



**HAL**  
open science

## **INFLEX, pour un pilotage optimisé d'un bassin biologique de type boue activée - retours d'expérience**

X. Lefebvre, M. Mauret, M. Pocquet, M. Sperandio, J.P. Canler

### ► **To cite this version:**

X. Lefebvre, M. Mauret, M. Pocquet, M. Sperandio, J.P. Canler. INFLEX, pour un pilotage optimisé d'un bassin biologique de type boue activée - retours d'expérience. 22èmes Journées Information Eaux (JIE 2016), Oct 2016, Poitiers, France. 4 p. hal-01417294

**HAL Id: hal-01417294**

**<https://hal.science/hal-01417294>**

Submitted on 16 Dec 2016

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

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

# **INFLEX, pour un pilotage optimisé d'un bassin biologique de type boue activée – retours d'expérience**

X. Lefebvre<sup>(1)</sup>, M. Mauret<sup>(1)</sup>, M. Pocquet<sup>(1)</sup>, M. Sperandio<sup>(2)</sup> et J.P. Canler<sup>(3)</sup>

(1) CRITT Génie des Procédés et Technologies Environnementales – INSA Toulouse

(2) LISBP Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et Procédés – INSA Toulouse

(3) IRSTEA Lyon

## **Introduction**

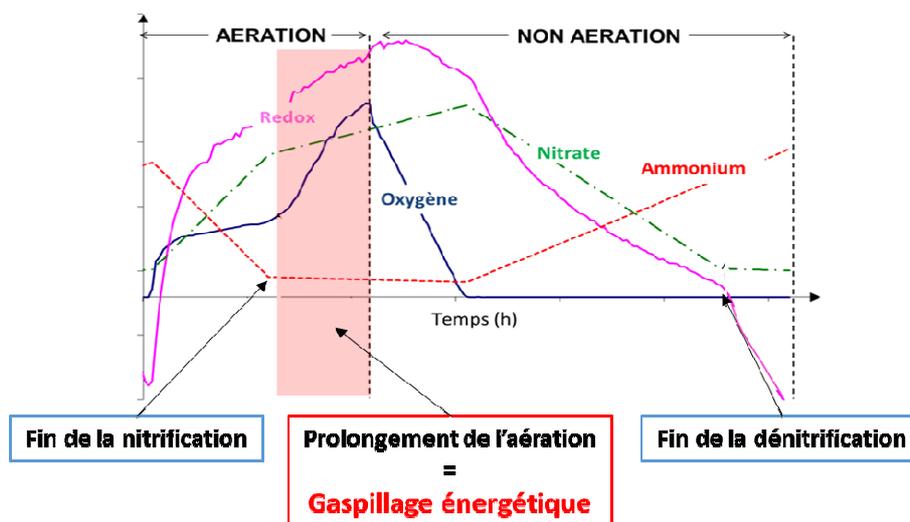
Dans le domaine du traitement des eaux usées, l'exploitant de station d'épuration est soumis à deux principales contraintes. D'une part, le durcissement de la loi sur l'eau en matière de rejet l'oblige à toujours améliorer et surtout fiabiliser ces rejets, d'autre part, une nécessité économique de plus en plus forte l'oblige à optimiser ces coûts d'exploitation et en premier lieu le poste le plus énergivore : l'aération.

Les réacteurs biologiques étant soumis à des perturbations permanentes, le maintien des niveaux de traitement élevés à moindre coût nécessite la mise en place de méthodes de suivi et de diagnostic de plus en plus précises et efficaces. Mesurer en ligne l'état du système est donc un enjeu pour élaborer des stratégies de contrôle efficace des procédés biologiques. Il existe déjà sur le marché des dispositifs de pilotage reposant sur l'utilisation de capteurs (redox, oxygène, ammonium, nitrate).

L'INSA de TOULOUSE a développé un automate dénommé INFLEX qui offre une gestion simple, précise et automatique de l'alternance des périodes d'aération et de non aération du bassin biologique. Cette technologie repose sur l'analyse en temps réel des dynamiques des signaux redox et oxygène. Cette analyse permet de détecter les fins de réactions biologiques de nitrification et dénitrification qui varient en fonction de la charge entrante. De ce fait, l'automate INFLEX exploite au maximum les capacités de traitement de la station tout en minimisant l'énergie nécessaire.

## Principe

La technologie INFLEX repose sur une analyse dynamique des variations de l'oxygène dissous et du potentiel rédox pour repérer les points caractéristiques de fin de nitrification et de dénitrification comme le montre la figure 1.

