

La rénovation thermique..... des économies de façade et de l'argent par les fenêtres!

De l'inefficacité énergétique passive (le "bâti") à l'efficacité énergétique active (les « systèmes »).

Objet de la note:

L'objet de la note concerne l'analyse du rendement économique d'une rénovation thermique dans un immeuble d'habitation par le bâti vs. par la mise en oeuvre de systèmes performants régulant la production d'énergie.

Introduction ;

Mon attention a été attirée sur cet important sujet par un projet de rénovation thermique dans un ensemble de six bâtiments comportant plus de 300 logements. L'étude a été effectuée par un cabinet spécialisé, bien connu sur la place ENERA (ref 1). L'examen attentif de ce document qui est évidemment un plaidoyer pro-domo pour la mise en oeuvre des travaux de rénovation comporte de nombreuses erreurs à la fois factuelles et conceptuelles mettant en doute ses conclusions. J'ai révélé ces erreurs au cabinet d'étude, au syndic et aux services de la Mairie qui devait verser une subvention. Elles ont été tellement prises en compte, que le bureau d'étude a renoncé à une présentation en AG.

En reprenant les chiffres, recalculés sur des données réelles et auditables, on aboutit à **une période de remboursement de plus d'un siècle**. Ce qui se passe de commentaire, mais demande de creuser la question plus avant.

Effectuer une recherche sur les bilans de rénovations thermiques est très décevant. Il existe certes des données dont certaines ne sont même pas basées sur les chiffres réels, mais sur des modèles théoriques. De plus les analyses économiques restent la plupart du temps insuffisantes car elle reposent sur la considération du gain énergétique, mais peu souvent

sur la facture du gaz in-fine payée par les consommateurs. (voir annexe 1: bilans des rénovations thermiques vue de l'IA)

Mais ce qui est plus grave, c'est que certains chiffres de gains sont manifestement gonflés voire erronés, et non vérifiés par des entités indépendantes. En effet, comment peut-on annoncer des gains de près de 60%, alors même qu'une récente étude de l'INSEE montre que la réalité est inférieure à 20%? On doit alors se poser des questions sur les méthodologies utilisées, sur la fiabilité des données, sur la compétence des auteurs et même sur leur honnêteté.

L'enquête de l'INSEE (ref 2) concerne certes seulement les maisons individuelles. Elle présente cependant l'intérêt de montrer que la réalité des gains énergétiques est bien inférieure aux modèles théoriques. Mais là également la comparaison avec l'évolution des factures de gaz (ou d'électricité en l'occurrence) est pratiquement passée sous silence, avec un seul tableau en fin de document.. tableau qui montre cependant que **le simple remboursement de la dette est supérieur à 30 ans!....** autant dire, moins de calories, mais beaucoup d'argent jeté par les fenêtres.

Or la consommation énergétique repose d'abord sur le **système de production** qui est rarement évoqué.

Pour les installations au gaz, il est clair que la mise en oeuvre de chaudières récentes à condensation apporte immédiatement **un gain important donné à près de 18% par les constructeurs**, ce que j'ai pu vérifier sur plusieurs installations.

On pourrait également évoquer toutes les autres alternatives de production: pompes à chaleur, électricité, solaire, chauffage urbain... etc.

Mais aujourd'hui, le pilotage de ces installations est une aberration, car il repose uniquement sur **le suivi de la température extérieure**, via une «sonde » généralement situé sur le toit de l'immeuble. Le pilotage ne tient donc absolument pas des températures intérieures des appartements. **Comme si vous vouliez régler l'eau du bain en mettant le thermomètre à l'extérieur!**

Or depuis quelques années il existe des logiciels qui permettent à la fois une régulation à distance des installations, avec tous les dispositifs ad-hoc (réglages, alarmes..), **et la prise en compte d'un panel de sondes dans les appartements**. Panel de sondes qui fournit en temps réel l'évolution des températures intérieures et qui permet ainsi une « correction ambiance », par une boucle de rétroaction, comme cela est

normalement le cas dans les systèmes de régulation. Voir en (référence 6), l'un des logiciels disponible actuellement sur le marché et utilisé par divers chauffagistes.

Je détaillerai plus loin les avantages d'un tel dispositif et montrerai comment l'on peut ainsi atteindre **un gain énergétique de 10 à 15%**, soit du même ordre que celui d'une rénovation par le bâti, mais à un prix infiniment moindre.

La rénovation thermique par le bâti, le cout élevé et les inconvénients:

L'étude ENERA malgré ses nombreuses erreurs a le mérite d'évaluer dans le détail la rénovation thermique d'un ensemble immobilier et d'en déterminer un budget (chiffres de 2022). Le résultat donne une valeur de 5 millions d'euros pour une surface de façades de 10000 m², **soit 500 €/m²**. Chiffre qui après quatre ans (*étude faite en 2022*) doit être bien inférieur à la réalité!

Toutefois le consensus (voir annexe 1) est plus proche des 400 €/ m², valeur que j'adopterai dans le modèle économique que je présente dans l'annexe 2.

