

RE 2020 : Module E – Sensibilités Tertiaire

Contributeurs

2

Cette mallette a été élaborée avec :



Et financée par:



Sommaire

3

Partie 3 : Bureaux

Partie 4 : Enseignements



Légendes

4

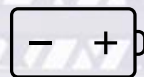


Zone climatique étudiée

INDICATEURS



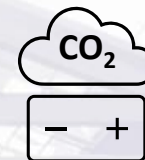
Bbio
Points



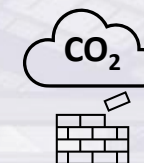
Cep
kWh_{ep}/m²sref.an



Cep,nr
kWh_{ep}/m²sref.an



Ic Energie
kgCO₂/m²sref.50ans



Ic Construction
kgCO₂/m²sref.50ans



DH
C°h.an



Précautions

5

Ces sensibilités ont été réalisées sur des typologies précises et ne sont pas forcément extrapolables.

Les prestations indiquées dans ce diaporama sont des exemples parmi d'autres, permettant de répondre aux exigences de la RE2020 et de multiples solutions techniques peuvent répondre aux exigences.

La base de données INIES est en permanente évolution avec l'ajout/modification des fiches FDES/PEP et DED. Les simulations présentées sont amenées à évoluer lorsque de nouvelles déclarations environnementales seront disponibles.

Date des simulations : juin-septembre 2022 – Version Maestro énergie E1.001

Les seuils ont été calculés sans Mided.

Sommaire

6

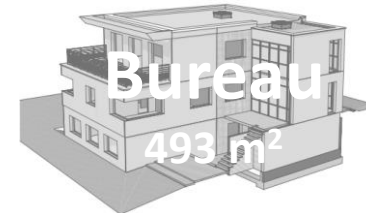
Partie 3 : Bureaux

« petit » 493m²

« grand » 4125m²

Partie 4 : Enseignement

Caractéristiques bâtiment



7



Typologie

Bureau



Surface utile

493 m²



Exposition au bruit

BR1



Type de toiture

toiture terrasse non accessible et une partie accessible



Système constructif

Béton + Isolation intérieure



Parking

Aérien



Ascenseur

NON



Part de surface vitrée

1/5^{ème} surface utile

Compacité

(m² S_{déperds}/SU) = 1,65

Nombre d'étages

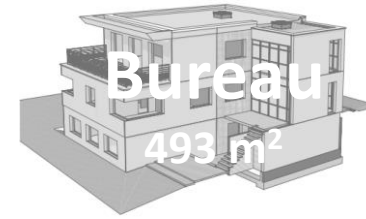
R+2



RE 2020



Enveloppe et systèmes « STD-2020 »



8



Toiture terrasses inaccessibles

Dalles béton + 18 cm TH22 ($R = 8,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



Toiture terrasses accessibles

Dalles béton + 12 cm TH22 ($R = 5,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



Murs extérieurs

Béton banché + ITI par 14 cm $\lambda=0,030$ ($R = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



Perméabilité à l'air par

$1 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$



Planchers intermédiaires

Plancher béton + $L9 = 0,6 \text{ m} \cdot \text{K/W}$ (55% de rupteurs $\psi = 0,25$ sur les PLI)



Planchers sur sous-sol

15 cm de flochage sous dalle
($R = 4,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) +
Isolation sous chape 4,8 cm TH22
($R = 2,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



Fenêtres, Portes-fenêtres

Double vitrage
 $U_w = 1,4 \text{ W/K} \cdot \text{m}^2$ $S_w=0,45$ $TI=0,55$

Stores extérieurs gestion manuelle non motorisée



Ventilation

Double-flux avec rendement échangeur = 75%

Étanchéité du réseau : Classe A



Chauffage et ECS

Chauffage : PAC air/eau

ECS : Ballon électriques

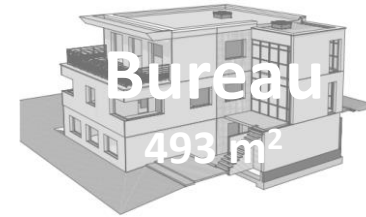
Émetteurs:

Si refroidissement : Ventilateurs-convecteurs

Sinon : radiateurs

VT : $0,4^\circ\text{C}$

Enveloppes optimisées



9

STANDARD RE2020 (STD-2020)



ENVELOPPE OPTIMISEE - Energie
ossature bois (Opti-FOB)



Murs extérieurs

Béton banché + ITI par 14 cm $\lambda=0,030$ ($R = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

Façade ossature bois

14 cm $\lambda=0,038$ entre montants + 8 cm $\lambda=0,032$ intérieur ($R=6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



Planchers intermédiaires

Plancher béton + Rupteurs thermiques / Planelles
 $L9 = 0,6 \text{ W/m.K}$

Traitement par le mur ossature bois $L9 = 0,17 \text{ W/m.K}$

Planchers bas

15 cm de flocage sous dalle ($R = 4,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) +
sous chape 4,8 cm $\lambda=0,022$ ($R = 2,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

Idem STD-2020



Toiture terrasse accessible et inaccessible

18 cm $\lambda=0,022$ ($R = 8,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)
Dalles béton + 12 cm $\lambda=0,022$ ($R = 5,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

20 cm $\lambda=0,022$ ($R = 9,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)
Dalles béton + 12 cm $\lambda=0,022$ ($R = 5,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



Perméabilité à l'air

1 m³/h.m²

Idem STD-2020



Fenêtres, Portes-fenêtres

$U_w = 1,4 \text{ W/K.m}^2$ $Sw=0,45$ $Tl=0,55$

$U_w = 1,3 \text{ W/K.m}^2$ $Sw=0,45$ $Tl=0,58$

Autres

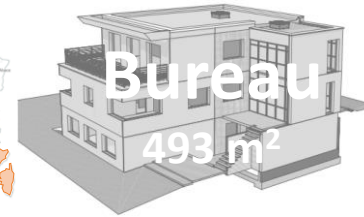
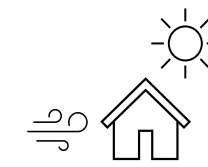
Classe A

H3 : vitrage à contrôle solaire au Sud

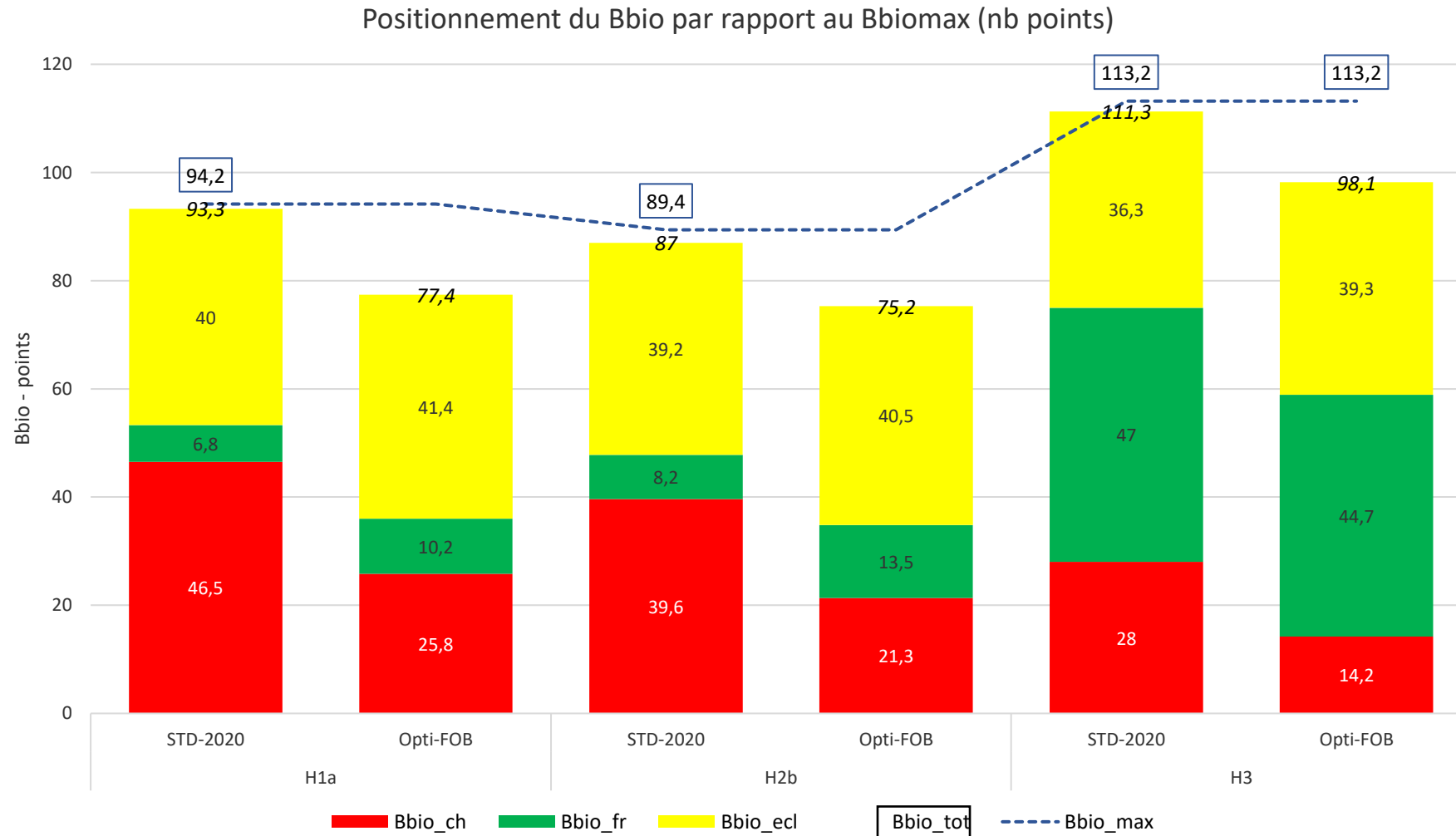
Classe B

H3 : vitrage à contrôle solaire au Sud

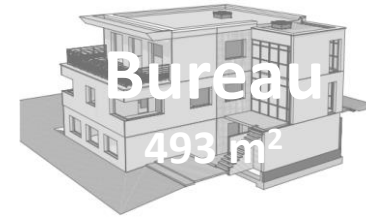
Variantes - Enveloppe



10



Sensibilités - Energie



11

Niveaux d'isolation

Systèmes énergétiques (avec et sans refroidissement)

Indicateurs étudiés par variantes

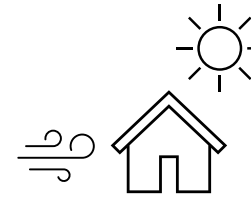


Enveloppe standard
(STD-2020)

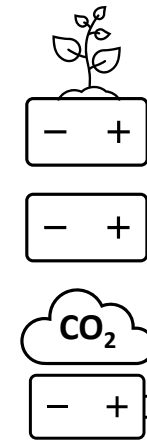


Enveloppe optimisée
Bois (Opti-FOB)

PAC air/eau réversible (COP=3,01) (EER = 2,63)
DRV réversible (COP=3,54) (EER = 1,94)
PAC réversible eau de nappe /eau (COP=3,74) (EER = 3,91)
Chaudière gaz condensation + Groupe froid (EER = 2,76)
RCU 0%ENR (210 gCO_{2eq}/kWh) + RFU (20 gCO_{2eq}/kWh)
RCU 50%ENR (112 gCO_{2eq}/kWh) + RFU (20 gCO_{2eq}/kWh)
RCU 70%ENR (77 gCO_{2eq}/kWh) + RFU (20 gCO_{2eq}/kWh)
Effet Joule + groupe froid (EER = 2,76)

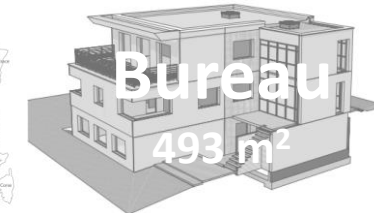
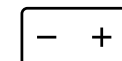
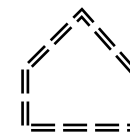


Niveau d'isolation

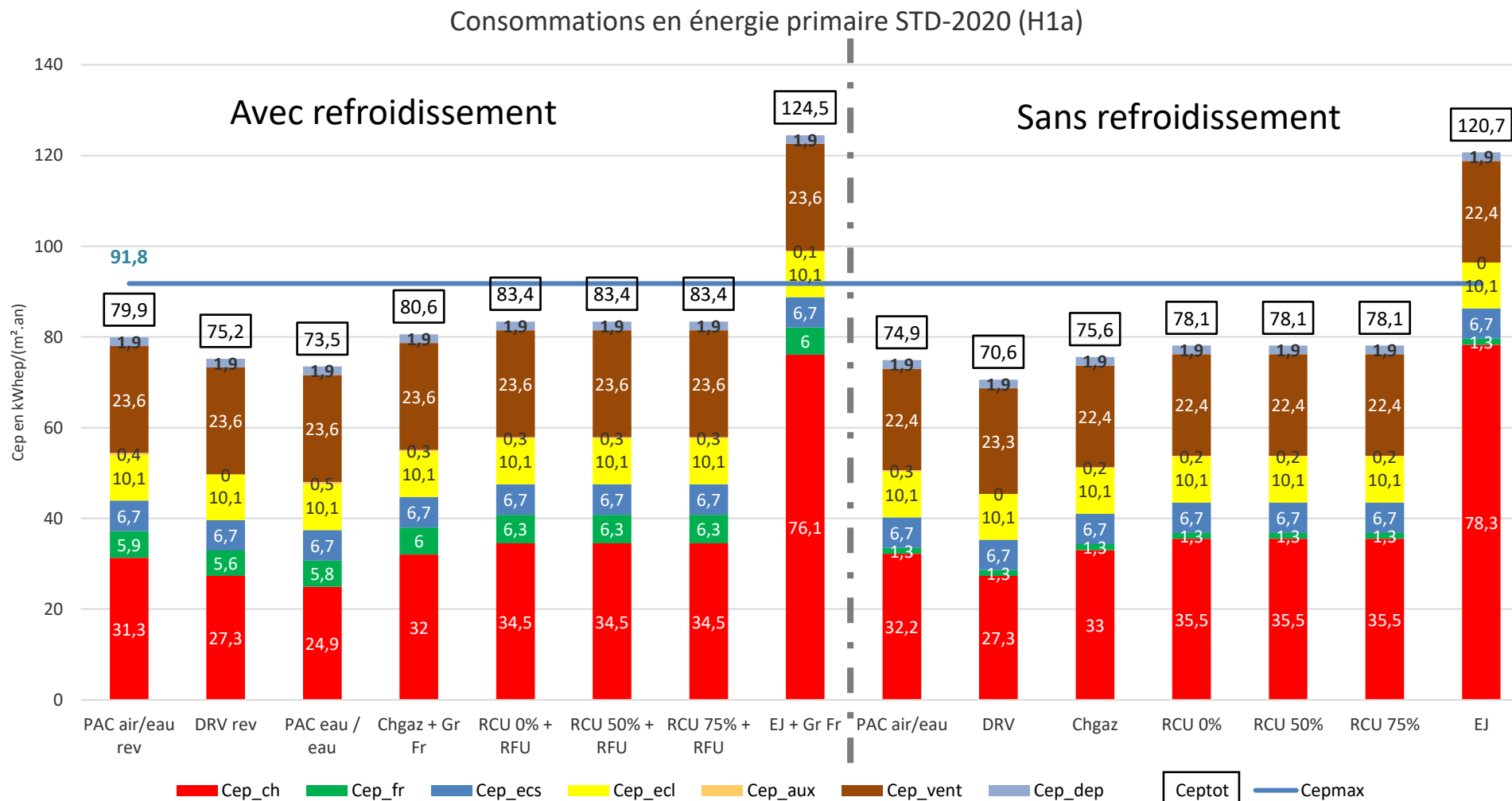


Niveau d'isolation
Systèmes énergétiques

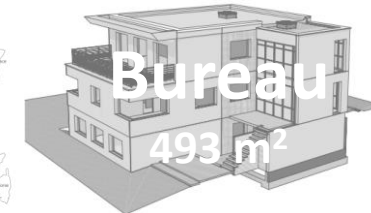
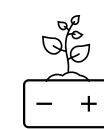
Variantes – Systèmes énergétiques



12

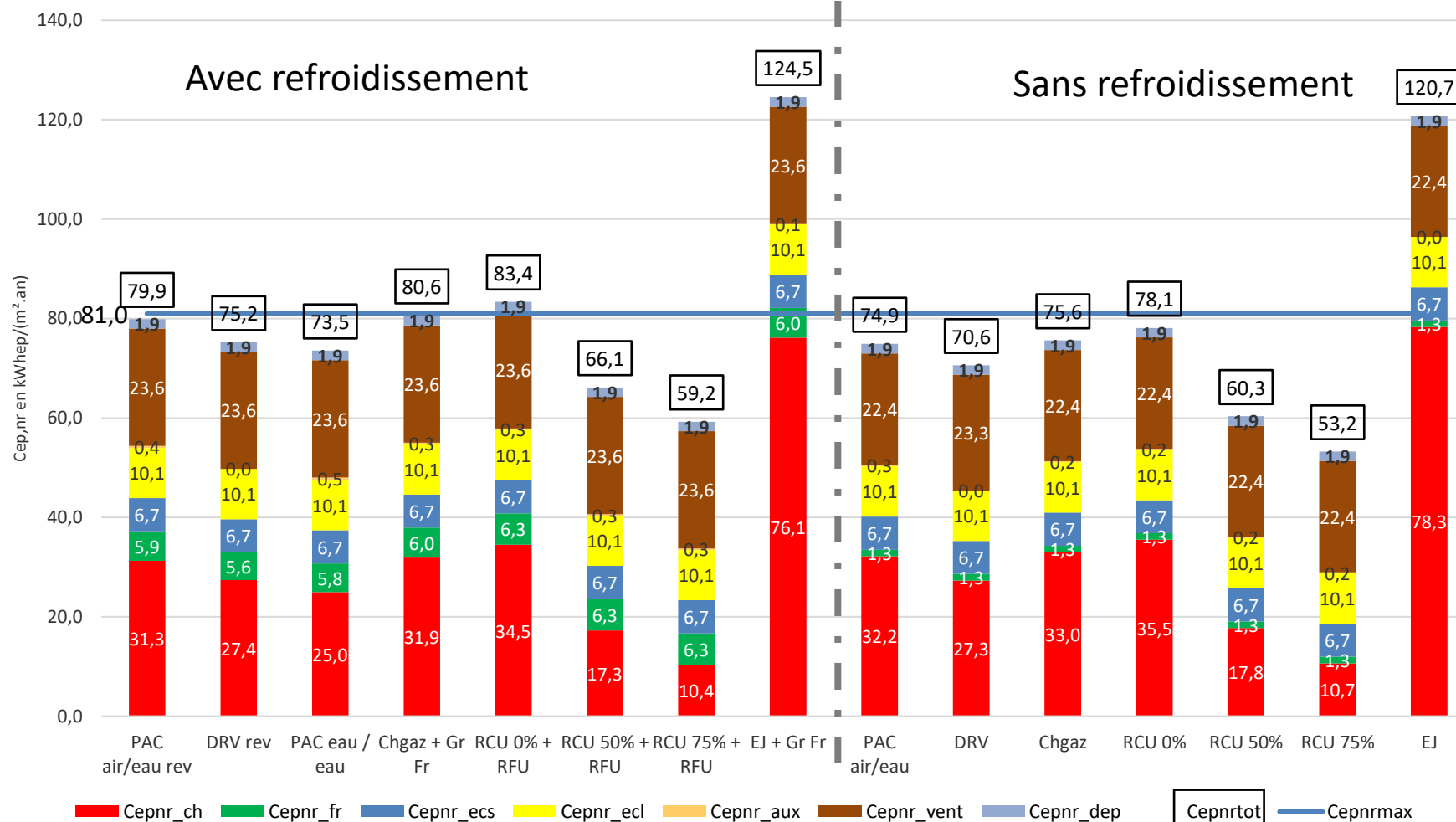


Variantes – Systèmes énergétiques



13

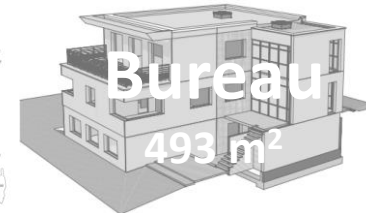
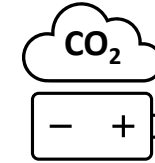
Consommations en énergie primaire non renouvelable STD-2020 (H1a)



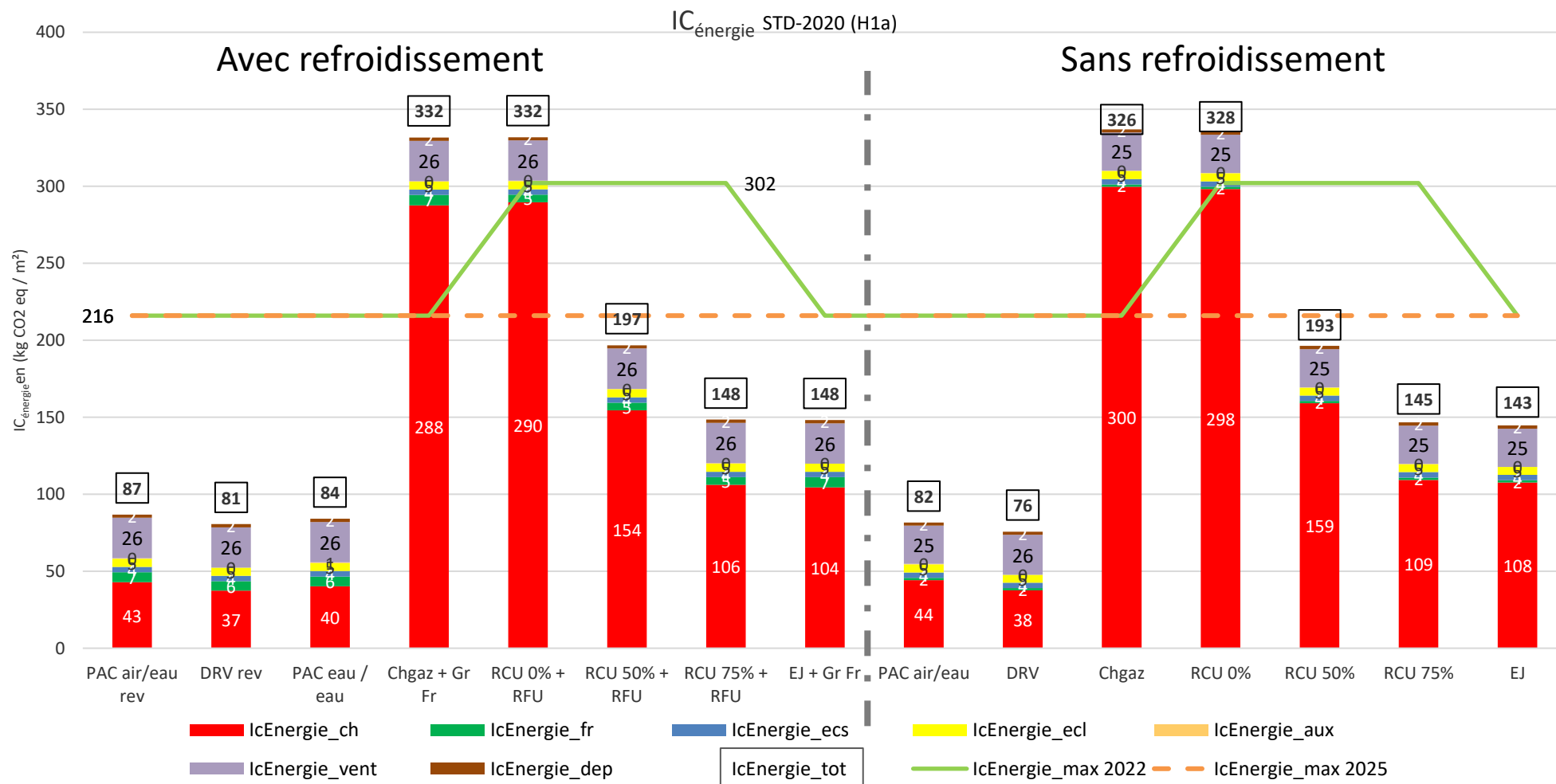
RE 2020



Variantes – Systèmes énergétiques



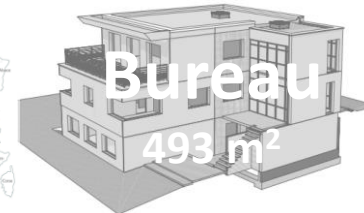
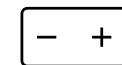
14



RE 2020

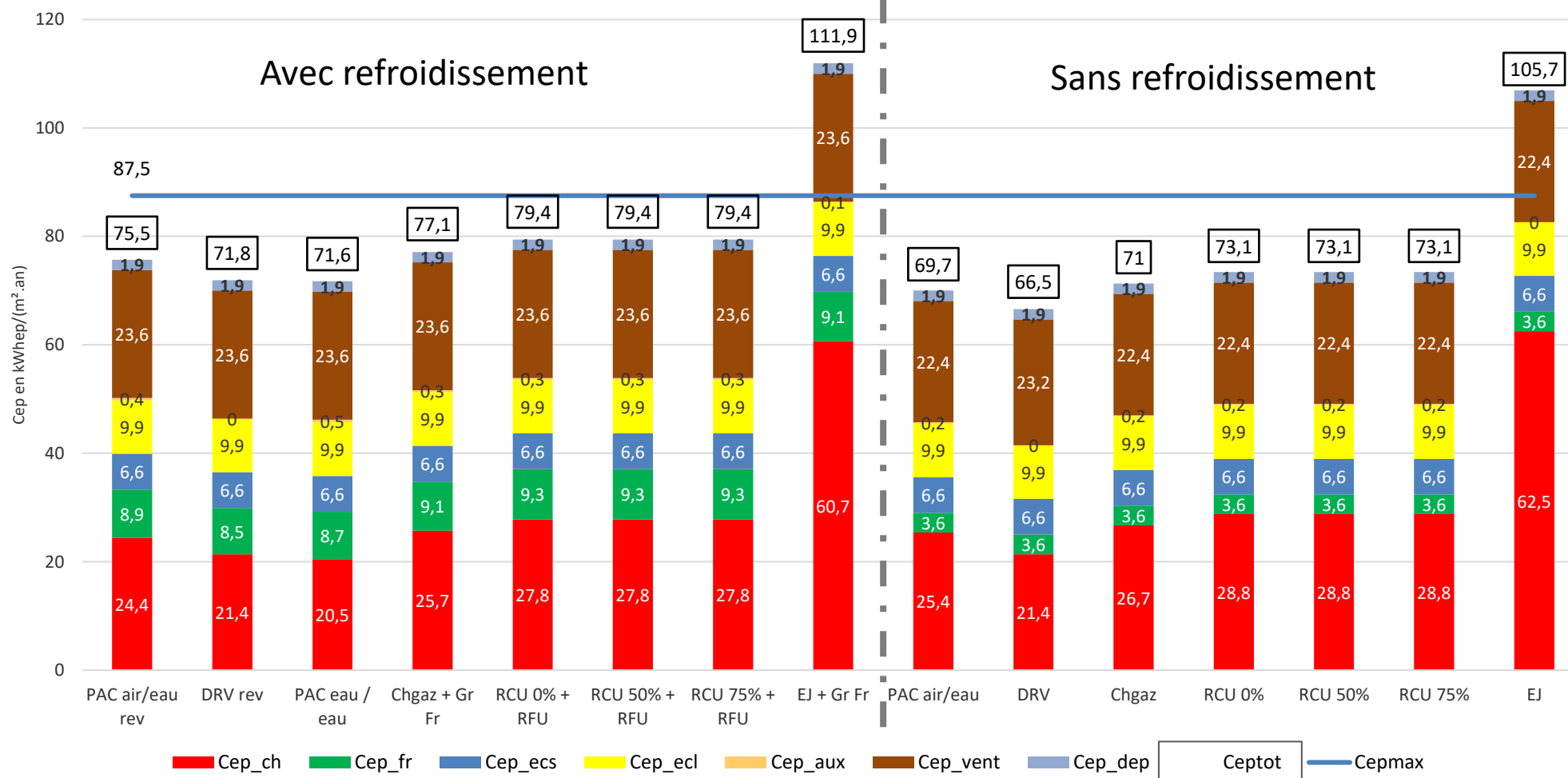


Variantes – Systèmes énergétiques

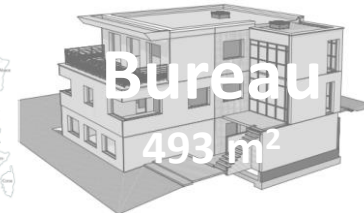
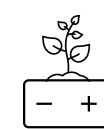


15

Consommations en énergie primaire STD-2020 (H2b)

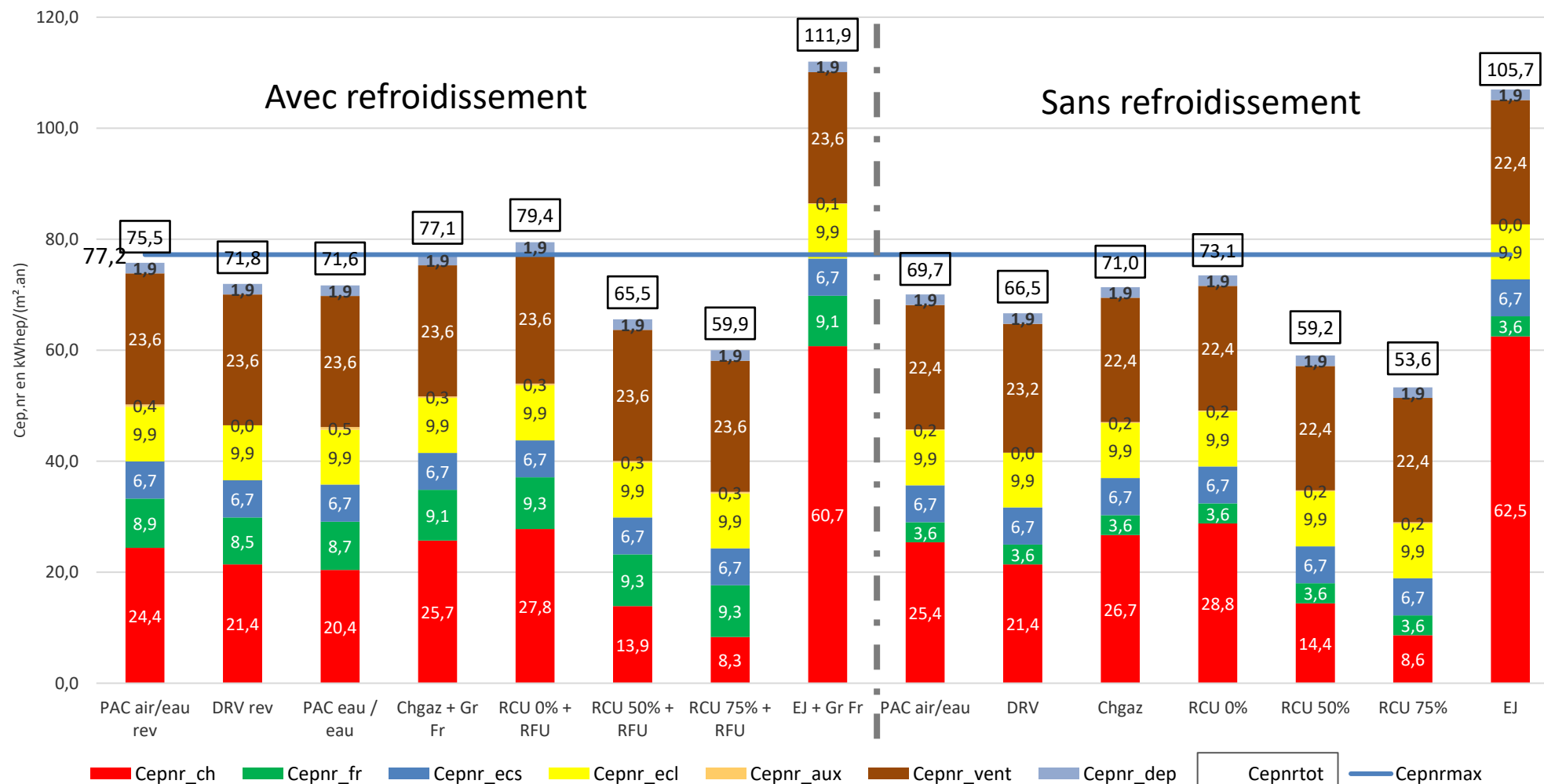


Variantes – Systèmes énergétiques



16

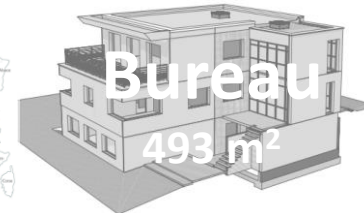
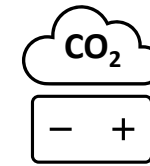
Consommations en énergie primaire non renouvelable STD-2020 (H2b)



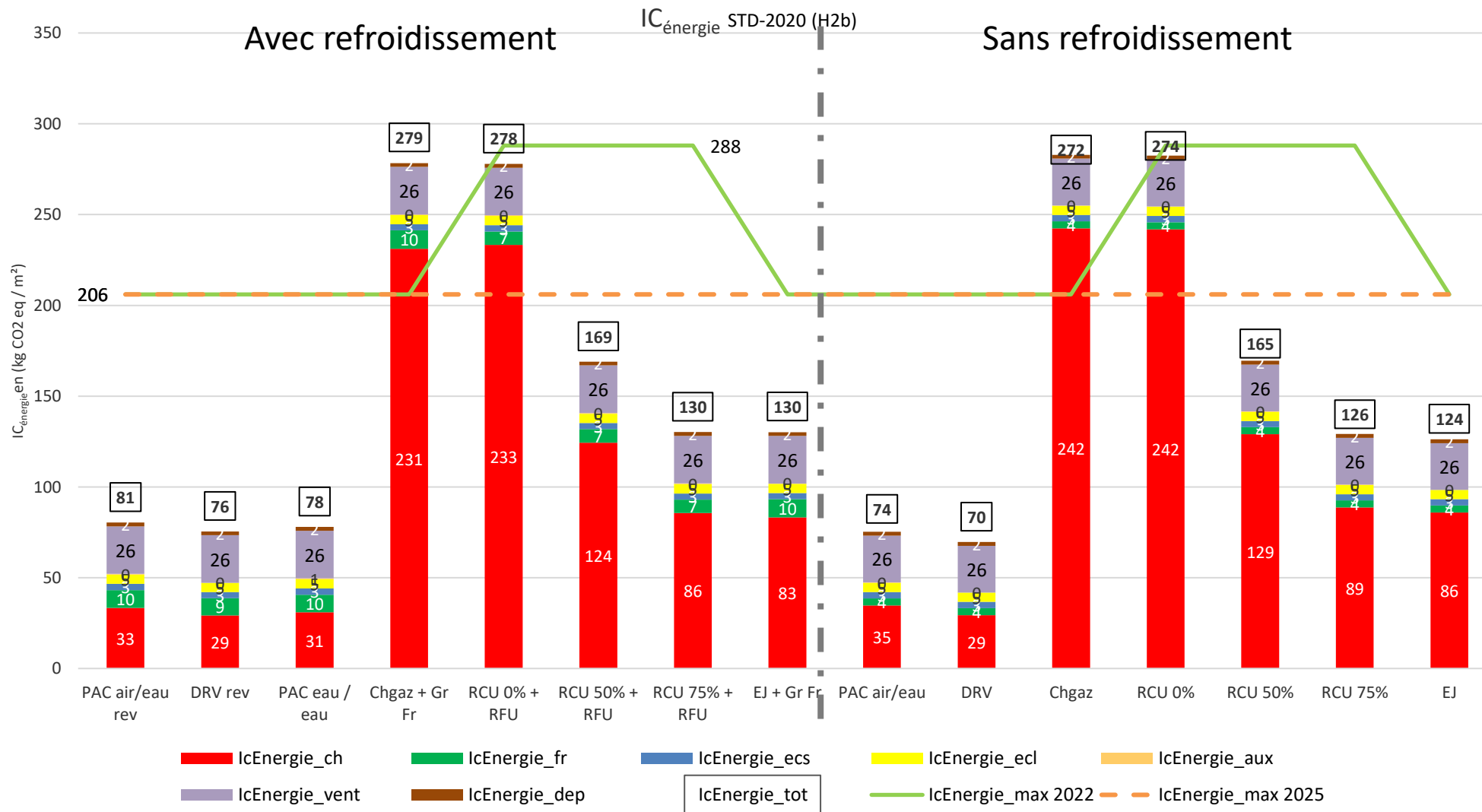
RE 2020



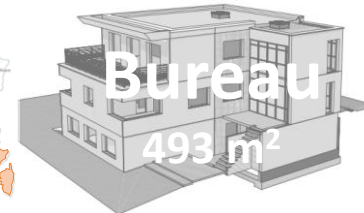
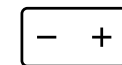
Variantes – Systèmes énergétiques



17

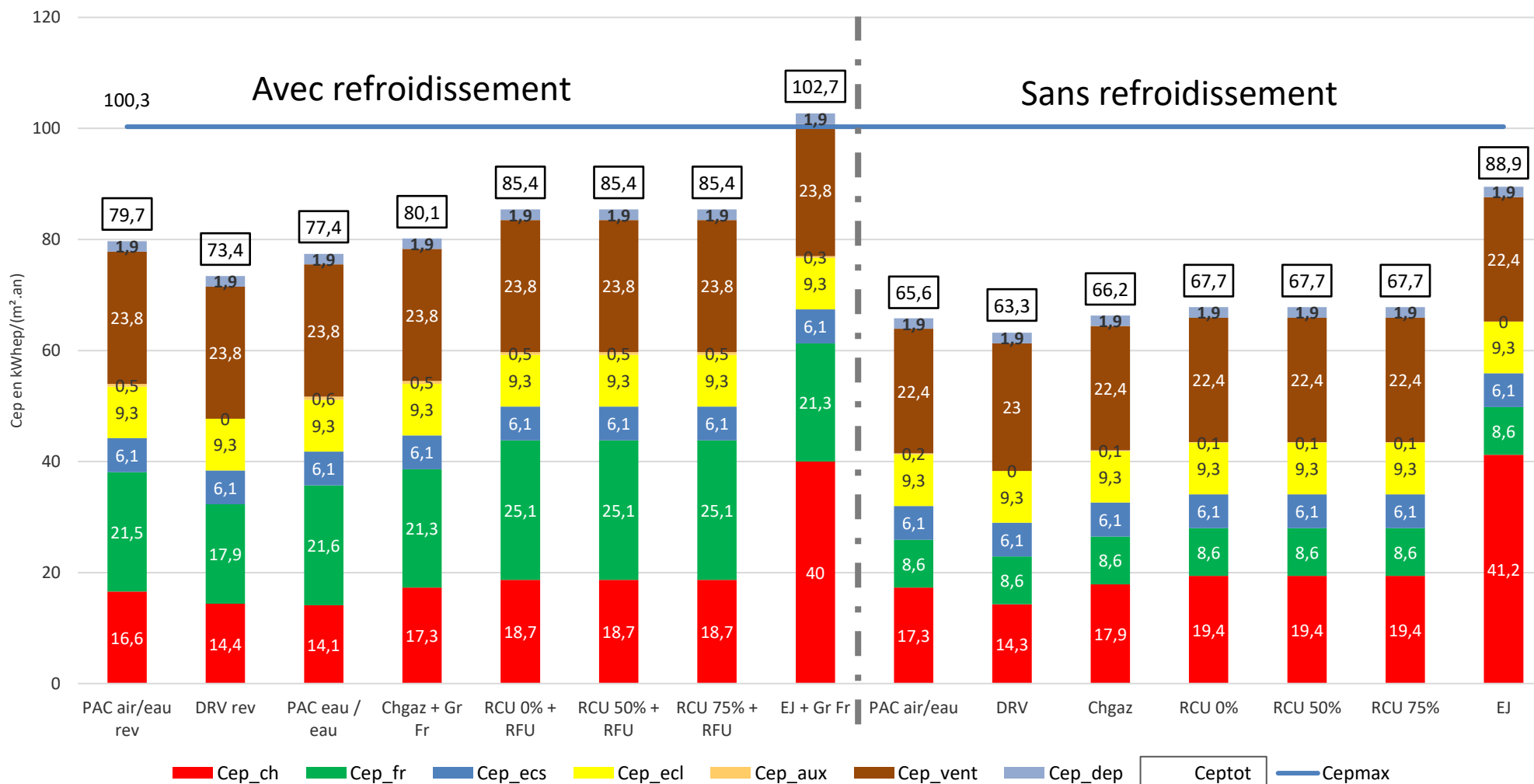


Variantes – Systèmes énergétiques

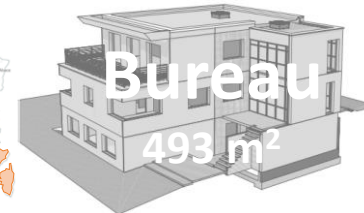
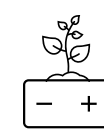


