



effinergie



Avec le soutien de



Perf in Mind

Rénovation performante de maisons individuelles

Evaluation par la mesure de 100 rénovations performantes
de maisons individuelles



(R)éveillons nos pratiques

Présentation au Workshop de VAD

Le 10/05/2022

Thierry RIESER – Enertech &

Marine GUIS - MEDIECO



Etude soutenue par l'ADEME dans le cadre de son Appel à Projet Recherche 2018



Une équipe pluridisciplinaire



Un comité de pilotage

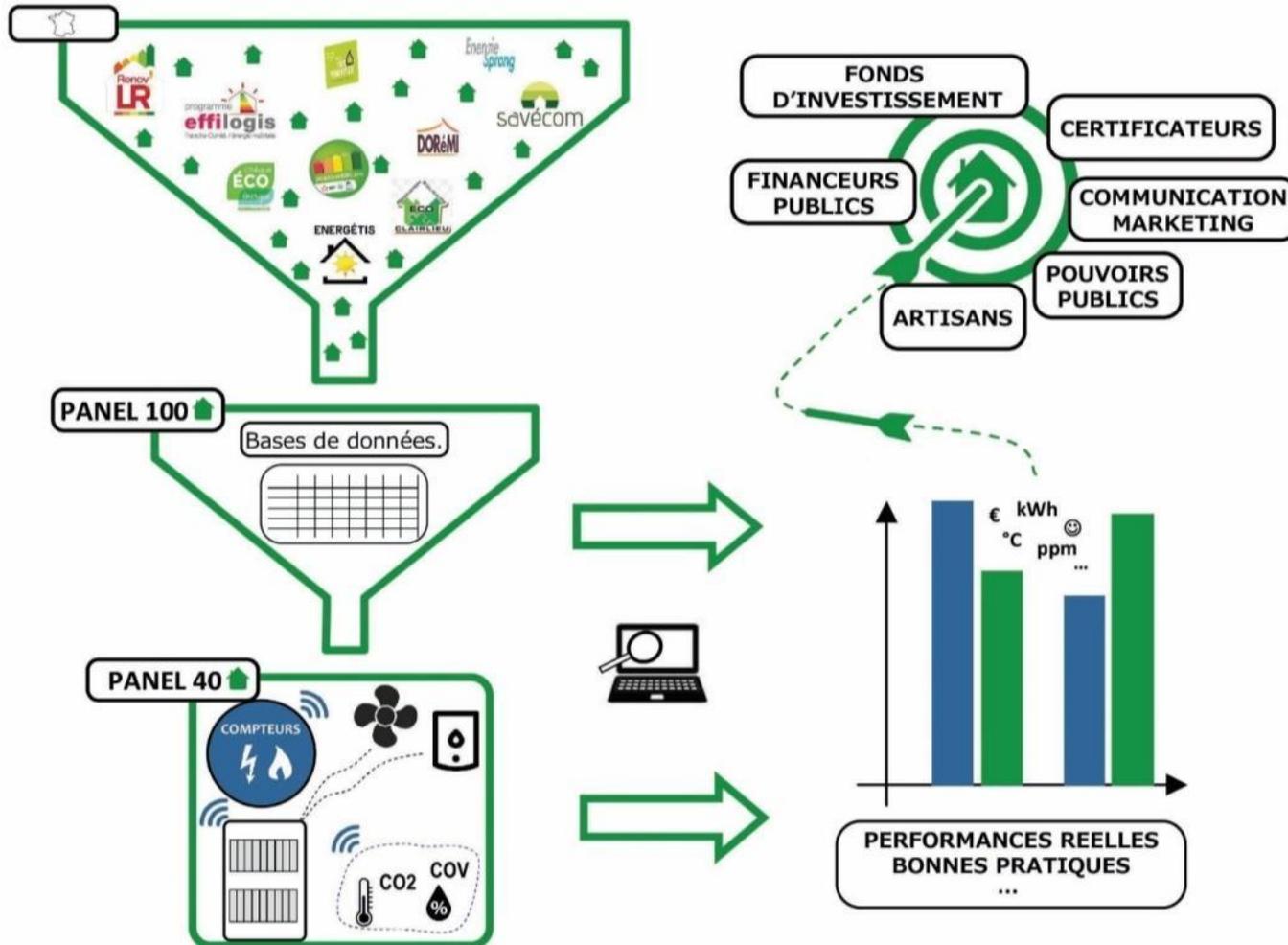


Un comité de suivi technique





Evaluation par la mesure des dispositifs existants de rénovation performante de maisons individuelles



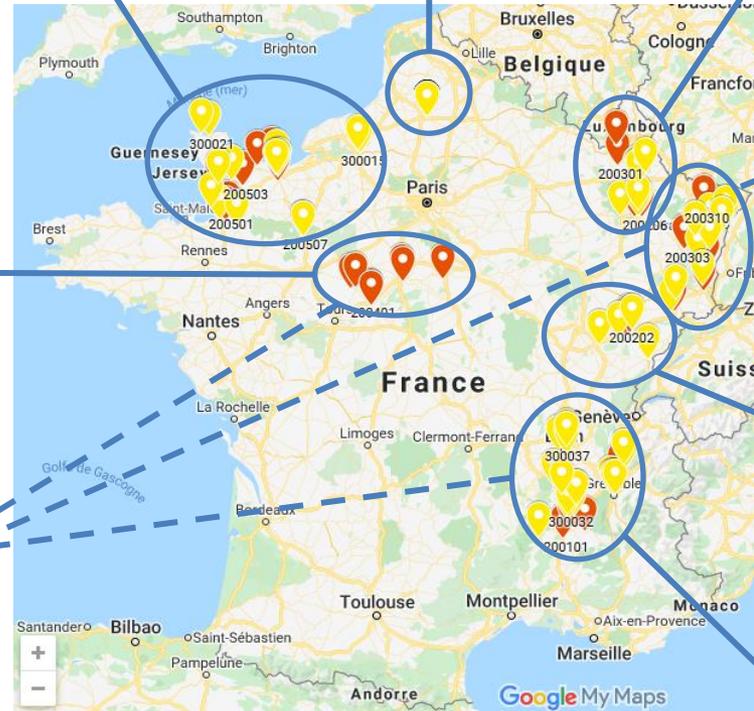


energie
sprong
fr

Contrat
Climat
Energie



**Concours
« Ma Maison Eco »**



REGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE



Suivi « base »

Suivi « avancé »





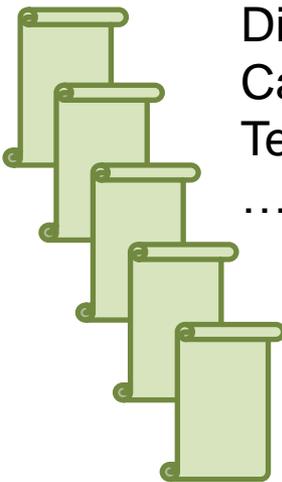
Une grande diversité de maisons suivies





Une grande diversité de maisons suivies



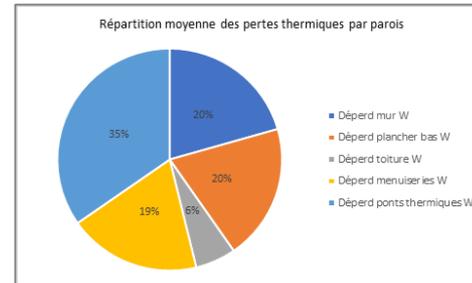


Diagnostic
Calcul RT (BBC)
Test infiltro final
...

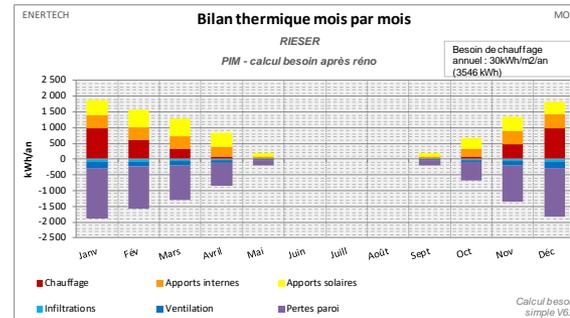
Etat des lieux
Devis
Test pédago
...



