

# Répartition des frais de chauffage dans le collectif et rénovation énergétique : une belle synergie

Par **Éric VORGER**

Co-fondateur de la société Kocliko

La consommation énergétique d'un bâtiment résulte de l'interaction complexe entre le bâti, les systèmes et les comportements des usagers, de sorte que les trois sujets doivent être traités conjointement pour pouvoir atteindre une performance élevée.

L'individualisation des frais de chauffage (IFC) s'attaque à la problématique des usages, en encourageant la sobriété dans les bâtiments dotés d'un chauffage collectif. Désormais obligatoire, l'IFC fournit l'occasion de déployer massivement des équipements de mesure sur un parc existant voué à de futures rénovations.

La *start-up* Kocliko a développé une nouvelle technologie de mesure de la consommation individuelle de chauffage, reposant sur la température ambiante et sur un calcul des déperditions de chaleur *via* un jumeau numérique du bâtiment.

Les données collectées se révèlent extrêmement utiles pour piloter le chauffage collectif en phase d'exploitation, mais également pour réaliser des rénovations efficaces : connaissance précise de l'état du bâtiment avant travaux, optimisation du scénario de rénovation, mesure et vérification des résultats *ex post*, sensibilisation des usagers dans la durée à leur consommation d'énergie...

## Individualisation des frais de chauffage (IFC) : quèsaco ?

En chauffage collectif, le montant de la facture de chauffage d'une résidence est historiquement réparti entre les occupants des logements, au *pro rata* de la surface de ces derniers. Cela n'encourage pas les comportements économes ; d'importants gaspillages sont d'ailleurs souvent observés.

L'individualisation des frais de chauffage (IFC) consiste à répartir la facture en fonction des consommations réelles de chaque logement. Les habitants sont ainsi incités à mieux utiliser les robinets thermostatiques installés sur les radiateurs. Les économies engendrées sont de 15 % en moyenne (ADEME, 2019).

La France compte 5 M de logements en chauffage collectif, dont 2,5 M sont des logements HLM et 2,5 M des logements en copropriété privée. En application de la loi Elan de novembre 2018, l'IFC est obligatoire depuis 2020 dans les immeubles dont la consommation dépasse 180 kWh/m<sup>2</sup>/an, ce qui correspond à environ 3 M de logements.

À l'échelle européenne, le parc concerné représente 30 M de logements.

## L'IFC, une technologie innovante pour déterminer la quantité de chaleur consommée

Kocliko est une *start-up* technologique issue de la recherche de Mines ParisTech. Fondée par trois docteurs et un ingénieur experts en simulation thermique dynamique des bâtiments, Kocliko a pour mission de réduire les consommations énergétiques des bâtiments.

Depuis sa création, en 2016, Kocliko a développé le logiciel Amapola, utilisé par les bureaux d'études thermiques dans des projets de construction ou de rénovation. Amapola a deux fonctions : optimiser les scénarios de travaux et faciliter la mise en œuvre des contrats de performance énergétique. Nous en reparlerons dans la suite de cet article. Mais revenons à l'IFC.

Depuis 2020, Kocliko innove sur le marché de l'IFC en abordant ce sujet sous l'angle de la thermique du bâtiment. Pour déterminer la quantité de chaleur consommée par un logement en chauffage collectif, l'industrie propose classiquement d'installer des compteurs d'énergie thermique et les (très décriés) répartiteurs de frais de chauffage, lesquels mesurent la température de surface des radiateurs.

En rupture avec ces systèmes, Kocliko utilise la mesure de la température ambiante des logements pour calculer les déperditions de chaleur de chaque logement. Ce calcul est réalisé en temps réel. Il fait intervenir un jumeau numérique du bâtiment, des données météorologiques locales et des algorithmes (voir la Figure 1 ci-après).

La méthode brevetée par Kocliko est fiable et est en cours de certification par le service de métrologie légale (le LNE). Elle est déployée à cette date dans plus de 2 000 logements.

Alors que les solutions classiques « se contentent » de compter, la technologie Kocliko, reposant sur des mesures de température et un jumeau numérique, permet de mieux régler l'installation de chauffage (équilibrage hydraulique, courbe de chauffe), générant ainsi 10 à 20 % d'économies supplémentaires.

Les mesures faites permettent aussi d'identifier à distance des problèmes de confort en été et en hiver, ainsi que des pannes, facilitant par là même la gestion des plaintes (qui se chiffrent en milliers chaque année pour les bailleurs sociaux), tout en limitant les déplacements liés aux dépannages et à la maintenance.

Vis-à-vis de la rénovation énergétique, cette approche présente des bénéfices substantiels.

