

Eléments de stratégie nationale, territoriale et patrimoniale de réhabilitation des bâtiments de logements sociaux pour intégrer l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre dans une démarche de développement durable vers un facteur 4

par Philippe Outrequin (Crdd La Calade), Catherine Charlot-Valdieu (SUDEN) et Brigitte Brogat (USH)

www.suden.org/francais/action_et_projets/factor4.php

L'objectif du projet européen Factor 4 est d'aider les bailleurs sociaux à optimiser les programmes de réhabilitation de leur parc et ainsi à définir des stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour leur patrimoine qui contribuent au facteur 4, grâce à une analyse en coût global énergétique intégrant le retour sur investissement (en tenant compte également des hausses de prix de l'énergie) et l'impact sur le couple loyer+charges. Certains résultats sont résumés ci après.

Les partenaires (outre Crdd La Calade et SUDEN qui coordonne le projet) sont l'USH, HTC, Moulins Habitat, Cenergia (DK), KAB (DK), ABITA (I), Ricerca & Progetto (I), Volkswohnung (D) et APDL (Ro). Les partenaires associés, regroupés au sein du groupe national facteur 4 sont le groupe CMH, EFIDIS, La Maison du CIL, La Maison Girondine, l'OPAC 38, l'OPIHLM d'Arcueil-Gentilly, OSICA et SAGECO du groupe SNI.

Cette analyse en coût global élargi a porté tout d'abord sur des bâtiments types pour lesquels plusieurs scénarii ont été élaborés¹. L'analyse a ainsi montré qu'il n'y a pas de solution universelle et que chaque famille de bâtiments a ses solutions ou sa solution optimale en fonction de son système constructif, de son histoire, de son approvisionnement énergétique...

Ainsi par exemple pour un bâtiment représentatif d'un système constructif des années 60 (poteau - dalle à remplissage brique et consommation en énergie primaire pour le chauffage et l'eau chaude de 243 kWh/m²), trois scénarii ont été étudiés afin d'optimiser le programme de réhabilitation au regard de l'énergie et des émissions de CO₂. Le graphique ci-après montre les différents paliers atteints par les trois scénarii proposés.

- Le scénario A aboutit à un premier palier de rentabilité avec un montant d'investissement de l'ordre de 4000 € par logement mais le bâtiment consomme encore 152 kWh/m² (énergie primaire, étiquette D à partir de 150).
- Le scénario B permet d'atteindre une consommation d'énergie de 89 kWh/m² (étiquette B). C'est celui qui optimise le coût global énergétique (gain de 7 €/m²) mais il nécessite un investissement de 7 000 € par logement.²
- Enfin le scénario C atteint un optimum pour les émissions de CO₂ (facteur 4 avec une étiquette énergie en B avec 58 kWh/m²) mais le bilan économique s'est détérioré et ce scénario nécessite un investissement initial beaucoup plus lourd (12 000 € par logement).

