

# Les défis de la transition énergétique pour les secteurs de la construction et de l'immobilier



La question épineuse de l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments neufs et anciens en milieu urbain

Erwin Spitzer

Architecte et conseiller PEB



# Structure de l'exposé

1. Pourquoi suivre le « cas bruxellois » comme colonne vertébrale de l'exposé
2. Rappel de quelques dates et chiffres
3. La réglementation en vigueur : du Green Deal au CoBrACE :
4. Etat des lieux du bâti existant en milieu urbain
5. Conséquences d'une politique de rénovation énergétique à grande échelle
6. Une vision globale et transversale dite « durable » - un défi pour toutes les professions de la construction et de l'immobilier
7. Robustesse et performance
8. Conclusions

# Le cas Bruxellois

- Région exclusivement urbaine
- Leviers disponibles sur deux domaines :  
bâti et la mobilité de proximité
- Population urbaine
- Caractéristiques sociales urbaines
- Caractéristique de l'urbanisme et du  
bâti urbain



# Le cas Bruxellois – population urbaine

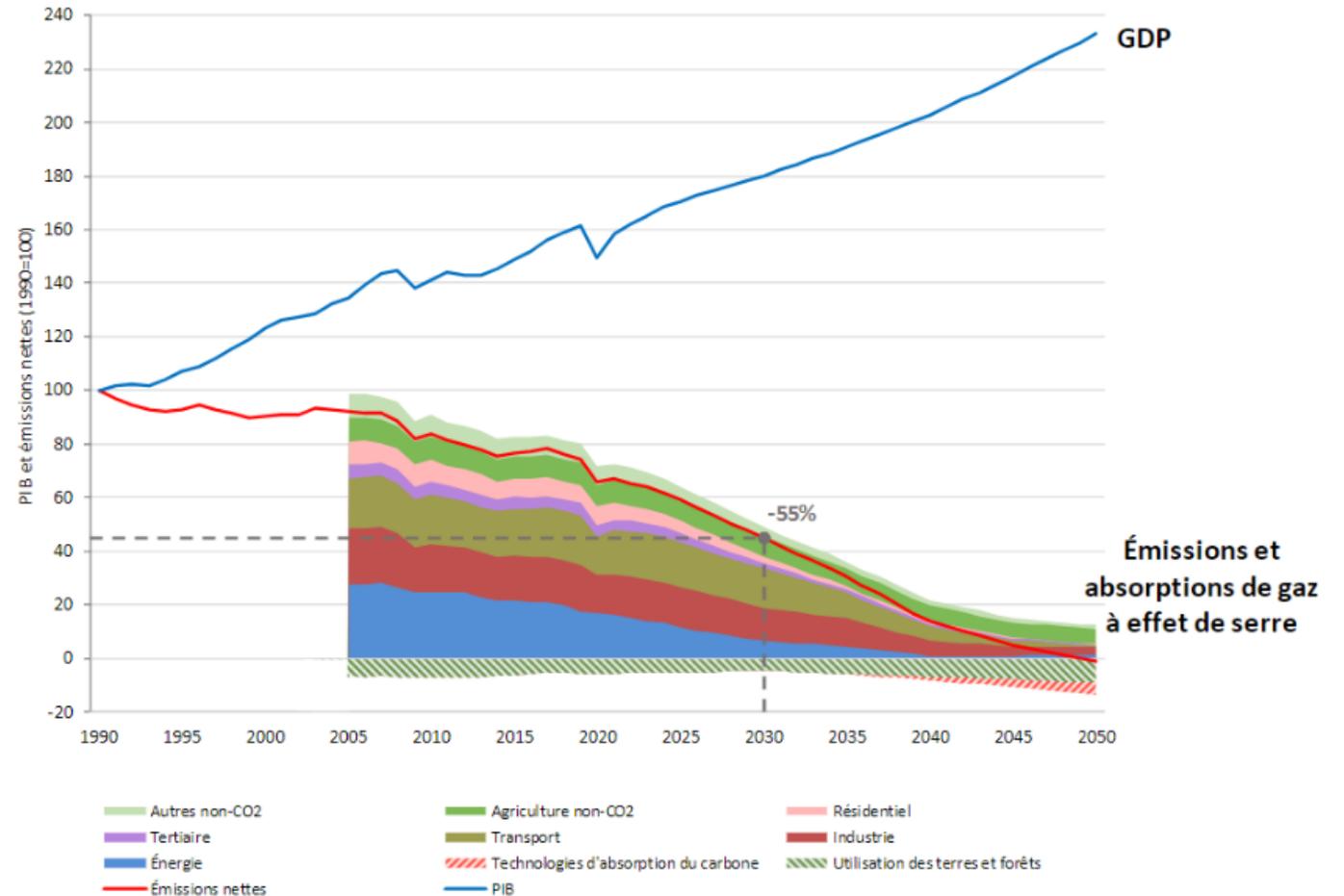
- 1 241 597 Habitants
- Densité : 7694 h/km<sup>2</sup> (Bel : 383 h/km<sup>2</sup>)
- 67% de Locataires (Bel : 42%)
- 56,8% de logements en copropriété (Bel : 26,9%)
- 28,2% de ménage en situation de précarité énergétique (Bel : 21,8%)
- Ville cosmopolite : 37% de population de nationalité étrangère



Source Statbel

# Rappel de quelques dates

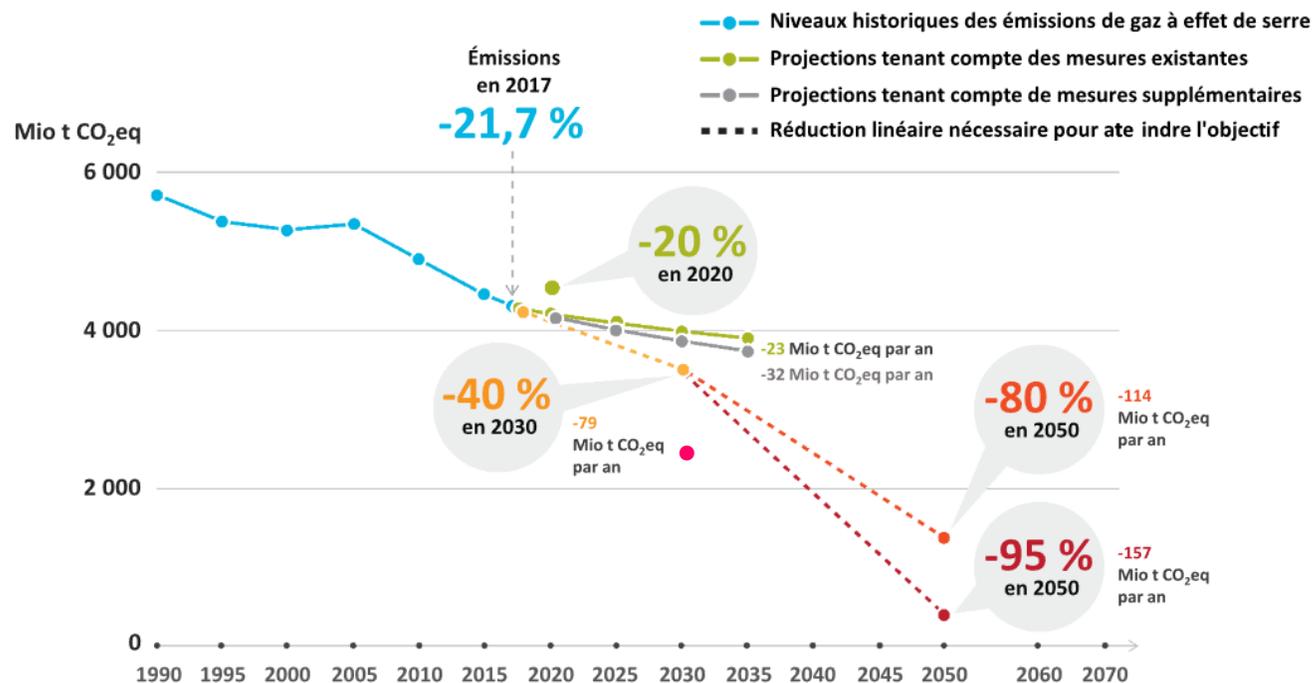
- 1972 Rapport Meadows
- 1992 Convention-cadre des Nations Unies sur le climat
- 1997 Protocole de Kyoto (COP 3)
- 2015 Accords de Paris (COP 21)  
EU Réduction de 40% des GES en 2030
- 2019 Directive européenne  
Réduction de 55% des GES en 2030  
Neutralité carbone en 2050