18

Consommations en énergie primaire STD-2020 (H3)

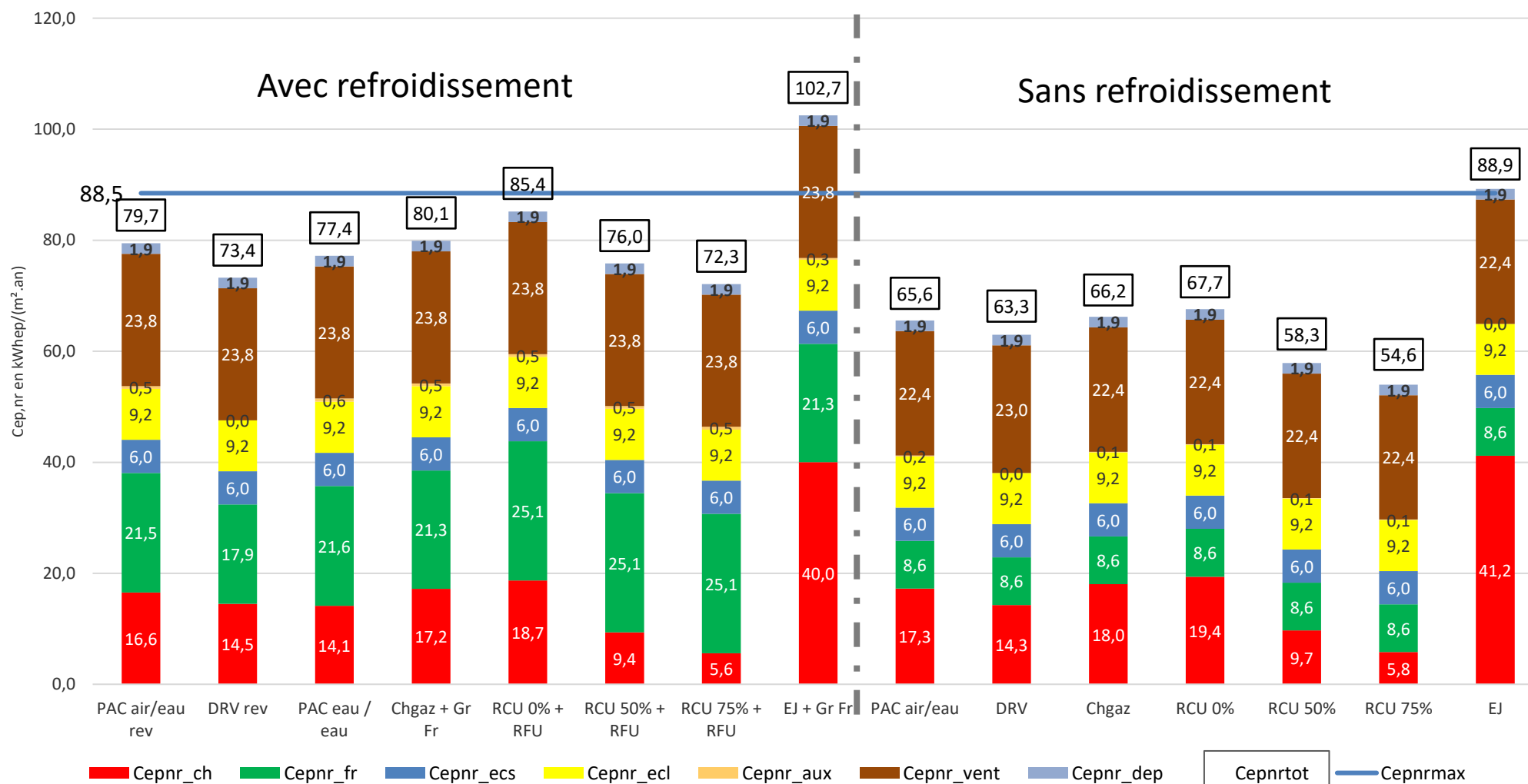


Variantes – Systèmes énergétiques

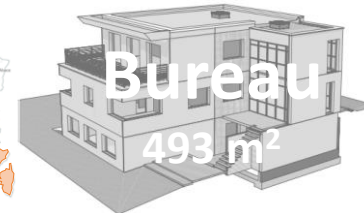
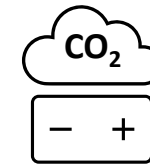


19

Consommations en énergie primaire non renouvelable STD-2020 (H3)



Variantes – Systèmes énergétiques



20

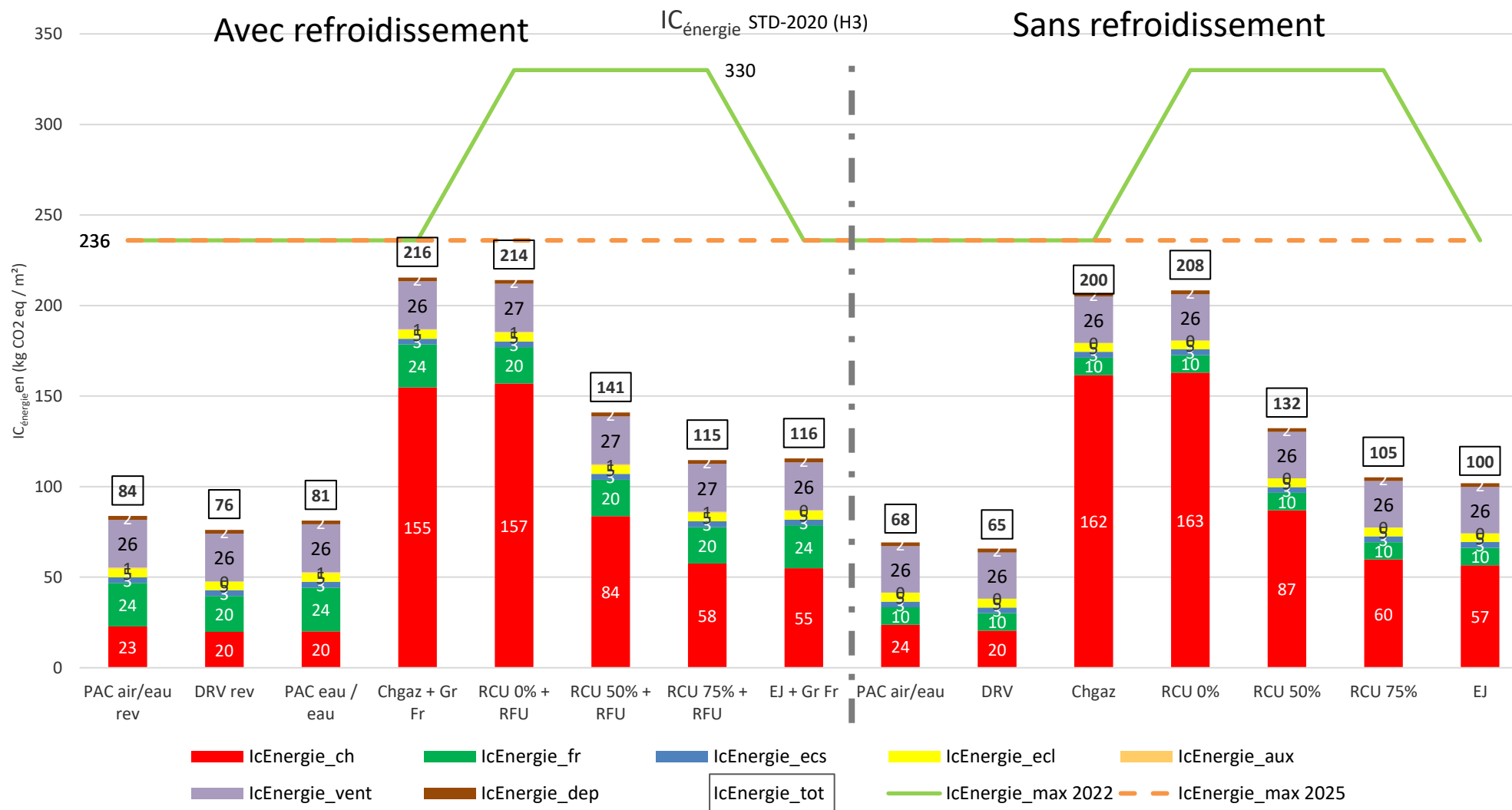


Tableau récap

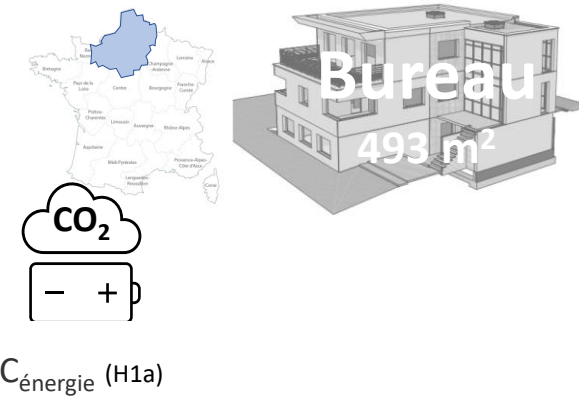
21

Systemes avec et sans refroidissement	Cep	Cep,nr	Icénergie
PAC air/eau réversible	✓	✓	✓
DRV réversible	✓	✓	✓
PAC réversible eau de nappe /eau	✓	✓	✓
Chaudière gaz condensation + Groupe froid	✓	✓	✓ ^{H3} ✗
RCU 0%ENR + RFU	✓	⚠ H1a/H2b : STD-2020 Sans refroidissement ✓	✓ ✗ ^{H1a}
RCU 50%ENR + RFU	✓	✓	✓
RCU 70%ENR + RFU	✓	✓	✓
Effet Joule + groupe froid	⚠ H3 : STD-2020 Sans refroidissement ✗	⚠ H3 : STD-2020 Sans refroidissement ✗	✓

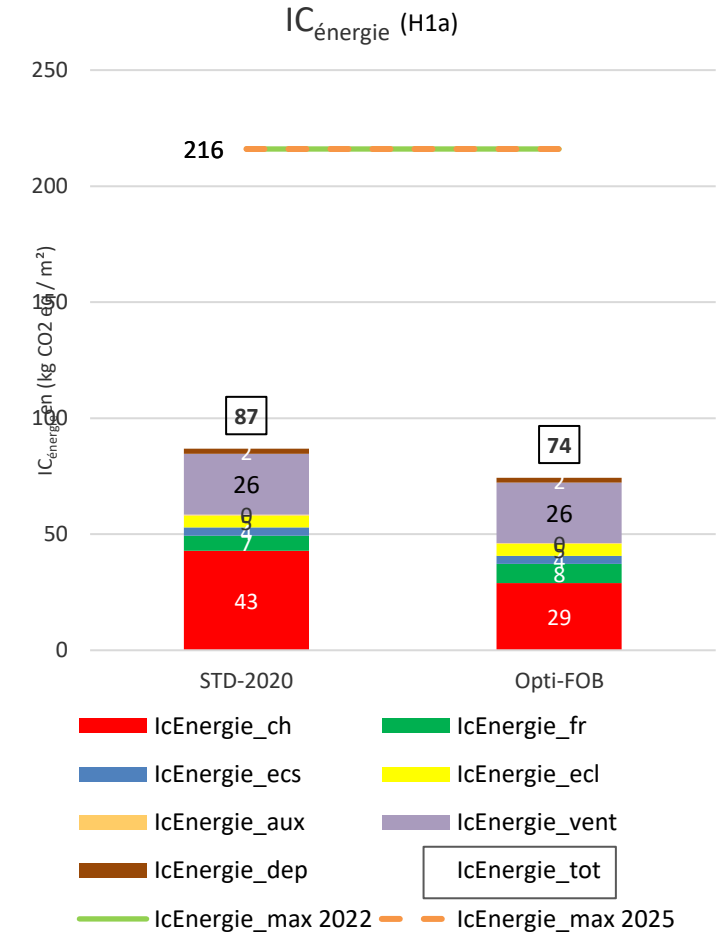
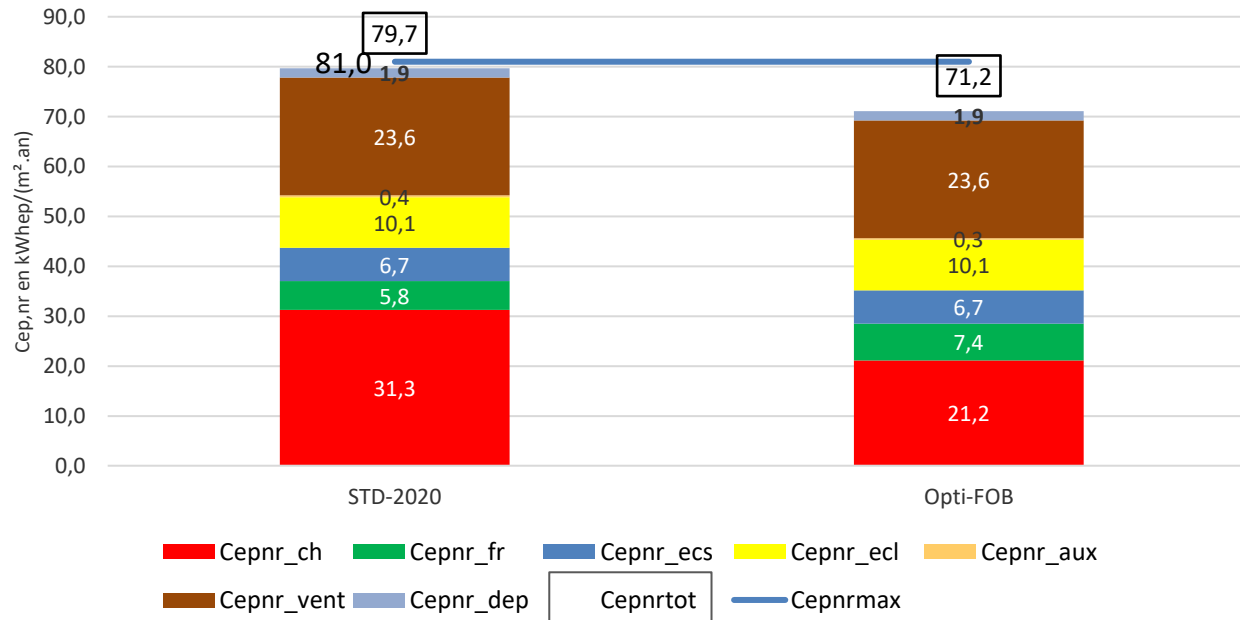
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-15%)

Système : PAC air/eau

22



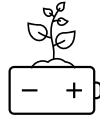
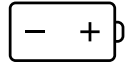
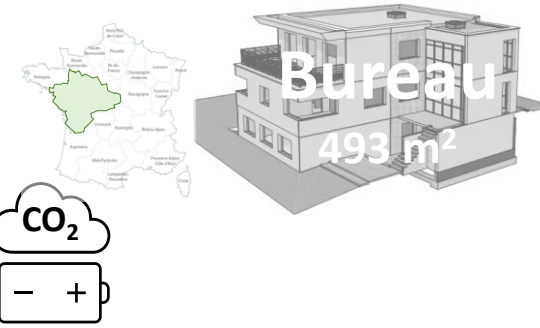
Consommations en énergie primaire et primaire non renouvelable (H1a)



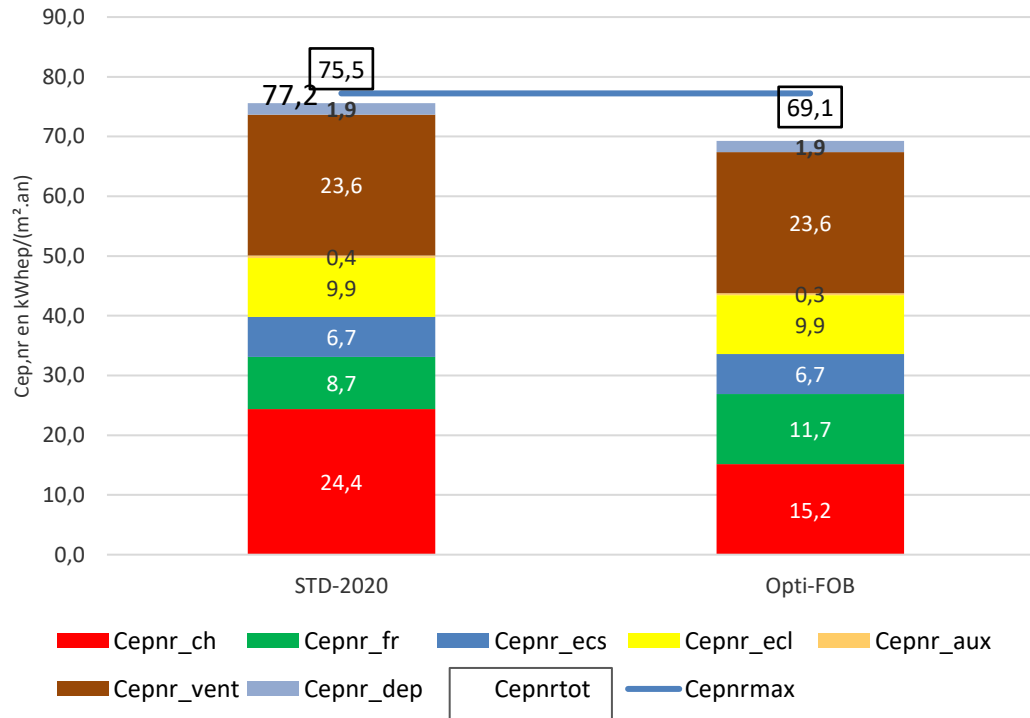
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-15%)

Système : PAC air/eau

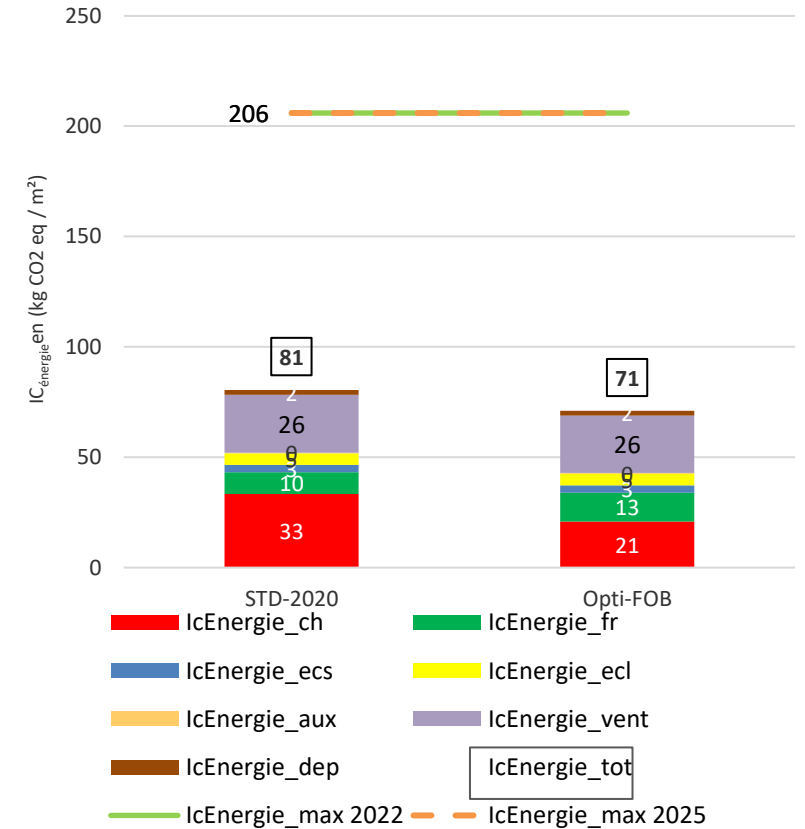
23



Consommations en énergie primaire et primaire non renouvelable (H2b)



IC_{énergie} (H2b)



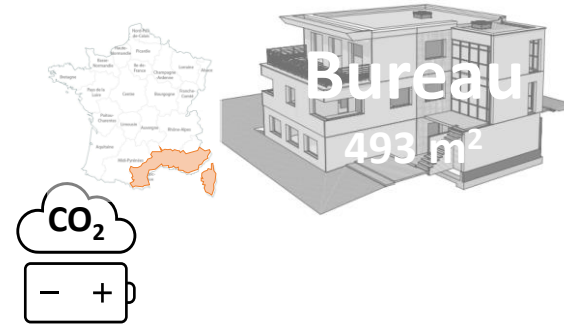
RE 2020



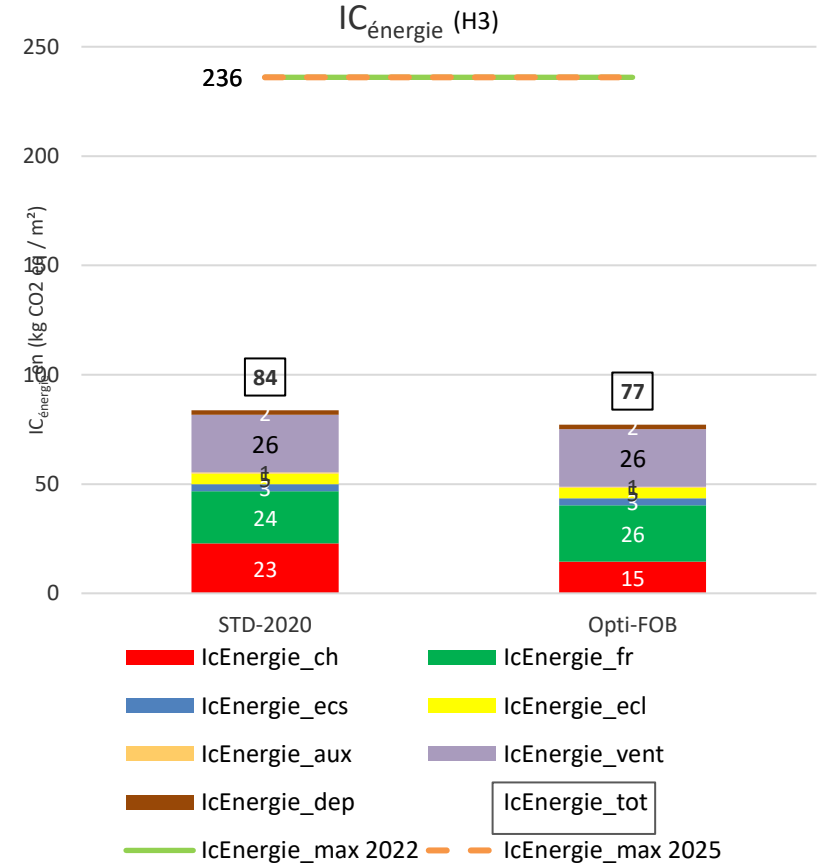
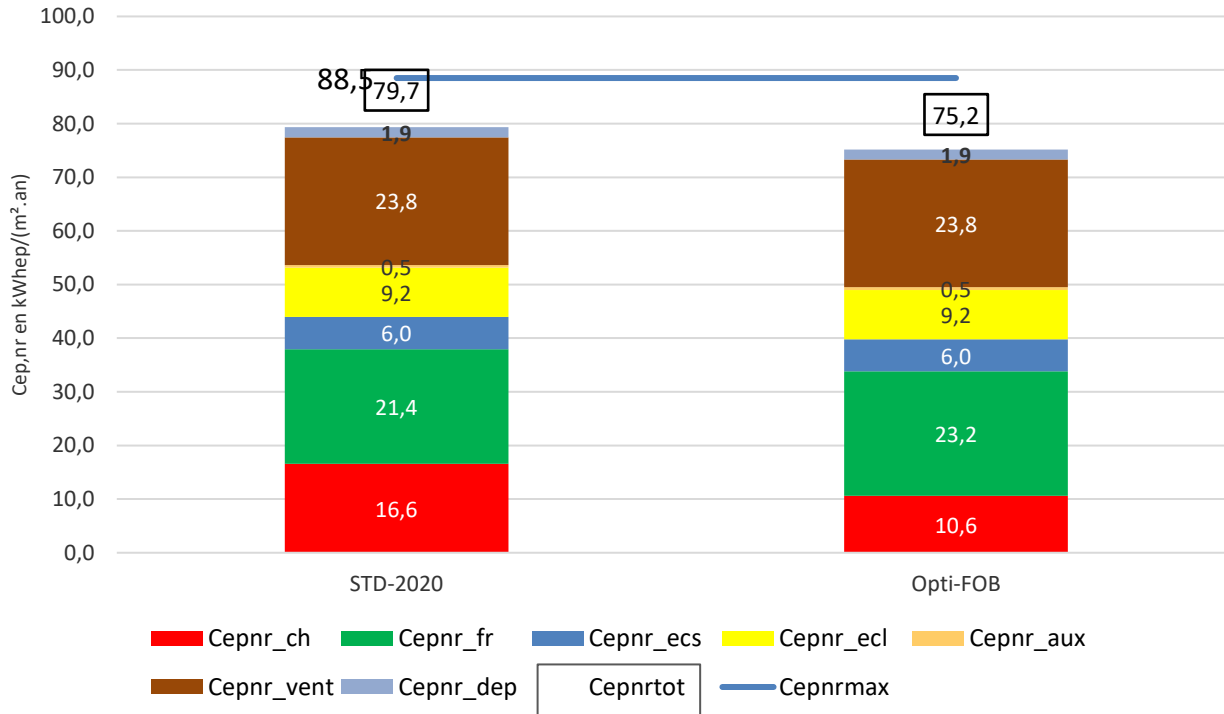
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-15%)

Système : PAC air/eau

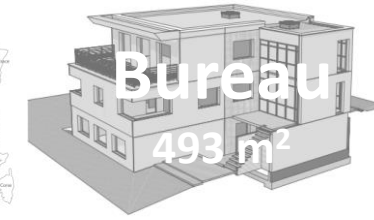
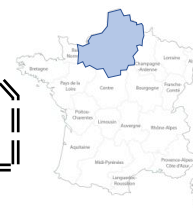
24



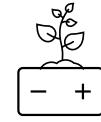
Consommations en énergie primaire et primaire non renouvelable (H3)



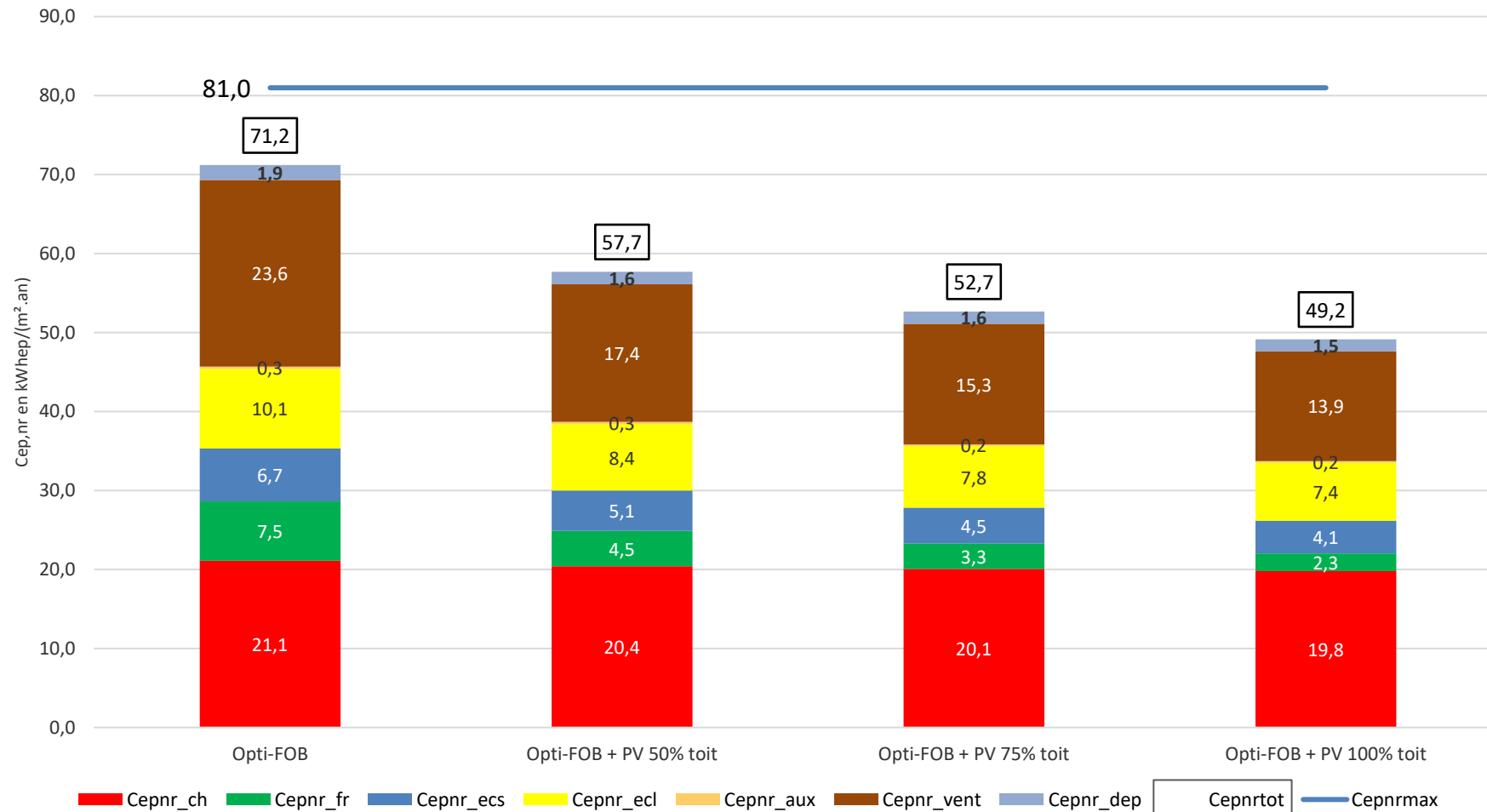
Mise en place de solaire photovoltaïque – Système : Pac air/eau



25



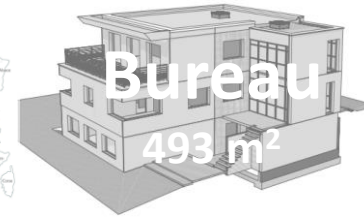
Consommations en énergie primaire et primaire non renouvelable (H1a)



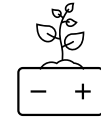
RE 2020



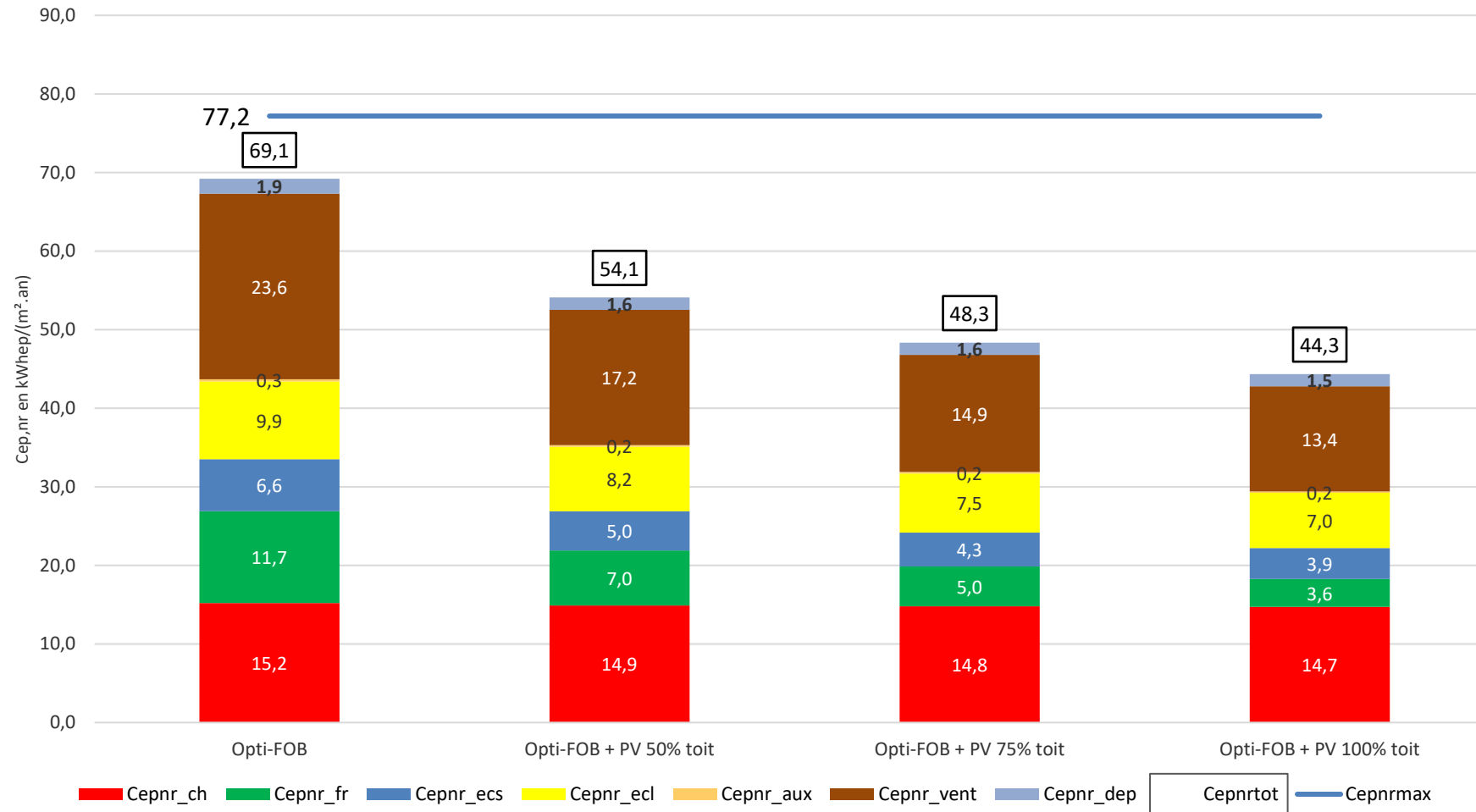
Mise en place de solaire photovoltaïque – Système : Pac air/eau



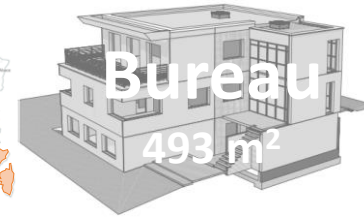
26



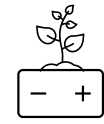
Consommations en énergie primaire et primaire non renouvelable (H2b)



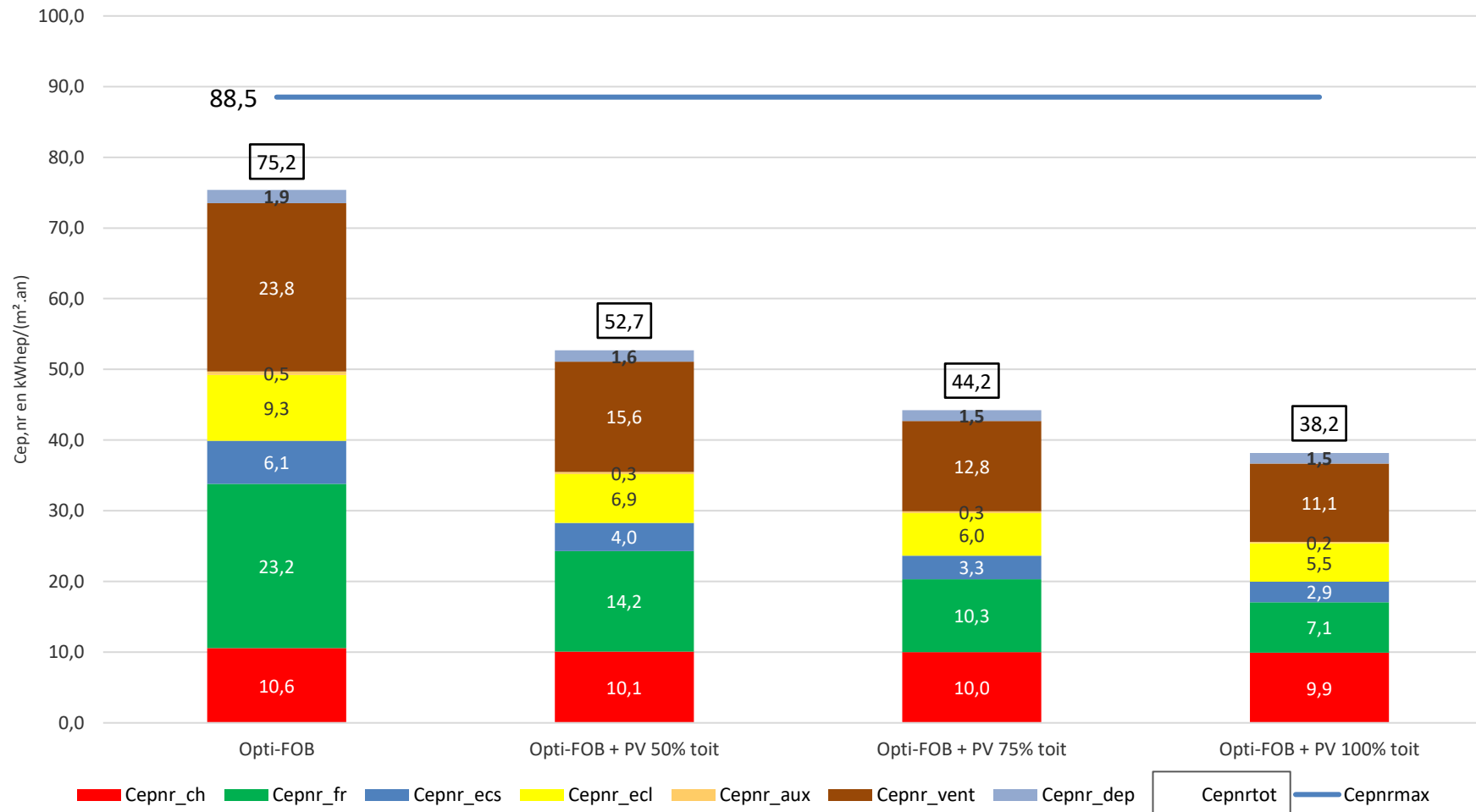
Mise en place de solaire photovoltaïque – Système : Pac air/eau



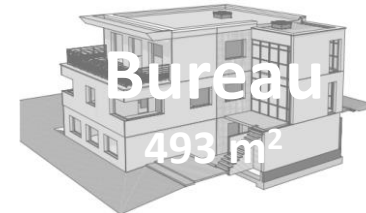
27



Consommations en énergie primaire et primaire non renouvelable (H3)



Descriptif de base / Carbone



28



Enveloppe Standard (STD)



Structure verticale

Béton armé R+2



Structure horizontale

Béton



Structure toiture

Toiture terrasse béton non accessible et accessible



Revêtement toiture

Dalle en béton sur plots



Revêtement de façade

Mortier minéral



Fenêtres, Portes-fenêtres

Fenêtres Bois/Alu
Store vénitien extérieur aluminium motorisé



Revêtement de sol

Moquette



Systèmes énergétiques

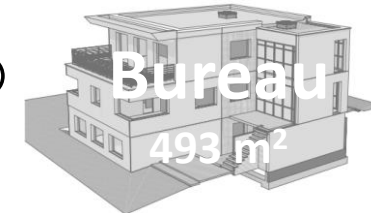
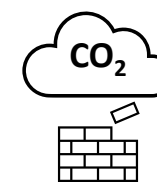
Chauffage : PAC air/eau
ECS : Ballon électriques



Type de saisie lots CFO – CFA

Valeurs forfaitaires

Bureau 493 m² – Ic Construction « base »



29

Saisie initiale

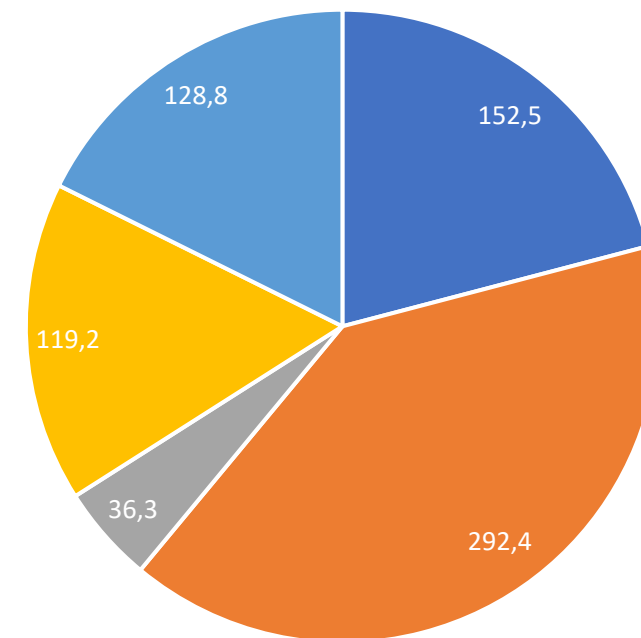
115 Fiches saisies

- 35 FDES collectives
- 3 Fiches saisies d'après un configurateur
- 12 FDES individuelles
- 62 DED saisies
- 2 valeurs forfaitaires (lot 10 et 11)

Les fiches saisies d'après un configurateur (Bétie) concernent des produits de superstructure en béton.

