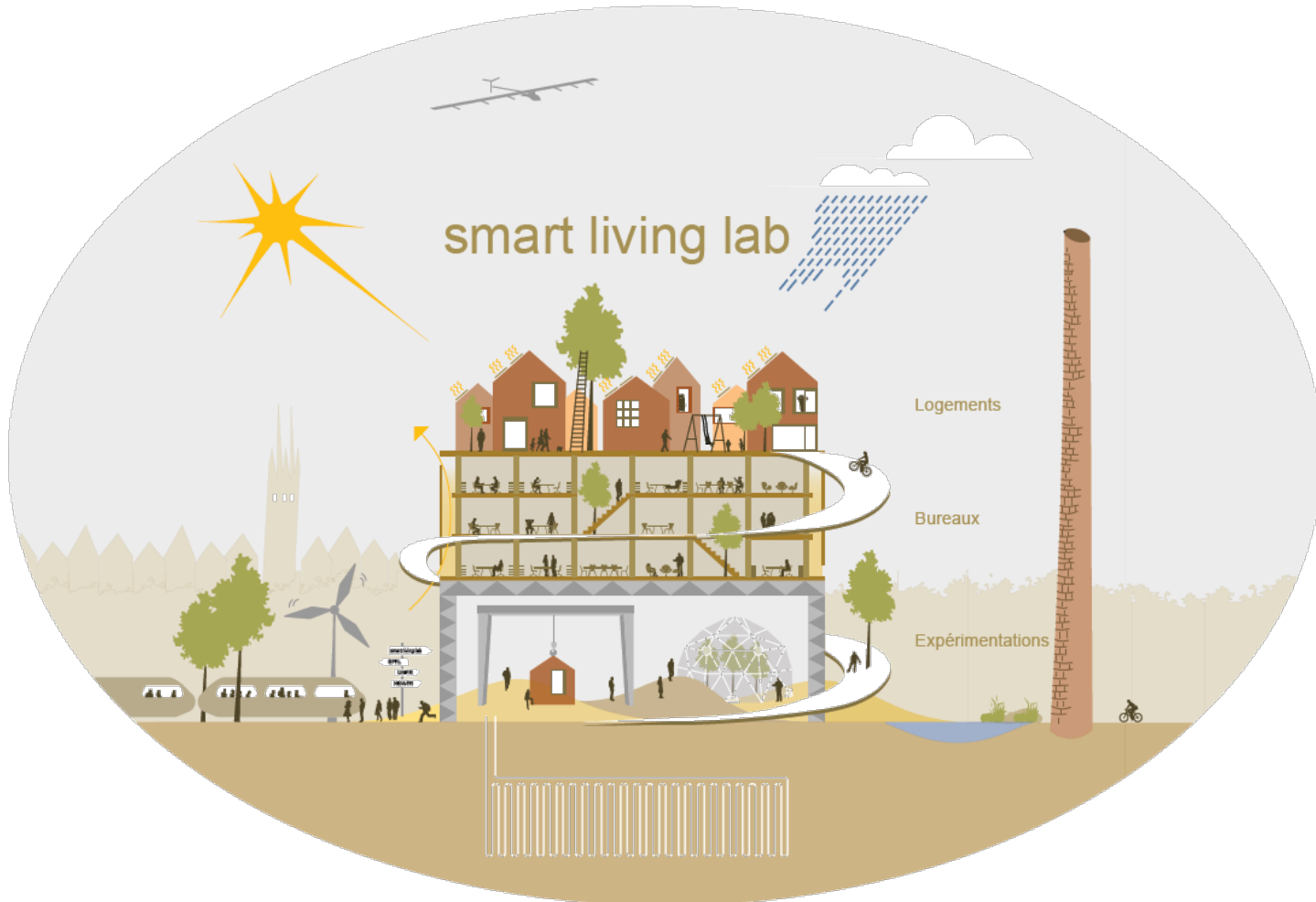


# Quels enjeux pour le bâtiment à horizon 2050 ?



# Introduction – Le programme de recherche

Trois objectifs composent le programme de recherche et correspondent à trois phases successives.

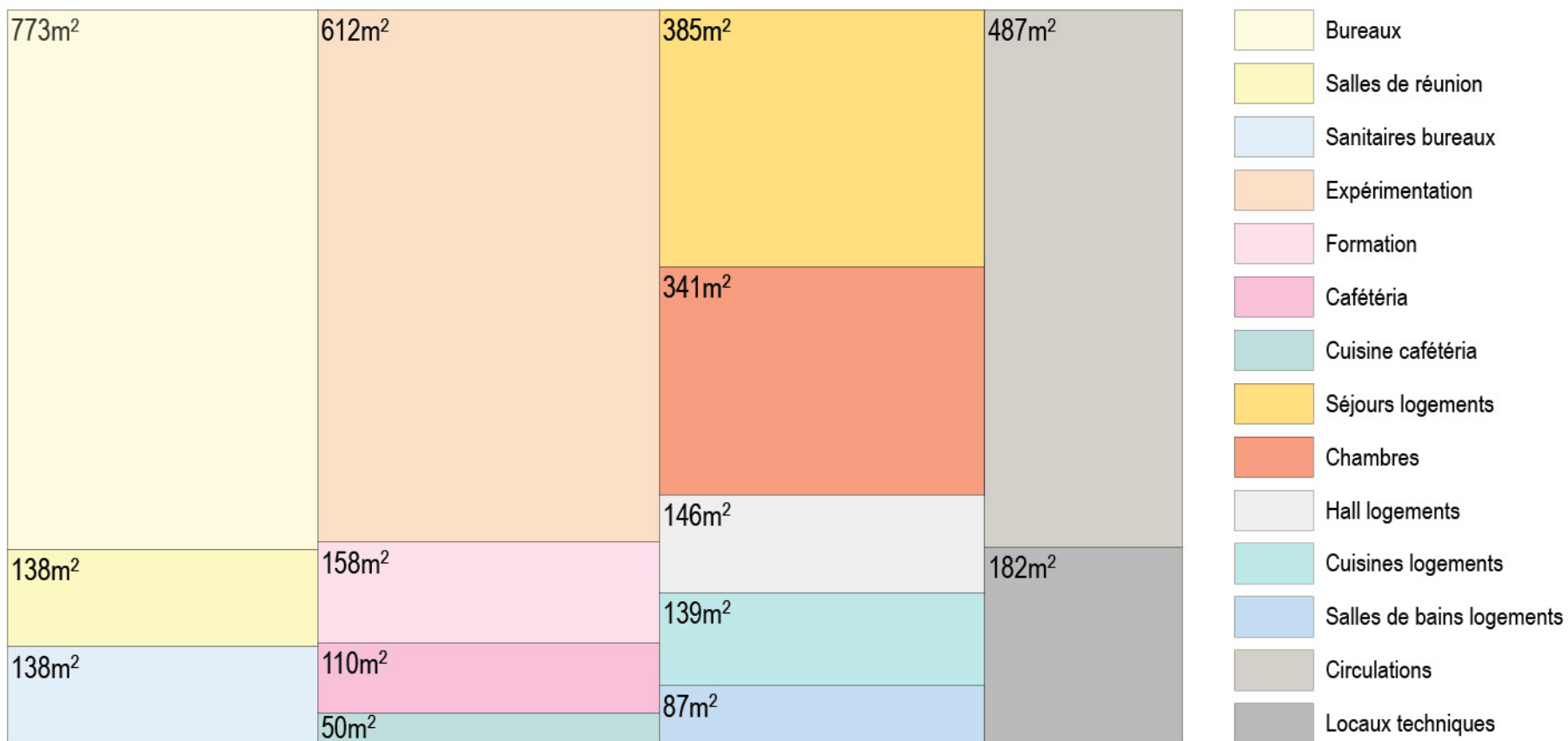
**Définir le concept scientifique** qui préfigure le niveau de performance et les techniques envisageables pour produire un bâtiment répondant aux enjeux du futur, à horizon 2050.

**Transcrire ces exigences** dans un programme opérationnel sous 3 formes :

- Par des obligations de moyens,
- Par des obligations de résultats,
- Par des recommandations.

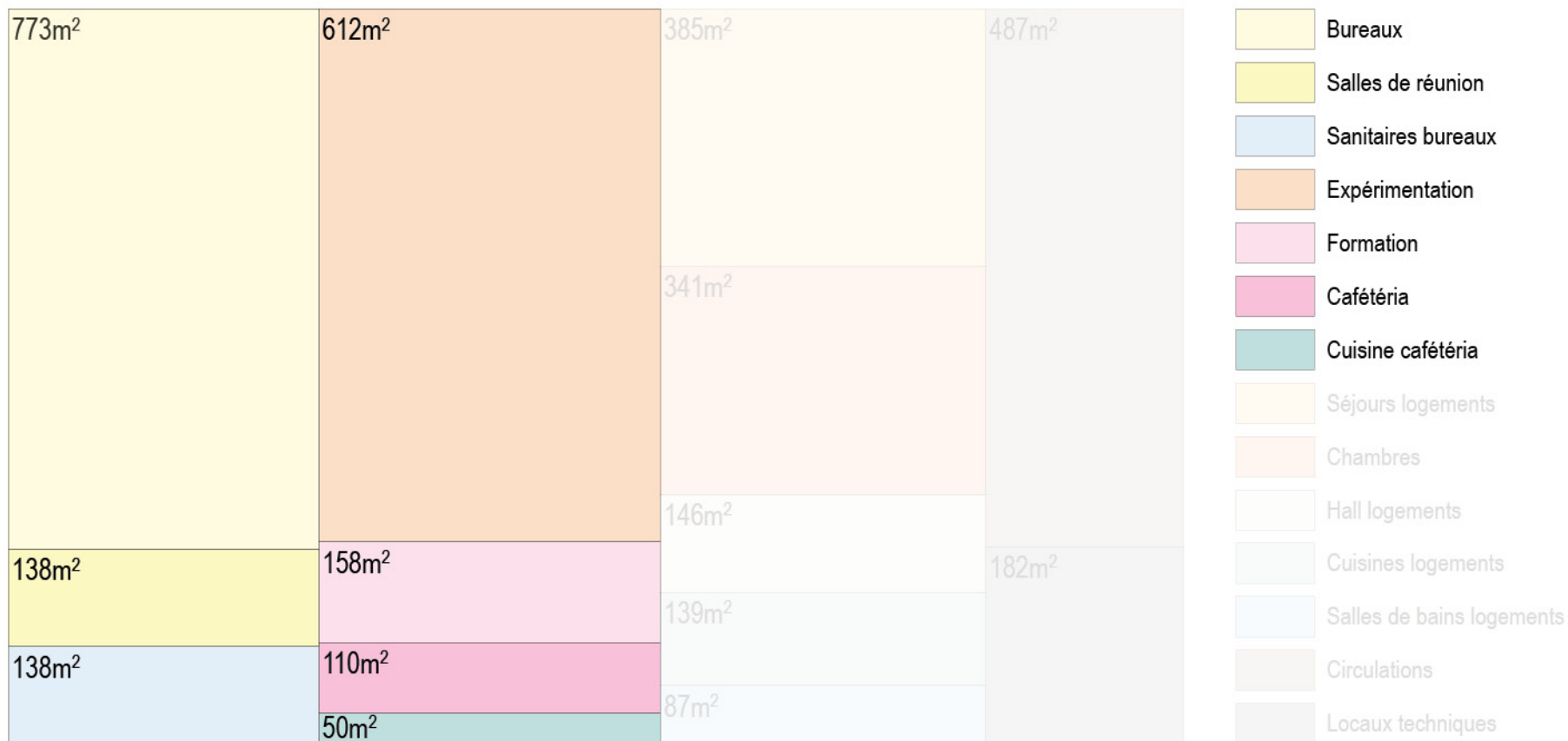
**Valoriser le programme de recherche** à travers diverses communications, scientifiques et professionnelles.

# Introduction – le smart living lab



# Introduction – le smart living lab

## Bureaux + expérimentations 1'980m<sup>2</sup>

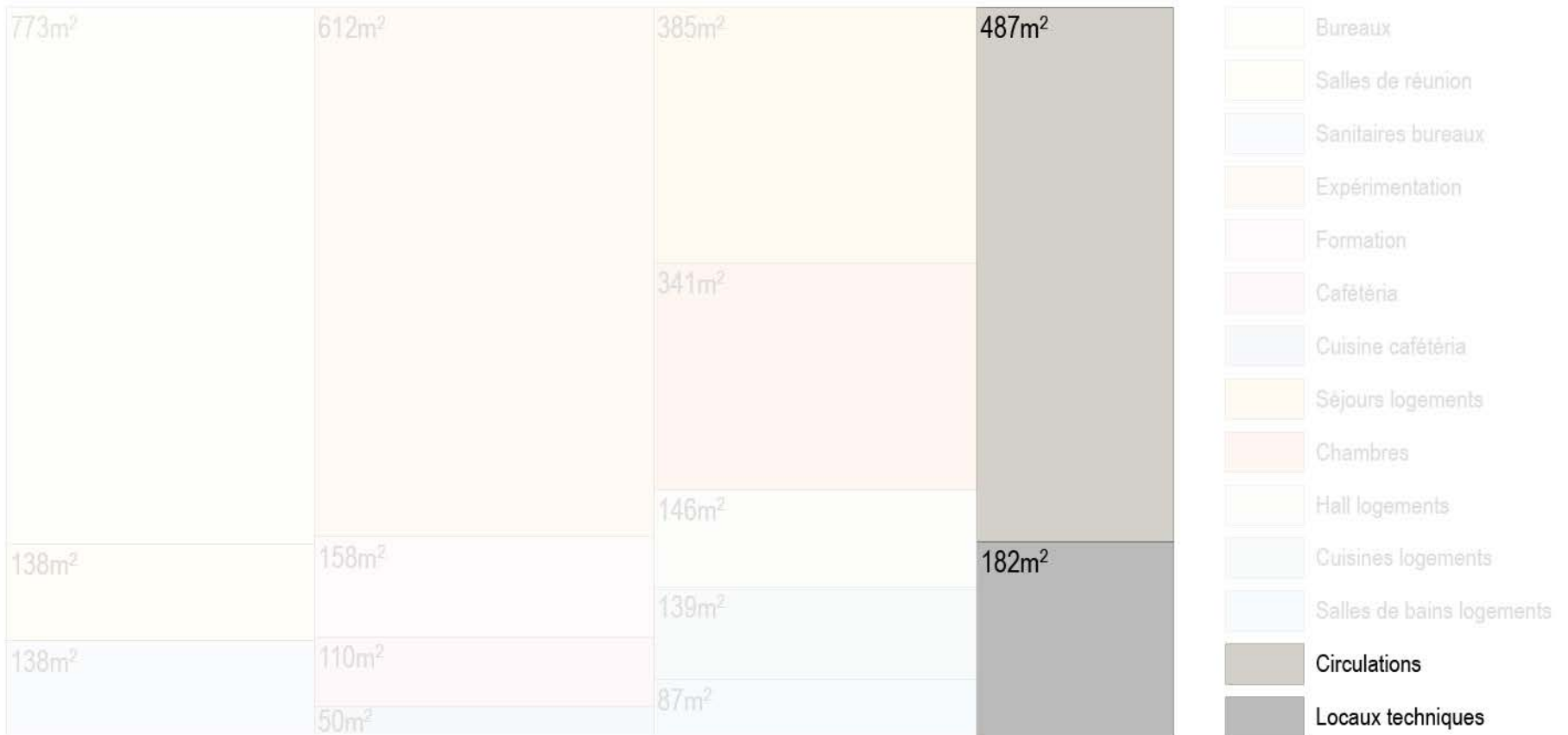


# Introduction – le smart living lab



# Introduction – le smart living lab

Circulation  
+ techniques 669m<sup>2</sup>



# Introduction – Equation de Kaya

$$CO_2 = \frac{CO_2}{Cep} \times \frac{Cep}{PIB} \times \frac{PIB}{Pop} \times Pop$$

$\frac{CO_2}{Cep}$  : contenu en carbone de l'énergie mondialement utilisée,

$\frac{Cep}{PIB}$  : intensité énergétique mondiale du PIB,

$\frac{PIB}{Pop}$  : PIB per-capita.