# Rappel de la trajectoire réelle

- 1972 Rapport Meadows
- 1992 Convention-cadre des Nations Unies sur le climat
- 1997 Protocole de Kyoto (COP 3)
- 2015 Accords de Paris (COP 21)  
EU Réduction de 40% des GES en 2030
- 2019 Directive européenne  
Réduction de 55% des GES en 2030  
Neutralité carbone en 2050

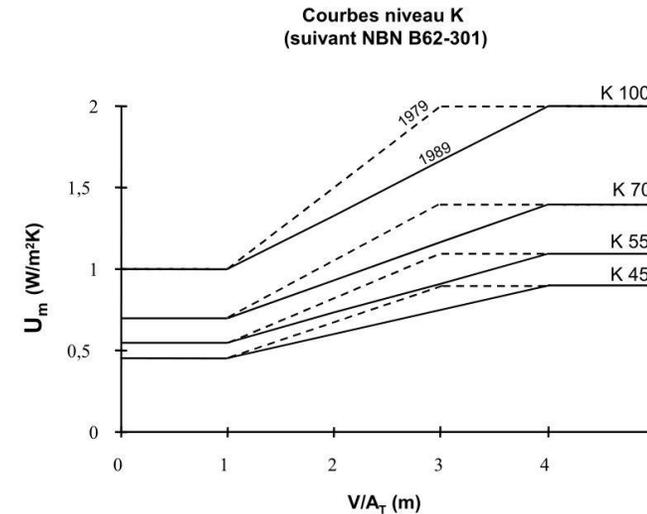
Estimations des émissions passées et futures par rapport aux objectifs de réduction des émissions



Source : cour des comptes européenne

# Rappel de quelques dates

- Depuis 1979 en Belgique, calcul des K100, K70 ... K45
- 2002 PE et CUE directive 2002/91/CE sur la PEB  
Plan Air-Climat adopté par RBC
- 2007 RBC vote l'OPEB qui entre en vigueur en 2008
- 2010 PE et CUE directive 2010/31/CE  
Pour 2020 les bâtiment neuf : énergie quasi nulle
- 2013 1<sup>er</sup> CoBrACE intègre la PEB
- Entre 2013 et 2024 : précision et étendu de la PEB
- 7 mars 2024 Le CoBrACE fixe de nouveaux objectifs



Très économe

<= 45 A

46 - 95 B

96 - 150 C

151 - 210 D

211 - 275 E

276 - 345 F

> 345 G

Très énergivore

Performance énergétique moyenne en Région de Bruxelles-Capitale

# Le CoBrACE version 2024

- **1/1/2025 interdiction chaudières gaz pour tout logement neuf (UN) ou assimilé à du neuf (UAN)**
- **1/6/2025 interdiction de nouvelles chaudières au mazout**
- **31/12/2029 : Unités neuves zéro émission**
- **1/1/2030 interdiction chaudière au gaz pour rénovations lourdes**
- **(2031) Certificat PEB dans les 5 ans suivant entrée en vigueur de la Loi (261 000 CPEB soit +/-200 CPEB par jour ouvrable)**
- **2033 Interdiction des logements de classe F et G (<275 kWh/m<sup>2</sup>.an)**
- **2040 Interdiction des logements publics de classe D et E (<150 kWh/m<sup>2</sup>.an)**
- **2045 Interdiction des logements de classe D et E (<150 kWh/m<sup>2</sup>.an)**
- **2050 Consommation moyenne des logements : 100 kWh/m<sup>2</sup>.an**



# Renolution – l'Alliance

## Structure de l'Alliance

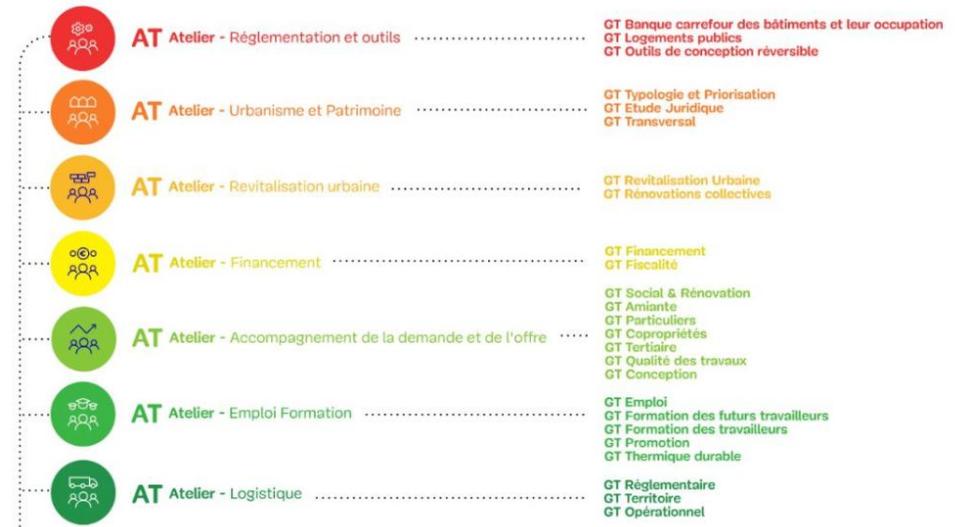
- 7 ateliers pluridisciplinaires abordant les thématiques prioritaires pour l'aboutissement des directives
- 25 groupes de travaux spécifiques travaillant en collaboration sur des questions plus ciblées
- 4 ateliers transversaux : Communication – Comité technique – Economie circulaire – Renolab
- 42 fiches actions détaillées

L'AriB a rassemblé un groupe de 15 architectes de profils très différents pour constituer le cœur du « GT Conception » que j'anime.

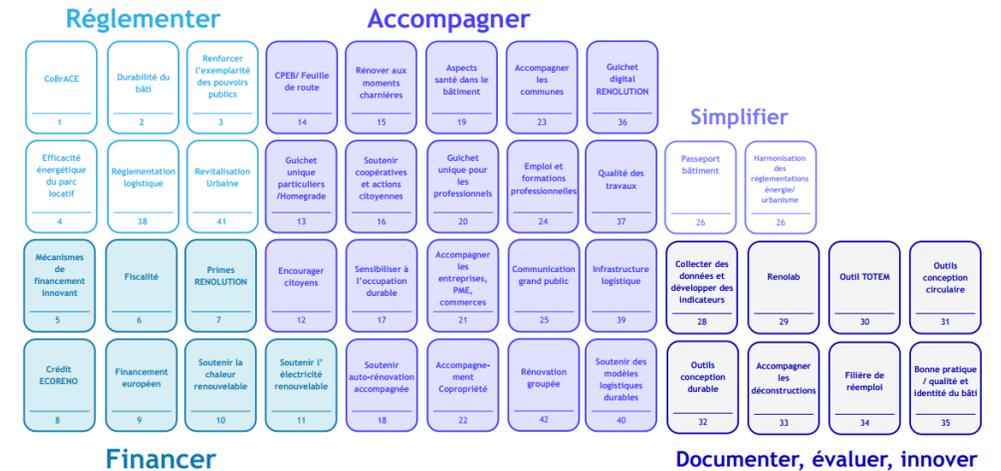
Il contribue à apporter, grâce à l'aide financière de la RBC, l'expérience, la voix, les connaissances des architectes dans les travaux de l'Alliance.

Pourquoi pas quelques ingénieurs dans ce GT?