Ce type de rénovation thermique comprend en outre un inconvénient majeur, celui de la nécessité de **l'installation d'une VMC**. Beaucoup de retours montrent les nuisances graves apportées par un tel équipement, comme les bruits, les odeurs, les travaux intérieurs à réaliser et la réduction de la surface habitable, sans compter les risques de propagation d'agents pathogènes... etc (réf 3: article du Monde). Auxquels il faut ajouter les couts d'installation ou de maintenance rarement pris en compte (voir annexe 3: la VMC vue par l'IA)

La justification de ces travaux d'une telle ampleur s'appuie sur d'hypothétiques **gains énergétiques**. On voit alors fleurir des chiffres théoriques qui sont systématiquement démentis par les faits. L'annexe 1 en détaille d'ailleurs les raisons possibles pour de tels écarts.

Lorsque l'on recolle tous ces chiffres parcellaires, en y ajoutant l'étude plus Macro de l'INSEE, on peut poser que ces valeurs **se situeraient entre 10 et 20%**. A l'exception des « passoires thermiques dans l'étude de l'INSEE qui ont vu **une augmentation de leur consommation!** (l'effet rebond... voir plus loin)

Par ailleurs, un autre argument des défenseurs de la rénovation est celui que la progression d'un immeuble dans le classement du DPE, comme par exemple du passage de D à E, qui donnerait une plus value aux appartements avec des valeurs de l'ordre de 7%, comme l'affirme, sans preuve, l'étude ENERA déjà citée.

Or une étude sérieuse des Notaires de la Région Parisienne (voir réf 4) nuance fortement cet espoir, surtout à Paris, qui est le coeur de mon étude. A ce stade, se posent quatre questions de fond que je n'ai jamais vu abordées sérieusement, voire pas du tout dans les divers documents accessibles:

* **Gain énergétique et gain sur la facture de gaz:**

Tous les documents font allusion au gain en terme de MWH/an, ce qui est légitime, mais omettent de le traduire en terme de facture et donc in fine en terme de gain financier. On réalise alors que le **gain annuel est très faible par rapport aux investissements demandés**. L'annexe 2 présente le modèle que j'ai mis au point et qui reprend l'ensemble des paramètres et des couts pour effectuer une analyse économique complète de ce type de rénovation. Je l'ai testé sur un immeuble standard de Paris. Dix étages, de longueur 60 mètres sur 10 mètres de profondeur. L'estimation d'une rénovation énergétique sur le bâti de l'ordre de 1,5 millions d'euros, et une facture de gaz de 50000€ en 2024. La partie variable d'une facture de gaz est de 85%, soit 42500. En supposant un gain énergétique de 20% (optimiste), **le gain annuel serait seulement de l'ordre de 6400€**. Comparez alors les **1500000€ avec un gain possible de seulement 6400€/an**, et cela sans compter les aléas, le réchauffement climatique, les évolutions technologiques, le taux d'actualisation, ce qui montre qu'il faudrait près de **331ans pour simplement rembourser l'investissement, autrement dit, de l'argent jeté par les fenêtres, ou une extorsion de fonds qui bénéficiera à tous les acteurs qui interviendront sur ce chantier: BTP, syndic, architectes, consultants.. etc.**

* **Evolution du prix du gaz:**

J'aborde cette question plus loin, mais il est utile de la mentionner à ce stade, car beaucoup d'études tablent sur une augmentation du prix du gaz, ce qui est loin d'être sûr, car les ressources mondiales seraient considérables (référence 7) au moins jusqu'à l'horizon 2035, et seuls des soubresauts conjoncturels peuvent provoquer des variations dans les prix.

* **Le niveau de chauffage et l'effet rebond:**

Je n'ai pu trouver aucune référence sur des campagnes de mesures systématiques sur **le niveau de chauffage des appartements**.

Or par expérience, pour l'avoir fait dans quelques immeubles de la région parisienne, j'ai constaté que pendant la période de chauffe les températures dans une variété d'appartements s'étaient entre 21 et 25°C pendant les mois d'hiver, et pouvaient atteindre 25 à 27°C en mi-saison, alors même que le chauffage était encore en marche, et où beaucoup d'appartements ouvraient leur fenêtre dans la journée pour évacuer cette chaleur!

Or la réglementation est extrêmement claire: la seule obligation d'un chauffage collectif est de maintenir une température supérieure à 19°C. Un copropriétaire a obtenu gain de cause auprès de la Cour d'appel de Paris (annexe 4) pour chauffage excessif, et pour seulement 23,5°C qui est courant dans beaucoup de résidences!

Comme je le montrerai plus loin une simple réduction d'un degré C du chauffage dans les appartements permettrait un **gain énergétique de près de 10%, à un coût nul, ce qui représenterait une économie de l'ordre de grandeur pour le gaz de chauffage** (chiffre moyen) **d'un milliard d'euros par an**.