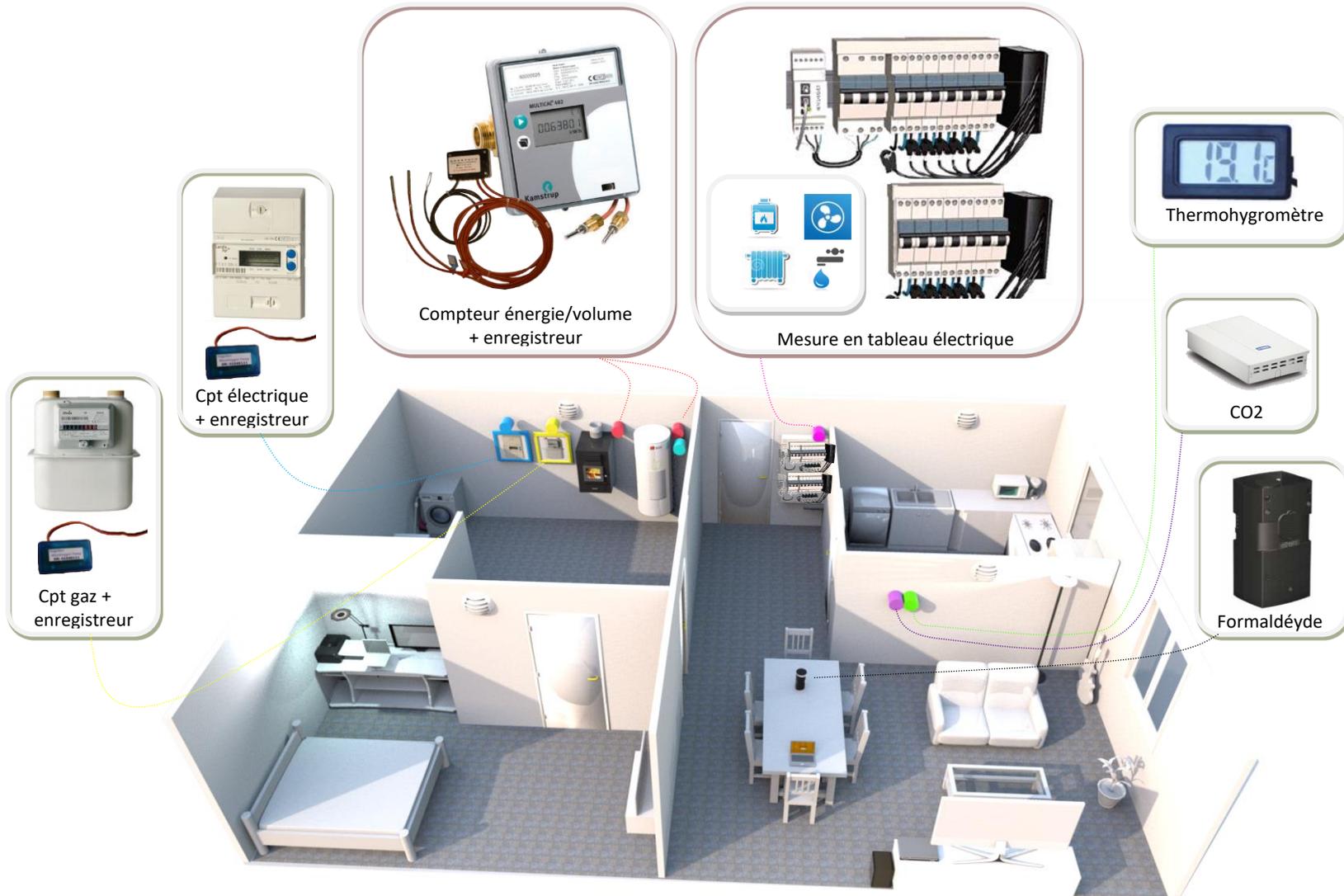
Données statistiques, graphiques pour le rapport



Calcul « besoin simple » pour évaluer la performance attendue



Fiches projets pour Observatoire Effinergie
<https://www.effinergie.org/web/perfinmind>





Conception d'un questionnaire multi-critère

Identification	La maison	Socio	La rénovation					Usage					Relevé mensuel compteurs
			Généralités	Nature des travaux	Caractéristiques techniques	Avant réno	Systèmes après réno	Coût des travaux et des études	Compteurs existants	Autres usages	Factures d'énergie	Entretien / Maintenance	

Analyse des résultats

- ➔ Compléments de description technique des rénovation
- ➔ Analyse du confort ressenti
- ➔ Volet quantitatif de l'étude en Sciences Humaines (complète les 10 entretiens réalisés)



Principaux enseignements

Suivons la chronologie d'un parcours de rénovation...



En amont L'accompagnement en amont
Concevoir la performance - enveloppe
Concevoir la performance - systèmes



Travaux Les devis
L'accompagnement en phase chantier
L'importance de la mise au point en fin de chantier



Après réno Consommations mesurées
Confort d'hiver et d'été
Mesure de la qualité d'air intérieur



Un parcours complexe pour les ménages...

... l'importance des dispositifs d'accompagnement

- ✓ **Conseil** gratuit et désintéressé (tiers de confiance)
- ✓ **Cadrage technique** : référentiel de performance
- ✓ Identification de **professionnels** référencés / conventionnés pour les études, AMO ou MOE
- ✓ **Méthodologie** d'audit énergétique / état des lieux, avec ou sans calcul
- ✓ Des **artisans qualifiés** : RGE, formation spécifique, « rénovateur BBC », groupement (Dorémi)
- ✓ Relecture des devis
- ✓ Assistance au **montage financier**
- ✓ **Subventions** (aux études / MOE / test infiltro et aux travaux) et/ou **financements** complémentaires

Cf livrable intermédiaire : *Panorama des dispositifs existants de rénovation performante de maisons individuelles*





L'étape-clé du diagnostic

BBC rénovation



Audit
Calcul RT2005-réno
Scénarii

STR
(solutions techniques
de rénovation)



Etat des lieux architectural et technique
Choix STR
Migration de vapeur

EnergieSprong



Maîtrise d'œuvre
Objectif Energie Positive

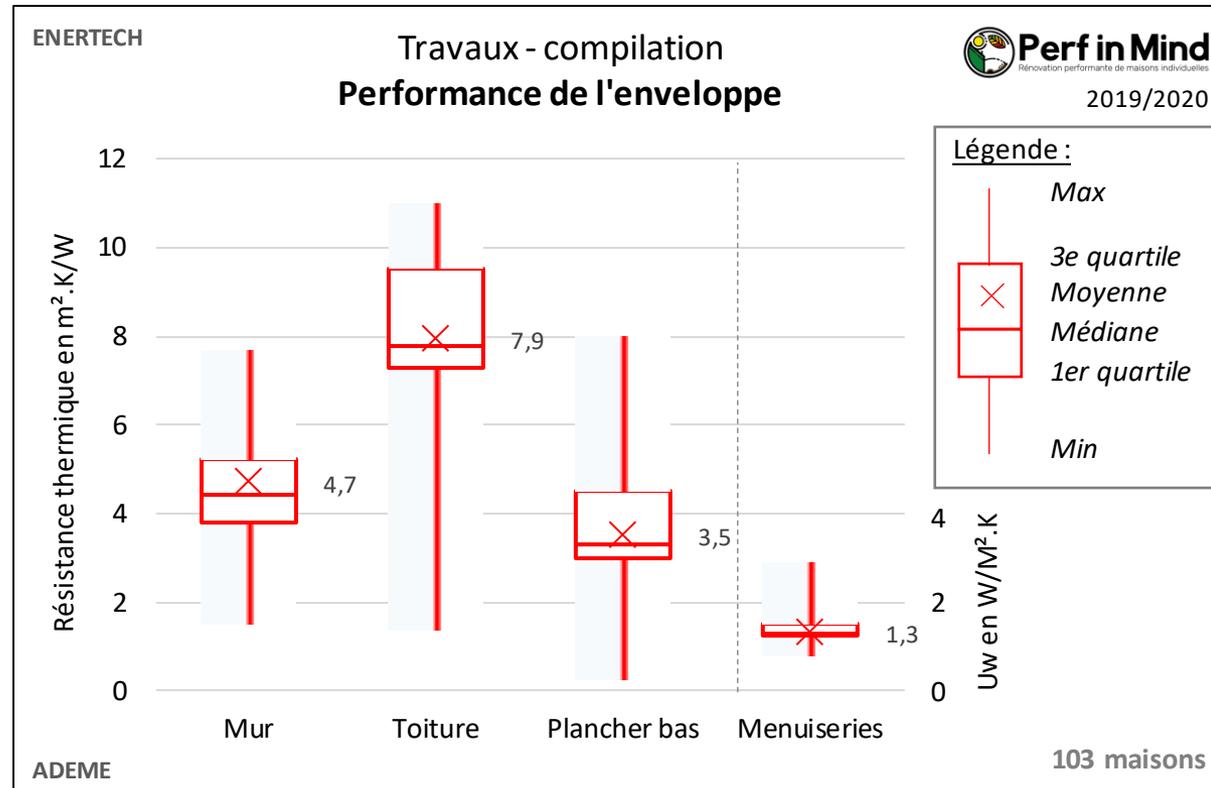


Performance des enveloppes

- ✓ De forts niveaux d'isolation
- ✓ Pour les rénovation BBC, statistiques comparables à l'Observatoire BBC
- ✓ Rôle partiellement prescripteur des aides



Faibles variations d'épaisseurs : +/- qq cm soit +/- qq €/m² de paroi

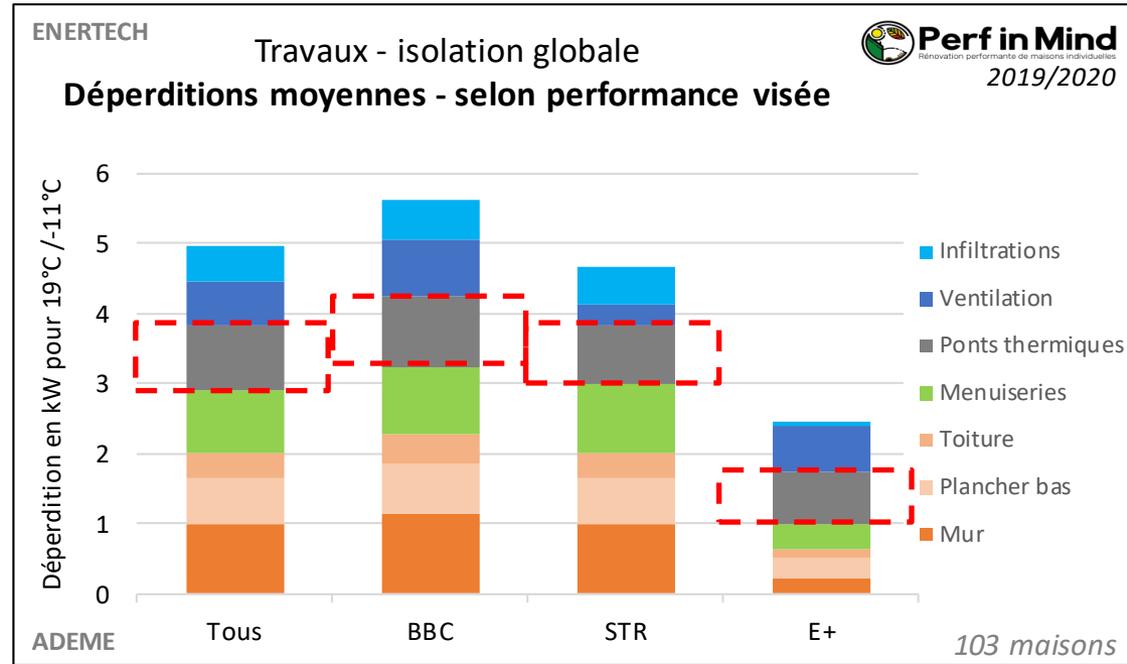
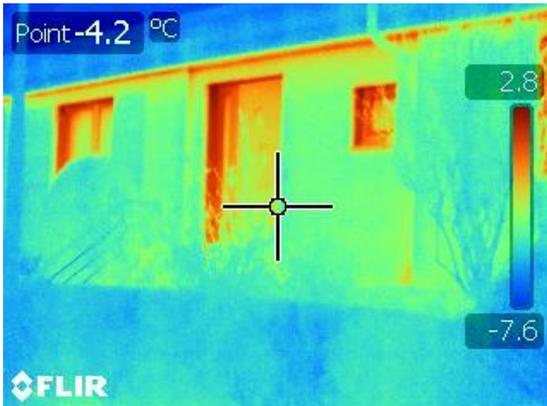




La gestion des ponts thermiques

En moyenne, les ponts thermiques représentent 18% des déperditions, soit environ 1 kW.