# Introduction - Prospectives

Désignation	Source des données	Unité	2000	2010	2020	2035	2050
Population	OFS (2010)	Millions	7,2	7,9	8,4	8,9	9,0
PIB	SECO (2010)	Milliards CHF (réel, 2010)	464,2	546,6	617,9	700	800,7
Structures des branches	Chancellerie fédérale et OFS, 2011, adaptation de Prognos		-	-	-	-	-
Surfaces de référence énergétique	Wüest & Partner adaptation de Prognos	Millions m <sup>2</sup>	623,5	708,8	798,5	885,7	937,5
Volumes de trafic voyageurs (PPA et PCF)	ARE, 2012	Milliards personnes-km	100,1	114,2	131,1	146,0	151,3
Volumes de trafic voyageurs (NPE)	ARE, 2012	Milliards personnes-km	100,1	114,2	126,6	137,0	140,3
Volumes de trafic marchandises (PPA et PCF)	ARE, 2012	Milliards tonnes-km	23,6	26,9	34,2	40,3	42,3
Volumes de trafic marchandises (NPE)	ARE, 2012	Milliards tonnes-km	23,6	26,9	34,5	39,3	39,7
Prix: exemple du pétrole (prix du marché mondial)	AIE, WEO 2010, «New Policy», adaptation de Prognos	USD/baril (réel 2010)	34,3	76	99,9	114,1	116,9
	AIE, WEO 2010, «Scénario 450», adaptation de Prognos	USD/baril (réel 2010)	34,3	76	90,8	90,9	83,5

PPA: «Poursuite de la politique actuelle»

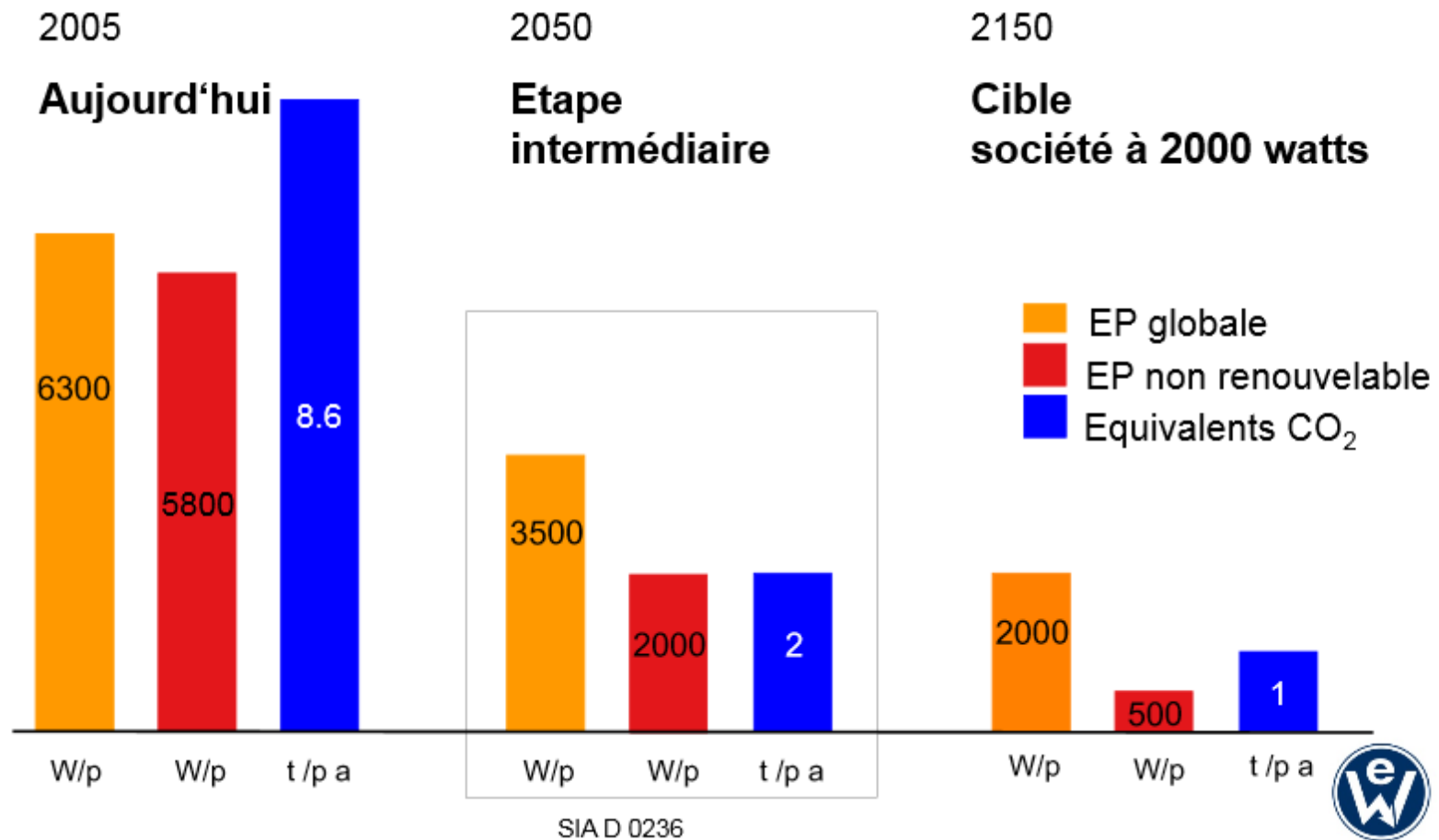
Source: Prognos 2012, OFS 2010, 2011, OFEN 2010, 2011, AIE 2010, ARE 2012

PCF: «Mesures politiques du Conseil fédéral»

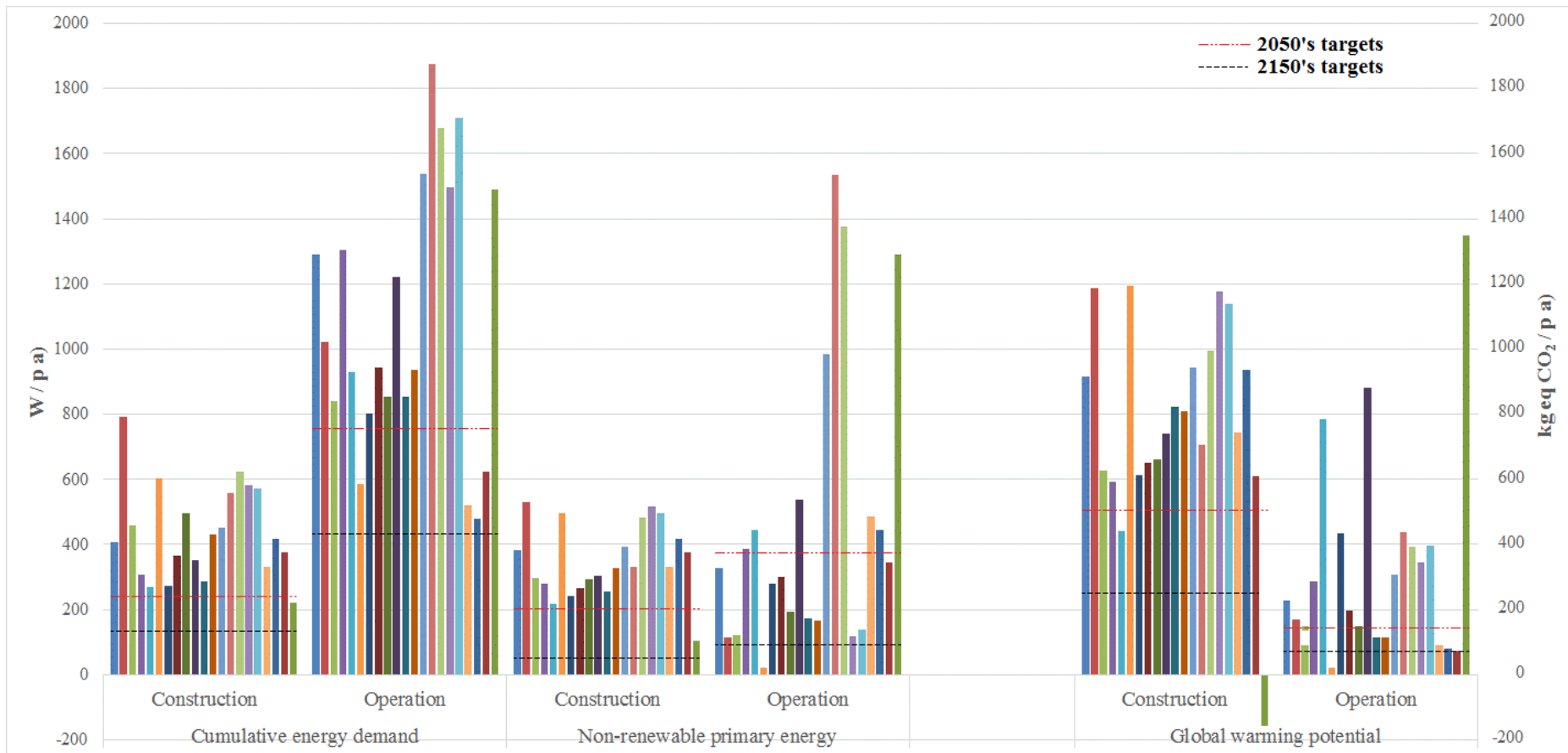
NPE: «Nouvelle politique énergétique»



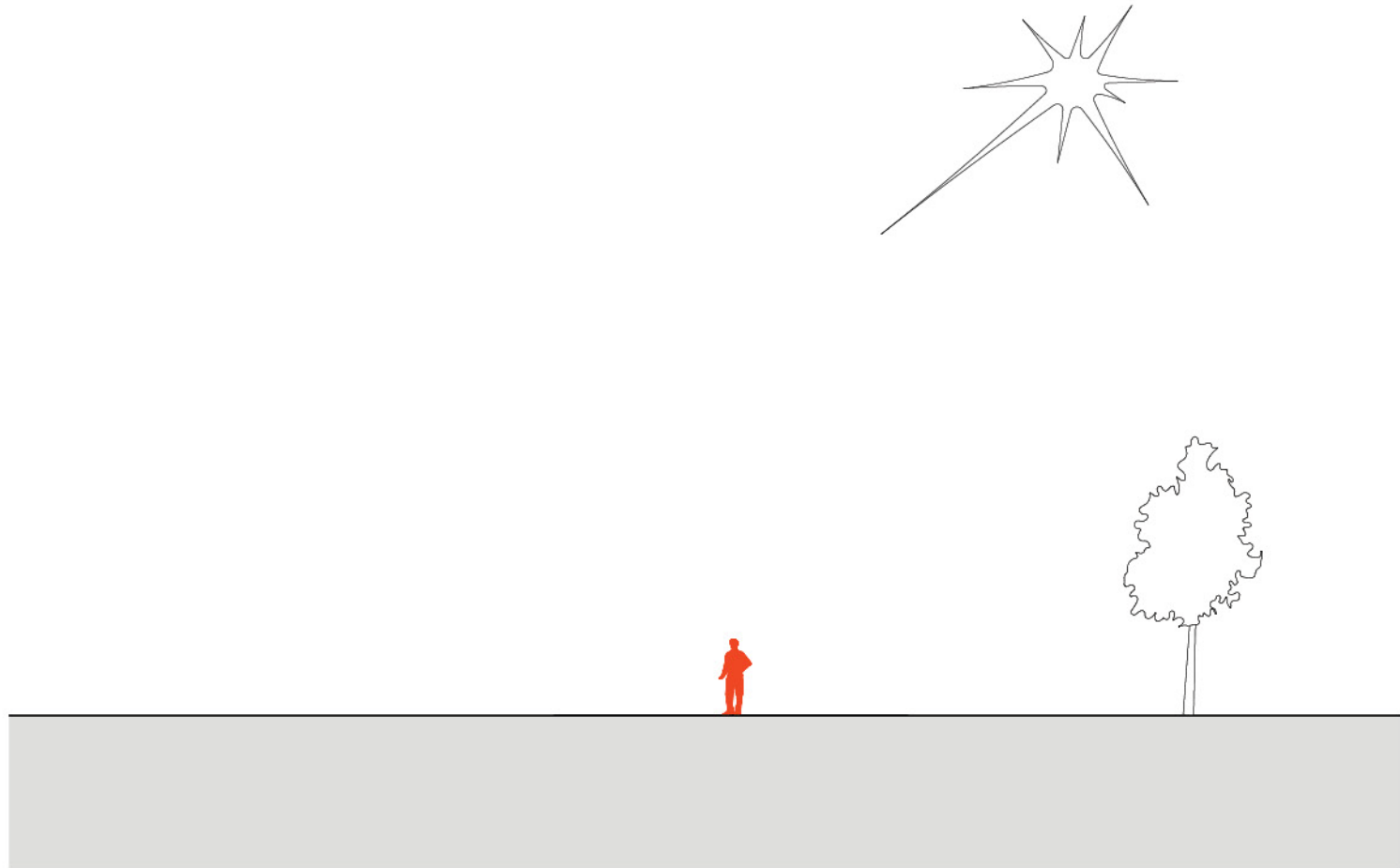
# Introduction – Objectifs de la société à 2000W



