en PPO₄.

Par ailleurs, les pompes doseuses de la STEP de Poitiers n'étant pas à débit variable, cette période d'optimisation a permis également de définir le débit idéal auquel faire fonctionner la pompe de FeCl₃ pour absorber les pics de charges importants, tout en conservant des temps de fonctionnement suffisants de la pompe doseuse en période de faible charge.

Performances et stabilité du traitement du phosphore

La figure 6 ci-dessus illustre les données de sortie d'auto-surveillance (AS) en PPO₄ (sortie STEP) associées aux moyennes 24h des données Phosphax.

Cette figure permet:

- De confirmer la bonne corrélation de la mesure du Phosphax par rapport aux données réelles d'auto-surveillance mesurées au rejet;
- D'observer la stabilité des données d'AS au rejet depuis la mise en service du RTC au 1^{er} avril 2016, avec des valeurs au rejet très proches des valeurs cibles, en limitant les dépassements excessifs de la valeur cible ou les situations de surdosage importants. Il est à noter que le fonctionnement de la pompe doseuse uniquement en mode marche/arrêt ne permet pas un écrêtement complet des pics d'ortho-phosphates sur certaines périodes.

En complément, sont représentées sur la figure 7 les données d'AS 2016 en phosphore total et ortho-phosphates avant et

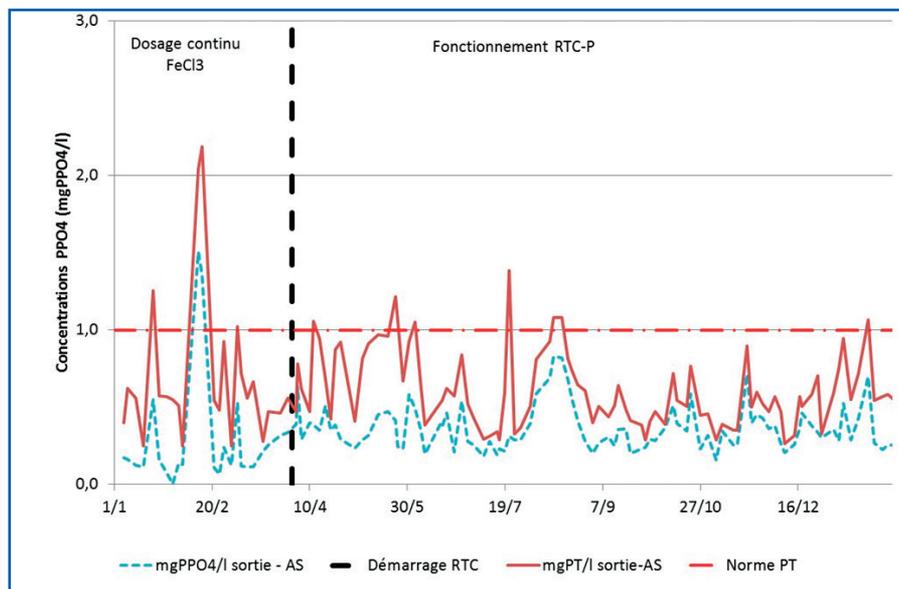


Figure 7: Données AS PPO₄ et PT avant et après RTC.