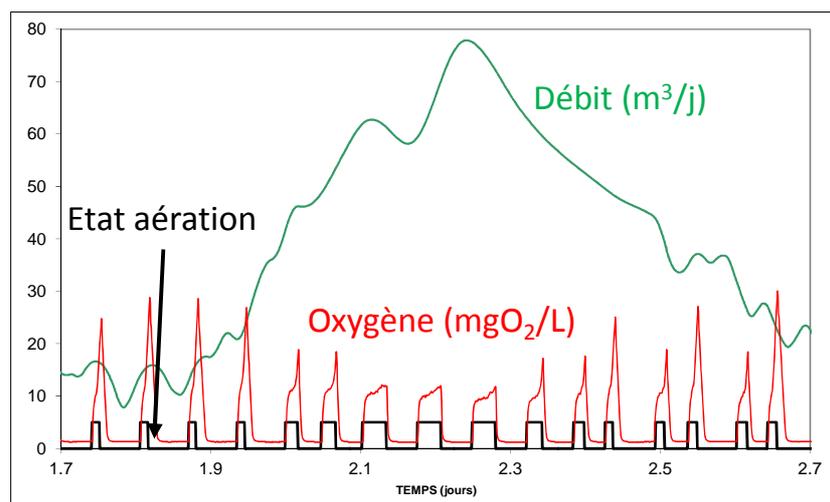


**Figure 1** – évolutions des signaux oxygène et redox et corrélations avec les espèces azotées

Il est fréquent d'observer ces types de signaux sur les stations gérées par seuils redox et/ou oxygène et la figure 1 montre clairement que ce mode de pilotage entraîne une surconsommation énergétique importante. En utilisant INFLEX, les phases aérées et non-aérées vont être gérées de la manière suivante :

- **Gestion de la phase aérée** : INFLEX analyse la dynamique du signal oxygène. Dès qu'INFLEX détecte la remontée de la concentration en oxygène dissous dans le bassin (qui traduit l'épuisement de l'ammonium), il donne la consigne d'arrêter les aérateurs.
- **Gestion de la phase non-aérée** : INFLEX analyse la dynamique du signal redox. Dès qu'INFLEX détecte la chute du redox dans le bassin (qui traduit l'épuisement des nitrates), il donne la consigne de mettre en marche les aérateurs.

Cette gestion des aérateurs permet au système de s'adapter à la variabilité temporelle de la charge entrante comme le montre la figure 2 (fonctionnement sur 24h).



**Figure 2** – corrélations entre le signal oxygène, le débit (charge entrante) et le temps d'aération en mode d'aération syncopée.

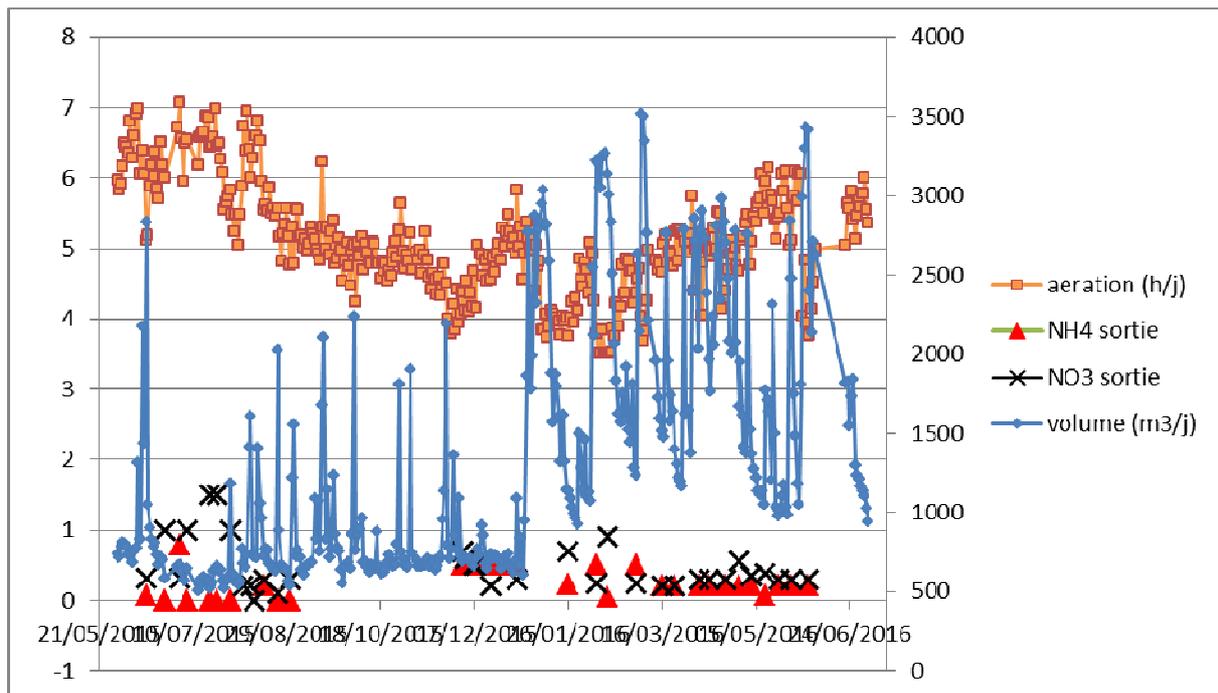
Cette technologie a été éprouvée à l'échelle de la station en conditions réelles. Cinq stations ont été équipées. Ces stations présentent des situations très contrastées en termes de taille (2000 à 120 000 EH), de contraintes de rejet et de mode d'exploitation. Le détail de leurs caractéristiques est fourni dans le tableau 1. L'évaluation a porté sur la fiabilisation de la qualité de l'eau de sortie, les impacts sur les émissions de gaz à effet de serre (en particulier N<sub>2</sub>O), les bénéfices pour l'exploitation (maintenance des sondes moins fréquente, paramétrage des seuils et temporisations) et enfin la consommation énergétique.

