



Robustesse et performances

Une approche globale dès le début de la conception des travaux

Erwin SPITZER

Architects in Brussels



PRESENTATION DE L'ORATEUR

Erwin Spitzer

Architecte et conseiller PEB, son l'activité est majoritairement axée sur la construction durable et la recherche d'un équilibre entre les performances énergétique et les qualités architecturales des bâtiments.

Au nom de l'AriB (architects in Brussels) où il est administrateur, il a pris part dès 2021 aux travaux de l'Alliance Renolution. Dans le « GT Conception » qu'il anime, il contribue à la mise en œuvre de la stratégie visant à faire évoluer le parc immobilier bruxellois vers la neutralité carbone en 2050.

Le CoBrACE, et la politique de rénovation énergétique menée depuis quelques années renvoient principalement à la « performance énergétique des bâtiments ». Le but de l'exposé sera de conscientiser le public professionnel de la nécessité de réfléchir au-delà des performances inscrites sur un certificat PEB en élargissant le spectre des valeurs à prendre en compte pour rendre le modèle solide et résistant aux perturbations immédiates et futures.



OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Recadrer les objectifs de neutralité carbone dans le contexte Bruxellois
- Réinterroger la notion de performance énergétique
- Elargir les mesures d'amélioration du bâti au-delà de la PEB
- Oser des options alternatives



PLAN DE L'EXPOSÉ

- I. Pourquoi le cas bruxellois nécessite-t-il une attention particulière?
- II. Rappel de quelques dates et chiffres
- III. Etat des lieux du bâti existant en milieu urbain
- IV. Conséquences d'une politique de rénovation énergétique à grande échelle
- V. Robustesse et performance
- VI. Une vision globale et transversale dite « robuste » - un défi pour toutes les professions de la construction et de l'immobilier
- VII. Conclusions



I. Pourquoi le cas bruxellois nécessite-t-il une attention particulière?



I. POURQUOI LE CAS BRUXELLOIS NÉCESSITE-T-IL UNE ATTENTION PARTICULIÈRE?

- Région exclusivement urbaine
- Leviers disponibles sur deux domaines : bâti et la mobilité de proximité
- Population urbaine
- Caractéristiques sociales urbaines
- Urbanisme et bâti exclusivement urbains



I. POURQUOI LE CAS BRUXELLOIS NÉCESSITE-T-IL UNE ATTENTION PARTICULIÈRE?

- 1 241 597 Habitants
- Densité : 7694 h/km² (Bel : 383 h/km²)
- 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



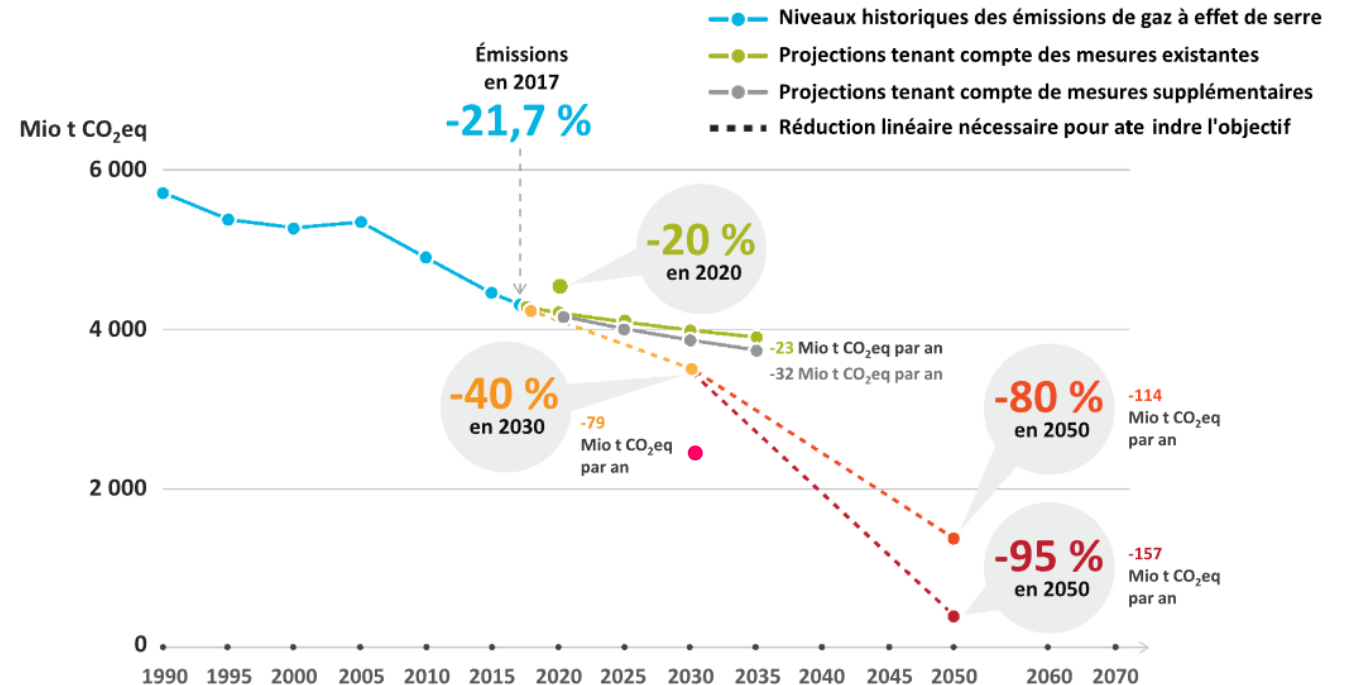
II. Rappel de quelques dates et chiffres



II. RAPPEL DE QUELQUES DATES ET CHIFFRES

- 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



II. RAPPEL DE QUELQUES DATES ET CHIFFRES

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/m².an)
- 2040 Interdiction des logements publics de classe D et E (<150 kWh/m².an)
- 2045 Interdiction des logements de classe D et E (<150 kWh/m².an)
- 2050 Consommation moyenne des logements : 100 kWh/m².an