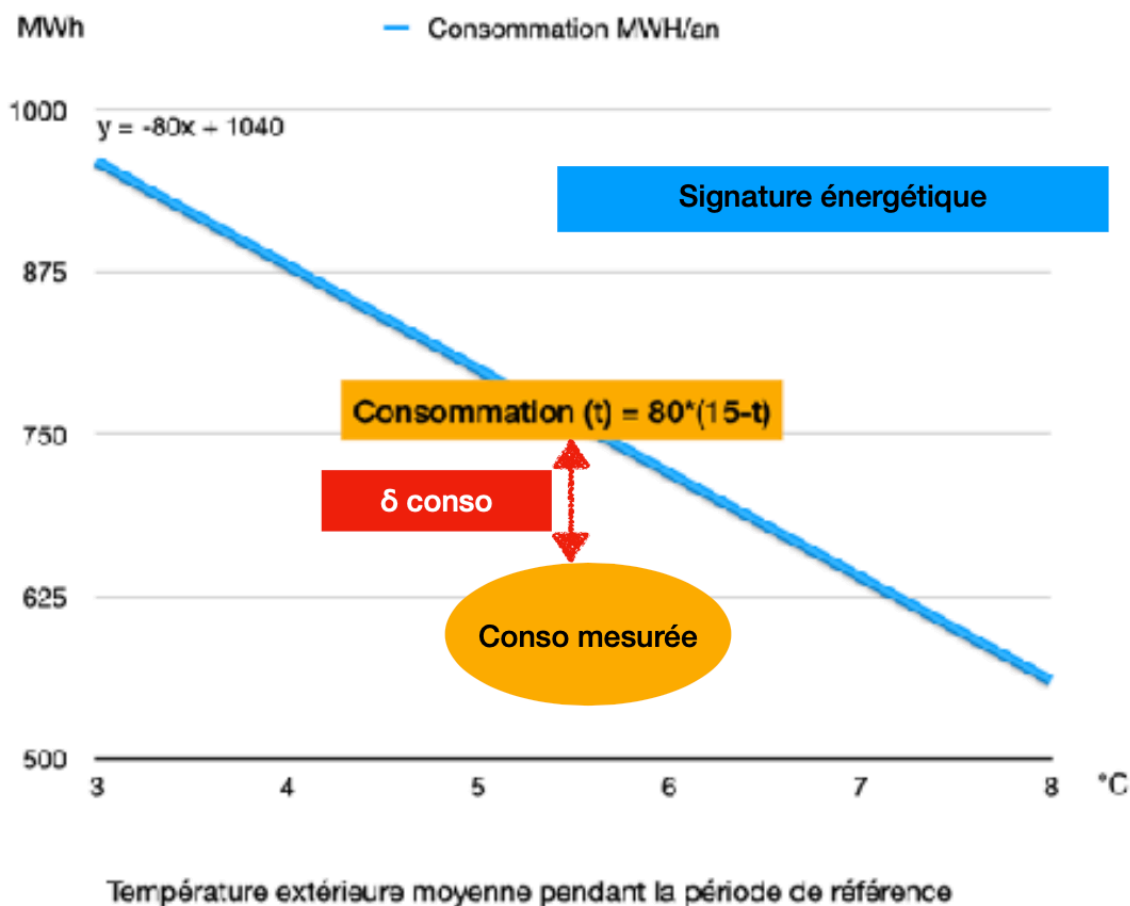
Mais, il y a plus grave, car même les études les plus tendancieuses prônant la rénovation thermique reconnaissent qu'il peut y avoir un « **effet rebond** ».. ce que l'INSEE confirme dans son étude et très étrangement le plus souvent dans les dites « passoires thermiques » (voir plus haut). L'effet rebond signifie que suite à une rénovation thermique par le bâti, il n'y a pas nécessairement de réduction de consommation de gaz, et donc d'économies, mais une possible augmentation des températures dans les appartements.

Ce phénomène est presque automatique en **l'absence d'un système de régulation thermique**, ce qui est le cas dans la plupart des bâtiments d'habitation du parc actuel. Et qui montre une nouvelle fois, l'in vraisemblable **gouffre financier de l'actuelle rénovation thermique!**

* La question méthodologique

La lecture de la plupart des études (cas ENERA par exemple) ne prennent pas en compte la consommation de gaz réelle d'un bâtiment. Or la consommation globale, dans une période de chauffage dépend étroitement de la température moyenne pendant cette période. Les différences d'une année à l'autre peuvent être importantes. Sur une longue période on peut observer des écarts de l'ordre de 15%.

Ce phénomène est bien connu des thermiciens sous le terme de **Signature énergétique (voir graphique ci-dessus)**, bien connu dans les littératures étrangères (Energy signature, Energetische Kennlinie, Profilo energetico, Энергетическая подпись, ...etc).



Etrangement, cette notion apparait rarement dans les documents justifiant la rénovation thermique. Or c'est bien la seule qui permettent de comparer les consommations ex-post et ex- ante, mutatis mutandis.

Ce qui exige d'ailleurs que l'on dispose de l'historique des consommations, ainsi que des nouvelles consommations sur une ou deux années. Ce qui n'est jamais le cas dans les études publiées actuellement.

En fait pour bien mesurer le gain, il faudrait disposer des données sur plusieurs années, Toutefois le rapprochement d'une mesure annuelle (voir graphique) avec la signature énergétique, aux erreurs statistiques près donne déjà une approche au moins auditable.