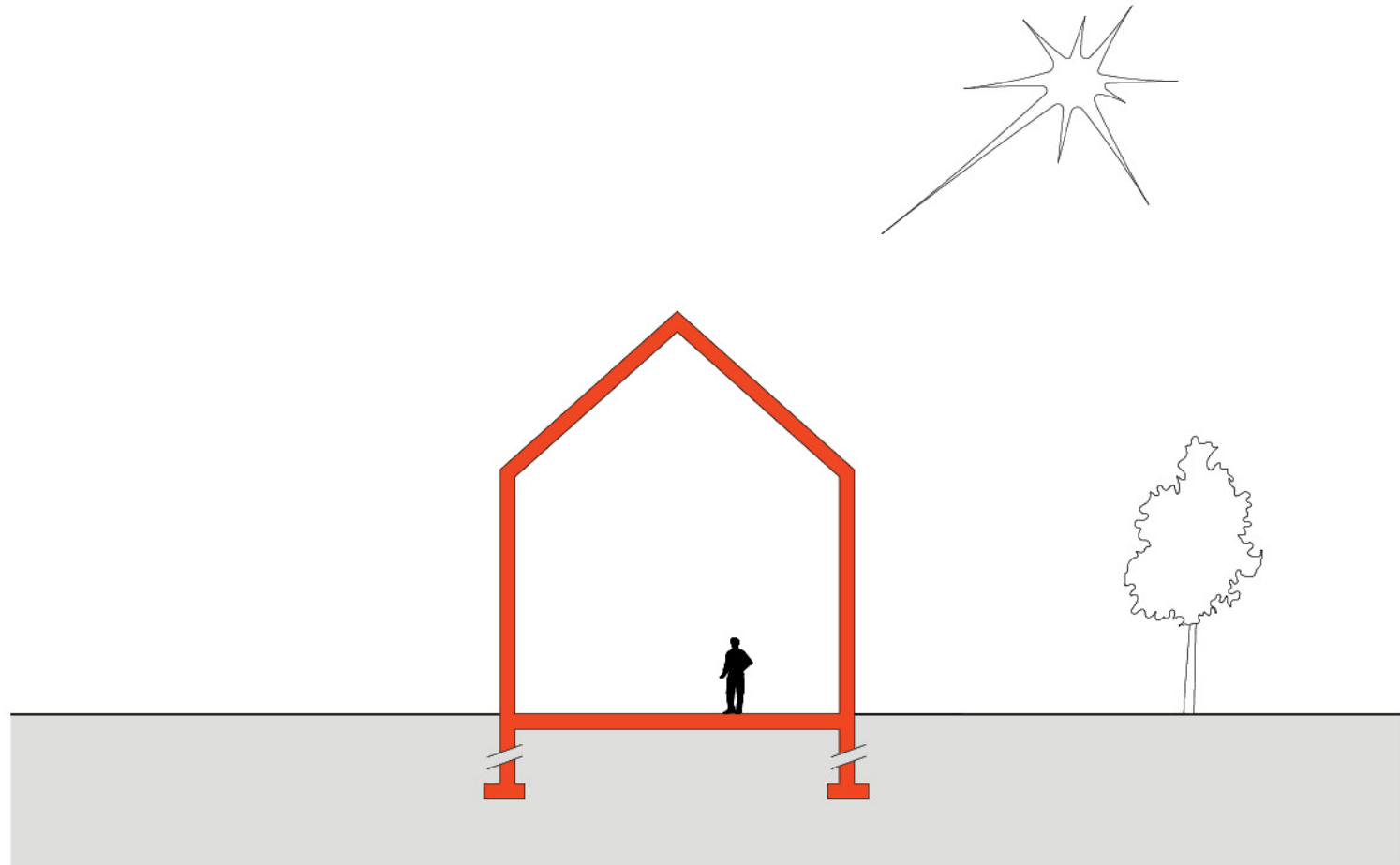
# Introduction – Etat de l'art



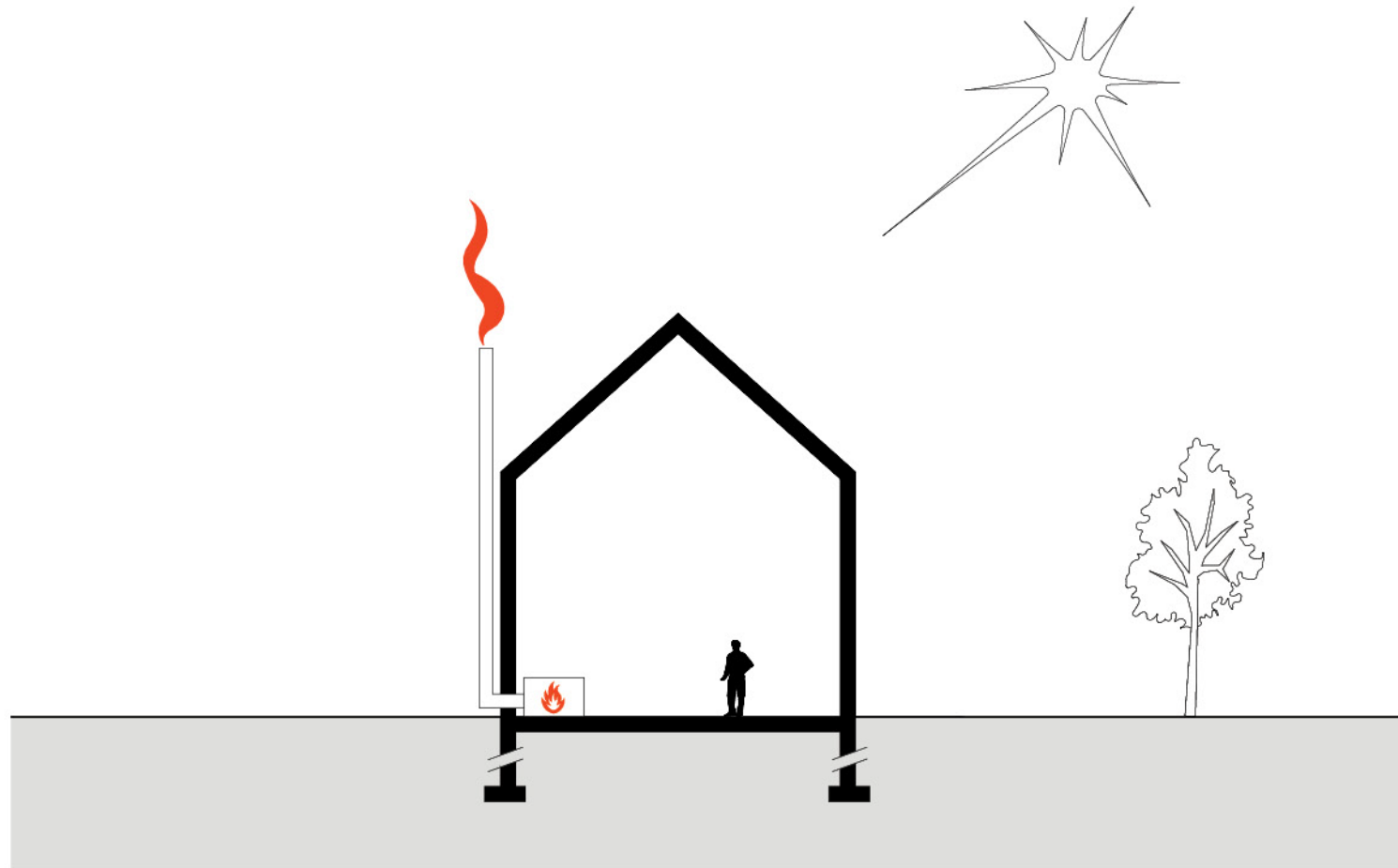
# Introduction – Pratique actuelle



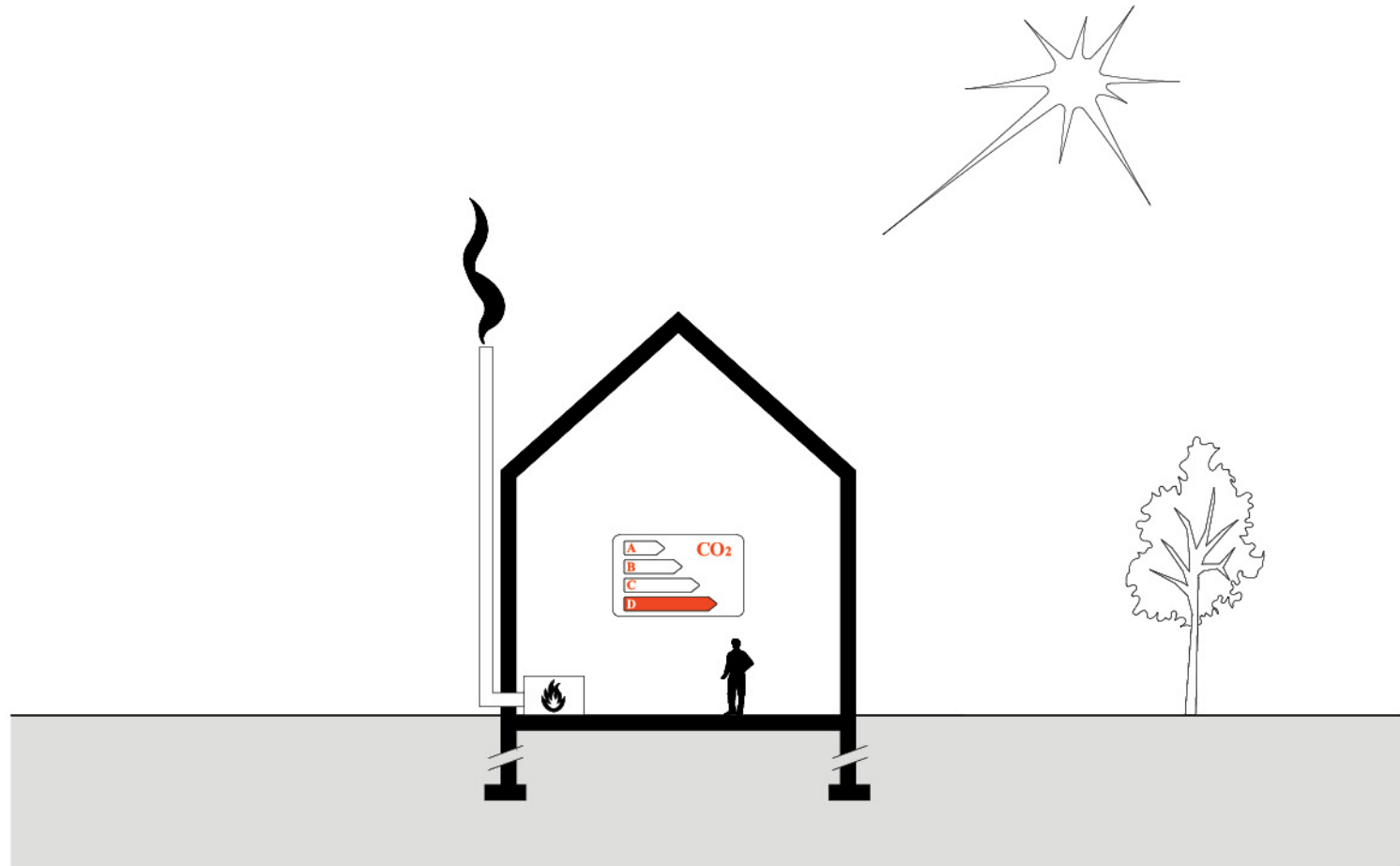
# Introduction – Pratiques actuelles



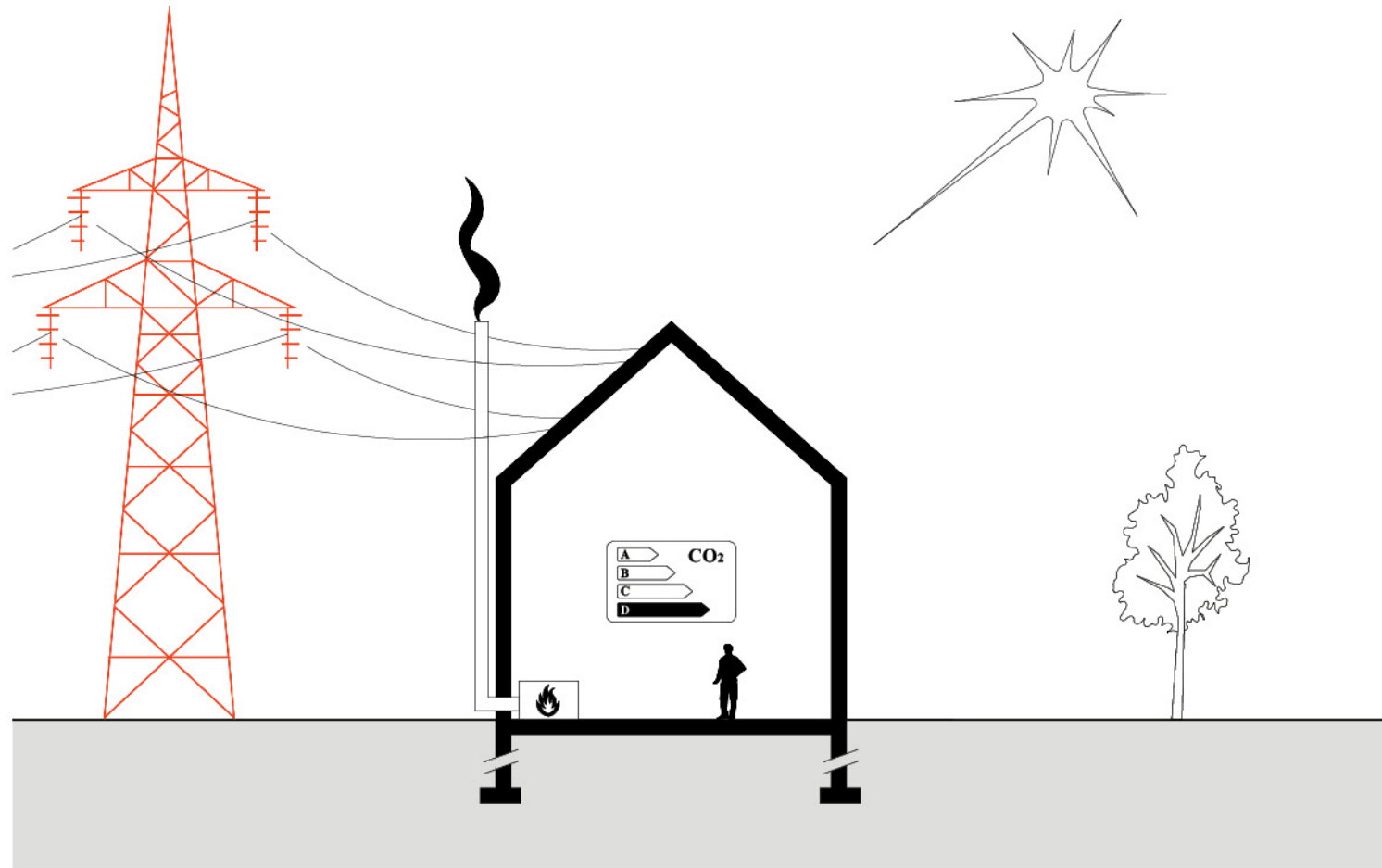
# Introduction – Pratiques actuelles



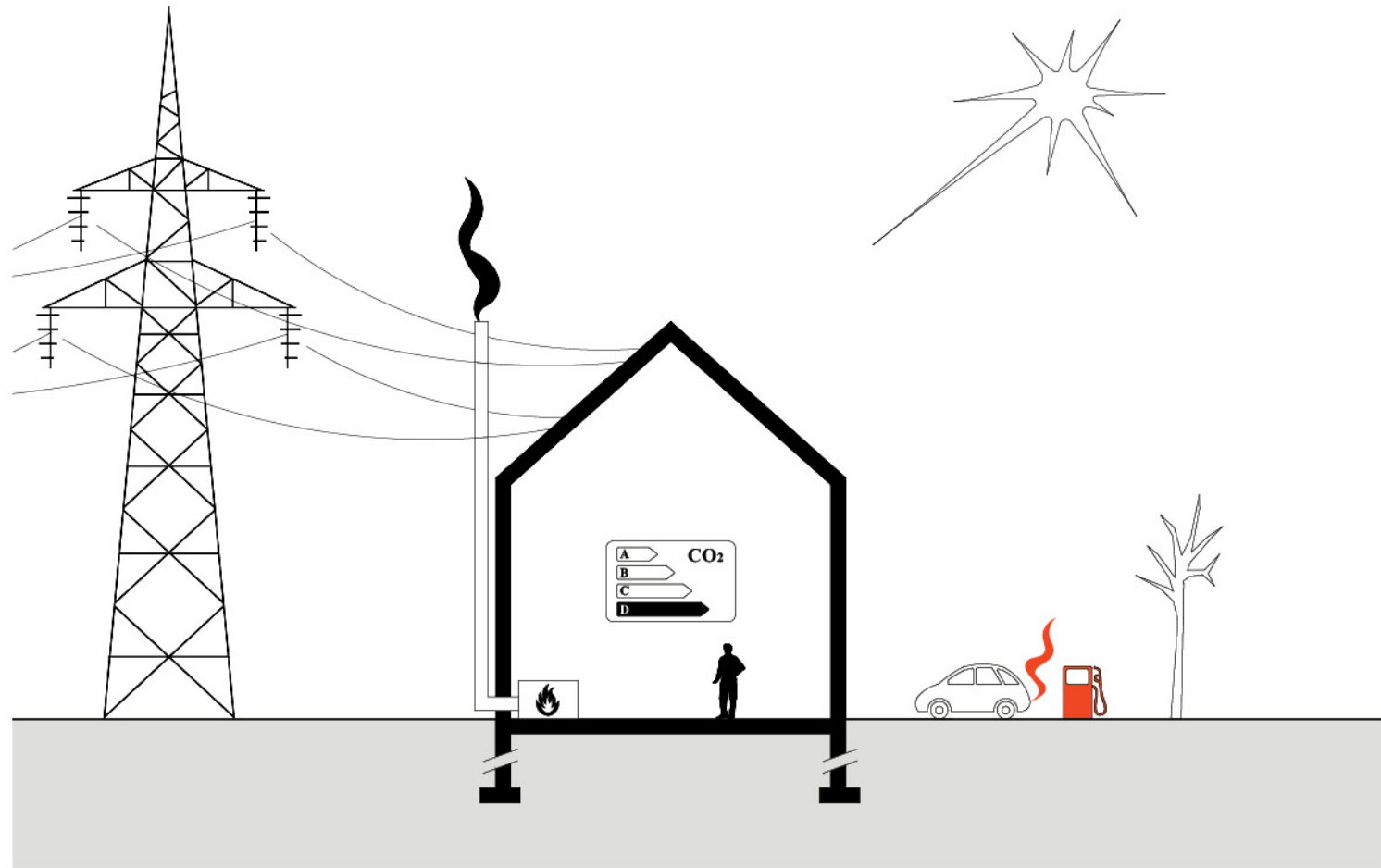
# Introduction – Pratiques actuelles



# Introduction – Pratiques actuelles



# Introduction – Pratiques actuelles





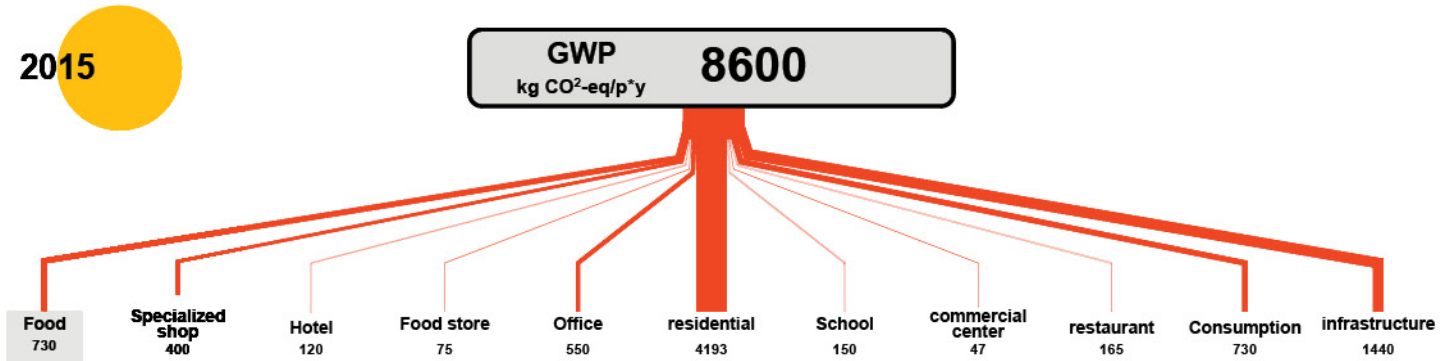
# Introduction - Objectifs

---

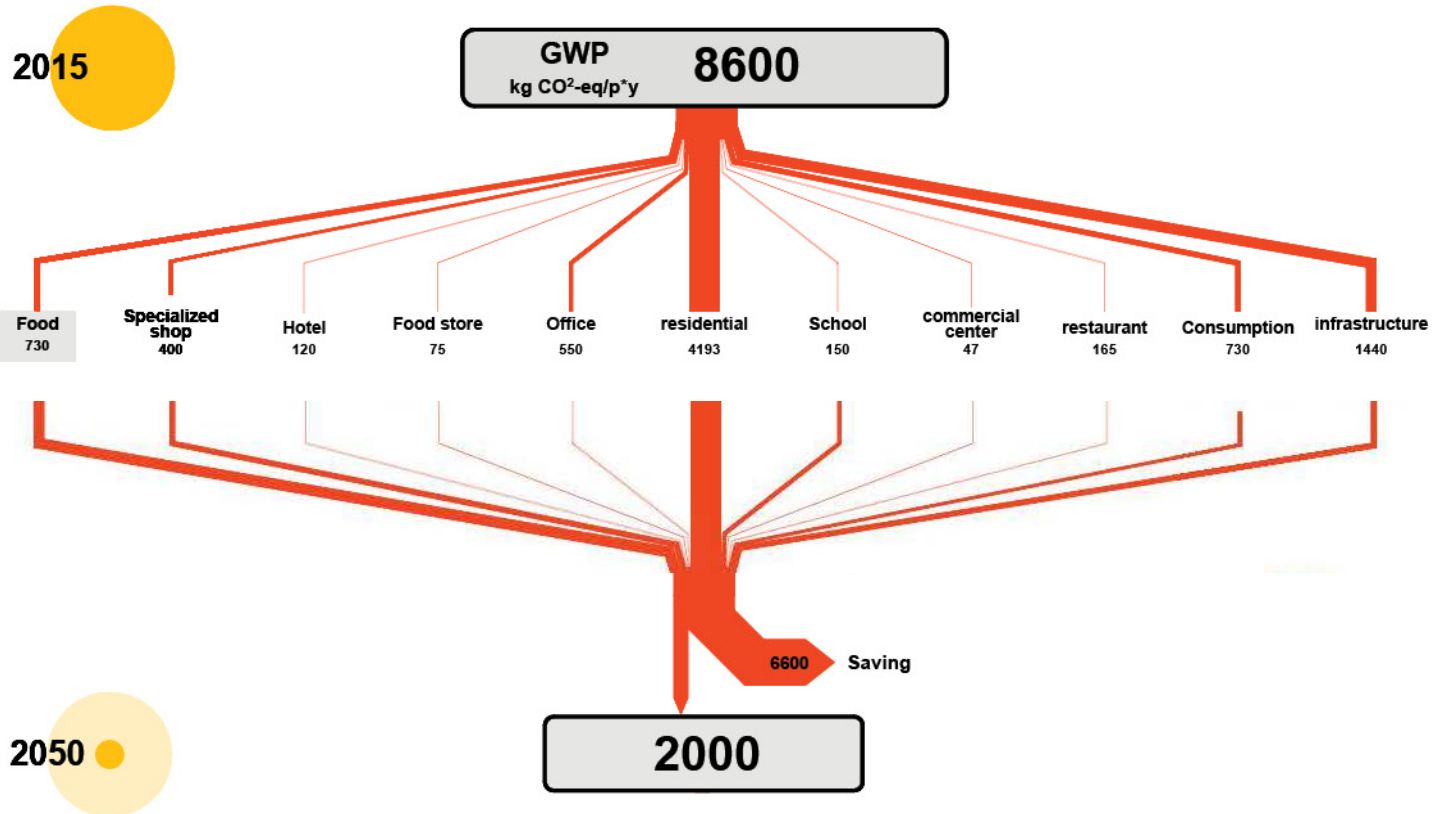
2015

GWP  
kg CO<sub>2</sub>-eq/p\*y **8600**

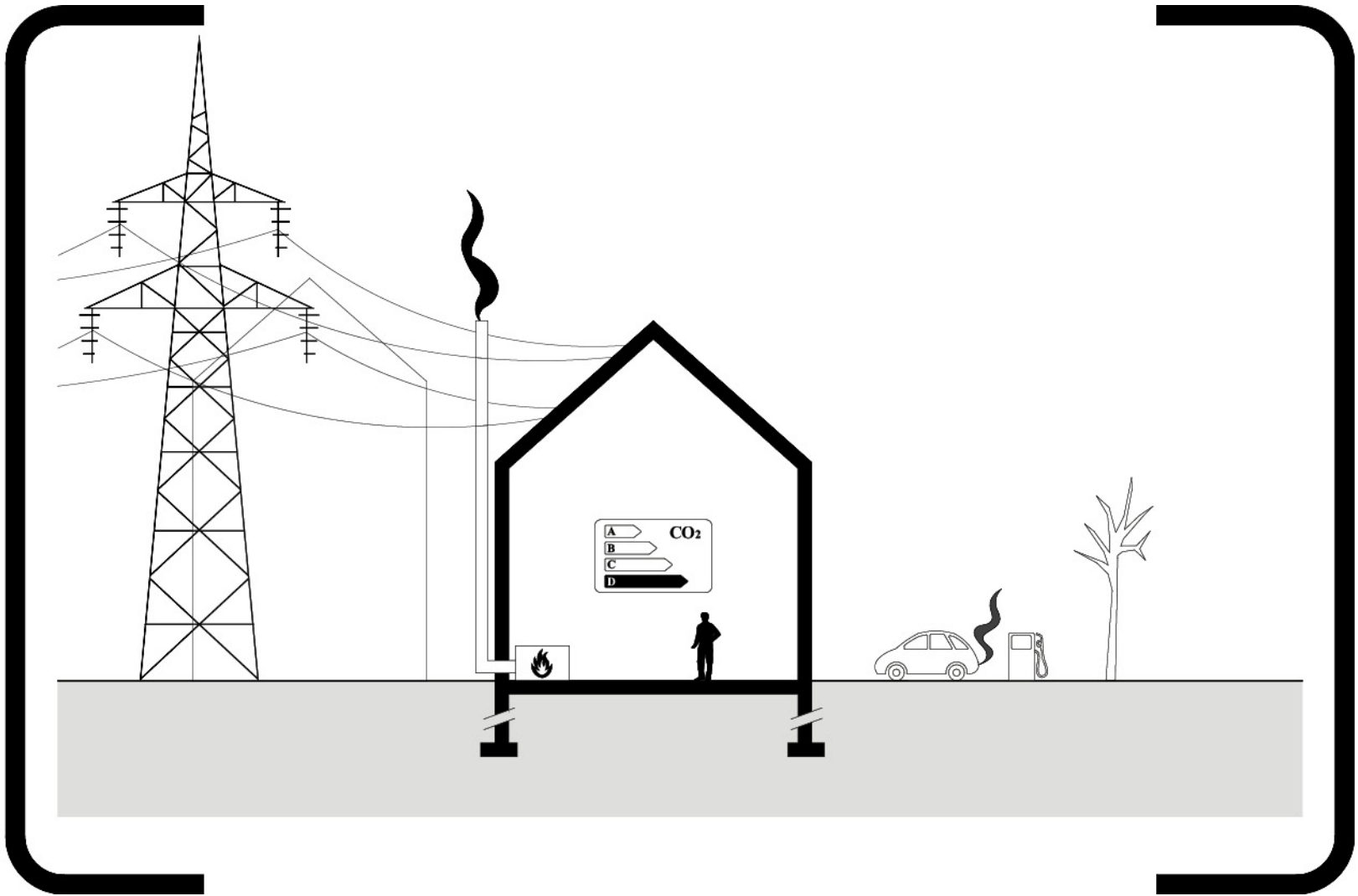
# Introduction - Objectifs



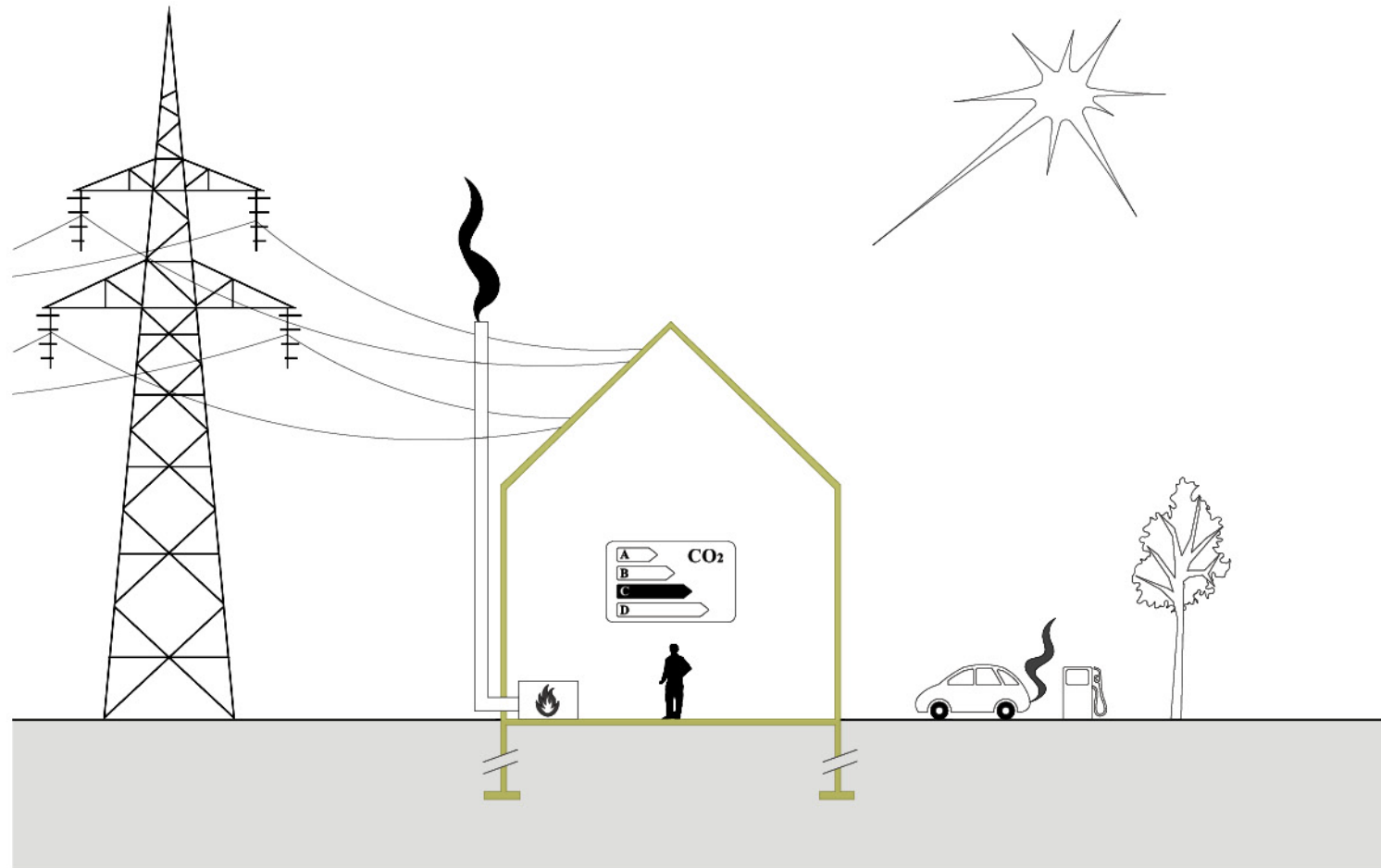
# Introduction - Objectifs

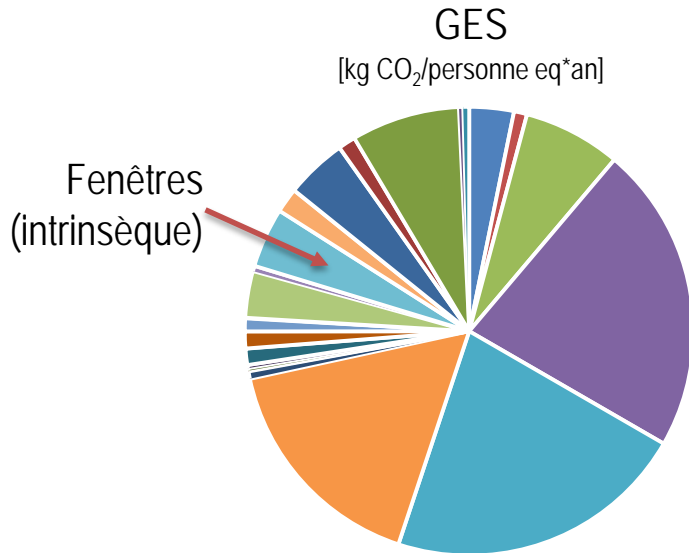


# Introduction - Stratégie



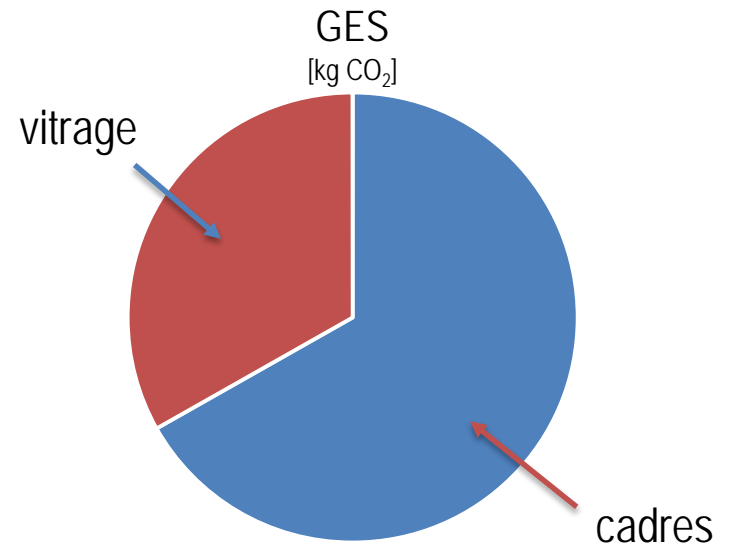
