

STAGE DE FIN D'ÉTUDES

Ingénierie thermique



Anaëlle POTTIER

Encadrant académique : Sébastien Larribe
Encadrant professionnel : Louis Charbonneaux

CONTEXTUALISATION

La rénovation énergétique constitue aujourd'hui un enjeu majeur dans la lutte contre le changement climatique, en particulier dans le secteur du bâtiment, fortement consommateur d'énergie. En France, cette transition s'appuie sur un cadre législatif renforcé, notamment la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie et la loi « Climat et Résilience », qui imposent des mesures progressives comme l'interdiction de location des logements les plus énergivores.

Afin d'accompagner cette dynamique, des dispositifs tels que les Plans Pluriannuels de Travaux pour les copropriétés et le Décret Tertiaire encouragent des rénovations globales et cohérentes avec les objectifs environnementaux. Toutefois, la réussite de ces projets dépend aussi du respect des contraintes d'urbanisme et patrimoniales, ainsi que de leur dimension sociale : la rénovation offre en effet une opportunité d'amélioration des conditions de vie et de lutte contre la précarité énergétique pour les ménages les plus vulnérables.

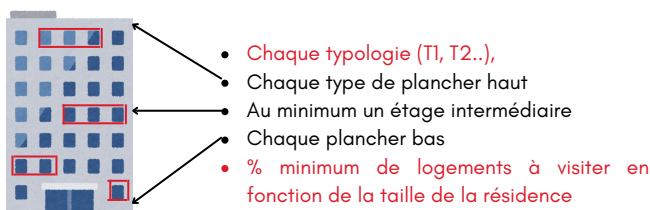
OBJECTIFS : Etudes de solutions de rénovation énergétique dans les secteurs résidentiels collectifs et tertiaires

Plan Pluriannuel de Travaux

1 - Diagnostic de Performance Énergétique collectif

Échantillonnage des visites

Chaque DPE collectif doit comprendre un **échantillon** spécifique d'appartements respectant les critères suivants :



- Chaque typologie (T1, T2...),
- Chaque type de plancher haut
- Au minimum un étage intermédiaire
- Chaque plancher bas
- % minimum de logements à visiter en fonction de la taille de la résidence

Relevés sur site

Chaque composition de **parois déperditives** (opaque ou vitrée) est relevée ainsi que les différents **systèmes CVC**.

1. Murs et planchers
2. Menuiseries
3. Système de chauffage
4. Système de climatisation
5. Système ECS
6. Ventilation



2 : Diagnostic technique global

Ce diagnostic consiste à relever les **pathologies** sur ouvrages selon leur **état technique** et **critère de priorité**.

État technique

- ✓ Bon état
- ~ État moyen
- ✗ Mauvais état
- ! Hors service

Critère de priorité

- 1 Obligatoire : Risques pour les usagers
- 2 Préventif : Prévenir les dégradations
- 3 Amélioration : Valorisation patrimoniale

3 : Plans de travaux

Les plans de travaux permettent une programmation hiérarchisée des travaux sur une période de 10 ans, comprenant :

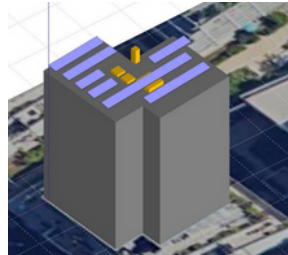
- Un **plan patrimonial**, destiné à assurer la pérennité et la conservation du bâtiment.
- Un **plan énergétique pertinent**, regroupant les travaux les plus rentables et adaptés aux spécificités de la copropriété.
- Un **plan énergétique ambitieux**, visant à atteindre une performance énergétique de classe A ou B.

Etude de Faisabilité Photovoltaïque

1 - Relevés sur site et modélisation 3D

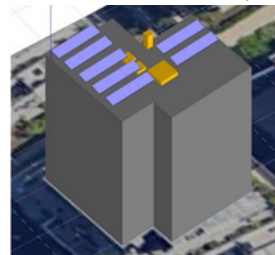
La visite sur site permet la prise en compte des **masques solaires** ainsi que la place disponible au sein du **local TGBT** pour l'installation de disjoncteurs, compteurs d'énergie, câbles électriques...

Scénario 1 : Production maximale



Utilisation complète de la surface disponible en toiture

Scénario 2 : Production adaptée



Production ajustée aux besoins réels de la résidence

2 - Différentes possibilités

Autoconsommation : production électrique autoconsommée sur place, compare la part consommée sur place à la part produite sur place

Revente : revente de la production électrique produite sur place à EDF

3 - Bilan financier

Calcul d'un bilan financier avec prise en compte des **investissements** et **gains** afin d'évaluer les gains nets et le **temps de retour sur investissement**.