Les DED couvrent des produits de construction dont les quantités sont faibles et une majorité des produits des lots 8 et 9.

Impact carbone kgCO₂_{éq}/m²SU



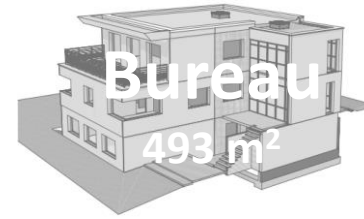
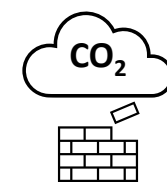
■ DED ■ FDES Collectives ■ FDES individuelles ■ Configurateur ■ Forfaitaire



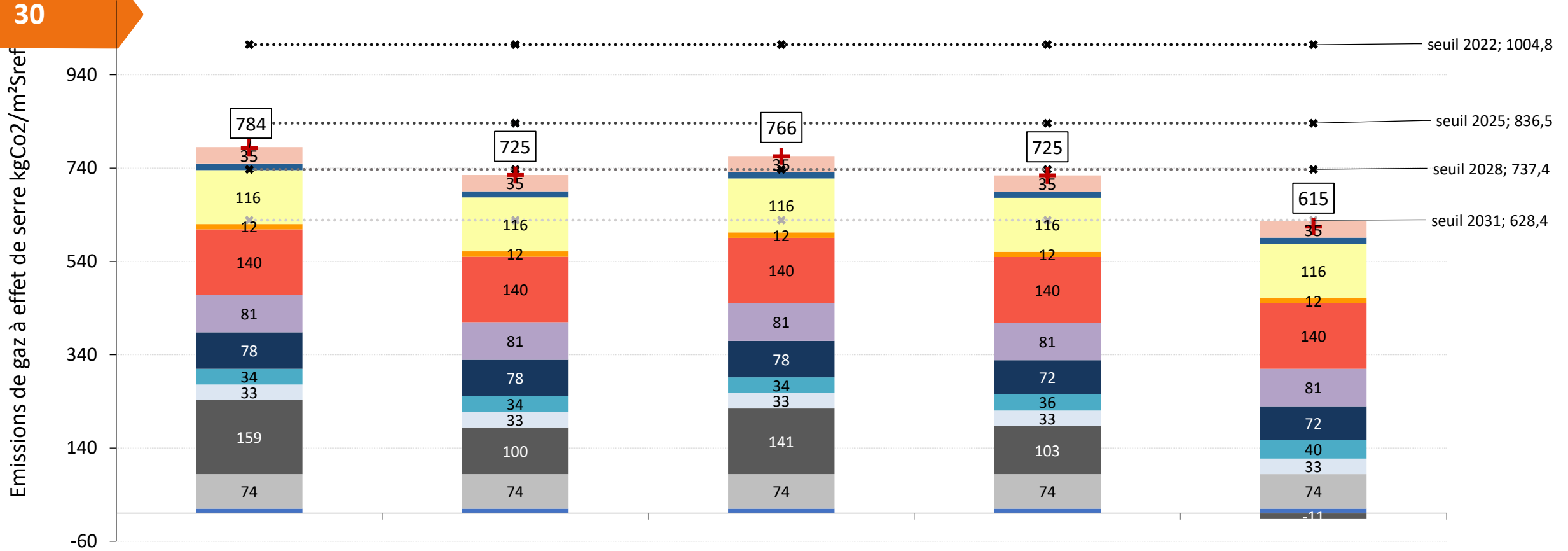
RE 2020



Variantes – lot 3 – Systèmes constructifs



Impact Ic construction selon système constructif en kgCO₂_{eq}/m² Sref.50 ans



- Lot 1 VRD
- Lot 2 infrastructure
- Lot 3 superstructure
- Lot 4 étanchéité
- Lot 5 cloison
- Lot 6 façade
- Lot 7 revêtements intér
- Lot 8 CVC
- Lot 9 plomberie
- Lot 10 CFO
- Lot 11 CFA
- Lot 12 Asc
- Lot 13 PV
- Indicateur Ic chantier
- Ic Construction
- seuil 2022
- seuil 2025
- seuil 2028
- seuil 2031

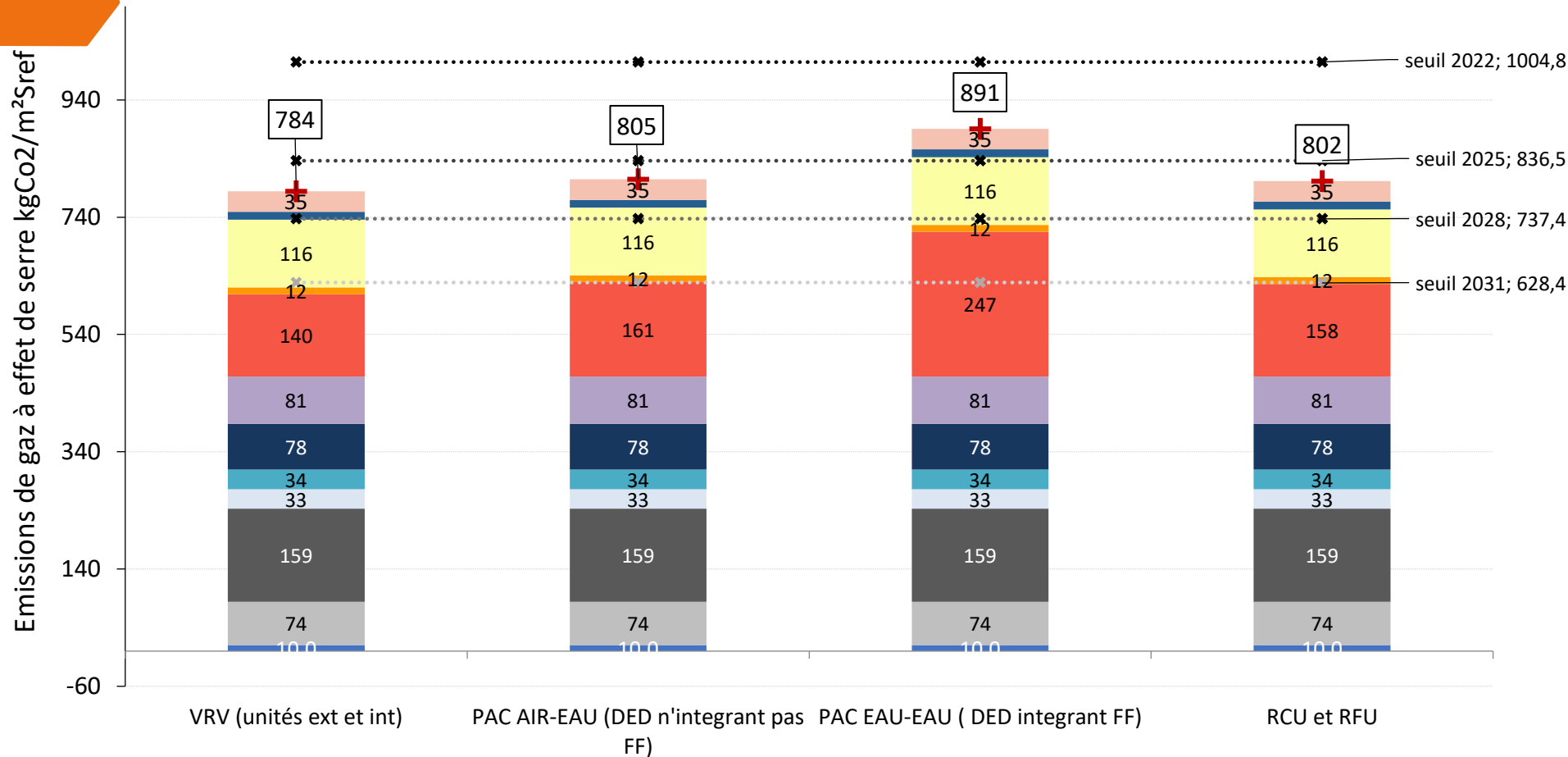


Variantes – lot 8 – Systèmes énergétiques



Impact Ic construction selon système énergétique en kgCO₂_{eq}/m² Sref.50 ans

31



- Valeur forfaitaire utilisée pour 8,4 et 8,5
- Le VRV est simulé avec une DED intégrant l'impact du fluide frigorigène (FF), du R32 a été saisi en complément pour une puissance de 100kW
- La PAC eau-eau est simulée avec une DED intégrant l'impact du fluide frigorigène (FF) (la nature du fluide n'est pas annoncée)
- La PAC air-eau est simulée avec une DED n'intégrant pas de fluide frigorigène (FF). Du R32 a donc été saisi en complément et pour une puissance de 100 kW (il n'existe pas de puissance plus faible sur INIES)



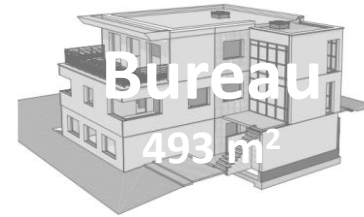
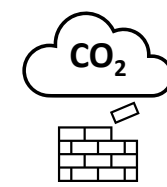
RE 2020

* Ces seuils ont été calculés sans Mided

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

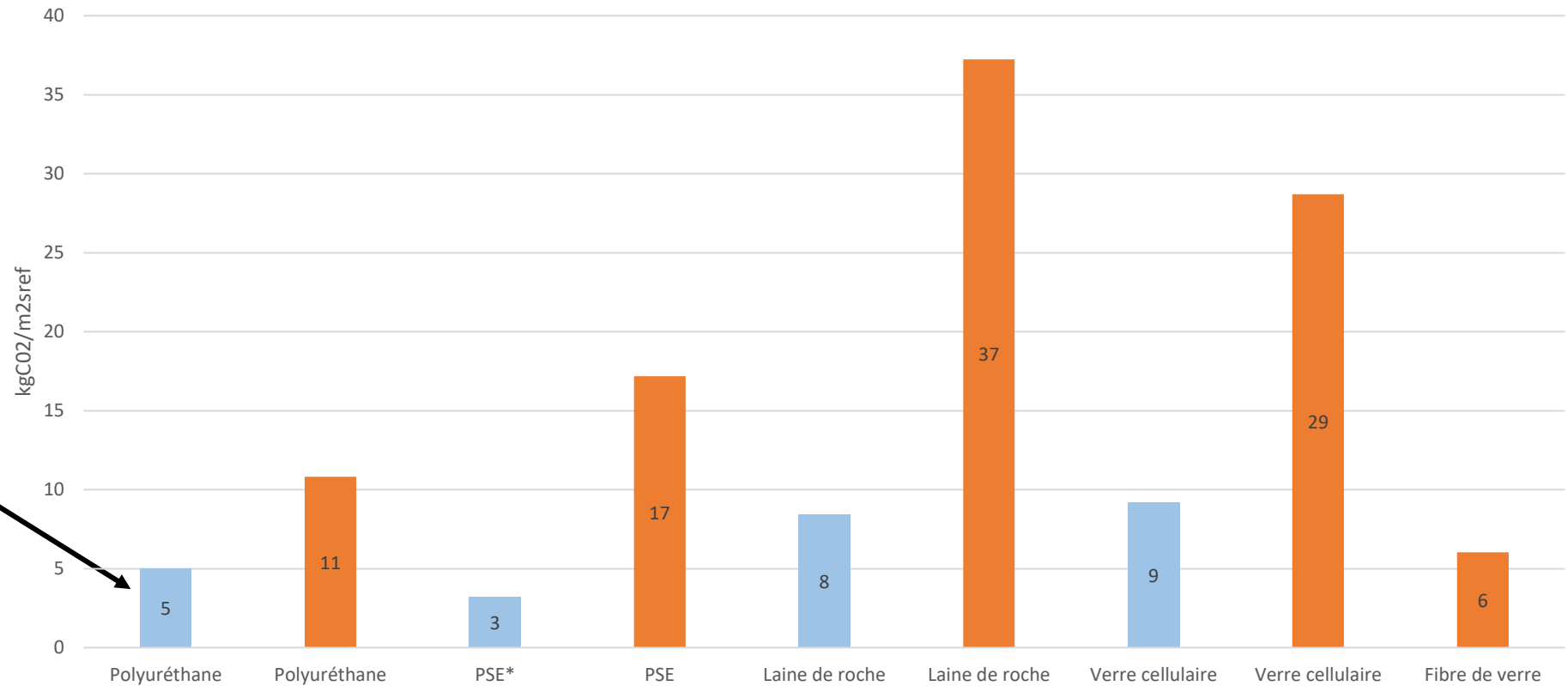
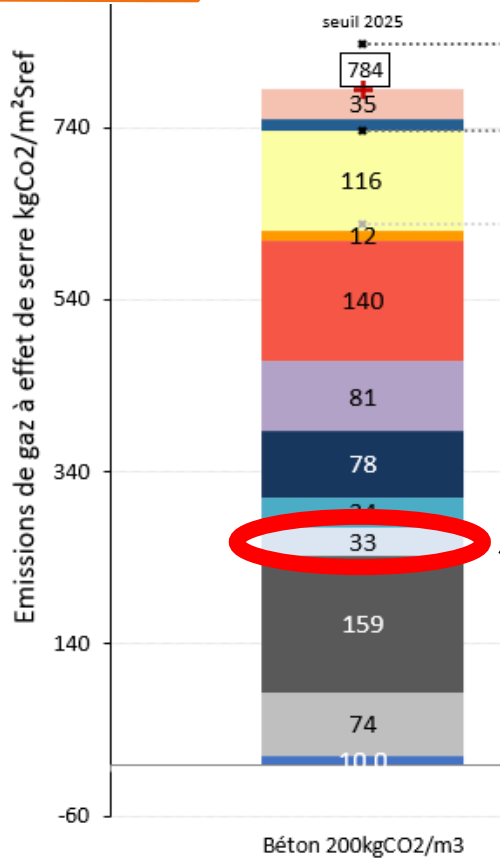


Variantes – lot 4 – Isolant toiture



32

Impact en kgCO₂/m²sref isolant toiture



La résistance de l'isolant est R=4,5
 La résistance des isolants DED est R=5
 La résistances des FDES individuelles varie entre R=4,4 et R=4,7
 * R=4.2

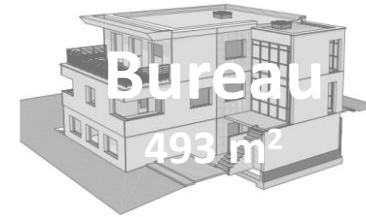
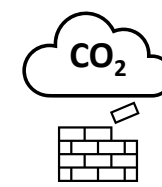
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



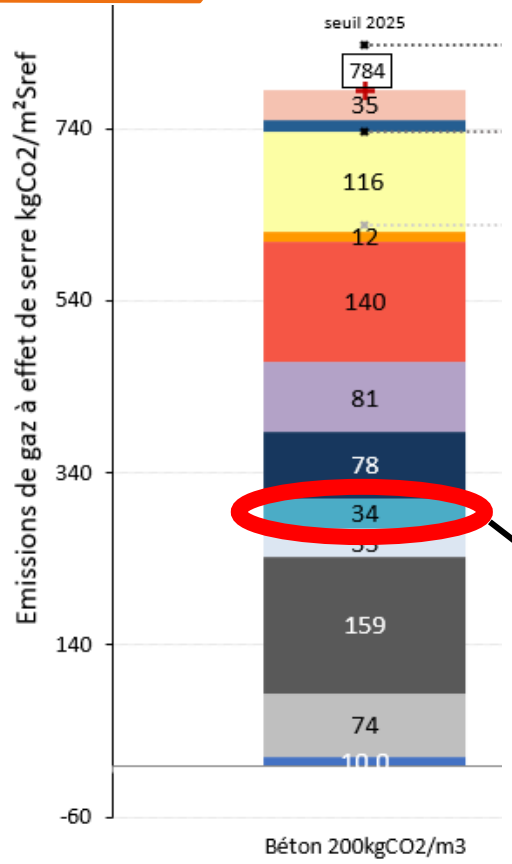
DVT: 50 ans
 Surface de produit: 181,9 m²



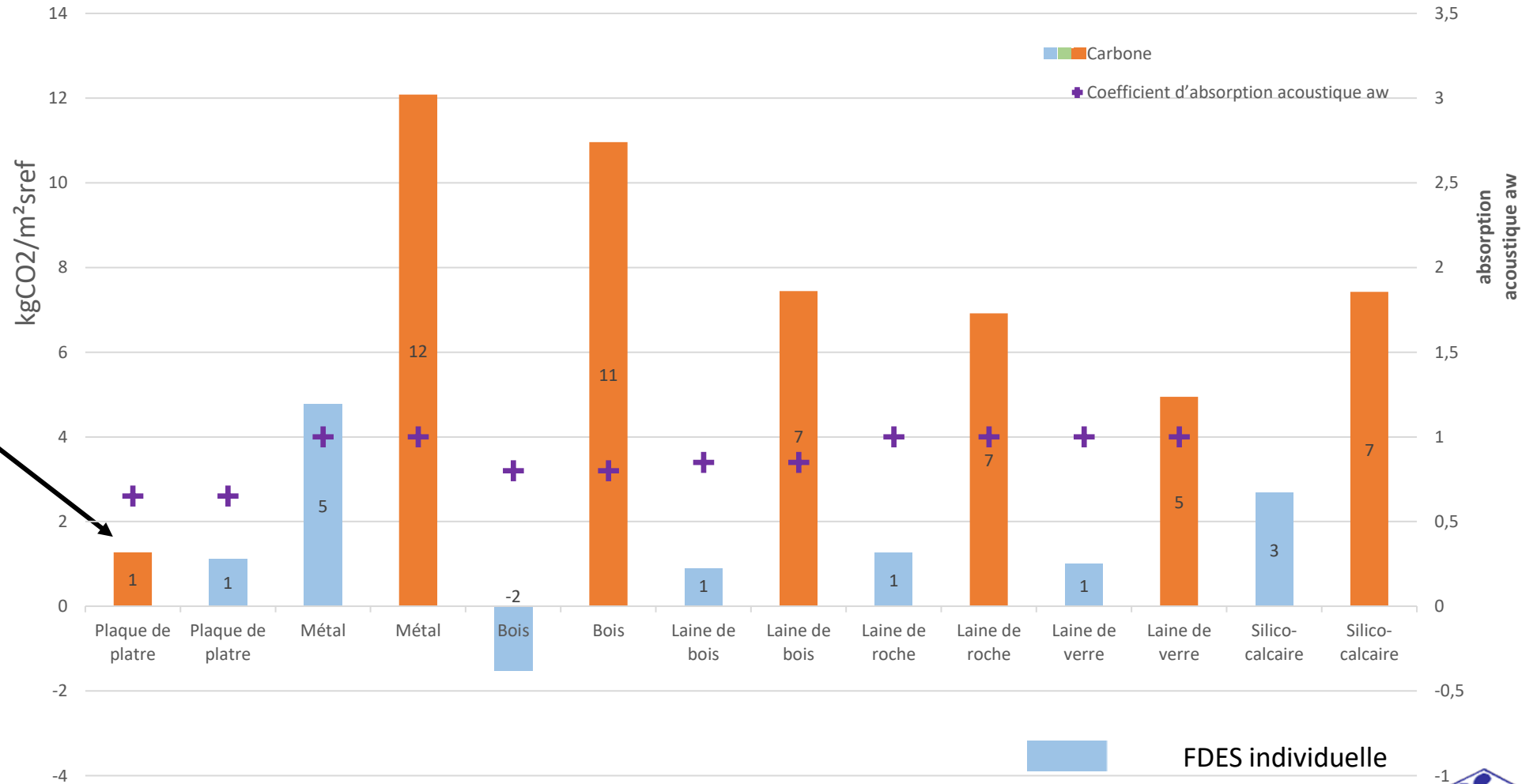
Variantes – lot 5 – Plafonds suspendus



33



Contribution à l'construction en kgCO2/m²sref - Plafonds suspendus



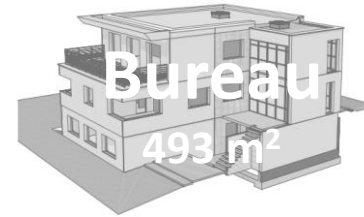
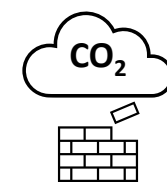
DVT: 50 ans
Surface de produit: 181,9 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

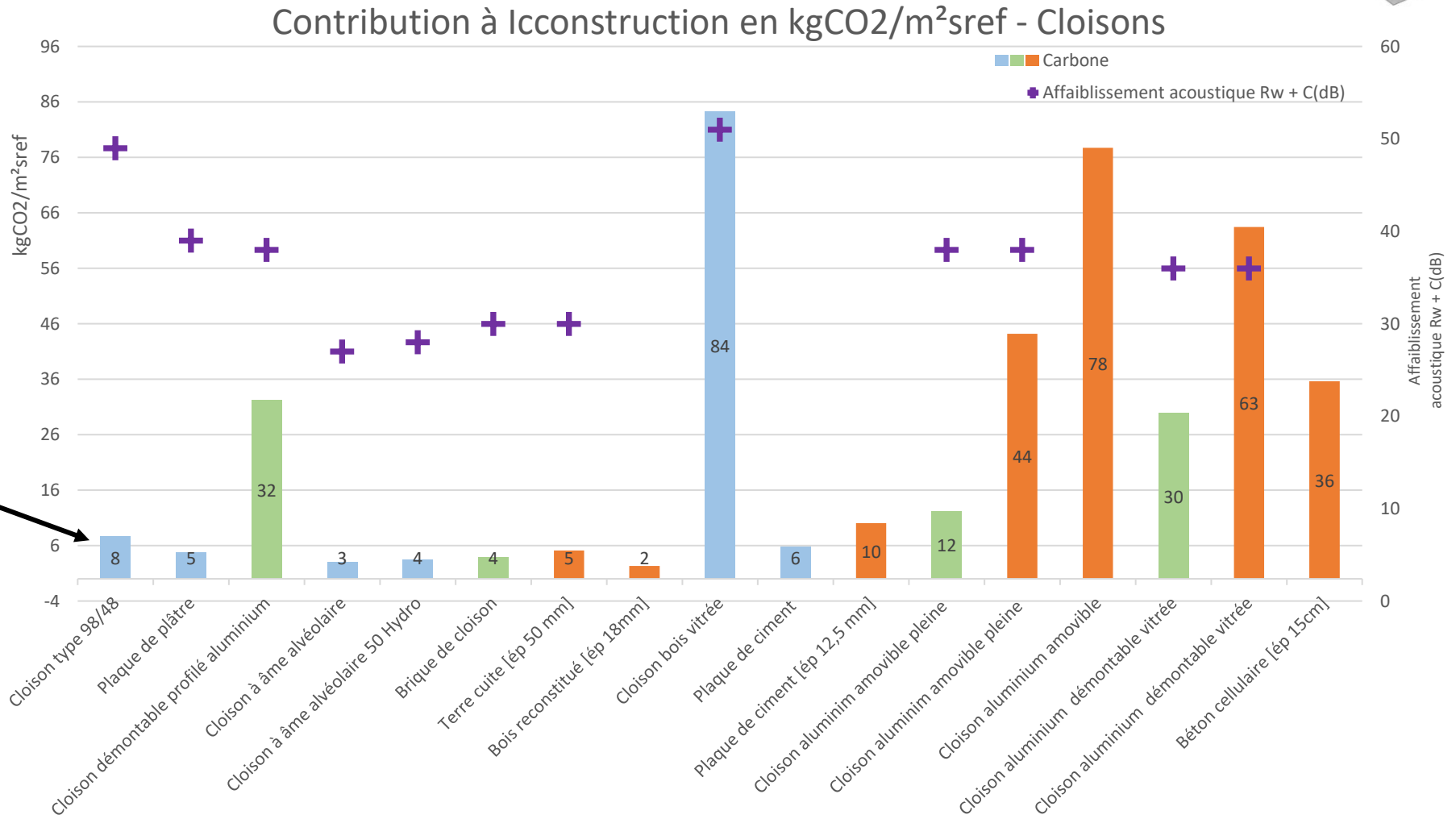
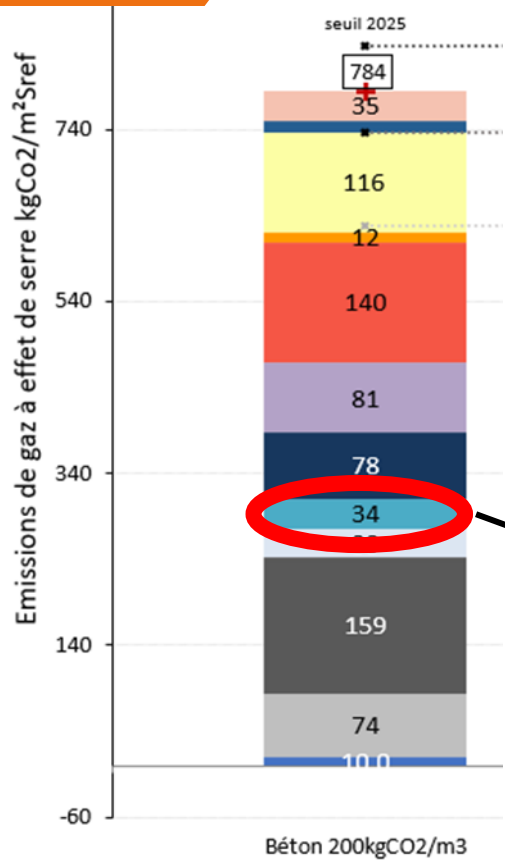
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



Variantes – lot 5 – Cloisons



34



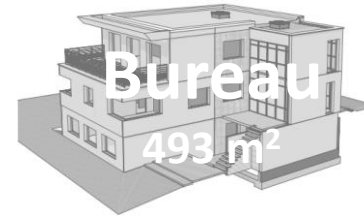
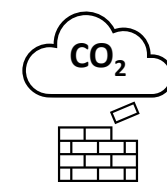
DVT: 50 ans, sauf Cloison bois vitrée DVT 30 ans
Surface de produit: 181,9 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

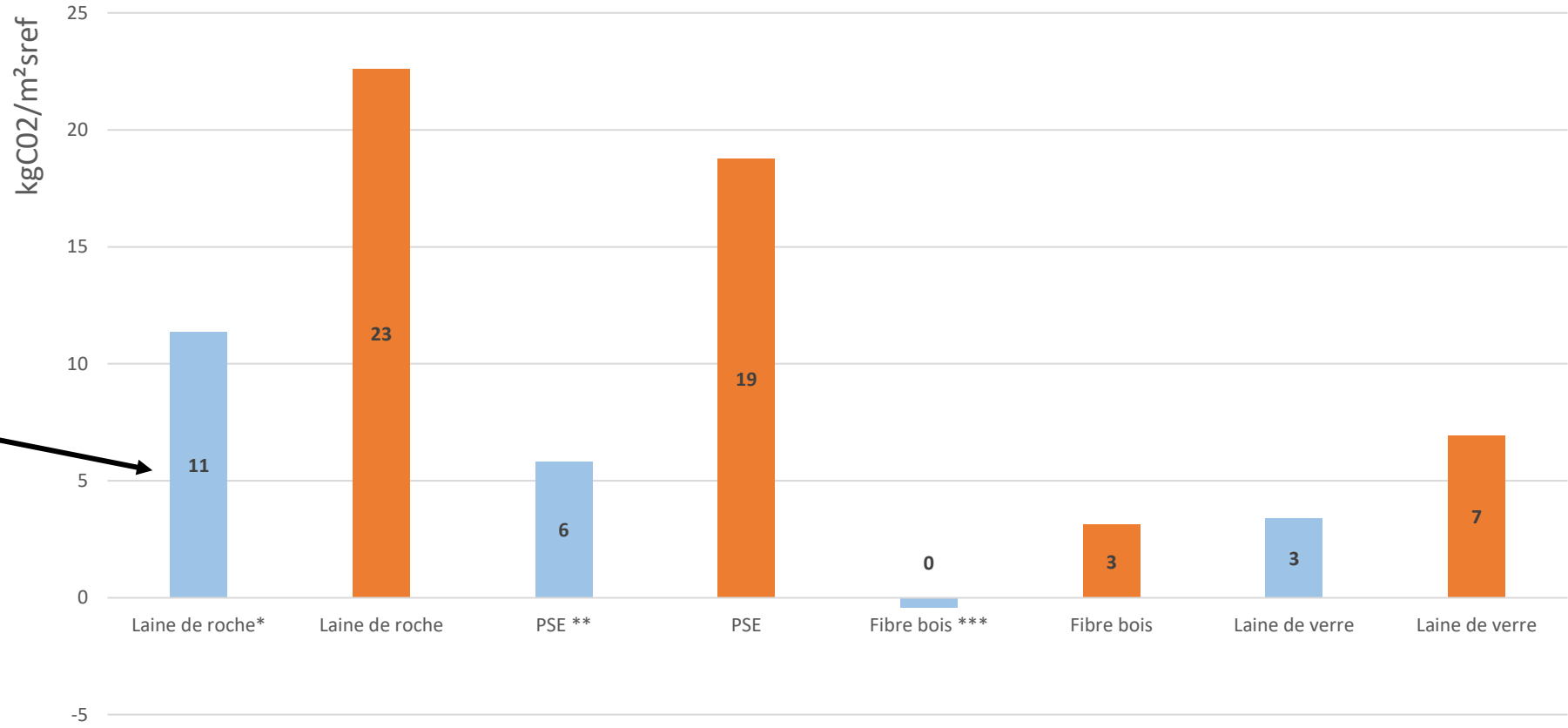
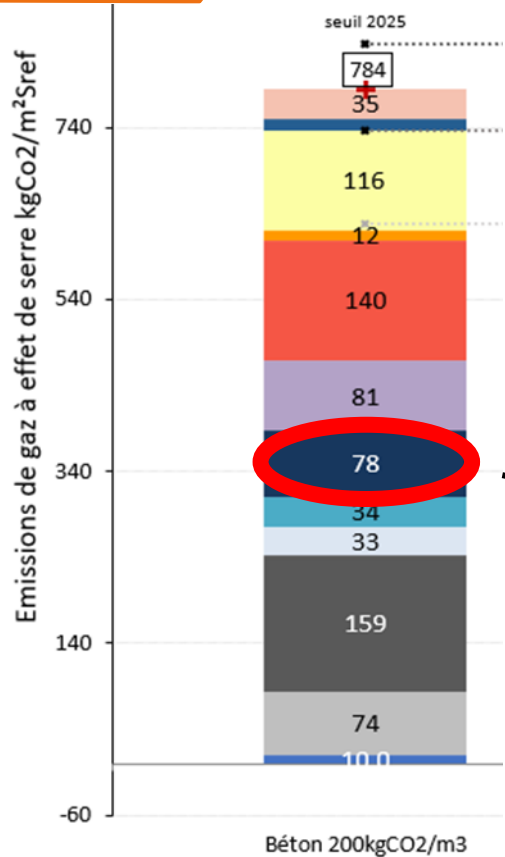


Variantes – lot 6 – Isolation par l'intérieur



35

Impact en kgCO₂/m²sref ITI



La résistance des isolants est R=5

* R=4,75

** R=5,15

*** R=5,55

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

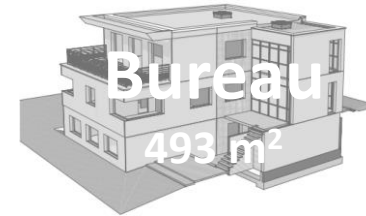
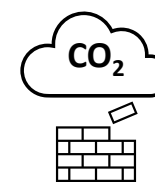


RE 2020

DVT: 50 ans
Surface de produit: 500 m²

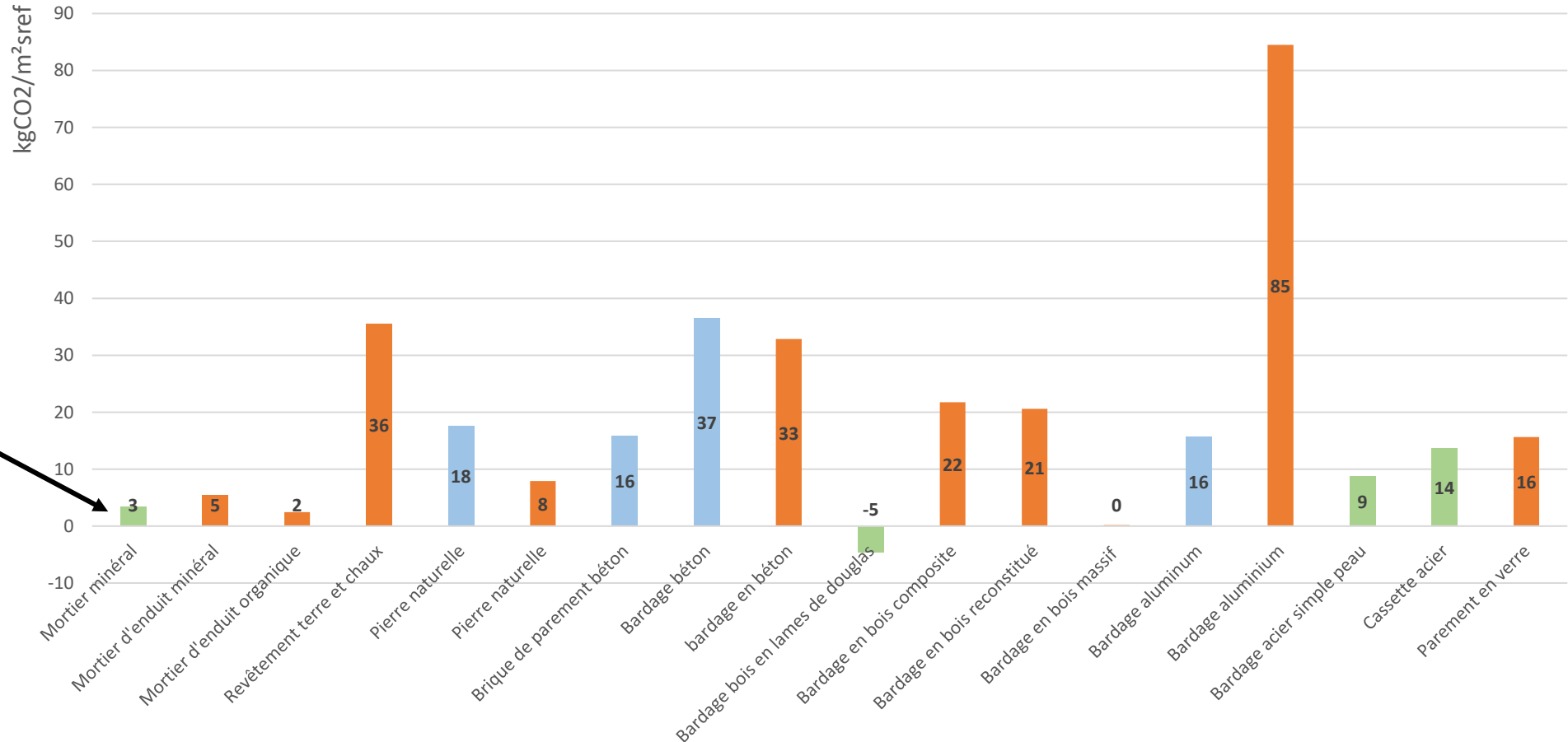
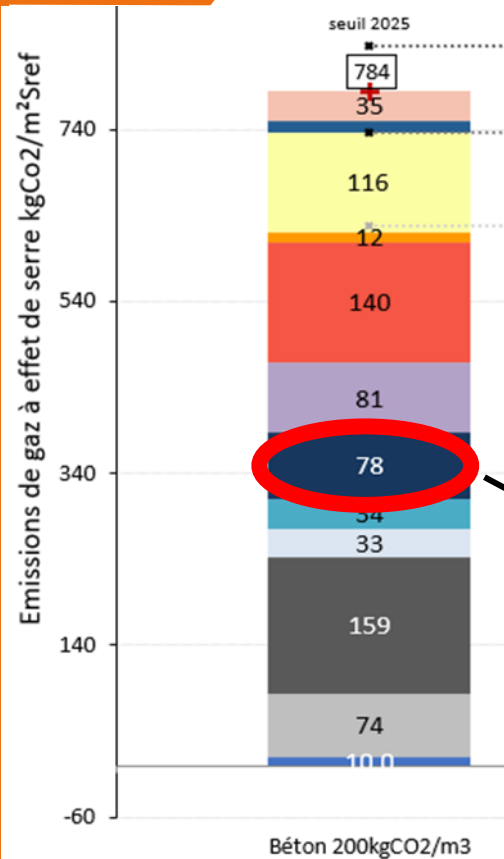


Variantes – lot 6 – revêtement de façade



36

Impact en kgCO₂/m²sref revêtements de façade



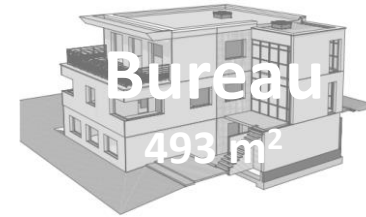
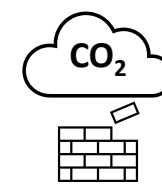
DVT: 50 ans
Surface de produit: 312 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

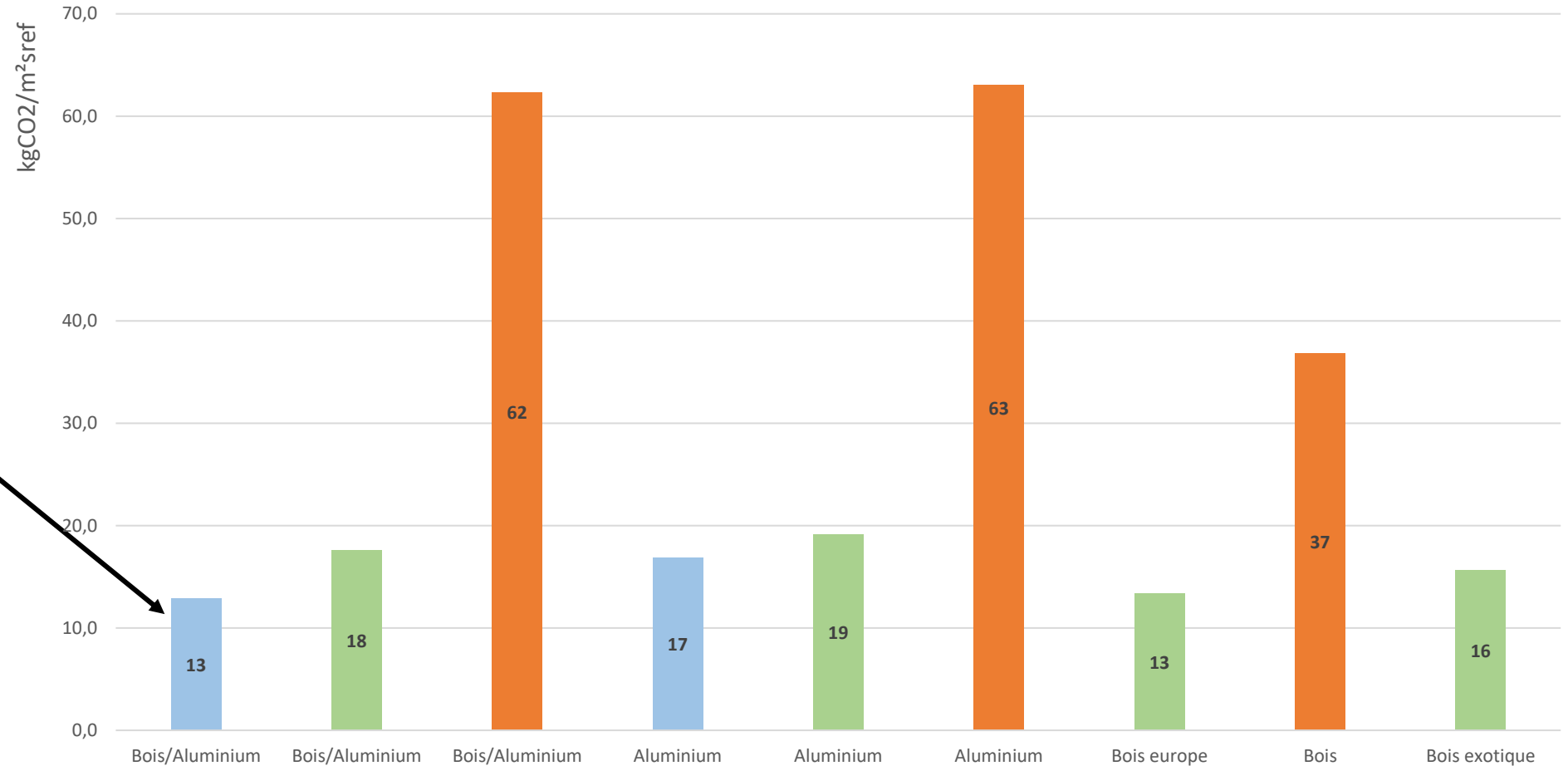
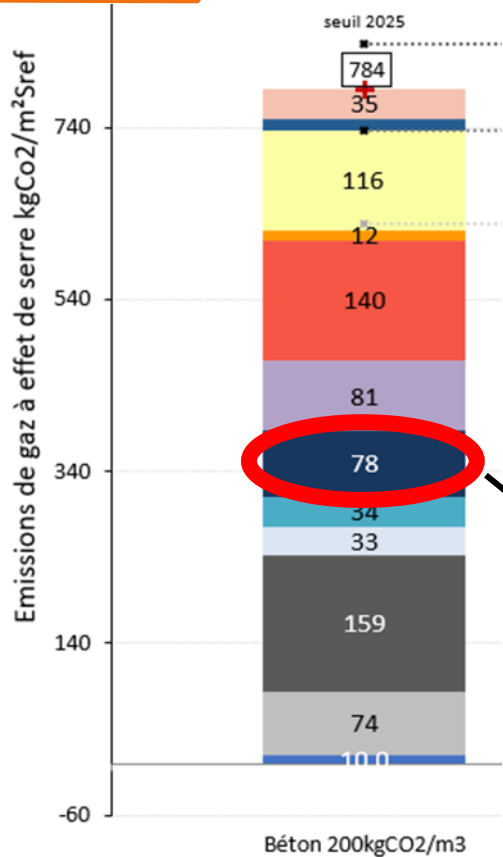