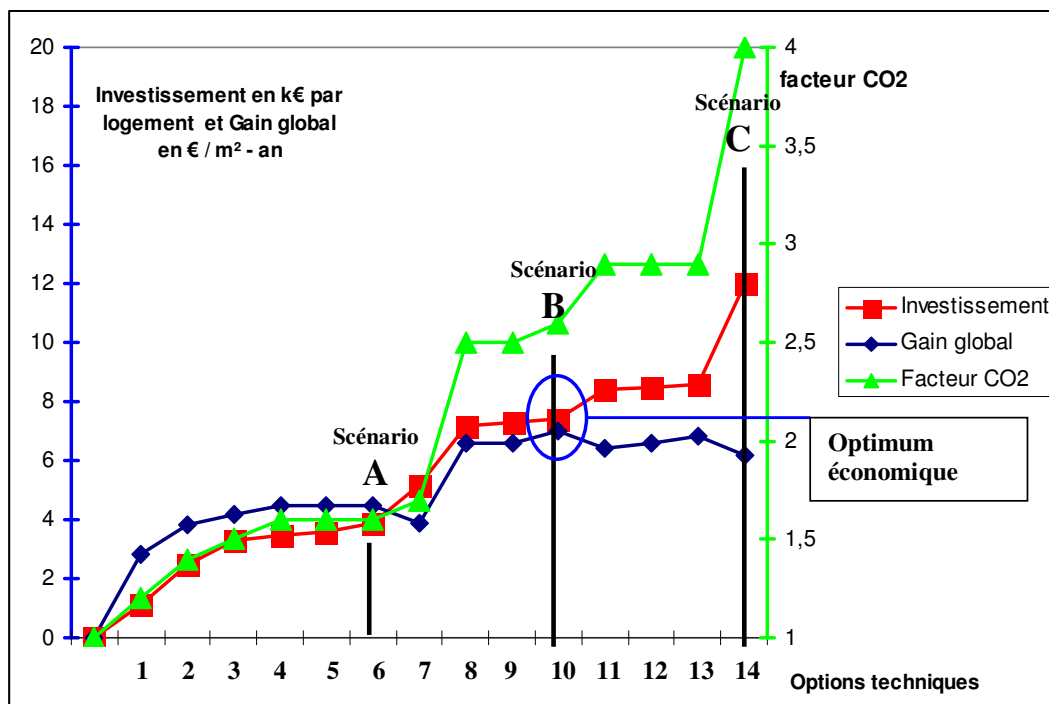
L'optimum économique d'un projet de réhabilitation énergétique d'un bâtiment est défini comme le projet d'investissement qui minimise le coût global énergétique du bâtiment, compte tenu d'hypothèses sur l'amortissement des investissements (calculé en fonction de leur durée de vie) d'une part et sur l'évolution des prix de l'énergie d'autre part.

¹ Cf. deliverable 7 avec une recherche d'optimum au facteur 4 (en anglais seulement) et deliverable 9 en français

² On remarquera que ce scénario est proche des 80 kWh/m² préconisés lors du Grenelle de l'Environnement mais ceci est un hasard. Cependant il est aisé de comprendre pourquoi, suite à ce résultat, nous n'avons pas élaboré de scénario à 80 kWh/m²

Le graphique ci après montre que le programme de réhabilitation optimal serait dans ce cas proche de l'objectif des 80 kWh/m² préconisé lors du Grenelle de l'Environnement (il faudrait donc prendre les 10 premières options techniques de notre liste³).

Analyse de l'évolution de la rentabilité, du montant des investissements et du facteur CO₂ des scenarii de réhabilitation A, B et C afin d'optimiser un programme de réhabilitation



Source La Calade pour Factor 4

Il n'est donc pas toujours « rentable » de tendre vers un facteur 4 et une analyse (optimisation technico-économique) spécifique doit être faite pour chaque type de bâtiment.

1. Synthèse de l'analyse en coût global énergétique de 170 opérations de réhabilitation

170 bâtiments représentatifs de plus de 15 000 logements ainsi que leurs programmes de réhabilitation sélectionnés par les bailleurs eux-mêmes ont été analysés avec le modèle SEC d'analyse en coût global élargi. Ces programmes de réhabilitation peuvent être considérés comme ce que l'on nomme aujourd'hui en France des **bonnes pratiques**. (cf. deliverable 9 en français).

Cette analyse a montré tout d'abord que :

- les travaux de réhabilitation ont un coût moyen minimal de 6 400 € par logement,
- la consommation d'énergie finale avant travaux est de 231,5 kWh / m² et après travaux elle serait de 125 kWh / m², soit une économie d'énergie de 44 %,
- le facteur CO₂ moyen est de 1,9 (ratio : émission de CO₂ avant travaux / émission de CO₂ après travaux),
- les étiquettes énergie et CO₂ ont été améliorées mais seules 50 % des études de cas atteignent l'étiquette C pour l'énergie et 10 % seulement atteignent l'étiquette C pour le CO₂,
- 30 % des projets sont plus particulièrement rentables ou bénéfiques pour la collectivité avec un gain (calculé en coût global) supérieur à 4 € / m² – an. Ces bénéfices sont atteints pour des projets dont l'investissement moyen est supérieur 8 300 € par logement, soit 30 % de plus que pour la moyenne des études de cas.

