



Suivi et Évaluation des capteurs low cost pour les Installations de traitement des Eaux usées : qualité des Eaux et énergie

PRESENTATION DU PROJET

PORTEUR DU PROJET

INRAE - Rémi CLEMENT - remi.clement@inrae.fr et Stéphanie PROST-BOUCLE - stephanie.prost-boucle@inrae.fr

PARTENAIRES

Université Grenoble Alpes, Institut de recherche pour le développement (IRD)
INRAE Unité de recherche PROSE

COUT DU PROJET

- 273 720 €
- Financement agence : 135 620 €
- Autofinancement : 138 100 €

DUREE DU PROJET

- 3 ans

CONTEXTE

Le développement de l'électronique open source et des capteurs low-cost, miniaturisés et portatifs rend les mesures physico-chimiques de la qualité de l'eau (conductivité, pH, turbidité, DCO, température, redox, O₂ dissous, énergie) de plus en plus accessibles. Leur développement ouvre de nouvelles perspectives en matière de suivi et de pilotage des stations de traitement des eaux usées grâce à une caractérisation spatio-temporelle plus détaillée (mètre, minute).

Ce type d'approche, dit « SMART Project », se développe considérablement dans d'autres domaines d'applications environnementales, par exemple en pollution de l'air et en hydrologie. L'avantage de ces outils open source est qu'ils offrent une flexibilité très forte (choix des mesures, nombre de capteurs, fréquence de mesure). Généralement, une moins « bonne » qualité métrologique (mais pas toujours) de ces capteurs est compensée par la multiplication des points de mesure, permettant d'accroître le nombre d'informations. Ils offrent également une forte réparabilité grâce aux documentations précises et complètes attachées à ces centrales d'acquisition low-tech proposées.

OBJECTIFS

Le projet SETIER avait pour objectif le développement de centrales de mesure « low-tech » pour le suivi des stations de traitement des eaux usées.

Les objectifs spécifiques du projet étaient de :

- Faire un état des lieux des besoins en mesure selon la taille des ouvrages et notamment identifier les paramètres d'intérêt ;
- Définir un protocole d'évaluation pour qualifier les capteurs selon les besoins des filières implantées sur son territoire ;
- Acquérir un retour d'expérience et valider les capteurs retenus ;

- Tester l'efficacité et la difficulté de mise en œuvre des capteurs sélectionnés par une approche métrologique (évaluation d'incertitudes, limites de quantification, temps de réponse) ;
 - Proposer une conception capteur/centrale d'acquisition la plus simple possible, autonome et incluant en option des possibilités de télétransmission des données ;
 - Tester ces capteurs et centrales d'acquisition sur pilotes semi-industriels et sur sites, en conditions réelles, sur une durée suffisante de plusieurs mois.
- Proposer un guide méthodologique pour la sélection et la mise en œuvre de ces capteurs, avec des recommandations et des points de vigilance, ainsi que des notions de « coût-efficacité », à destination des partenaires et des opérateurs publics et privés, et pour différents objectifs poursuivis (évaluation des performances des stations, optimisation de filières, pilotage d'ouvrages, etc.).

METHODOLOGIE

→ Identification des besoins :

Une enquête nationale a permis de répertorier les mesures mises en œuvre dans le domaine de l'assainissement (mesures ponctuelles ou en continu), et de recenser les problèmes rencontrés et les besoins des utilisateurs. Dans cet objectif, un questionnaire a été envoyé en juin 2020 auprès de 450 contacts en France.

→ Identification des capteurs :

Une recherche de capteurs low cost utilisés dans le domaine de l'assainissement a été réalisée. Une base de données non exhaustive de 77 capteurs a été mise à disposition, qui inclut des capteurs identifiés entre le 1er janvier 2020 et le 1er janvier 2023.

→ Développement d'un datalogger bas coût de type « Lego » :

L'objectif était de concevoir et de réaliser un data logger low tech adapté aux capteurs précédemment sélectionnés. Ce montage devait permettre la gestion et l'enregistrement périodique des données capteurs qui devaient être horodatées. Différentes étapes ont été identifiées pour faire le choix le plus judicieux avec pour objectif un data-logger simple, robuste, et fonctionnel dont la réplication est accessible à tous :

- étape 1 : analyse fonctionnelle du besoin,
- étape 2 : étude comparative des différentes associations de cartes électroniques possibles,
- étape 3 : choix de l'association la plus adaptée et réalisation,
- étape 4 : programmation du système.

→ Evaluation des capteurs :

Après l'évaluation métrologique des capteurs physico-chimiques pour calculer leur incertitude-type dans des conditions contrôlées (eau propre puis différents types d'eaux usées à débits contrôlés), des tests en écoulement et sur différents types d'eaux usées résiduaires ont été conduits sur un banc d'essai localisé sur le site expérimental de La Feyssine.