Variantes – lot 6 – Menuiseries extérieures



37

Impact en kgCO₂/m²sref des menuiseries



RE 2020

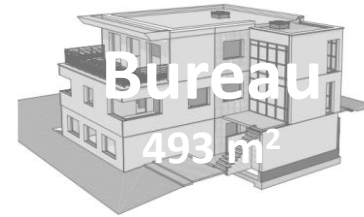
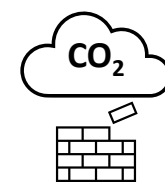
DVT: 30 ans
Surface de produit: 93,54 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

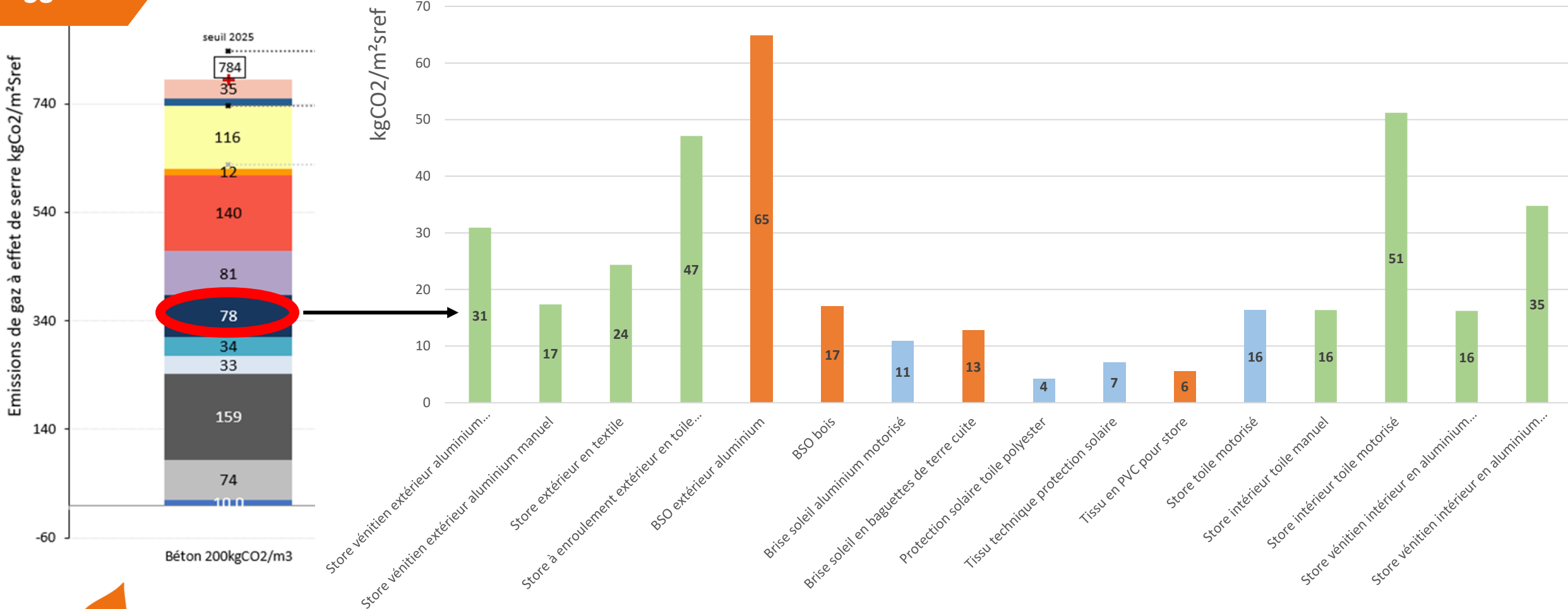


Variantes – lot 6 – Stores extérieurs et BSO



38

Impact en kgCO₂/m²sref des Protections solaires et occultations



RE 2020

DVT: 30 ans

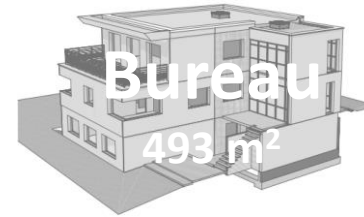
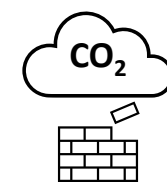
Surface de produit: 93,54 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

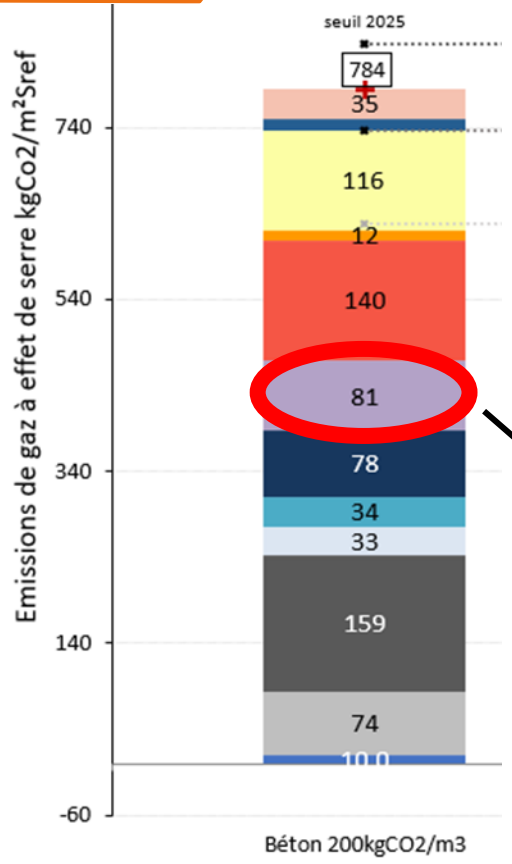
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



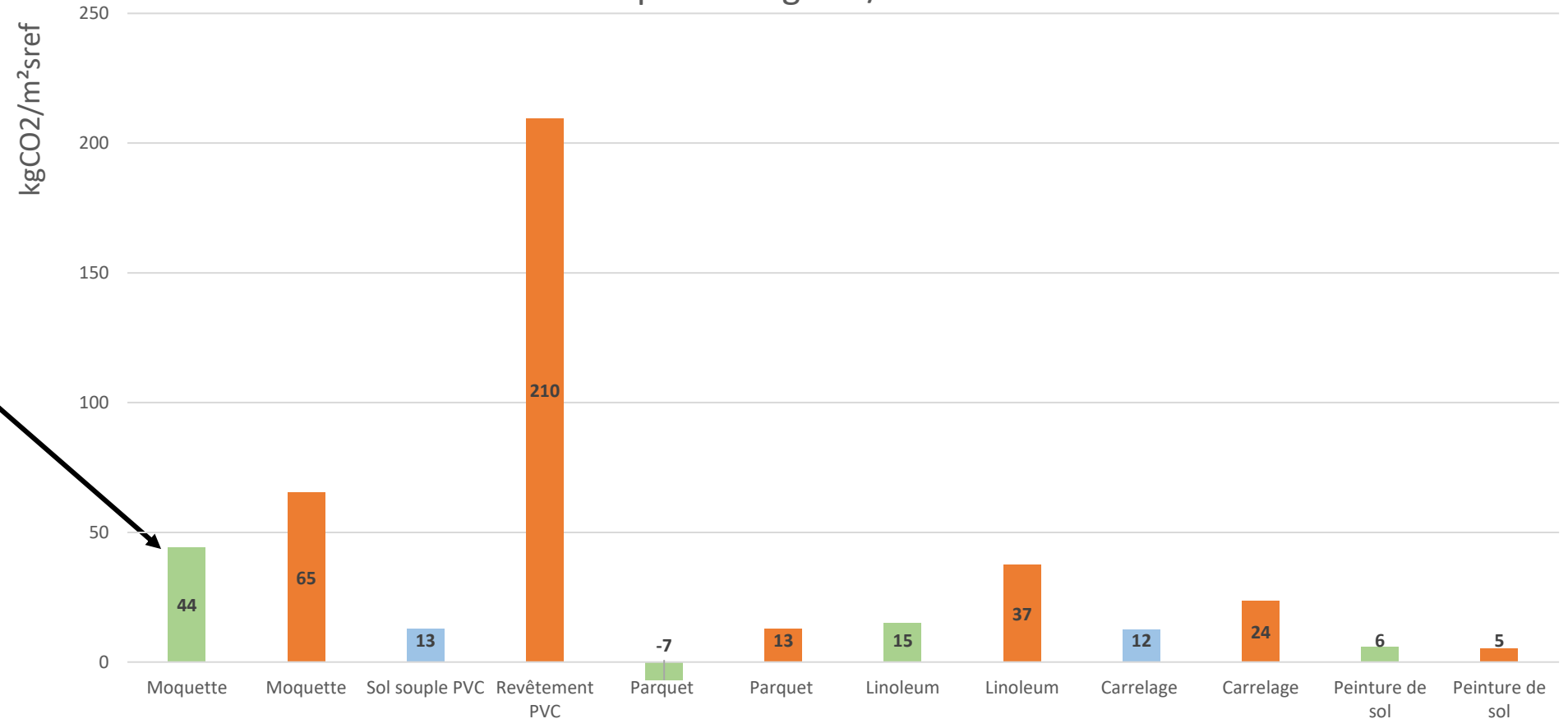
Variantes – lot 7 – revêtement de sol



39



Impact en kgCO₂/m²sref revêtements de sol



DVT: 10 ans
Surface de produit: 265 m²

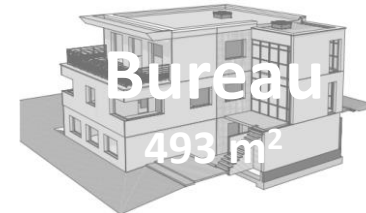
Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



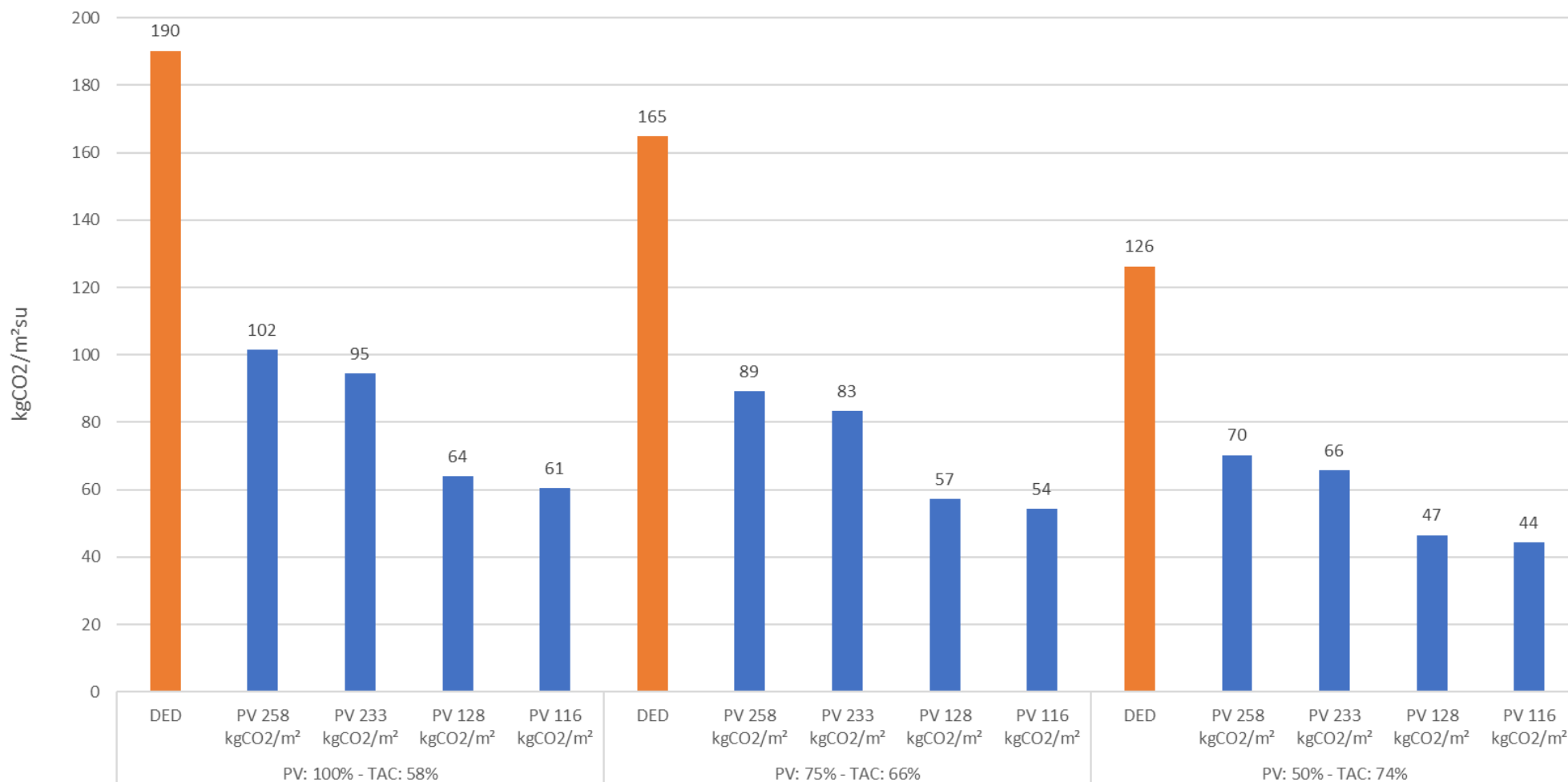
Mise en place de solaire photovoltaïque –

Systeme : Pac air/eau



40

Petit Bureau : Impact des panneaux photovoltaïques en kgCO₂/m²SU



RE 2020



Degré Heure « STD-2020 »

41



Inertie

Moyenne



Couleur de façade

Claire



Couleur toiture

Sombre



Surface Fenêtres, Portes-fenêtres

1/5^{ème} surface utile



Ouverture des baies

A la française (Ratio d'ouverture : 80%) Sauf menuiseries toute hauteur escalier (sur la droite du bâtiment)



Protection mobile

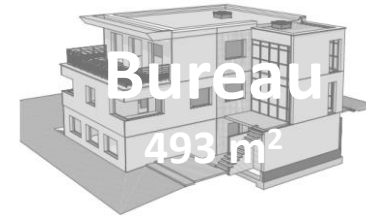
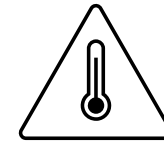
Stores extérieurs occultants gestion manuelle
H3 : DV à contrôle solaire en base



Masques proches et lointains

Casquette au R+2

Sensibilités Degrés-Heures



42



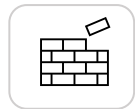
Typologie des occultations :

- brise-soleil orientables



Masques :

- Casquette 1m sur chaque menuiserie



Inertie :

- Lourde

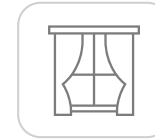


Couleur parois :

- Murs : sombre
- Toiture : claire
- Toiture : végétalisée



Sur trois zones climatiques



Ratio d'ouverture des baies:

- 0,4

Gestion fenêtres :

- Non ouvrable
- Ouverture/fermeture automatique

Vitrage à contrôle solaire :

- Sauf au nord

Brasseurs d'air (sensibilité réalisé sans climatisation) :

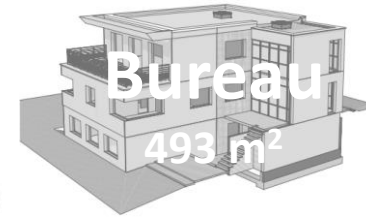
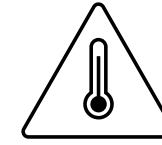
- 1 brasseur par bureau (en moyenne 1 brasseur/15m²)



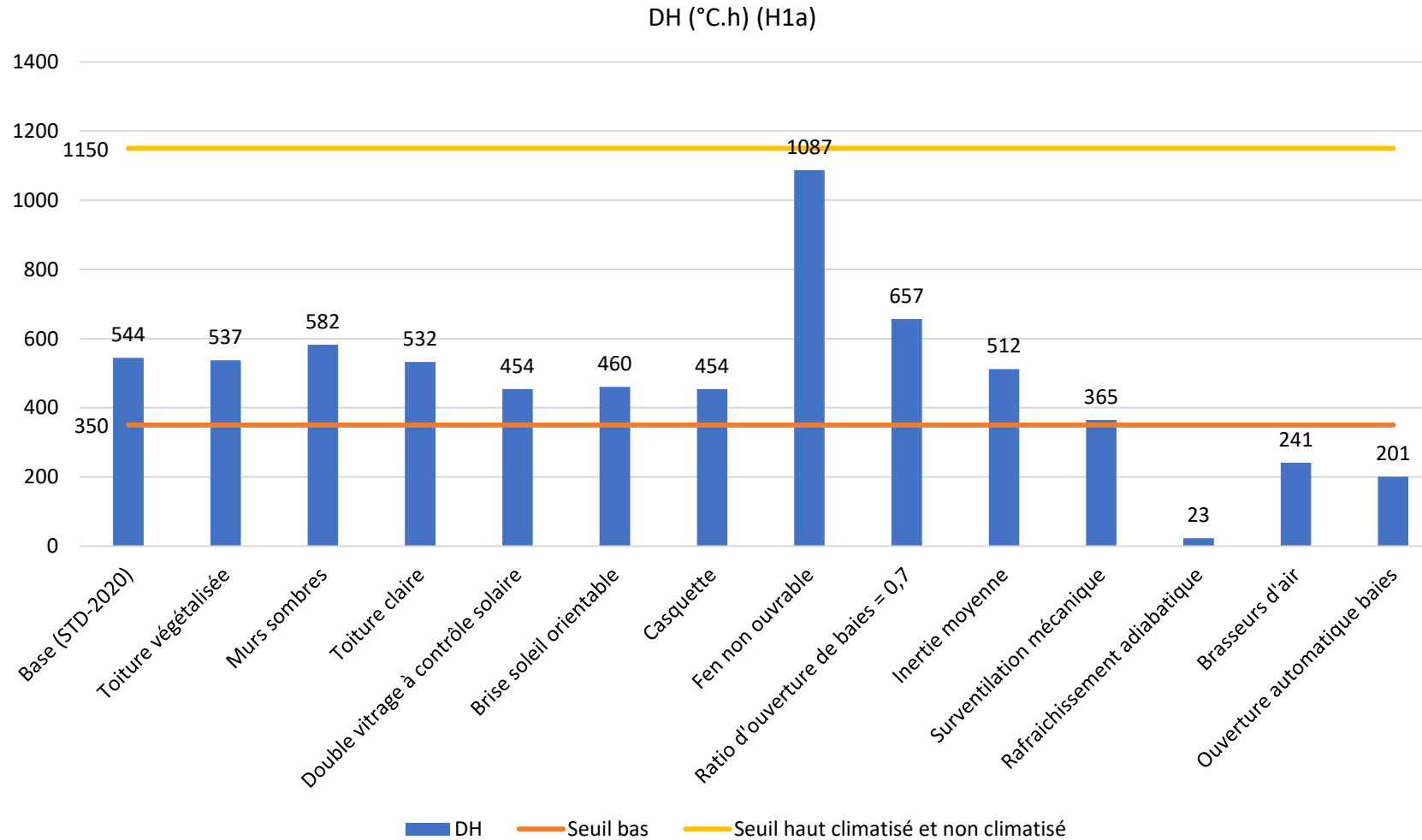
Surventilation mécanique

Rafrachissement adiabatique

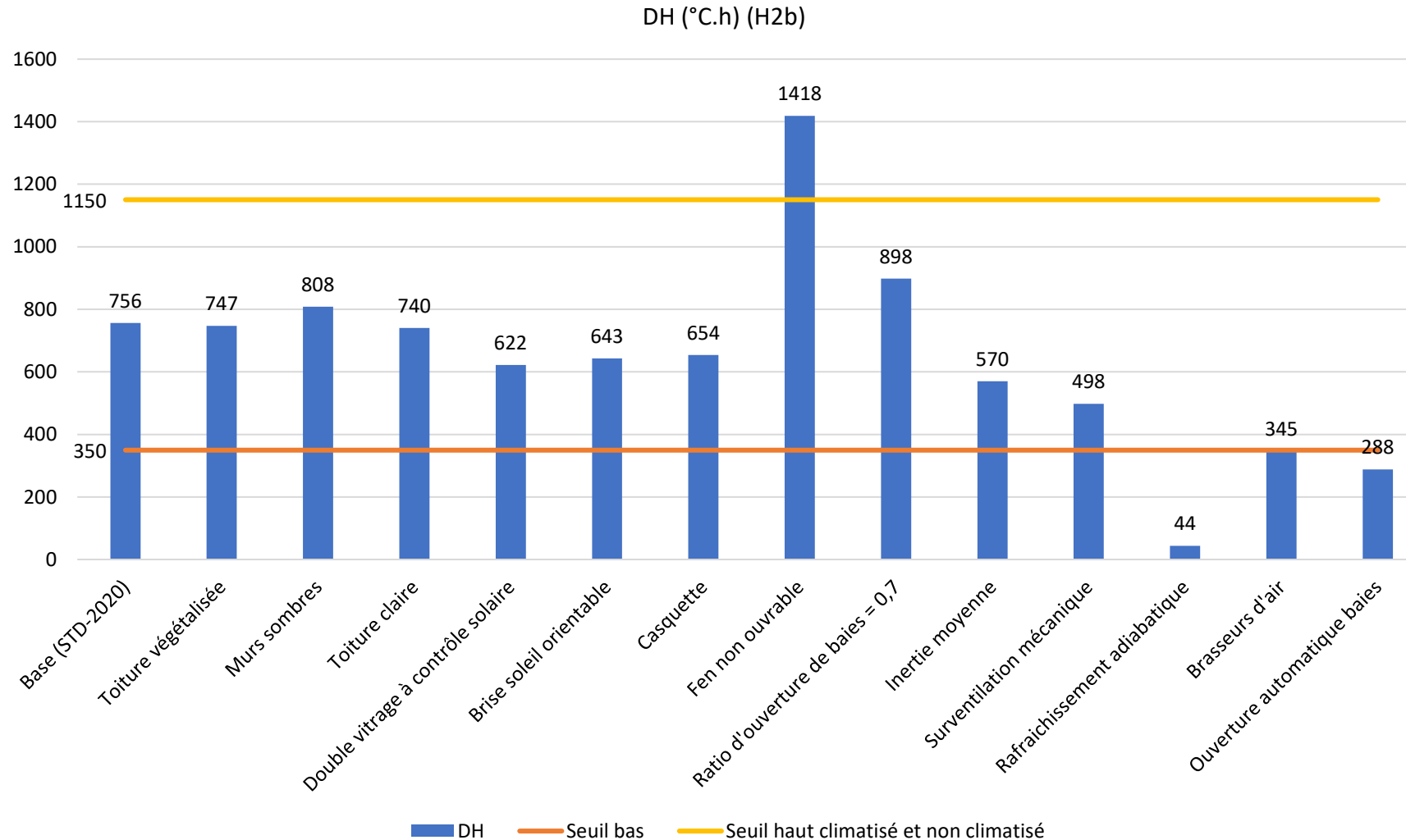
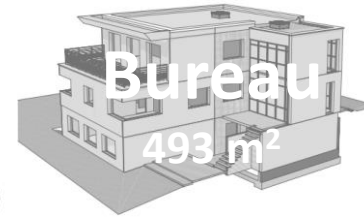
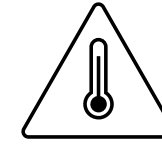
Variantes - Degrés-Heures



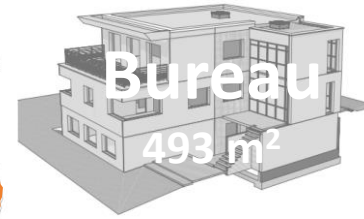
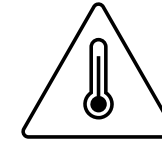
43



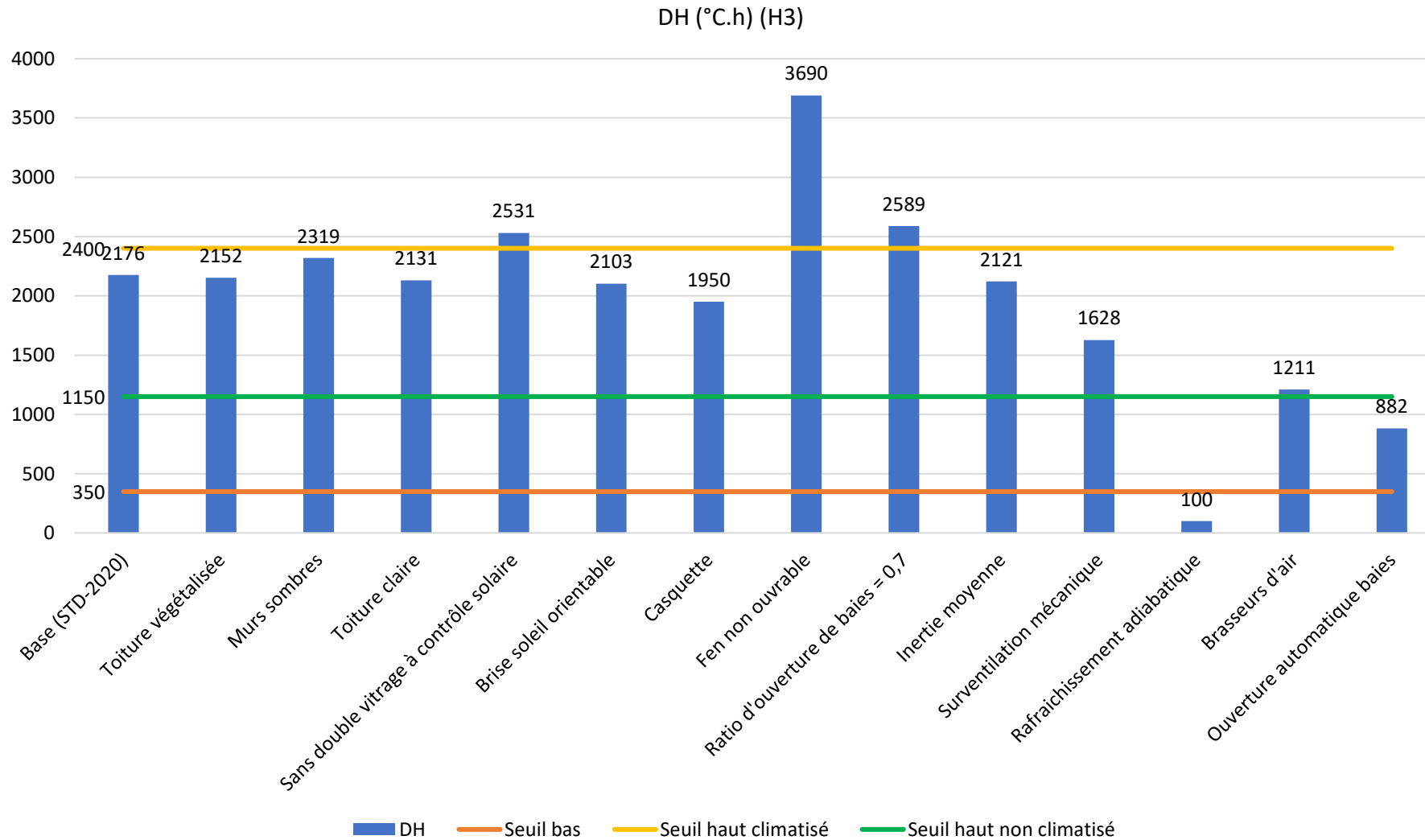
Variantes - Degrés-Heures



Variantes - Degrés-Heures



45



Sommaire

46

Partie 3 : Bureaux

« petit » 493m²

« moyen » 4125m²

Partie 4 : Enseignement

Caractéristiques bâtiment



47



Typologie

Bureau



Surface utile

4125 m²



Exposition au bruit

BR2



Type de toiture

toiture terrasse accessible



Système constructif

Dalle béton et allège béton



Parking

2 niveaux de parking



Part de surface vitrée

20% de surface vitrée

Compacité

$(m^2 S_{déperds}/SU) = 1,055$

Nombre d'étages

R+4

Ascenseur

OUI : 2



RE 2020



Enveloppe et systèmes « STD-2020 »



48



Toiture terrasses inaccessibles

20 cm $\lambda=0,022$ (R = 10,4 m².K/W)



Toiture terrasses accessibles

Dalles béton + 12 cm $\lambda=0,022$ (R = 5,45 m².K/W)



Murs extérieurs

Béton banché + ITE par 14 cm $\lambda=0,032$ (R = 4,35 m².K/W)



Perméabilité à l'air par

1,7 m³/h.m²



Planchers intermédiaires

Plancher béton



Planchers sur sous-sol

15 cm de flocage sous dalle
(R = 4,2 m².K/W) +
Isolation sous chape 4,8 cm TH22
(R = 2,2 m².K/W)



Fenêtres, Portes-fenêtres

Double vitrage
Uw = 1,6 W/K.m² Sw=0,48 TI=0,6

Stores extérieurs gestion manuelle non motorisée



Ventilation

Double-flux avec rendement échangeur = 75%

Etanchéité du réseau : Classe A



Chauffage et ECS

Chauffage : PAC air/eau
ECS : Ballon électriques
Emetteurs: Ventilo-convecteurs
VT : 0,4°C

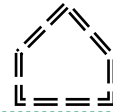


Enveloppes optimisées








49

STANDARD RE2020 (STD-2020)

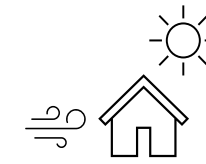


ENVELOPPE OPTIMISEE ossature bois
(Opti-FOB)



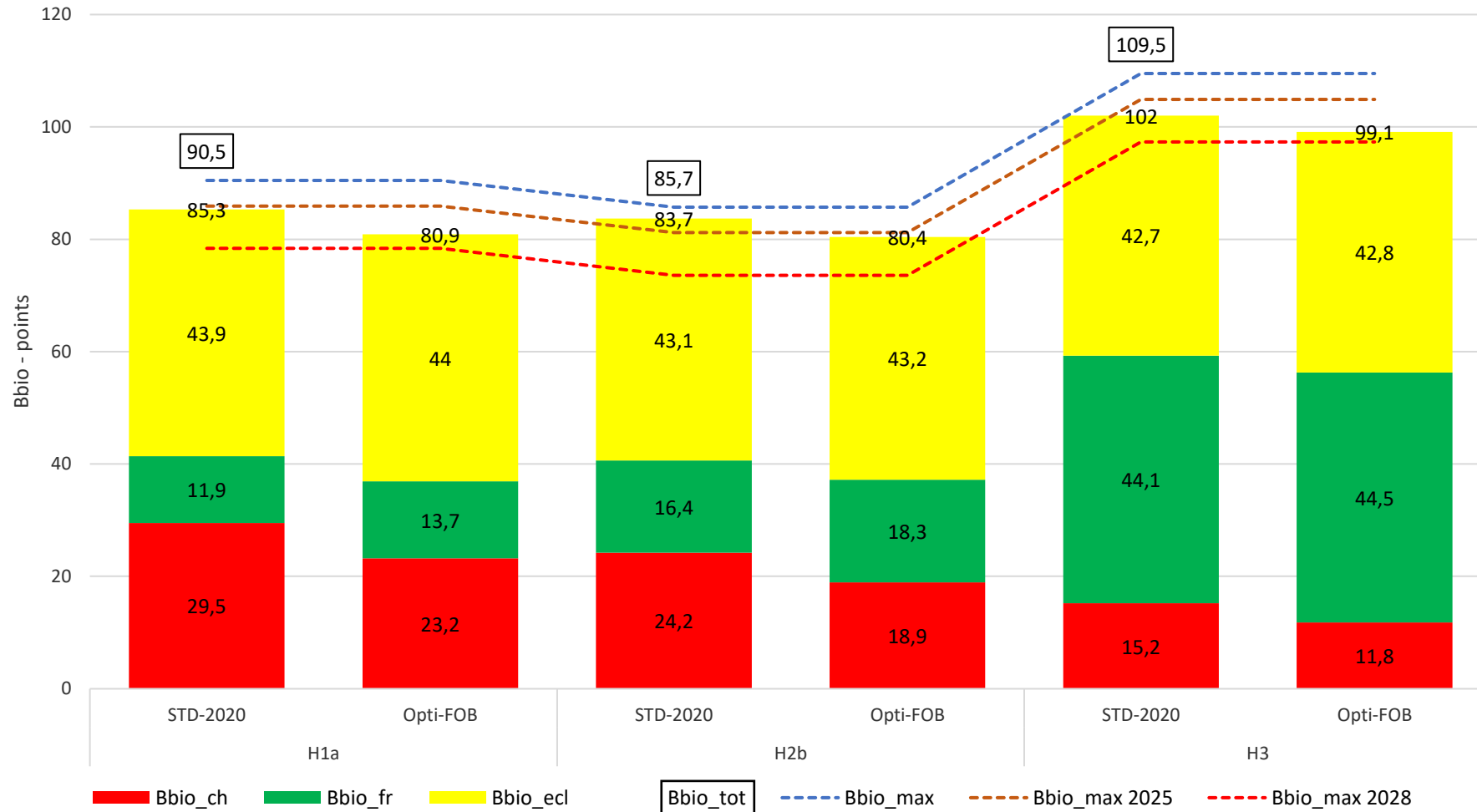
	STANDARD RE2020 (STD-2020)	ENVELOPPE OPTIMISEE ossature bois (Opti-FOB)
	Murs extérieurs Béton banché + ITE par 14 cm $\lambda=0,032$ ($R = 4,35 \text{ m}^2.K/W$)	Murs extérieurs 14 cm $\lambda=0,038$ entre montants + 8 cm $\lambda=0,032$ intérieur ($R=6 \text{ m}^2.K/W$)
	Planchers intermédiaires Plancher béton	Planchers intermédiaires Traitement par le mur ossature bois $L9 = 0,17 \text{ W/m.K}$
	Planchers bas 15 cm de flocage sous dalle ($R = 4,2 \text{ m}^2.K/W$) + sous chape 4,8 cm $\lambda=0,022$ ($R = 2,2 \text{ m}^2.K/W$)	Planchers bas 15 cm de flocage sous dalle ($R = 4,2 \text{ m}^2.K/W$) + sous chape 5,6 cm $\lambda=0,022$ ($R = 2,6 \text{ m}^2.K/W$)
	Toiture terrasse accessible et inaccessible 20 cm $\lambda=0,022$ ($R = 10,4 \text{ m}^2.K/W$) Dalles béton + 12 cm $\lambda=0,022$ ($R = 5,45 \text{ m}^2.K/W$)	Toiture terrasse accessible et inaccessible Idem STD-2020
	Perméabilité à l'air 1,7 m ³ /h.m ²	Perméabilité à l'air 1 m ³ /h.m ²
	Fenêtres, Portes-fenêtres $U_w = 1,6 \text{ W/K.m}^2$ $S_w=0,48$ $Tl=0,6$	Fenêtres, Portes-fenêtres $U_w = 1,5 \text{ W/K.m}^2$ $S_w=0,48$ $Tl=0,6$
	Autres Classe A Vitrage à contrôle solaire au sud en H3	Autres Classe B Vitrage à contrôle solaire au sud en H3

Variantes - Enveloppe



50

Positionnement du Bbio par rapport au Bbiomax (nb points)



Sensibilités - Energie



51

Niveaux d'isolation

Systèmes énergétiques (avec et sans refroidissement)

Indicateurs étudiés par variantes



Enveloppe standard
(STD-2020)

PAC air/eau réversible (COP = 3,06) (EER = 2,67)

DRV réversible (COP = 4,26) (EER = 4,02)

PAC réversible eau de nappe /eau (COP = 3,29) (EER = 4,33)

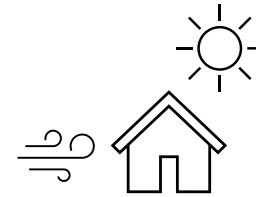
Chaudière gaz + Groupe froid (EER = 3,12)

RCU 0%ENR (210 gCO₂_{eq}/kWh) + RFU (20 gCO₂_{eq}/kWh)

RCU 50%ENR (112 gCO₂_{eq}/kWh) + RFU (20 gCO₂_{eq}/kWh)

RCU 70%ENR (77 gCO₂_{eq}/kWh) + RFU (20 gCO₂_{eq}/kWh)

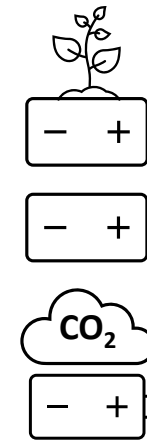
Effet Joule + groupe froid (EER = 3,12)



Niveau d'isolation



Enveloppe optimisée
Bois (Opti-FOB)



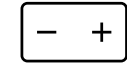
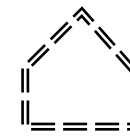
Niveau d'isolation
Systèmes énergétiques



RE 2020

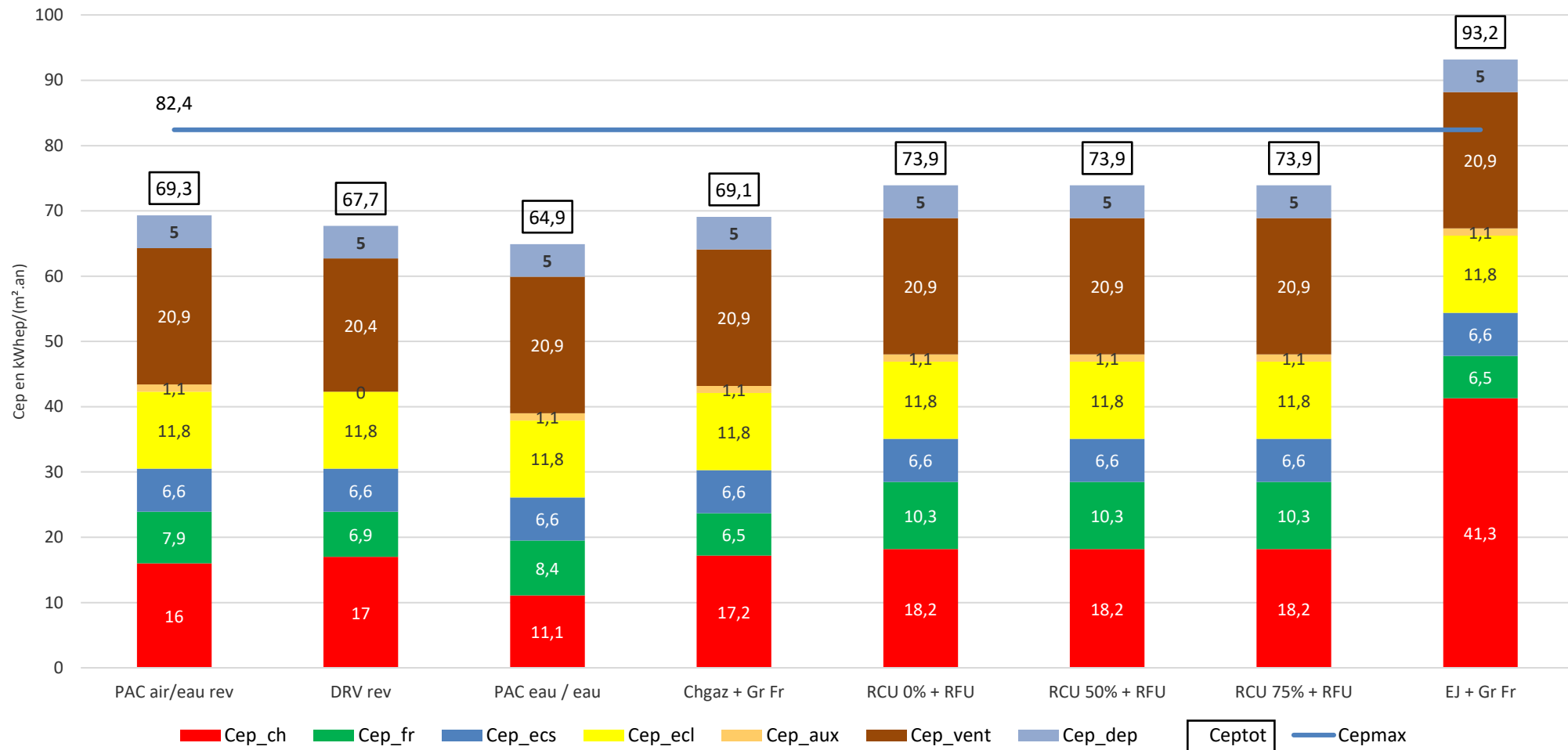


Variantes – Systèmes énergétiques



52

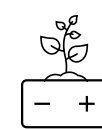
Consommations en énergie primaire STD-2020 (H1a)