## 7 ateliers thématiques structurés autour de groupes de travail



## Un large plan d'actions



# Rappel de quelques statistiques

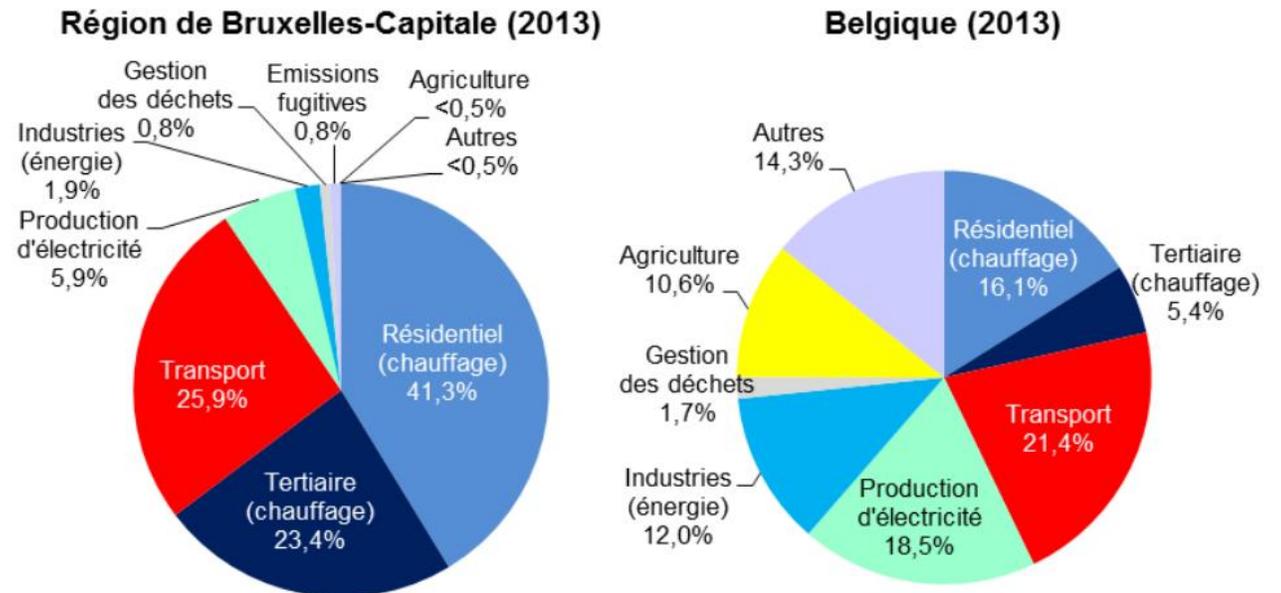
- A Bruxelles, Les émissions de gaz à effet de serre du bâtiment sont de 64,7% de la production totale

Dont 36% par le secteur tertiaire  
64% par le secteur résidentiel

- En Belgique, Les émissions de gaz à effet de serre du bâtiment sont de 21,5% de la production totale

Dont 25% par le secteur tertiaire  
75% par le secteur résidentiel

Contribution des principaux secteurs d'activités aux émissions totales de gaz à effet de serre



Source : Bruxelles Environnement

# Mais aussi

## La construction et l'exploitation du bâti dans l'Union européenne

- 50% de l'extraction de tous les matériaux
- 40% de la demande en énergie
- 36% des émissions de gaz à effet de serre
- 38% des déchets générés

## La construction et l'exploitation du bâti à Bruxelles

- 75% de la demande en énergie
- 65% des émissions de gaz à effet de serre
- 33% des déchets générés



Quantité annuelle de déchets de construction :  
628 000 tonnes

# Etat des lieux du bâti en Région bruxelloise

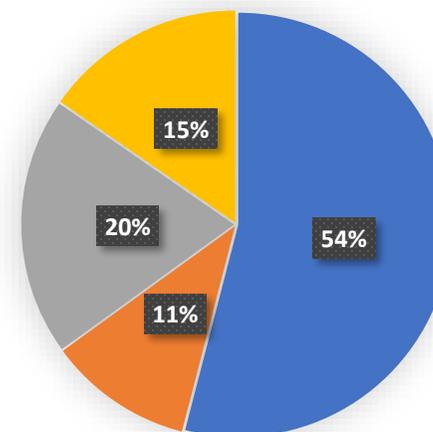
## Nombre de bâtiments en RBC

Habitation 2 façades	105 265
Habitation 3 et 4 façades	21 399
Immeubles appartements	38 312
Autres	29 894
<b>Total</b>	<b>194 870</b>

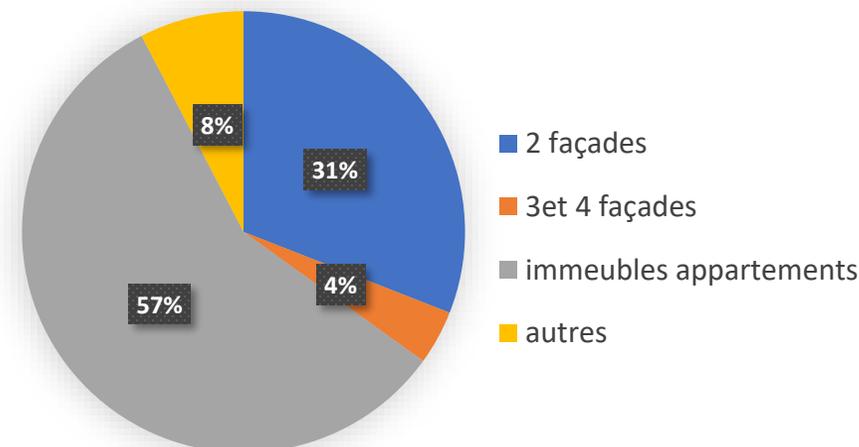
## Nombre de logements en RBC

Habitation 2 façades	183 643
Habitation 3 et 4 façades	23 589
Immeubles appartements	40 578
Autres	45 132
<b>Total</b>	<b>592 942</b>

Bâtiments



Logements

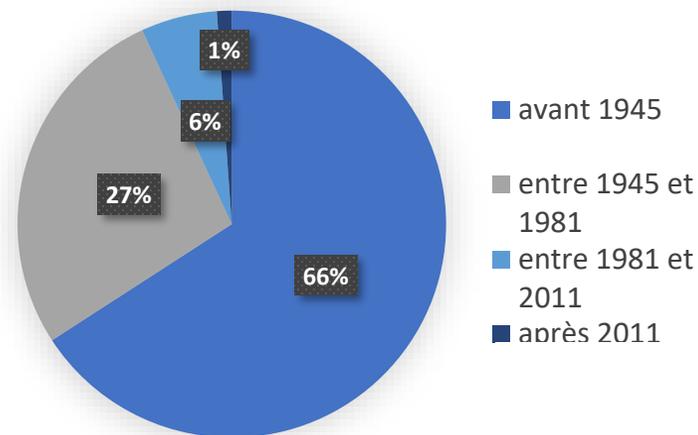


Source : Statbel 2022

# Etat des lieux du bâti en Région bruxelloise

## Age des immeubles en RBC

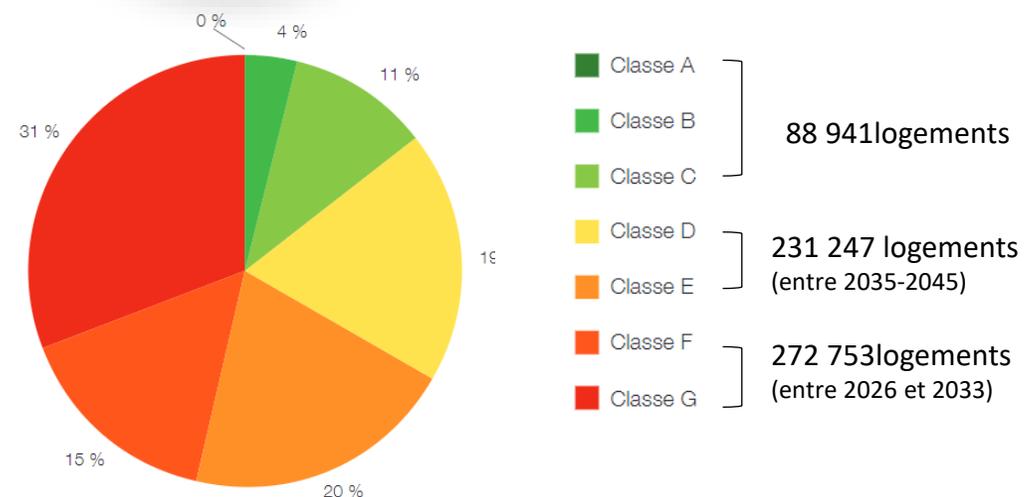
Bâtiments < 1945	128 192
Bâtiments 1945 < B < 1981	53 127
Bâtiments 1981 < B < 2011	11 200
Bâtiments après 2011	2 176
<b>Total</b>	<b>194 870</b>



## Certificats PEB délivrés

Depuis 2011	331 764 logements (sur 592 942)
Dont	44 243 maisons
	287 521 appartements

Classes A – B – C	88 941 (15%)
Classes D – E	231 247 (39%)
Classes F – G	272 753 (46%)