# Introduction – Stratégie 2050





Cas n°60: Le plus performants au niveau du GWP avec nos connaissances actuels de la construction

Impact des menuiseries sur un vitrage  
(25% cadre bois, 75 % double vitrage)

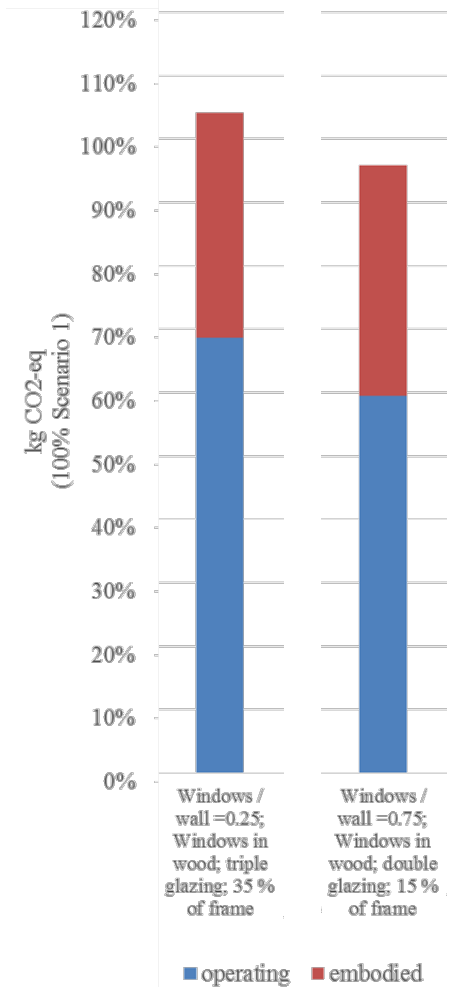


## Impacts intrinsèques

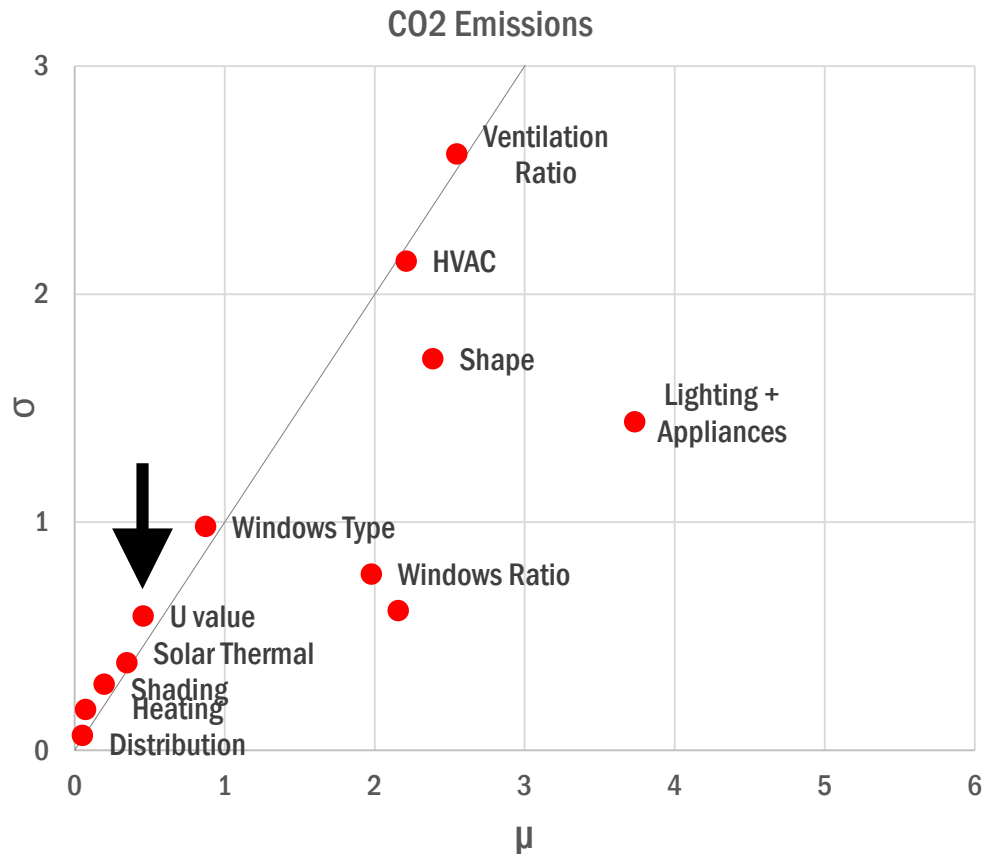
- Cadre bois: 144 kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>
- Double vitrage: 32 kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>

Comment développer la meilleure transparence en minimisant l'impact du cadre ?

# Consummation - Eclairage



# Consommation - Chauffage



L'impact intrinsèque de l'isolant est plus important que sa performance opérationnelle

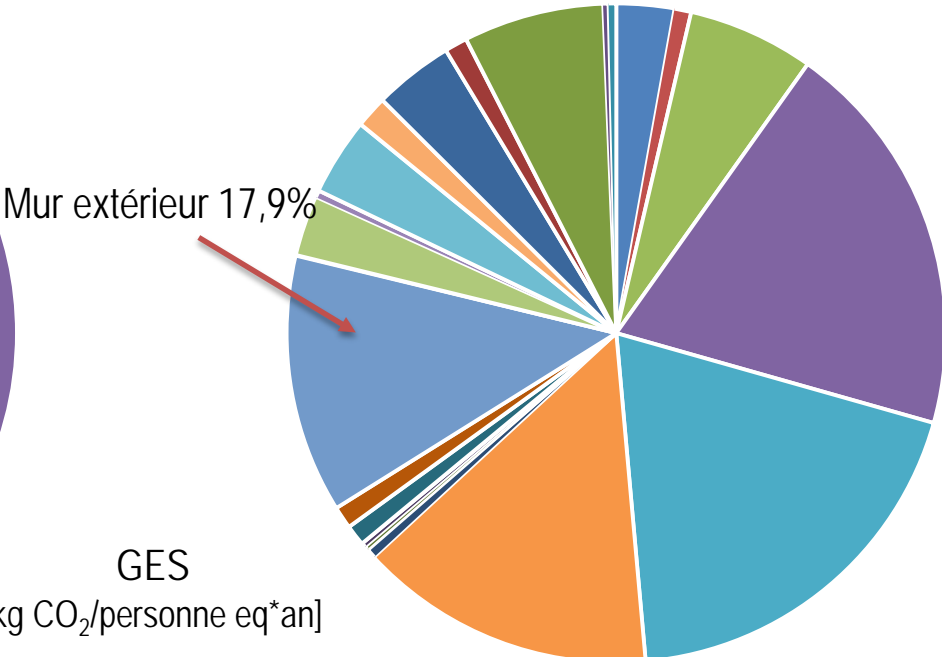
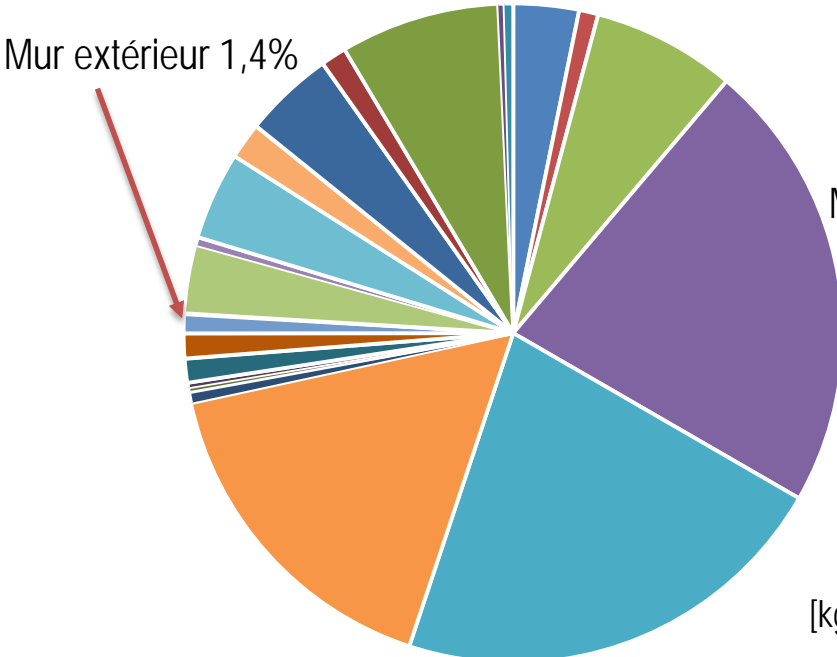
Polystyrène expansé: 7.5 kg CO<sub>2</sub> /kg  
Fibres de cellulose: 0.3 kg CO<sub>2</sub> /kg