III. Etat des lieux du bâti existant en milieu urbain



III. ETAT DES LIEUX DU BATI EN MILIEU URBAIN

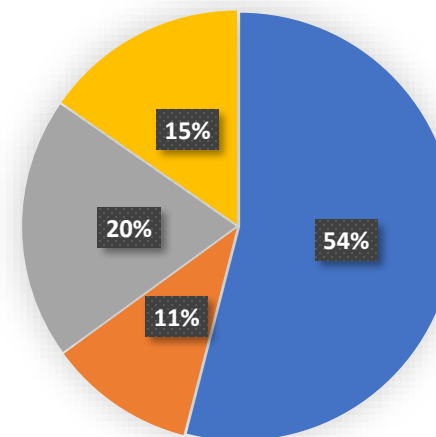
Nombre de bâtiments en RBC

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

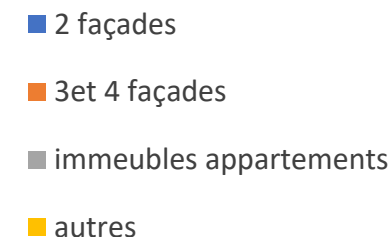
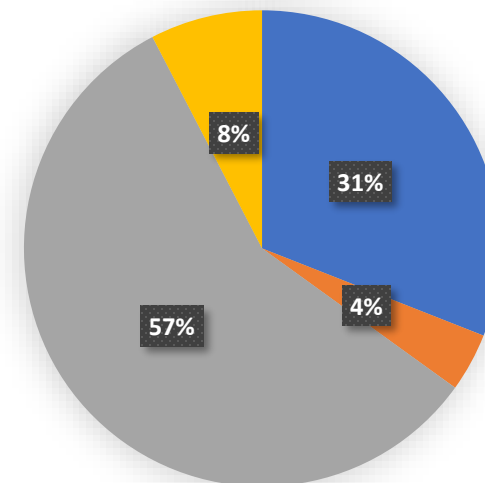
Nombre de logements en RBC

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

Bâtiments



Logements



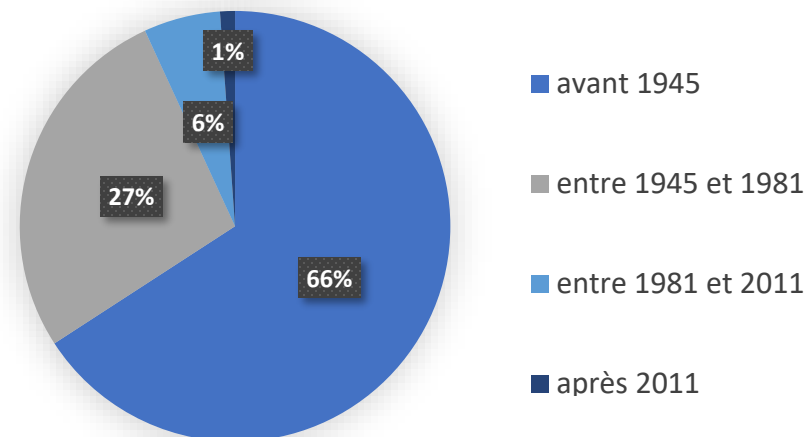
Source : Statbel 2022



III. ETAT DES LIEUX DU BATI EN MILIEU URBAIN

Age des immeubles en RBC

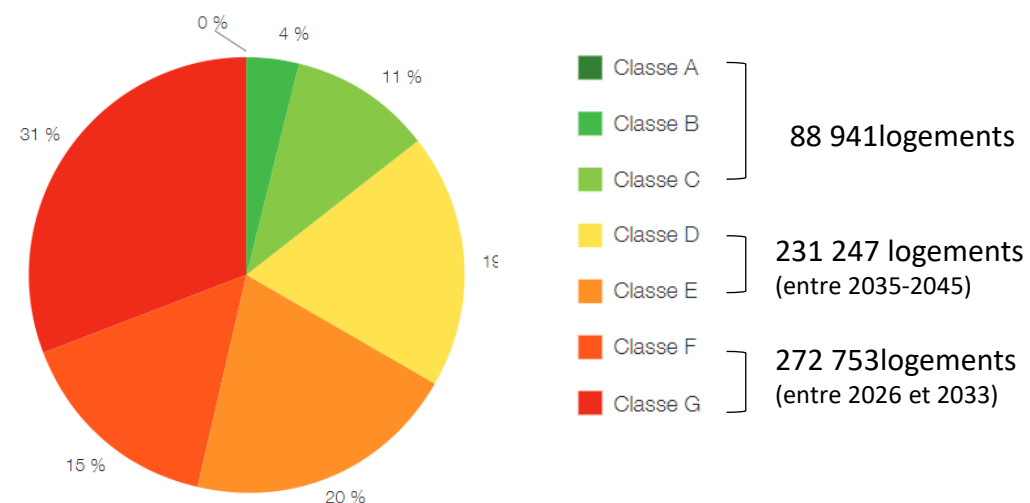
Bâtiments < 1945	128 192
Bâtiments 1945 < B < 1981	53 127
Bâtiments 1981 < B < 2011	11 200
Bâtiments après 2011	2 176
Total	194 870



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



III. ETAT DES LIEUX DU BATI EN MILIEU URBAIN

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

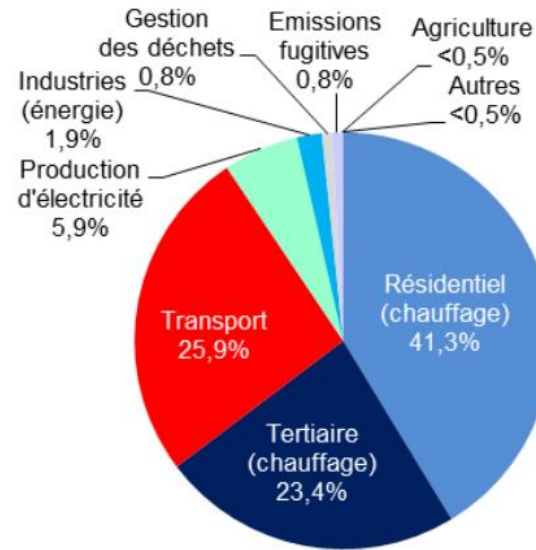
Dont 36% par le secteur tertiaire
64% par le secteur résidentiel