* **Les business plans incomplets**

Les business plans sont manifestement l'autre grande faiblesse de ces études qui ne sont pas faite par des auteurs ayant une formation économique solide.

Parmi les erreurs relevées:

Insuffisance sur la **méthodologie de mesure des gains** (voir plus haut)
Pas de **scénarios sur l'évolution du prix du gaz réalistes**. Dans l'étude ENERA déjà citée, l'auteur fait l'hypothèse d'augmentations de 3 et 6% par an. **Cela n'a aucun sens**, et j'ai déjà évoqué ce point plus haut. Non prise en compte du réchauffement climatique. Il n'est pas besoin d'être un grand climatologue pour utiliser les données de températures pendant **les périodes de chauffe** (d'Octobre à Mars par exemple). On constate alors que la température moyenne sur 10 ans pendant ces périodes augmente d'un degré par an, ce qui représente près de **10% de gain énergétique par an**. Presque du même ordre que celui réel d'une rénovation par le bâtir... et tout cela est gratuit.

Les évolutions technologiques, qui pourront affecter les systèmes de production et leur gestion (déjà évoqué) qui ne sont pas prises en compte.

L'ignorance des fondamentaux financiers est le commun dénominateur de toutes ces études. On nous présente d'abord comme seul outil de la mesure de la performance **le temps de remboursement de l'investissement**. Mais quel intérêt de faire un investissement relativement risqué, qui ne vous rapportera rien, et qui ne sera théoriquement remboursé que dans plusieurs décennies!

Que l'énoncé d'une telle aberration devrait nous faire réfléchir. Mais il y a plus grave. Les économies annuelles ne sont par corrigées par **le taux d'escompte** ou **taux d'actualisation** qui actuellement pour un investisseur privé est de l'ordre de 6%. Dans l'étude ENERA l'auteur confond d'ailleurs taux d'escompte et taux d'augmentation du gaz, ce qui montre bien l'incompétence de certaines personnes qui travaillent dans ce secteur. Et encore plus grave, l'organisme de la ville de PARIS chargé d'attribuer les primes n'a pas été capable de relever, ce qui montre le peu de sérieux de ces bureaucraties.

L'incertitude de primes éventuelles. Entre le moment, où j'ai pensé écrire ce document, et aujourd'hui, nous avons cessé d'assister à un va et vient sur la Primrénov... sans compter les incertitudes budgétaires qui nous affectent depuis maintenant plus de deux ans. Inclure ce ou ces primes dans un plan de financement est un pari risqué. Quoiqu'il en soit, dans l'étude ENERA citée à plusieurs reprises, le montant de la prime, à une époque beaucoup plus généreuse qu'aujourd'hui était de l'ordre **de 15% des travaux**. Ce qui ne modifie guère l'écart considérable entre l'investissement et les économies réelles attendues.

* **L'angle aveugle ou l'importance des fenêtres:**

L'importance des fenêtres dans une rénovation thermique semble avoir échappé aux architectes et autres soit-disant experts de la rénovation énergétique. Ce qui est d'autant plus surprenant qu'elle peuvent occuper un pourcentage important de la surface des façades.

Par ailleurs, dans les bâtiments privés (ne faisant pas partie de parc de la ville de Paris), elles sont du domaine du privatif... ce qui signifie clairement, que nul ne peut obliger un propriétaire à investir sur des fenêtres ou baies plus isolantes.

Or, dans deux résidences où les données sont disponibles, **les mesures montrent qu'il existe un écart de près de 3°C (moyenne sur la période de chauffe), entre les appartements qui disposent d'un double vitrage et les autres..**

Cette valeur est considérable, ainsi que le montre le calcul suivant. Comme la température extérieure moyenne pendant l'hiver est de l'ordre

de 6,5°C, et que la température moyenne intérieure des appartements est de l'ordre de 22°C, cela signifie que la différence d'isolation seulement au niveau des fenêtres apporte **un confort de près de 20%**.

Et une nouvelle fois, cette constatation est tout simplement passée sous silence.

Or cette constatation a une importance importante sur l'économie d'un système de rénovation énergétique. Qu'il s'agisse d'un immeuble Hausmanien, ou d'un immeuble moderne la surface des fenêtres occupe un pourcentage important de la surface. **L'annexe 8** analyse cette question en détail.

Le système de production et son optimisation grâce à la mise en oeuvre de systèmes de régulation performants basés sur un suivi des températures dans les appartements.

* Le système de production

Cela devrait être l'élément essentiel de l'étude d'un projet de rénovation thermique. Et d'autant plus qu'une partie du parc est constitué de chaudières anciennes (il n'est pas rare de voir des chaudières de plus de vingt ans ou plus), et même quelques chaudières à charbon, sans compter celles au fioul! Alors qu'il existe de nombreuses sources nouvelles d'énergies maintenant disponibles: électricité, chauffage urbain, solaire (si peu exploité à Paris).. etc.