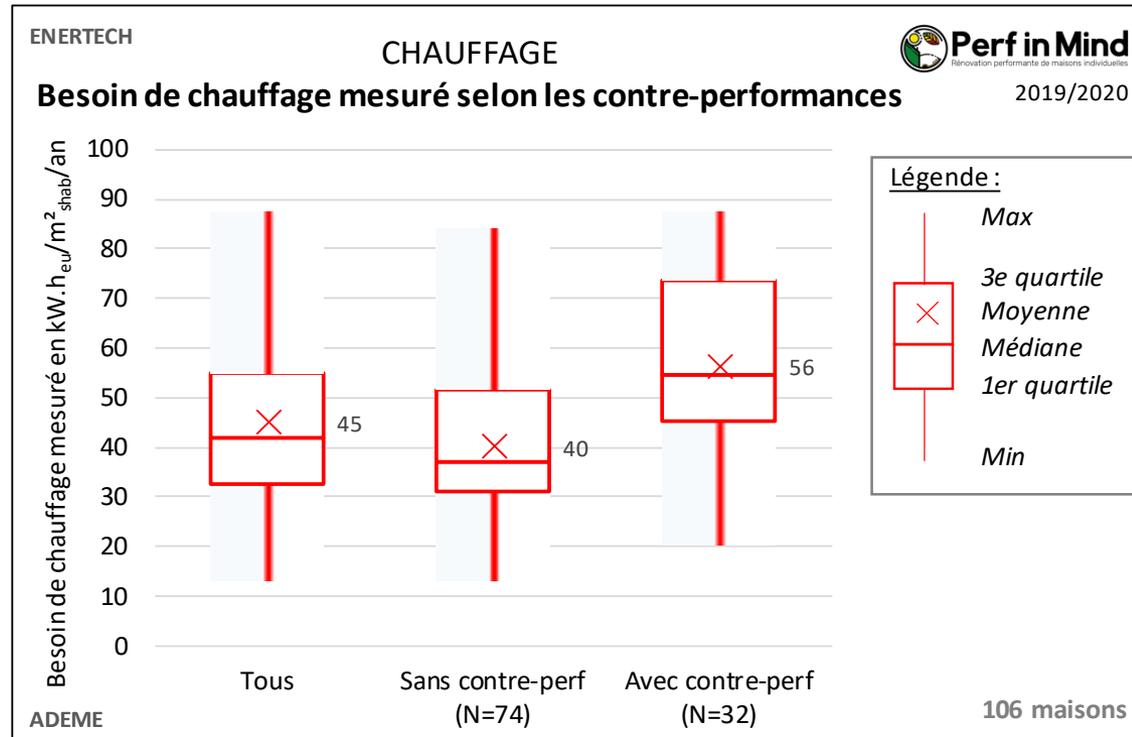
 Intérêt de l'isolation périphérique du plancher bas (enterrée le cas échéant)



✘ 1 cas identifié de réno par « gestes » (ITE avant le reste) : pont thermique des tableaux = +10% de déperditions



Performance des enveloppes



De rares contre-performances

- ✗ Référentiel non respecté : 16% en BBC, 9% en STR
- ✗ Partie de mur ou plancher bas non isolé (pas même en périphérie)
- ✗ Infiltrations importantes



Le bon respect du référentiel fait gagner 40% en moyenne et limite la dispersion.



Performance des systèmes



Rendements globalement bons

✓ Chaudières gaz (*sur 20 maisons*)
moy. **82%** en chauffage, **72%** en ECS

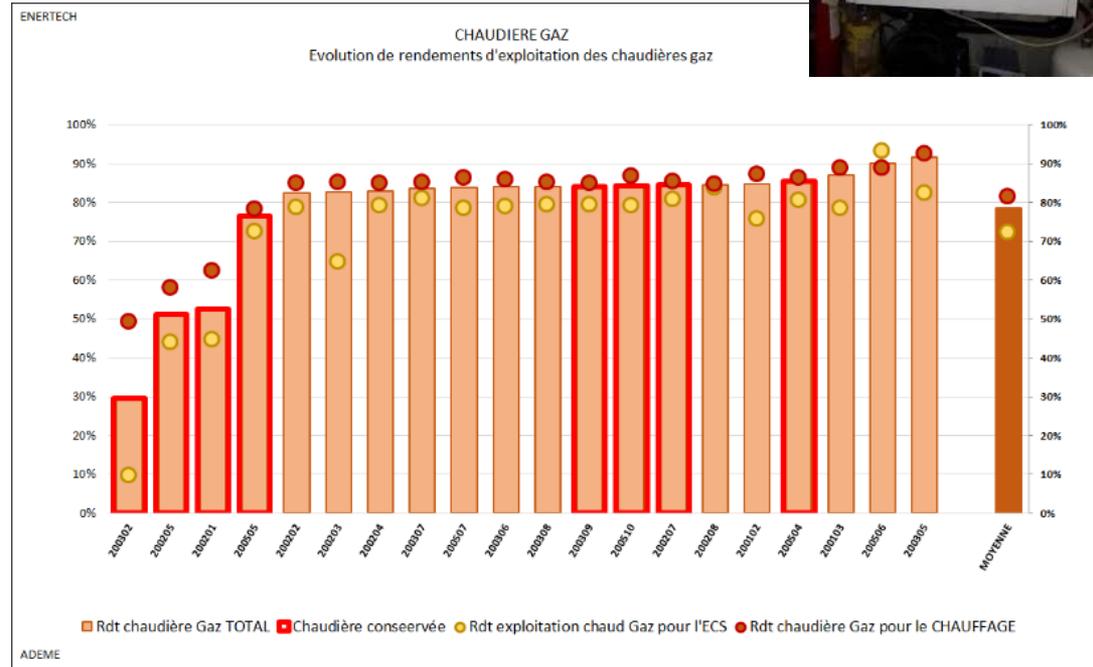
✗ Mauvais rendement pour certaines chaudières conservées

✗ Fonctionnement permanent de certaines pompes

✗ Certaines régulations terminales peu performantes



+1°C c'est +17% de chauffage



Remplacer les chaudières anciennes si non réglables / non modulable

Prévoir ad minima un **thermostat** et une **sonde de T° extérieure**.

Accompagner le réglage après travaux



Performance des systèmes



Rendements globalement bons

- ✓ PAC : air-eau sur radiateur : COP de **2,2**
air-eau sur plancher : COP de **3,4**
eau-eau sur plancher : COP de **5,1**

(12 maisons identiques)
(1 maison)
(2 maisons)

Echantillon trop faible pour généraliser.



Le COP est logiquement meilleur lorsque l'écart de température entre source froide et émission est faible.