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

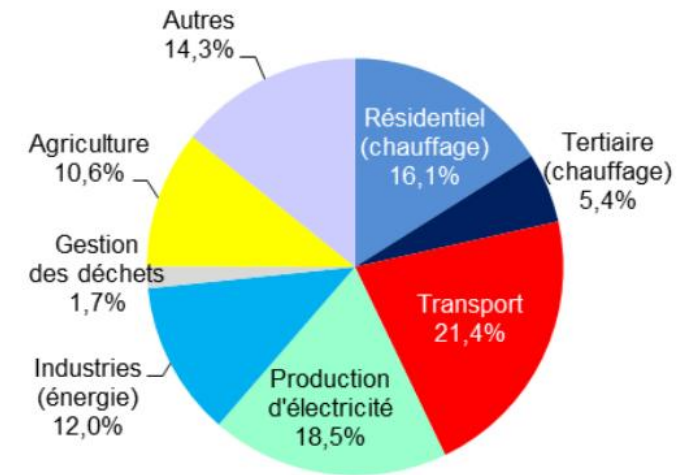
Dont 25% par le secteur tertiaire
75% par le secteur résidentiel

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

Région de Bruxelles-Capitale (2013)



Belgique (2013)



III. ETAT DES LIEUX DU BATI EN MILIEU URBAIN

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



IV. Conséquences d'une politique de rénovation énergétique à grande échelle



IV. CONSÉQUENCES D'UNE POLITIQUE DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE À GRANDE ÉCHELLE

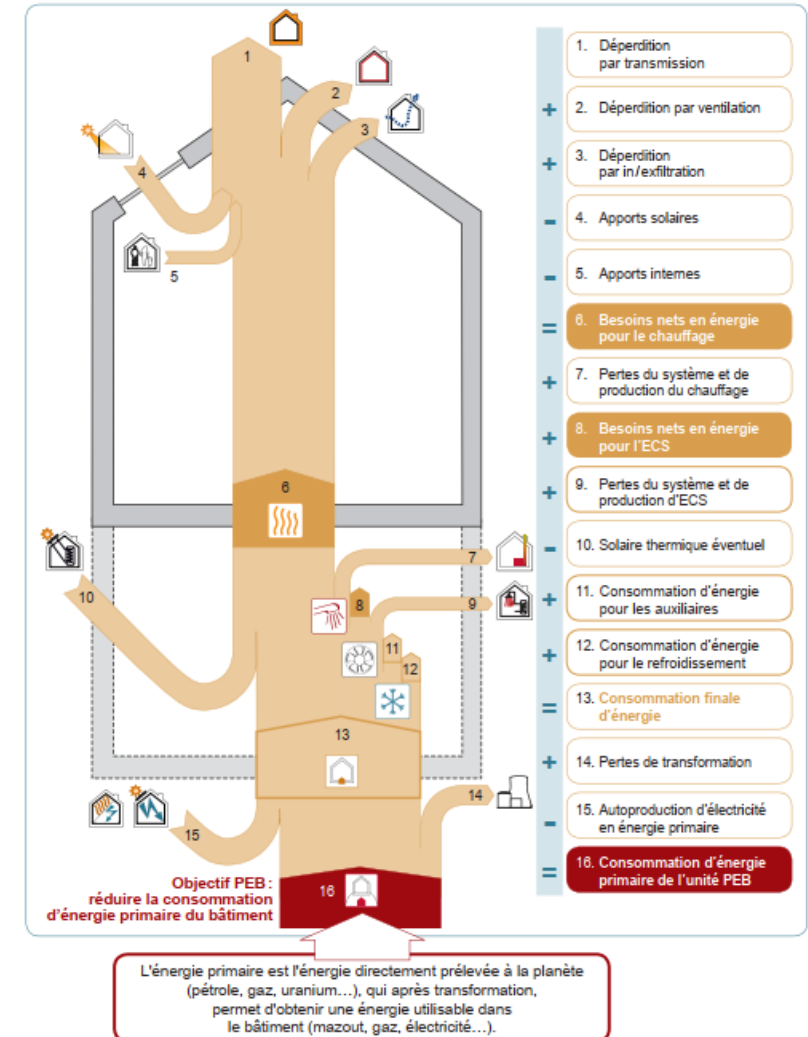
Le Calcul PEB

Modélisation de l'unité PEB pour évaluer :

- Consommation en énergie primaire (CEP)
- Besoins nets en chauffage (BNC)
- La surchauffe
- Les valeurs 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



IV. CONSÉQUENCES D'UNE POLITIQUE DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE À GRANDE ÉCHELLE

Pas de prise en compte du comportement humain

Calcul au m² - 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 réglementations différentes sur les obligations PEB
- Un logiciel PEB travaux mais trois logiciels de certification résidentiels en plus des non résidentiels