# Consommation - Chauffage

## Ouate de cellulose

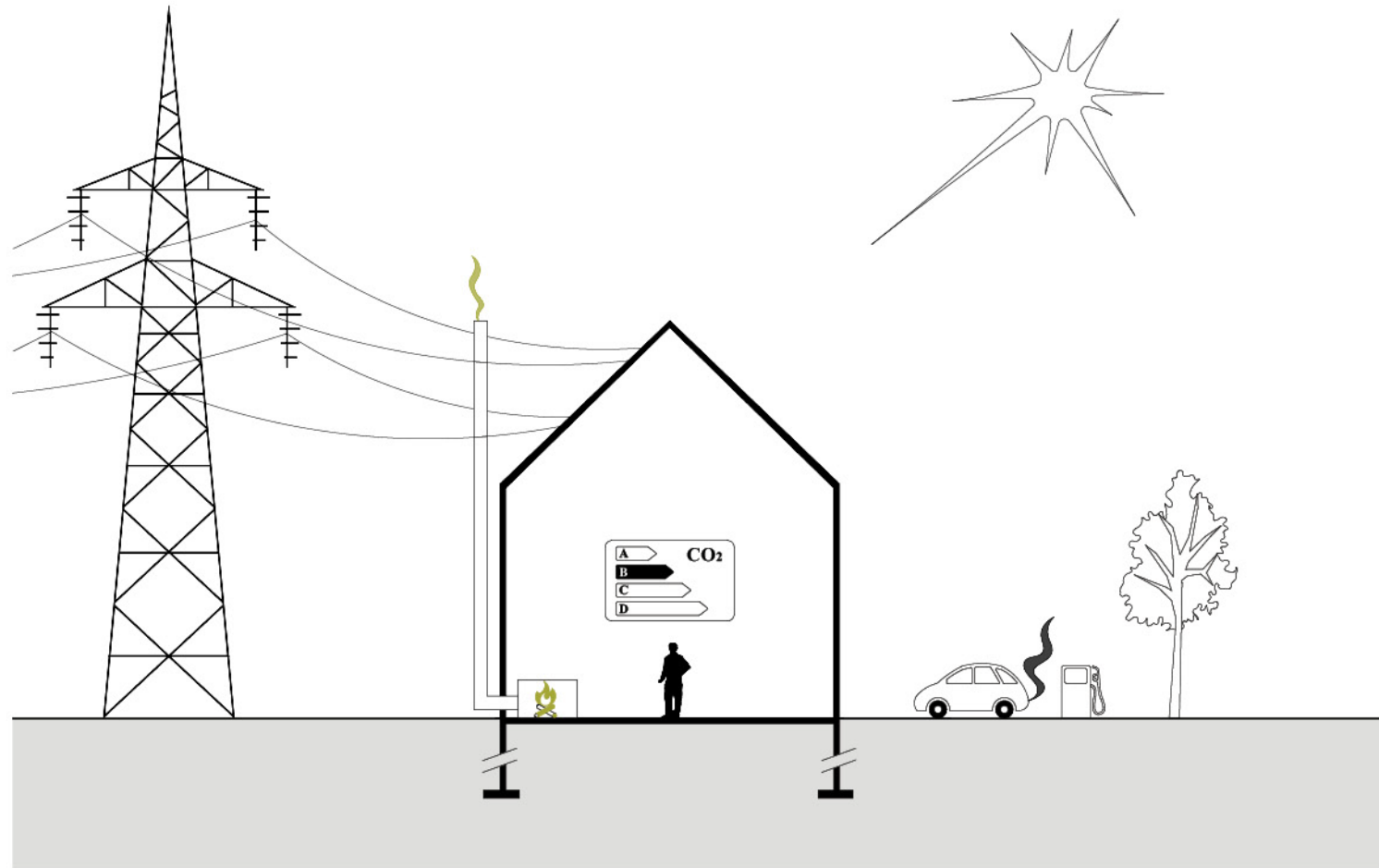
## Polystyrène expansé



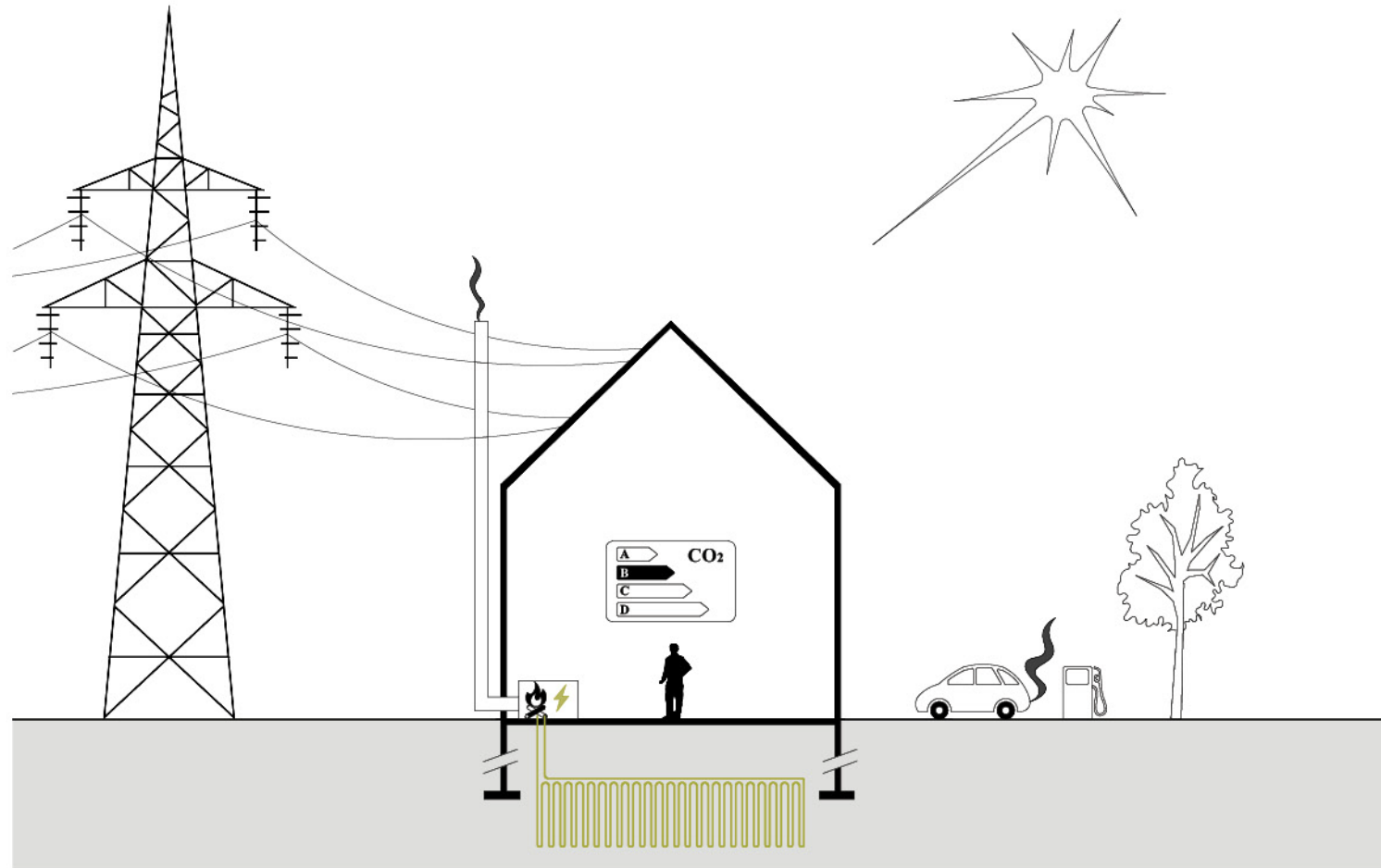
GES  
[kg CO<sub>2</sub>/personne eq\*an]

Cas n° 60: Le plus performants au niveau du GWP avec nos connaissances actuelles de la construction

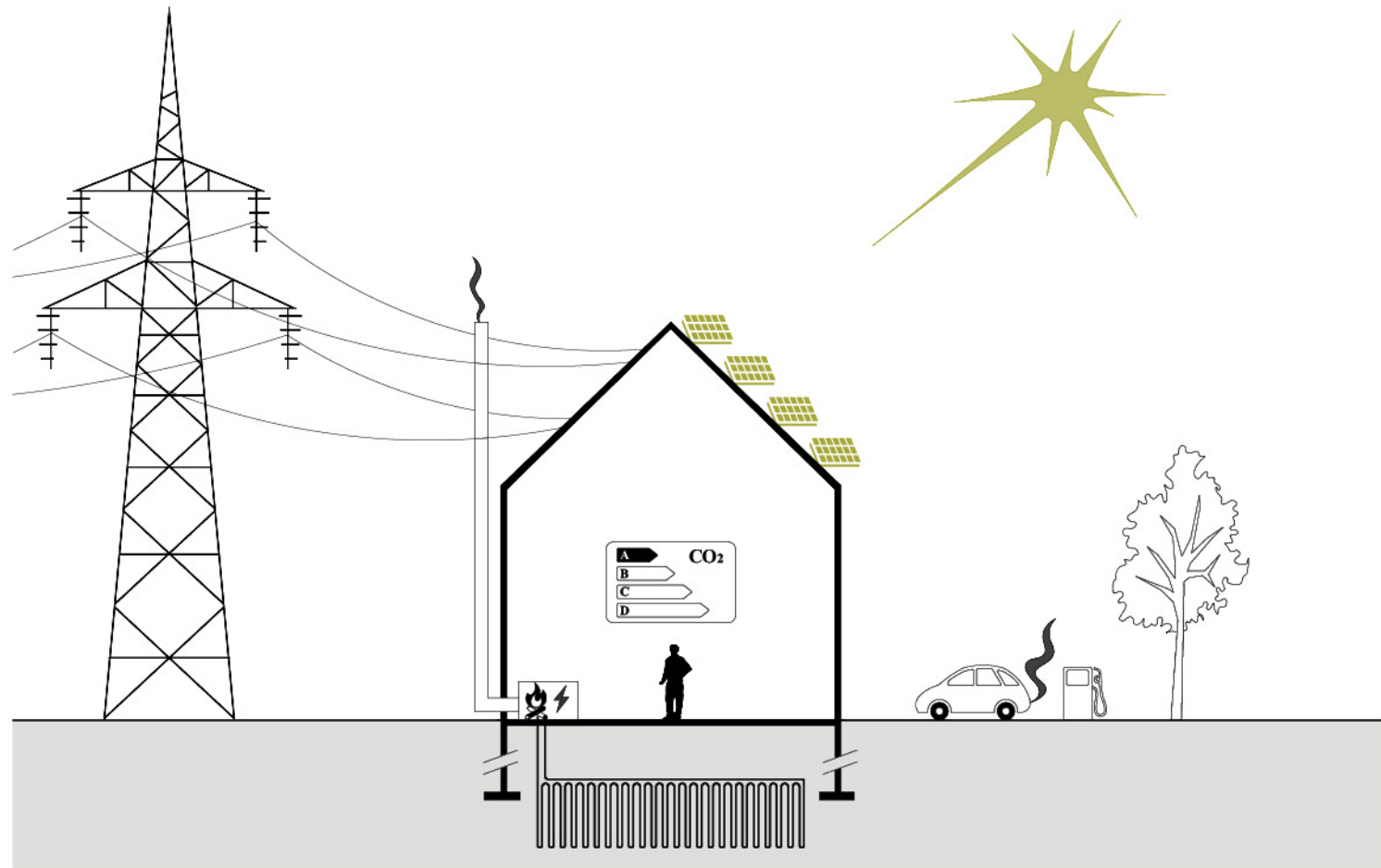
# Introduction – Stratégie 2050



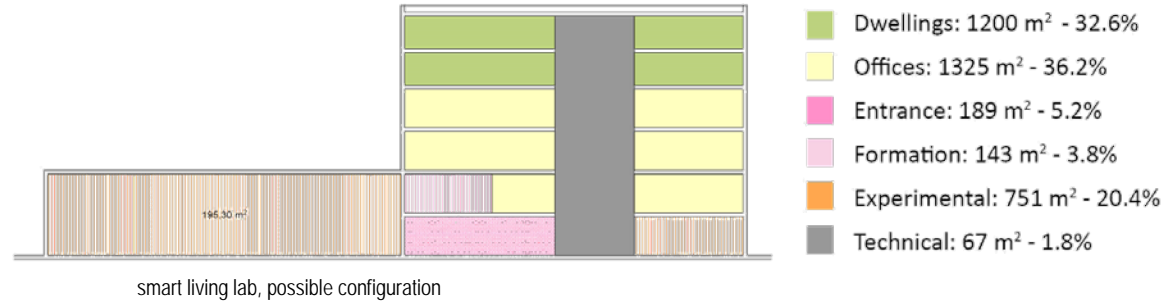
# Introduction – Stratégie 2050



# Introduction – Stratégie 2050



# Production - Net Zero Energy Building



Source	GJ/an
PV toiture	192.6
PV façade sud	62.6
PV façade ouest	137.1
PV façade est	137.1
<i>Total</i>	<i>529.3</i>

Pour transformer le smart living lab en un bâtiment à énergie 0 à l'aide de photovoltaïque, il faudrait recouvrir :

- Entièrement la toiture
- 80% des surfaces sud, est et ouest

Pour un total de 2024 m<sup>2</sup>

La demande électrique du bâtiment est calculée sur la base des normes SIA

# Production - Emissions réelles de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> d'un bâtiment 0 énergie ne sont pas égales à zéro.

g CO <sub>2</sub> /MJ	Source
84,5	PV façade nord
38,5	Mix final utilisateurs CH
33,4	PV façade ouest
32,6	PV façade est
23,6	PV façade sud
15,7	PV toiture (35°-sud)

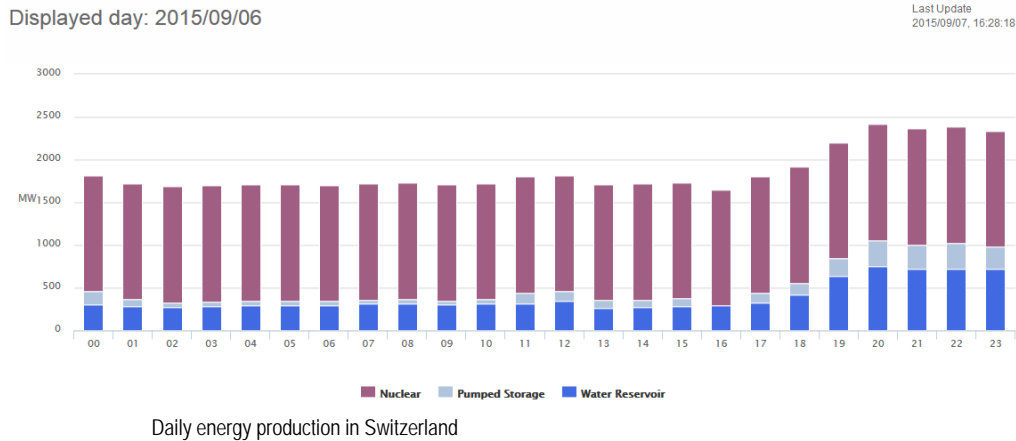
Contenu CO<sub>2</sub> de l'électricité  
pour différentes orientation des PV

Pour fournir en électricité le smart living lab  
(529.24 GJ/year), seront émis:

- **20'376** kg CO<sub>2</sub>/an avec le réseau électrique Suisse
- Ou
- **13'544** kg CO<sub>2</sub>/ an en utilisant des capteurs PV

# Production - contenu carbone dynamique

Le contenu carbone de l'électricité produit en Suisse peut varier du simple au double sur la même journée

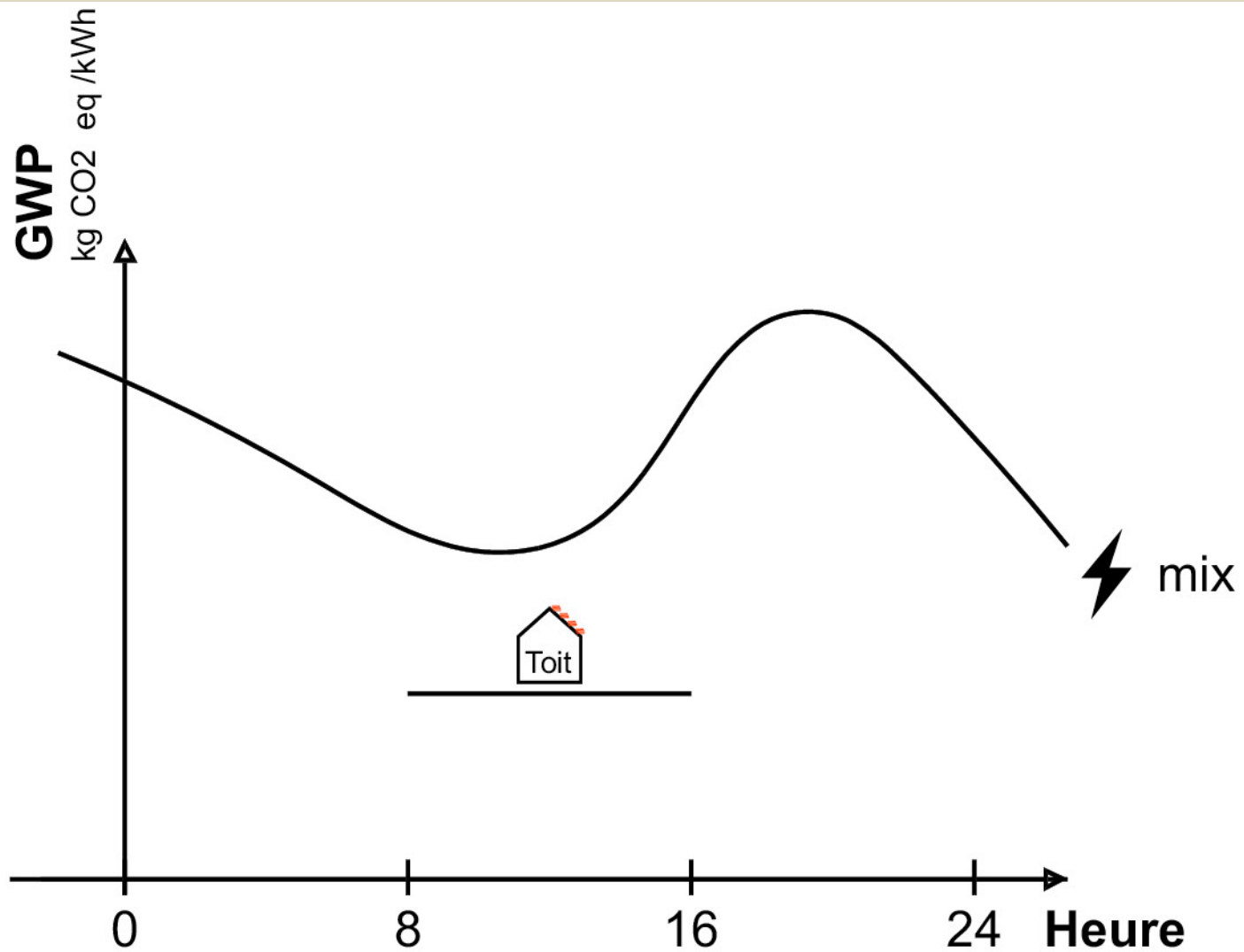


Source	kg CO <sub>2</sub> /an
MIX CH utilisateur	20'376
Electricité produite par PV	13'544
production CH à 20:00	5'943
production CH à 16:00	3'181

*Emission de CO<sub>2</sub> pour la demande d'électricité du Smart living lab*

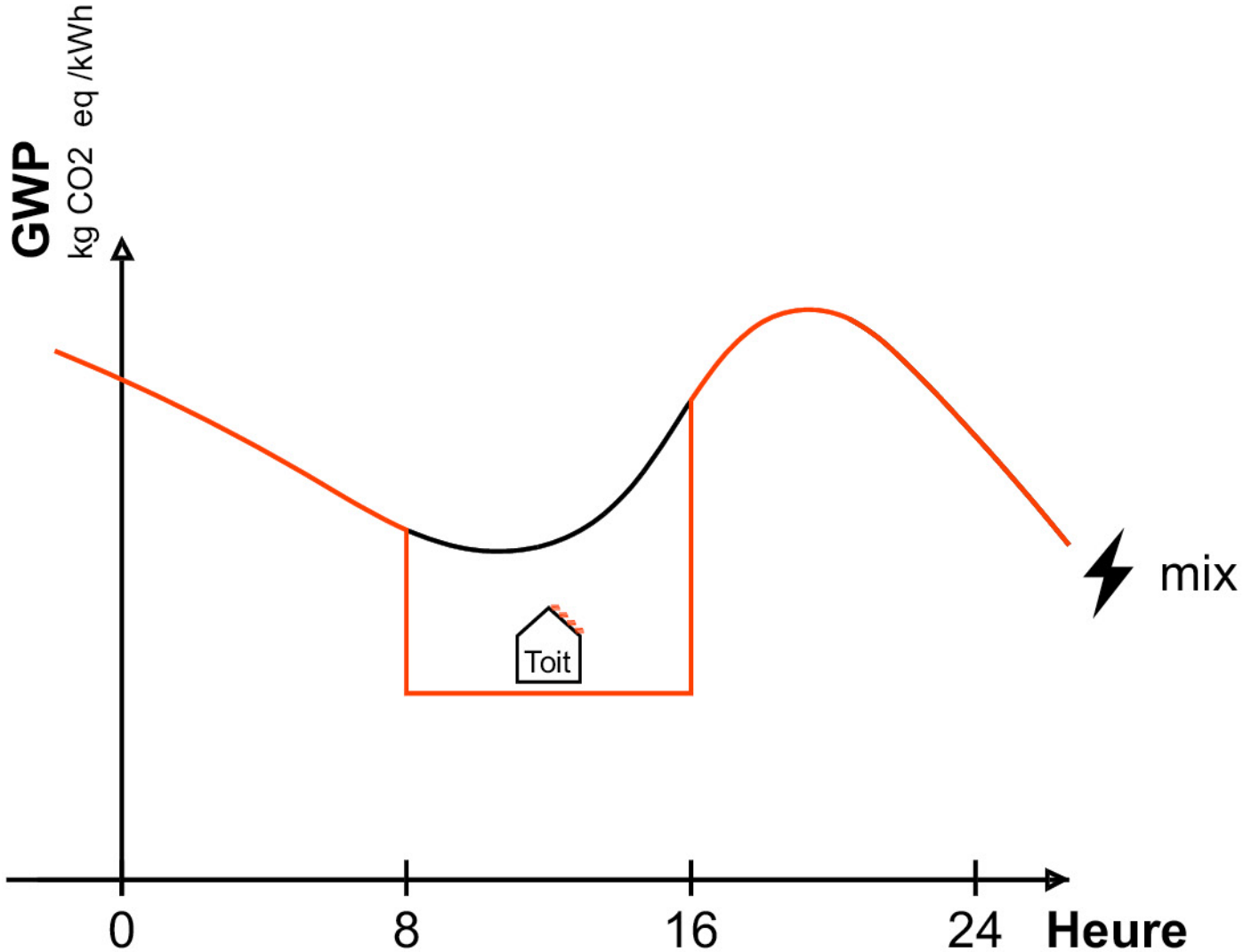
Une analyse dynamique du contenu carbone de l'électricité du réseau est nécessaire pour optimiser les choix en temps réel.