³ Cf. deliverable 10 en français

Enfin cette analyse a surtout souligné que :

La rentabilité des programmes de réhabilitation augmente jusqu'à une certaine limite avec les économies d'énergie attendues et avec le facteur CO₂, ce qui justifie des calculs d'optimisation. Cette approche globale doit par conséquent être prise en compte par les bailleurs sociaux ainsi que par les pouvoirs publics pour l'attribution de subventions (la seule prise en compte du surcoût ayant le double inconvénient de générer une hausse des coûts – et des bénéfices pour les industriels - et de ne pas refléter l'intérêt réel du projet).

2. Eléments de proposition pour une stratégie nationale optimisée de réhabilitation du parc de logements sociaux en France⁴

Les émissions de CO₂ de l'ensemble du parc social affilié à l'USH (3,8 millions de logements) ont été estimées à 11,7 Mt éq.-CO₂ soit en moyenne 3,1 tonnes par logement ou encore 46 kg CO₂ par m², ce qui correspond en moyenne à l'étiquette E du DPE (diagnostic de performance énergétique) (émission comprise entre 36 kg et 56 kg de CO₂ par m²).

La consommation moyenne d'énergie de ce parc social a été estimée à 190 kWh / m² pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, soit une consommation en énergie primaire de 230 kWh / m², ce qui est la limite entre les étiquettes D et E du DPE. La stratégie facteur 4 (c'est-à-dire une division par 4 des émissions de gaz à effet de serre) doit donc amener d'ici 2050 à une réduction de 6 Mt d'émissions de CO₂ (compte tenu de la démolition d'une partie du parc)⁵.

✚ Une stratégie facteur 4 est-elle possible ?

Pour apporter une première réponse à cette question, nous avons utilisé le modèle SEC et recherché les optima économiques atteignables à partir d'études de cas représentatifs de la typologie du parc social français.

L'analyse de ces cas représentatifs nous amène à souligner les caractéristiques suivantes :

- 61 % du parc de logements sociaux date d'avant 1975,
- **59 % de ce parc construit avant 1975 (soit 36 % du parc total) n'a jamais été réhabilité, ce qui représente un total de 1,4 million de logements,**
- 800 000 logements construits entre 1975 et 1989 n'ont jamais été réhabilités à ce jour,
- une représentation écrasante des logements situés en zone climatique H1 avec 70 % du parc national. Ces logements de la zone 1 se répartissent en 50 % jamais réhabilités et 20 % déjà réhabilités,
- 71 % des logements du parc national n'ont jamais été réhabilités,
- 55,9 % des logements du parc national est chauffé au gaz, 13,1 % à l'électricité, 10,8 % est raccordé à un réseau de chaleur, 10,3 % est chauffé au fioul et 9,9 % avec d'autres systèmes de chauffage : cette répartition traduit **le rôle essentiel du gaz dans l'approvisionnement énergétique du logement social.**
- Enfin, cette répartition par forme d'énergie est très sensible à la date de construction des logements :
 - le gaz a une forte spécificité pour les constructions d'après 1990
 - le fioul et les réseaux de chaleur caractérisent les constructions d'avant 1975
 - l'électricité caractérise les constructions réalisées entre 1975 et 1989.

Nous avons défini 16 familles – types de bâtiments tous construits avant 1990 qui donnent une image du parc national. Pour chaque cas-type, on a optimisé les travaux de réhabilitation en terme de coût global énergétique avec le modèle SEC. Puis on a extrapolé ces résultats à l'ensemble du parc concerné, soit 1,7 million de logements à réhabiliter d'ici à 2050.

Cette optimisation aboutit, pour 1,7 million de logements à réhabiliter, à un besoin en investissement de 13,4 milliards d'euro (GE) soit 7 850 € par logement réhabilité en moyenne.

Cet investissement permettrait d'économiser 14 400 GWh par an pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, soit l'équivalent de 16 200 GWh en énergie primaire. Les émissions de CO₂ évitées seraient de 2 850 ktonnes par an et la dépense en achats d'énergie ou de chaleur diminuerait de 1 million d'euro par an. **Le parc de logement social contribuerait à réduire les émissions de CO₂ d'un facteur de 2,1.** Selon les segments de marché, le facteur CO₂ varierait entre 1,2 et 5,4.

