

MCOT : Mise en Cohérence des Objectifs du TIPE

Thème : Cycle, Boucle

Sujet : Système de climatisation naturelle à travers le sol

Nom et Prénom : AMINE EL AOUNI

► **Motivation :**

Dans un contexte de crise énergétique et climatique, il devient crucial d'inventer des solutions écologiques et peu énergivores. L'idée d'utiliser la stabilité thermique du sol pour climatiser naturellement une pièce, tout en surveillant la qualité de l'air ambiant, constitue une alternative innovante

► **Ancrage :**

Notre projet repose sur une boucle thermique passive exploitant la température constante du sol à 2 mètres de profondeur. Cette boucle est complétée par une boucle de régulation intelligente (capteurs – traitement – ventilation), incarnant pleinement le thème "Cycle / Boucle".

► **Encadrants :**

M. Y. RAHOU – M. A. OUAANABI

► **Positionnement thématique :**

Génie électrique – Génie mécanique – informatique pratique

► **Travail en groupe :** Non

► **Mots clés**

Mots en français :

- Température
- Climatisation naturelle
- Sous-sol
- Tuyaux enterrés
- Consommation électrique

Mots en anglais :

- Temperature
- Natural ventilation
- Basement
- Underground pipes
- Electricity consumption

► **Bibliographie commentée**

La climatisation naturelle à travers le sol s'inscrit dans un contexte de réchauffement climatique de plus en plus marqué. Selon l'Organisation météorologique mondiale, l'année 2024 a été la plus chaude jamais enregistrée, avec une température moyenne mondiale d'environ +1,55 °C par rapport à la période préindustrielle, et les années 2015-2024 constituent les dix années les plus chaudes observées [1]. En 2025, la température mondiale est restée très élevée, autour de +1,44 °C, ce qui confirme une tendance durable à la hausse [2]. Au Maroc, les effets de ce réchauffement sont particulièrement sensibles, car le pays appartient à une zone méditerranéenne et semi-aride déjà exposée aux sécheresses et aux vagues de chaleur. La région de l'Oriental, notamment Oujda, connaît des étés chauds : au mois d'août, la température moyenne y est autour de **26 à 27 °C**, avec des maximales moyennes proches de **35 °C** [3].

Dans ce contexte, la climatisation classique pose un problème énergétique important. L'Agence internationale de l'énergie indique que la consommation électrique mondiale des bâtiments a augmenté de plus de **600 TWh en 2024**, notamment à cause de

la demande croissante en climatisation lors des vagues de chaleur [4]. Les bâtiments représentent environ **30 % de la demande énergétique mondiale**, et le refroidissement des espaces devrait continuer à augmenter avec les étés plus chauds [5]. Il devient donc nécessaire d'étudier des solutions plus sobres : ventilation naturelle, puits canadien ou provençal, géocooling, refroidissement évaporatif, isolation passive, et systèmes hybrides utilisant les énergies renouvelables.

Le système étudié repose sur l'idée de faire circuler l'air extérieur dans des tuyaux enterrés à une certaine profondeur. Le sol ayant une température plus stable que l'air extérieur, il peut rafraîchir l'air en été avant son introduction dans le local. La ventilation peut être assurée par de petits ventilateurs alimentés par panneaux photovoltaïques, ce qui réduit fortement la consommation électrique du réseau. Cette solution est particulièrement intéressante dans l'Orient marocain, car Oujda dispose d'un bon potentiel solaire : l'irradiation moyenne journalière est estimée à environ **6,0 kWh/m²/jour**, avec une valeur élevée en août d'environ **7,3 kWh/m²/jour**, soit **7300 Wh/m²/jour** [6]. Ainsi, le couplage entre échange thermique avec le sol et alimentation solaire peut constituer une solution simple, économique et adaptée aux conditions locales.

► **Problématique :**

Comment concevoir et intégrer un système de climatisation naturelle par échange thermique avec le sol, afin d'améliorer le confort thermique d'une maison tout en réduisant sa consommation énergétique et son impact environnemental ?

► **Objectifs :**

- Mesurer la température du sol à différentes profondeurs et analyser l'influence de l'arrosage sur son comportement thermique.
- Analyser l'échange thermique entre l'air extérieur et un conduit enterré.
- Alimenter le système par une source solaire photovoltaïque.
- Réaliser et tester un prototype de climatisation naturelle par le sol.

► **Les références :**

- [1] Organisation météorologique mondiale, 2025 : <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>
- [2] Organisation météorologique mondiale, 2026 : <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2025-was-one-of-warmest-years-record>
- [3] Climate-Data / Timeanddate, données climatiques d'Oujda : <https://en.climate-data.org/asia/indonesia-101/>
- [4] International Energy Agency, Global Energy Review 2025 : <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/electricity>
- [5] International Energy Agency, Energy Efficiency 2025 : <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025/buildings>
- [6] Solar Radiance / données solaires pour Oujda : <https://solarradiance.energy/fr/potential/ma/oriental/oujda/%4034.68139%2C-1.90858%2C0>