Restitution stage 2026

Le Défi Clé Water Occitanie (WOc) est un programme financé par la Région Occitanie et porté par l'Université de Montpellier. Le réseau de recherche du Défi Clé WOc est le résultat d'une entente entre le Centre International UNESCO de l'Eau ICIREWARD de Montpellier et le GIS Eau Toulouse.

L'objectif du Défi Clé Water Occitanie est d'étudier les solutions locales de réusages de l'eau et leur pertinence au regard des enjeux du cycle de l'eau. Il soutient des projets de recherches interdisciplinaires en s'appuyant sur des projets à plusieurs échelles, associant une approche multi-acteurs au travers d'un réseau de six territoires « Living Labs » en Occitanie.

Au sein du Défi Clé WOc, un Living Lab correspond à un territoire où se rassemblent des chercheurs et des acteurs locaux afin de faire émerger des questions liées aux réusages de l'eau pertinentes dans ces territoires. Ce processus d'identification des problématiques et de co-construction des questions de recherches permet d'étudier les options de réusages et leur pertinence avec des stages de Master, dans un contexte de raréfaction de cette ressource. Chaque Living Lab explore différentes questions autour des options de réusages au regard d'une thématique spécifique à chaque territoire.

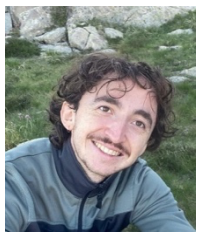
Cette courte fiche a pour but de servir de support de communication auprès des financeurs, des partenaires des autres Living Labs du Défi Clé, ou d'autres partenaires potentiels pour des collaborations futures au-delà du Défi Clé

Stage 2026 sur le Living Lab Toulouse Métropole

Titre du stage : Évaluation de la dynamique des systèmes décentralisés de traitement et réutilisation des eaux : Cas d'étude du MEETT

Période de stage : du 09/02/2026 au 31/07/2026
Encadrement : Mathieu Sperandio, TBI

Présentation de l'étudiant-e :

Arno Domergue INSA Toulouse, 5ème année Génie des Procédés, Eau, Energie, Environnement (GP3E)	

Objectif du stage :

1er pôle :

Analyser une installation de traitement existante à la halle de conventions du MEETT (Bioréacteur à Membranes **BRM**). Collecter et analyser des échantillons. Vérifier le fonctionnement de l'installation (normes, qualité…).

2ème pôle :

Développement d'une filière type sur le logiciel de modélisation SUMO. Alimentation du modèle par les données mesurées sur site puis calibrage des paramètres. Evaluation de la capacité prédictive du modèle et de l'impact de la réduction à petite échelle.

Optimisation énergétique d'une filière (aération, contrôles…).

Principaux résultats et conclusions :

Entre 150 et 200 mots. Ajouter un schéma récapitulatif et/ou une photo / illustration

1er pôle :

Installation au MEETT en « dysfonctionnement » : marche stand-by forcée.
Eau grise entrante très majoritairement soluble et rapidement biodégradable.

2ème pôle :

Stabilité de la qualité en sortie (DCO et COT) même pour de très faibles concentrations en oxygène.
Très forte biodégradabilité de l'eau grise.
Besoin très faible d'oxygène dissous.

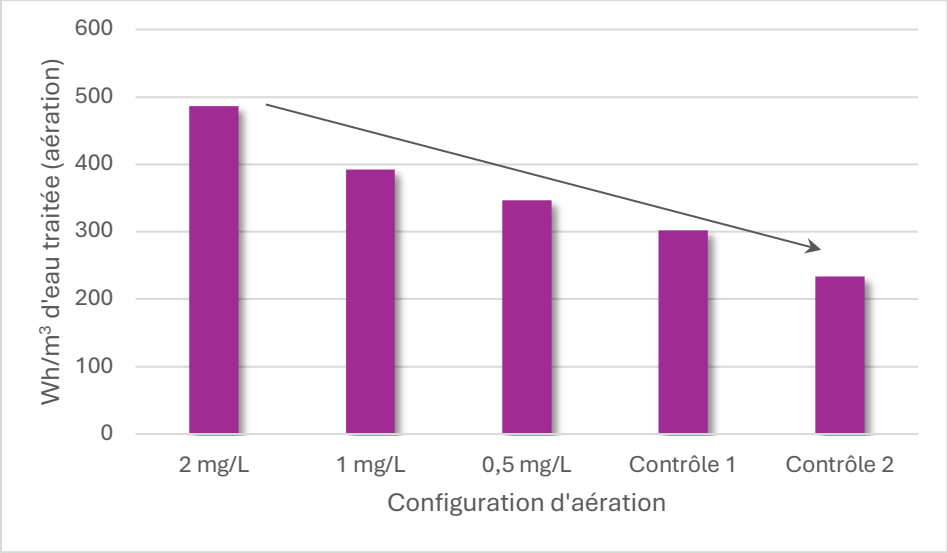


Figure 1 : Evolution des gains énergétiques atteints par les contrôles (3 premières configurations à concentration en O_2 constante puis deux contrôleurs)

L'ajout d'un contrôleur a permis une économie de $486 - 234 = 252\ kWh/m^3$ d'eau traitée entre le premier scénario ($2\ mgO_2/L$) et le contrôle 2, soit une réduction de 52%.