⁴ Cf. deliverable 10 en français

⁵ Cf. deliverable 4 en français

Dans un certain nombre de cas, notamment où le facteur CO₂ n'est pas très élevé (<2, ce qui signifie toutefois une réduction entre 25% et 50% des émissions de CO₂), il n'est pas économiquement intéressant de chercher à aller plus loin dans les économies de gaz à effet de serre. Par contre, dans les cas où l'opportunité économique arrive à des réductions de gaz à effet de serre par un facteur allant de 2,5 à 5, il est possible d'aller plus loin, tout en maintenant une certaine rentabilité à l'opération. Celle-ci n'est plus optimale en tant que telle mais contribue alors davantage à l'optimum collectif qui est d'atteindre pour l'ensemble du parc (c'est à dire de la société) le facteur 4 d'ici à 2050.

Si on réhabilite prioritairement le parc de logements le plus énergivore ou le plus « carboné », soit près de un million de logements, avec un objectif d'optimisation, un impact très important serait obtenu en terme de réduction des gaz à effet de serre : une diminution des émissions de 72 % d'ici à 2015, correspondant à une réduction de 2,4 millions de tonnes CO₂. L'investissement est évidemment à l'échelle des enjeux puisqu'il est de **10 000 € en moyenne par logement**, soit 10 milliards d'euro sur la période.

Résultats de l'optimisation avec le modèle SEC du programme de réhabilitation du parc de logements sociaux à réhabiliter en priorité d'ici 2015

	Parc existant en 2050 sans action	Parc réhabilité	Gain après travaux	Gain en %
Parc de logements concernés	948 000	948 000		
Investissement à réaliser en milliards d' €	0	10,0		
Chauffage des locaux et eau chaude sanitaire en GWh / an	13 355	4 056	9 299	70 %
Energie primaire en GWh / an	16 044	5 466	10 578	66 %
Emission de CO ₂ en milliers de tonnes de CO ₂ / an	3 415	966	2 449	72 %
FACTEUR CO₂	1	3,5		
Consommation d'électricité en GWh / an	1 846	1 093	753	41 %
Dépense des ménages en million € / an	1 011	389	622	61 %

Source La Calade pour Factor 4

Un investissement de 10 à 12 000 € par logement peut amener les logements en limite de classe B pour l'énergie (consommation primaire inférieure ou égale à 90 kWh) alors que des investissements de l'ordre de 6 à 7 000 € laisseront ces logements en limite de classe C et D (consommation primaire inférieure à 150 kWh/m²).

✚ Mais faut-il tendre systématiquement vers un facteur 4 pour la réhabilitation ?

Pour répondre à cette question, nous avons élaboré un scénario dont l'objectif est d'atteindre le facteur 4 pour les émissions de gaz à effet de serre⁶: l'isolation par l'extérieur doit être encore plus performante, la chaudière doit être à condensation et la VMC doit être à double flux et récupération d'énergie.

Nous avons comparé les résultats obtenus par les bonnes pratiques d'aujourd'hui (investissement de l'ordre de 6 à 7 000 € par logement) avec ceux obtenus suite à l'optimisation issue de l'analyse en coût global du parc à réhabiliter, puis avec une optimisation pour atteindre le facteur 4, voire même pour aller au-delà du facteur 4 (projet de démonstration avec un investissement de 12 à 15 000 € par logement).

L'analyse effectuée pour plusieurs familles – types de bâtiments montre qu' :

Atteindre systématiquement un facteur 4 pour les opérations de réhabilitation n'est pas la stratégie optimale : il convient plutôt d'optimiser chaque programme de réhabilitation et d'ajuster le niveau de réhabilitation à chaque contexte technique ou économique⁷.

⁶ Comme dans le deliverable 7 en anglais dans lequel cet exercice est présenté pour des bâtiments de différents pays

⁷ Excepté bien sûr pour quelques opérations test ou de démonstration (celles-ci permettant de promouvoir les innovations techniques) en ne cherchant pas à généraliser mais il est important de ne pas circonscrire les subventions publiques à ces seules opérations.

