


## Stage 2025 sur le Living Lab Communauté de Communes Clermontais

### Titre du stage : « *Potentiel de réutilisation des eaux des piscines du centre aquatique* »

**Période de stage :** du 10/03/2025 au 18/09/2025  
**Encadrement :** Guillaume Junqua, IMT MINES Ales  
 David Lopez Ferber, Rousselet Environnement

#### Présentation de l'étudiant :

<p><i>JERIDI Ahmed</i>                  MS Procédés et ressources pour l'ingénierie de l'économie circulaire</p>	
--	---

#### Objectif du stage :

L'objectif du stage est de développer et de mettre en œuvre une méthodologie optimisée de gestion des eaux d'un centre aquatique, dans une perspective de réutilisation. Cela implique un diagnostic du circuit de l'eau, l'identification des volumes et des qualités d'eaux perdues et disponibles, également le calcul des besoins d'eau des bénéficiaires potentiels, l'étude des traitements nécessaires, la co-construction de scénarios de valorisation avec les acteurs locaux et l'analyse des freins réglementaires, techniques et économiques à la mise en œuvre de cette valorisation.

#### Principaux résultats et conclusions :

Les campagnes d'échantillonnage et les analyses de laboratoire ont permis de caractériser les différents flux hydrauliques du centre aquatique : bassins sportif, ludique, pataugeoire et eaux de contre-lavage. Les volumes et la qualité des effluents sont résumés ci-dessous :

Flux / Bassin	Volume d'eau annuel rejeté (m <sup>3</sup> )	Paramètres clés	Observations principales
Bassin sportif	6 347	TOC(*) <3 mg/L, chlorures ~210 mg/L, nitrates 10–14 mg/L	Eau claire, faible charge organique, adaptée pour usages agricole et industriel sous contrôle
Bassin ludique		TOC 6,6–19 mg/L, chlorures ~270 mg/L, nitrates 10–14 mg/L	Charge organique élevée, salinité importante, usage direct limité
Pataugeoire		TOC ~6,6 mg/L, sulfates ~253 mg/L, chlorures ~230 mg/L	Paramètres intermédiaires, usage possible pour cultures tolérantes au sel
Contre-lavage	375	TOC >10 mg/L, chlorures >250 mg/L, sodium >40 mg/L	Eau fortement chargée, nécessite traitement avant toute réutilisation
Douches, sanitaires, eaux de nettoyage	4 471		Hors périmètre de l'étude

Le bassin sportif est la ressource la plus favorable pour une réutilisation agricole et industrielle. Les bassins ludiques et de contre-lavage présentent des contraintes liées à la charge organique et à la salinité, tandis que la pataugeoire offre un potentiel intermédiaire. Ces résultats indiquent que certains flux peuvent nécessiter un traitement préalable pour être valorisés, notamment pour réduire la charge organique et les ions.

De plus, une méthodologie a été développée afin d'identifier les bénéficiaires potentiels de ces eaux. Les opportunités de réutilisation sont diversifiées : irrigation agricole, usages urbains indirects (nettoyage, arrosage d'espaces verts) et certaines applications industrielles. Ces informations constituent une base pour élaborer les scénarios de traitement et de valorisation à tester ultérieurement sous forme d'ateliers de travail.

## Description de la méthodologie

La méthodologie adoptée dans ce travail repose sur une approche progressive et structurée en plusieurs étapes cruciales, allant du diagnostic technique à une approche participative pour évaluer le potentiel de réutilisation des eaux d'un centre aquatique. La première phase repose sur une revue réglementaire et bibliographique, définissant le cadre juridique et les usages possibles des eaux non conventionnelles. L'étude se concentre ensuite sur un site spécifique, avec identification des acteurs locaux et conception d'outils d'enquête. Le diagnostic de terrain combine entretiens, réunions et visites techniques pour collecter des données qualitatives et quantitatives. Des analyses physico-chimiques, microbiologiques et spatiales (via QGIS) sont menées, complétées par démarche d'identification des accepteurs potentiels. Des essais de traitement en laboratoire testent l'efficacité de différentes technologies. Enfin, un atelier participatif, non réalisé dans le cadre du stage, réunira les parties prenantes pour discuter des résultats et co-construire des solutions adaptées. Cette approche intégrée favorise l'acceptation sociale, la gouvernance partagée et l'élaboration d'une stratégie de valorisation durable des eaux traitées.

