SHaKE
Sharing Knowledge on Energy Communities

Co-funded by the European Union

Module 4
Réseaux de froid

Élément du programme pédagogique SHaKE sur les systèmes de chauffage et de refroidissement urbains

ÉTUDES DE CAS

Activités d'analyses appliquées et discussions en classe

Établissement porteur : Universitat Jaume I de Castellón
Erasmus+ KA220-HED Cooperation Partnerships in Higher Education
Version: 1.1
Date: Mai 2026

https://www.shakeproject-dhc.eu/

Sélectionnez uniquement une section de votre choix pour réaliser le devoir (une seule étude de cas est obligatoire).

1. Réseaux de froid et pompes à chaleur

Titre de l'étude de cas : Helsinki (Finlande) – SHC à base d'eau de mer avec pompes à chaleur

Climat : tempéré froid

Référence du projet : Helen Ltd. District Cooling System (source : Energy Cities)

Mission :

- Étudiez le réseau de froid d'Helsinki qui utilise de l'eau de mer, des pompes à chaleur et la chaleur résiduelle des centres de données.

Tâches :

- Décrivez comment le système fonctionne à travers trois modes : refroidissement naturel (free cooling), fonctionnement par pompe à chaleur et intégration de la chaleur résiduelle.
- Analysez la variation saisonnière des performances (par exemple, la COP du système en été vs hiver).
- Discutez du rôle du chauffage et du refroidissement simultanés (SHC) dans l'amélioration de l'efficacité du système.
- Estimez les économies de carbone à partir des données disponibles (environ 60 000 tonnes de CO_2 évitées par an).
- Concevoir un schéma simplifié du système.

Livrable :

Rapport technique (4 à 6 pages) comprenant le schéma système et l'estimation du bilan énergétique.

2. Technologies de refroidissement

Titre de l'étude de cas : Riyad (Arabie Saoudite) – Intégration des refroidisseurs à absorption solaire

Climat : chaud et aride

Référence du projet : Franchini et al., « olar-powered district cooling systems in arid regions » (2018)

Mission :

Analysez un projet de refroidissement urbain à Riyad utilisant des refroidisseurs à absorption assistée par l'énergie solaire.

Tâches :

- Comparez deux technologies solaires : les collecteurs cylindro-parabolique et les collecteurs à tube sous vide, basés sur le COP du système.
- Évaluer les différences de performance énergétique (par exemple, COP de 1,39 pour cylindro-paraboliques, 0,723 pour les tubes sous vide).
- Calculez la réduction potentielle des émissions de CO_2 en fonction de la fraction solaire (jusqu'à 70 %).

- Proposer des améliorations ou des modifications pour réduire la dépendance aux combustibles fossiles.
- Suggérez des stratégies d'entretien pour les environnements désertiques.

Livrable :

Rapport d'analyse de 4 à 5 pages incluant les flux d'énergie, la contribution solaire et le schéma graphique.

3. Réfrigérants

Titre de l'étude de cas : Tokyo (Japon) – Transition du réfrigérant à faible GWP dans le refroidissement urbain

Climat : Subtropical humide

Base du projet : Transitions réelles de réfrigérants dans les systèmes de refroidissement de Tokyo (par exemple, réduction progressive du R-134a)

Mission :

Évaluer la modernisation d'un système de refroidissement urbain passant de R-134a à des réfrigérants à faible GWP (par exemple, R-1234ze ou CO_2).

Tâches :

- Comparez les indicateurs environnementaux (GWP, TEWI, LCCP) avant et après la transition du réfrigérant.
- Identifiez les défis liés à la sécurité, à la compatibilité des compresseurs et à la miscibilité huile/lubrifiant.
- Examinez la réglementation japonaise sur les gaz fluorés et leur influence sur le choix des réfrigérants.
- Discutez des risques liés aux PFAS et aux TFA associés aux réfrigérants HFO.
- Proposer des alternatives adaptées aux climats tropicaux à faible impact environnemental.

Livrable :

Dossier technique (max 5 pages) avec tableaux comparatifs, contexte réglementaire et analyse de rétrofit.

4. Pompes à chaleur : intégration et configurations

Titre de l'étude de cas : Drammen (Norvège) – Pompe à chaleur à ammoniac utilisant de l'eau de fjord

Climat : froid-maritime

Référence du projet : Pompe à chaleur Drammen (Norvège) – L'une des plus grandes pompes à chaleur à eau de mer au monde

Mission :

Analysez le système de pompe à chaleur de Drammen, qui extrait la chaleur de l'eau de fjord à ~8–9 °C et délivre un chauffage urbain à 90 °C grâce à un réfrigérant à l'ammoniac (NH_3).

Tâches :

- Décrivez le cycle de compression de vapeur utilisé avec NH_3 et expliquez la configuration du système.
- Calculez les variations saisonnières de performance (COP ≈ 3) en tenant compte des températures extérieures.
- Évaluer les avantages économiques par rapport aux chaudières fossiles dans des climats similaires.
- Analysez les risques et les avantages de l'utilisation de l'ammoniac comme réfrigérant.
- Discutez de la reproductibilité de ce projet dans d'autres villes portuaires européennes.

Livrable :

Rapport technique détaillé (5 à 6 pages) incluant un bilan énergétique simplifié et une comparaison des coûts.

5. Stockage d'énergie thermique et systèmes hybrides

Titre de l'étude de cas : Singapour – TES de matériaux à changement de phase (PCM) dans le refroidissement urbain

Climat : tropical

Référence du projet : projet pilote Keppel DHCS + NUS (2024), news.nus.edu.sg

Mission :

Découvrez l'intégration du stockage thermique basé sur PCM dans le système de refroidissement urbain de Singapour au Changi Business Park.

Tâches :

1. Expliquez comment fonctionnent les réservoirs PCM et comment ils s'intègrent dans les systèmes de refroidissement urbain.
2. Simulez les cycles quotidiens de charge/décharge ainsi que la réduction de la charge de pointe.
3. Évaluez les bénéfices économiques (économies de coûts >10 %) et les améliorations de fiabilité.
4. Comparez ce système aux systèmes de stockage de glace pour l'eau froide et de la glace.
5. Discutez de la mise à l'échelle et de l'applicabilité dans d'autres régions équatoriales.

Livrable :

Rapport (4–5 pages) + schémas visuels des cycles TES et des estimations des économies d'énergie.