Consommation en kWh/m²/an

RÉGION
BRUXELLOISE

RÉGION
WALLONNE

RÉGION
FLAMANDE

A < 46 kWh/m²/an

A* < 46 kWh/m²/an

A* < 0 kWh/m²/an

B 46 - 95 kWh/m²/an

A 46 - 85 kWh/m²/an

A 0 - 100 kWh/m²/an

C 96 - 150 kWh/m²/an

B 86 - 170 kWh/m²/an

B 101 - 200 kWh/m²/an

D 151 - 210 kWh/m²/an

C 171 - 255 kWh/m²/an

C 201 - 300 kWh/m²/an

E 211 - 275 kWh/m²/an

D 256 - 340 kWh/m²/an

D 301 - 400 kWh/m²/an

F 276 - 345 kWh/m²/an

E 341 - 425 kWh/m²/an

E 401 - 500 kWh/m²/an

G >345 kWh/m²/an

F 426 - 510 kWh/m²/an

F >500 kWh/m²/an

G >510 kWh/m²/an



IV. CONSÉQUENCES D'UNE POLITIQUE DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE À GRANDE ÉCHELLE

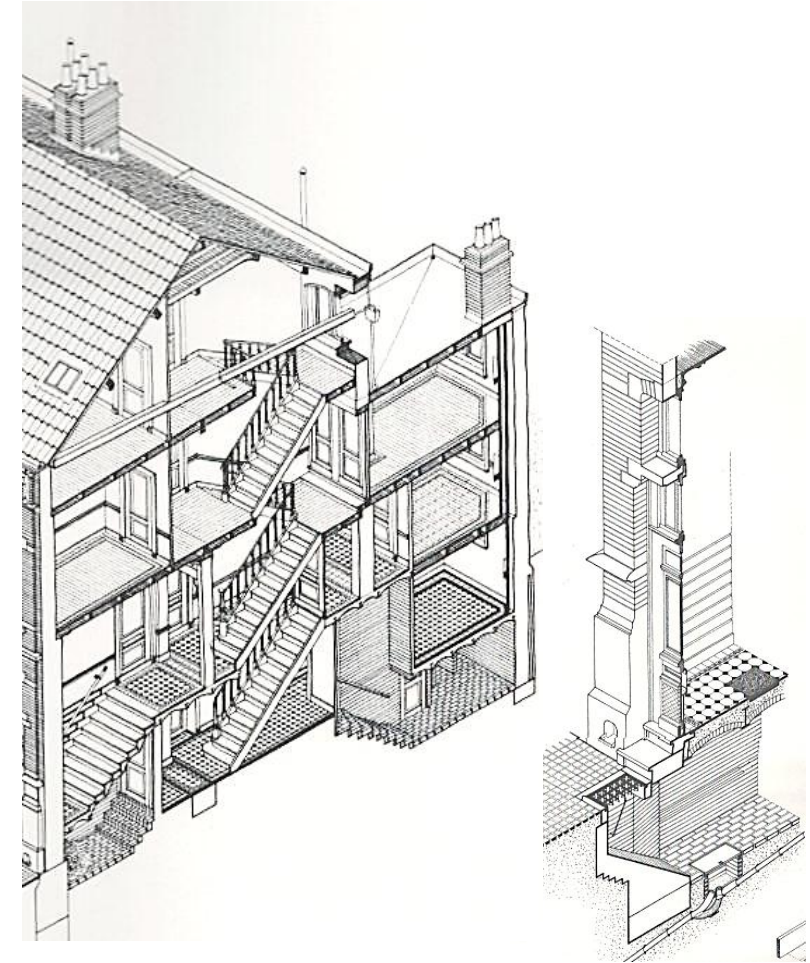
Avant rénovation

Au niveau physique

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

Au niveau urbanistique et architectural

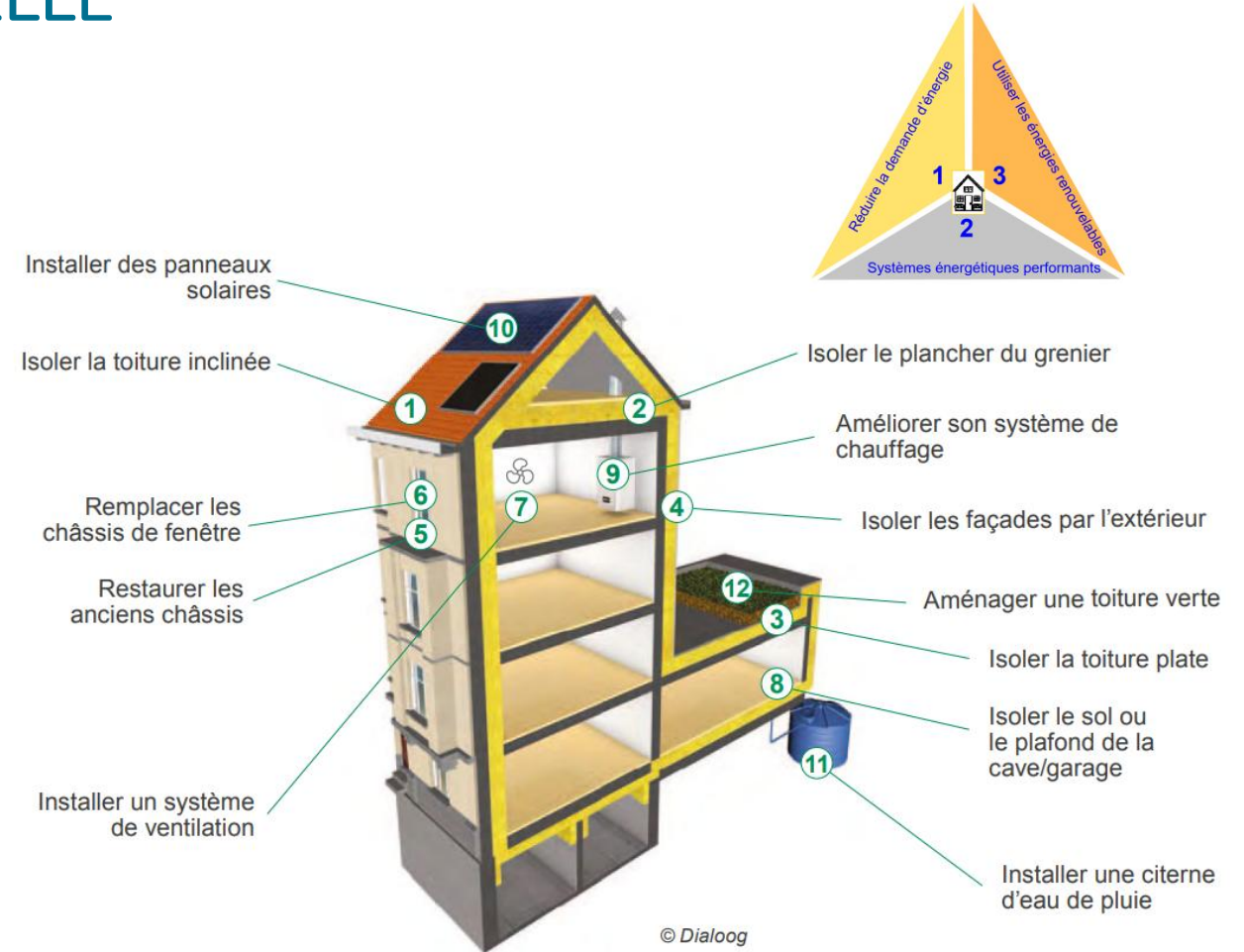
- Bâtiments disposant d'un caractère architectural voire de qualités patrimoniales
- Bâtiments répondant à des réglementations urbanistiques : alignement, matériaux visibles depuis l'espace public, éclairage naturel, surfaces habitables ...
- Bâtiment répondant au Code Civil (mitoyens)