# Production - contenu carbone dynamique

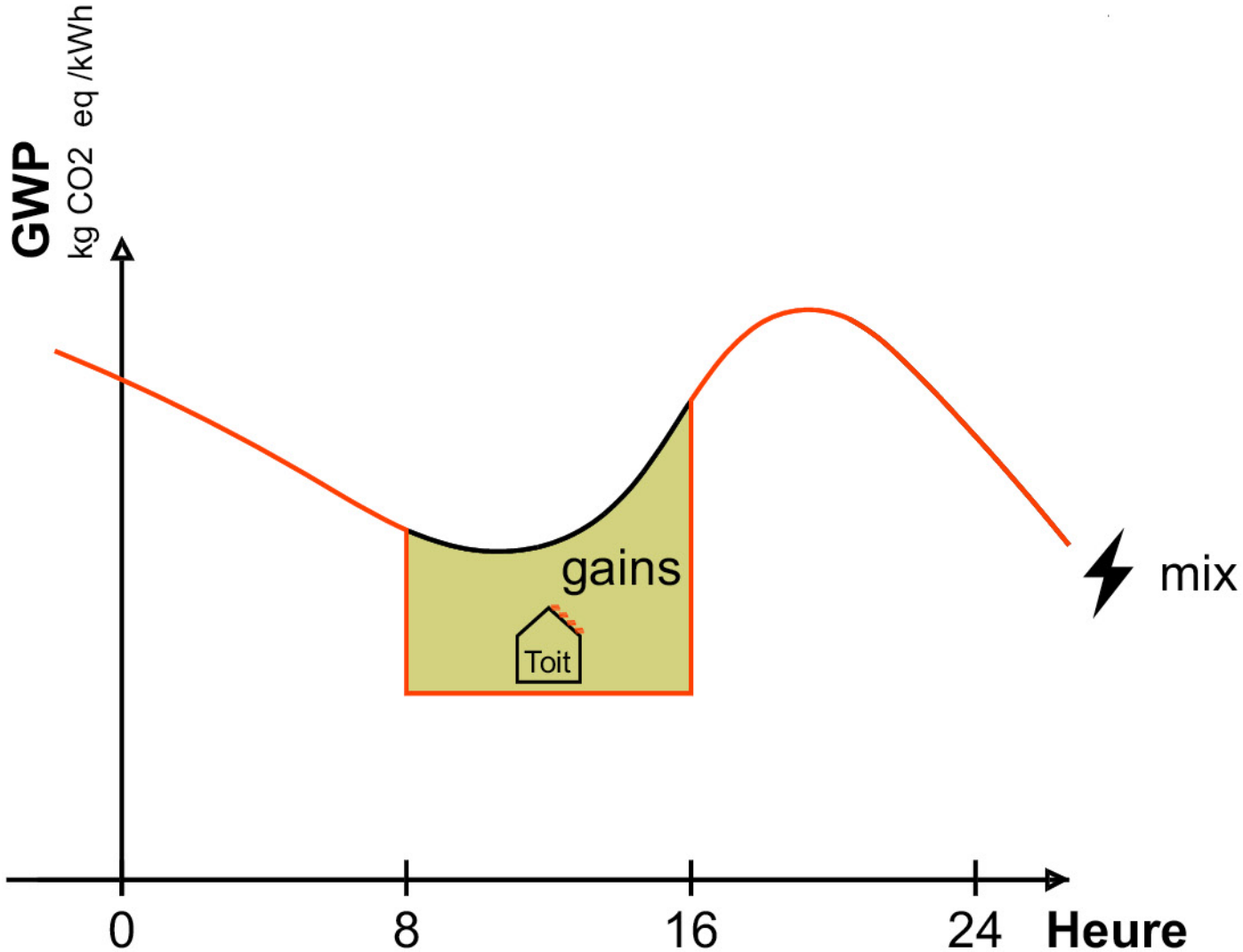




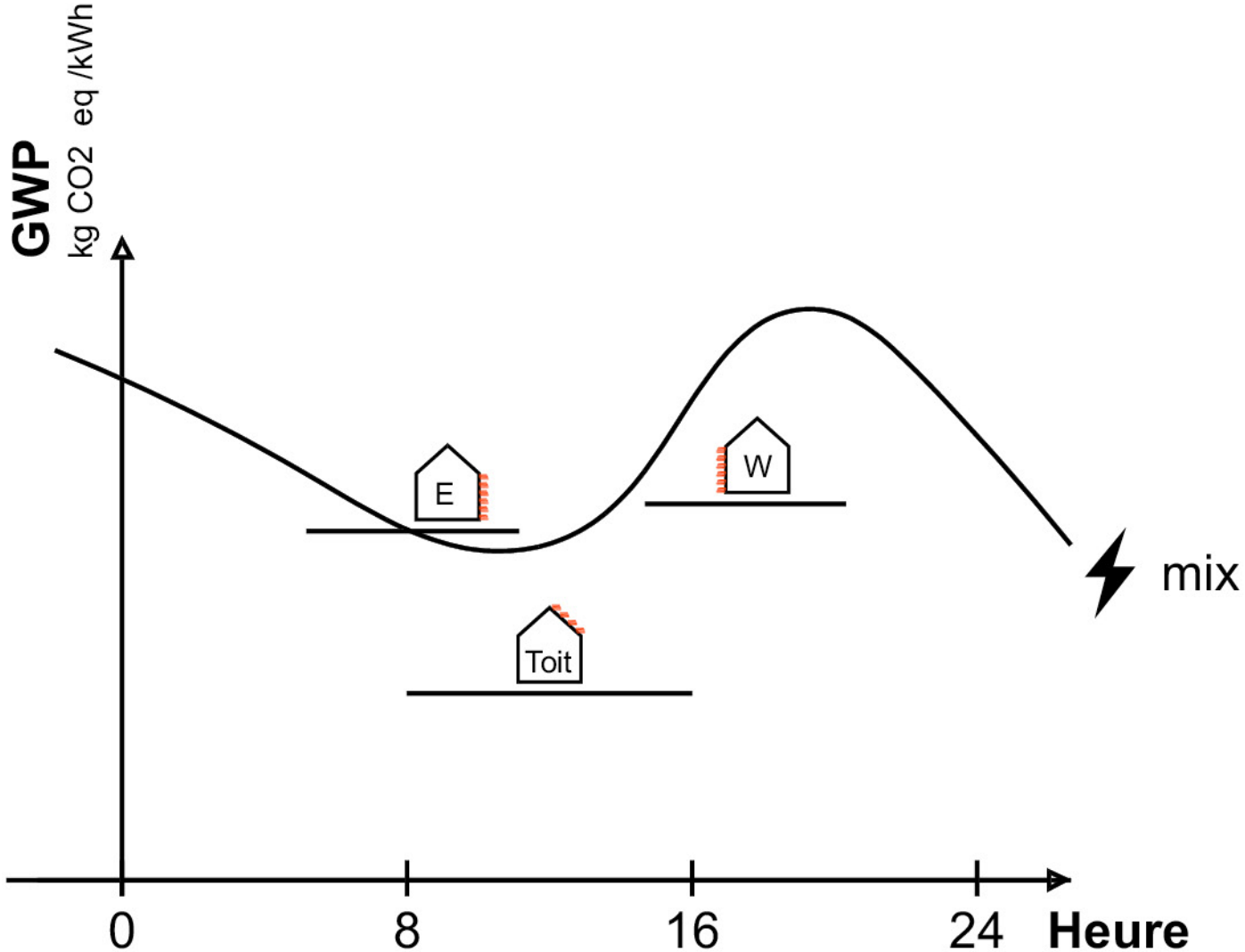
# Production - contenu carbone dynamique



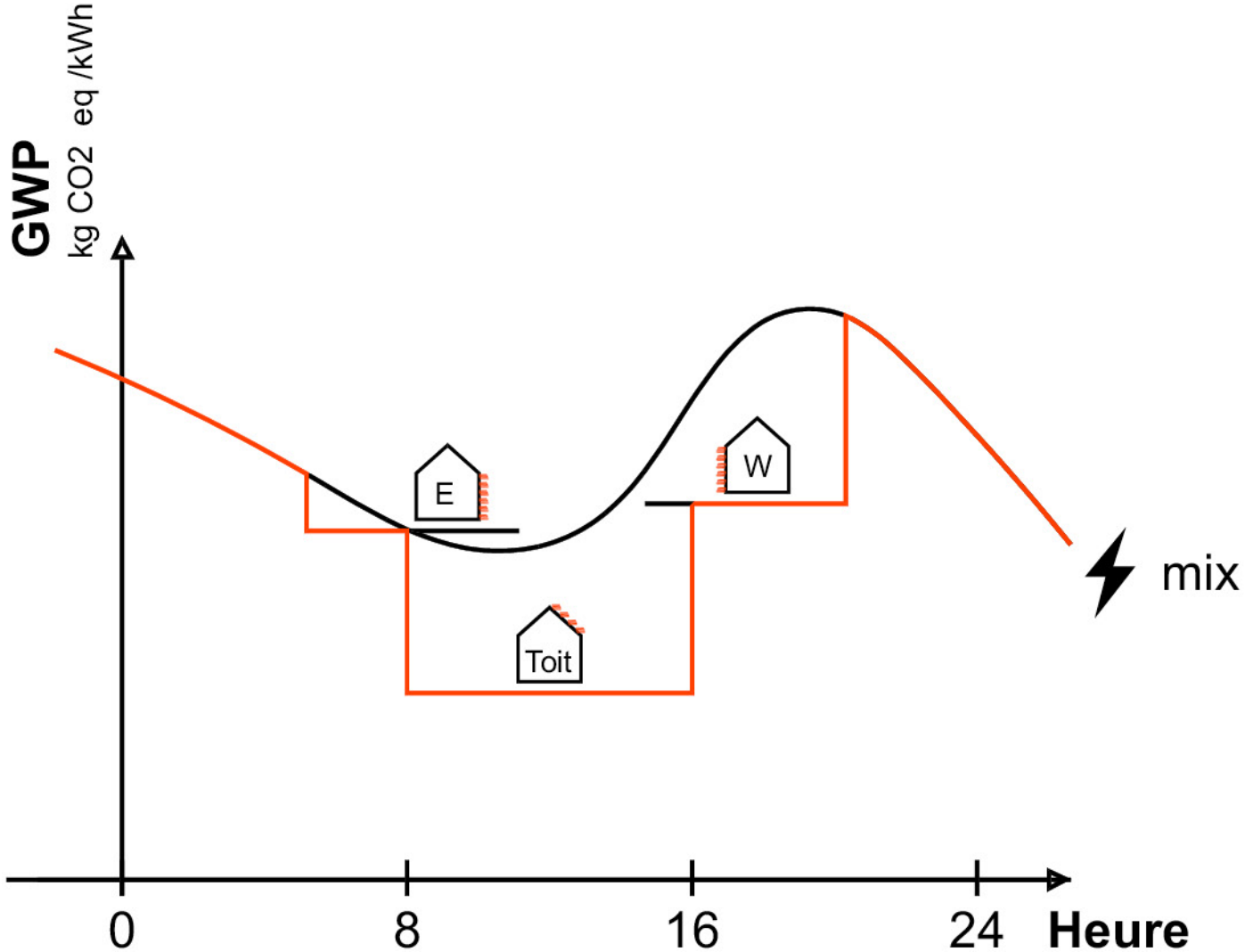
# Production - contenu carbone dynamique



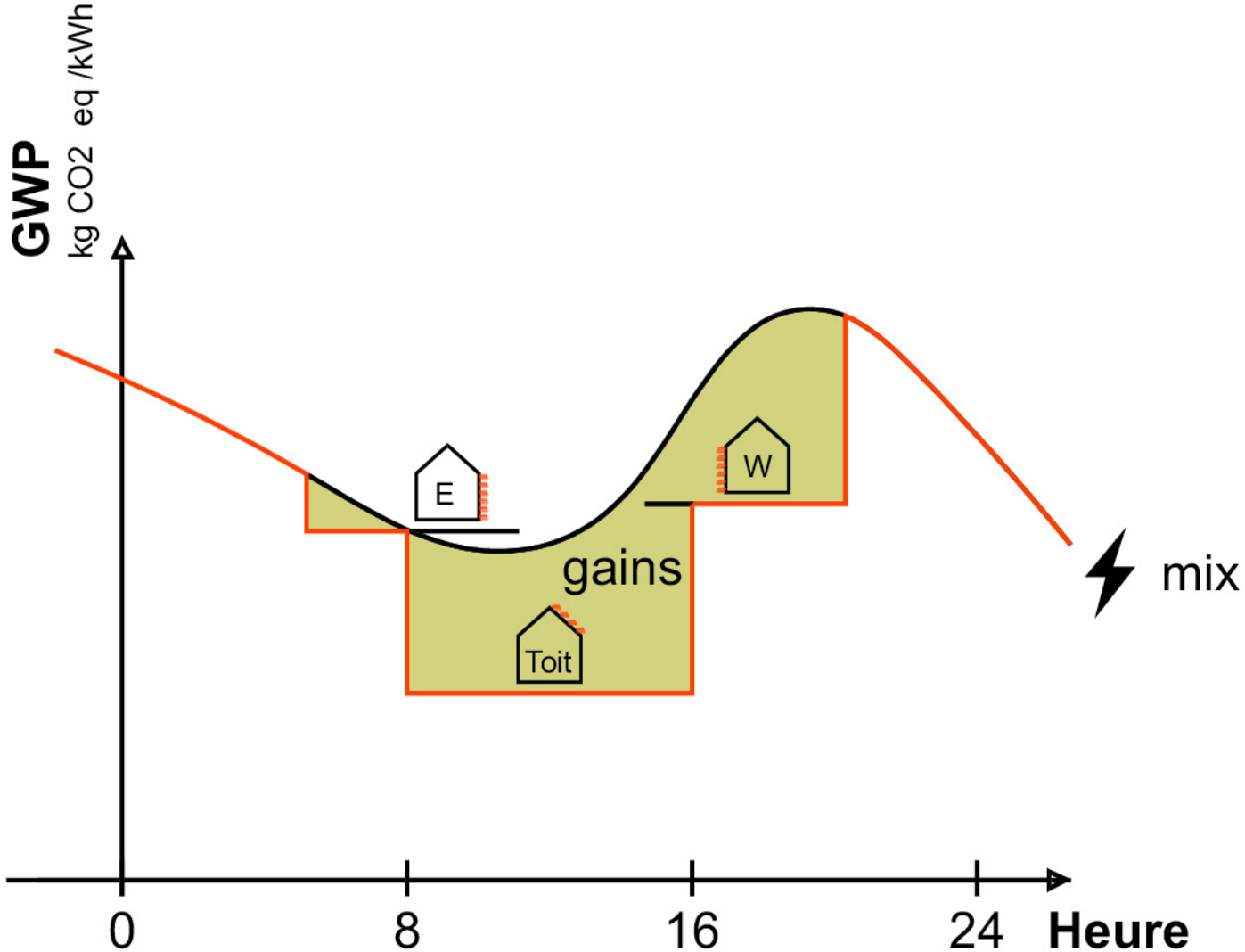
# Production - contenu carbone dynamique