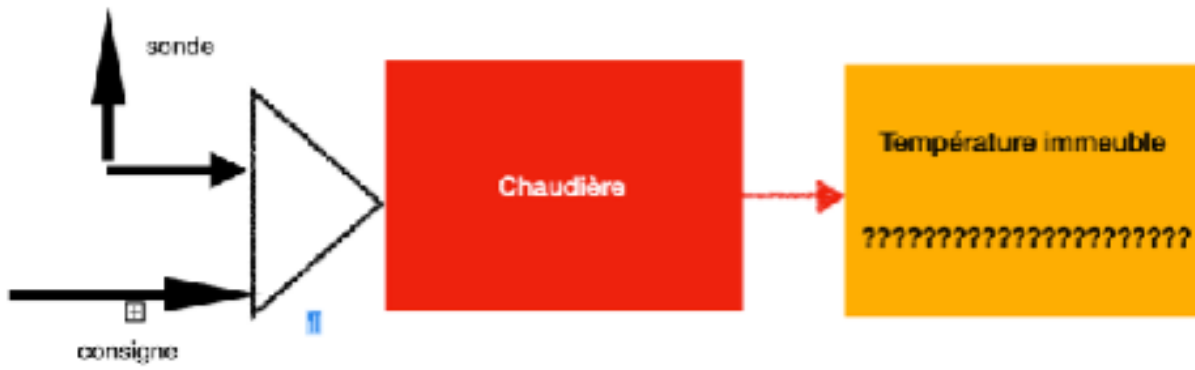
Il y a là bien des sujets à étudier dans les prochaines années.

Pour le gaz, le remplacement des anciennes chaudières, par les chaudières à condensation qui seront certainement améliorées dans le futur est déjà un progrès important.

Les industriels annoncent **un gain de 18%**, ce qui est réaliste car j'ai pu vérifier sur deux immeubles, et cela pour un investissement raisonnable, sans commune mesure avec une rénovation par le bâti.

* Le système de régulation

Le système de régulation est actuellement la partie la plus faible du système de production. En effet, pour les chaudières à gaz, dans la plupart des bâtiments collectifs, elle se base uniquement sur la température extérieure, et sur une constante réglable appelée température de consigne, généralement fixée en début de campagne de chauffe. Le schéma suivant représente cela, sans entrer dans les détails techniques (courbe de chauffe, valve trois voies).



Ce système de régulation est manifestement imparfait, car il y manque l'essentiel: la mesure des résultats attendus i.e. **la température dans les appartements, qui devrait fournir la boucle de rétroaction, base essentielle d'un système de régulation.**

Pour aborder ces conséquences, il faut analyser plus précisément la période de chauffe. En fait anno post annum la saison de chauffe se divise en deux.

La première partie s'étend en gros de **Novembre à mi-Mars**. Elle se caractérise par le fait que l'ensemble des températures (diurnes et nocturnes) sont inférieures à la température maximale de la courbe de chauffe (généralement de l'ordre de 15°C).

La seconde, que l'on peut caractériser de demi-saison, comprend **Septembre, Octobre, et de la mi-Mars au mois de Mai.**

La mise en place dans une résidence de nouvelles chaudières à condensation et d'un système de régulation performant, basé sur une boucle de rétroaction d'un panel d'appartements (près de 100 appartements, 725 MWh/an avant l'installation du système), a permis **une économie de l'ordre de 40%** (18% nouvelles chaudières + 20% régulation) sur l'ensemble de la période, avec un résultat spectaculaire en Avril 2024, **avec une réduction de 50% par rapport à la signature énergétique**. Il aurait pu être bien supérieur, de l'ordre de au moins de 15%, si nous avions obtenu de baisser la température moyenne de tous les appartements d'un demi-degré... Mais cela est socialement difficile, malgré le discours ambiant sur le thème de « sauver la planète ».

Pour atteindre ce résultat, il faut revenir sur les deux saisons.

Saison hivernale P1: grâce à un système de régulation mis en place dans une résidence, j'ai eu accès à tous les paramètres de l'installation, quart d'heure par quart d'heure, ainsi qu'aux températures intérieures du panel d'appartements. Il en ressort que pendant cette période la température dans les appartements est relativement stable, avec un **range inférieur à 1°C** (distribution Gaussienne, variance de l'ordre de 0,2°C). **Ce qui signifie que les systèmes actuels de régulation fonctionnent bien pendant cette période.** Mais ils ont l'inconvénient d'ignorer totalement le résultat produit. Or la mise en place d'un panel de sonde permet de mesurer la réalité du chauffage. Ce qui permet de l'optimiser en réglant **avec précision la température de consigne**, et en coupant ainsi court à des discussions sans fondements sur les niveaux de chauffage dans les appartements. Il reste un dernier point à examiner, celui du **nombre de sondes** à mettre en oeuvre, que je renvoie dans l'annexe 4 (nombre de sondes ou phénomène de troupeau. **Nombre qui n'a pas besoin d'être très grand.** (voir annexe 5)

Demi-saison P2: très clairement **le type actuel de régulation n'est pas adapté à ces saisons.** Mais je n'ai pas trouvé à ce jour la moindre référence bibliographique sur ce sujet, ce qui montre une nouvelle fois que la question de la rénovation thermique n'a jamais été abordée avec la rigueur scientifique qu'elle méritait. Le problème est le suivant: lors de la mi-saison, les températures fluctuent entre des nuits assez fraîches qui déclenchent le chauffage (à +/- 15°C), et des températures diurnes qui peuvent être élevées.. au delà des 20°C. Avec également un apport solaire important si l'immeuble bénéficie d'une bonne exposition.