## Description des résultats et discussion

### 1. Caractérisation quantitative des effluents

Pour caractériser les volumes d'effluents susceptibles d'être valorisés dans le centre aquatique, un inventaire a été réalisé pour les années 2023 et 2024, en distinguant les saisons et les types de bassins. La consommation d'eau du Centre est de 11 157 m<sup>3</sup> en 2023 et de 11 290 m<sup>3</sup> en 2024 (relevés compteurs). En tenant compte des contraintes d'exploitation, cette eau peut être redistribuée de la manière suivante :

**Tableau : Bilan quantitatif des différents usages de l'eau (moyenne des années 2023 et 2024)**

Saison	Bassins	Eau renouvelée par saison (m <sup>3</sup> ) (50L/Baigneur, données centre aquatique)	Pertes au contre-lavage des filtres à sable (m <sup>3</sup> , extrapolées à partir d'une mesure du temps de contre lavage et du débit des pompes)	Eau des douches et sanitaires (m <sup>3</sup> , 41 L/baigneur)	Vidange m <sup>3</sup> , volume des bassins)
Hiver	2 bassins intérieurs (sportif et ludique) + pataugeoire	1311	87	1 073	919
Printemps	2 bassins intérieurs + pataugeoire	1429	87	1 171	
Été	2 bassins intérieurs, 1 extérieur ludique + pataugeoire	1539	114	1 261	
Automne	2 bassins intérieurs + pataugeoire	1149	87	966	

Les eaux des douches et sanitaires sont issues de la différence entre relevés réels et autres flux estimés. La valeur de 41 litres semble cohérente si on la compare avec la quantité d'eau d'une douche de 5 minutes dans les foyers français (60 litres).

## 2. Caractérisation de la qualité des effluents et usages potentiels

Pour évaluer le potentiel de réutilisation des eaux du centre aquatique, les effluents ont été caractérisés selon leur composition ionique, leur charge organique et leur qualité microbiologique. Ces résultats ont ensuite été confrontés aux normes et recommandations existantes pour l'eau recyclée dans les secteurs agricole et industriel, en tenant compte des critères physico-chimiques et microbiologiques.

### Usage agricole

Le tableau présente les principaux paramètres des eaux des différents bassins, comparés aux valeurs de référence pour la réutilisation en irrigation. Les critères analysés concernent principalement les apports fertilisants (nitrates, phosphates), la matière organique (TOC) et les sels dissous (chlorures, sodium, sulfates), reconnus comme les principaux facteurs limitants pour la durabilité des sols et des systèmes d'irrigation.

**Tableau : Comparaison des eaux de piscines avec les seuils de référence pour l'irrigation**

Paramètre	Bassin sportif	Bassin ludique	Pataugeoire	Contre-lavage	Normes de référence (UE 2020/741, OMS 2006, ISO 16075)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	10–14 bénéfique	10–14 bénéfique	12 bénéfique	15 modéré	< 50 (Directive UE sur l'eau potable)
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	1–2 fertilisant	1–2 fertilisant	1,5 fertilisant	2 fertilisant	Pas de seuil strict (apport agronomique)
TOC (mg/L)	<3 faible	6,6–19 élevé	6,6 modéré	>10 élevé	ISO 16075 : <10 pour éviter colmatage
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	~210 élevé	~270 trop élevé	~230 élevé	>250 inadapté	FAO : <140 (sensibles), <350 (tolérantes)
Na <sup>+</sup> (mg/L)	~38 modéré	~49 élevé	~40 modéré	>45 élevé	FAO : <70 (tolérance moyenne)
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	180 acceptable	190 acceptable	253 seuil limite	>250 limite	<250 recommandé pour irrigation

### Usage industriel

Le tableau compare les résultats analytiques des eaux de piscines aux critères de qualité couramment utilisés dans les usages industriels (refroidissement, lavage, procédés). Les paramètres retenus sont la charge organique (TOC), la salinité (chlorures, sulfates, sodium) et la dureté, facteurs clés de corrosion, d'entartrage et de bio-encrassement.