RE 2020

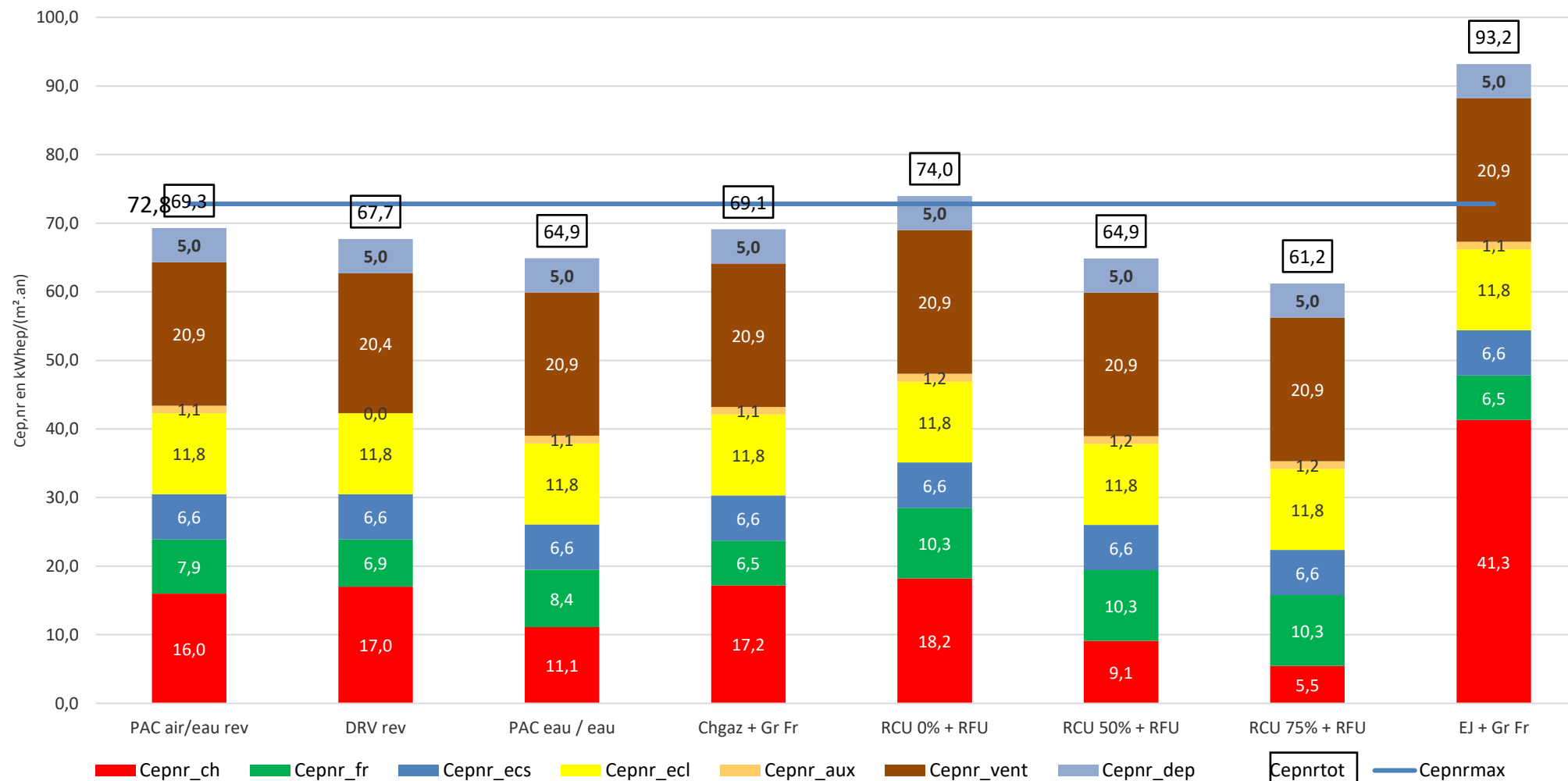


Variantes – Systèmes énergétiques



53

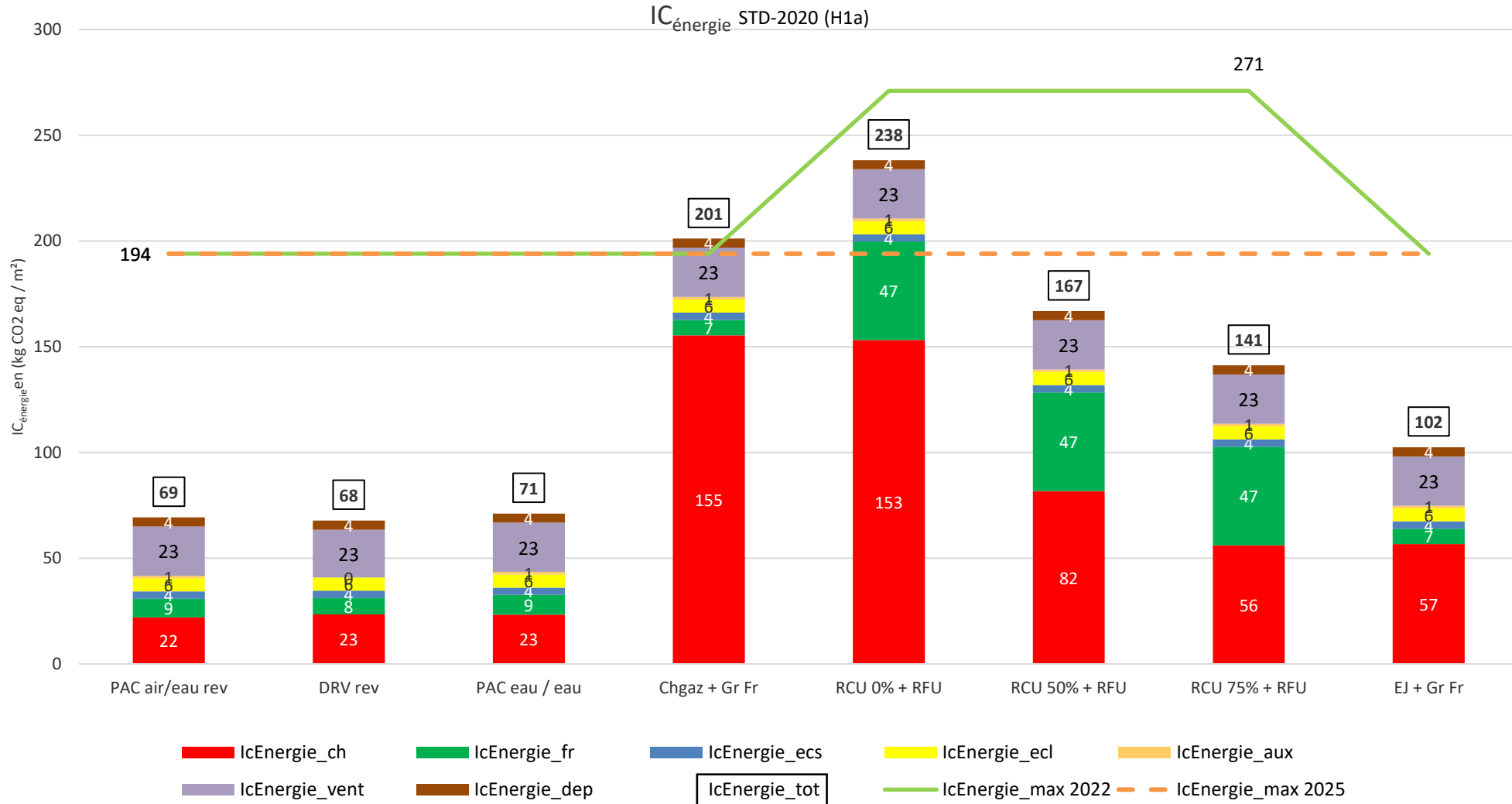
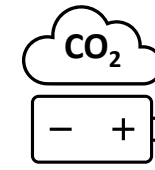
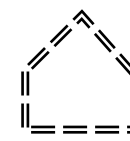
Consommations en énergie primaire non renouvelable STD-2020 (H1a)



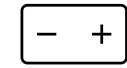
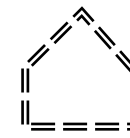
RE 2020



Variantes – Systèmes énergétiques



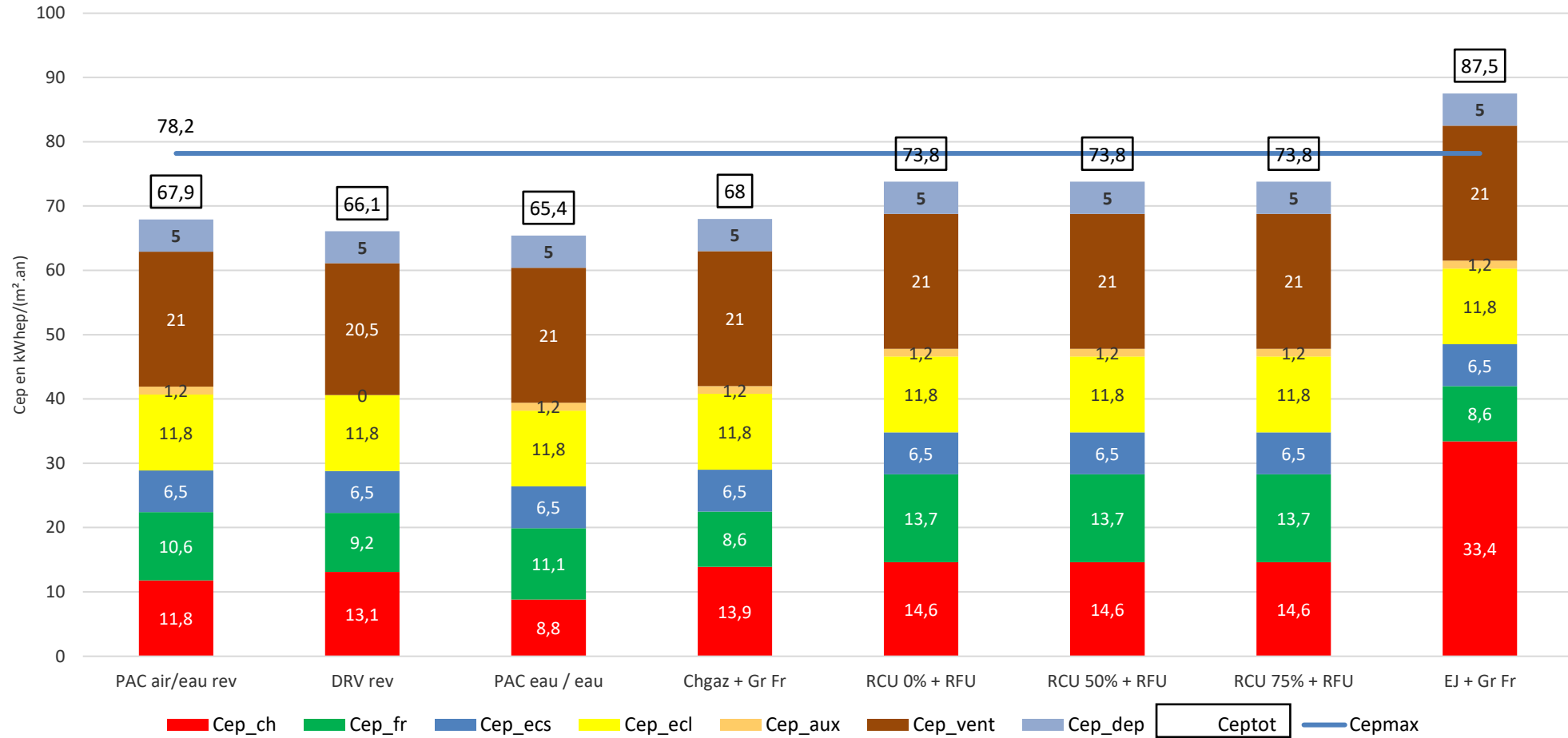
Variantes – Systèmes énergétiques



Bureau
4125 m²

55

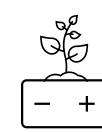
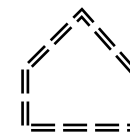
Consommations en énergie primaire STD-2020 (H2b)



RE 2020

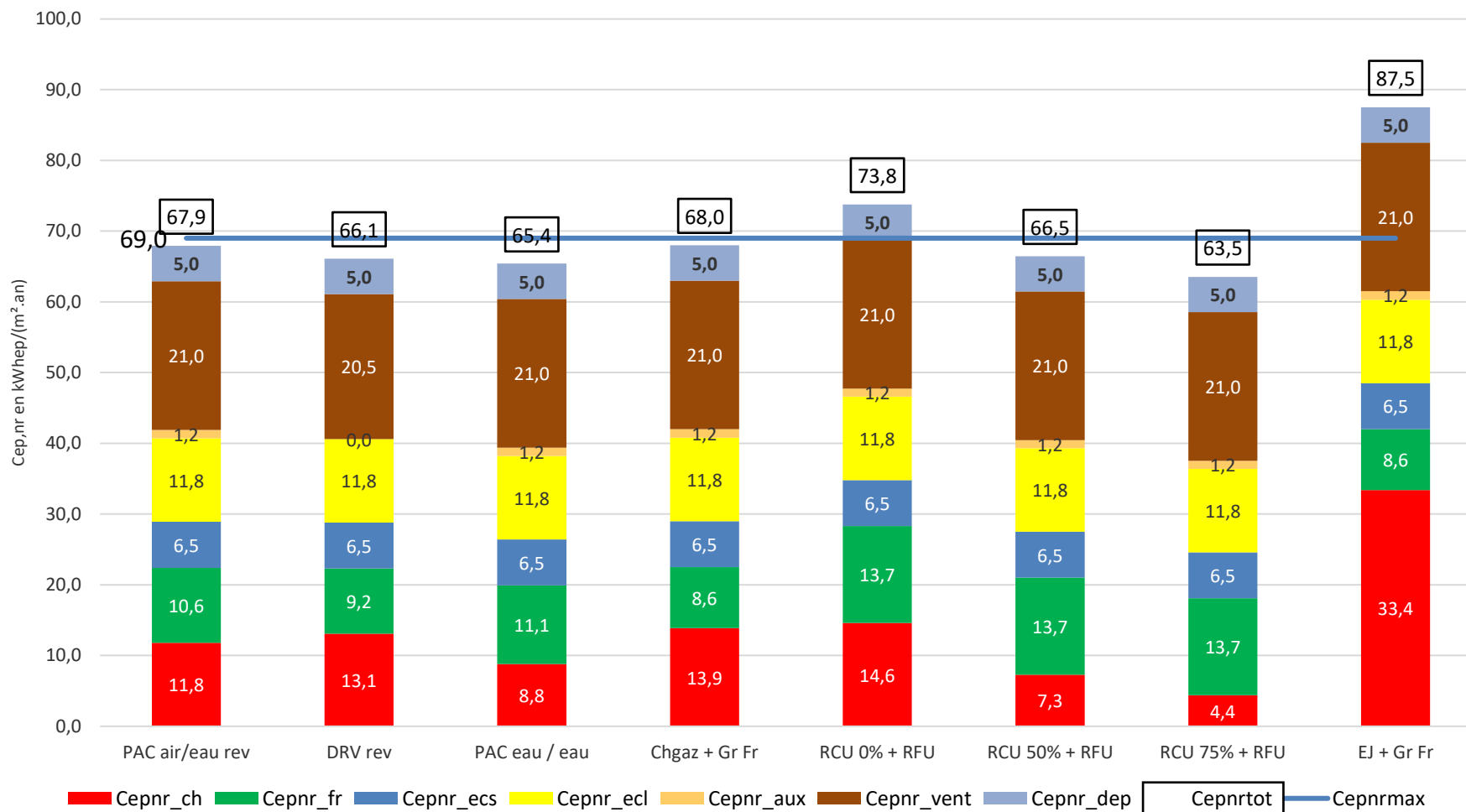


Variantes – Systèmes énergétiques



56

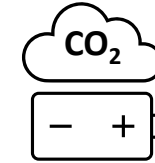
Consommations en énergie primaire non renouvelable STD-2020 (H2b)



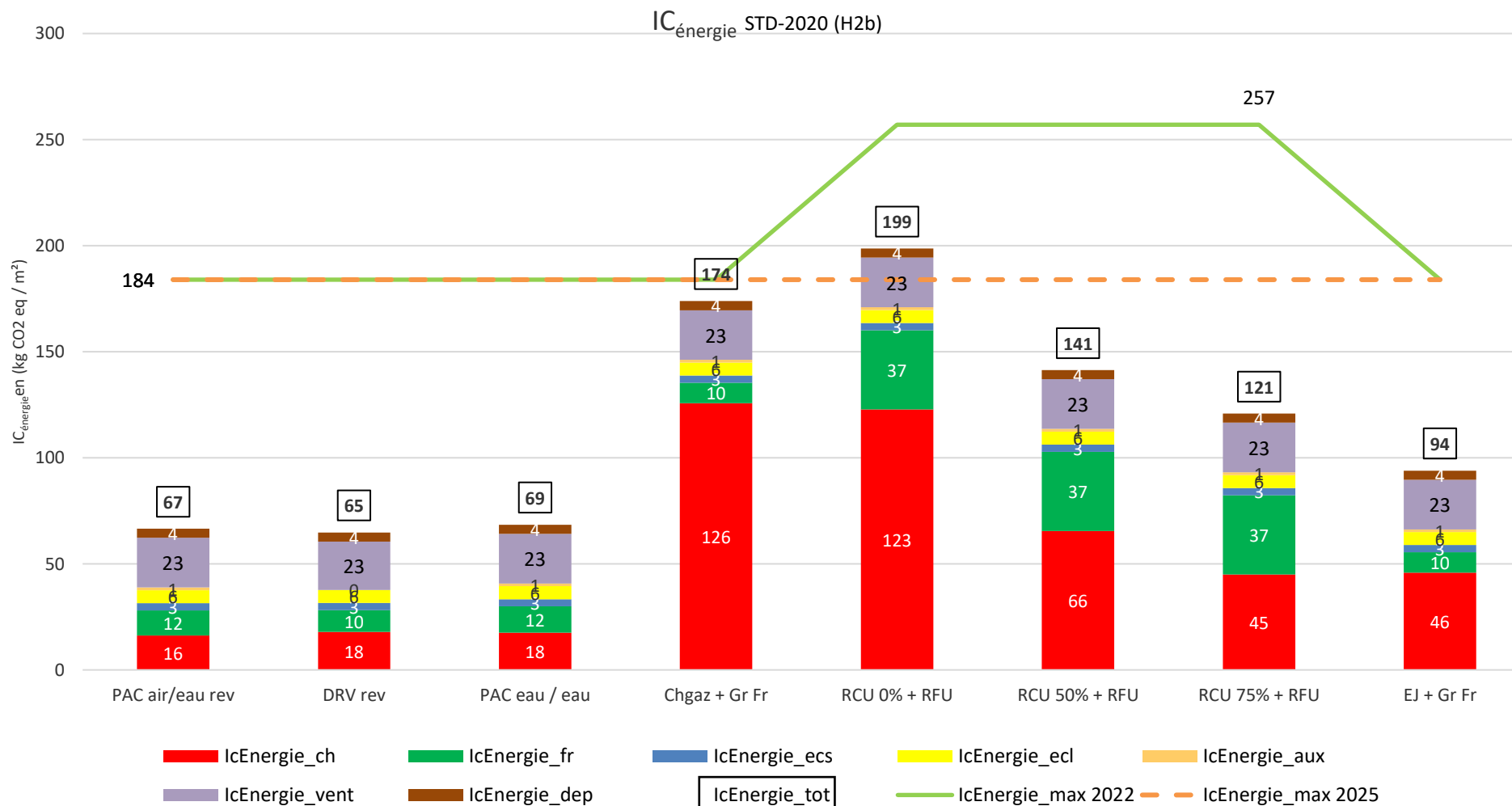
RE 2020



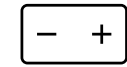
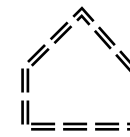
Variantes – Systèmes énergétiques



57

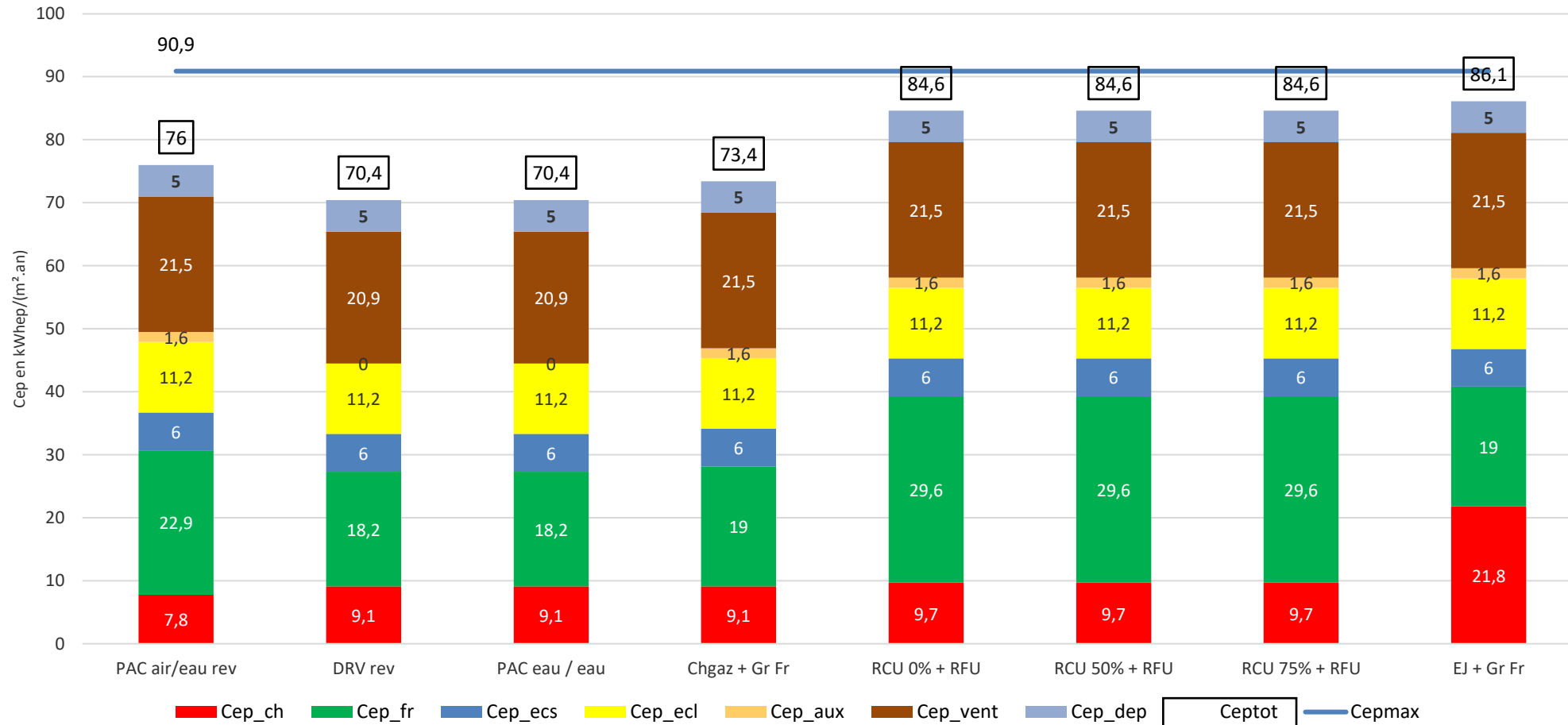


Variantes – Systèmes énergétiques

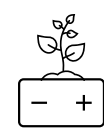
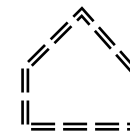


58

Consommations en énergie primaire STD-2020 (H3)

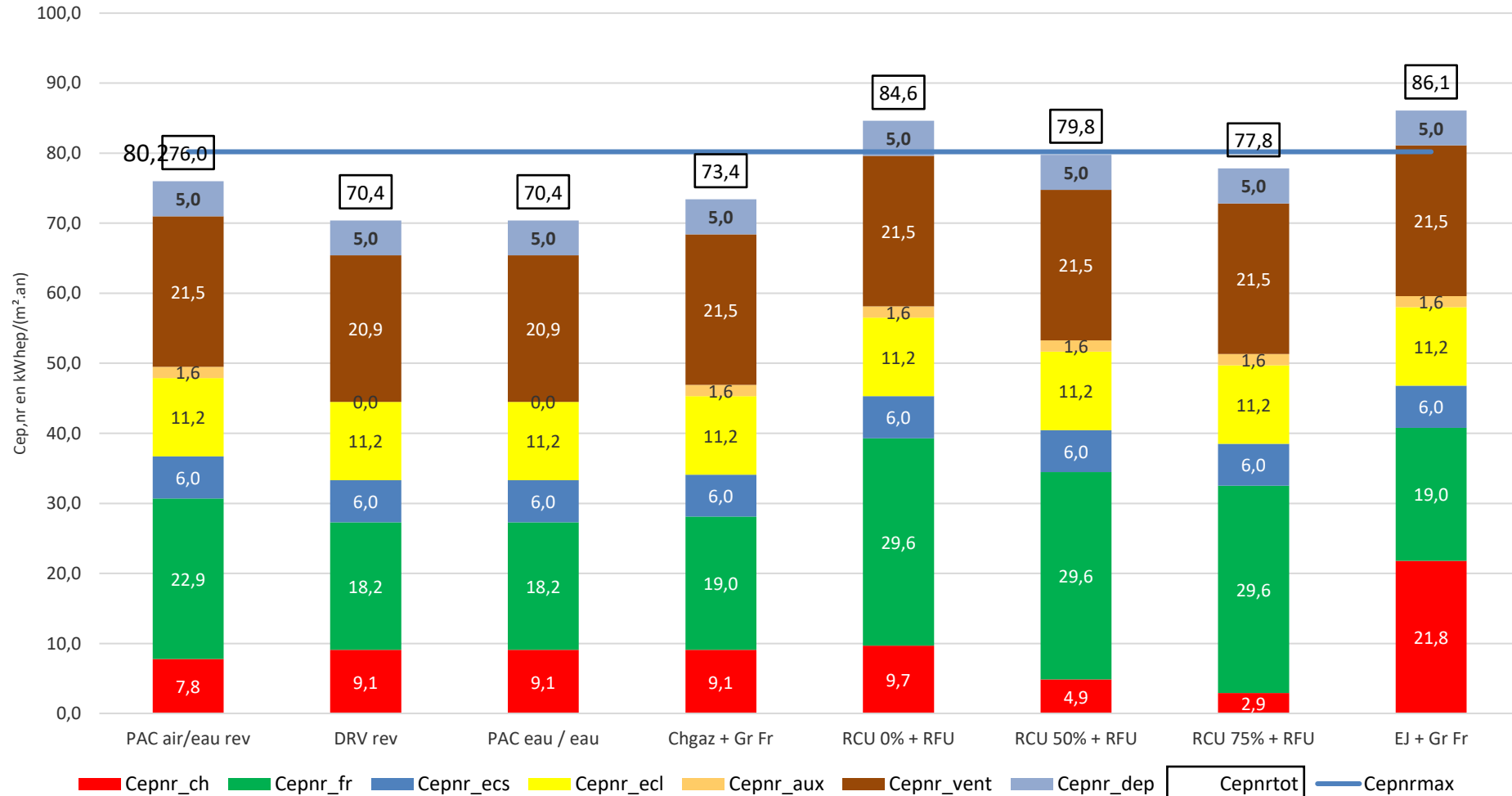


Variantes – Systèmes énergétiques

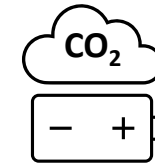
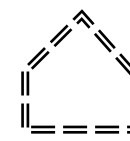


59

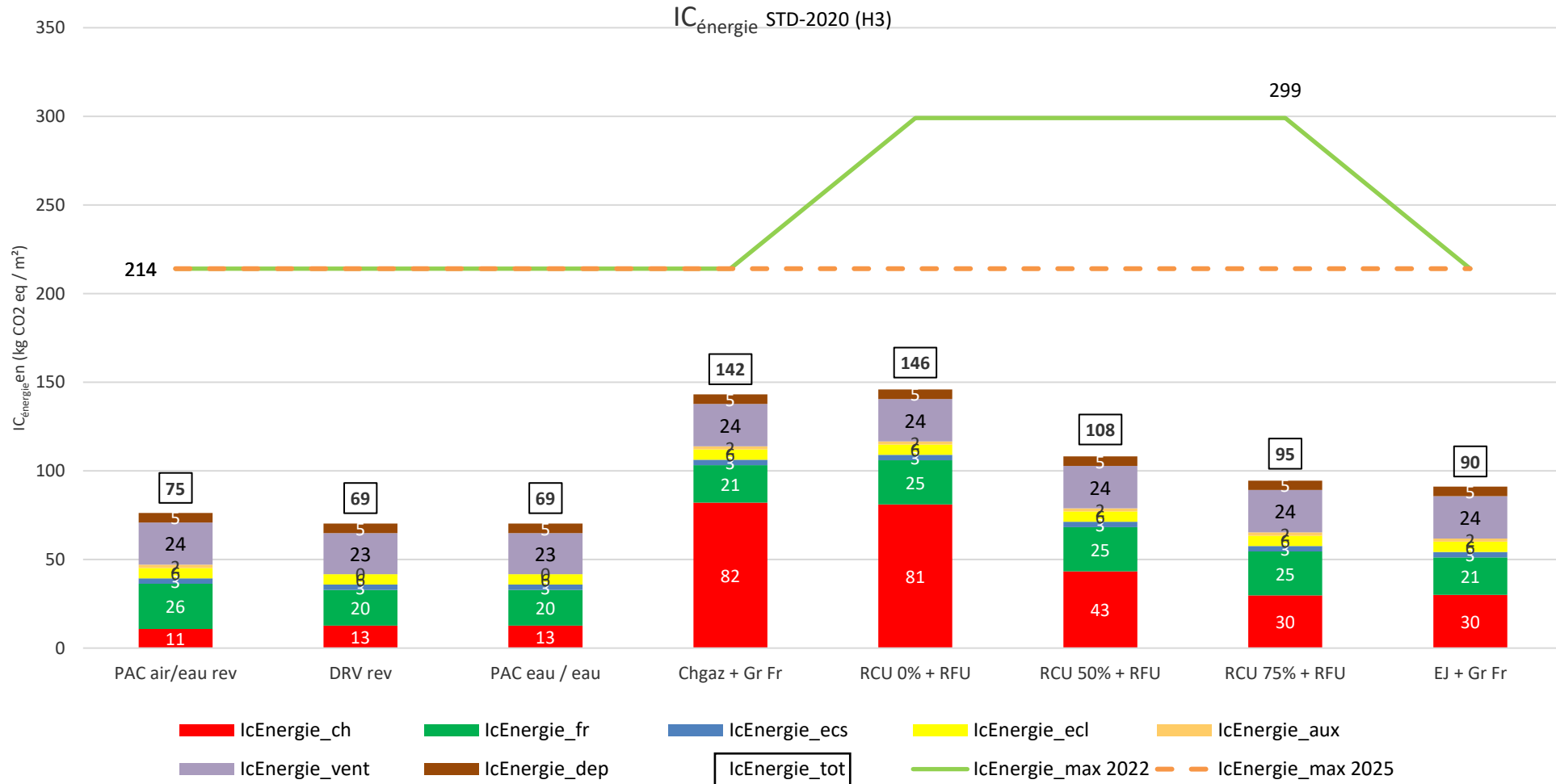
Consommations en énergie primaire non renouvelable STD-2020 (H3)



Variantes – Systèmes énergétiques



60



RE 2020



Tableau récap

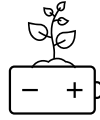
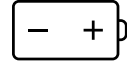
61

Systemes avec et sans refroidissement	Cep	Cep,nr	Icénergie
PAC air/eau réversible	✓	✓	✓
DRV réversible	✓	✓	✓
PAC réversible eau de nappe /eau	✓	✓	✓
Chaudière gaz condensation + Groupe froid	✓	✓	✓
RCU 0%ENR + RFU	✓	⚠ H1a STD-2020 ✗	✓
RCU 50%ENR + RFU	✓	✓	✓
RCU 70%ENR + RFU	✓	✓	✓
Effet Joule + groupe froid	✓ H3 STD-2020 ✗	✗	✓

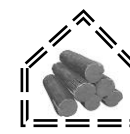
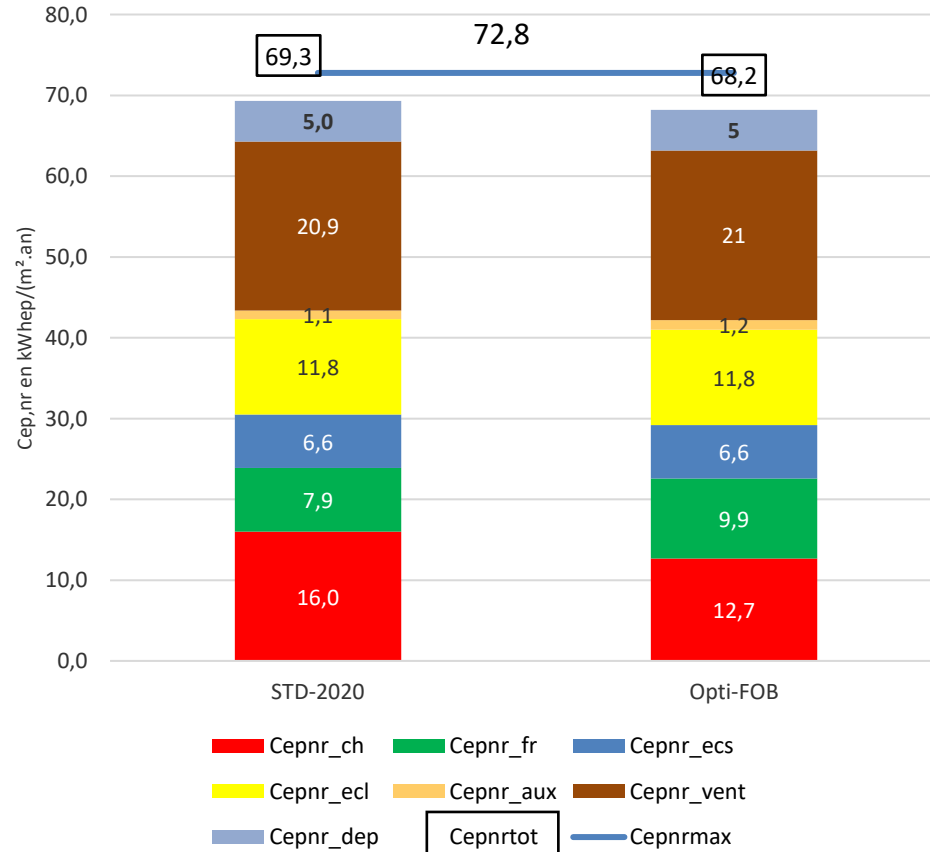
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-10%)

Système : PAC air/eau

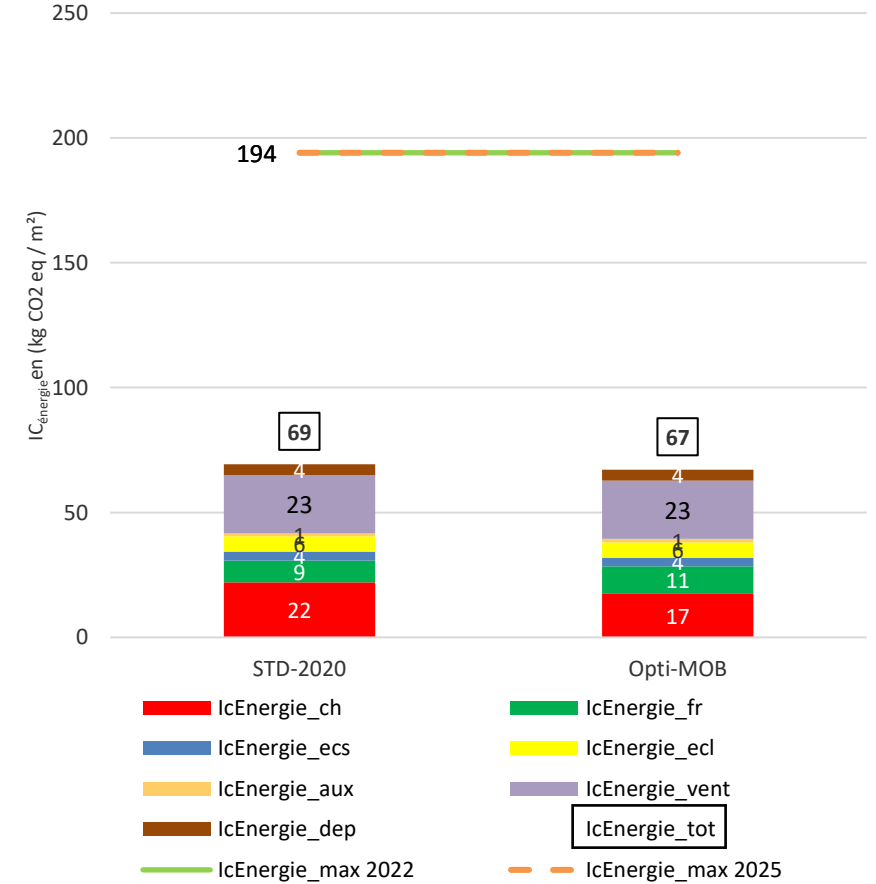
62



Consommations en énergie primaire et primaire non renouvelable (H1a)



IC_{énergie} (H1a)



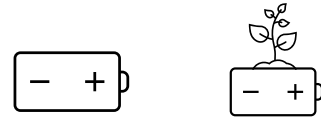
RE 2020



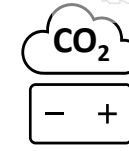
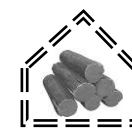
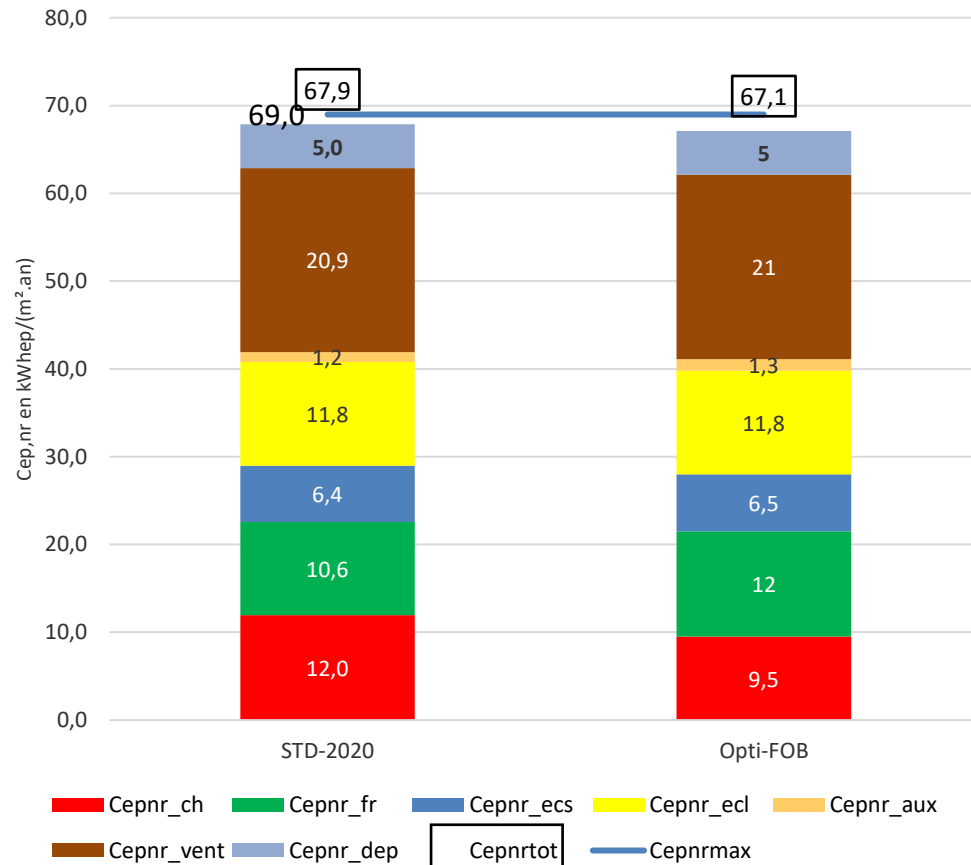
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-10%)