Il se produit alors un cercle vicieux, où l'immeuble prend de la chaleur pendant la journée (température, soleil), et n'a pas le temps de le restituer pendant la nuit (grande capacité thermique d'un immeuble .. voir ci-dessous), pour en reprendre pendant la nuit où le chauffage se déclenche à nouveau.

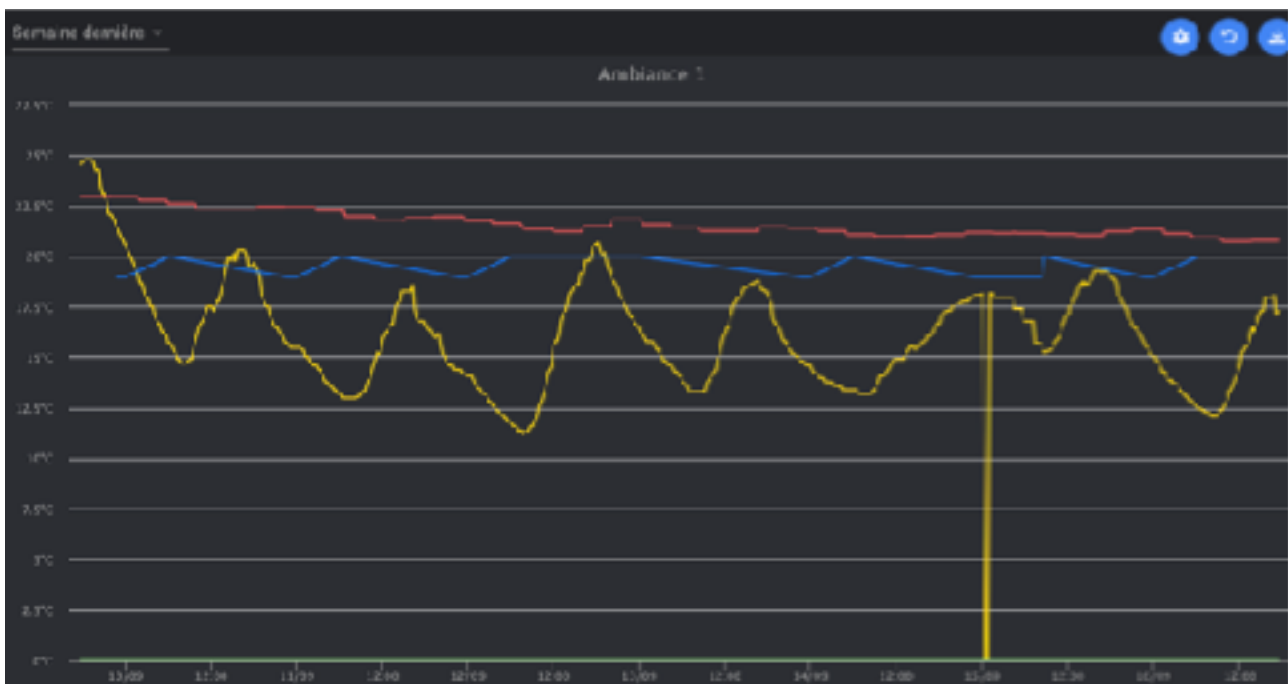
Au total la température dans les appartements augmente en quelque jours au delà du raisonnable et peut atteindre facilement les 26 à 27°C, par ce que je caractérise comme un « **effet de cric** » . Certains résidents combattent cela en ouvrant leurs fenêtres aux heures fraîches, dans le même moment où les chaudières sont remises en activité! J'ai joint en annexe 6 une présentation que j'avais écrite sur le sujet.

J'ai compilé et étudié toutes ces données qui permettent de mieux comprendre les mécanismes de régulation, dans un document privé, dont je donne les références dans l'annexe 10 et qui sont disponibles sur demande à jp.bony@gmail.com

* **L'importance de la constante thermique de l'immeuble**

Si les températures dans les appartements peuvent varier avec de brusques changements de températures, il n'en est pas de même pour la température de la structure qui présente une capacité thermique considérable, avec des constantes de temps de l'ordre de la semaine.

La figure suivante illustre bien cela. Elle représente des mesures sur une semaine, hors période de chauffe. L'on peut observer qu'en une semaine la température de la sonde est passée (presque linéairement) de 23°C à 21°C, alors que les températures extérieures, pendant presque toute la semaine, étaient en moyenne de l'ordre de 17°C



Soit une baisse de 2°C par semaine, pour un écart moyen de 5°C.... et donc près de deux semaines pour rejoindre une température d'équilibre. Ce qui paraît excessif, mais qui est bien confirmé par le calcul théorique en utilisant la formule la plus probable, de la forme :

$T(t) = T(0) - (T(0) - T(1)) * (1 - \exp(-t/\tau))$, où τ est la constante de temps.