Source : Bruxelles Environnement

Source : Statbel 2022

# Conséquences d'une politique régionale de rénovation énergétique

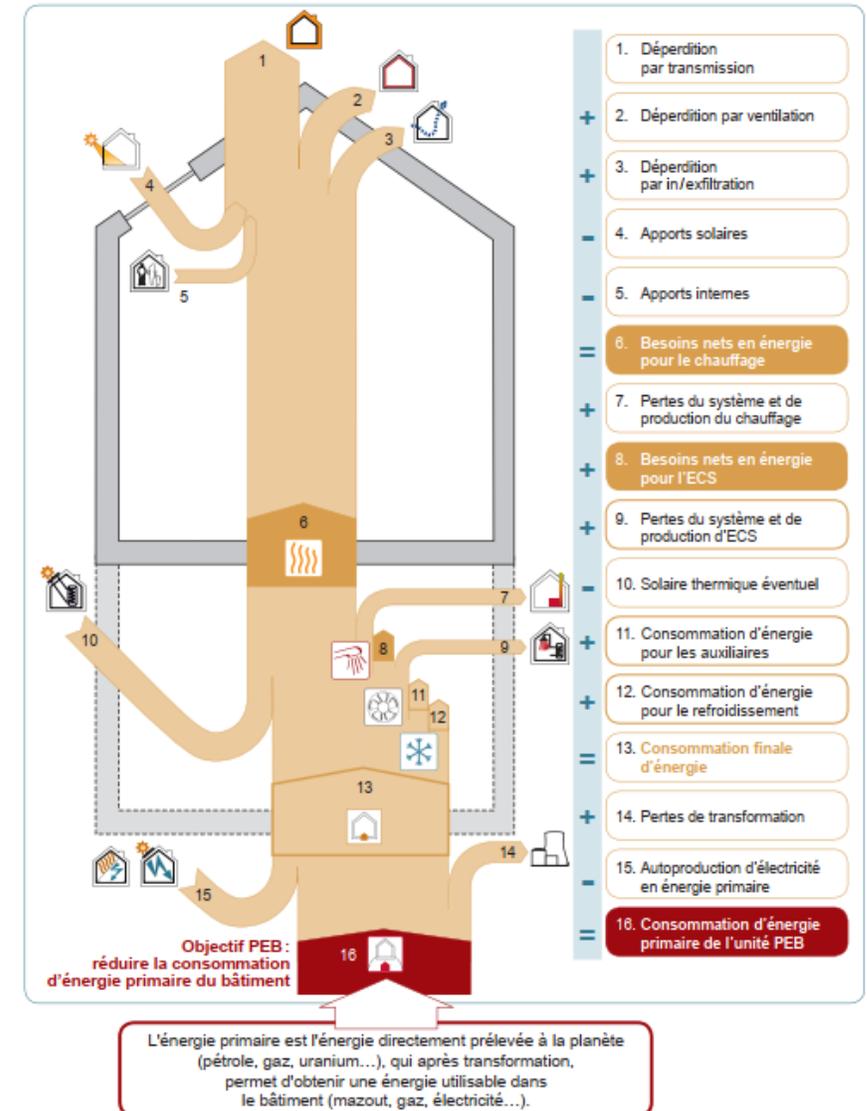
## Le Calcul PEB

Modélisation de l'unité PEB pour évaluer :

- Consommation en énergie primaire (CEP)
- Besoins nets en chauffage (BNC)
- La surchauffe
- Les valeur U et R de chaque paroi
- La ventilation

Méthodologie :

- Calcul de la surface et des volumes chauffés
- Calcul des surfaces de déperdition
- Composition de chaque paroi
- Système de ventilation
- Système de chauffage – ECS – refroidissement
- Test d'étanchéité à l'air
- Energies renouvelables : PV – Solaire thermique



# Méthode de calcul imparfaite – réglementations différentes entre Région

## Pas de prise en compte du comportement humain

## Calcul au m<sup>2</sup> - pas très équitable

### Le Calcul PEB et la certification PEB

Différences entre les deux méthodes : déperditions des murs mitoyens, simplification de certains calculs dans le CPEB, nœuds constructifs, l'étanchéité à l'air,...

### Différences entre les régions

- Trois filières formant dans les trois Régions, des professionnels n'ayant le droit d'exercer que dans les Régions où ils ont obtenu leur diplôme.
- Trois manières d'évaluer les performances d'un bâtiment
- Trois réglementations différentes sur les obligations PEB
- Un logiciel PEB travaux mais trois logiciels de certification résidentiels en plus des non résidentiels

### Consommation en kWh/m<sup>2</sup>/an

RÉGION  
BRUXELLOISE

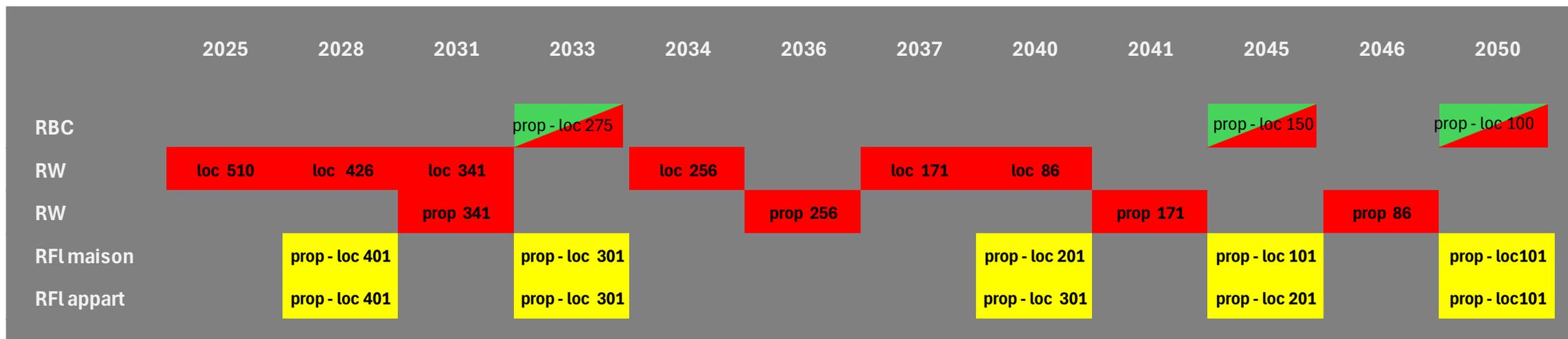
RÉGION  
WALLONNE

RÉGION  
FLAMANDE



# Réglementations différentes entre Régions

## Exigences en kW/m<sup>2</sup>.an par Région



# Avantages de la rénovation énergétique

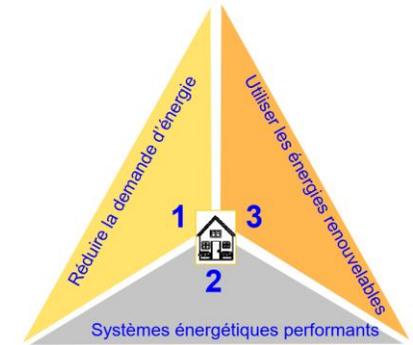
## Avant rénovation

### Au niveau physique

- Déperditions thermiques : manque de confort thermique, gaspillage d'énergie, coût de consommation
- Systèmes de chauffage et ECS polluants

## Après rénovation lourde respectant la PEB

- Meilleure protection contre le froid
- Système de ventilation garantissant la salubrité en compensant l'imperméabilité à l'air
- Système de protection contre la surchauffe due à la perte d'inertie et à l'isolation
- Optimisation du chauffage et ECS
- Systèmes ENR
- Limitation des frais de consommation
- Protection de certaines parties de l'enveloppe



# Rénovation énergétique – une méthode

				châssis dbl vitrage FAR // dbl ancien ALU anodisé FAV			châssis dbl vitrage						châssis dbl vitrage FAR //châssis triple vitrage FAV						châssis triple vitrage						
				mur FAR/MI non-isolé			mur FAR/MI isolé 16cm EPS						mur FAR/MI isolé 20cm EPS						mur FAR/MI isolé 20cm EPS						
				mur int non-isolé			mur int isol PUR10cm						mur int isol PUR10cm						mur int isol PUR10cm						
				toit non-isolé			toit isolé 12cm PUR			si mitoyens non isolés			toit isolé 12cm PUR			si mitoyens non isolés			toit isolé 12cm PUR +16 PUR						
				FAV non-isolé			FAV isol ext 12cm EPS						FAV isol ext 12cm EPS			si mitoyens non isolés			FAV isol ext 12cm EPS						
état actuel selon le CPEB établi par le certificateur				état actuel mon calcul avec les surfaces récalculés						projeté						projeté version 2035			projeté +						
				chaudière condens commune						chaudière condens commune						chaudière condens commune			chaudière condens commune						
				ECS commune						ECS boiler elec individuel						ECS boiler elec individuel			ECS commune avec ballon 800l + 11m <sup>2</sup> pann sol therm						
				classe energetique		CEP (kWh/m <sup>2</sup> *an)		classe energetique exist		surface		CEP				CEP				CEP				CEP	
				surface		energetique		energetique exist		surface		CEP				CEP				CEP				CEP	
App001 - rez	61	G	448	G	65,56	524	E-	269	G	442	E	245	G	421	D+	156	F	329							
App101 - ét+1	82	F	304	G	70,47	438	D-	193	F	298	D+	157	E-	273	C+	106	E+	229							
App201 - ét+2	82	E-	274	G	70,74	390	D	177	F	276	C-	143	E	252	B-	94	D-	200							
App301 - ét+3	82	F	278	G	70,74	390	D	177	F	276	C-	143	E	252	B-	94	D-	200							
App401 - ét+4	119	G	416	G	107,38	473	D-	202	G	367	D-	194	G	357	C+	105	E	249							