Système : PAC air/eau

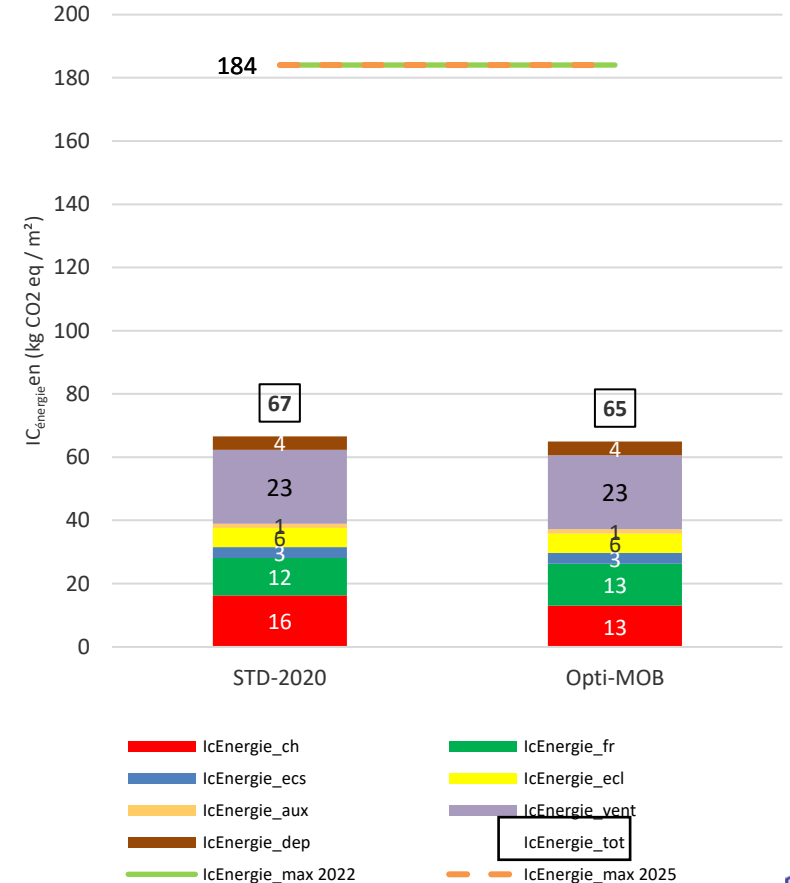
63



Consommations en énergie primaire et primaire non renouvelable (H2b)



IC_{énergie} (H2b)



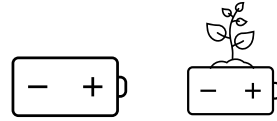
RE 2020



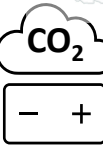
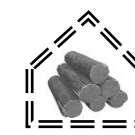
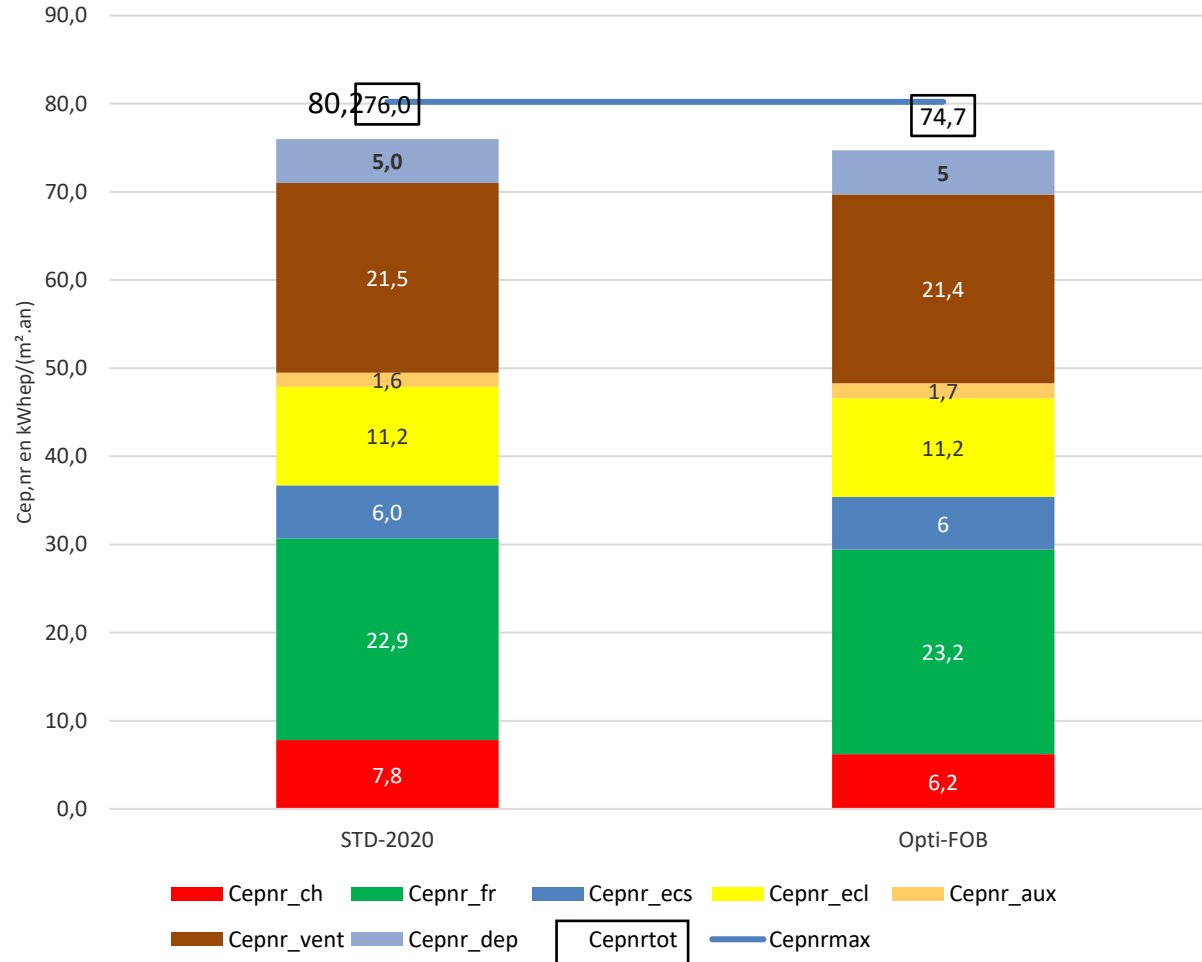
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-10%)

Système : PAC air/eau

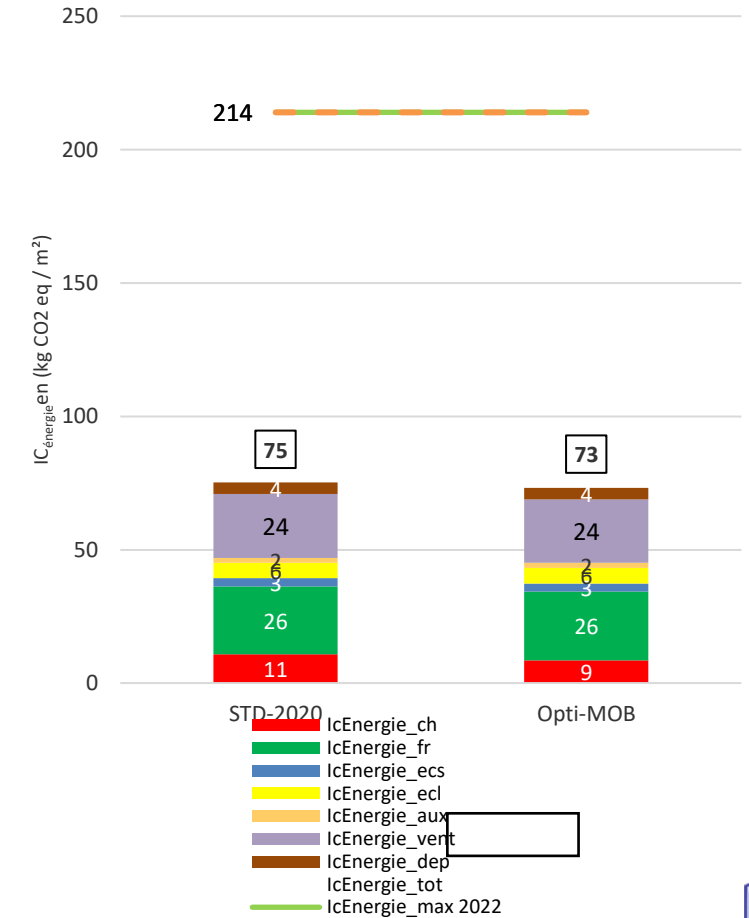
64



Consommations en énergie primaire non renouvelable (H3)



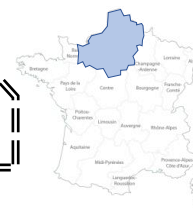
IC_{énergie} (H3)



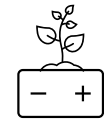
RE 2020



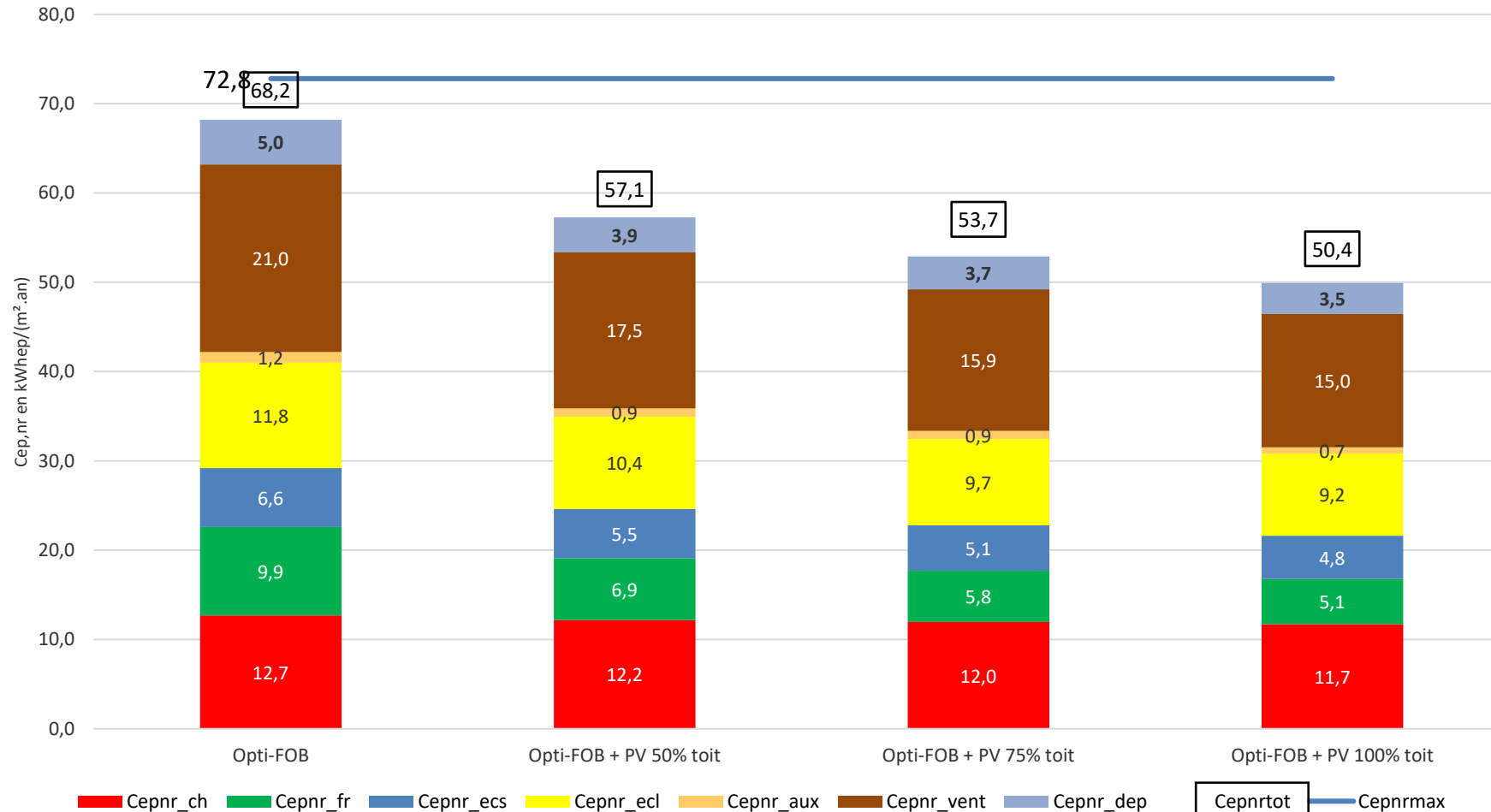
Mise en place de solaire photovoltaïque – Système : Pac air/eau



65



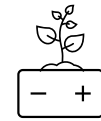
Consommations en énergie primaire non renouvelable (H1a)



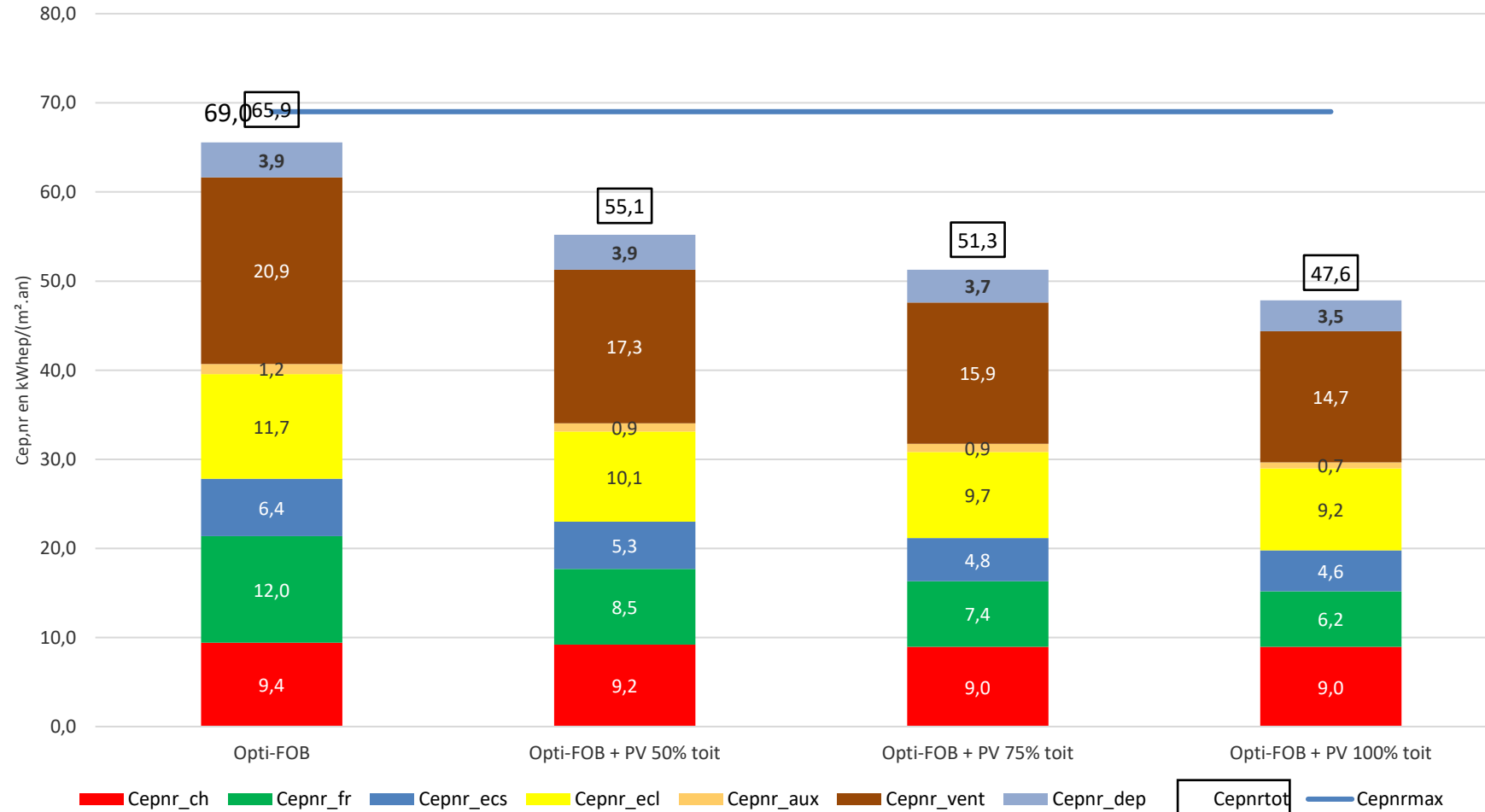
Mise en place de solaire photovoltaïque – Système : Pac air/eau



66



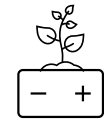
Consommations en énergie primaire non renouvelable (H2b)



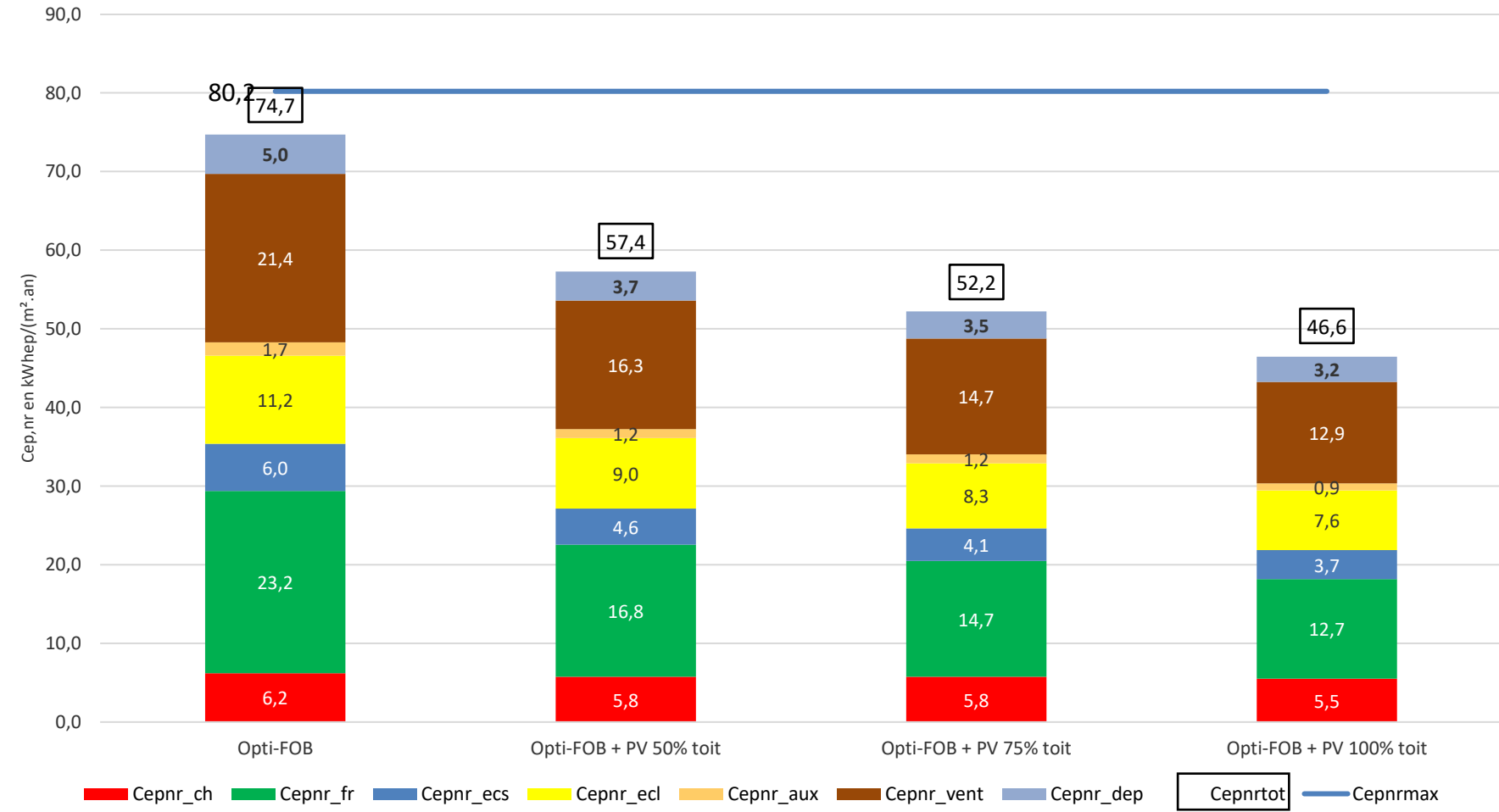
Mise en place de solaire photovoltaïque – Système : Pac air/eau



67



Consommations en énergie primaire non renouvelable (H3)



Descriptif de base / Carbone



68



Enveloppe Standard (STD)



Structure verticale

Béton banché R+4 + ITE 14 cm



Structure horizontale

Plancher béton



Structure toiture

Toiture terrasse béton non accessible et accessible



Revêtement toiture

Dalle en béton sur plots



Revêtement de façade

Bardage en panneaux aluminium



Fenêtres, Portes-fenêtres

Fenêtres Aluminium
Store vénitien extérieur aluminium motorisé



Revêtement de sol

Moquette



Systèmes énergétiques

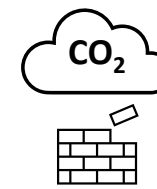
Chauffage : PAC air/eau
ECS : Ballon électriques
Emetteurs: Ventilateur-convecteur



Type de saisie lots CFO – CFA

Valeurs forfaitaires

Bureau 4125 m²— Ic Construction « base »



69

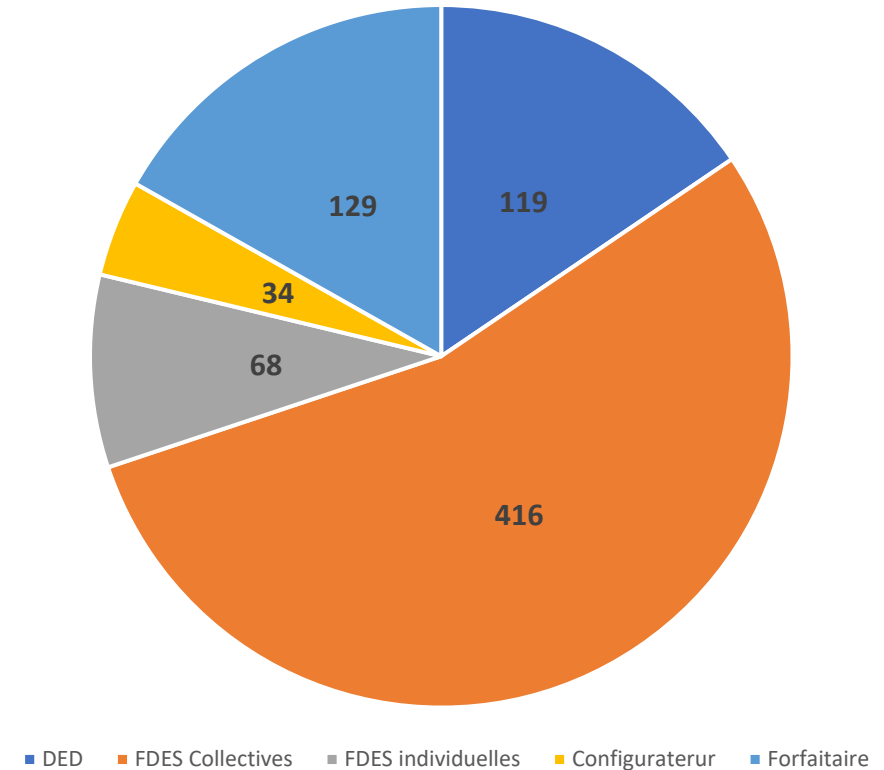
Saisie initiale

157 Fiches saisies

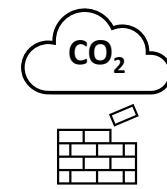
- 46 FDES collectives
- 8 Fiches saisies d'après un configurateur (Bétie)
- 20 FDES individuelles
- 81 DED saisies
- 2 valeurs forfaitaires (lot 10 et 11)

Les DED couvrent des produits de construction dont les quantités sont faibles et une majorité des produits des lots 8 et 9.

Impact carbone kgCO₂éq/m²SU



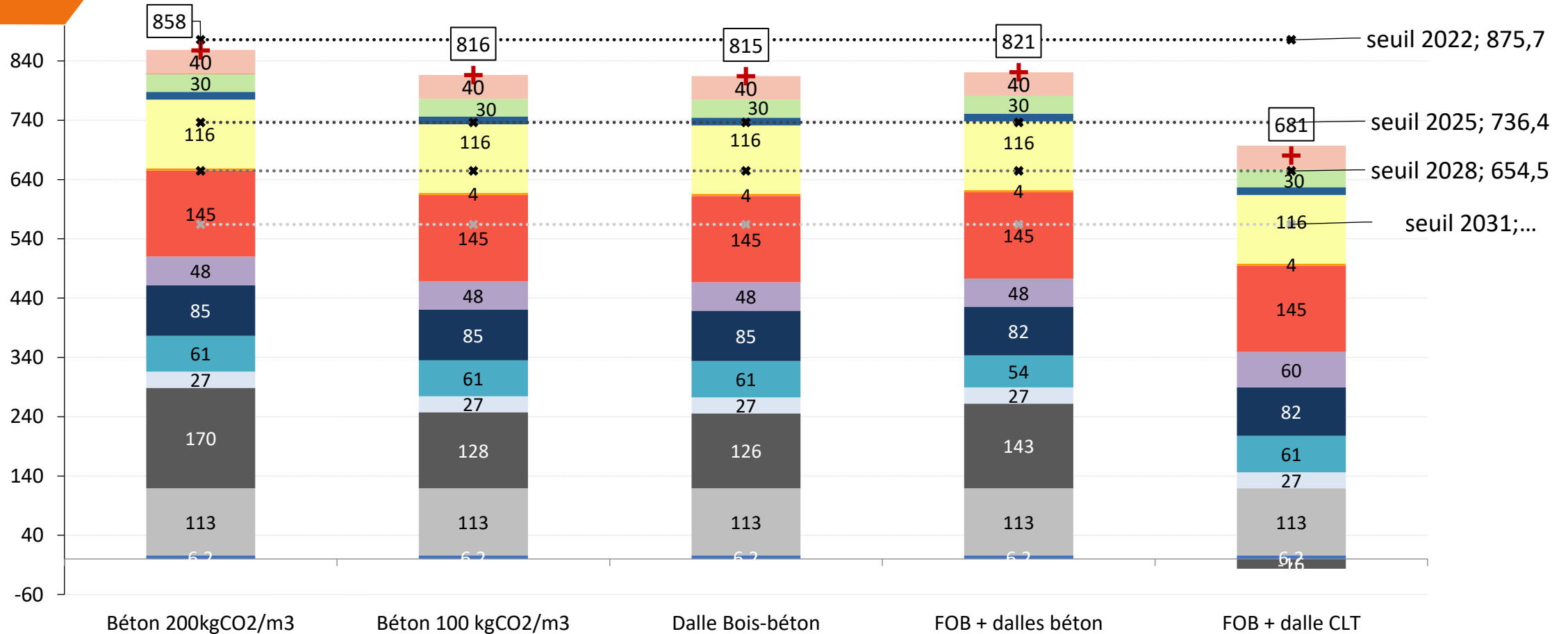
Variantes – lot 3 – Systèmes constructifs



Impact Ic construction selon système constructif en kgCO₂_{eq}/m² Sref.50 ans

70

Emissions de gaz à effet de serre kgCO₂/m²Sref



- Lot 1 VRD
- Lot 2 infrastructure
- Lot 3 superstructure
- Lot 4 étanchéité
- Lot 5 cloison
- Lot 6 façade
- Lot 7 revêtements intér
- Lot 8 CVC
- Lot 9 plomberie
- Lot 10 CFO
- Lot 11 CFA
- Lot 12 Asc
- Lot 13 PV
- Ic chantier
- Ic Construction

...*... seuil 2022

...*... seuil 2025

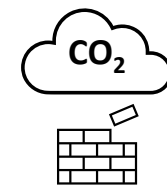
...*... seuil 2028

...*... seuil 2031

* Ces seuils ont été calculés sans Mided

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

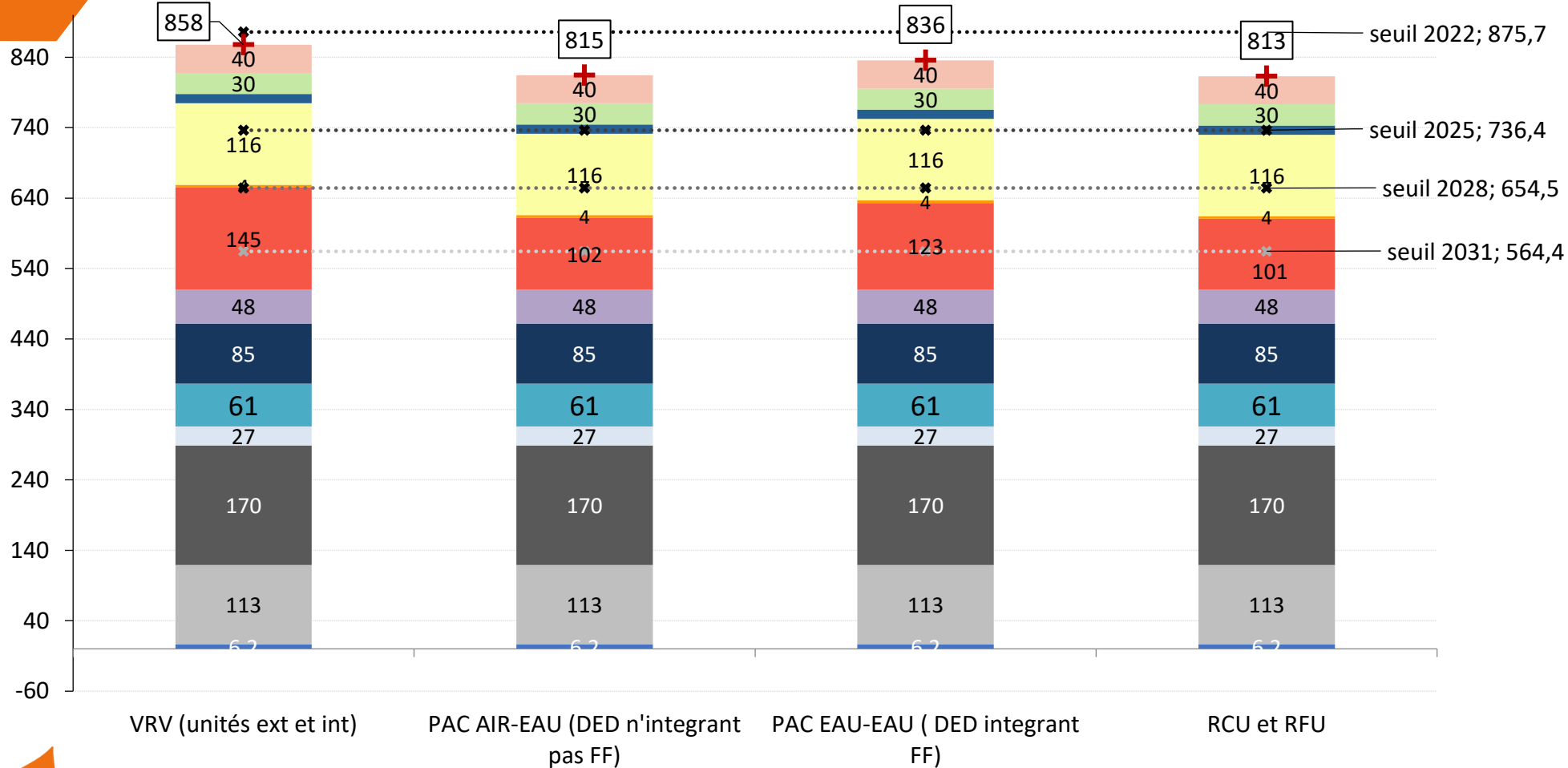
Variantes – lot 8 – Systèmes énergétiques



Impact Ic construction selon le système énergétique en kgCO₂_{eq}/m² Sref.50 ans

71

Emissions de gaz à effet de serre kgCo2/m²Sref



- Valeur forfaitaire utilisée pour 8,4 et 8,5
- Le VRV est simulé avec une DED intégrant l'impact du fluide frigorigène (FF), du R32 a été saisi en complément pour une puissance de 100kW
- La PAC eau-eau est simulée avec une DED intégrant l'impact du fluide frigorigène (FF) (la nature du fluide n'est pas annoncée)
- La PAC air-eau est simulée avec une DED n'intégrant pas le fluide frigorigène (FF). Du R32 a donc été saisi en complément.



- Lot 1 VRD
- Lot 6 façade
- Lot 11 CFA
- seuil 2022

- Lot 2 infrastructure
- Lot 7 revêtements intér
- Lot 12 Asc
- seuil 2025

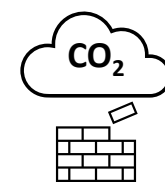
- Lot 3 superstructure
- Lot 8 CVC
- Lot 13 PV
- seuil 2028

- Lot 4 étanchéité
- Lot 9 plomberie
- Ic chantier
- seuil 2031

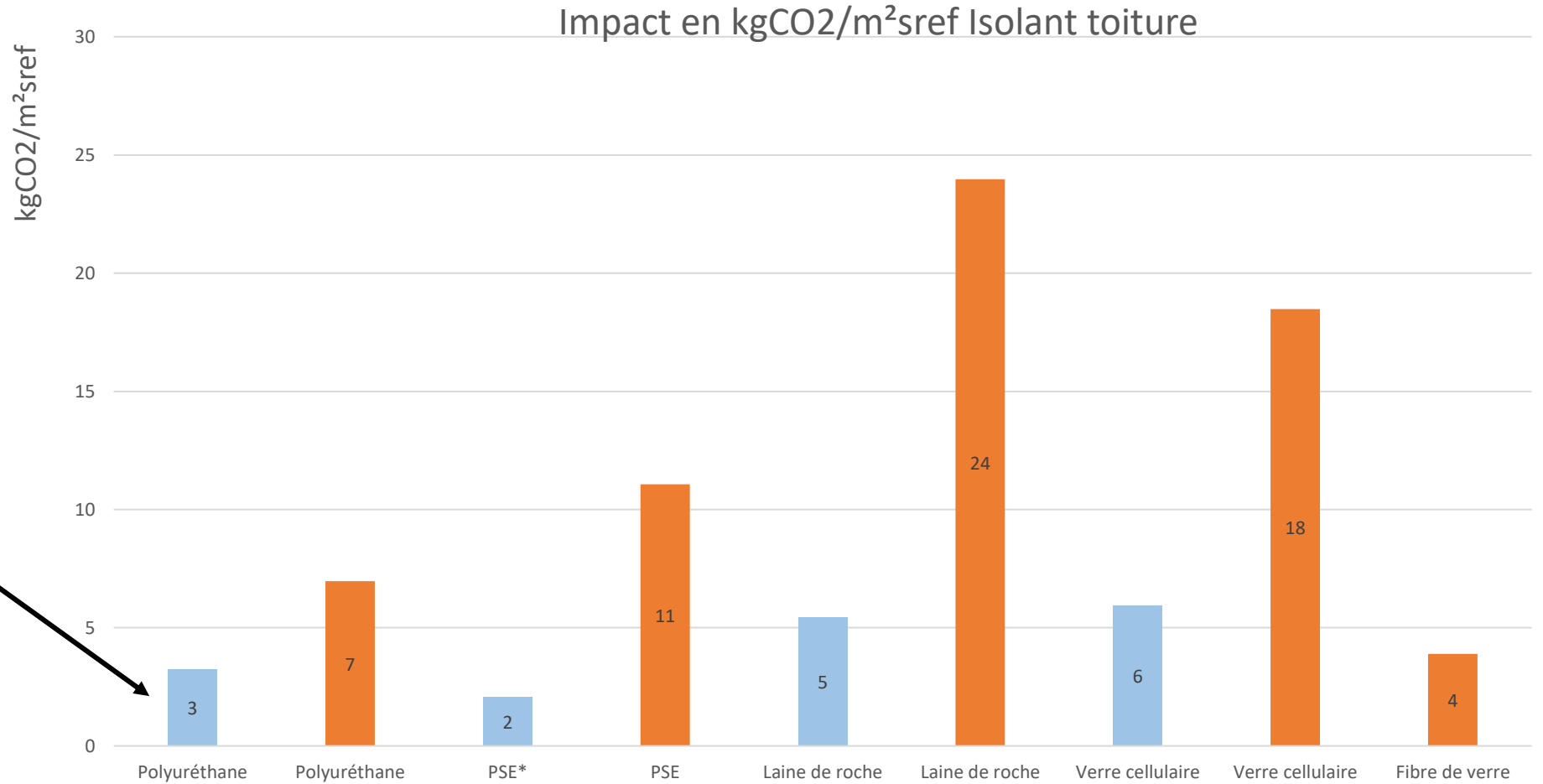
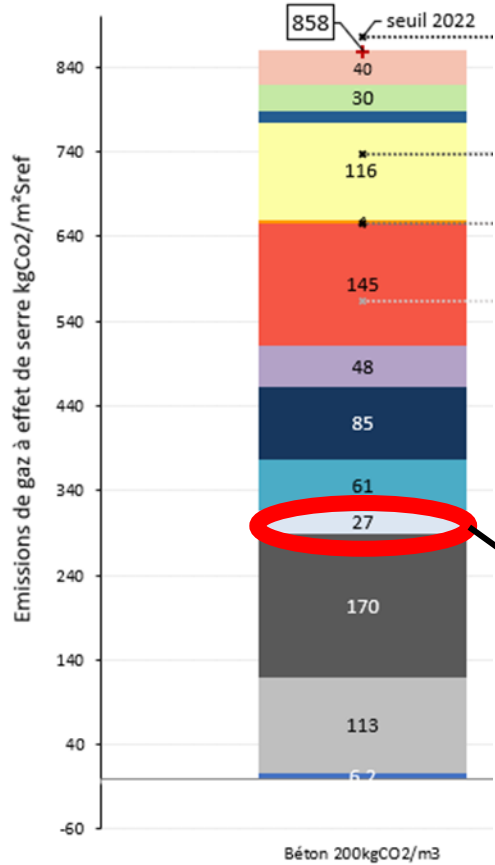
- Lot 5 cloison
- Lot 10 CFO
- Ic Construction



Variantes – lot 4 – Isolant toiture



72



La résistance de l'isolant est R=4,5
 La résistance des isolants DED est R=5
 La résistances des FDES individuelles varie entre R=4,4 et R,7
 * R=4.2

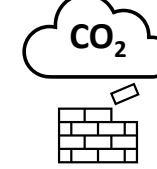
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



