

Revalorisation de la “chaleur fatale” des eaux grises d’une douche

Actuellement, de multiples études sont menées pour réduire la dépendance énergétique des habitations et installations industrielles.

Dans le but d'innover, il semble opportun de s'intéresser à la revalorisation des pertes énergétiques de ces bâtiments afin d'optimiser leurs dépenses énergétiques.

Ce projet s'ancre donc dans une démarche écologique pour la préservation des ressources énergétiques. Il permettra de réduire la consommation électrique d'un foyer. De ce fait, il a une visée aussi bien économique qu'écologique. Ainsi, il s'inscrit dans le thème de la prévention.

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

Liste des membres du groupe :

- JOUVE Pauline

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>chaleur fatale</i>	<i>heat loss</i>
<i>écoulement</i>	<i>flow</i>
<i>transfert conducto-convectif</i>	<i>conducto-convective transfer</i>
<i>conduction thermique</i>	<i>heat conduction</i>
<i>débit</i>	<i>output</i>

Bibliographie commentée

En France en 2012, la dépense moyenne annuelle en énergie électrique des ménages qui ne disposent que d'équipements individuels pour le chauffage et l'eau chaude de leur résidence principale est de 1 622 €. Ce montant correspond à une consommation en énergie de 1,5 tonne d'équivalent pétrole (tep)[1]. Cette dépense d'énergie est due à l'éclairage et à l'électroménager, mais aussi au chauffage de l'habitation et de l'eau.

Cependant, diverses solutions permettent au particulier de diminuer sa consommation et de tendre à son indépendance énergétique. Dans un premier temps, un changement d'habitudes peut permettre de réduire considérablement la consommation. De plus, l'installation d'éoliennes ou de panneaux solaires est également envisageable. Enfin, il est aussi intéressant d'optimiser l'isolation de l'habitation. On peut, par exemple, penser à isoler les tuyauteries transportant l'eau chaude.

Ainsi ce TIPE qui vise la réduction des dépenses énergétiques, arrive dans la continuité de tous ces

dispositifs déjà existants.

Or, de toutes les pertes énergétiques, la revalorisation de la chaleur fatale est l'une des solutions les plus récentes pour optimiser ses dépenses énergétiques. A partir de ce constat, on pourra se concentrer sur les différents gisements de chaleur dans l'habitat afin de trouver celui qui serait le plus prometteur et innovant en termes de revalorisation.

On peut donc répertorier les sources suivantes : celles dans la cuisine, issus des plaques de cuisson et du four, le chauffage de l'habitation et enfin les différentes sources d'eau chaude. Pour le four par exemple, on a tout d'abord pensé à un système de conversion d'énergie thermique-électrique. Cependant cette conversion impliquait un faible rendement, les dispositifs utilisés auraient été trop coûteux et l'amortissement économique de l'investissement aurait été bien trop long pour un particulier. Or la demande énergétique d'une habitation étant continue, une réutilisation directe de la "chaleur fatale" est donc préférable à considérer.

Pour cette raison, intéressons-nous au gisement de chaleur issu des eaux grises qui apparaît comme la source la plus prometteuse car la moins exploitée actuellement. Selon l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), le poste de l'eau chaude sanitaire occupe une part d'environ 15 % du budget global de l'électricité. Pour une maison de 4 personnes, avec une facture d'électricité annuelle comprise entre 1500 et 1700 €, la consommation électrique d'un chauffe-eau varie entre 225 et 255 € par an[1]. De ce fait, ce TIPE se centrera sur l'optimisation du chauffage de l'eau d'une douche.

D'un point de vue économique et concernant la viabilité financière du projet, les chiffres montrent que ce secteur est en essor et que l'Etat propose de nombreux dispositifs d'accompagnement financier. En effet, entre 2008 et 2012, un tiers des ménages français a réalisé des travaux dans leur logement pour un motif énergétique. De plus, l'Etat a mis en place le crédit d'impôt développement durable (CIDD) (entre autres), dispositif incitatif attribué à 1.9 millions de logements entre 2008 et 2013. [2]

Ainsi, on souhaite valoriser les calories des eaux grises pour diminuer l'apport énergétique que nécessite le chauffage de l'eau d'une douche. De ce fait, on utilisera cette énergie perdue pour amorcer le chauffage de l'eau froide, propre. Le principe de ce TIPE repose donc sur le transfert thermique[3][4] entre ces deux sources mises en contact par l'interface du cuivre[5] . Ainsi à l'aide d'un prototype réalisé, on étudiera les transferts conducto-convectif [6][7][8] à l'intérieur de la conduite de cuivre où circule l'eau propre.