# Conséquences de la rénovation énergétique

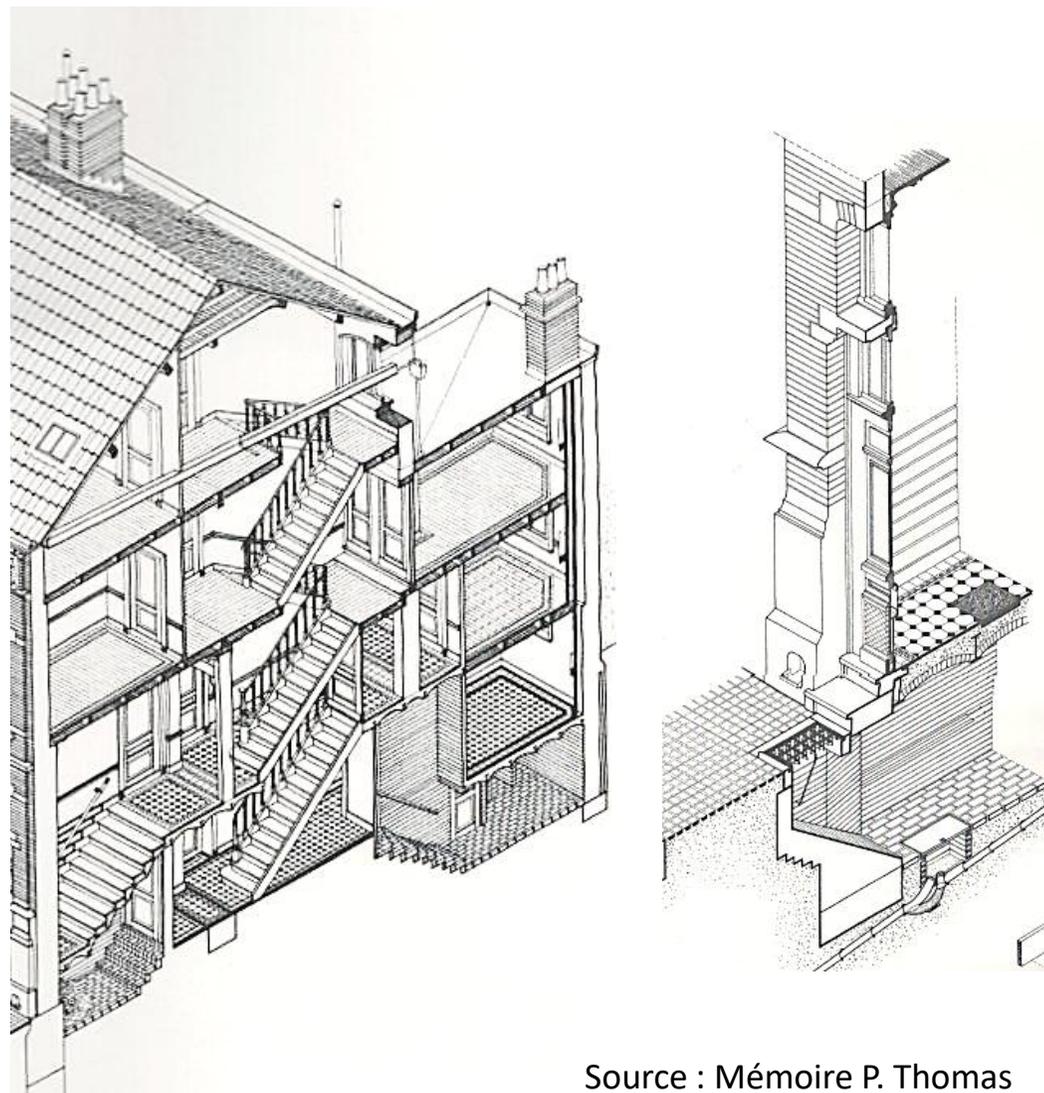
## Avant rénovation

### Au niveau physique

- Parois perméables à l'air
- Parois laissant passer la chaleur et le froid
- Espaces ventilés naturellement
- Parois ayant une inertie élevée
- Espaces et éléments constructifs dans un équilibre hygrométrique et en matière de stabilité
- Parfois, des bâtiments affectés par des problèmes d'insalubrité, d'humidité, ... et énergivores

### Au niveau urbanistique et architectural

- Bâtiments disposant d'un caractère architectural voire de qualités patrimoniales
- Bâtiments répondant à des réglementations urbanistiques : alignement, matériaux visibles depuis l'espace public, éclairage naturel, surfaces habitables ...
- Bâtiment répondant au Code Civil (mitoyens)



Source : Mémoire P. Thomas

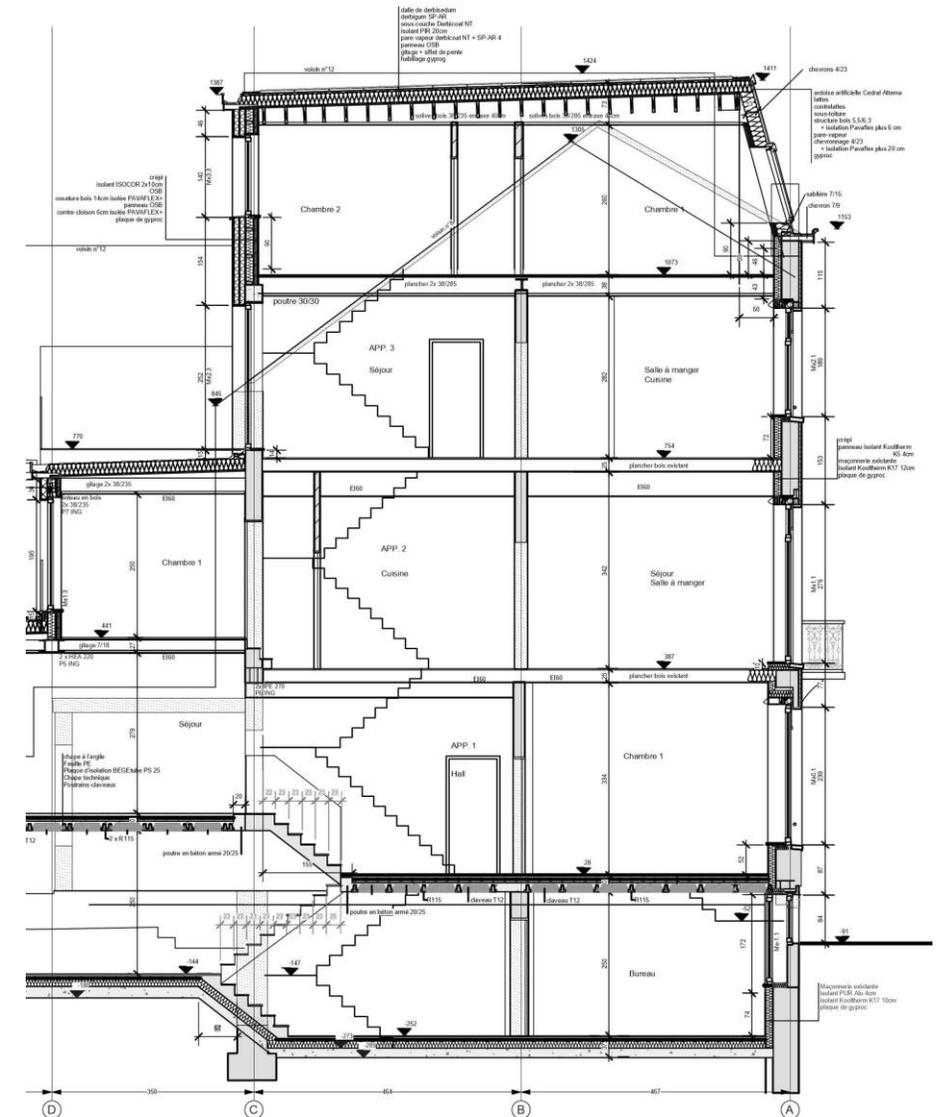
# Conséquences de la rénovation énergétique

## Après rénovation, meilleures performances énergétiques

### Mais au niveau physique

- Parois moins respirantes et parfois des ponts thermiques provoquant de la condensation
- Parois enfermant la chaleur
- Espaces artificiellement ventilés
- Parois ayant perdu une partie de leur inertie
- Déséquilibre hygrométrique et parfois des surcharges influençant la stabilité
- Parfois, des problèmes d'insalubrité, d'humidité, ... enfermés dans les couches d'isolation.