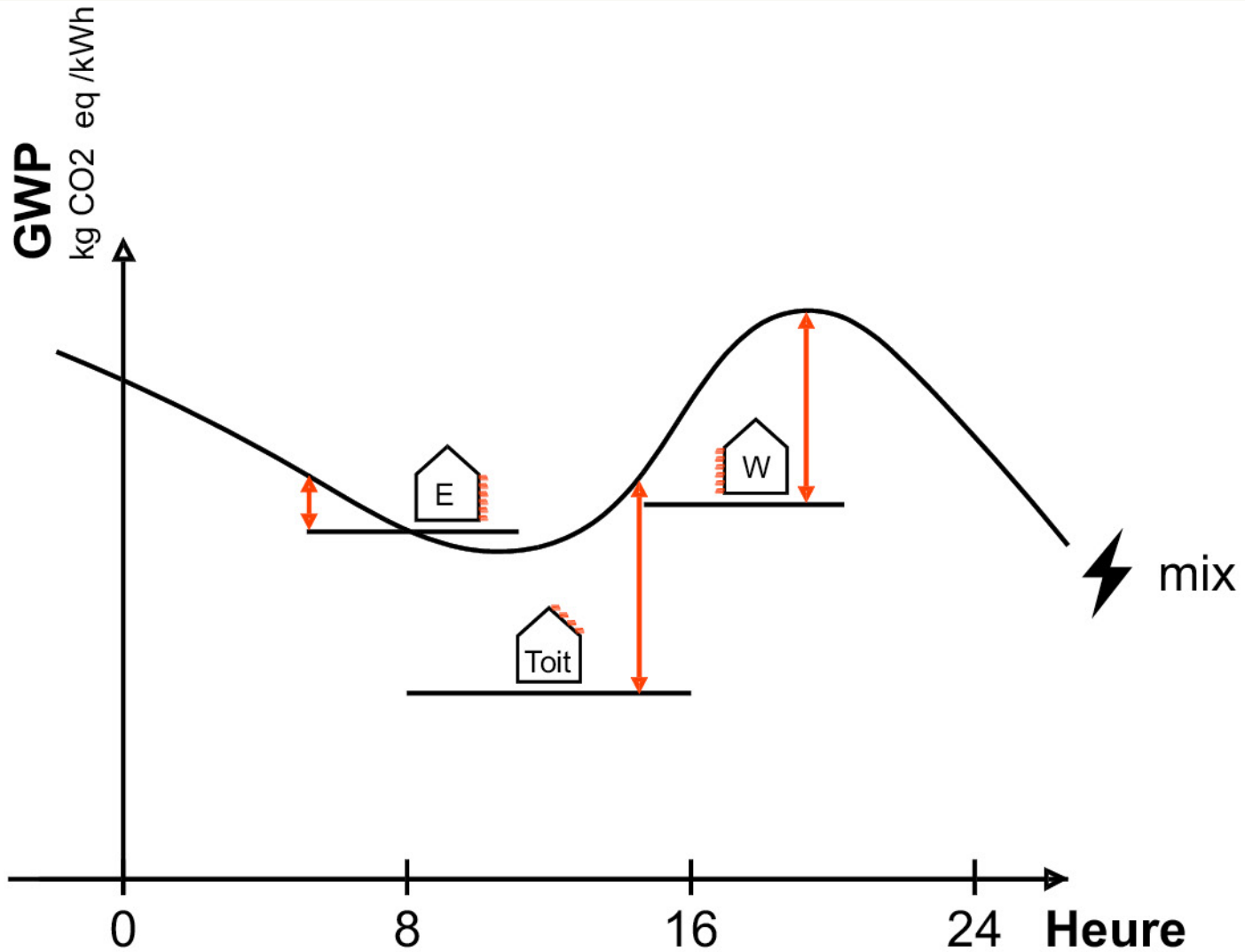
# Production - contenu carbone dynamique



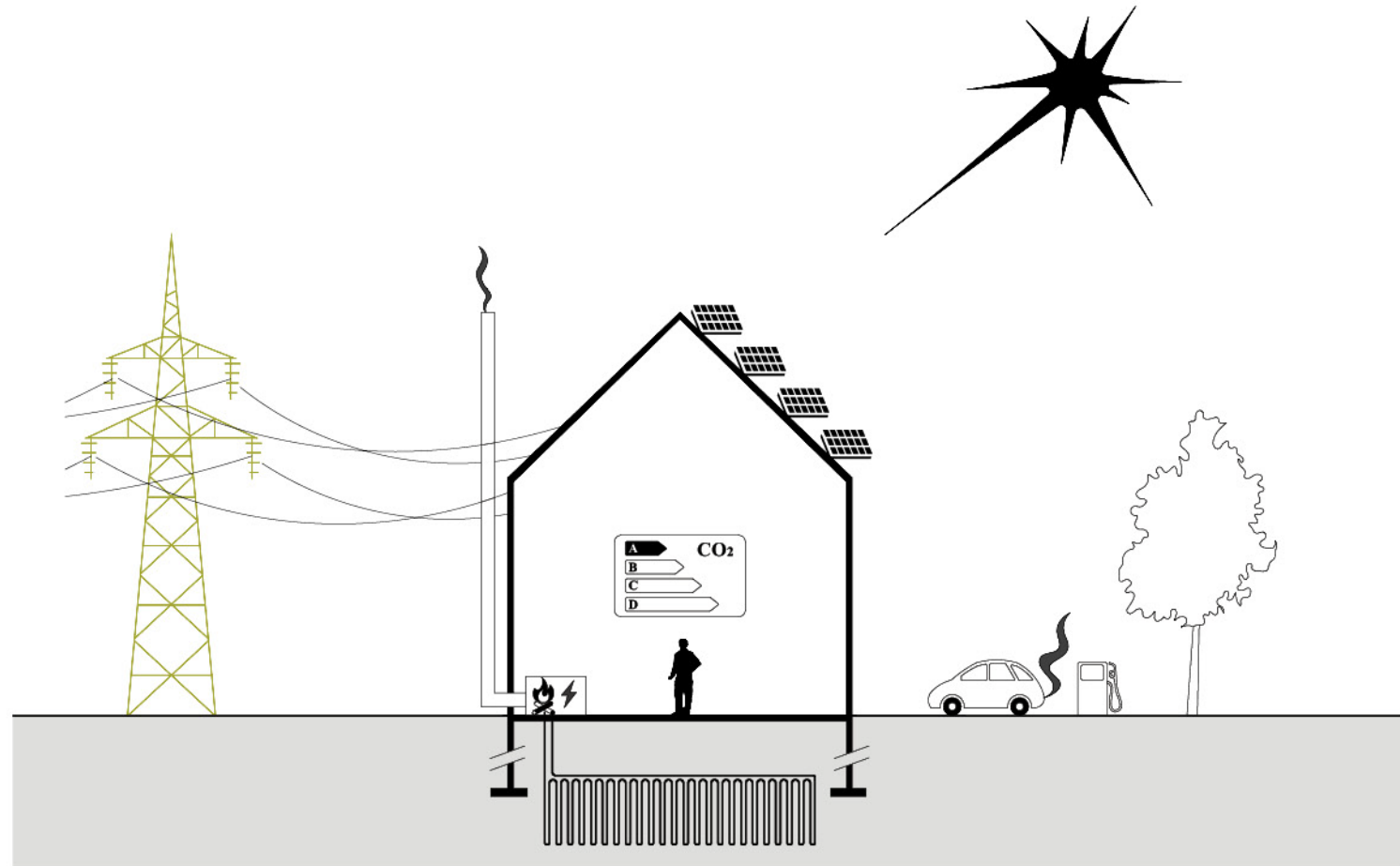
# Production - contenu carbone dynamique



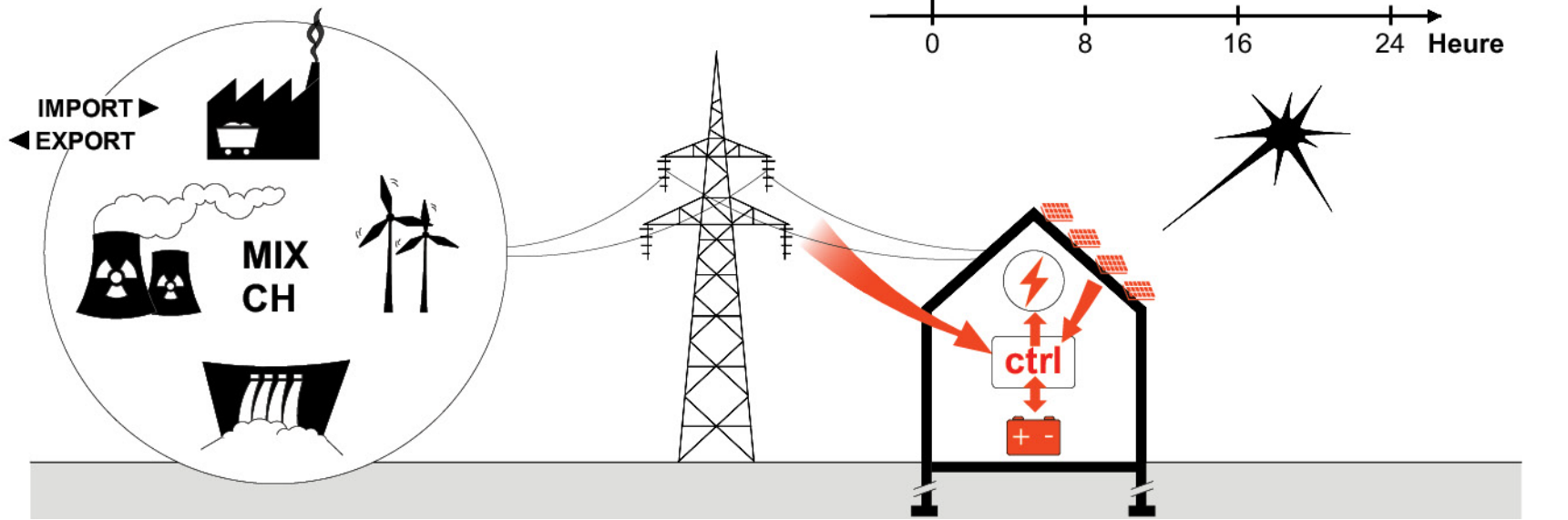
# Production - contenu carbone dynamique



