



Réhabilitation des maisons et quartiers anciens

Doctorant : Bruno FILLIARD

Directeur de thèse : Bruno PEUPORTIER

École des Mines de PARIS, Centre Énergétique et Procédés

Motivations:

Les maisons individuelles représentent plus de la moitié du parc immobilier français. Près de 65% d'entre elles ont été construites avant la première réglementation thermique de 1974. Ces constructions ont des besoins de chauffage beaucoup trop élevés compte tenu des objectifs environnementaux mondiaux et nationaux. Diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur du bâtiment impose donc de trouver des solutions adaptées à cette catégorie de bâtiments.

Objectifs:

- Élaboration de scénarios de réhabilitation sous forme de « package » de solutions concernant l'enveloppe et les équipements de manière à satisfaire les niveaux de performance standard actuels, voir plus.
- Développement d'un modèle de pompe à chaleur (PAC) air/air et air/eau destiné à son intégration dans le logiciel de simulation dynamique Comfie-Pléiades. Modélisation d'une PAC utilisant comme source froide la sortie d'un puits canadien, l'air vicié ou l'air d'une véranda.
- Applications sur différents types du parc immobilier des maisons PHENIX EVOLUTION.
- Participation au projet de la Fondation bâtiment énergie **ODMIR4** : développement d'un Outil d'aide à la Décision pour les Maisons Individuelles Réhabilitées facteur 4.

Perspectives:

- Analyser d'un point de vue environnemental la mise en œuvre des solutions proposées à l'aide de l'outil EQUER. Les bases de données de ce dernier devront être complétées pour étudier l'intégration de système solaire thermique ou photovoltaïque ainsi que le modèle de PAC qui sera développé.
- Étendre l'analyse à l'intégration de ces solutions sur l'ensemble d'un quartier à l'aide du logiciel ARIADNE qui permettra de prendre en compte des équipements collectifs. Des ratios de performances seront évalués, par exemple en terme d'émission de gaz à effet de serre par mètre carré utile, de manière à aider les municipalités ou les maîtres d'ouvrage à fixer des objectifs dans les programmes de réhabilitation.

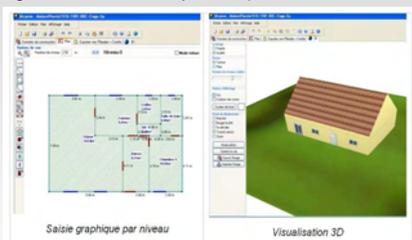
Conclusions:

Intégrer des solutions efficaces de chauffage thermodynamique dans un outil d'aide à la conception répond à la demande des utilisateurs, bureaux d'études et architectes. Cet outil s'applique également au parc existant dont le potentiel d'amélioration est élevé. Les études de cas menées sur des maisons à ossature acier montrent l'intérêt d'associer un travail sur l'enveloppe et sur les équipements pour répondre aux nouvelles contraintes environnementales.

Procédure expérimentale:

Le module de calcul Comfie développé par le Centre énergétique et procédés de l'école des Mines de Paris, et son interface utilisateur « Pléiades » réalisée par IZUBA Énergies, constituent un ensemble logiciel permettant la simulation thermique des bâtiments.

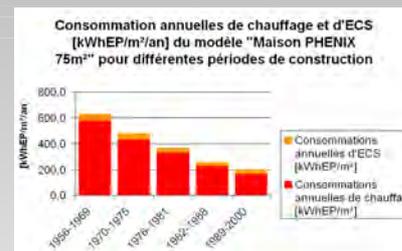
Une interface graphique, Alcyone, facilite la saisie des caractéristiques géométriques du projet par plans avec une visualisation 3D permettant de vérifier cette saisie, complétée par des données sur les caractéristiques techniques (composition des parois, types de vitrages...), le climat (station météorologique la plus proche, masques éventuels) et l'usage du bâtiment (températures de consigne, ventilation, occupation...).