Vérifications à tous les niveaux !!



# Conséquences de la rénovation énergétique à grande échelle

Type de bâtiments	Nombre total	85%		toitures		m <sup>2</sup> Toiture		façades		m <sup>2</sup> façades	
Maison 2 façades	105.250	89.463	bat	70	m <sup>2</sup> /bat	6.262.375	m <sup>2</sup>	100	m <sup>2</sup> /bat	8.946.250	m <sup>2</sup>
Maisons 2 et 3 façades	21.400	18.190	bat	90	m <sup>2</sup> /bat	1.637.100	m <sup>2</sup>	150	m <sup>2</sup> /bat	2.728.500	m <sup>2</sup>
Immeubles à appartements	38.300	32.555	bat	150	m <sup>2</sup> /bat	4.883.250	m <sup>2</sup>	400	m <sup>2</sup> /bat	13.022.000	m <sup>2</sup>
Autres	29.900	25.415	bat	150	m <sup>2</sup> /bat	3.812.250	m <sup>2</sup>	400	m <sup>2</sup> /bat	10.166.000	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>194.850</b>	<b>165.623</b>	<b>bat</b>			<b>16.594.975</b>	<b>m<sup>2</sup></b>			<b>34.862.750</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
total enveloppe	51.457.725	m <sup>2</sup>									
Isolation par an sur 25 ans	2.058.309	m <sup>2</sup> /an									
Isolation par jour ouvrable	6.861	m <sup>2</sup> /jour									
Cout	7.220.809.500	€				120	€/m <sup>2</sup>			150	€/m <sup>2</sup>
Cout par bâtiment (toit et façades)	43.598	m <sup>2</sup> /bat				1.991.397.000	€			5.229.412.500	€

Nombre total de bâtiments (D à G)	194.850	bat
-----------------------------------	---------	-----

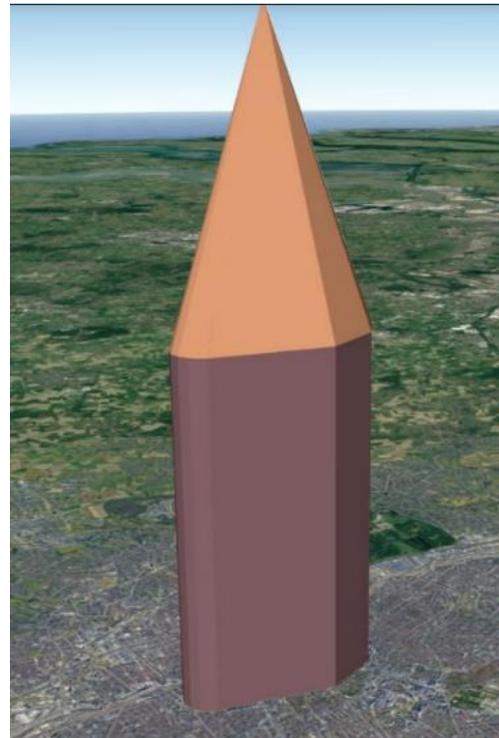
à rénover pour 2033	89.631	bat
Rnovation par an	11204	bat/an
Taux de rénovation	5,8%	par an

43 Bat/J

à rénover entre 2033 et 2045	165.623	bat
Rénovation par an	13802	bat/an
Taux de rénovation	7,1%	par an

53 Bat/J

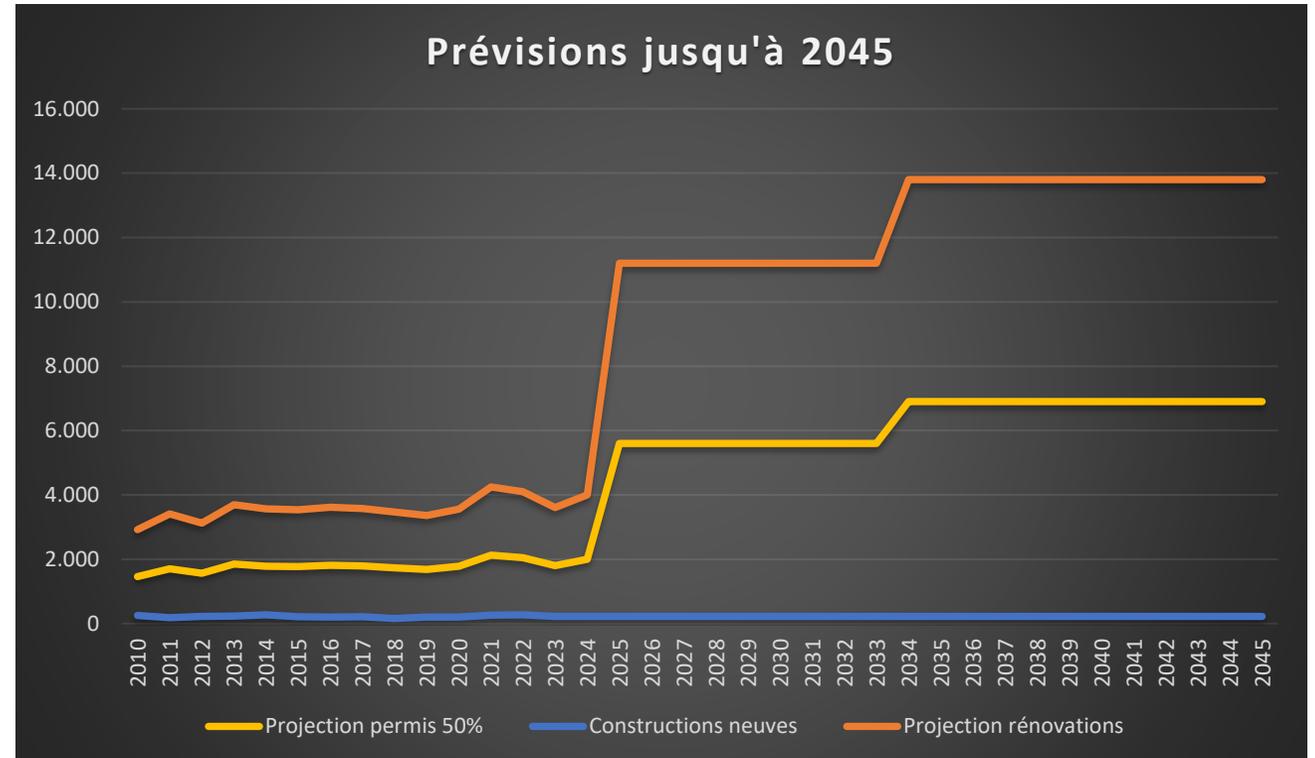
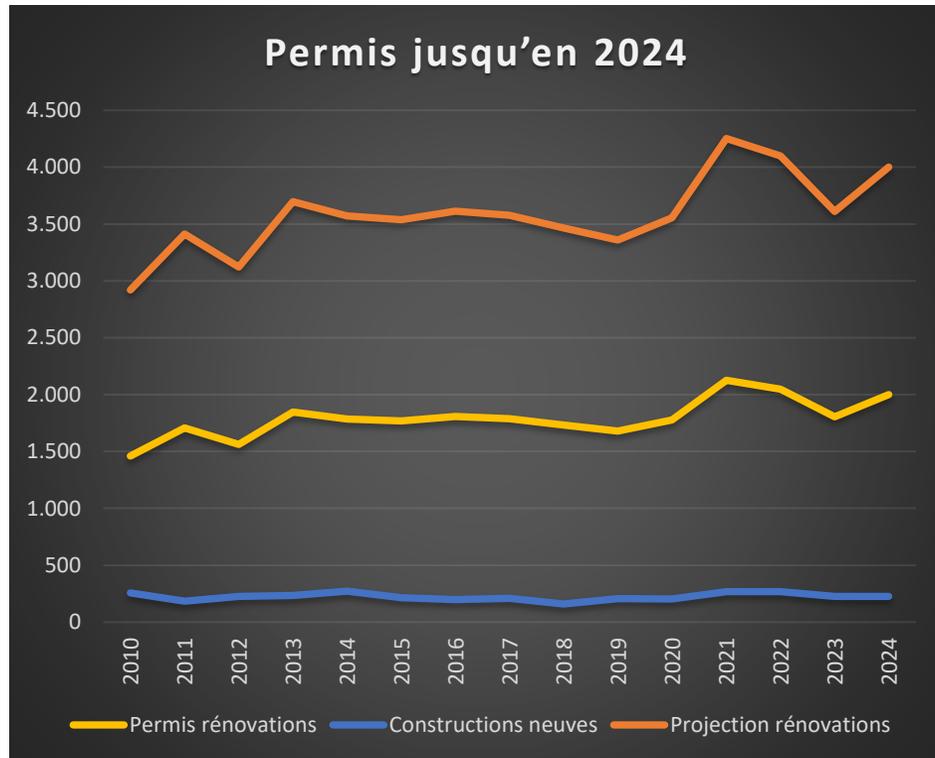
Source : Statbel