IV. CONSÉQUENCES D'UNE POLITIQUE DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE À GRANDE ÉCHELLE

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 voire le renouvellement de certaines parties de l'enveloppe



IV. CONSÉQUENCES D'UNE POLITIQUE DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE À GRANDE ÉCHELLE

Type de bâtiments	Nombre total	85%		toitures		m² Toiture		façades		m² façades	
Maison 2 façades	105.250	89.463	bat	70	m²/bat	6.262.375	m²	100	m²/bat	8.946.250	m²
Maisons 2 et 3 façades	21.400	18.190	bat	90	m²/bat	1.637.100	m²	150	m²/bat	2.728.500	m²
Immeubles à appartements	38.300	32.555	bat	150	m²/bat	4.883.250	m²	400	m²/bat	13.022.000	m²
Autres	29.900	25.415	bat	150	m²/bat	3.812.250	m²	400	m²/bat	10.166.000	m²
Total	194.850	165.623	bat			16.594.975	m²			34.862.750	m²
total enveloppe	51.457.725	m²									
Isolation par an sur 25 ans	2.058.309	m²/an									
Isolation par jour ouvrable	6.861	m²/jour									

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

à rénover pour 2033	89.631	bat
Rénovation 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

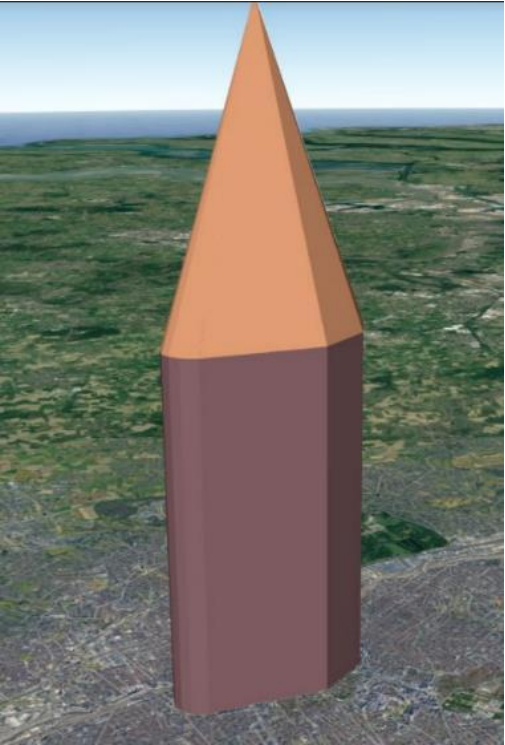


Image : L. Bousquet



IV. CONSÉQUENCES D'UNE POLITIQUE DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE À GRANDE ÉCHELLE

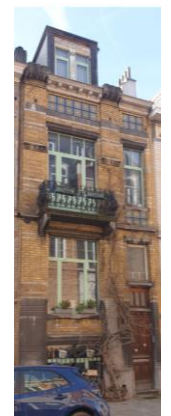
Le patrimoine est omniprésent

- 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



IV. CONSÉQUENCES D'UNE POLITIQUE DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE À GRANDE ÉCHELLE

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
- Combler 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
 - ...



V. Robustesse et performance



V. ROBUSTESSE ET PERFORMANCE

Loi de Goodhart

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

Performance

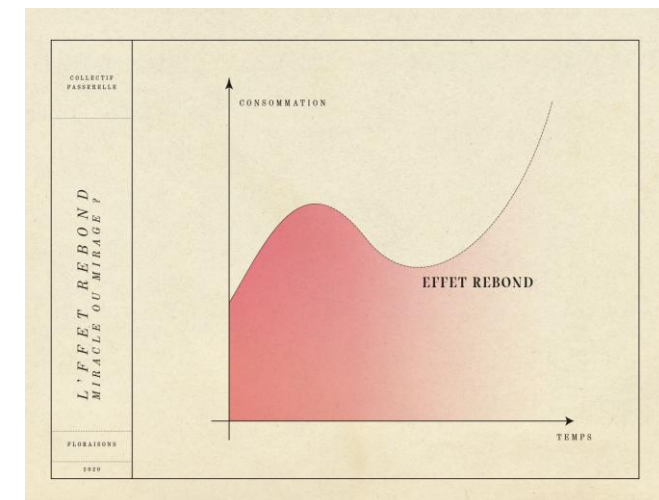
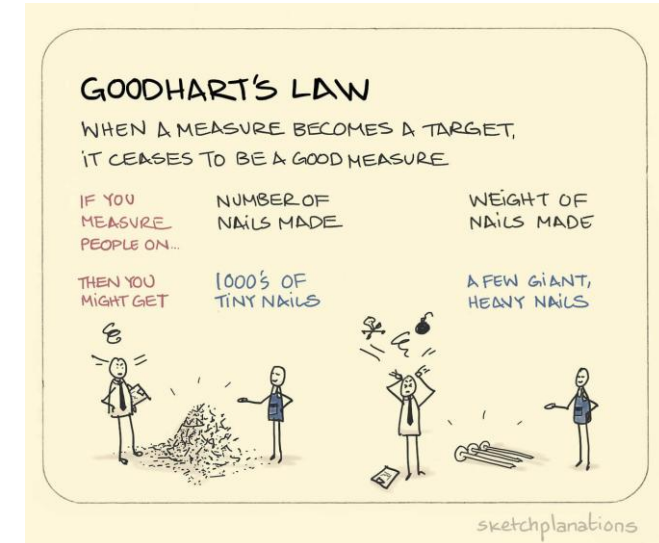
Alliance entre l'efficacité et l'efficience