Ensuite cette eau préchauffée sera mélangée avec de l'eau chaude par le biais d'un mitigeur pour

atteindre la température souhaitée par l'utilisateur.

Enfin, l'optimisation du dispositif repose sur différents points techniques essentiels tel que le réglage du débit [9] et l'isolation du système.

Problématique retenue

L'objectif de ce projet est donc de diminuer la consommation électrique d'une habitation en valorisant les pertes thermiques d'une douche.

Comment et dans quelles mesures peut-on maximiser la valorisation des calories des eaux grises pour permettre le chauffage partiel de l'eau d'une douche?

Objectifs du TIPE

1. Dimensionner et construire le modèle système étudié
2. Etudier l'influence du débit sur l'efficacité du système et ainsi trouver le paramètre optimal
3. Simulation de l'écoulement et des transferts thermiques sur le logiciel Comsol

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] TOTALENERGIES : La consommation électrique du chauffe-eau : <https://www.totalenergies.fr/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/economie-d-energie/la-consommation-electrique-du-chauffe-eau>
- [2] MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE : Consommation d'énergie des ménages : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/consommation-denergie-des-menages>
- [3] KAMAL EL OMARI : Mélange et transferts thermiques en écoulements laminaires et leur modélisation : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00651878/document>
- [4] PHILIPPE MARTY : Cours de transferts thermiques: Conduction et rayonnement : <http://www.legi.grenoble-inp.fr/people/Philippe.Marty/cours-thermique-L3.pdf>
- [5] JEAN-CASTAING LASVIGNOTTES : Technologie et principes de fonctionnement des échangeurs de chaleur : <http://jc.castaing.free.fr/ens/ech/echangeurs.pdf>
- [6] JOSÉ-PHILIPPE PÉREZ : Thermodynamique, fondements et applications : 9 782100 055548
- [7] PHILIPPE MARTY : Transferts thermiques conductifs : <http://www.legi.grenoble-inp.fr/people/Philippe.Marty/cours-convection-M2.pdf>
- [8] VINCENT ÉLIE, CLÉMENT MARMION, FRÉDÉRIC ÉLIE : Convertisseur thermosolaire: application à la production d'eau chaude sanitaire ou « chauffe-eau solaire » : http://fred.elie.free.fr/chauffe_eau_solaire.pdf
- [9] CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC : Méthodes de mesure du débit : https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/debit_conduit_ouvC7.pdf

DOT

- [1] *Septembre 2021: Recherche de documentation sur le bilame et les capteurs piézoélectriques dans l'objectif de transformer la chaleur d'un four en fin de cuisson en électricité.*
- [2] *Octobre 2021: Contact avec la startup Eco-tech Ceram, qui revalorise la chaleur perdue d'une habitation, ce qui nous a permis, après une analyse des différents gisements de chaleur dans une habitation, de nous orienter vers notre sujet actuel et d'affiner les objectifs du TIPE.*
- [3] *Novembre 2021: Première approche théorique avec la recherche de différentes thèses et réflexion sur le prototype.*
- [4] *Décembre 2021: Conception de la maquette et recherche d'un isolant efficace et naturel pour notre système.*
- [5] *Janvier 2021: Premiers essais d'expériences en faisant varier le débit d'eau froide, en l'absence d'isolant : nous avons rencontré des difficultés dues à l'étanchéité du prototype ce qui nous a amené à des réajustements progressifs de notre système.*
- [6] *Février 2021: Fabrication de l'isolant en copeaux de liège à partir de bouchons de bouteille de vin usés, séries d'acquisitions de la température de sortie de l'eau en fonction du débit, et premières idées d'une modélisation théorique simple grâce à l'exploitation de la référence bibliographique [5].*
- [7] *Avril 2021: Réalisation d'expériences avec le chanvre comme isolant en faisant varier le débit de l'eau froide.*
- [8] *Mai 2021: Exploitation des résultats et conclusion sur l'efficacité de notre prototype en prenant en compte les incertitudes importantes de nos mesures.*