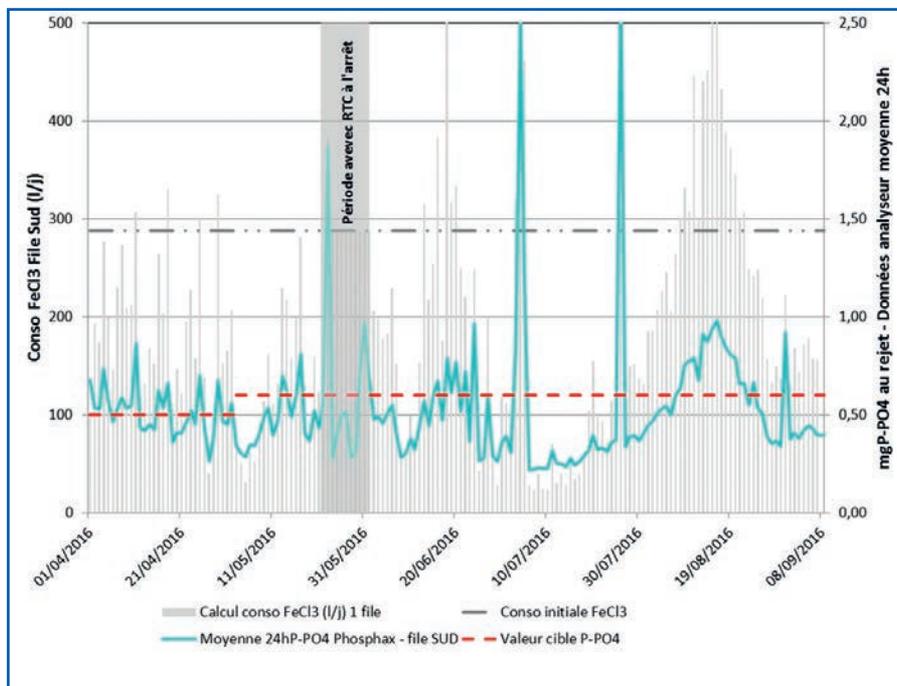


Figure 8: Synthèse des données de consommation en $FeCl_3$ en régulation et moyennes 24h données PPO_4 , Phosphax depuis la mise en service.

après pilotage RTC. Même si la norme PT est à tenir en moyenne annuelle, on observe que le P-RTC permet de limiter les pics de concentrations en ortho-phosphates et de stabiliser les performances. **Le P-RTC a permis de stabiliser les performances de traitement du phosphore. Il assure la sécurisation des performances épuratoires et du respect des normes de rejet.**

La consommation en chlorure ferrique
La figure 8 présente les moyennes 24h des mesures $P-PO_4$ du Phosphax en parallèle des consommations en $FeCl_3$ quotidiennes et de la consommation initiale du site. Ce

graphique permet notamment d'observer l'adaptation de la quantité de $FeCl_3$ injectée par rapport à la charge réelle en phosphore à abattre: la consommation en $FeCl_3$ varie d'un jour à l'autre pour maintenir le respect de la valeur de consigne au rejet. Il est à noter que les dépassements importants en concentrations des valeurs cibles correspondent à certains jours où la capacité de la pompe doseuse n'a pas été suffisante à l'écrêtement des pics d'ortho-phosphates. Sur le premier semestre d'exploitation du RTC, le gain observé a été de l'ordre de 35 à 40 % de la consommation initiale. Sur une année complète de fonctionnement entre avril 2016 et mars 2017, la consigne

moyenne de dosage en chlorure ferrique calculée par le RTC a été de 209l/j/file. Le dosage initial en $FeCl_3$ était de 288l/j/file. **Le P-RTC a permis d'optimiser la consommation de chlorure ferrique, avec une réduction de la consommation de 27 % sur un an complet d'exploitation.**

Conclusion

L'optimisation du fonctionnement du traitement physico-chimique du phosphore avec un système tel que le P-RTC est indispensable pour les STEP qui veulent optimiser leur outil épuratoire et garantir leur norme de rejets.

Le P-RTC permet de stabiliser les performances de traitement du phosphore. Il assure la sécurisation des performances épuratoires et du respect des normes de rejet. Il permet de réduire les coûts d'exploitation avec:

- Une optimisation de la consommation en chlorure ferrique et une corrélation de cette consommation à la charge réelle à traiter en phosphore;
- Une baisse attendue de la production de boues physico-chimique associée à cette réduction de consommation de chlorure ferrique.

Il permet de faciliter la gestion de l'exploitation de la STEP avec une visualisation permanente du niveau de traitement du phosphore et un réajustement automatique du dosage en sels métalliques aux besoins réels de l'installation. ■

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. Les usages 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, géré 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 Etat 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.

➔ 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

EXPO BIOGAZ

LE SALON FÉDÉRATEUR DE LA FILIÈRE BIOGAZ



31 MAI & 1^{ER} JUIN 2017
LE HANGAR 14,
BORDEAUX, FRANCE

BORDEAUX accueille
la 6^{ème} édition du salon de toutes
les typologies de méthanisation
et de valorisation du biogaz

Trouvez toutes les solutions pour vos projets :

- Fournisseurs d'unités de méthanisation
- Equipements pour pré-traitement, digestion, épuration
- Injection et co-génération
- Mobilité GNV et BioGNV
- Services et maintenance...

Formez-vous et informez-vous

- Conférences
- Trophée de l'Innovation
- Visites de sites
- Village Agricole
- Rendez-vous d'affaires
- SOS porteurs de projets

 **180**
exposants
et marques

 **3 000**
professionnels
attendus

**Demandez votre badge
d'accès gratuit**

**www.expo-biogaz.com
avec le code PMEIN**

En partenariat avec :



CO-ORGANISÉ PAR



  **WWW.EXPO-BIOGAZ.COM**