Robustesse

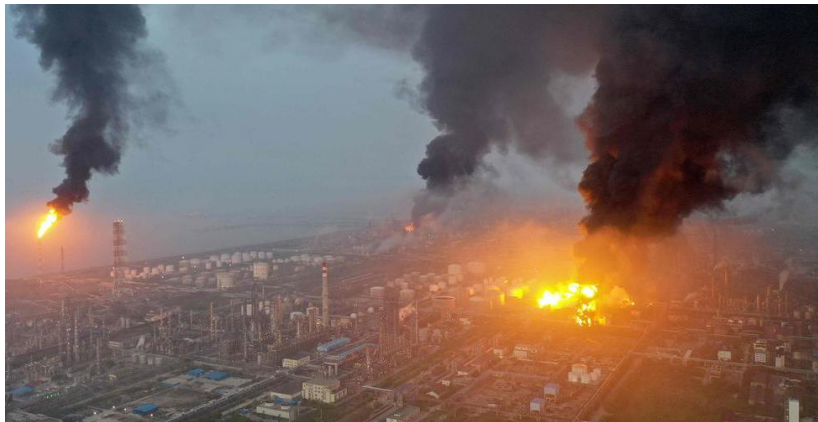
Capacité de maintenir un système stable malgré les fluctuations.

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 sensibilité aux perturbations



V. ROBUSTESSE ET PERFORMANCE



VI. Une vision globale et transversale dite « robuste »



VI. UNE VISION GLOBALE ET TRANSVERSALE DITE « ROBUSTE »

Robustesse en biologie

- Circularité
- Redondance
- Facteurs de sécurité
- Structures très variables et polyvalentes
- Interconnections : symbioses, collaborations, coopérations, mutualisme, ...
- Taux de rendement très faibles



Permet aux espèces de surmonter les périodes d'instabilité grâce à une meilleure capacité d'adaptation

A permis à la photosynthèse d'exister depuis des milliards d'années malgré des conditions extrêmes – efficacité de 0,2 à 1%



VI. UNE VISION GLOBALE ET TRANSVERSALE DITE « ROBUSTE »

Robustesse dans le cas présent ?

- Démarche circulaire : circularité spatiale, fonctionnelle, matérielle, ...
- Réapprendre des techniques « oubliées »
- Relocaliser, opter au maximum pour des circuits courts
- Tenir compte du cycle de vie complet des matériaux et installations techniques utilisés
- Envisager plusieurs chemins pour atteindre les objectifs fixés
- Planifier les travaux sur le long terme pour éviter les incohérences
- Déclencher des mécanismes de solidarité
- ...

Mais surtout arriver à accomplir les améliorations nécessaires par envie et non par obligation

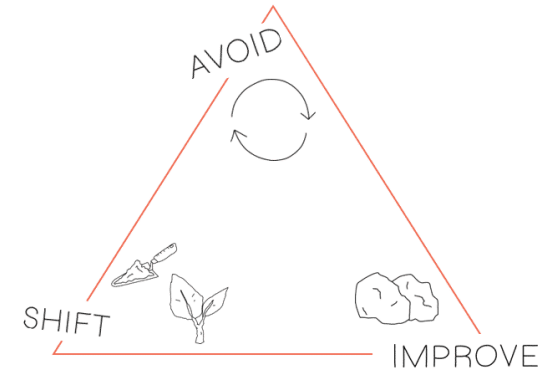


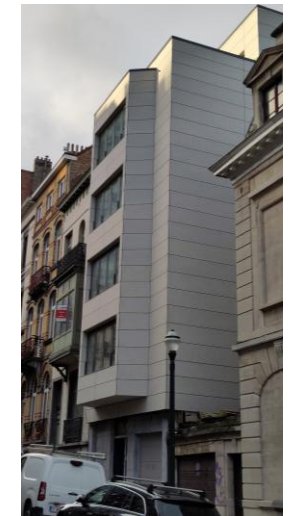
Image : Natura Mater



VI. UNE VISION GLOBALE ET TRANSVERSALE DITE « ROBUSTE »

Robustesse dans le cas présent ?

- Veiller à intégrer chaque phase de travaux dans une vision transversale de l'ensemble des mesures à prendre sur le long terme
- Utiliser le mieux possible le bâti existant en profitant de toutes ses qualités



				châssis dbl vitrage FAR // dbi 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						toit isolé 12cm PUR			toit isolé 12cm PUR +16 PUR					
				FAV non-isolé			FAV isol ext 12cm EPS			si mitoyens non isolés			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 + 11m² pann sol therm					
	surface	classe energetique	CEP (kWh/m²*an)	classe energetique exist	surface	CEP		CEP		CEP		CEP		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			