# Introduction – Stratégie 2050

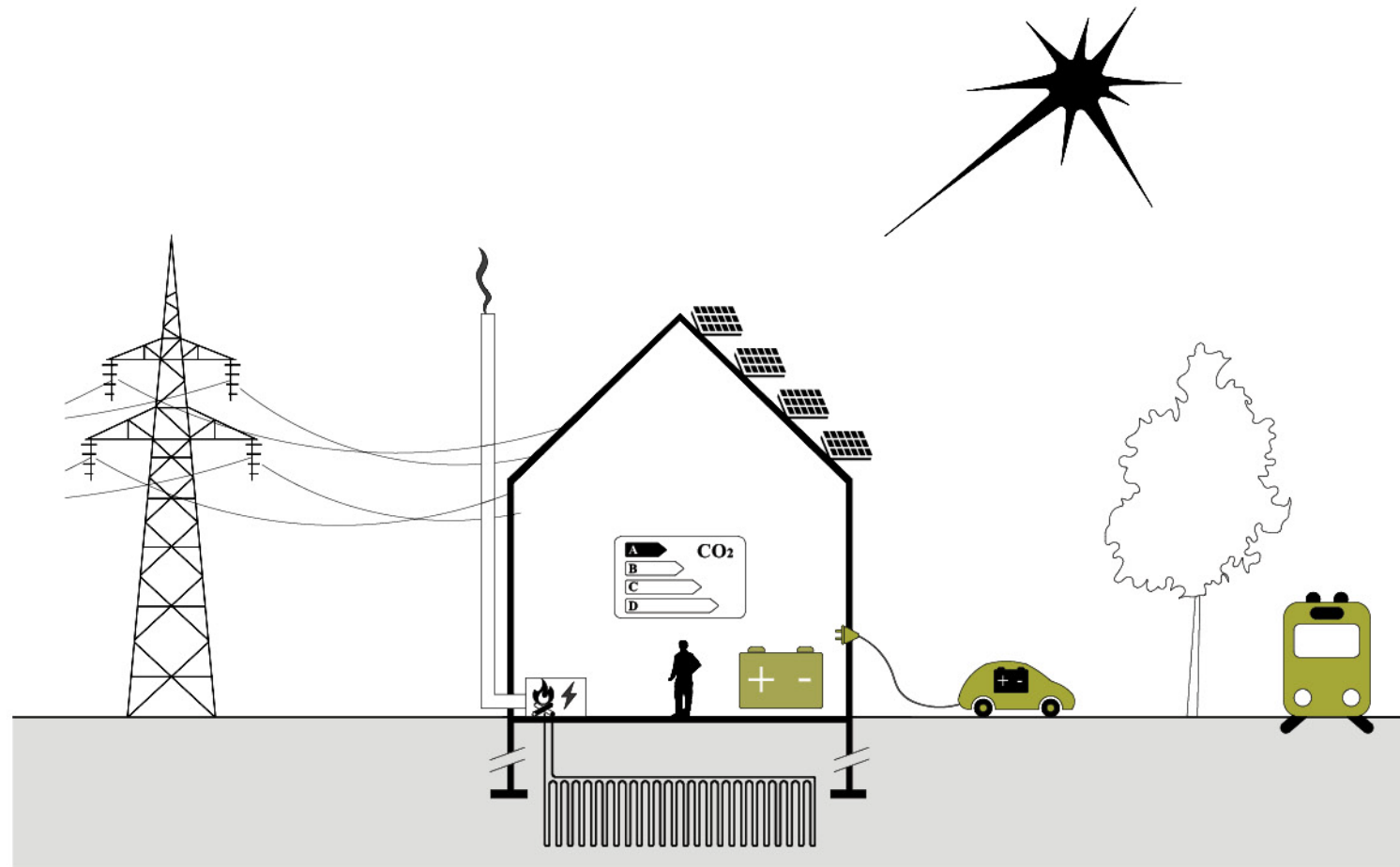


# Stockage – contenu dynamique





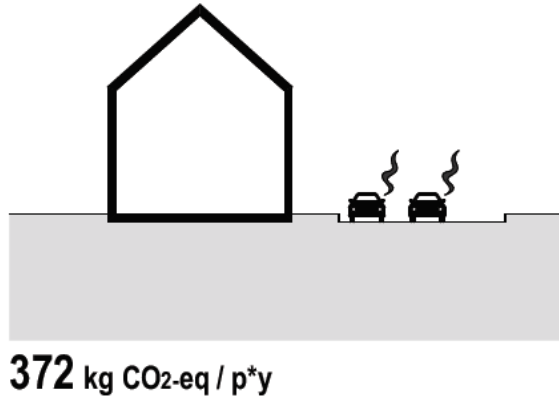
# Introduction – Stratégie 2050



# Mobilité: le poids de la voiture dans le bâtiment

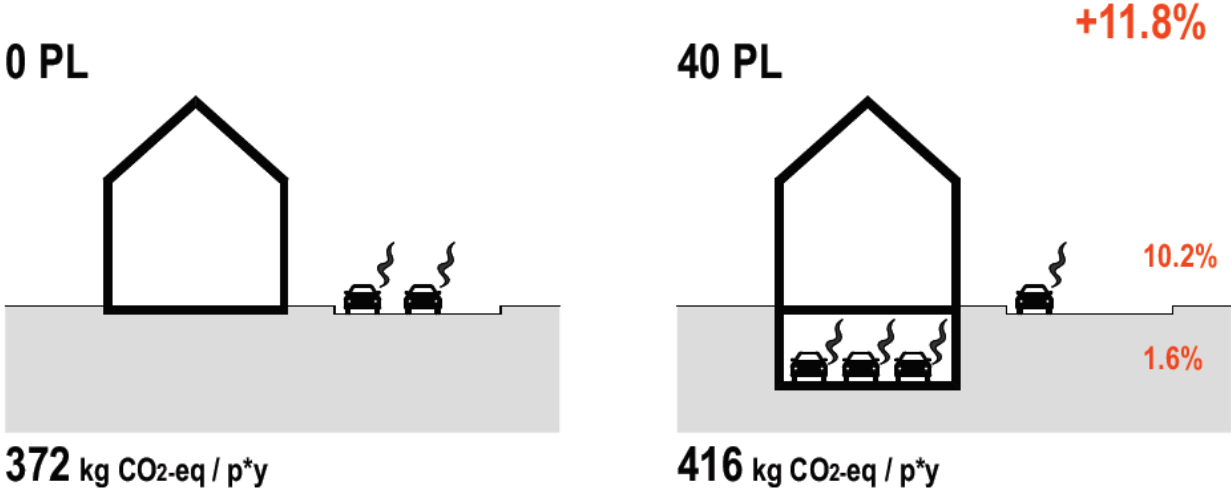
2015

0 PL



# Mobilité: le poids de la voiture dans le bâtiment

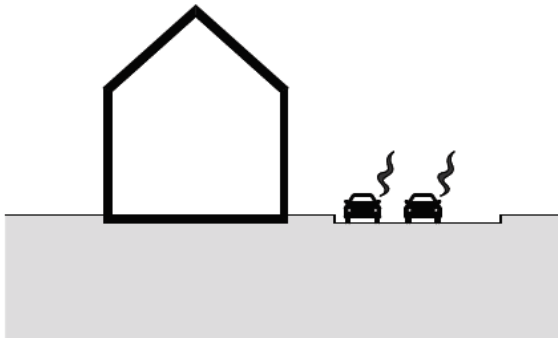
2015



# Mobilité: le poids de la voiture dans le bâtiment

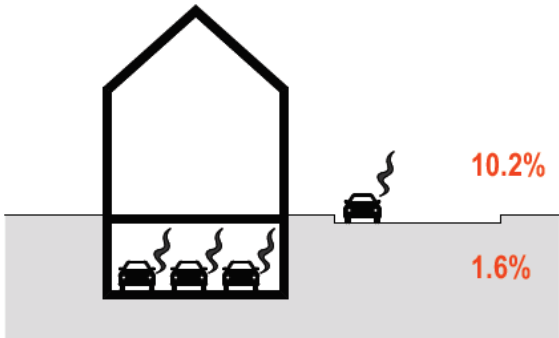
2015

0 PL



372 kg CO<sub>2</sub>-eq / p\*y

40 PL



416 kg CO<sub>2</sub>-eq / p\*y

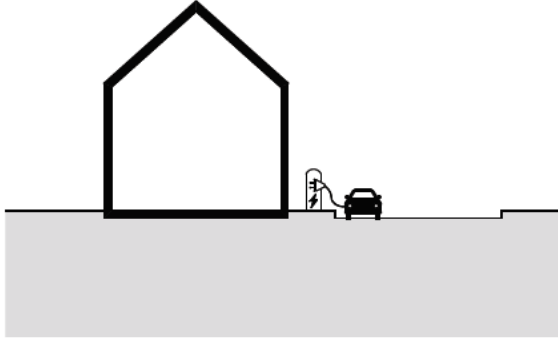
+11.8%

10.2%

1.6%

2050

0 PL

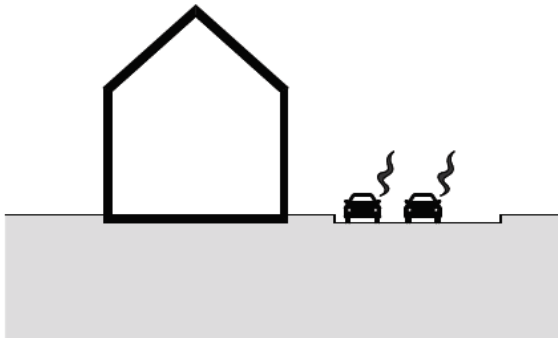


81 kg CO<sub>2</sub>-eq / p\*y

# Mobilité: le poids de la voiture dans le bâtiment

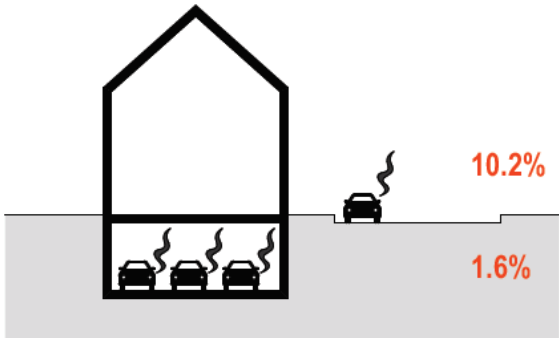
2015

0 PL



372 kg CO<sub>2</sub>-eq / p\*y

40 PL



416 kg CO<sub>2</sub>-eq / p\*y

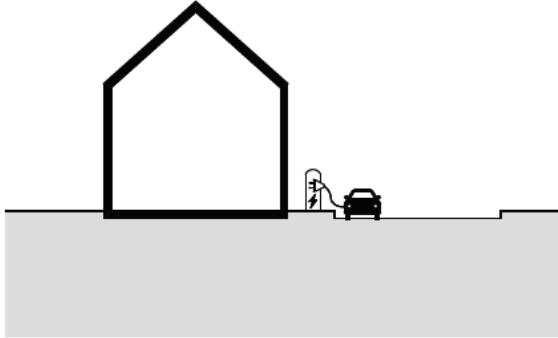
+11.8%

10.2%

1.6%

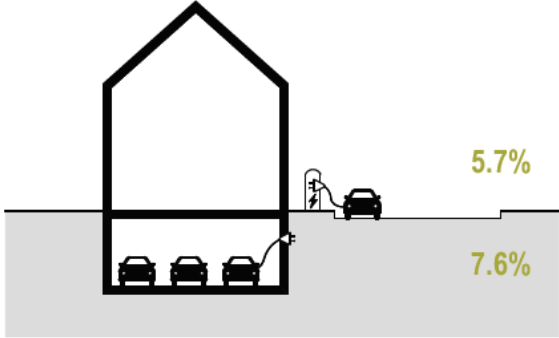
2050

0 PL



81 kg CO<sub>2</sub>-eq / p\*y

40 PL



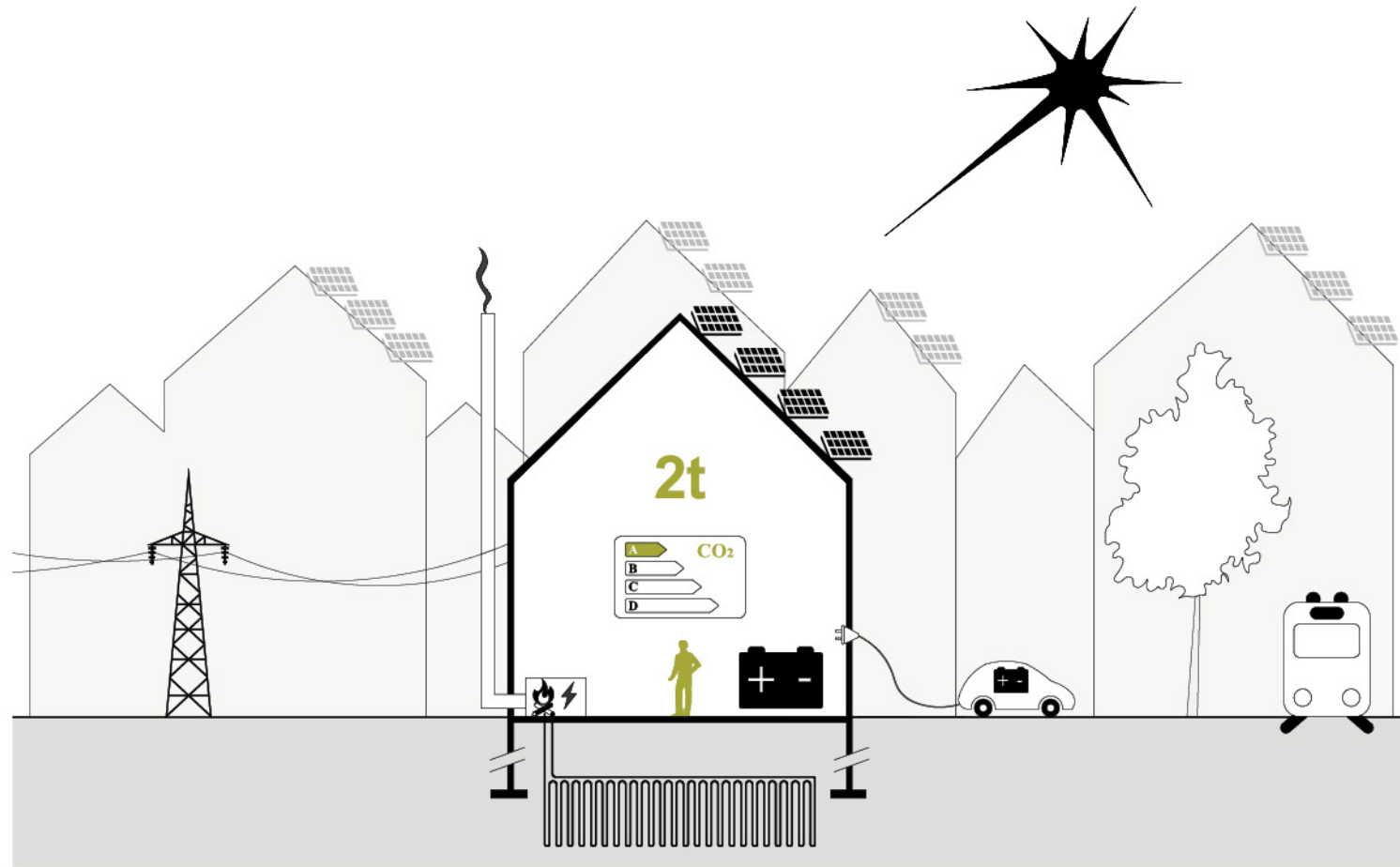
91 kg CO<sub>2</sub>-eq / p\*y

+12.3%

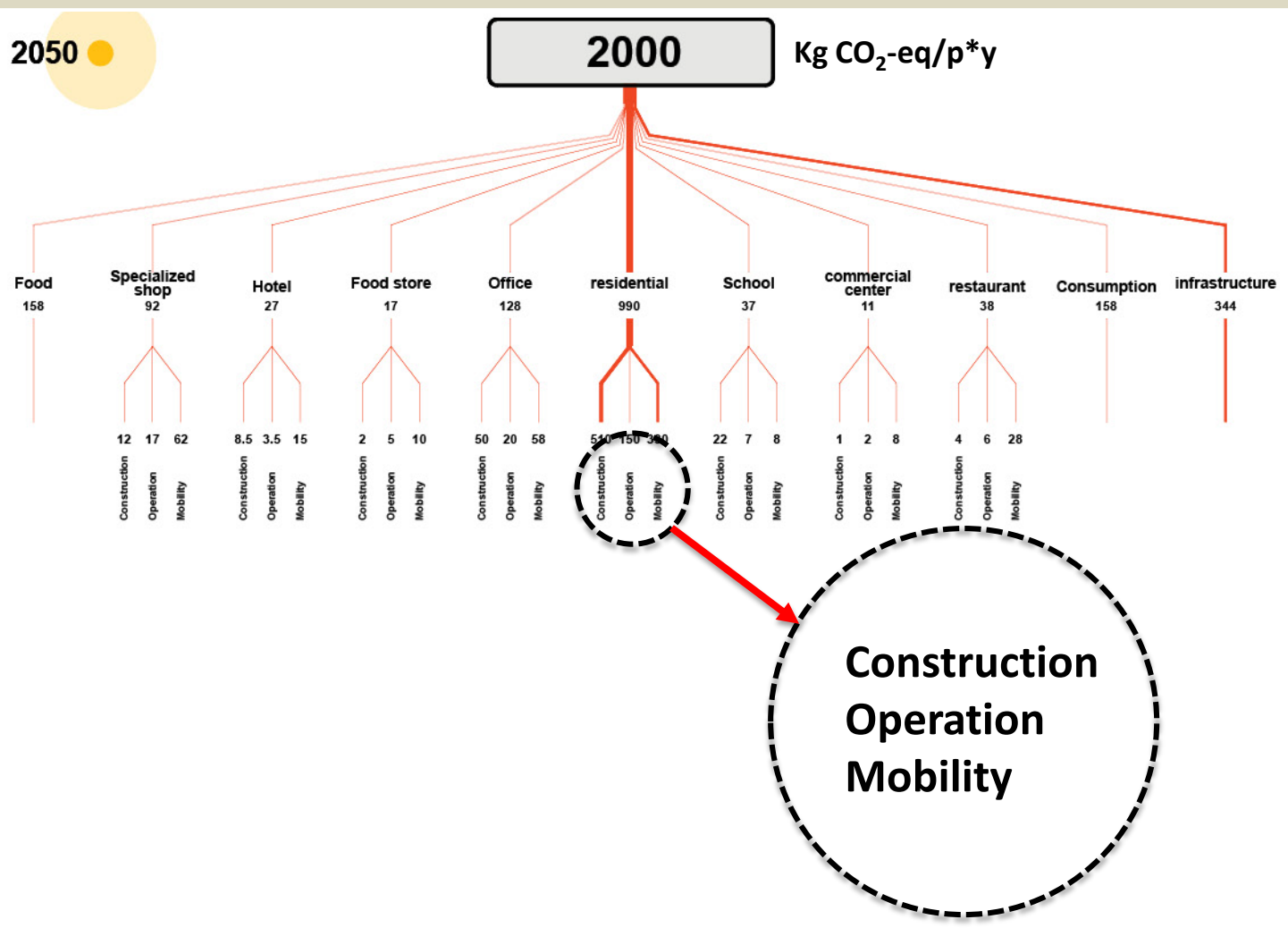
5.7%

7.6%

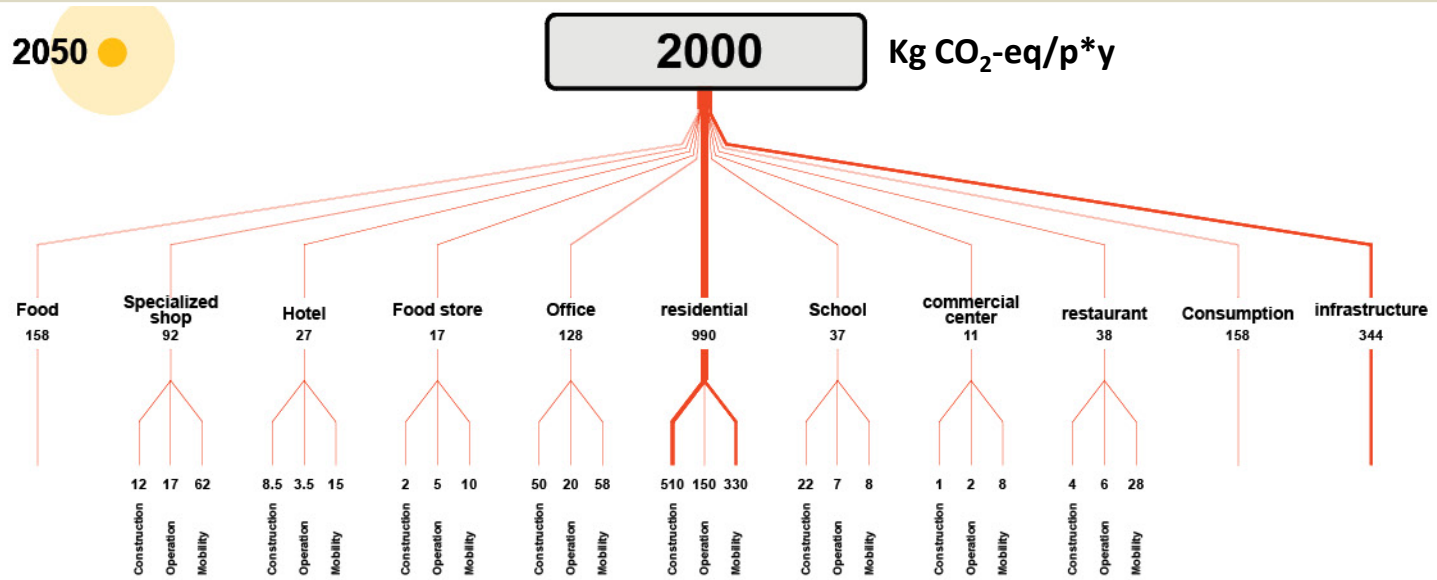
# Introduction – Stratégie 2050



# Introduction - Objectifs



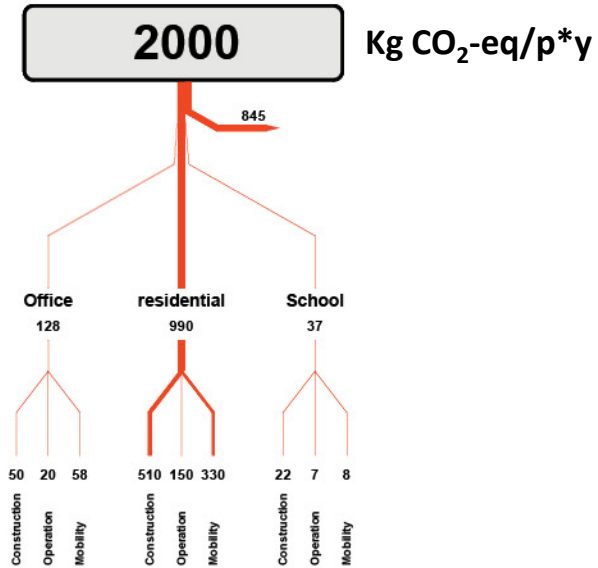
# Introduction - Objectifs





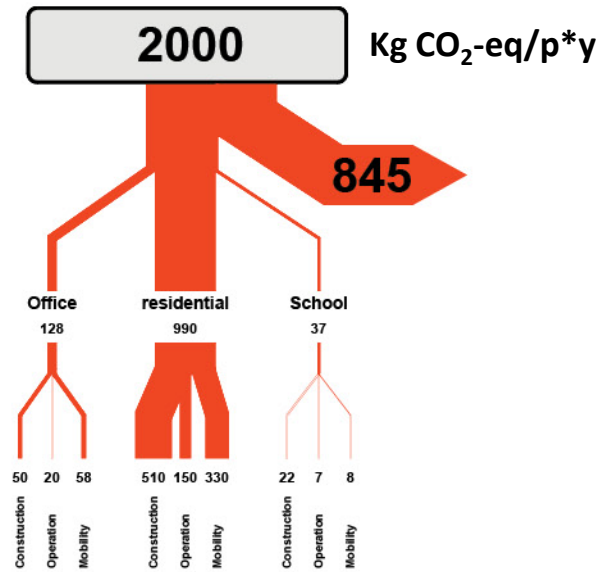
# Introduction - Objectifs

2050 ●

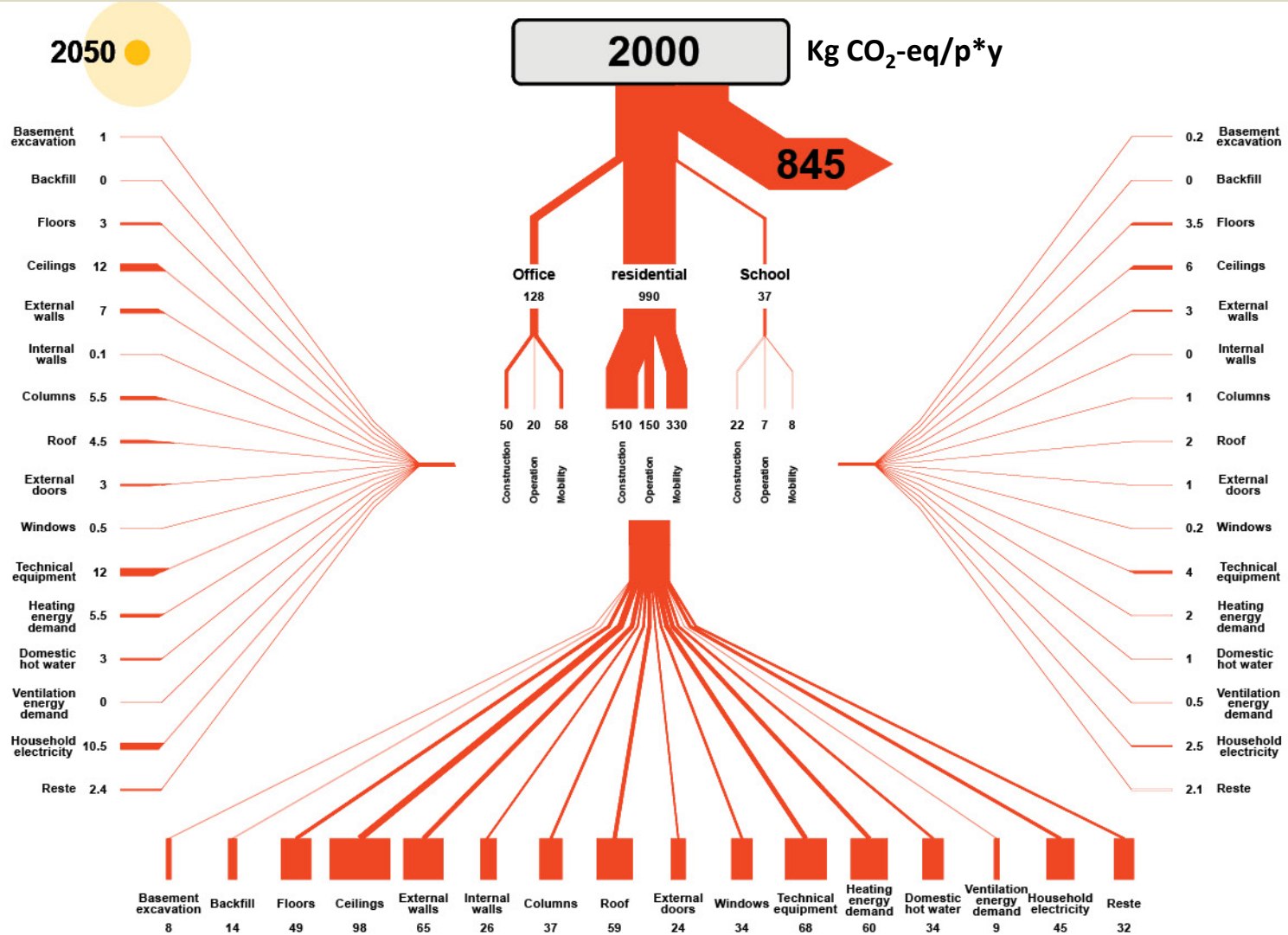


# Introduction - Objectifs

2050 ●



# Introduction - Objectifs



# Introduction – Organes vitaux