**Tableau 1** – Cinq stations équipées d'INFLEX

|   | st paul save | montberon | villefranche lauragais | saint cere | Bourg en bresse |
|---|--------------|-----------|------------------------|------------|-----------------|
| département                                 | 31           | 31        | 31                     | 46         | 1               |
| E.H.  | 2000         | 4000      | 9500                   | 11000      | 120000          |
| débit entrée (m <sup>3</sup> /j)            | 185          | 350       | 800                    | 1000       | 15000           |
| DCOt (mgO <sub>2</sub> /l)                  | 650          | 700       | 1116                   | 500        | 600             |
| NH <sub>4</sub> e (mgN/l)                   | 70           | 60        | 50                     | 45         | 30              |
| NO <sub>3</sub> e (mgN/l)                   | 0            | 0         | 0                      | 0          | 0               |
| DCOs (mgO <sub>2</sub> /l)                  | 100          | 150       | 227                    | 150        | 200             |
| MES B.A. (g/l)                              | 3.5          | 4         | 5                      | 5          | 4               |
| Volume bassin (m <sup>3</sup> )             | 710          | 890       | 2410                   | 2730       | 11420           |
|   |              |           |                        |            |                 |
| DCO/N (g/g)                                 | 9.286        | 11.667    | 22.320                 | 11.111     | 20.000          |
| cm (kgDCO/kgMES.j)                          | 0.048        | 0.069     | 0.074                  | 0.037      | 0.197           |
| cv (kgDCO/m <sup>3</sup> .j)                | 0.169        | 0.275     | 0.370                  | 0.183      | 0.788           |
| cm (kgN-NH <sub>4</sub> /kgMES.j)           | 0.005        | 0.006     | 0.003                  | 0.003      | 0.010           |
| cv (kgN-NH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> .j) | 0.018        | 0.024     | 0.017                  | 0.016      | 0.039           |
| date implantation Inflex                    | mars-16      | mars-16   | mars-16                | avr-15     | févr-16         |

## Un exemple d'application

Nous avons sélectionné la station de Saint CERE (11000 eqhab, voir tableau 1) car c'est sur ce site que nous avons la plus grande durée de fonctionnement d'inflex. Il est important de préciser qu'inflex a été installé sur cette station neuve et a donc géré la phase dite de lancement. La figure 3 montre l'évolution des quatre paramètres clé du fonctionnement de cette station au cours de la première année de fonctionnement : débit entrant caractérisant la charge à traiter, NH4 et NO3 sortie caractérisant la qualité du traitement, temps de fonctionnement des turbines caractérisant les aspects énergétiques.



**Figure 3** – Evolutions du volume journalier traité, de la durée journalière d'aération et de la qualité du rejet (NO3, NH4).

En premier lieu, il est important de souligner que le réseau comme sur beaucoup d'autres sites n'est pas ou pas totalement séparatif. Ceci explique les très importantes variations de débits et par conséquent de charge entrante. En période dite normale (sèche) le débit moyen traité par cette station est de 1000 m<sup>3</sup>/j.

Concernant la qualité du traitement, l'ensemble des mesures montrent que sur toute la période considérée et quelle que soient les variations de charge, la qualité de traitement est irréprochable (N-NH<sub>4</sub> = 0,2 mg/L ; N-NO<sub>3</sub> = 0,3 mg/L). Ceci valide la pertinence de l'automate INFLEX sur la question de la qualité de traitement. Concernant les aspects énergétiques, la consommation journalière du poste « aération » est de 0.36 kWh/m<sup>3</sup> traité. Concernant l'exploitation de la station, l'exploitant n'a eu besoin de nettoyer les sondes oxygène et rédox qu'une fois tous les deux mois environ.

Il n'a pas été possible d'évaluer directement le gain énergétique sur cette station puisque démarrée avec le dispositif de pilotage INFLEX. Néanmoins, sur les autres stations (Villefranche, Bourg en Bresse), là où une comparaison avec ou sans INFLEX a été possible, des économies entre 8 et 14 % ont été enregistrées.