## Services liés à la rénovation

En Allemagne, la consommation d'un ménage se chiffrait en 2010, en moyenne annuelle, à 131 kWh par mètre carré. En 2018, elle s'élevait à... 130 kWh. Entretemps, 340 milliards d'euros ont été investis dans la rénovation énergétique (Le Monde, 2020).

À travers le prisme de la solution d'IFC Kocliko, nous allons décrire comment éviter certains écueils. Il s'agit notamment d'orienter l'investissement vers les travaux les plus efficaces grâce à des études de conception de qualité, de systématiser la mesure et la vérification de la performance *ex post* et de sensibiliser les usagers pour limiter l'effet rebond.

## Études de conception de qualité

En collectif, les rénovations font l'objet d'études de conception. La dissymétrie d'information entre le vendeur et l'acheteur est moins forte qu'en maison individuelle. Le produit reste cependant complexe avec un agencement d'équipements, de matériaux et de services. Or, les prestations des bureaux d'études ne sont pas dimensionnées de manière à réaliser des optimisations très fines des scénarios de travaux. Les études reposent généralement sur des outils de calcul de type réglementaire n'ayant pas vocation à refléter la réalité des consommations. Il en résulte des choix sous-optimisés et des incertitudes importantes sur les résultats réels.

### Des calculs fiables

Pour les bâtiments équipés de la solution d'IFC Kocliko, un historique des mesures et un jumeau numérique du bâtiment sont disponibles. Ce jumeau est couplé non seulement à un moteur de calcul thermique réglementaire (RT 2012), mais également à un moteur de calcul STD (simulation thermique dynamique). Le modèle de STD, une fois calibré à partir de données de mesures, reproduit très fidèlement le comportement thermique du bâtiment sous étude. Il constitue une excellente base pour définir le scénario de rénovation.

### Des optimisations approfondies

Avec le logiciel Amapola, il est possible d'explorer automatiquement plusieurs millions de combinaisons de travaux (différents types d'isolation, de matériaux, de menuiseries, d'équipements énergétiques, etc.), afin d'identifier les meilleurs scénarios en s'appuyant sur des critères de coût, d'énergie, d'émissions de CO<sub>2</sub> et de confort.

La Figure 2 de la page suivante présente des résultats obtenus avec Amapola, en se plaçant dans la position d'un assistant à maîtrise d'ouvrage.

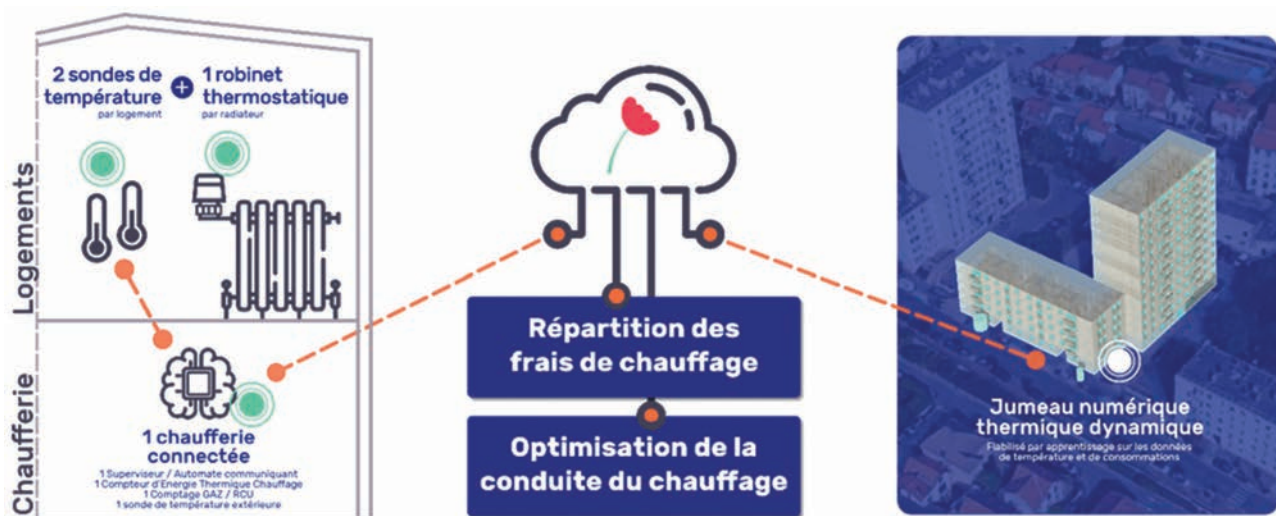


Figure 1 – Source : <https://www.kocliko.co/>

Les propositions des quatre entreprises finalistes pour l'attribution du marché considéré sont représentées sur la Figure 2 ci-après. Le maître d'ouvrage dispose ainsi d'éléments pour apprécier les différentes propositions et, finalement, arbitrer. On notera qu'il existe systématiquement des scénarios permettant d'atteindre, à iso-investissement, des besoins en chauffage qui seront moindres d'environ 10 %. Plus concrètement, il peut s'agir, par exemple, d'investir davantage dans l'isolation des planchers bas, et moins dans les menuiseries. Les conclusions retenues constituent du sur-mesure pour chaque projet.