Source : L. Bousquet



# Conséquences de la rénovation énergétique à grande échelle



## Hypothèses

Rénovations doublées par rapport aux permis jusqu'à 2024

Permis divisés par deux par rapport aux rénovations à partir de 2024

Source : Statbel 2025

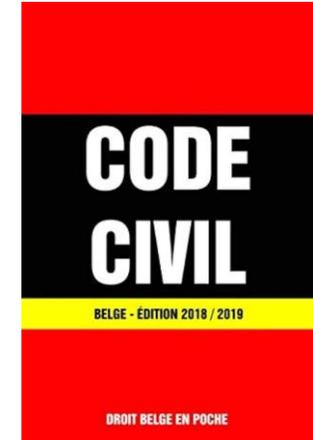
# Complexité administrative

## Règlementation urbanistique

- Règlement régional d'urbanisme (RRU)
- Règlements communaux d'urbanisme (RCU)
- Règlements spécifiques : PPAS – PL - ...
- Règlements zonés
- ZICHEE
- Code Civil
- Bon aménagement des lieux (BAL)

## Autres réglementations

- PEB
- Réglementation incendie
- Réglementation Copropriétés
- Code bruxellois du Logement
- ...



# Urbanisme et patrimoine

## Le patrimoine est omniprésent

- Bâtiments classés ou repris à l'inventaire
- Éléments de petit patrimoine
- Matériaux, couleurs, sgraffites, ...
- Éléments et détails contribuant au caractère et à l'esthétique de la ville et de ses quartiers



## Mais parfois très dégradé

- Bâtiments entiers en décrépitude
- Détails en ruine
- Travaux réalisés sans permis



# Cas complexes

## Copropriétés et logements en location

- Difficultés à accomplir les projets en copro
- Nécessité de reloger les locataires pendant les travaux
- Quid de l'augmentation des loyers?
- Comment motiver les propriétaires bailleurs

## Les mitoyens

### Systèmes constructifs difficiles

- Structures intérieures – extérieures
- Balcons, encorbellement
- Façades abondamment vitrées

### Et ce qui va compliquer les installations techniques :

- Gaines existantes trop petites
- Locaux techniques réduits
- Nuisances sonores des nouvelles installations



# Le défi d'une vision transversale dite durable

## Préalable souhaitable

- Changement de mentalité sur notre manière d'investir, d'habiter et de consommer
- Prendre conscience du saut d'échelle attendu
- Adaptation des réglementation et procédures administratives
- Comblers les autres facteurs de durabilité :
  - Circularité fonctionnelle et matérielle
  - Utilisation de matériaux géosourcés et biosourcés
  - Gestion durable de l'eau
  - Gestion de la mobilité
  - Biodiversité et maillage vert

## Les outils disponibles

- Généralité : GRO – BREEAM - ...
- Performances énergétiques : PEB – certibru – PHPP – Ubakus - ...
- Impacts environnementaux : TOTEM
- Biodiversité : Outil CBS
- Nœuds constructifs et condensation : Isolin – Therm – Wufi - ...



# La performance ou la robustesse?

## Loi de Goodhart

« Lorsqu'une mesure devient une cible elle cesse d'être une bonne mesure »

## Performance

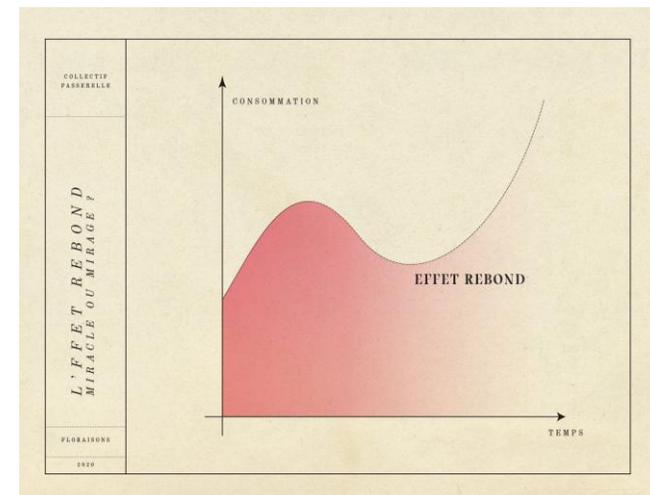
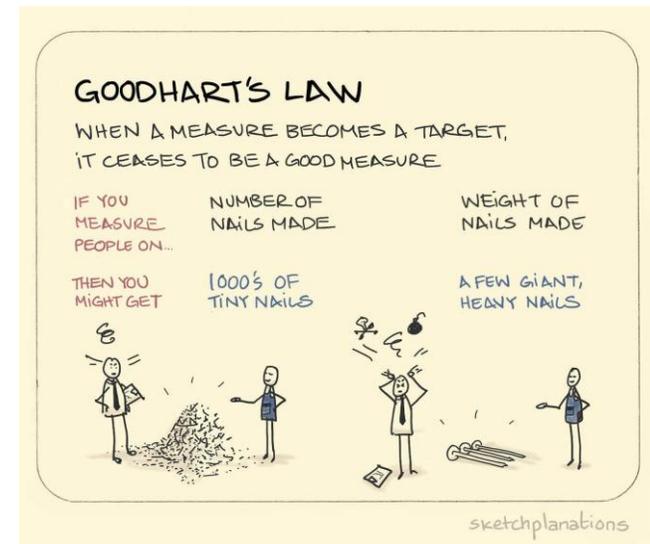
Alliance entre l'efficacité et l'efficience

## Robustesse

Capacité de maintenir un système stable malgré les fluctuations.

## Fragilité des systèmes performant

- Effet Rebond – paradoxe de Jevons
- Effet Cobra
- Risque d'atteindre une performance théorique
- Risque d'oublier d'autres facteurs aussi importants