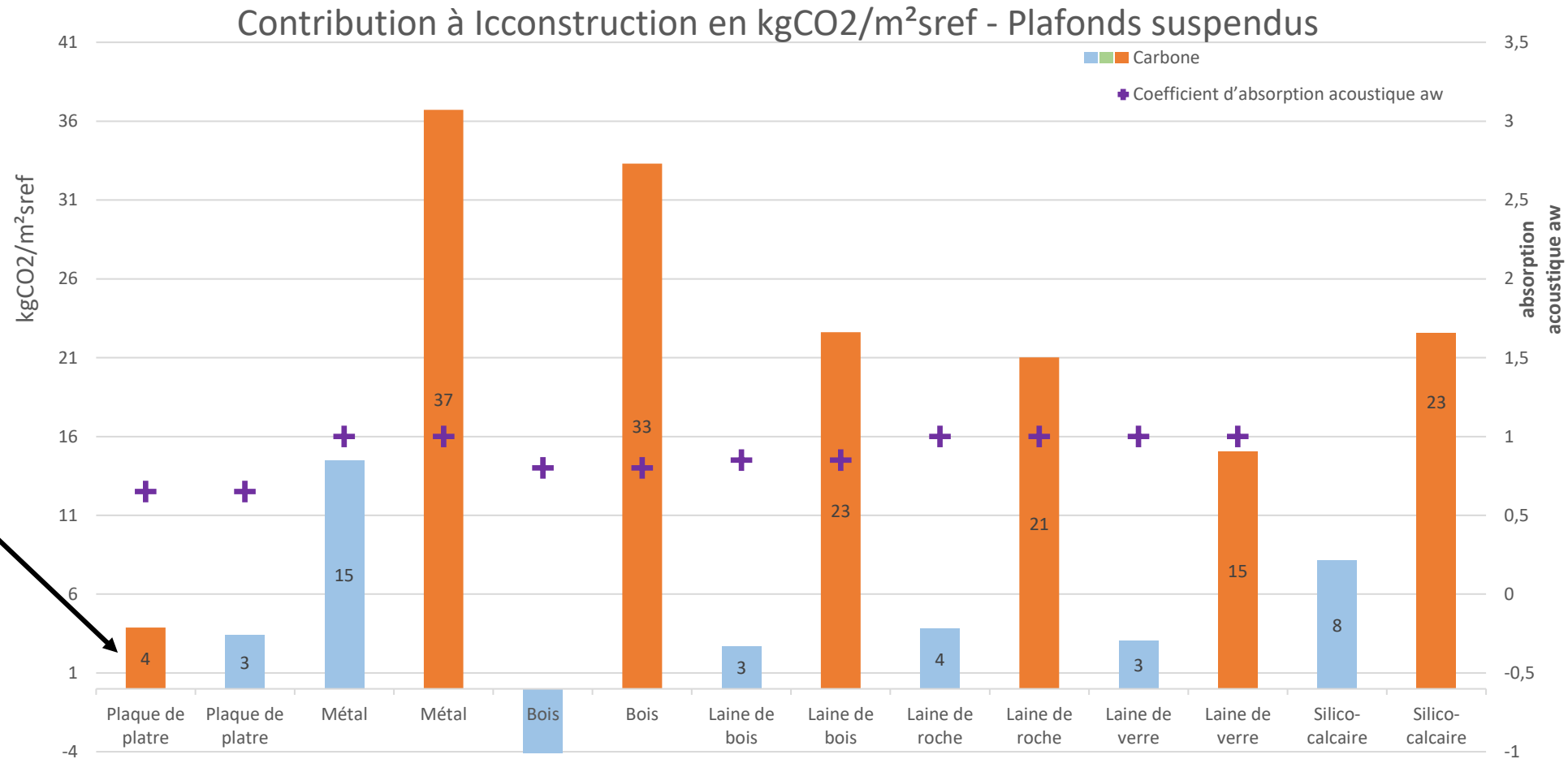
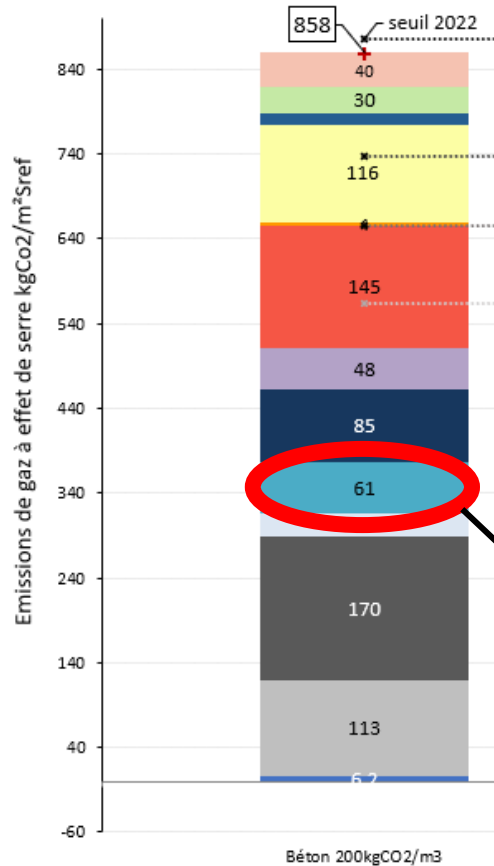
DVT: 10 ans



Variantes – lot 5 – Plafonds suspendus



73



RE 2020

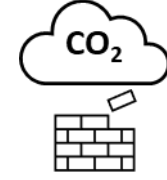
DVT: 50 ans
Surface de produit: 4514 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

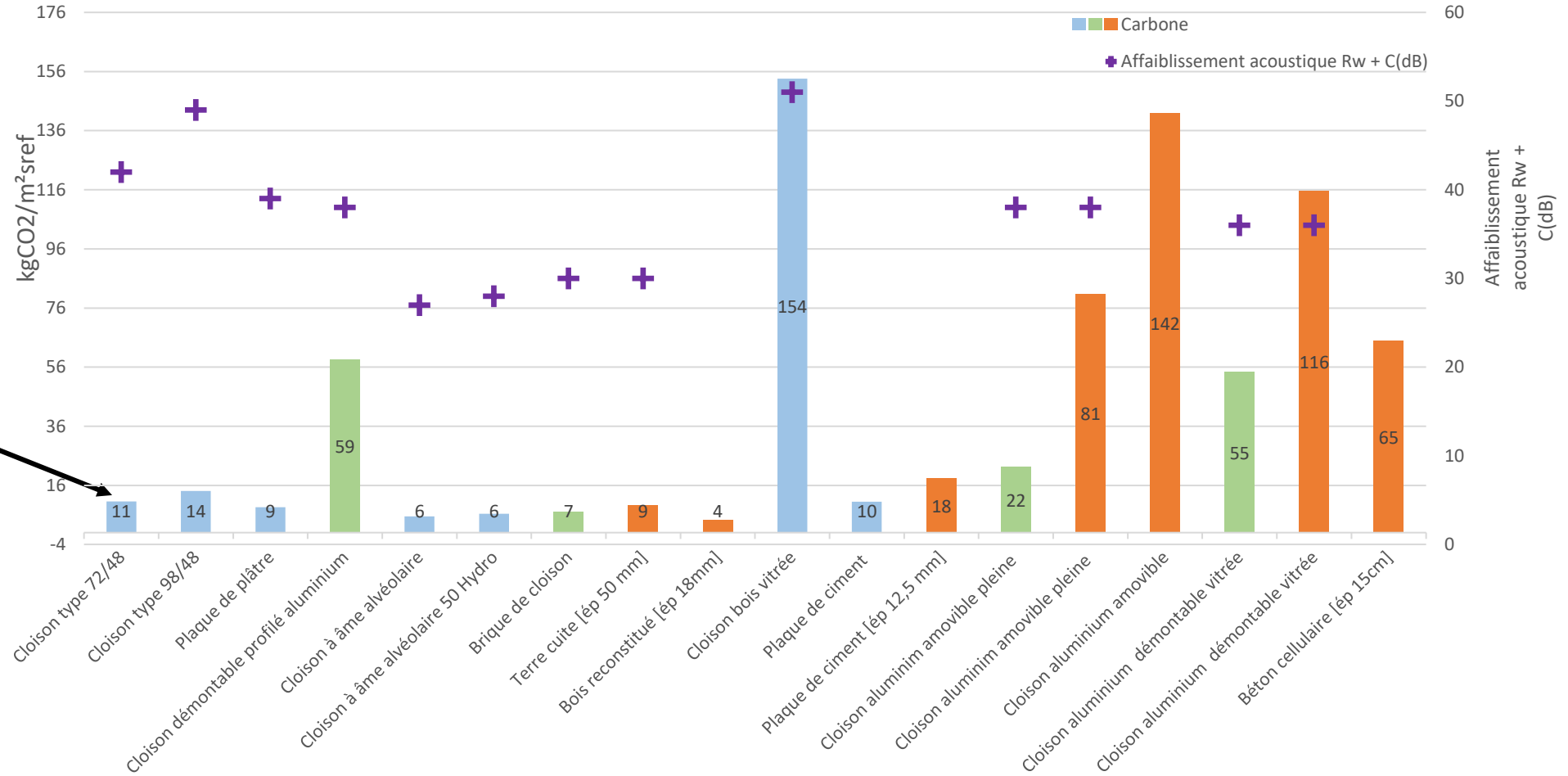
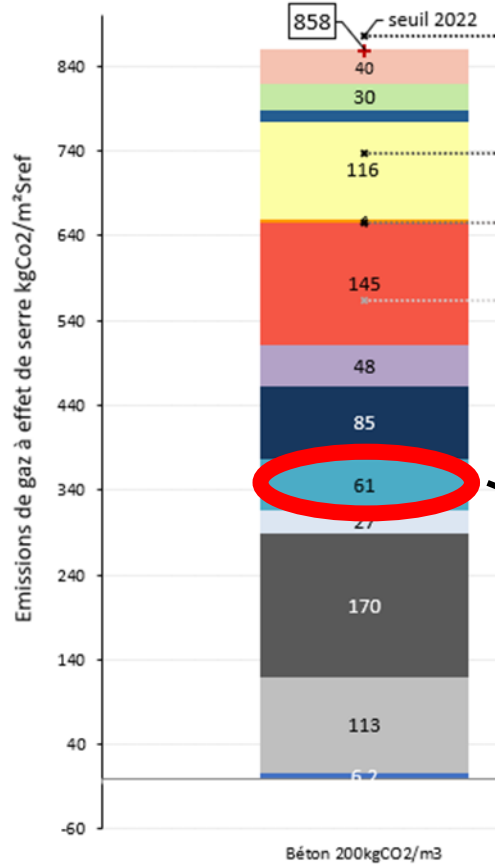


Variantes – lot 5 – Cloisons



74

Contribution à l'construction en kgCO2/m²sref - Cloisons

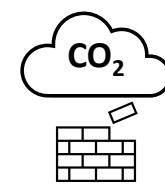


DVT: 50 ans, sauf Cloison bois vitrée DVT 30 ans

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

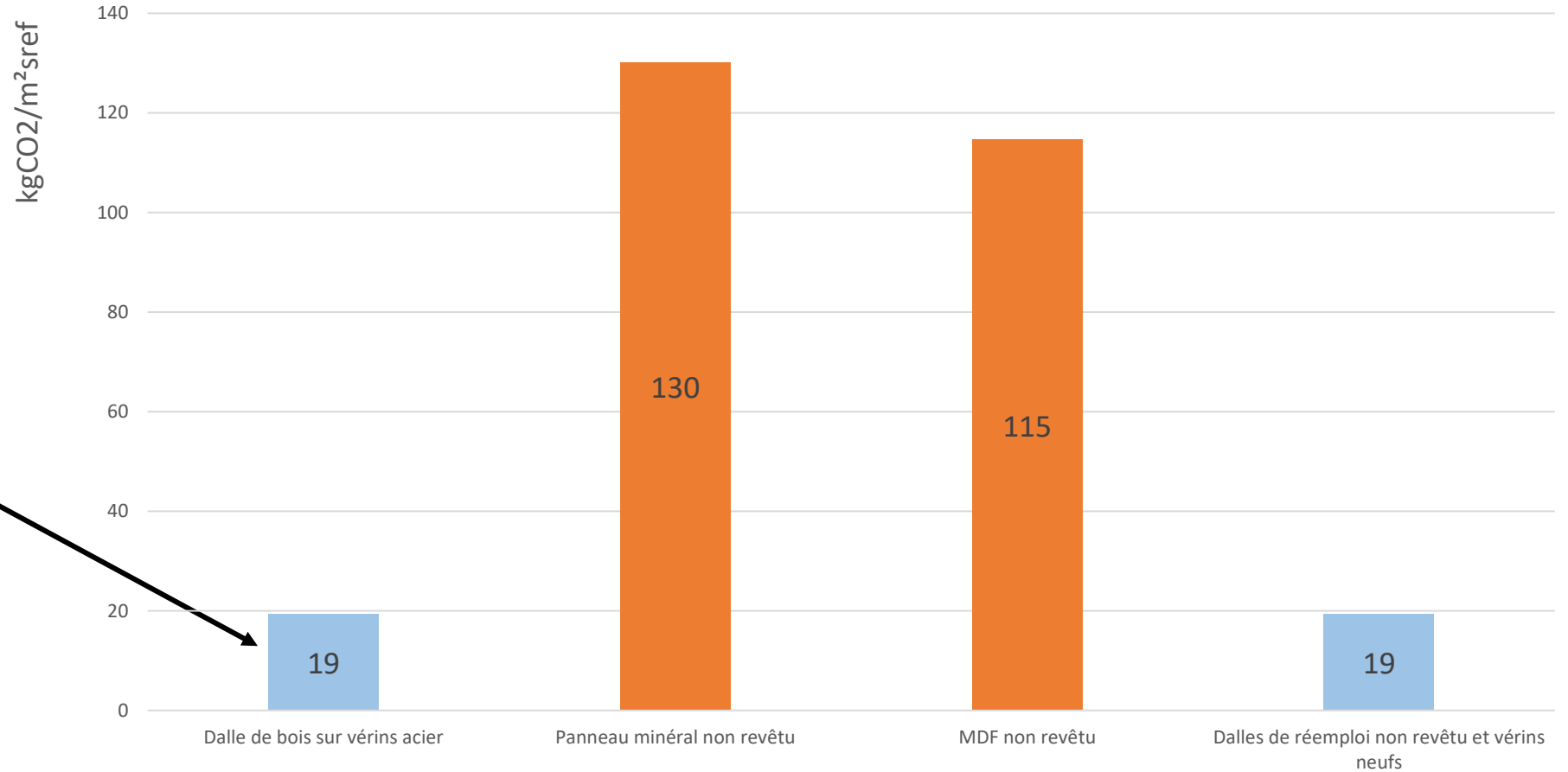
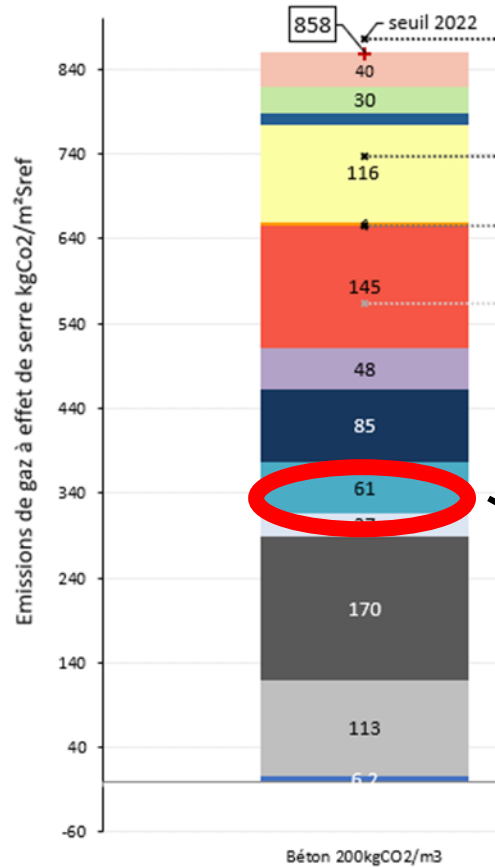


Variantes – lot 5 – Plancher technique



75

Impact en kgCO₂/m²sref plancher technique



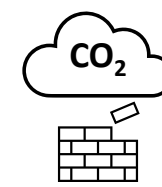
DVT: 50 ans
Surface de produit: 4200 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

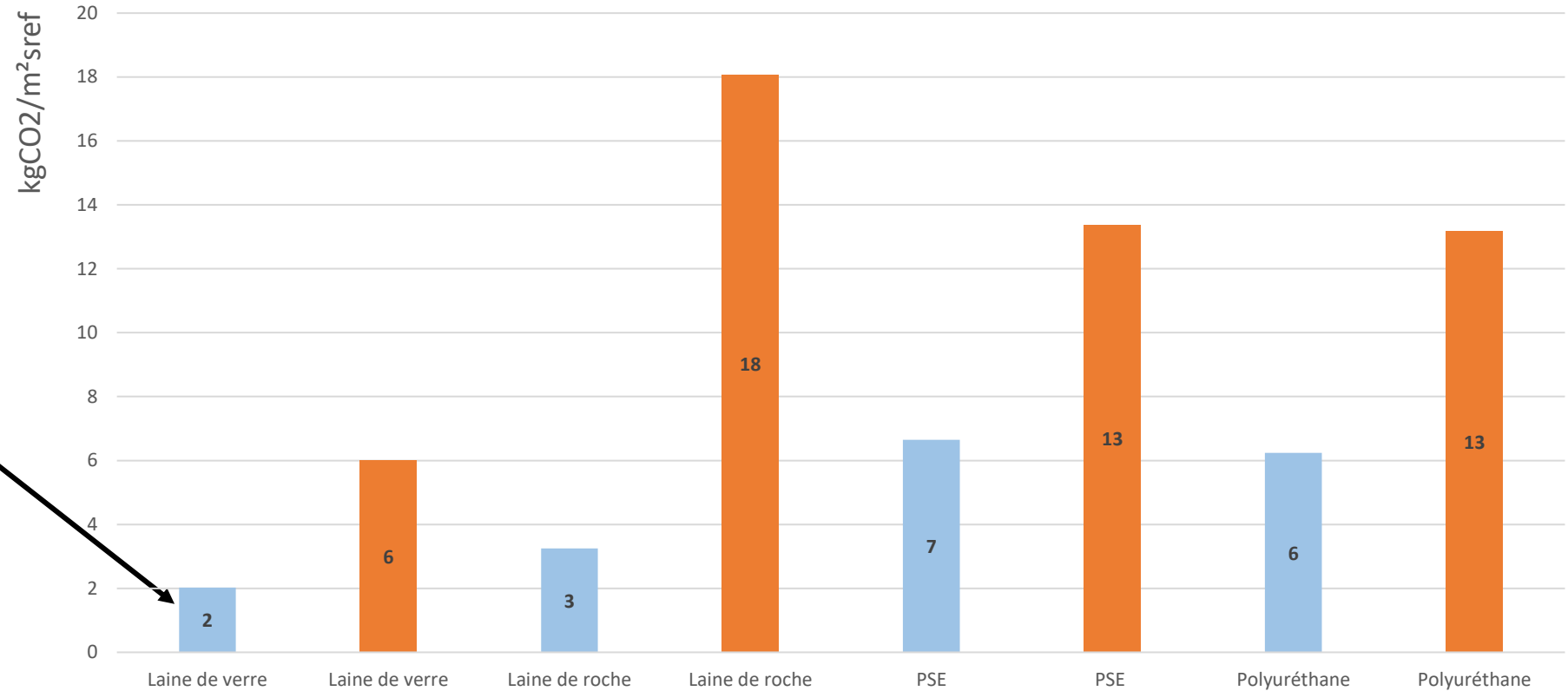
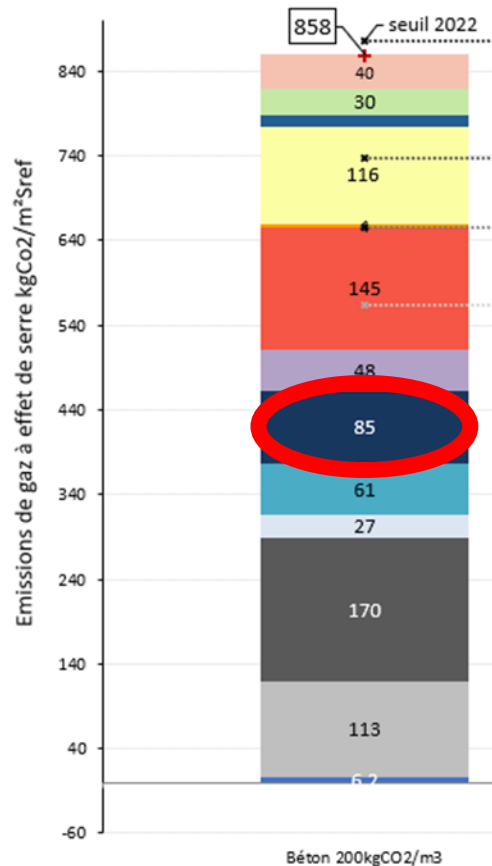


Variantes – lot 6 – ITE



76

Impact en kgCO₂/m²sref ITE



La résistance des isolants des FDES individuelles varie de R=4,2 à R=4,65
 La résistance des isolants des DED est défini de R=2,5 à R=5

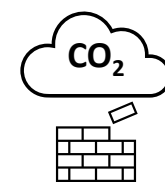
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

DVT: 50 ans
 Surface de produit: 1970,42 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

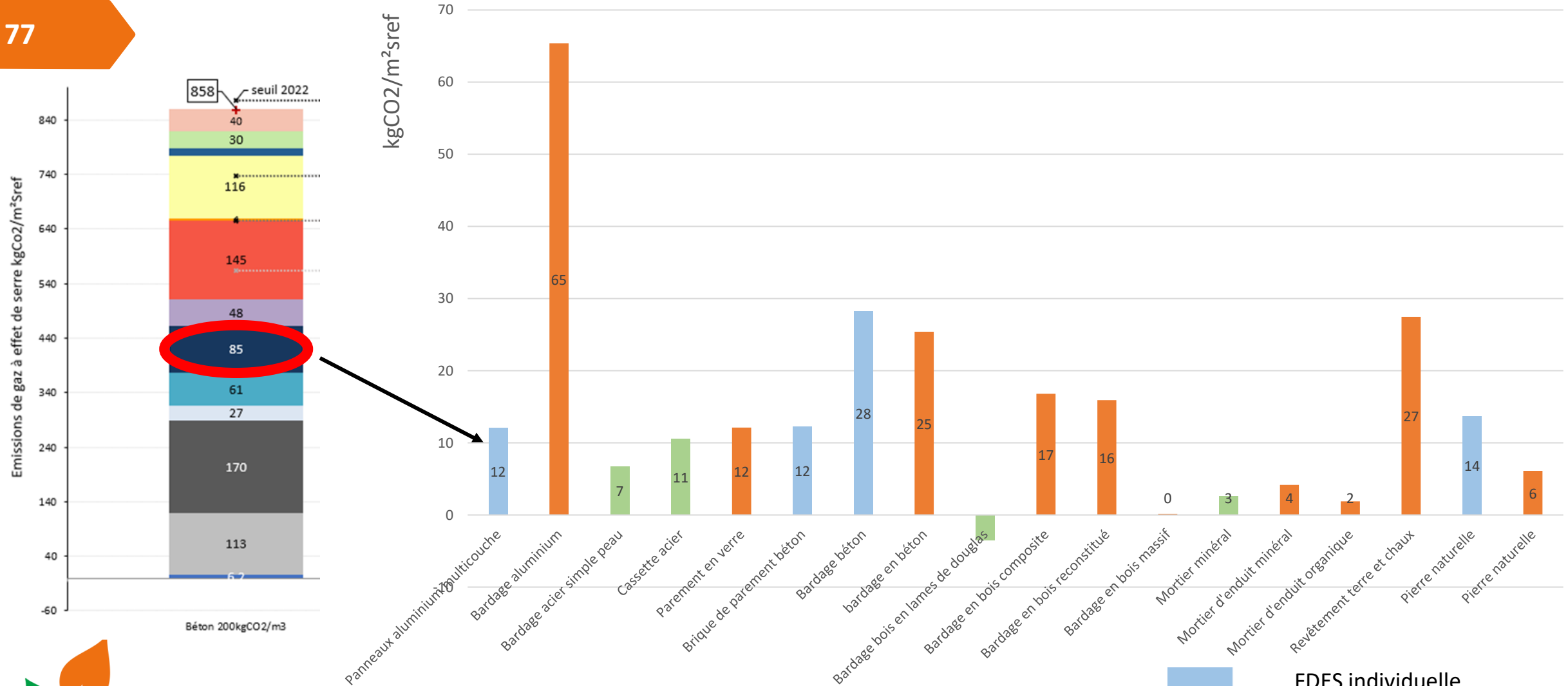


Variantes – lot 6 – revêtements de façade



77

Impact en kgCO₂/m²sref revêtement de façade



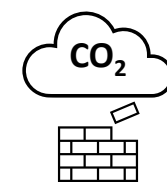
DVT: 50 ans
Surface de produit: 1970,42 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

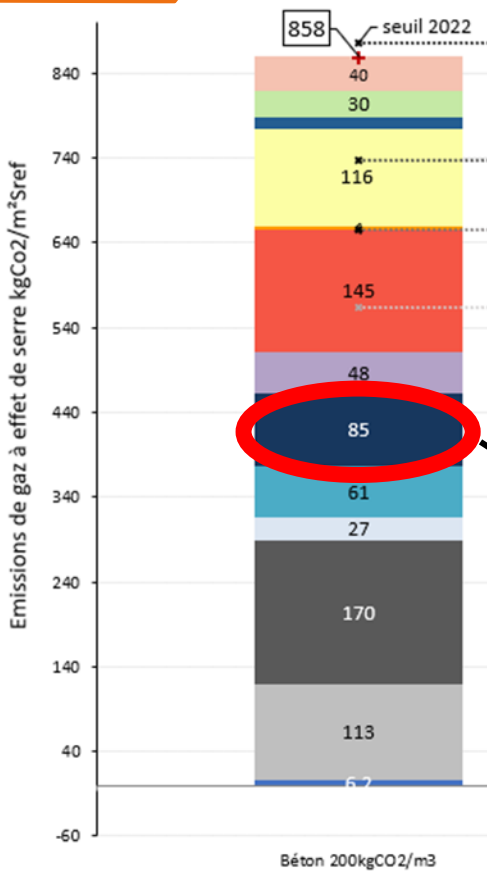
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



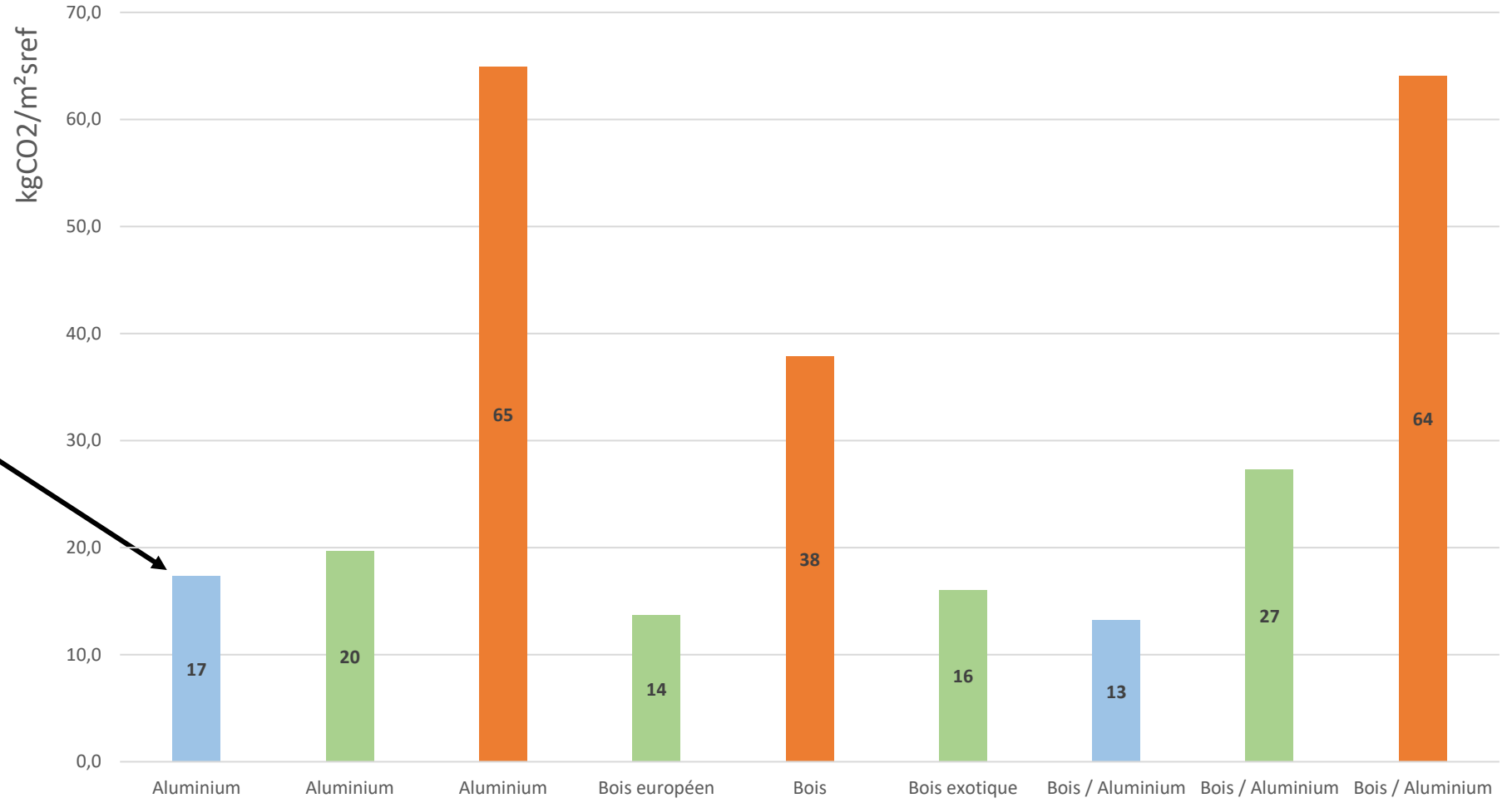
Variantes – lot 6 – Menuiseries extérieures



78



Impact en kgCO₂/m²sref des menuiseries

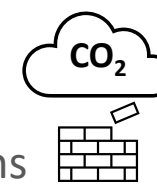


DVT: 30 ans
Surface de produit: 786 m²

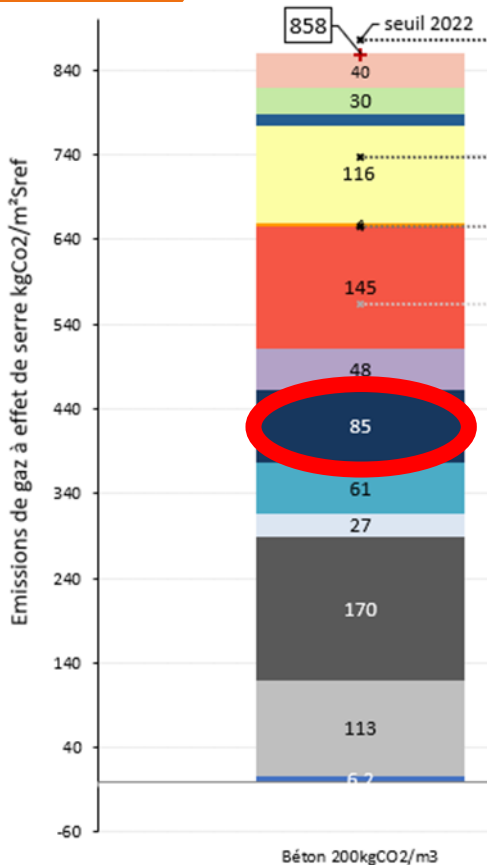
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



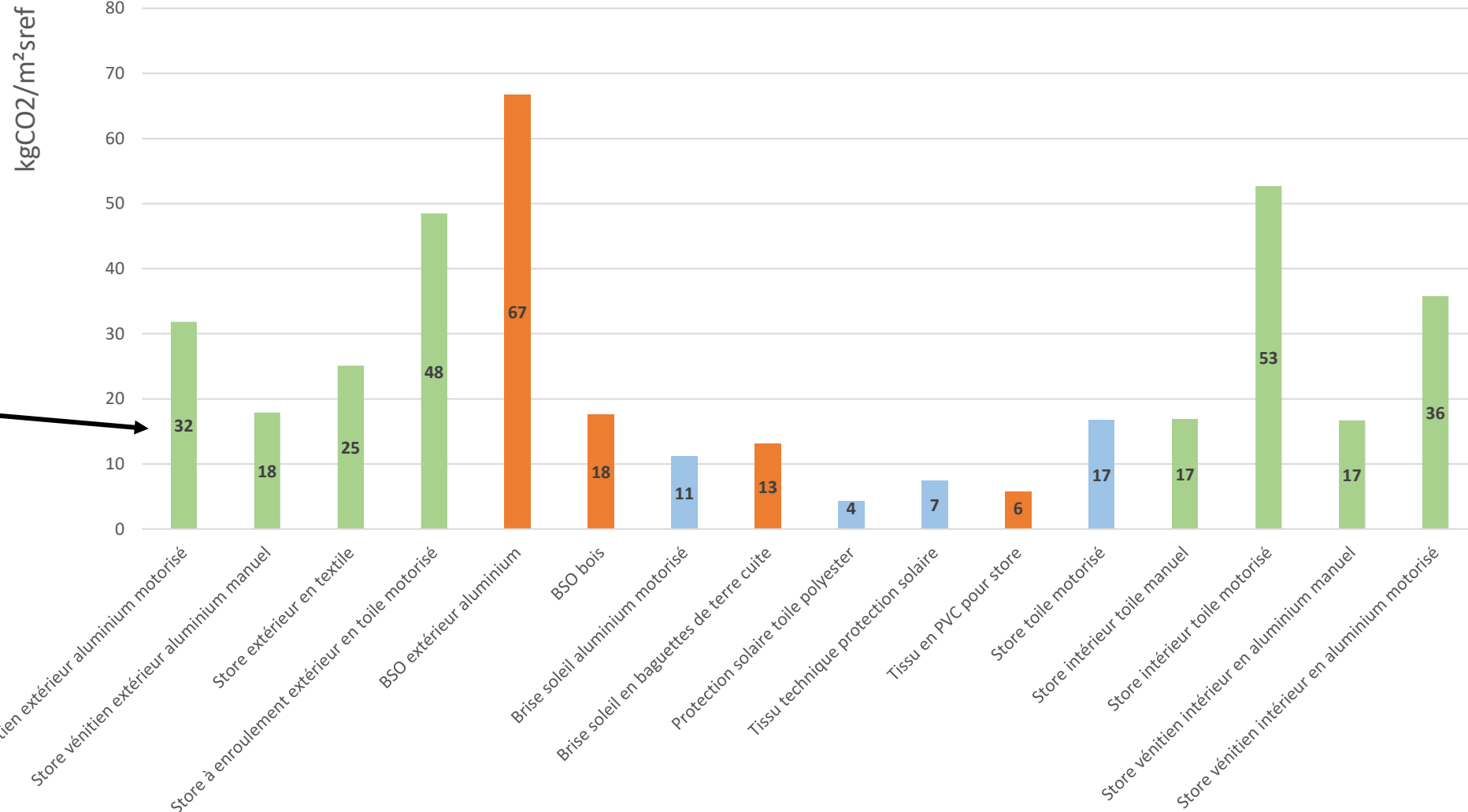
Variantes – lot 6 – Stores extérieurs et BSO



79



Impact en kgCO2/m²sref des protections solaires et occultations



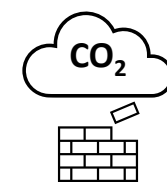
DVT: 30 ans
Surface de produit: 786 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

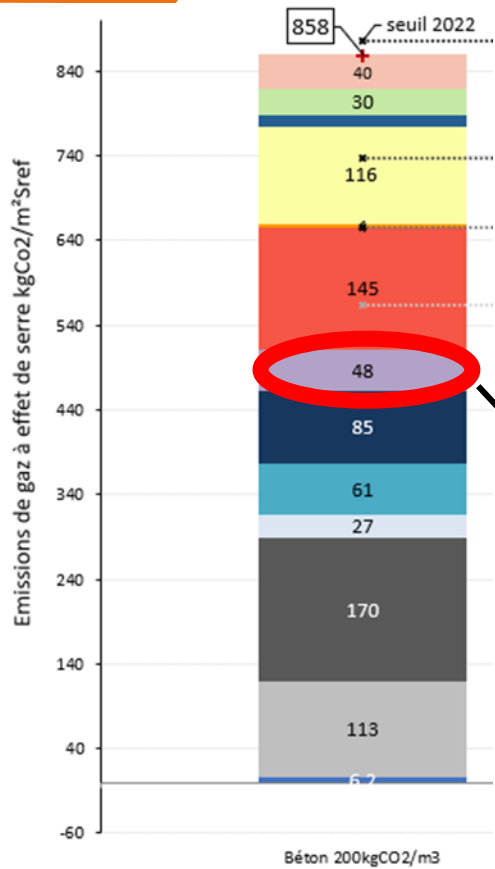
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



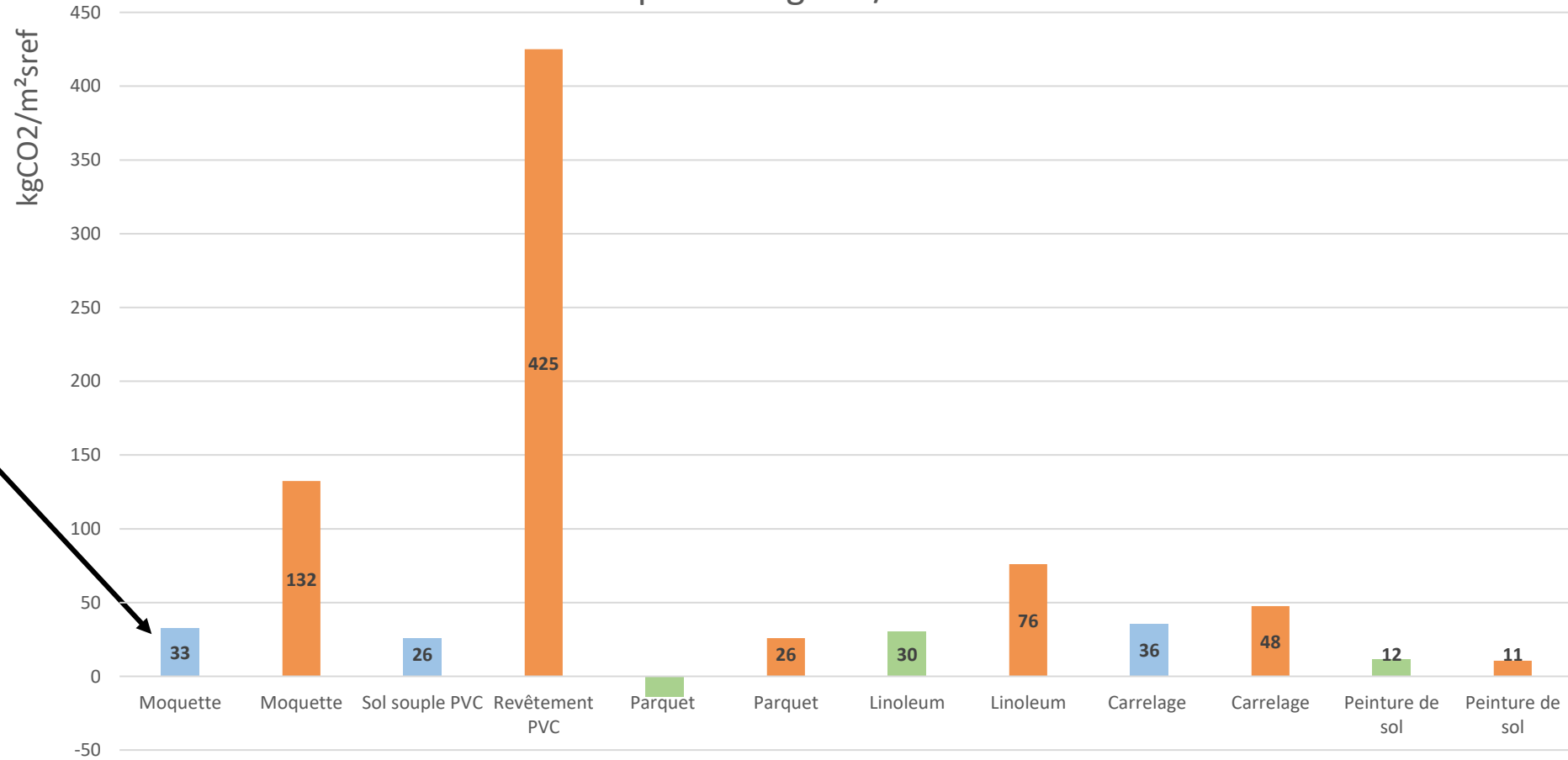
Variantes – lot 7 – Revêtements de sol



80



Impact en kgCO2/m²sref revêtements de sol



DVT: 10 ans
Surface de produit: 4387 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