En fait, ici, τ se rapproche effectivement des deux semaines. Bien évidemment on ne peut avancer une valeur exacte avec aussi peu de données, mais cela confirme un ordre de grandeur de l'ordre de la semaine, ce qui est très important.

* **Les avantages du système de régulation**

Pendant la période P1 la mise en place d'un panel de sonde fournit les données réelles sur la réalité du chauffage. Ce qui permet de l'optimiser en réglant **avec précision la température de consigne**, et en coupant ainsi court à des discussions sans fondements sur les niveaux de chauffage. Or abaisser la température de consigne est également une mesure efficace et immédiate pour réduire la consommation. Car, comme nous l'avons plus haut, la signature énergétique est de la forme:

$$P = A * (T(\text{extérieure}) - T(\text{consigne}))$$

Or la température extérieure pendant la période de chauffe est en moyenne de 6,5°C (ces dix dernières années à Paris). Et par conséquent la réduction d'un degré de la température de consigne, disons de 16 à 15°C, **se traduirait par un gain énergétique de 10 %**.

Pendant la période P2 la prise en compte des températures dans les appartements, nommé « **retour ambiance** » (**réf 6**) par le prestataire du logiciel (**Vigilia**) devient le second paramètre de la régulation en fournissant une boucle de retour. Il constitue en particulier **un filtre passe-bas, qui abaisse la température de chauffage à laquelle le chauffage reprend pendant la nuit**. Pour donner un exemple: le chauffage au lieu de reprendre à 15°C suivant la «courbe de chauffe» normale, ne reprendra seulement à la température de coupure, i.e de l'ordre de 9°C. L'immeuble qui a reçu un flux énergétique pendant le jour avec le soleil et la température externe, pourra le restituer en partie pendant la nuit. **Et la capacité thermique de l'immeuble est telle, que les températures dans les appartements vont simplement osciller autour d'une moyenne stable** (voir ci-dessus). Sur un immeuble de la région parisienne le gain de consommation pour le mois d'Avril 2025 a été de l'ordre de 50%, et de 100% pour le mois de Mai, alors que les températures nocturnes sont souvent descendues au alentour de 10°C. Sur l'ensemble de la saison de chauffe (du mois d'Octobre à la mi-mai), le gain calculé pendant la dernière campagne **de chauffe est de 20%** (encore une fois par rapport à la signature énergétique).

Tout ce volet de la rénovation thermique n'est guère mis en avant, et s'efface devant la rénovation par le bâti. **L'annexe 7** fait un point sur ce

sujet pour souligner l'intérêt d'une telle approche. Elle fait référence à des projets existants et pointe clairement les rapports de force entre les divers acteurs du secteur. Soulignant en particulier le poids du lobby BTP qui masque les réalités économiques.

Conclusions

Tout un écosystème pousse les propriétaires individuels à investir dans la rénovation énergétique par le bâti, en faisant de fausses promesses et en masquant tous les inconvénients de travaux aussi importants, et extrêmement coûteux. L'investissement est très lourd, et son remboursement est reporté aux calendes grecques. Les calculs effectués sur des chiffres réels montrent des périodes de remboursement sur des dizaines d'années, voir un à deux siècles.. **C'est dire simplement que les sommes demandées aux investisseurs privés sont de véritables extorsions de fonds, arrachées à des AG trop crédules, avec la complicité des syndic, en faisant miroiter des primes qui sont des miroirs aux alouettes.** (annexe 9: la question des primes)

Or il est possible de faire des économies d'énergie substantielles du même ordre, voire supérieures à celles réelle du bâti, immédiatement disponibles et à moindre cout. **Elles sont basées sur des systèmes qui mesurent en temps réel la température dans un panel d'appartements, couplés à une gestion en direct des paramètres de l'installation.** De tels systèmes permettent d'optimiser les températures dans un immeuble, en évitant des températures excessives, mais en respectant le confort des habitants.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des opérations de rénovation thermiques possibles.

Les résultats ne laissent pas de place au doute. D'un côté une rénovation par le bâti très chère et aléatoire, de l'autre côté la mise en oeuvre de mesures faciles à mettre en place, bon marché, efficaces et à effet immédiat. Pour me permettre une analogie un peu rapide:

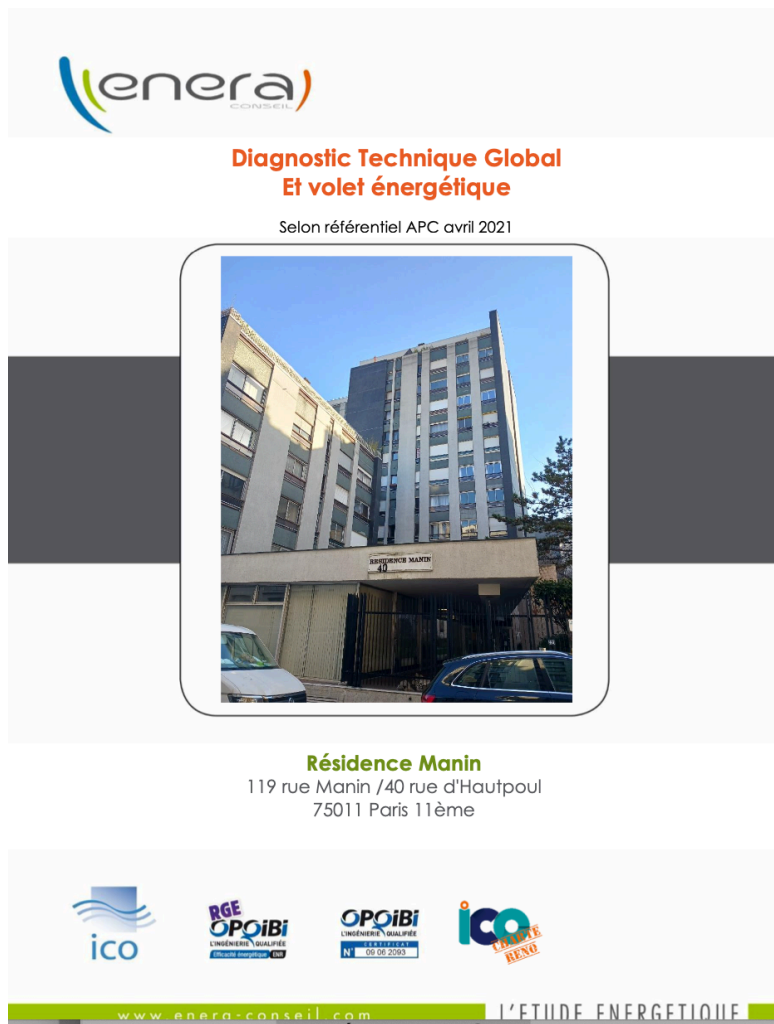
l'intelligence contre la force aveugle!

✱ *Tableau de synthèse*

Opération	Investissement	Gain Potentiel	Délais	Avantages	Inconvénients
rénovation par le bâti	plusieurs millions d'euros	De 10 à 20% suivant études avec résultats réels	Deux à trois ans, voire plus	- -	Effet rebond Dépense à fonds perdus VMC
Nouvelles chaudières	de l'ordre de 100 à 150 k€	18% suivant constructeurs vérifié par expérience	pas de délai	Replacent chaudières obsolètes, dont le manque de pièces est critique	Aucun
Régulation par panel sondes	De 10 à 15 k€	12% sur l'ensemble de la période de chauffe	pas de délai	Gain immédiat à cout faible, Effet pédagogique Stabilité des températures	Aucun
Baisse du chauffage	0 €	10% pour un degré gagné	pas de délai	Gain immédiat à cout 0	Certains résidents continuent à exiger des températures excessives.

* **Références**

◆ *R1: Etude Enera*



◆ *R2: Etude INSEE: R2: étude INSEE <https://www.insee.fr/fr/statistiques/8607754>*

Effets de l'isolation thermique des logements sur la consommation réelle d'énergie résidentielle

Wissem BABA MOUSSA (SDES), Adrien PAURON (SDES), Jean-Bernard SALOMOND (Insee), Julie SIXOU (Insee)

◆ R3: Article du Monde :

https://www.lemonde.fr/election-presidentielle-2022/article/2022/03/25/dans-les-logements-parisiens-la-bataille-des-vmc-fait-rage-dans-les-hlm-de-la-petite-ceinture_6119093_6059010.html#:~:text=Lecture%207%20min.,populaires%20qui%20se%20sentent%20m%C3%A9pris%C3%A9s.

◆ R4: Etude des notaires de la Région Parisienne:



◆ R5: Evolution du prix du gaz Opéra: R5: Evolution du prix du gaz Opéra

<https://opera-energie.com/media/notes-analyse-prix-electricite-gaz-29-septembre-2025/>

◆ R6: le logiciel Vigilia

The image is a banner for the BT Régulation website. It features the BT Régulation logo on the left and the Vigilia logo on the right. The main text reads "LA TECHNOLOGIE BT AU SERVICE DE VOS INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE". Below this, a paragraph states: "BT Régulation a été développée par des exploitants dans l'objectif de proposer des solutions de régulations performantes, intuitives et simples à mettre en œuvre."

R7: conférence Jean Marc Jancovici Ecole de Guerre 25 Mai 2023

Liste des annexes

A1: Note de synthèse sur la rénovation thermique et références par l'IA
A2: Présentation d'un modèle économique basé sur les paramètres d'un immeuble

A3: Note de synthèse sur les VMC par l'IA

A4: Cour d'appel

A5: Détermination du nombre de sondes et présentation de la théorie du troupeau

A6: Le chauffage en mi-saison et la description du phénomène de cric

A7: Rénovation par le bâti vs par les systèmes, point de vue de l'IA

A8: Surface des Fenêtres et le coefficient U

A9 : La question des primes.... le ratio & les incertitudes budgétaires et économiques

A10: Etude de la régulation et de la consommation d'une installation basée sur des mesures en temps réel (toutes les heures)

Information:

Compte tenu de leur volume, les annexes ne sont pas incluses dans ce document, et font l'objet d'un fichier séparé, que je peux faire parvenir à toute personne intéressée. Merci de me contacter à ***jp.bony@gmail.com***