La norme qualité n'est pas respectée pendant toute la période : le COT constamment supérieur à 5 mg/L.
La fraction soluble inerte S_u est intouchée tout au long des simulations et représente environ 94% du COT.

Il paraît essentiel de maintenir une concentration en oxygène dissous très basse plutôt que nulle aux instants où l'on souhaiterait couper l'aération.

L'implémentation d'un contrôleur ON/OFF coupant l'aération suivant des cycles (la nuit par exemple) semble possible à conditions d'intégrer un capteur notifiant de la présence ou non d'alimentation dans le bassin (et de régler le OFF à une valeur faible mais non-nulle par précaution).

Il semble nécessaire d'opter pour un BRM d'une hauteur minimale de 2 mètres.

Description de la méthodologie : *Entre 100 et 150 mots. Décrire les principes méthodologiques pour obtenir vos résultats. Ajouter un schéma récapitulatif (si possible)*

1er pôle :

Visite de la halle du MEETT pour la collecte d'échantillons, constatation du problème de fonctionnement.
Reconstitution de l'entrée par un mélange [savon + eau].
Analyses réalisées au laboratoire.
Echanges avec les différents acteurs (maître d'œuvre, directeur de l'entreprise fournisseur, gérant de l'installation).

2ème pôle :

Apprentissage du logiciel.
Création/modélisation de la filière.
Calibrage des paramètres tout au long des simulations et des erreurs détectées (ajustement du fractionnement de la DCO, recodage du calcul du COT…).

Création de profils dynamiques de débits en entrée (semaine de cours, weekends, vacances).

Implémentation d'un **contrôle** n°1 en cascade régulant la DCO totale en sortie à une valeur de 20 mg/L en faisant varier la consigne en oxygène dissous. Paramétrage de ce contrôleur Proportionnel Intégral par méthode interne.

Ajustement de ce contrôleur vers un contrôleur n°2 amélioré (moins rapide).

Comparaison de nombreuses modalités d'aération (avec et sans contrôle) pour discuter de l'optimisation.

Description des résultats et discussion :

1er pôle :

Installation en stand-by en raison d'une maintenance nécessaire : le temps de fonctionnement a dépassé les 16 000 heures fixées comme maximum dans la notice du procédé.
Eau grise entrante : savon des lavabos entièrement porteur de la DCO. Savon à 97% soluble et rapidement biodégradable.

Bilan :

- Le dysfonctionnement de l'installation montre la vigilance à avoir sur le manque de suivi et de communication.

- Concentration en DCO totale de l'eau reconstituée cohérente avec la littérature mais fraction soluble biodégradable bien plus élevée que dans la littérature.

2ème pôle :

Modélisation alimentée par les données d'un projet d'installation de BRM dans une résidence étudiante de l'INSA (projet étudiant de dimensionnement mené au semestre précédent) et non par les mesures/données du MEETT en raison du dysfonctionnement de l'installation.

Pour une simulation dynamique de 4 semaines pour une résidence de 220 étudiant.es :
Stabilité de la qualité (DCO, COT) pour un débit entrant variable même en travaillant à de faibles consignes en oxygène. Cela prouve une facilité à dégrader le substrat et donc une très forte biodégradabilité.
Le besoin en oxygène est très faible.

Non-respect de la norme en COT difficile à juger car trop dépendant du fractionnement de la DCO choisi et plus particulièrement de la fraction soluble inerte.

Lorsque l'aération est coupée pendant une phase d'alimentation du BRM, la DCO résultante est très rapidement perturbée.

En dessous d'une hauteur de 1,5-2 mètres, le BRM voit sa consommation d'énergie exploser pour aérer. 2 mètres étant une hauteur raisonnable pour une filière décentralisée potentiellement intégrée dans un bâtiment, cette valeur semble être un minimum pertinent.

Difficultés rencontrées :

L'absence marquée de données bibliographiques sur le fractionnement détaillé des eaux grises a été un léger frein rencontré. Le manque de données et de précisions sur la fraction soluble inerte reste encore une limite à l'interprétation des résultats.

L'apprentissage du logiciel a également été un paramètre ayant requis un temps de travail non-négligeable.

Perspectives et recommandations (clés d'avancement technique dans la réflexion autour des réusages de l'eau) :

Il serait pertinent de mettre en place une surveillance améliorée de ce genre d'installations. En supplément des analyses de qualité réglementaires, il faudrait instaurer une venue sur site obligatoire au minimum une fois par an afin de vérifier le bon fonctionnement des divers composants de l'installation.

Les travaux sur le contrôle de l'aération ont montré qu'il était possible d'atteindre des gains énergétiques très intéressants grâce à des contrôleurs relativement poussés. Il serait donc intéressant d'entrer en contact avec des acteurs techniques (fournisseurs…) pour continuer à essayer d'inscrire ces modalités d'optimisation de l'aération dans la réalité.
L'étude de l'impact d'une longue période creuse (vacances) n'a pas été finalisée et reste un point majeur dans le développement de ce genre de filières décentralisée.