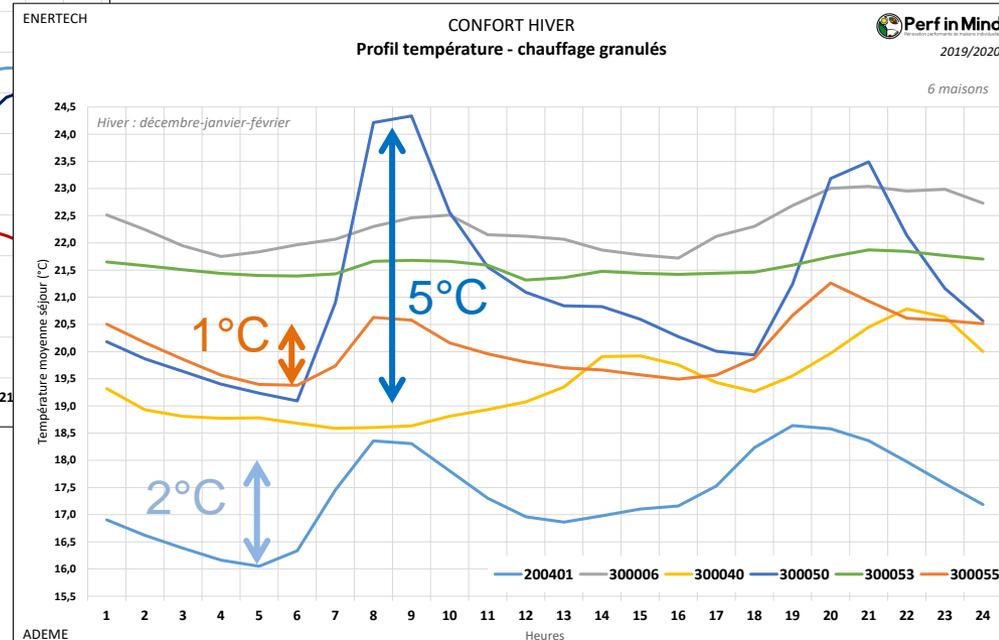
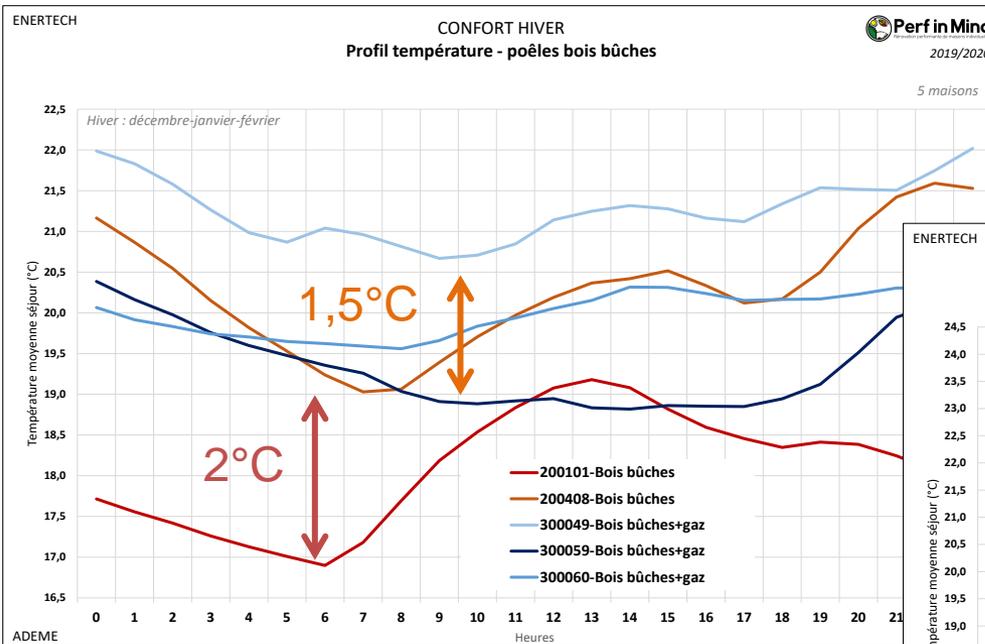
- ✗ Mode ECS : COP dégradé, attention à la consigne



Performance des systèmes

✓ Poêles : régulation correcte.
(rendement non mesuré)

✓ Poêles à granulés (6 maisons)



✓ Poêles à bûches (5 maisons)



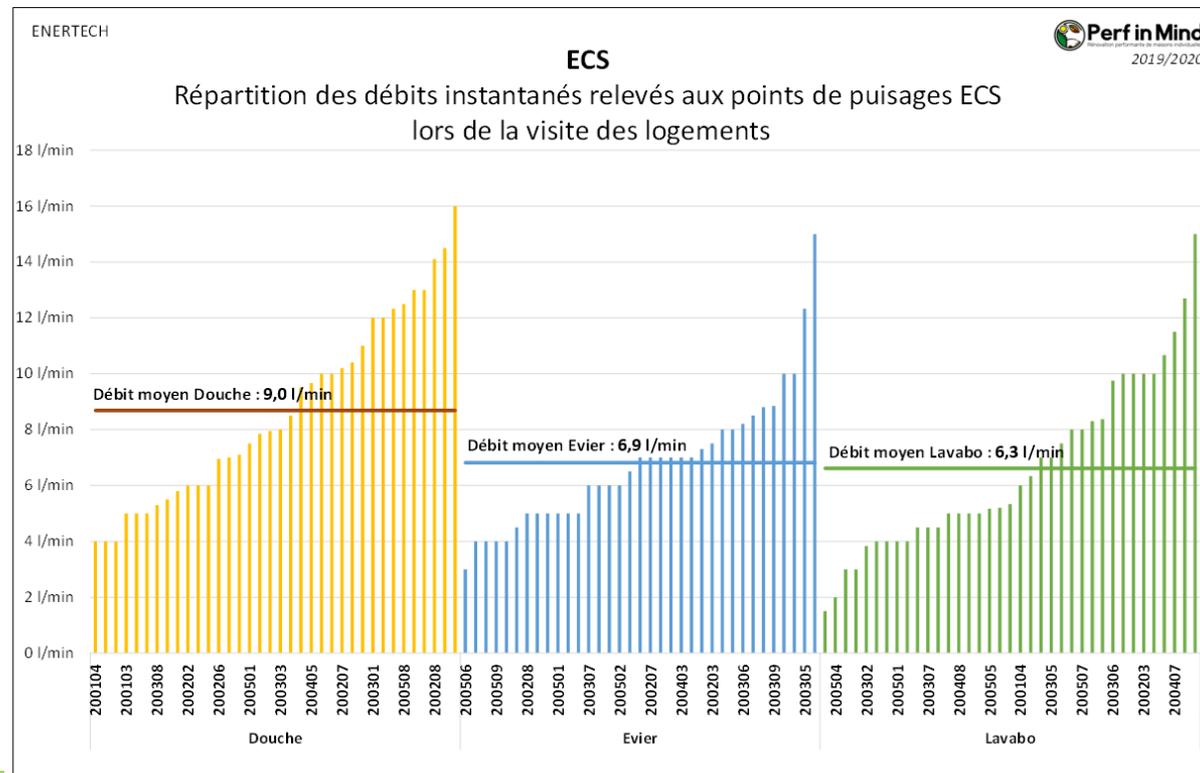
Performance des systèmes



- ✓ Ballon thermodynamique : COP non mesuré
- ✗ Part de l'appoint variable (de <math><1\%</math> à $>70\%$).
- ✗ Attention à la consigne ECS.
- ✓ CESI : gain 50% en moyenne, certains 100% de couverture
- ✗ D'autres semblent avoir dysfonctionné (?)



Généraliser les équipements hydro-économiques !



Principaux enseignements

Suivons la chronologie d'un parcours de rénovation...



En amont L'accompagnement en amont
Concevoir la performance - enveloppe
Concevoir la performance - systèmes



Travaux Les devis
L'accompagnement en phase chantier
L'importance de la mise au point en fin de chantier

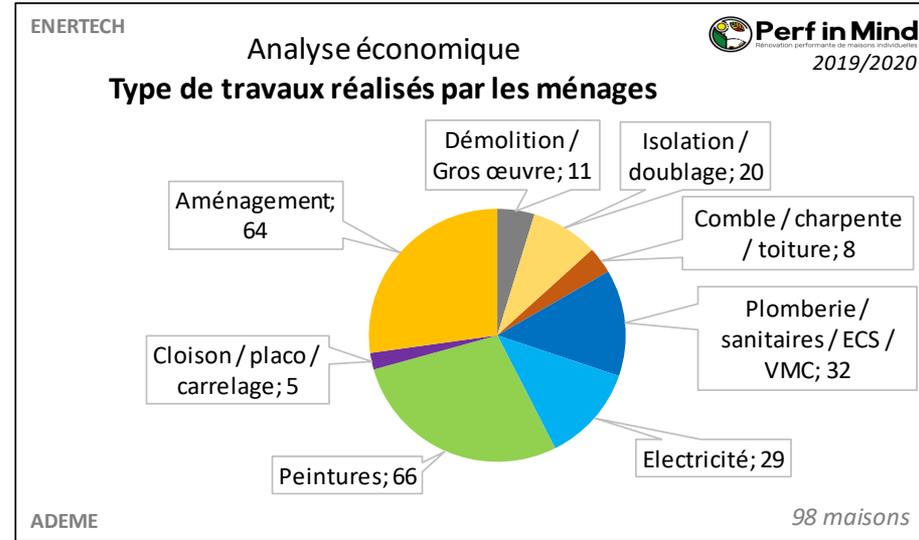


Après réno Consommations mesurées
Confort d'hiver et d'été
Mesure de la qualité d'air intérieur



Analyse des coûts

Part non-négligeable d'auto-réhabilitation (concerne 70% des réno)



Coûts moyens constatés :

Coût moyen en €TTC	Energie (6 postes)				Autres énergie		Etudes, MOE, Test infiltro	Rénovation hors énergie		Total
	Coût TTC	Comp-létude	Non rénové	Auto-réha	Coût TTC	NC (PV)		Coût TTC	Auto-réha	
BBC (58)	58 100 €	89%	7%	4%	2 800 €	3%	4 700 €	17 600 €	2,3 postes	77 300 €
STR (31)	67 200 €	96%	1%	3%	5 700 €	3%	1 000 €	23 400 €	2,0 postes	96 800 €
E+ (12)	66 800 €	100%	0%	0%	14 500 €	0%	9 200 €	18 100 €	0,0 poste	108 700 €
Tous (101)	62 200 €	92%	4%	3%	5 200 €	3%	4 400 €	19 600 €	1,9 postes	87 000 €