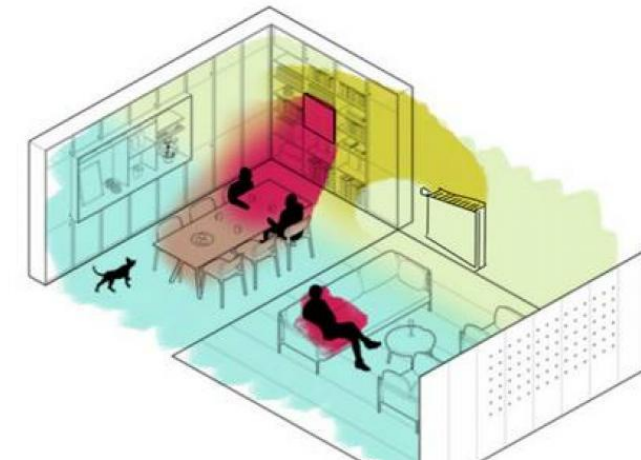
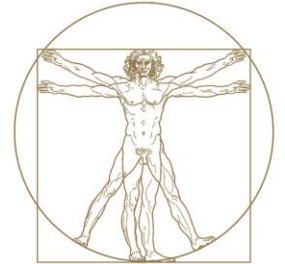
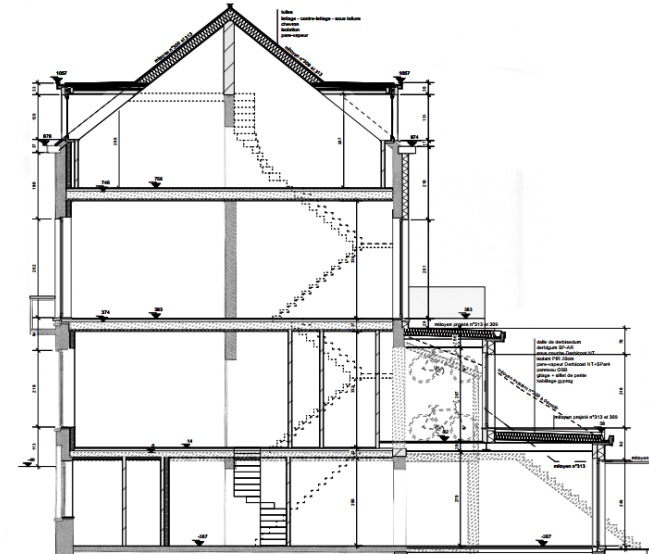
VI. UNE VISION GLOBALE ET TRANSVERSALE DITE « ROBUSTE »

Robustesse dans le cas présent ? ... out of the box

- Baisser les températures de confort (propriétaire occupant)
- Favoriser une adaptation de la « manière d'habiter »
- Réduire les surfaces et volumes chauffés suivant les saisons
- Opter pour des techniques « low tech »
- ...

En termes de réglementation :

- Développer l'autorisation de manières « autres » de baisser les consommations
- Autoriser des logements plus petits
- Réglementer l'adaptation des logements sur le temps long
- ...



23°C
21°C
19°C
17°C
15°C

SlowHeat



VI. UNE VISION GLOBALE ET TRANSVERSALE DITE « ROBUSTE »

Robustesse dans le cas présent ? ... out of the box

Dimensions humaines :

Surface de la peau : 1,7 m²

Volume du corps : 75 litres

Deux cas courants

Famille A : 3 personnes vivant dans un appart. de 90m²

Famille B : 2 personnes vivant dans une maison de 160m²

Rapport entre volume habitation / volumes corporels

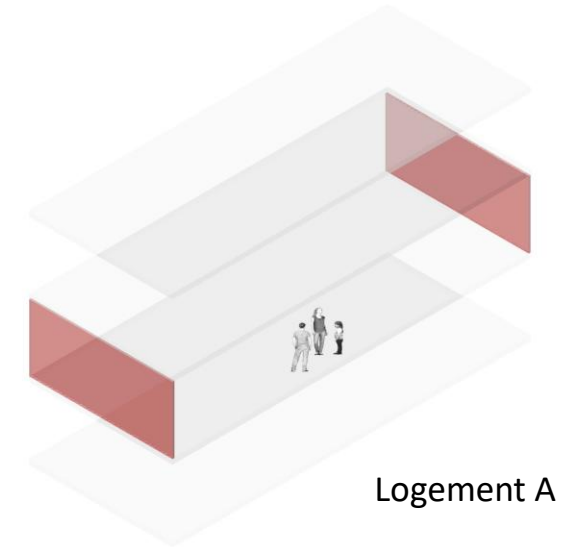
Famille A : 1200 x supérieur

Famille B : 3520 x supérieur

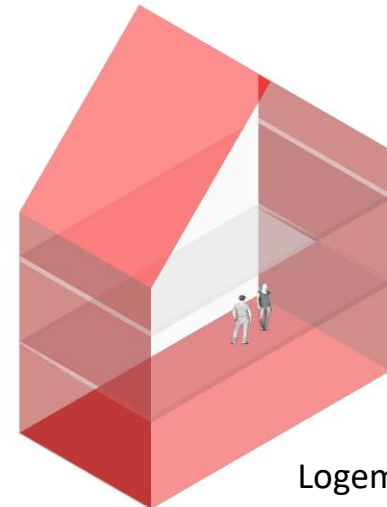
Rapport entre surface enveloppe habitation / enveloppes corporelles

Famille A : 20 x supérieur

Famille B : 185 x supérieur



Logement A



Logement B



VI. UNE VISION GLOBALE ET TRANSVERSALE DITE « ROBUSTE »

Robustesse dans le cas présent ? ... out of the box

Si objectif final de 100 kWh/m² . an est atteint :

Famille A : consomme 9000 kWh/an ou 3000 kWh/an.pers

Famille B : consomme 16000 kWh/an ou 8000 kWh/an.pers

Si objectif raté : seulement 150 kWh/m² . an sont atteint :