Investissements :

- Ingénierie
- Travaux d'installation
- Matériel de suivi
- Maintenance

Gains :

- Economie financière basée sur estimation de production solaire
- Prix rachat de l'électricité

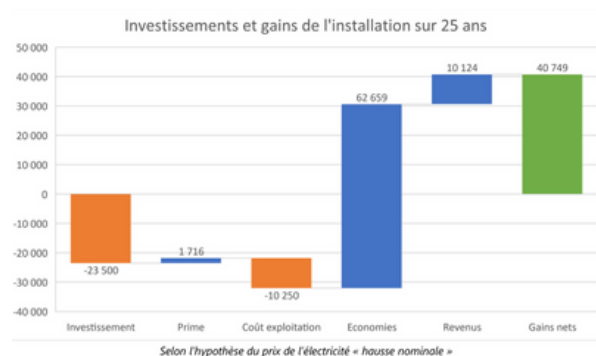
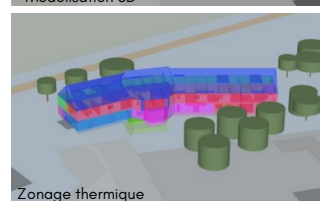


Schéma Directeur Décret Tertiaire

1 - Relevés sur site et modélisation 3D



A partir des visites sur site et des plans du bâtiment, la **modélisation 3D** est établie. Les équipements CVC, éclairage, ECS, parois opaques, menuiseries et équipements spécifiques sont relevés. Différents **scénarios** (occupation, ventilation, chauffage, climatisation) sont ensuite appliqués par **zones thermiques**. Le zonage thermique permet de regrouper les pièces possédant la même occupation, température de chauffe et l'orientation au sein d'une seule zone.

2 - Calage avec les factures

Les scénarios doivent reproduire des consommations proches de la réalité, avec un écart maximum de $\pm 5\%$ par rapport aux factures réelles.

Le calcul de réduction des consommations d'énergie est possible via deux indices :

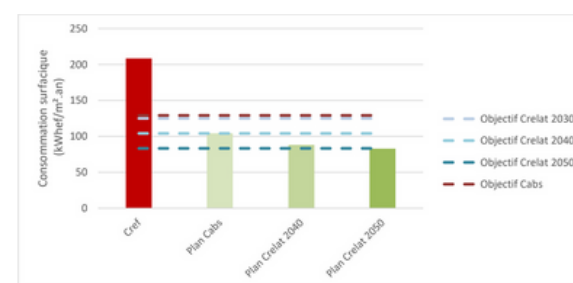
Crelat, objectif exprimé en valeur relative et déterminé à partir de la consommation énergétique de référence notée Créf

Cabs, objectif exprimé en valeur absolue et correspondant à un niveau de consommation d'énergie théorique pour chaque catégorie d'activité tertiaire

3 - Préconisation possibles

- Sur le bâti
- Sur les équipements énergétiques
- Sur les dispositifs d'optimisation et d'exploitation des systèmes et équipements énergétiques
- Sur l'adaptation des locaux et le comportement des occupants

4 - Différents plans de travaux et objectifs Cabs et Crelat



COMPÉTENCES ET TECHNIQUE

- Élaboration de solutions techniques adaptées aux contraintes collectives
- Expertise technique sur le bâti et les équipements
- Réalisation de DPE réglementaire via l'outil LICIEL
- Médiation entre copropriétaires, syndic et techniciens

- Transformation de projets initiaux en scénarios photovoltaïques réalistes
- Utilisation de l'outil PVSyst pour la conception et la simulation
- Création de modèles adaptés aux contextes techniques et financiers

- Adaptabilité des préconisations dans un contexte organisationnel précis.
- Étude détaillée des usages énergétiques
- Modélisation avancée des bâtiments sur l'outil de simulation thermique Pleiades
- Expertise technique sur le bâti et les équipements

OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Inscriptions des missions de stage dans les ODD



Rendre les infrastructures auditées plus sûres, durables et résilientes



Préservation de la valeur et des matériaux avec des rénovations ciblées



Transformer les objectifs politiques en plans de travaux concrets et financés

CONCLUSION

La réussite des rénovations repose sur une approche pluridisciplinaire : les contraintes urbaines et patrimoniales encadrent la faisabilité et orientent les choix architecturaux, tandis que les solutions énergétiques doivent s'adapter pour améliorer la performance des bâtiments. Ces interventions techniques s'inscrivent enfin dans un enjeu social, en contribuant à réduire la précarité énergétique et à améliorer le confort et la qualité de vie des occupants. À travers les missions réalisées, cette approche montre comment les compétences techniques et réglementaires se conjuguent avec une vision territoriale et sociale, fidèle à la formation d'ingénieur en environnement et urbanisme.