# La performance ou la Robustesse?

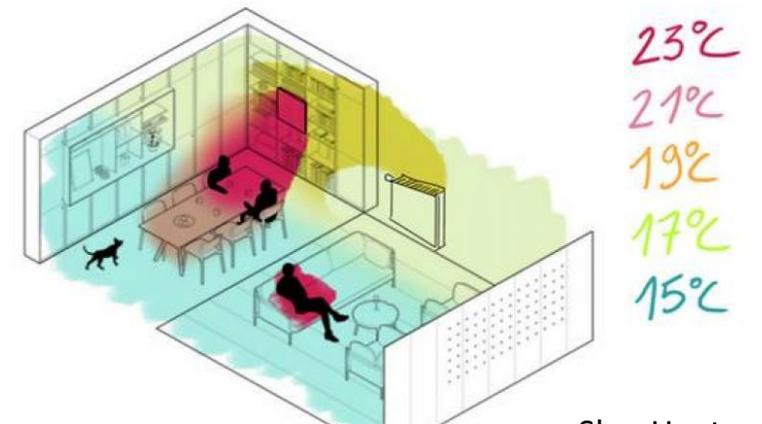
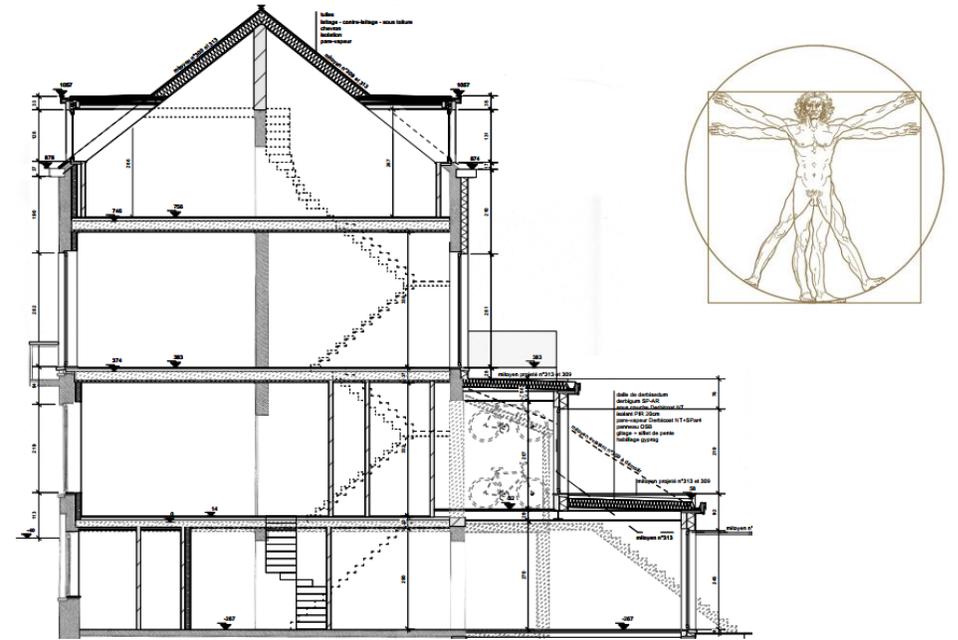
## Robustesse en biologie

- Redondance
- Facteurs de sécurité
- Structures très variables et polyvalentes
- Interconnections
- Taux de rendement très faibles

Permet aux espèces de surmonter les périodes d'instabilité

## Robustesse dans le cas présent ?

- Jouer sur d'autres facteurs que l'enveloppe des bâtiments et les installations techniques
- Favoriser une adaptation de la « manière d'habiter »  
Surface du corps humain : de 1,5 à 2m<sup>2</sup>  
Enveloppe du logement (par personne) : entre 8m<sup>2</sup> et 90m<sup>2</sup>
- Réduire les surfaces et volumes chauffés suivant les saisons
- Déclencher des mécanismes de solidarité



SlowHeat

# Un exemple – rénovation d'un petit immeuble



# Un exemple – rénovation d'un petit immeuble





# Un exemple – rénovation d'un petit immeuble

**CERTIFICAT DE PERFORMANCE ENERGETIQUE**  
 Région de Bruxelles-Capitale  
 Habitation individuelle  
 numéro : 1735075-9-R-1-1-1  
 délivré le : 15-05-24  
 valide jusqu'au : 14-05-34

**IDENTIFICATION DE L'HABITATION**

Adresse : Rue des Moissonneurs, 10/1  
1040 Etterbeek

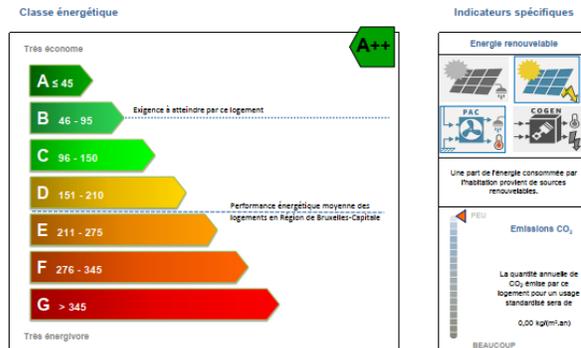
Identification : Appartement 0

Surface brute : 157,78 m<sup>2</sup>



Ce certificat PEB donne des informations sur la qualité énergétique du logement grâce aux indicateurs de performance et du respect des exigences PEB. Cette performance peut être comparée à la performance énergétique moyenne des habitations de la Région de Bruxelles-Capitale.

## Indicateurs de performance énergétique de l'habitation



Consommation d'énergie primaire

Consommation d'énergie primaire annuelle par m <sup>2</sup>	-25,88	[kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .an)]
Consommation d'énergie primaire annuelle totale	-4.083	[kWh <sub>ep</sub> /an]

P. 10

**CERTIFICAT DE PERFORMANCE ENERGETIQUE**  
 Région de Bruxelles-Capitale  
 Habitation individuelle  
 numéro : 1735075-9-R-1-1-4  
 délivré le : 15-05-24  
 valide jusqu'au : 14-05-34

**IDENTIFICATION DE L'HABITATION**

Adresse : Rue des Moissonneurs, 10/2  
1040 Etterbeek

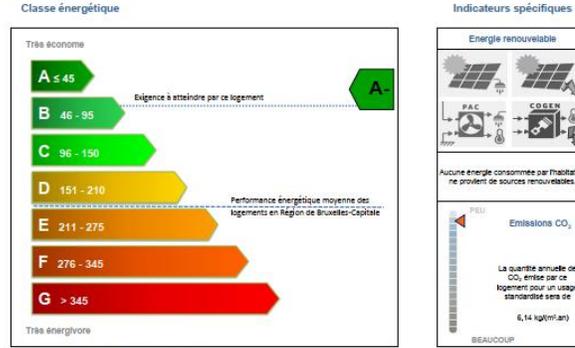
Identification : Appartement 1

Surface brute : 71,95 m<sup>2</sup>



Ce certificat PEB donne des informations sur la qualité énergétique du logement grâce aux indicateurs de performance et du respect des exigences PEB. Cette performance peut être comparée à la performance énergétique moyenne des habitations de la Région de Bruxelles-Capitale.

## Indicateurs de performance énergétique de l'habitation



Consommation d'énergie primaire

Consommation d'énergie primaire annuelle par m <sup>2</sup>	41,34	[kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .an)]
Consommation d'énergie primaire annuelle totale	2.974	[kWh <sub>ep</sub> /an]

P. 16

**CERTIFICAT DE PERFORMANCE ENERGETIQUE**  
 Région de Bruxelles-Capitale  
 Habitation individuelle  
 numéro : 1735075-9-R-1-1-2  
 délivré le : 15-05-24  
 valide jusqu'au : 14-05-34

**IDENTIFICATION DE L'HABITATION**

Adresse : Rue des Moissonneurs, 10/3  
1040 Etterbeek

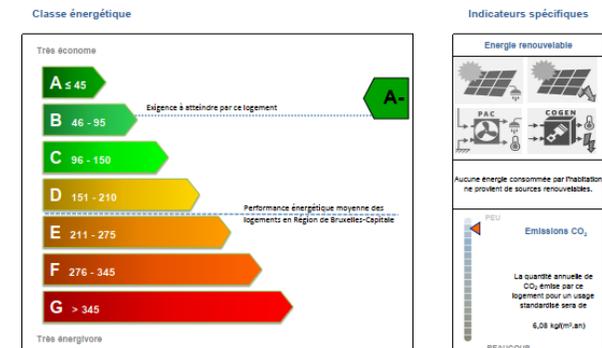
Identification : Appartement 2

Surface brute : 108,53 m<sup>2</sup>



Ce certificat PEB donne des informations sur la qualité énergétique du logement grâce aux indicateurs de performance et du respect des exigences PEB. Cette performance peut être comparée à la performance énergétique moyenne des habitations de la Région de Bruxelles-Capitale.

## Indicateurs de performance énergétique de l'habitation



Consommation d'énergie primaire

Consommation d'énergie primaire annuelle par m <sup>2</sup>	44,89	[kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .an)]
Consommation d'énergie primaire annuelle totale	4.872	[kWh <sub>ep</sub> /an]

P. 18

# Conclusions

**Nécessité de notre consommation d'énergie dans le respect des objectifs européen et régionaux;**

**Garder une vision transversale, holistique et critique sur toute intervention à toutes les échelles;**

**Oser tenter des alternatives 'robustes » aux seules performances énergétiques de l'enveloppe et des installations techniques trop sensibles et fragiles aux fluctuations;**

**Repenser l'habitat en remettant la vie des occupants et celle de son environnement au centre des réflexions;**

**Reconsidérer les bâtiments comme des structures vivantes**

**Construire des modèles et des systèmes « out of the box »**

**La plupart des architectes rencontreront des limites sur ces projets ambitieux ...**

**Heureusement que la collaboration entre les ingénieurs et les architectes à montré qu'ensembles, ils pouvaient construire des merveilles.**

# Merci

**Erwin Spitzer**  
**Architecte et conseiller PEB**

**Administrateur AriB**  
**Vice-président UPA-BUA**