Famille A : consomme 13500 kWh/an ou 4500 kWh/an.pers

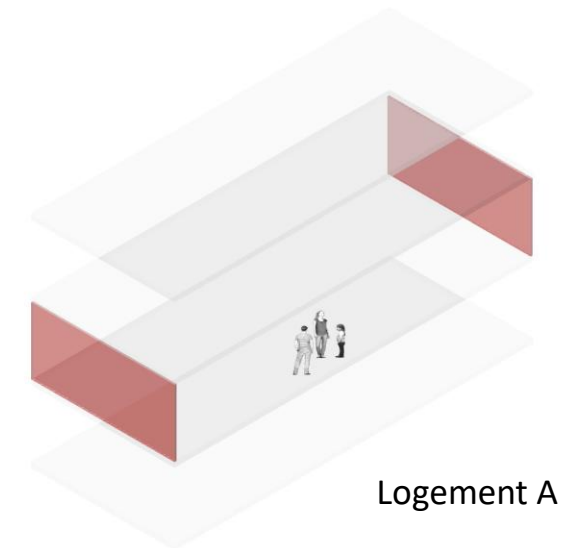
Amende : $2.5\text{€} \times 50 \text{ kWh/an} \times 90 = 11250\text{€}$ (3750€/pers)

Famille B : consomme 24000 kWh/an ou 12000 kWh/an.pers

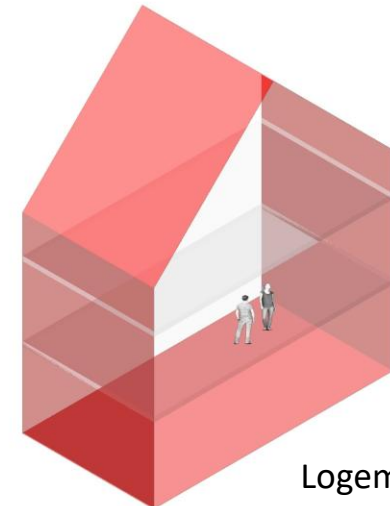
Amende : $2.5\text{€} \times 50 \text{ kWh/an} \times 160 = 20000\text{€}$ (10000€/pers)

Fragilité du système :

- Peu juste par rapport aux consommations par personne
- Théorique : n'inclut pas les consommations réelles (monitoring)
- Risque de dépassement des délais du à l'inertie des copropriétés
- N'inclut pas les frais liés à la copropriété et ne bénéficiant pas directement au logement



Logement A



Logement B



VI. UNE VISION GLOBALE ET TRANSVERSALE DITE « ROBUSTE »

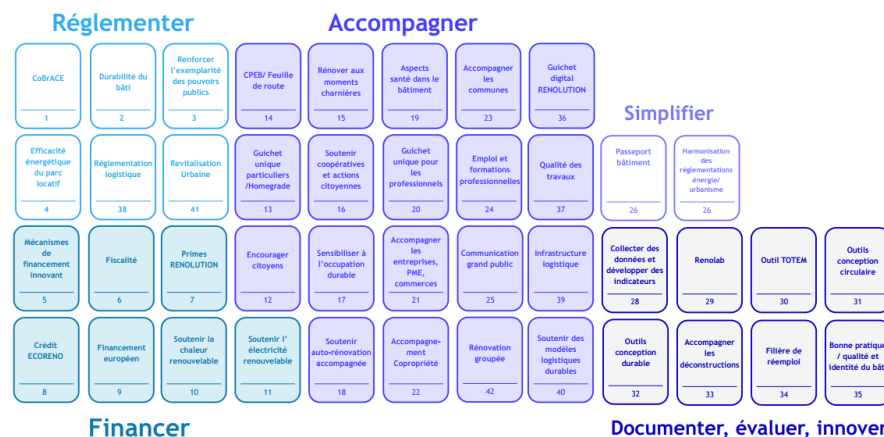
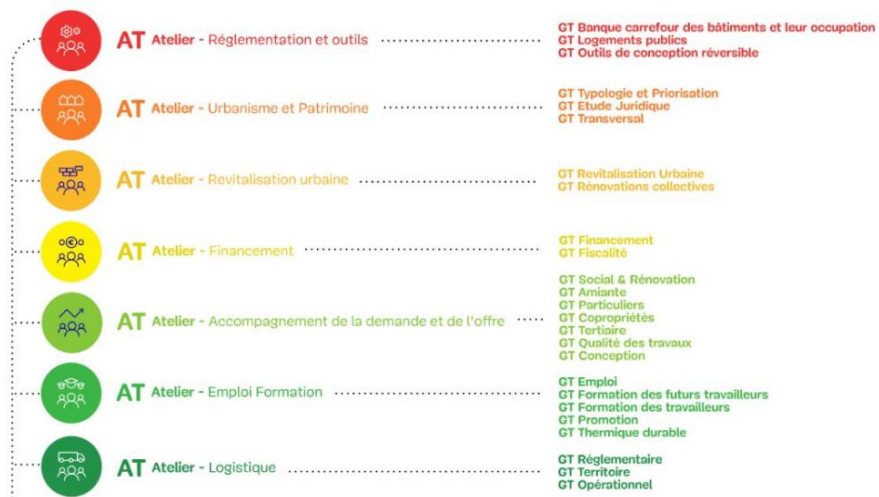
Robustesse dans le cas présent : comment y parvenir ?

L'alliance Renolution rassemble toutes les disciplines et professions prêtes à s'engager pour relever ce défi

Au sein de l'Alliance : le GT Conception mène plusieurs projets

- Développement de la formation des professionnels
- Solutions urbanistiques et techniques aux mesures PEB
- Contribution au service AMO (assistance maître de l'ouvrage)
- Participation au développement d'outils : GRO
- Collaborations avec d'autres GT (Copro, Urbanisme, ...)
- Diffusion de l'information
- ...

7 ateliers thématiques structurés autour de groupes de travail



VII. Conclusions



VII. 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 »
- Rien de tout cela ne sera possible sans un réel changement de mentalité et une véritable volonté politique.



Erwin SPITZER

Architecte – conseiller PEB

Administrateur à l'AriB

Vice-président de l'UPA-BUA

0495 264 769

erwspi@gmail.com

AriB - UPA-BUA

<https://arib.be/fr>