✚ Conclusions

- **Une réflexion plus économique que technique est indispensable** pour mettre en place des stratégies énergétiques gagnantes / gagnantes : gagnantes pour les usagers et gagnantes pour la collectivité.
- Atteindre le facteur 4 dans la réhabilitation n'est peut-être pas le but à atteindre et un facteur 2,5 à 3 est plus proche de l'optimum compte tenu des techniques et de l'évolution des prix du marché (le différentiel étant compensé par la construction neuve⁸).
- Réhabiliter de façon limitée en réduisant les émissions de gaz à effet de serre de 30 % par exemple (facteur CO₂ de 1,4) ne permet pas d'atteindre l'optimum économique.
- Les calculs ont été réalisés avant toute politique de subvention. Des financements ou des co-financements publics (de même qu'une taxe carbone) modifieraient évidemment le calcul économique et contribueraient à des optimisations allant vers davantage de réduction des émissions de CO₂.
- Atteindre un facteur 4 requiert le développement de certaines technologies dont certaines sont déjà sur le marché et d'autres non (ou sont en attente d'avis technique).
- La consommation d'électricité des ménages n'est jamais prise en considération par les bailleurs en France. Or, la dépense des locataires pour leur électricité n'est jamais négligeable. Les actions d'économie de la demande d'électricité (DSM) dans les logements mais aussi dans les parties communes (dont les consommations peuvent aller de 2 à 12 kWh /m² de surface habitable) peuvent réduire ces dépenses de plus de 40 %.
- Enfin ces études de cas permettent de retenir quelques ordres de grandeur utiles :
 - une réhabilitation réduisant de 25 à 30 % les consommations d'énergie et les émissions de CO₂ (facteur CO₂ de 1,4) requiert un investissement d'environ 5 000 à 7 000 € par logement.
 - une réhabilitation réduisant de 60 à 65 % les consommations d'énergie et les émissions de CO₂ (facteur CO₂ de 2,7) requiert un investissement d'environ 10 000 à 12 000 € par logement.
 - une réhabilitation réduisant de 75 à 80 % les consommations d'énergie et les émissions de CO₂ (facteur 4 à 5) requiert un investissement de 12 000 à 16 000 € par logement.

L'analyse en coût global énergétique Factor 4 permet d'estimer la hauteur optimale de l'investissement et donc de définir la politique incitative en matière de types de travaux ou d'équipements à subventionner, d'effectuer les arbitrages indispensables.

Elle permet également d'identifier les secteurs économiques qu'il faut encourager ou aider préventivement afin que le tissu économique local puisse répondre à la demande, tant en matière de produits ou d'équipements que de pose puis de maintenance (savoir-faire, compétences) ...

3. Eléments de proposition pour l'élaboration d'une stratégie territoriale et/ou patrimoniale

Tous les bâtiments concernés par le dossier ANRU de Moulins Communauté ont été analysés par La Calade avec le modèle SEC (cf. deliverable 9) afin :

- de connaître le parc et d'évaluer les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre de chacun des bâtiments,
- d'optimiser le programme global de réhabilitation en identifiant quels bâtiments il faut réhabiliter plus « lourdement » que d'autres et d'optimiser le programme de réhabilitation de chaque bâtiment.

3 scénarii ont été élaborés et analysés :

- **le scénario ou programme de réhabilitation prévu par le bureau d'étude thermique** (investissement de 9,8 Millions d'euro, étiquette énergie D voire E, facteur CO₂ de 1,3 et étiquette CO₂ E après travaux). Dans ce type de scénario, on investit quasiment toujours de la même façon (entre 70 et 80 €/m²) et les économies d'énergie se situent assez généralement au même niveau. L'analyse en coût global montre que les opérations de nombreux bâtiments affichent une perte et que l'ensemble du programme affiche une perte.
- **un scénario optimisé avec le modèle SEC** (11,9 Millions, étiquette énergie C ou D selon les cas, facteur CO₂ de 1,7 et étiquette CO₂ D ou E après travaux) : les investissements y sont très différents selon les types

⁸ Cf. *Le coût global partagé d'un projet de construction : le modèle d'aide à la décision CoParCo*, La Calade pour l'AR Habitat du Nord Pas de Calais, l'USH et la DRE Picardie

de bâtiment (entre 80 et 120 €/m²) et les économies d'énergie sont nettement plus élevées et très différentes selon les cas (ce qui semble logique du fait des différences d'investissement). Ce scénario optimisé permet une nette amélioration au regard des émissions de gaz à effet de serre pour un investissement sensiblement équivalent à celui du scénario 1 et très nettement inférieur à celui du scénario de démonstration, ce qui souligne l'intérêt de la démarche et du modèle SEC.