De précieux points de performance peuvent ainsi être gagnés grâce à une meilleure qualité des études de conception, laquelle est permise par les nouvelles capacités des logiciels.

### Mesure et vérification des résultats

La mesure fait partie intégrante de tout processus d'amélioration. Pourtant la mesure et la vérification (M&V) *ex post* sont encore rares ; elles sont aujourd'hui réservées aux contrats de performance énergétique. Mais cette pratique tend à se généraliser. Le Décret Tertiaire fixe ainsi des objectifs de réduction des consommations énergétiques aux horizons 2030, 2040 et 2050, et impose que les économies obtenues soient démontrées par la mesure.

La M&V remplit plusieurs objectifs : attester de l'atteinte d'un objectif réglementaire ; détecter rapidement les défauts pour les corriger *via* une démarche de commissionnement ; fixer une exigence de résultats aux entreprises au travers d'une évaluation susceptible soit d'entraîner des pénalités dans le cadre d'un contrat de performance énergétique, soit d'impacter la réputation de l'entreprise.

Au-delà de la mesure brute des consommations, la difficulté tient à trouver une explication aux sous-performances éventuelles, qui peuvent être liées au bâti, aux équipements ou aux usages. En d'autres termes, si les économies ne sont pas au rendez-vous, à qui la faute ? Les méthodes ont fortement progressé ces dernières années (Callberg-Ellen et Vorger, 2018) et se standardisent au travers notamment du protocole de référence IPMVP (International performance measurement and verification protocol).

Avec l'IFC Kocliko, les équipements de mesure sont déjà installés et les algorithmes capables de procéder à cette analyse sont prêts à tourner. Chaque rénovation d'un bâtiment équipé de la solution Kocliko est donc finement évaluée.

### Sensibiliser les usagers

Après travaux, les usagers ont tendance à augmenter leur température de confort, c'est le fameux « effet rebond ».

Si le chauffage est à 22°C après travaux alors qu'il était à 19°C avant, les économies attendues ne seront alors pas au rendez-vous.

L'effet rebond repose en partie sur la croyance erronée selon laquelle le bâtiment rénové ne consomme plus du fait de la rénovation dont il a bénéficiée.

Pour limiter cet effet, l'information des usagers est nécessaire. Elle se doit d'être régulière et simple, et doit s'accompagner d'une réelle capacité d'action pour chaque occupant.

Tous ces éléments sont réunis dans la solution d'IFC Kocliko, avec une attention particulière portée à la simplicité du message délivré à l'utilisateur. En lieu et

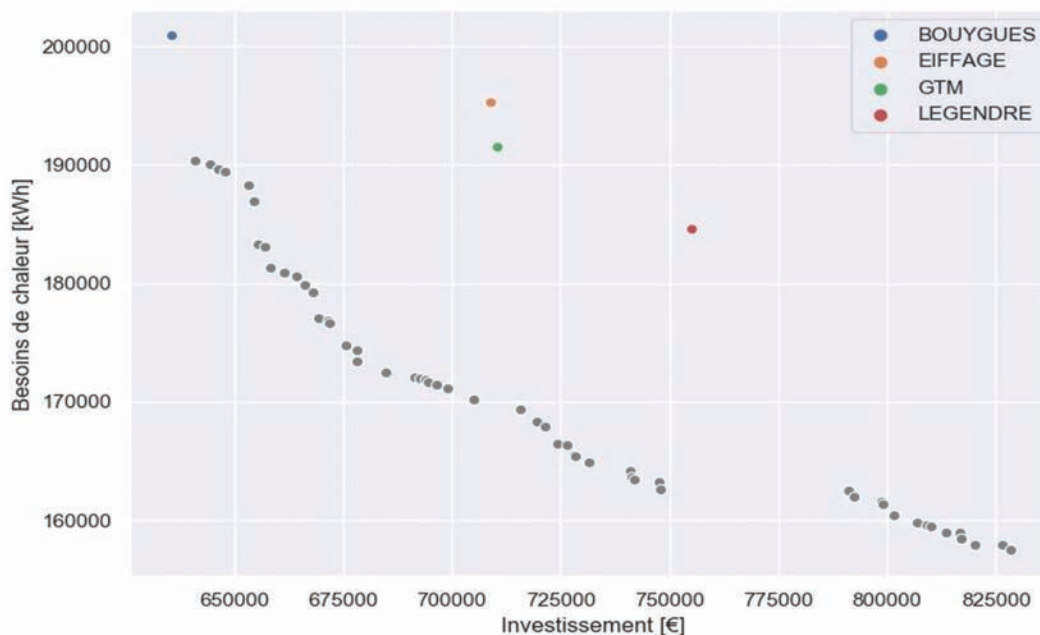


Figure 2 : Les scénarios optimaux (ou front de Pareto) en termes de besoins de chauffage/coût d'investissement sont représentés par les points gris. Plus l'investissement est élevé, et plus les besoins en chauffage après travaux sont faibles (davantage d'isolation, équipements plus performants, etc.) – Source : étude AMO Kocliko.