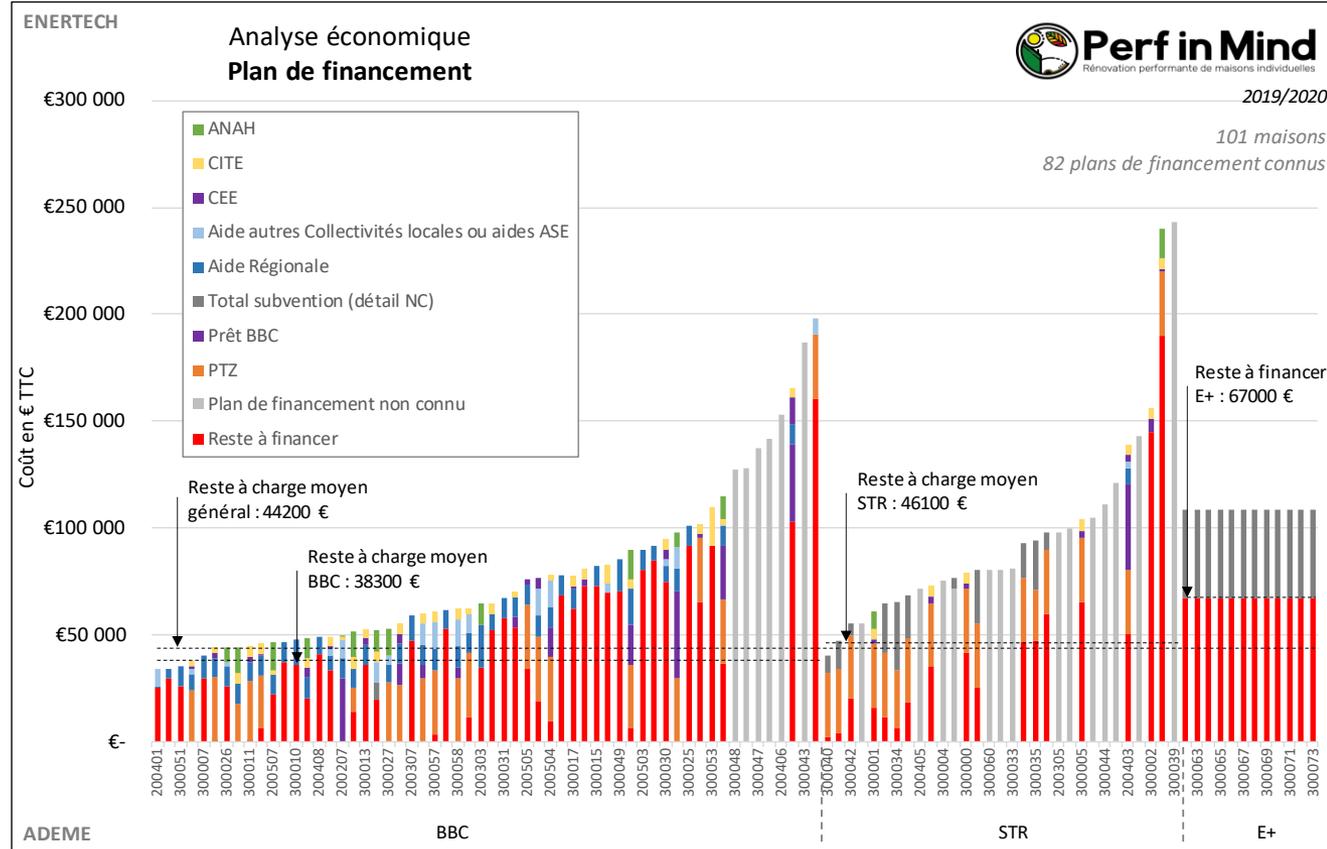


Analyse du plan de financement

2019/2020

101 maisons

82 plans de financement connus



- ✓ Des cas de reste à financer nul (avec PTZ, avec ou sans ANAH)
- ✓ Montants de subventions et prêts bonifiés importants
- ✓ Aide au montage financier essentielle



Un plan de financement satisfaisant a pu être proposé à tous ces ménages « pionniers ».

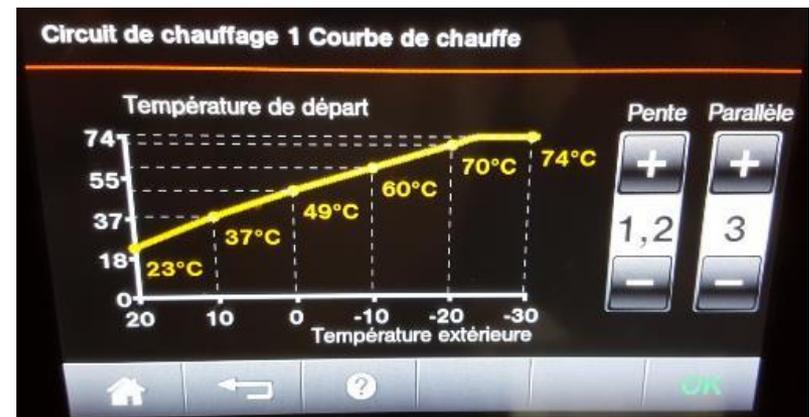
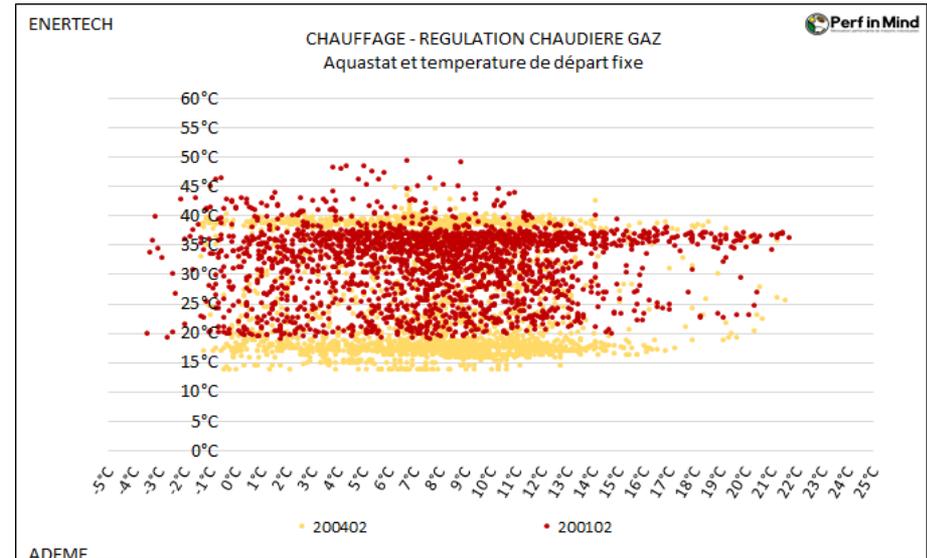


Vigilance sur le réglage en fin de chantier

Chauffage :

- ✗ Certains régimes de température trop élevés, absence de loi d'eau
- ✗ Un câblage défaillant du thermostat
- ✗ Certaines consignes ECS trop élevées

Le réglage des installations de chauffage et ECS n'est pas encore un réflexe....





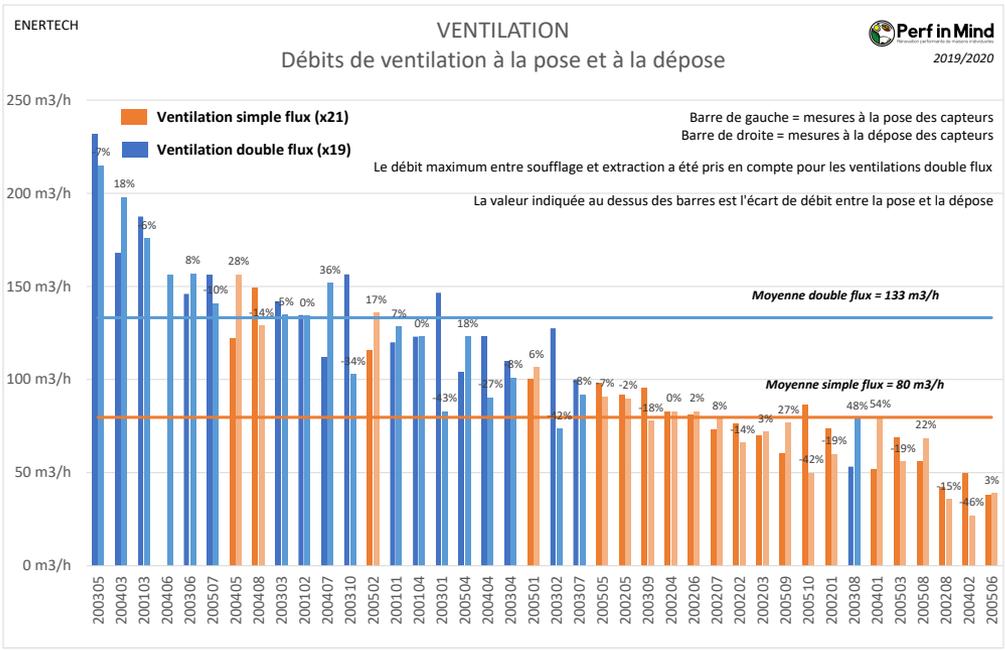
Vigilance sur le réglage en fin de chantier

Ventilation : des mauvais réglages

- ✗ Sur-débit de simple flux hygro
- ✗ Sous-débit de double flux
- ✗ Filtres pas assez remplacés en double flux et VMI

Bruit signalé : 30% insatisfaits (simple et double flux)

Interface jugée peu conviviale (plus que la technologie elle-même) : pédagogie nécessaire