Il est possible de définir au sein d'un même bâtiment jusqu'à vingt zones thermiques aux paramètres d'utilisation différents (ventilation, nombre d'occupants, niveau de température). Une approche dynamique basée sur des fichiers météo spécifiques permet le calcul des besoins de chauffage et de rafraîchissement prenant en compte les apports solaires selon l'orientation et l'exposition des parois du bâtiment, ceci sur une année entière avec un pas de temps pouvant aller de l'heure jusqu'au 1/10^{ème} d'heure.

Le logiciel fournit un tableau de synthèse indiquant les besoins de chauffage et de climatisation, les puissances associées à ces besoins, et les températures minimales, maximales et moyennes pour chacune des zones au cours de l'année. De plus, les sorties graphiques des températures et des puissances sur des périodes choisies facilitent l'analyse des résultats.

Enfin, un rapport regroupant toutes les hypothèses de simulation peut être édité. Il est également possible de retranscrire l'ensemble des résultats de la simulation heure par heure sous forme de feuille Excel pour une analyse plus fine des résultats.



Cet ensemble logiciel sera appliqué à une typologie de maisons anciennes, de manière à évaluer un ensemble de solutions techniques sous l'angle de la performance énergétique et du confort.

Afin d'améliorer les potentialités de cet outil, un modèle de pompe à chaleur (air/air et air/eau) sera développé pour évaluer l'intérêt d'utiliser des sources froides tempérées (amélioration du coefficient de performance).

Résultats marquants obtenus:

La période de développement intensif du parc immobilier français au cours des années 70, a délaissé complètement les aspects bioclimatiques dans les constructions, ne prenant pas en compte l'intérêt que peuvent avoir les apports solaires gratuits.

La technologie de construction de PHENIX Évolution (dalle de béton sur structure métallique) permet d'opérer facilement le changement de taille des ouvertures sur les façades. Une amélioration a alors été étudiée:

- intervenir tout en améliorant l'efficacité des vitrages une porte-fenêtre se situant au nord et une fenêtre se situant au sud afin de favoriser les apports solaires au sud et réduire les pertes thermiques par les parois vitrées du côté nord.



Quel impact peut avoir une telle transformation de l'enveloppe sur les besoins de chauffage ?

Hypothèses du modèle de maison étudiée:

- Maison Phenix construite entre 1976 et 1982
- Caractéristique constructives – Valeurs des coefficients de transmission thermique **U [W/(m².K)]**

	Murs	Plafond	Plancher TP	Fenêtres	Porte-fenêtre
1976-1982	0.52	0.4	0.92	2.2	4.7
Rénovation				1.2	1.2

Équivalent en terme d'épaisseur d'isolant:

- 6 cm de polystyrène sur les murs
- 10 cm de laine de verre au plancher haut
- 2 cm de polystyrène au plancher bas

•fenêtres et portes-fenêtres existantes à double vitrage 4/6/4 à verre clair et châssis aluminium sans rupteur de pont thermique..

•fenêtres et portes-fenêtres de rénovation sont à double vitrage basse émissivité, lame d'argon et châssis aluminium avec rupteur de pont thermique, volets roulants fermés la nuit.

Hypothèses de simulation:

- Consigne de température de chauffage de 19°C
- Prise en compte de la ventilation entre pièces
- Apports internes famille standard de 4 personnes
- Scénario d'occupation d'une famille standard
- Débit de ventilation fixé à 0.6 volume / heure

Résultats fournis par Comfie-Pléiades

	Ratio des besoins de chauffage avant réhabilitation [kWh/(m².an)]	Ratio des besoins de chauffage après réhabilitation [kWh/(m².an)]	Gain sur les besoins de chauffage
Trappes	112	104	7%
Nice	44	37	16%

La mise en place d'une telle solution reste plus rentable dans le sud de la France, essentiellement grâce aux apports solaires d'hiver plus élevés dans les régions sud.