- **un scénario de démonstration élaboré à partir d'opérations subventionnées** (22,6 Millions d'investissement, étiquette énergie C ou B, facteur CO₂ de 2,6 et étiquette CO₂ D ou C après travaux). Ce scénario ne génère en réalité aucune économie bien que son objectif affiché soit d'économiser l'énergie et il ne permet même pas d'atteindre l'étiquette C pour les émissions de gaz à effet de serre. Par ailleurs les opérations de réhabilitation de certains bâtiments affichent une perte en coût global.

Ces résultats sont en partie liées à un coût de l'énergie assez faible. Seules des subventions (Région, Ademe, ANRU, etc.) permettraient d'atteindre de façon optimale (en coût global réduit au couple loyers + charges) un facteur CO₂ de 2 à 2,5.

Ainsi pour tout projet de renouvellement urbain ou de transformation durable d'un quartier, une analyse énergétique en coût global avec le modèle SEC, à défaut d'être intégrée dans le diagnostic initial de développement durable du territoire (c'est-à-dire en amont de la contractualisation avec l'ANRU), pourrait être effectuée lors de l'évaluation à mi parcours (« point d'étape » de l'ANRU) afin d'intégrer ses résultats :

- dans l'arbitrage entre démolition et réhabilitation (s'il est encore temps) d'une part et dans l'arbitrage entre réhabilitation et résidentialisation d'autre part (on peut d'ailleurs se demander quels seraient les résultats d'une consultation des locataires dans cet arbitrage, notamment entre une réduction substantielle des charges et une résidentialisation, laquelle d'après HTC entraîne une augmentation des charges comprise entre 2 et 10 €/m²) ;
- dans le choix des techniques de réhabilitation à préconiser en fonction des budgets mobilisables (grâce aux multiples scénarii que permet le modèle SEC), ces budgets étant fonction des résultats obtenus (et donc de l'état des bâtiments existants) comme des objectifs nationaux ou régionaux poursuivis.

Ceci permettrait par ailleurs l'élaboration d'une stratégie à la fois locale et nationale avec la FFB et la Capeb afin de renforcer le savoir faire et le tissu économique local sur les techniques identifiées en amont des travaux...

L'analyse effectuée dans le cadre d'un dossier ANRU pourrait être effectuée de la même façon :

1. A l'échelle d'un territoire comme celui d'une ville ou d'une agglomération (PLH), d'un département (PDH) ou d'une région.

- A l'échelle d'une ville, d'une agglomération ou d'un département, une telle analyse permettrait notamment de mettre en avant le devenir et la rentabilité des réseaux de chaleur existants, de définir les priorités tant pour les bâtiments de logements sociaux que pour les logements privés et de réduire la précarité énergétique (cf. PLH et PDH).

- A l'échelle d'une région, une analyse en coût global du parc résidentiel permettrait de déterminer les besoins de financements et les stratégies de financement ou moyens à mettre en œuvre afin d'atteindre les objectifs fixés au niveau national et de développer le tissu économique (programme FEDER et Contrats de Projets Etat - Région).

2. A l'échelle d'un patrimoine, , notamment dans le cadre du Plan Stratégique de Patrimoine régi par la circulaire n°2002-37/CHT/TUH2/14 du 3 Mai 2002 de la DGUHC.

La conclusion pour un patrimoine ou pour un territoire est la même qu'au niveau des évaluations nationales. Les optima d'économie d'énergie diffèrent considérablement d'un bâtiment à l'autre. Si une stratégie facteur 4 doit être appliquée, elle doit l'être au niveau d'un parc et non bâtiment par bâtiment. **Imposer des seuils identiques de consommation d'énergie et d'émission de gaz à effet de serre à tous les bâtiments n'est pas rationnel du point de vue économique.**

Il y a un gros travail d'évaluation à mener sur le patrimoine du logement social pour hiérarchiser les niveaux d'intervention et évaluer ensuite le niveau global de réduction des émissions de gaz à effet de serre qui peut être atteint.

Enfin l'optimisation effectuée permet de déterminer le niveau de subvention nécessaire au bailleur pour atteindre l'équilibre économique.