RESULTATS DU PROJET

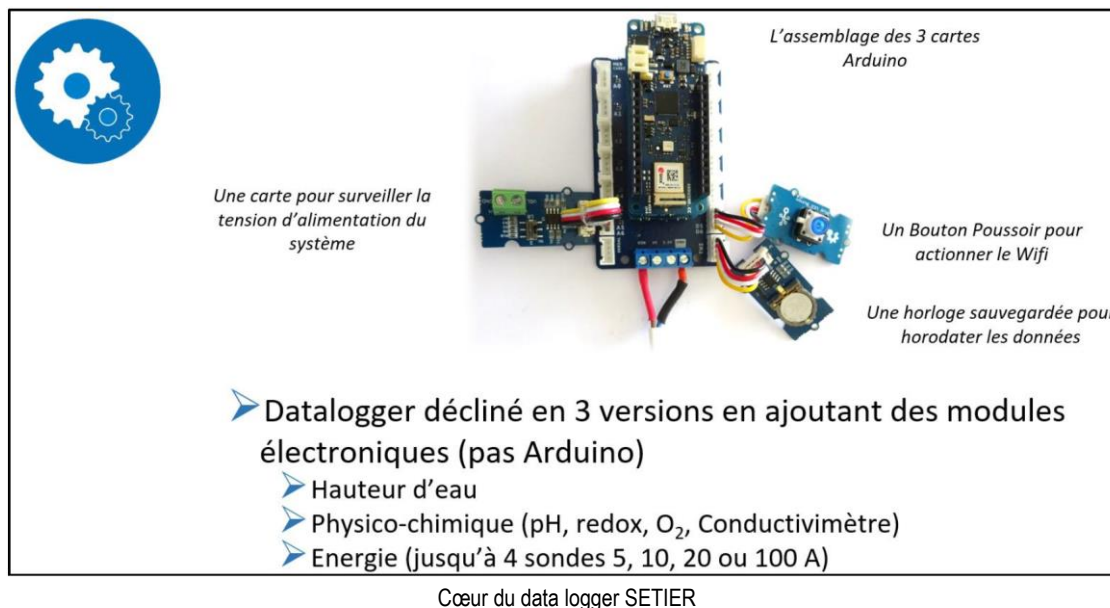
ENSEIGNEMENTS

3 types de centrales différentes ont été développés (hardware et software) et permettent la mesure et l'enregistrement des données :

- Consommation énergétique ;
- Débit ;
- Physico-chimie : pH, conductivité électrique, potentiel redox, oxygène dissous et température.

Les centrales incluent un module WIFI permettant leur gestion à distance avec un smartphone, avec plusieurs fonctionnalités (télétransmission des données, étalonnage des capteurs, mesures en direct ...).

Après des tests sur banc expérimental en conditions contrôlées, un atelier d'assemblage ouvert à tous a été organisé. Celui-ci a permis aux participants d'assembler leurs propres centrales à l'aide de fiches ateliers, rédigées pour le projet, puis de mettre en place leur dispositif sur site réel. Le guide d'assemblage et d'utilisation est disponible en accès ouvert via la plateforme GitLab SETIER : setier.fr



Avantages des centrales SETIER :

- ➔ Open source et open hardware ;
- ➔ Réparable ;
- ➔ Lutte contre l'obsolescence ;
- ➔ Évolution possible des centrales dans le temps en remplaçant uniquement quelques modules ;
- ➔ Libre exploitation des données ;
- ➔ Datalogger interchangeable entre les centrales.

LIMITES ET PERSPECTIVES

- ➔ Les centrales low-tech développées dans le cadre du projet SETIER I sont fonctionnelles et utilisées, mais leur optimisation est nécessaire, notamment pour intégrer des fonctions telles que l'asservissement et l'interopérabilité entre les centrales. De plus, des paramètres classiques comme la « conductivité » et la « concentration en MES » requièrent encore une validation pour leur utilisation sur les eaux résiduaires.
- ➔ À l'issue du projet SETIER I, deux points importants concernant la conception des centrales sont apparus :
 - La difficulté de programmation, qui oblige les utilisateurs à passer par du code,
 - Le manque de flexibilité des centrales lorsqu'on souhaite combiner des paramètres (par exemple : une mesure de débit avec une mesure de pH).
- ➔ Un des grands enjeux de SETIER II est de faciliter la programmation des centrales tout en améliorant les fonctionnalités et la liberté d'utilisation.

RESSOURCES DOCUMENTAIRES

- ➔ Projet SETIER : rapport technique du projet – Août 2023 –
<https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/fr/notice/file/98752>
- ➔ Capteurs bon marché et centrales d'acquisition DIY pour les eaux usées : le projet Setier – Article TSM – Février 2022 -
<https://astee-tsm.fr/articles/tsm-1-2-2022-prost-boucle/>