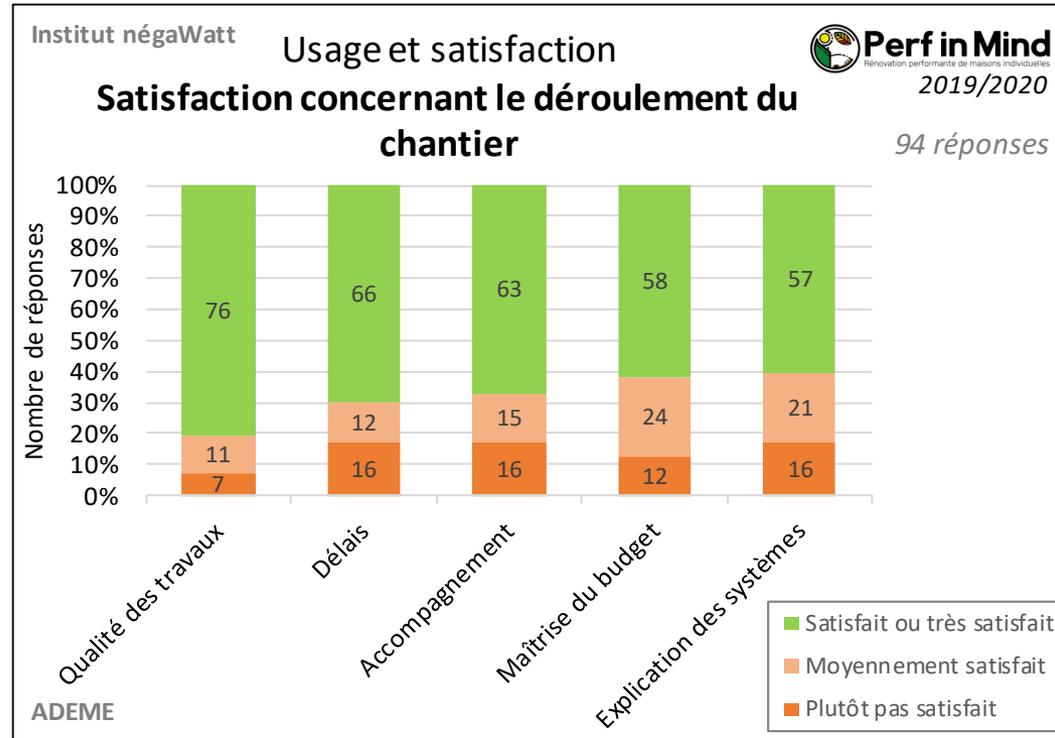


Avec un bon dimensionnement, des réseaux à faible pertes de charges et un bon réglage, on peut limiter les conso électriques en DF à **< 2 kW.h_{EF}/m²/an.**



Qualité du chantier

- ✓ la qualité des travaux est jugée satisfaisante par 76% des ménages
- ✓ Etanchéité à l'air après travaux globalement bonne : en moyenne Q4 = 0,8 m3/h par m² soit n50 = 3,1 vol/h



Enjeu de vérification de conformité au référentiel, d'accompagnement du réglage des systèmes et d'explications des systèmes aux ménages

Principaux enseignements

Suivons la chronologie d'un parcours de rénovation...



En amont L'accompagnement en amont
Concevoir la performance - enveloppe
Concevoir la performance - systèmes



Travaux Les devis
L'accompagnement en phase chantier
L'importance de la mise au point en fin de chantier

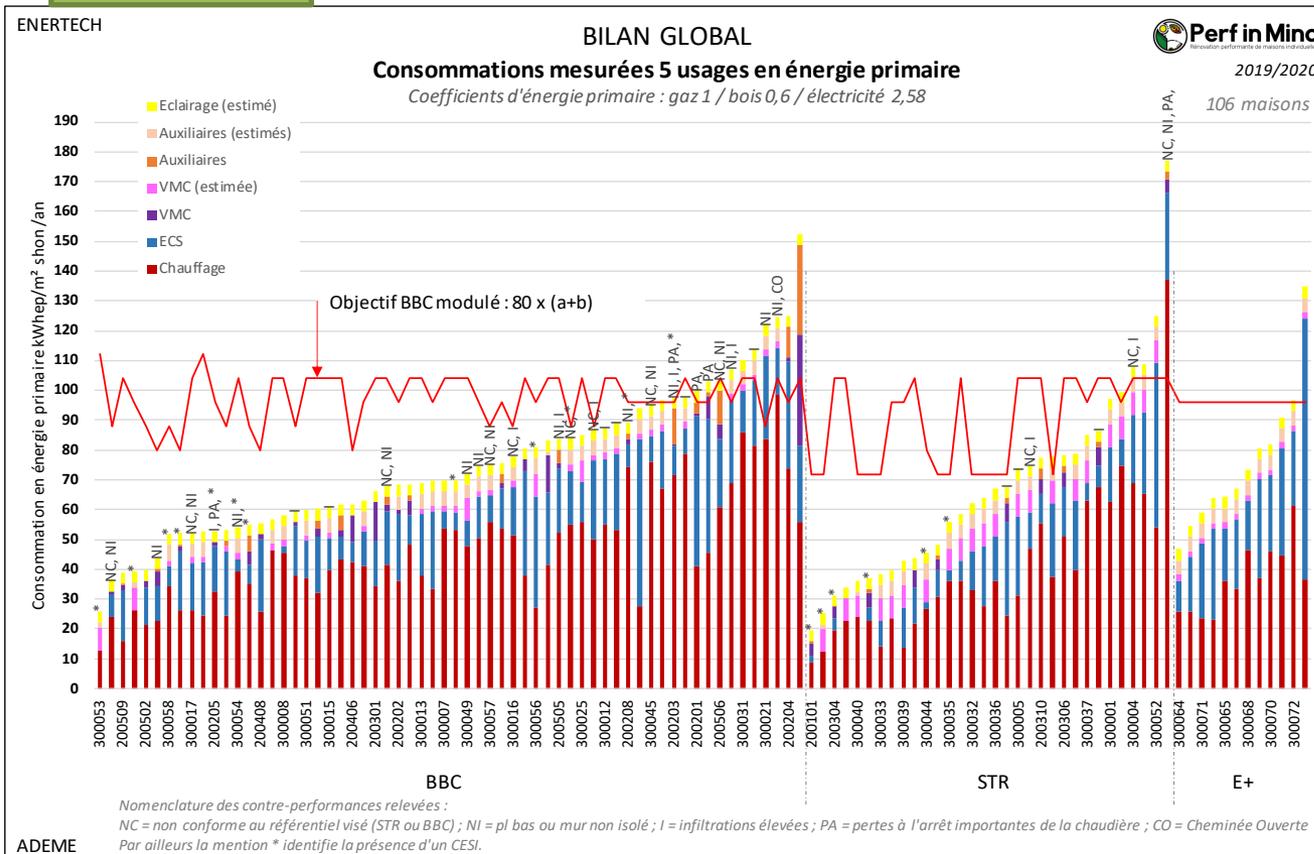


Après réno Consommations mesurées
Confort d'hiver et d'été
Mesure de la qualité d'air intérieur



Succès de la rénovation complète et performante

Cep moyen mesuré = 75,2 kW.h_{EP}/m²_{SHON}/an



Respect des objectifs

✓ BBC : 95% des réno atteignent leur objectif de Cep (tolérance +20%)

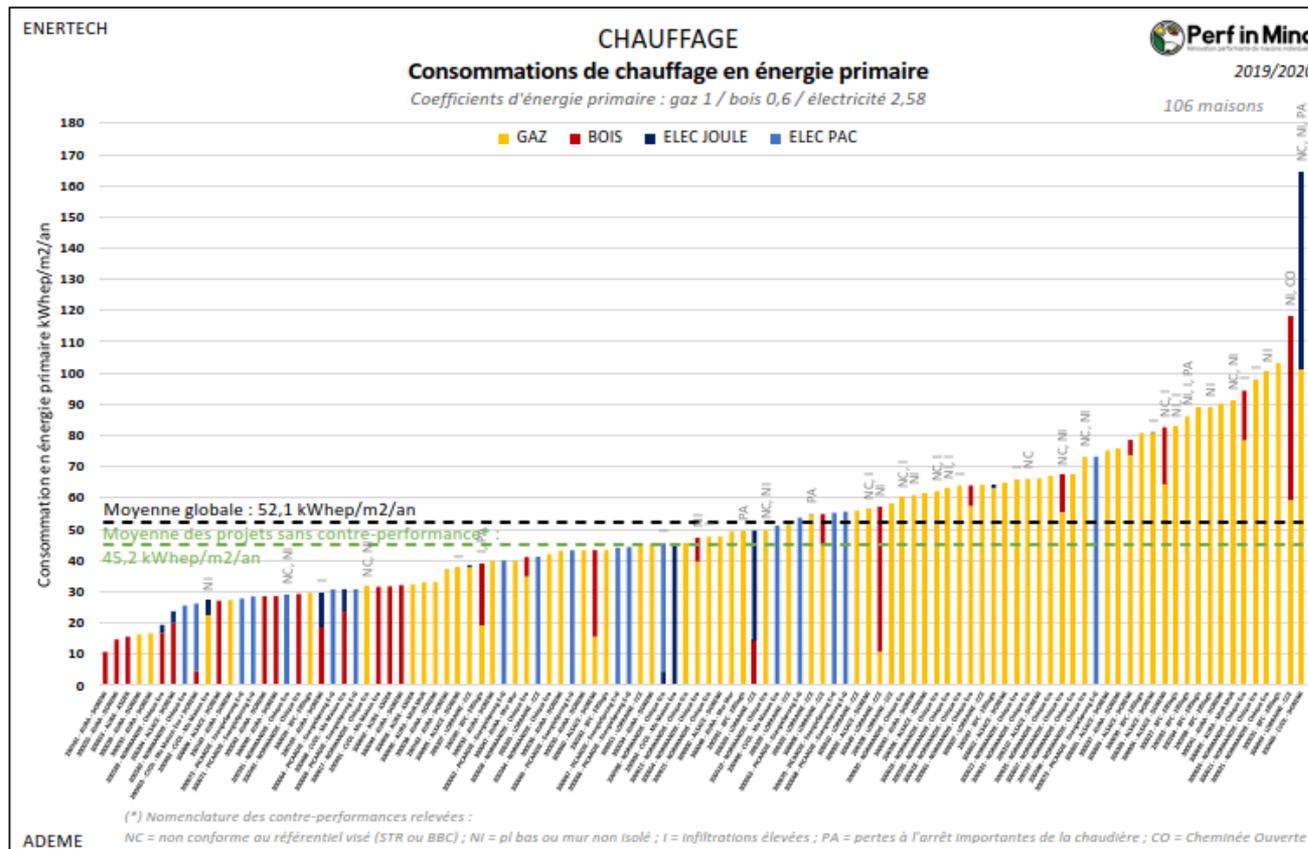
96 % des ménages plutôt ou entièrement satisfaits de leur réno