Figure 3 – Source : <https://www.kocliko.co/>

place d'un décompte de charges peu compréhensible, car exprimé en « index de consommation » ou en kWh, les consommations sont présentées *via* une application Web dans un langage compris de tous : des degrés Celcius (°C) et des euros !

L'utilisateur a également la possibilité de simuler des comportements différents. Par exemple, « Le mois dernier, je me suis chauffé à 22°C et j'ai payé 110 €. Si je m'étais chauffé à 21°C, je n'aurais payé que 95 € ».

L'utilisateur est ainsi conscient de ses marges de manœuvre en termes de capacité d'action et il comprend l'impact qu'il a sur sa consommation énergétique (voir la Figure 3 ci-dessus).

## Conclusion

La consommation énergétique d'un bâtiment résulte de l'interaction complexe entre le bâti, les systèmes et les comportements des usagers, de sorte que ces trois sujets doivent être traités conjointement pour pouvoir atteindre une performance élevée.

L'individualisation des frais de chauffage (IFC) s'attaque à la problématique des usages, en encourageant la sobriété dans les bâtiments dotés d'un chauffage collectif. Désormais obligatoire, l'IFC fournit l'occasion de déployer massivement des équipements de mesure sur un parc existant voué à de futures rénovations.

La *start-up* Kocliko a développé une nouvelle technologie de mesure de la consommation individuelle de chauffage reposant sur la température ambiante et sur un calcul des déperditions de chaleur *via* un jumeau numérique du bâtiment.

Les données collectées se révèlent extrêmement utiles pour piloter le chauffage collectif en phase d'exploitation, mais également pour réaliser des rénovations dans des conditions optimales : connaissance précise de l'état du bâtiment avant travaux, optimisation du scénario de rénovation, mesure et vérification des résultats *ex post*, sensibilisation des usagers dans la durée à leur consommation d'énergie.

Une telle synergie requiert des infrastructures de partage de la donnée : la même mesure de température opérée dans un logement est utilisée par Kocliko pour réaliser l'IFC, par le chauffagiste pour le réglage de la chaufferie, par le gestionnaire pour gérer des plaintes, ainsi que par le bureau d'études travaillant sur la rénovation. Les économies se cumulent pour un même investissement de départ.

La démarche décrite ici est relative au cas particulier des logements en chauffage collectif. Mais, en réalité, elle est répliquable sur tout type de bâtiments. Les thermostats d'ambiance, par exemple, sont courants en maison individuelle, mais aussi dans les bâtiments tertiaires. L'enjeu est de rendre la donnée accessible, mais surtout intelligible.

Les enjeux de la rénovation énergétique sont tels que le secteur se doit de transformer ses habitudes, en amenant davantage de transversalité entre les lots et de continuité entre les phases de la conception et de l'exploitation.

Cette démarche a des chances de prospérer, pour la simple et bonne raison qu'elle présente un retour sur investissement imbattable pour les maîtres d'ouvrage.

## Bibliographie

LE MONDE (2020), *En Allemagne, les rénovations énergétiques des bâtiments n'ont pas fait baisser la consommation*, 4 octobre, [https://www.lemonde.fr/economie/article/2020/10/04/en-allemande-les-renovations-energetiques-des-batiments-n-ont-pas-fait-baisser-la-consommation\\_6054715\\_3234.html](https://www.lemonde.fr/economie/article/2020/10/04/en-allemande-les-renovations-energetiques-des-batiments-n-ont-pas-fait-baisser-la-consommation_6054715_3234.html)

ADEME (2019), *Individualisation des frais de chauffage (IFC) dans les logements collectifs*, <https://bibliothèque.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/851-individualisation-des-frais-de-chauffage-ifc-dans-les-logements-collectifs.html>

CALLBERG-ELLEN P. & VORGER E. (2018), "Breakthroughs in the World of Building Energy Simulation: a New M&V Set of Recommendations to Develop?", *EVO's Measurement & Verification magazine*, <https://evo-world.org/en/news-media/m-v-focus/847-magazine-issue-1/1078-breakthroughs-in-the-world-of-building-energy-simulation-a-new-m-v-set-of-recommendations-to-develops>