**Tableau : Comparaison des eaux de piscines avec les critères industriels**

Paramètre	Bassin sportif	Bassin ludique	Pataugeoire	Contre-lavage	Normes / pratiques (US EPA 2012, industries)
TOC (mg/L)	<3 faible	6,6–19 élevé	6,6 modéré	>10 élevé	<5 pour limiter bio-encrassement
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	~210 corrosion	~270 forte corrosion	~230 corrosion	>250 inadapté	>200 : corrosion aciers & cuivre
Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	120–130 entartrage	120–135 entartrage	136 entartrage	>140 entartrage marqué	<150 recommandé pour tours de refroidissement
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	180 tolérable	190 tolérable	253 corrosif	>250 corrosion accrue	<250 recommandé
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Non contraignants	Non contraignants	Non contraignants	Non contraignants	Pas de limite stricte industrielle

## 3. Identification des bénéficiaires et des valorisations potentielles

Pour évaluer le potentiel de valorisation locale des eaux du centre aquatique, une approche basée sur les bases de données d'analyse de cycle de vie, développée dans le projet Readynov OsmOz, mise en œuvre. L'objectif était d'identifier les acteurs du territoire susceptibles de bénéficier de ces effluents et

d'estimer dans quelle mesure les volumes disponibles pouvaient satisfaire leurs besoins. Cette estimation a été réalisée à partir de calculs basés sur différentes données issues de bases de données américaines et de bases développées spécifiquement pour ce projet, en utilisant l'électricité comme paramètre principal pour la quantification. Selon les besoins des entreprises, on a trois catégories :

- **Très gros consommateurs** (exemple : CHEMDOC, YESSS, Cave coop.) : apport partiel uniquement, impact limité.
- **Consommateurs intermédiaires** (exemple : Renault Trucks, Boulangerie, Gitem...) : réutilisation partielle selon usage.
- **Petits consommateurs** (exemple : McDonald's, DARTY, Lidl, Netto...) : réutilisation totale possible.

De plus, des entretiens exploratoires ont été menés auprès de neuf acteurs, répartis dans les secteurs urbain, agricole et industriel, et interrogés à deux échelles : micro (Clermont-l'Hérault) et macro (région, département). Ces échanges ont permis de :

- Recueillir des informations sur la gestion de l'eau et les besoins spécifiques de chaque secteur.
- Évaluer l'acceptabilité de la réutilisation des eaux de piscine (REUSE) et identifier les freins et leviers à leur intégration.
- Comprendre le degré d'interconnexion entre acteurs et leur potentiel d'implication dans le projet.
- Définir des pistes de valorisation adaptées aux contraintes techniques, réglementaires et économiques.

#### 4. Essais de traitement

Un essai de traitement par ultrafiltration (UF) a été réalisé afin de voir si ce traitement pouvait apporter un gain de qualité suffisant pour ouvrir le champ des valorisations de l'eau. Cet essai a été réalisé par Rousselet Environnement, via un pilote de taille industrielle hébergé par l'IMT Mines Alès. Ce procédé permet de séparer les particules et certaines substances de l'eau, tout en conservant la majorité des sels dissous.

L'eau a subi deux étapes

- **Filtration grossière** : élimination des particules visibles pour protéger les membranes. La quantité de matières organiques dissoutes (TOC) a légèrement diminué, et les sels restent stables.
- **Ultrafiltration** : l'eau filtrée, qui peut être réutilisée, a une composition proche de l'eau d'entrée.

Ainsi, le traitement n'apporte pas beaucoup de bénéfice sur une eau déjà propre. L'osmose inverse (un traitement plus poussé) n'est pas possible à cause de la forte concentration en sels (notamment chlorures), qui pourrait abîmer les membranes.

#### 4. Perspectives et recommandations :

L'avancement du projet prépare la transition vers une phase opérationnelle, en s'appuyant sur les résultats obtenus et l'intérêt des acteurs locaux. Les prochaines étapes pourraient inclure l'organisation d'un atelier participatif réunissant collectivités, entreprises et acteurs agricoles ou industriels, afin de coconstruire des scénarios de réutilisation des eaux du centre aquatique respectant les contraintes techniques, sanitaires et réglementaires.

Pour la mise en œuvre, il est recommandé de désigner un porteur de projet pour coordonner les actions et suivre les expérimentations, de créer des sites pilotes pour tester les scénarios de traitement et de distribution, et de mobiliser une équipe pluridisciplinaire pour superviser les essais et l'animation des ateliers. Le financement pourra provenir de subventions, partenariats publics-privés, fonds européens ou dispositifs régionaux, complétés par un co-financement local.

La vision stratégique consiste à aller au-delà de la phase étude : l'eau est disponible et la demande identifiée, mais il reste à établir le raccordement physique et logistique entre le centre aquatique et les bénéficiaires pour concrétiser la réutilisation locale de la ressource.