80 % satisfaits de leur facture énergétique



Succès de la rénovation complète et performante

Focus sur la consommation de chauffage



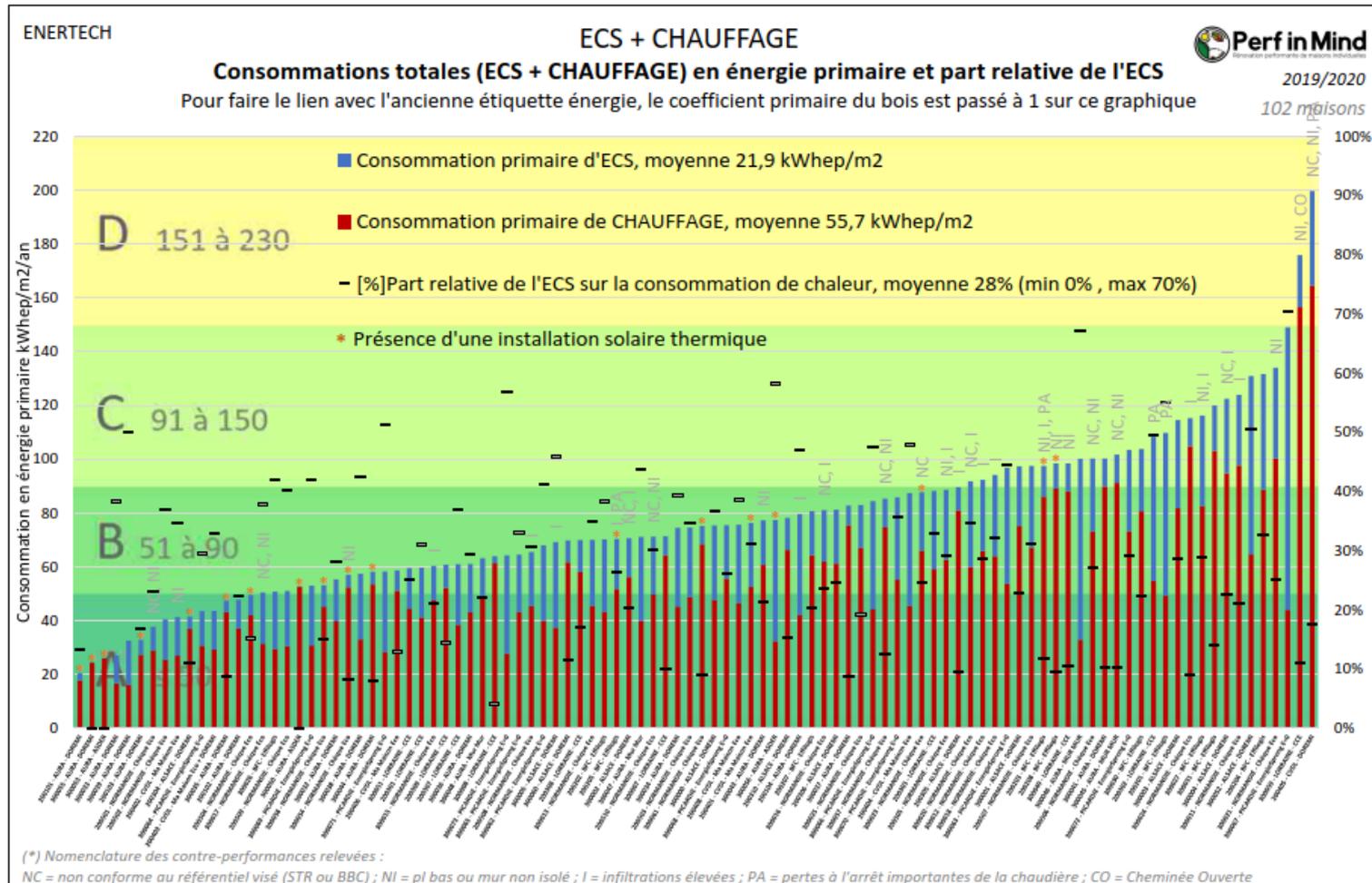
Moyenne générale :
52,1 kWh_{EP}/m²_{shab}

Respect des objectifs

- ✓ STR : moyenne de 48,3 kWh_{EP}/m²_{shab} de chauffage pour un objectif de 50 kWh/m² en moyenne nationale



Ancien DPE (en vigueur lors de la conception)

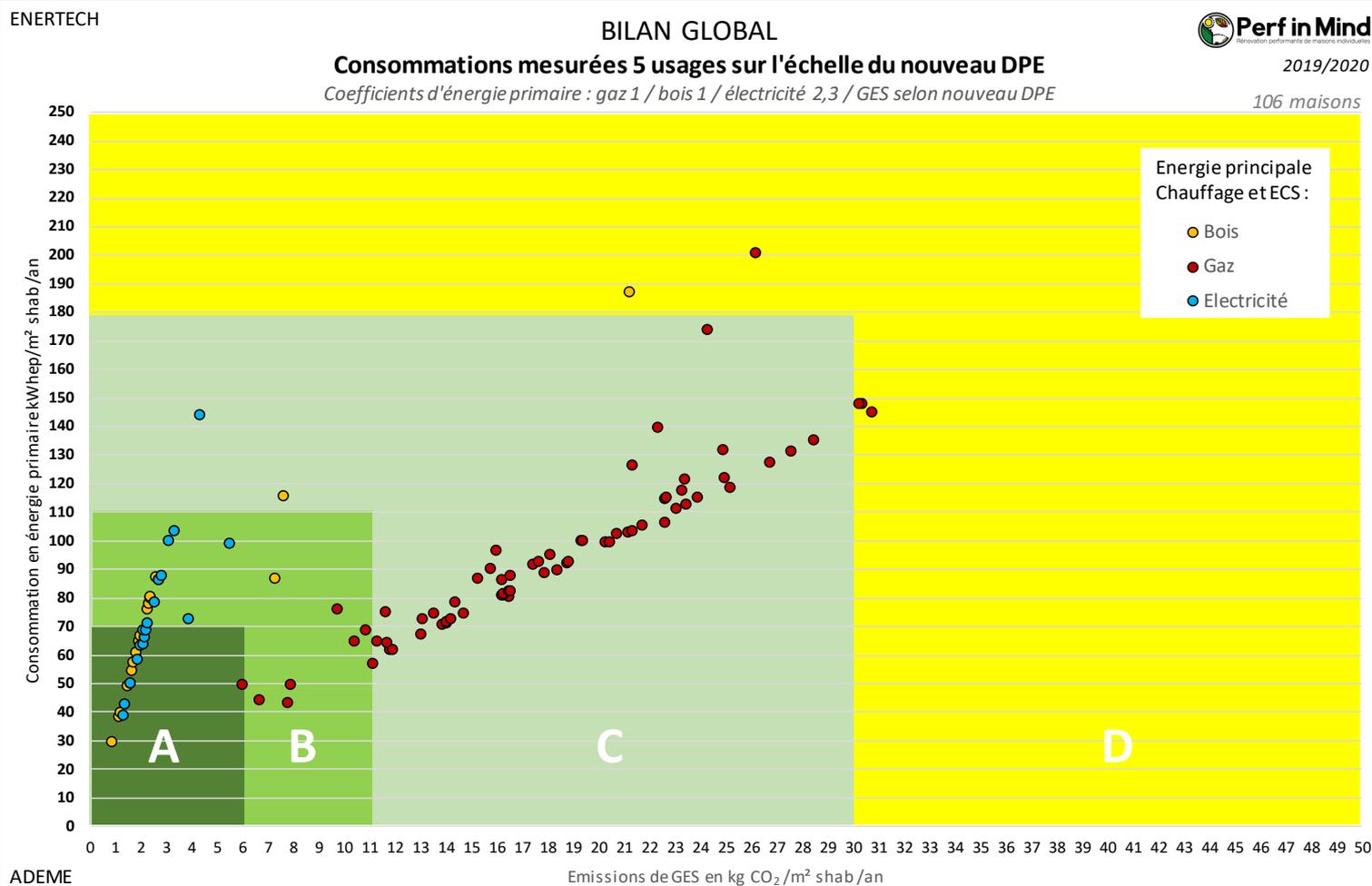


Présentation des résultats de mesure sur l'échelle de l'ancien DPE :

- 71% en A et B
- 26% en C
- 2% en D



Et le nouveau DPE ?



