

## Maintien à température d'un bassin de piscine

Mon intérêt pour ce problème est dû à son caractère concret et contemporain. Étant moi-même un nageur régulier conscient des enjeux écologiques de nos jours et du coût du chauffage d'une piscine, il m'a paru naturel de m'intéresser à minimiser les dépenses énergétiques de ces installations largement répandues.

À l'approche des Jeux Olympiques de Paris 2024, il va sans dire que les infrastructures déployées ont un coût budgétaire et énergétique considérable. Considérant le nombre de piscines construites en vue des entraînements, il convient de minimiser leur consommation énergétique, pour offrir un accès au sport éco-responsable et économique.

**Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

- CAZIN *Tristan*

**Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :**

- *PHYSIQUE (Physique de la Matière)*

- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*

**Mots-clés (ÉTAPE 1) :**

**Mots-clés (en français)**

*Chauffage de fluides*

*Thermodynamique appliquée*

*Résolution numérique d'équations différentielles*

*Équation de la chaleur*

*Asservissement*

**Mots-clés (en anglais)**

*Fluids heating*

*Applied thermodynamics*

*Numerical solving of differential equations*

*Heat equation*

*System control*

## Bibliographie commentée

Les températures des bassins de piscine devant répondre à des besoins de confort des usagers de l'ordre de 25°C, il est nécessaire d'assurer une température adéquate, et cela au prix d'une quantité d'énergie raisonnable.

Plusieurs critères sont à l'origine du besoin en énergie d'un système de chauffage, à savoir l'isolation du bassin, le système de chauffage de ce dernier, ou encore le système de filtrage de l'

eau [1]. La cause mise en lumière dans cette étude est le système de chauffe et plus précisément son régime temporel ainsi que la géométrie de l'échangeur eau/liquide caloporteur.

Pour mieux comprendre l'impact des systèmes de maintien à température, plusieurs approches sont possibles. La mise en place à échelle réduite d'un tel système est souvent un point de départ pour saisir les enjeux de ce dernier et pour se familiariser avec son fonctionnement. Cependant, la précision des résultats de ces expériences est relativement mauvaise, notamment à cause de la non-uniformité de la température au sein du bassin chauffé.

Des approches davantage théoriques sont en conséquent souhaitables, et parmi elles figurent les bilans énergétiques analytiques, se basant principalement sur le premier et deuxième principe de la thermodynamique [2] ou sur l'équation aux dérivées partielles dite équation de la chaleur [3]. La complexité de cette équation rendant sa résolution délicate, des méthodes de calculs numériques permettent d'étudier le phénomène de transfert thermique en régime variable avec une précision suffisante dans le cas d'une piscine[4].

Par ailleurs, la réalisation de nos expériences sur de l'air permet de contourner les difficultés de chauffage de l'eau par des résistances électriques. En couplant à cela l'utilisation de notions thermodynamiques nous confronterons les résultats issus de nos résolutions analytiques à ceux de nos résolutions numériques en vue de valider leur précision, mais aussi d'étudier le chauffage de l'eau au travers de celui de l'air.

Après avoir comparé qualitativement les performances des systèmes en fonction des critères de régime et d'agencement précédemment énoncés, la réalisation d'une simulation numérique d'un système bouclé permettra de conclure sur l'efficacité des systèmes étudiés et de comparer quantitativement leurs performances[5].

## **Problématique retenue**

La consommation énergétique d'une piscine étant fortement impactée par le type de système de chauffe utilisé, nous étudierons quelle est la meilleure manière de maintenir un bassin à l'équilibre thermique (régime de chauffe, géométrie de l'échangeur) tout en optimisant l'énergie dépensée.

## **Objectifs du TIPE du candidat**

1. Mise en place expérimentale d'un système de chauffage d'eau.
2. Implémentation d'une méthode de résolution numérique d'équations différentielles.
3. Comparaison par simulation numérique de différentes géométries de l'échangeur eau/liquide caloporteur.

4. Confrontation de ces résultats avec une expérience sur le chauffage d'air.

5. Réalisation d'un système bouclé via une simulation numérique.

### Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

[1] ROGER BONNENFANT, PATRICE GRASSART : Piscines publiques : 1979, <https://doi.org/10.51257/a-v1-c4800>

[2] RÉNÉ LELEU : Transferts de chaleur : 1992, <https://doi-org.urca.idm.oclc.org/10.51257/a-v1-j1080>

[3] PIERRE-YVES LAGRÉE : Equation de la chaleur : 2010, [http://www.lmm.jussieu.fr/lagree/COURS/MECAVENIR/cours4\\_eqchal\\_loc.pdf](http://www.lmm.jussieu.fr/lagree/COURS/MECAVENIR/cours4_eqchal_loc.pdf)

[4] SÉBASTIEN CHARNOZ, ADRIAN DAERR : Résolution numérique des équations aux dérivées partielles (PDE) : Cours à l'Université Paris 7 Denis Diderot

[5] VIOREL MINZU, BERNARD LANG : Commande automatique des systèmes linéaires continus : *ellipses*