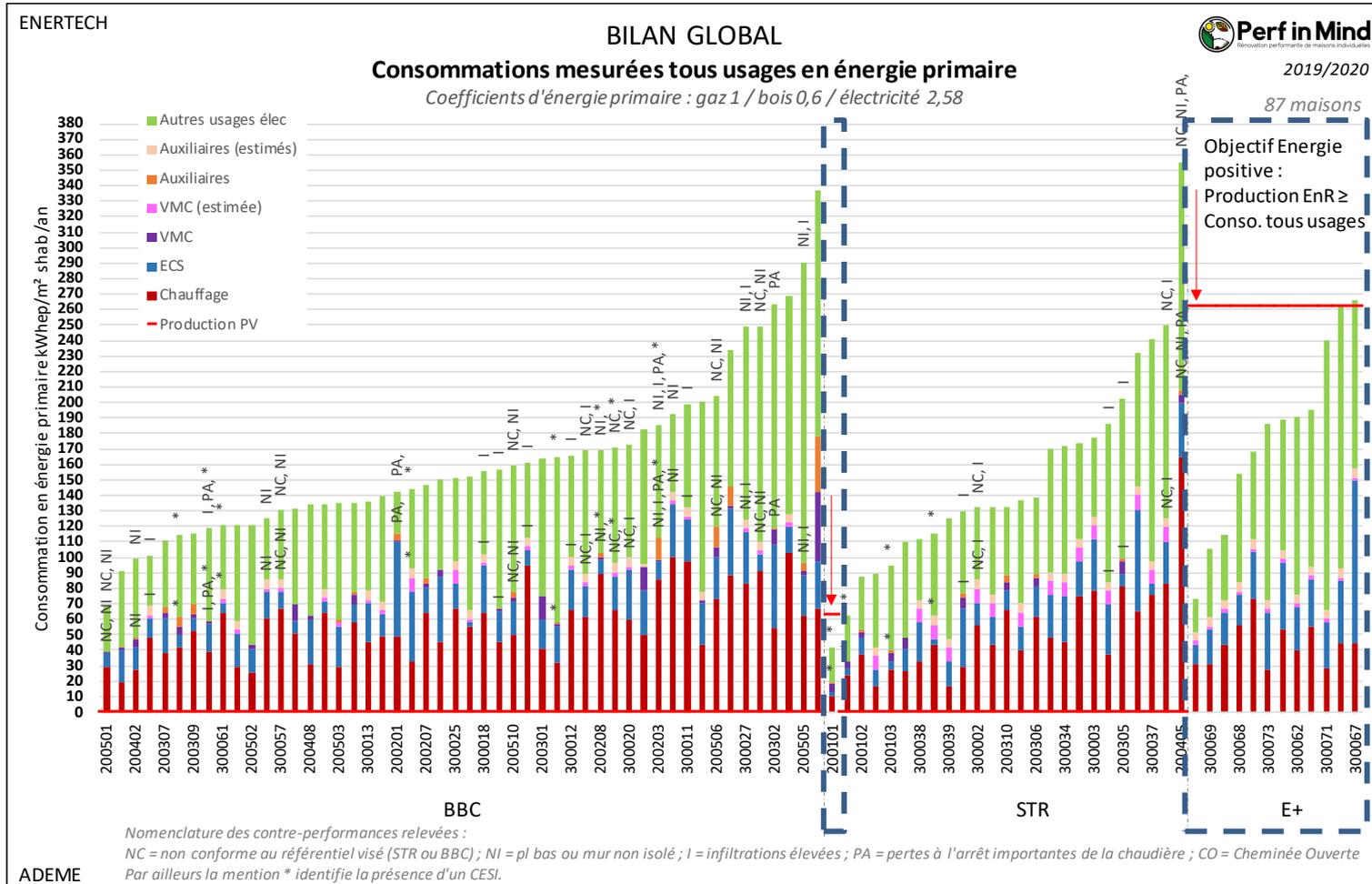
Présentation des résultats de mesure sur l'échelle du nouveau DPE :

- 39% en A et B
- 57% en C
- 5% en D



Bilan tous usages

- 11 réno sur 12 EnergieSprong à E+ (9kWh/m²)
- 1 maison (sobre) également (3kWh/m²)



Moyenne de l'électricité spécifique :
3 465 kWh/logt (700 à 9000 !)
29,1 kWh/m²_{SHAB}

Sur l'électricité spécifique, voir aussi le projet [PANEL Elecdom](#) réalisé avec l'Ademe et RTE



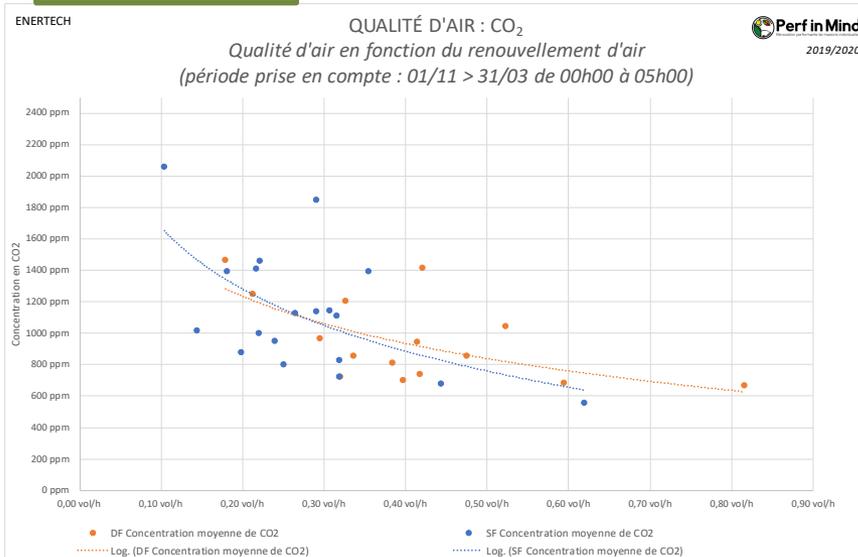
Qualité d'air mesurée



Globalement une bonne QAI

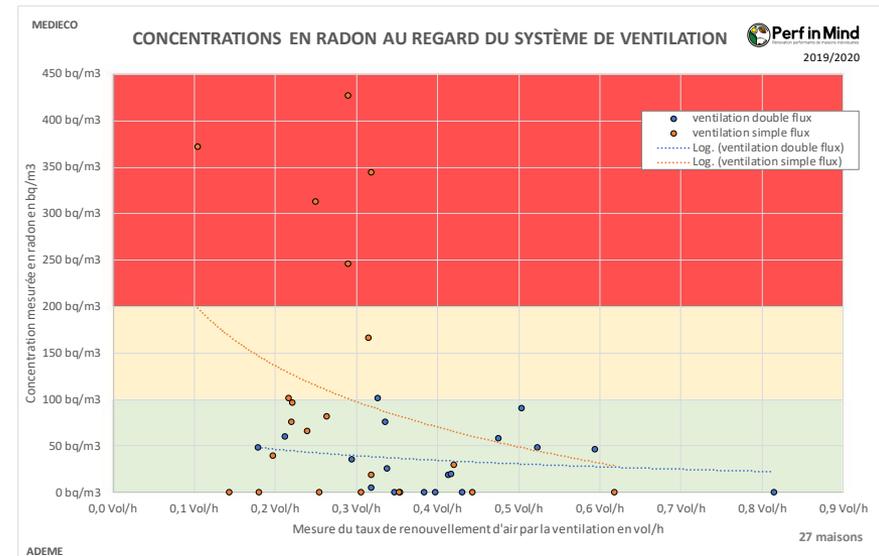
Corrélation mesurée entre taux de renouvellement d'air et QAI

Pour 80% du temps en concentration CO₂ moyenne ou excellente, il faut 0,5 vol/h.



✗ Du radon même en zone 1

La ventilation double flux semble efficace pour maîtriser les teneurs en radon, même en zone 3.





Un confort jugé bon hiver comme été

Hiver : 99% de ménages satisfaits

T° moyenne de 20,0°C

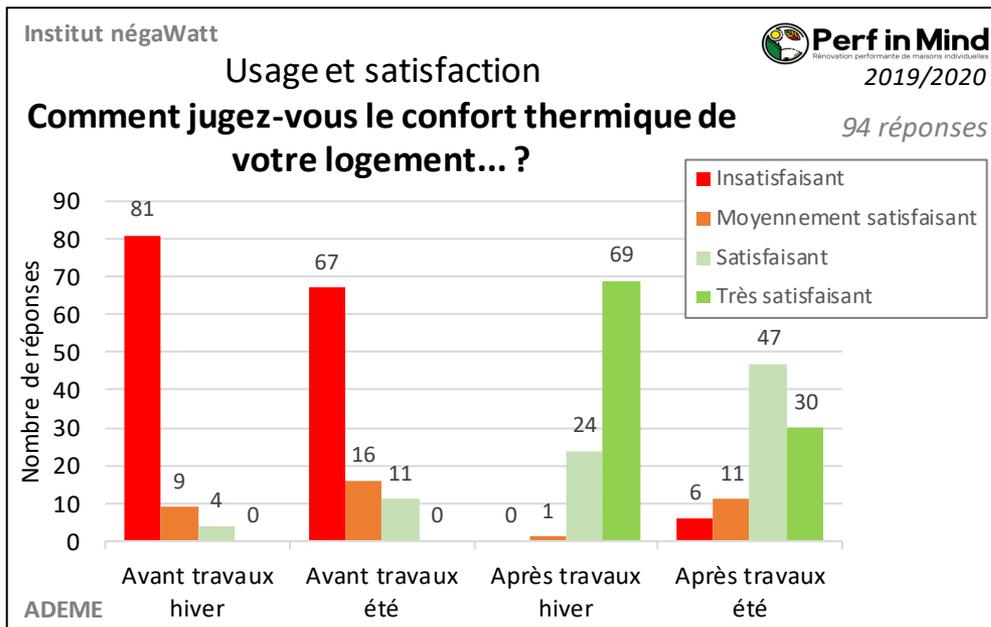
Eté : mesures décevantes

✗ 32% dépassent 40 h >28°C

Vigilance nécessaire sur ce sujet.

Pourtant 82% satisfaits du confort d'été

88% saluent un **meilleur confort après réno qu'avant.**





Conclusion

Résultats très positifs :

- ✓ Dispositifs d'accompagnement bien structurés
- ✓ Excellente satisfaction globale
- ✓ Des promesses énergétiques tenues
- ✓ Confort et qualité d'air globalement bon
- ✓ Un plan de financement a pu être proposé à chaque ménage

Moyennant quelques améliorations :

- Dans les dispositifs techniques d'accompagnement,
- Dans la formation des acteurs,
- Renforcement, fléchage et simplification des financements,

la rénovation complète et performante est prête à être massifiée pour répondre enfin aux enjeux écologiques et sociaux du 21^e siècle.



Retrouvez tous les livrables du projet sur <https://www.effinergie.org/web/perfinmind>

Et les fiches de certains projets sur l'Observatoire BBC Effinergie : <https://www.effinergie.org/web/perfinmind>



Avec le soutien de