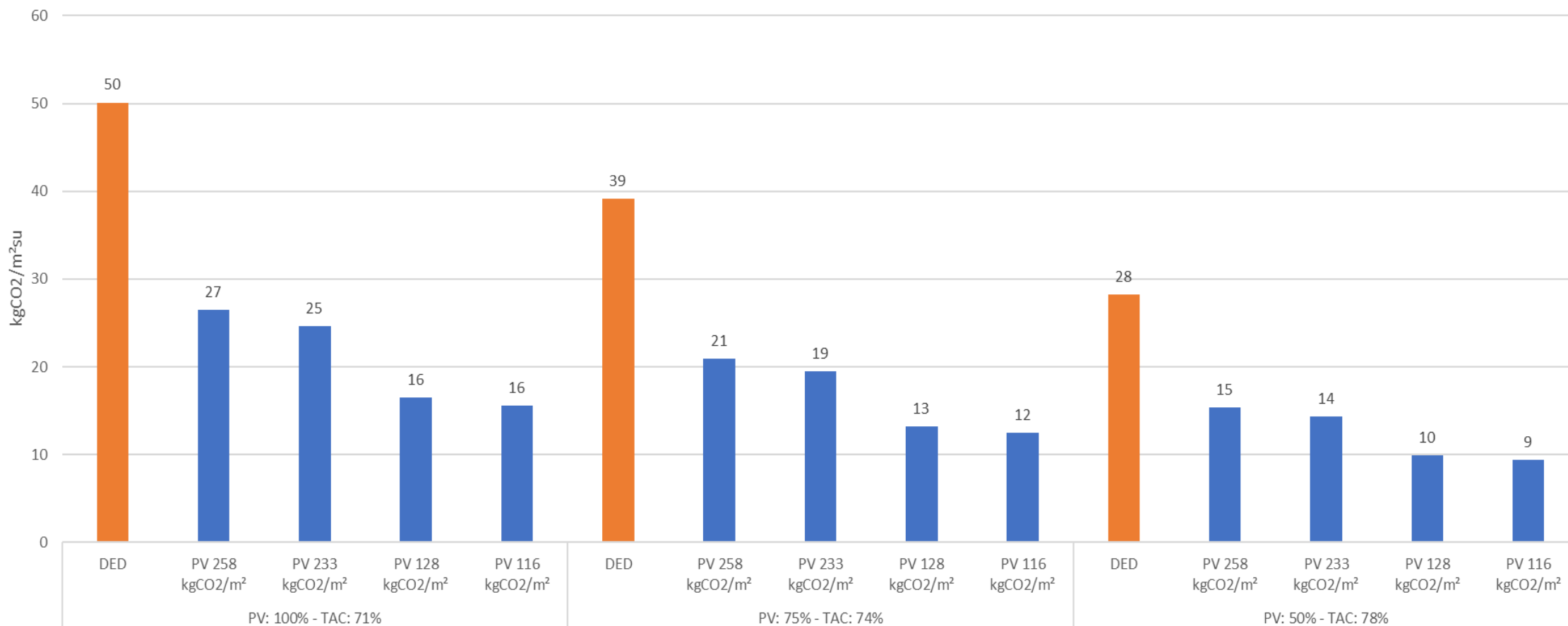


Mise en place de solaire photovoltaïque



81

Impact des panneaux photovoltaïques en kgCO₂/m²SU



Degrés-Heures « STD-2020 »



82



Inertie

Lourde



Couleur de façade

Claire



Couleur toiture

Sombre



Surface Fenêtres, Portes-fenêtres

20% de surface vitrée



Ouverture des baies

A la française avec allège fixe (Ratio d'ouverture : 40%)



Protection mobile

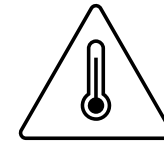
Stores extérieurs occultants gestion manuelle
H3 : DV à contrôle solaire en base



Masques proches et lointains

Bâtiment sur lui-même / pas de balcons

Sensibilités Degrés-Heures

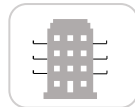


83



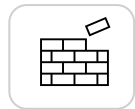
Typologie des occultations :

- brise-soleil orientables



Masques :

- Casquette 1m



Inertie :

- Moyenne



Couleur parois :

- Murs : sombre
- Toiture : claire
- Toiture : végétalisée



Sur trois zones climatiques



Ratio d'ouverture des baies:

- 0,7

Gestion fenêtres :

- Non ouvrable
- Ouverture/fermeture automatique

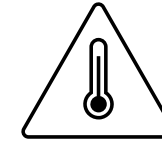
Vitrage à contrôle solaire :

- Sauf au nord

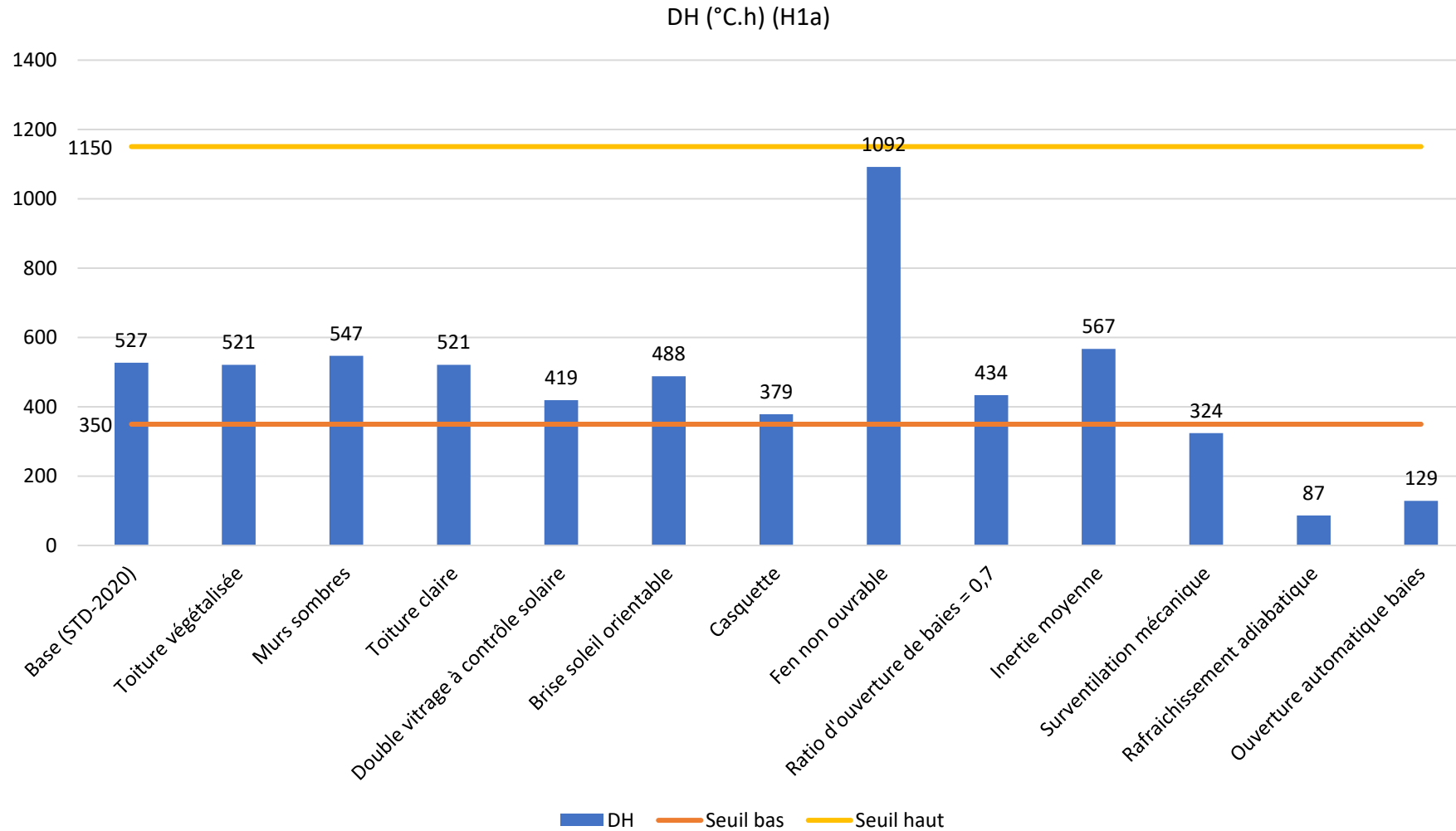


Surventilation mécanique
Rafraîchissement adiabatique

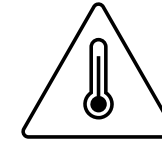
Variantes - Degrés-Heures



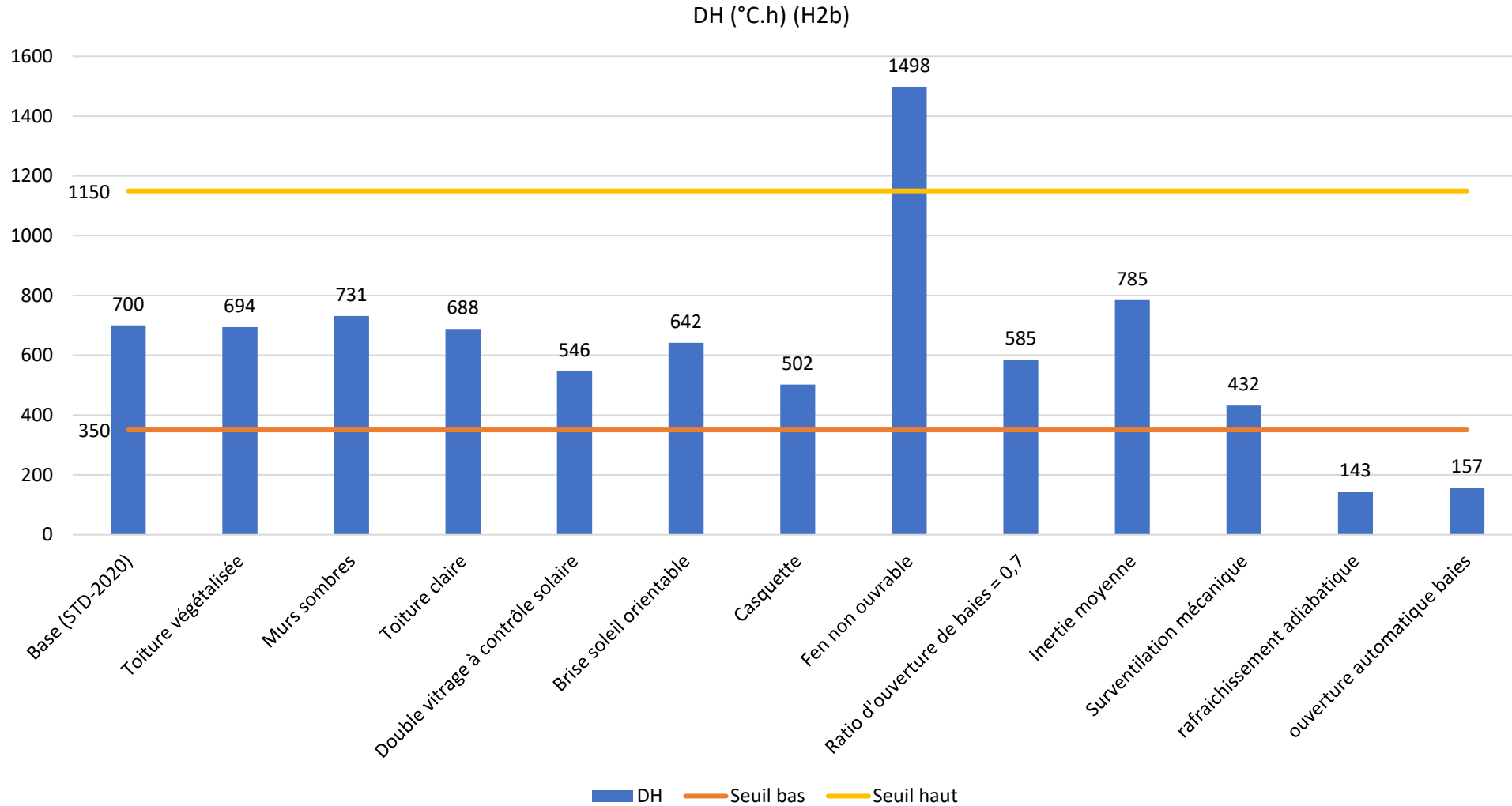
84



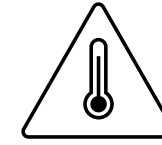
Variantes - Degrés-Heures



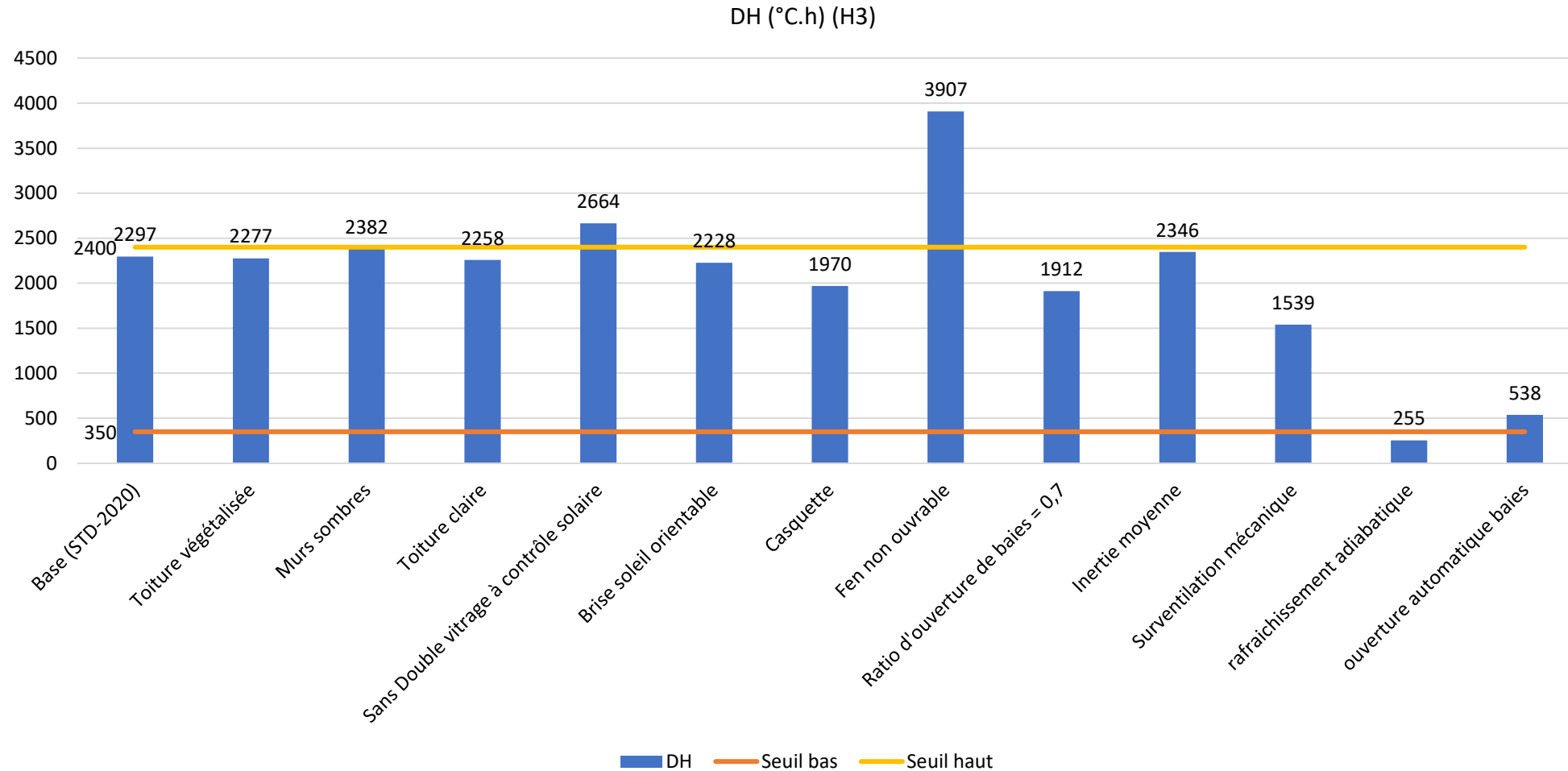
85



Variantes - Degrés-Heures



86



Sommaire

87

Partie 3 : Bureaux

Partie 4 : Enseignement

Primaire : 2784m²

Secondaire : 4171 m²

Enseignement primaire - Caractéristiques bâtiment

88



Typologie

Enseignement primaire



Surface utile

2784,6 m²



Exposition au bruit

BR1



Type de toiture

Toiture terrasse inaccessible



Système constructif - Base

Béton



Parking

Aucun



Part de surface vitrée

16% de surface vitrée





Toiture sous rampants

-



Toiture terrasse non accessibles

Dalle béton + 16 cm TH22 (R = 7,3 m².K/W)



Fenêtres, Portes-fenêtres

Double vitrage
Uw = 1,6 W/K.m² Sw=0,48 Tlw=0,6

Stores extérieurs avec gestion manuelle



Murs extérieurs

Béton + ITI par 14 cm λ=0,032 (R = 4,35 m².K/W)



Perméabilité à l'air

H1a : 1,7 m³/h.m² (mesurée)
H2b et H3 : 1 m³/h.m² (mesurée)



Ventilation

Double-flux avec rendement échangeur = 70%

Etanchéité du réseau : Classe A



Planchers intermédiaires

Plancher béton + L9 = 0,6 m.K/W (53% de rupteurs psi = 0,25 sur les PLI)



Planchers sur sous-sol

15 cm d'isolant sous dalle
(R = 4,5 m².K/W) +

Isolation sous chape 4,8 cm TH22
(R = 2,2 m².K/W)



Chauffage et ECS

Chauffage : PAC air/eau

ECS : Effet Joule

Emetteurs: radiateurs eau chaude

VT : 0,4°C



Enseignement primaire – Enveloppes optimisées



90

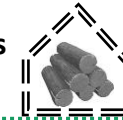


RE 2020

STANDARD RE2020 (STD-2020)



ENVELOPPE OPTIMISEE ossature bois
(Opti-FOB)



ENVELOPPE OPTIMISEE ITE
(Opti-ITE) zone H3

Murs extérieurs

Maçonnerie (R=1) + ITI par 14 cm $\lambda=0,032$ (R = 4,35 m².K/W)

Façade ossature bois : 14 cm $\lambda=0,038$ entre montants + 8 cm $\lambda=0,032$ intérieur (R=6 m².K/W)

Maçonnerie (R=1) + ITE par 20 cm $\lambda=0,038$ (R = 5,25m².K/W)

Planchers intermédiaires

Plancher béton + Rupteurs thermiques
L9 = 0,6 W/m.K

Traitement par le mur ossature bois L9 = 0,17 W/m.K

Idem STD-2020

Planchers bas

15 cm sous dalle (R = 4,5 m².K/W) +
sous chape 4,8 cm $\lambda=0,022$ (R = 2,2 m².K/W)

Idem STD-2020

Idem STD-2020

Toiture terrasse

Dalles béton + 16 cm TH22 (R = 7,3 m².K/W)

20 cm TH22 (R = 9,1 m².K/W)

Idem Opti-FOB

Perméabilité à l'air

H1a : 1,7 m³/h.m² H2b/H3 : 1 m³/h.m²

1 m³/h.m²

Idem Opti-FOB

Fenêtres, Portes-fenêtres

Uw = 1,6 W/K.m² Sw=0,48 TI=0,6

Uw = 1,5 W/K.m² Sw=0,48 TI=0,6

Idem Opti-FOB

Autres

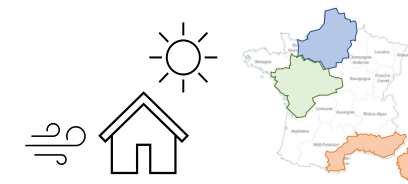
Etanchéité : classe A
H3 : rafraîchissement adiabatique

Etanchéité : classe B
rafraîchissement adiabatique

Idem Opti-FOB

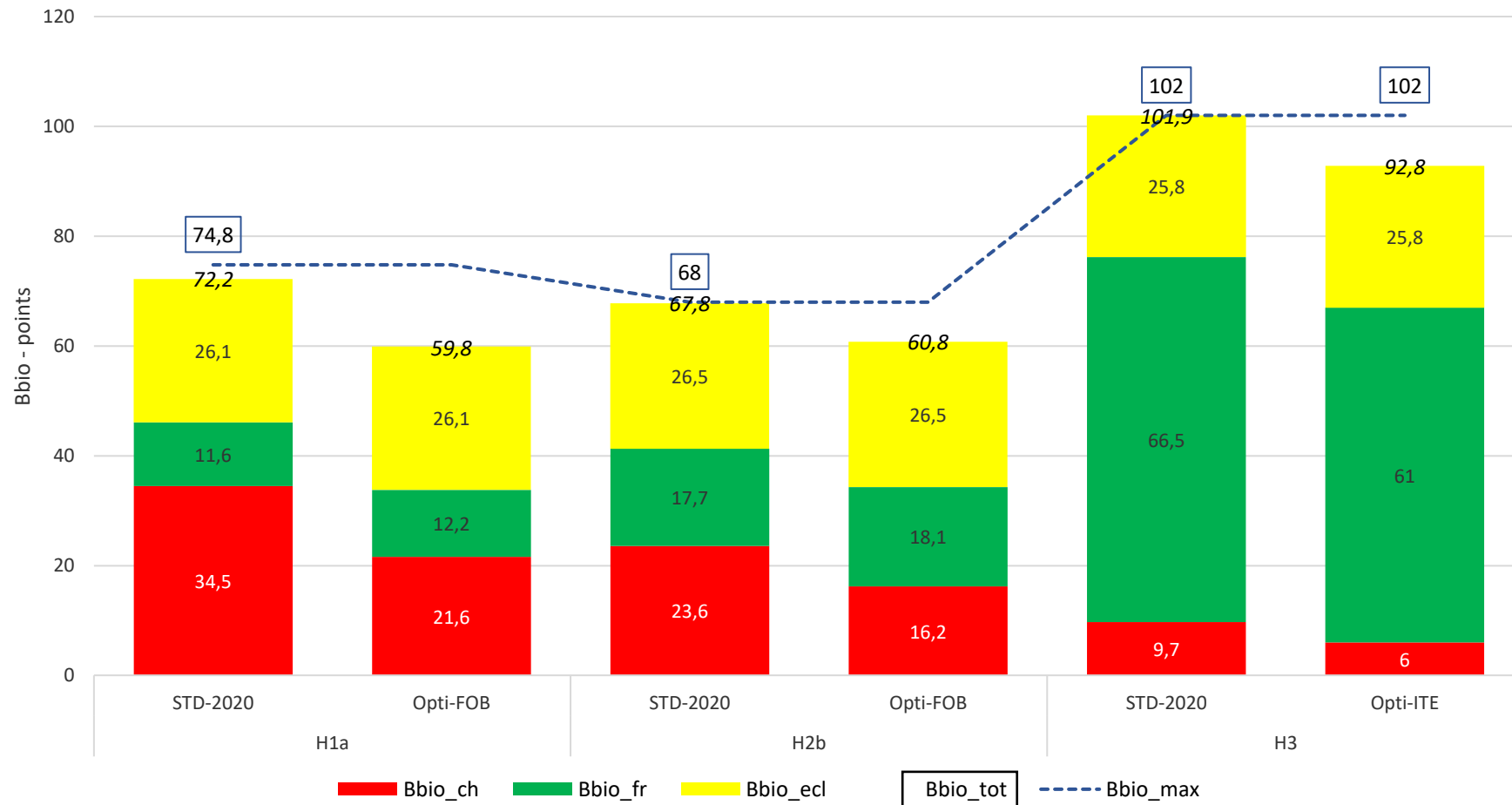


Variantes - Enveloppe



91

Positionnement du Bbio par rapport au Bbiomax (nb points)



! En zone H2b et H3, STD-2020 légèrement renforcé

Sensibilités - Energie



92

Niveaux d'isolation



Enveloppe standard
(STD-2020)



Enveloppe optimisée
Bois (Opti-FOB)

Systèmes énergétiques (avec et sans refroidissement)

PAC air/eau (COP=3,01)

PAC à absorption gaz (COP=1,15) + appoint gaz

Chaudière gaz

Chaudière bois + appoint gaz

RCU 0%ENR (210 gCO_{2eq}/kWh)

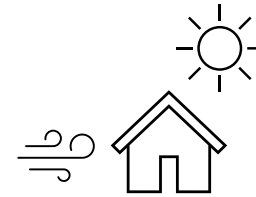
RCU 50%ENR (112 gCO_{2eq}/kWh)

RCU 70%ENR (77 gCO_{2eq}/kWh)

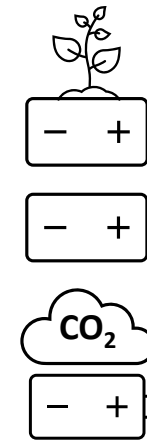
Effet Joule

ECS : ballons électriques décentralisés

Indicateurs étudiés par variantes



Niveau d'isolation



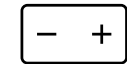
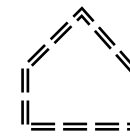
Niveau d'isolation
Systèmes énergétiques



RE 2020

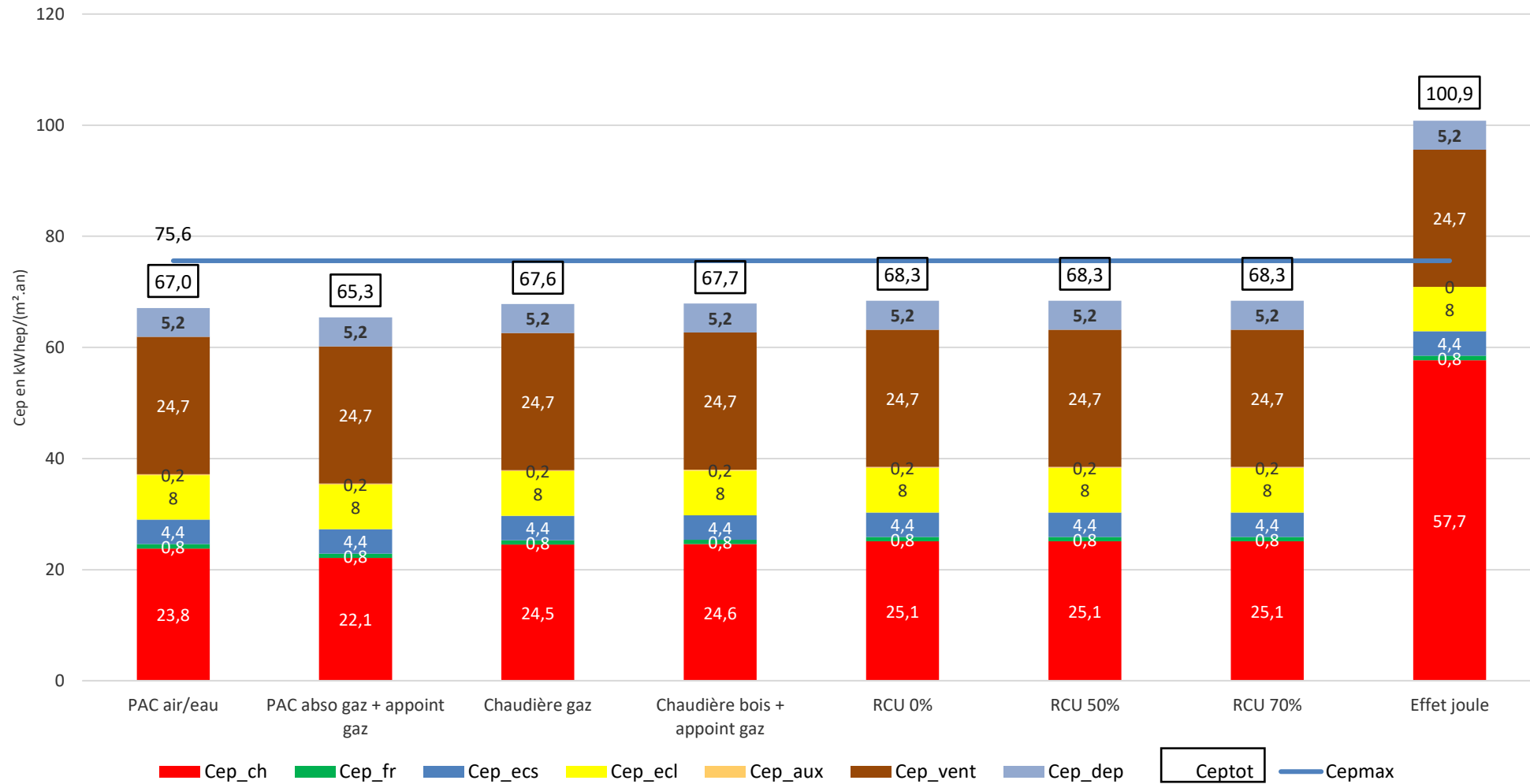


Variantes – Systèmes énergétiques

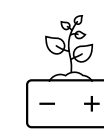
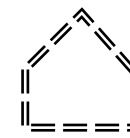


93

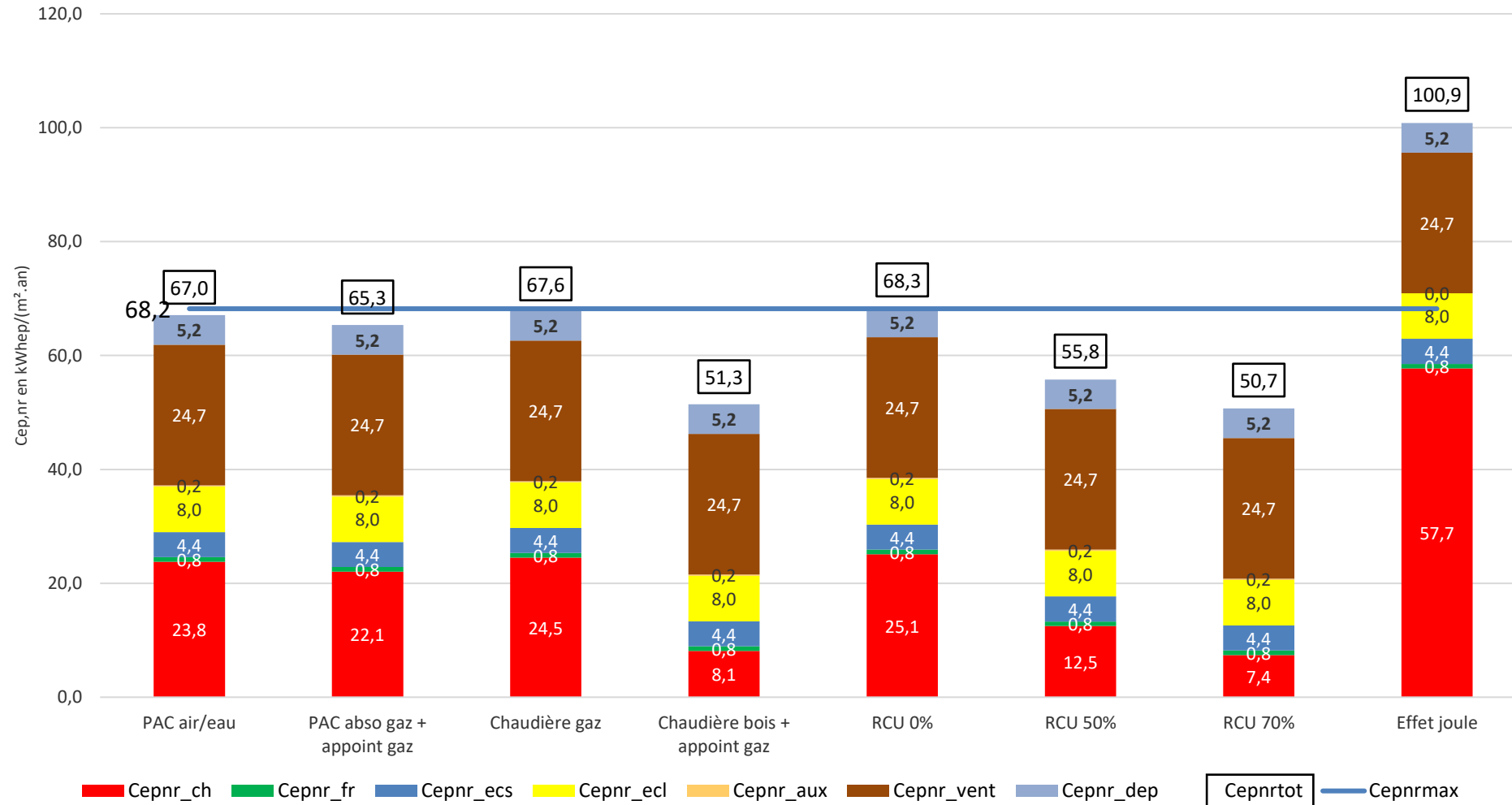
Consommations en énergie primaire H1a STD-2020



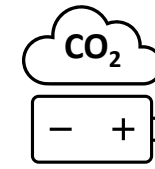
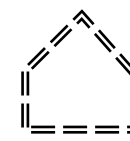
Variantes – Systèmes énergétiques



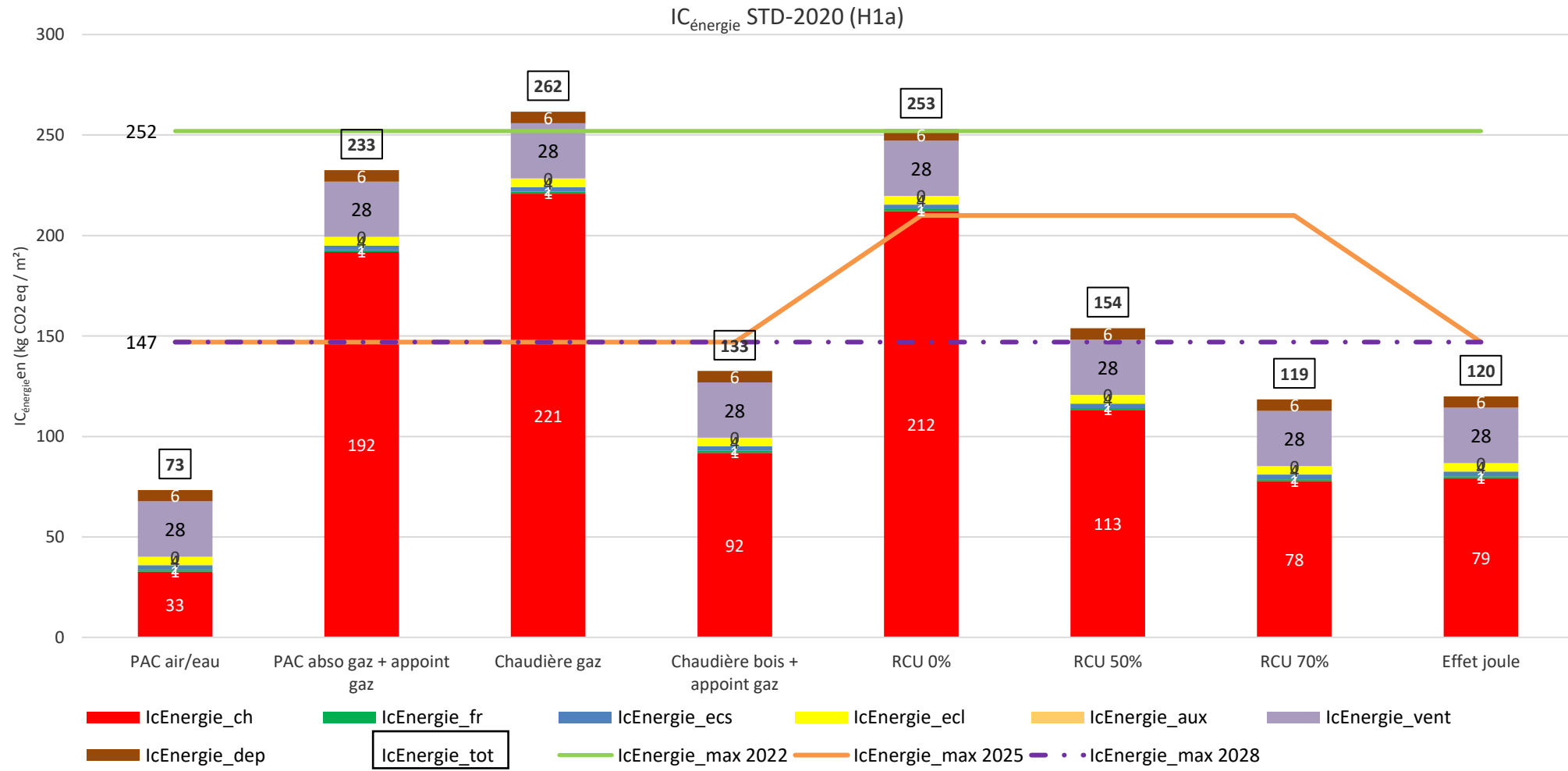
Consommations en énergie primaire non renouvelable H1a STD-2020



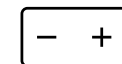
Variantes – Systèmes énergétiques



95

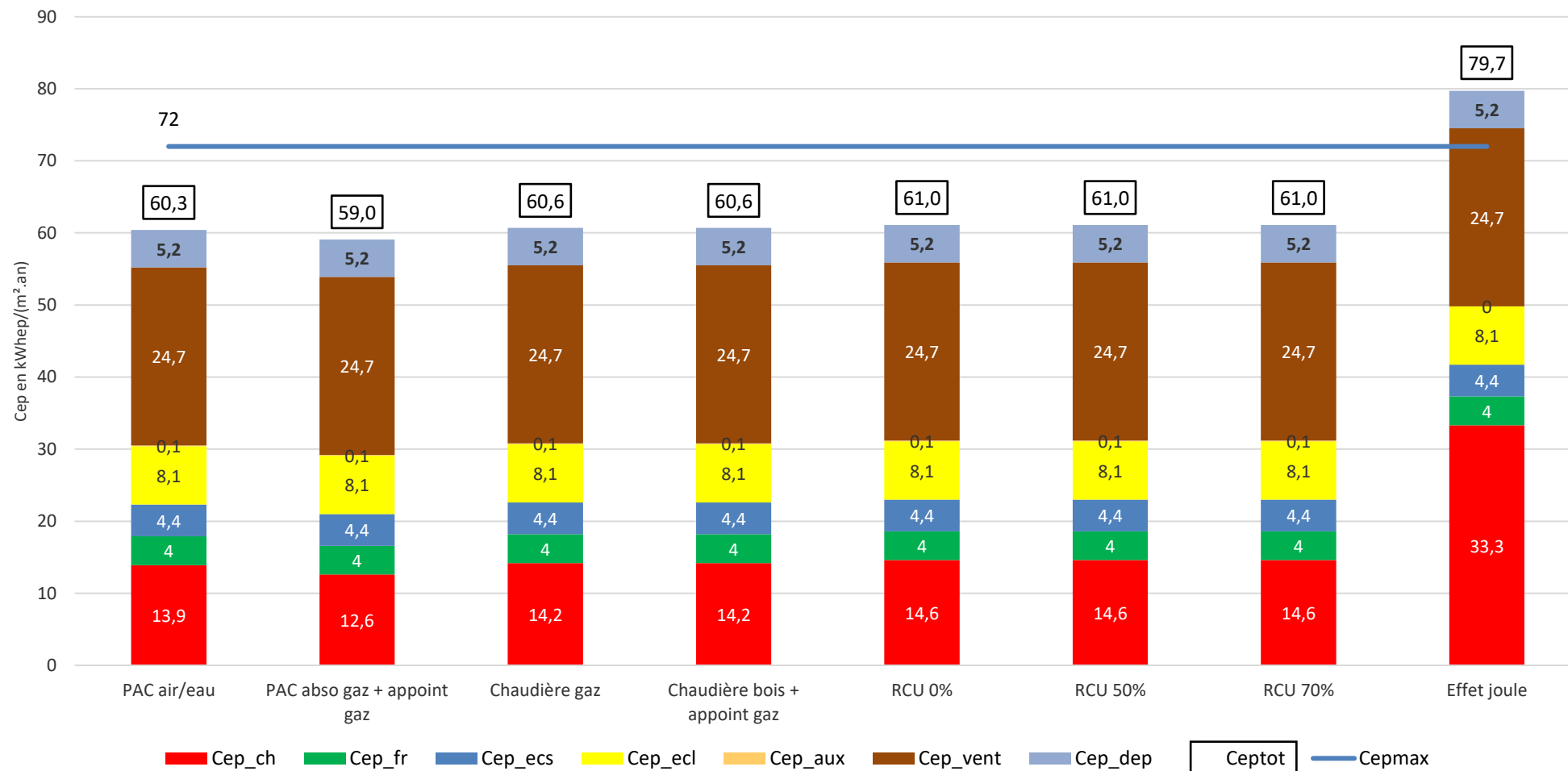


Variantes – Systèmes énergétiques



96

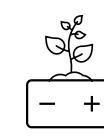
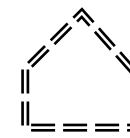
Consommations en énergie primaire H2b STD-2020



RE 2020

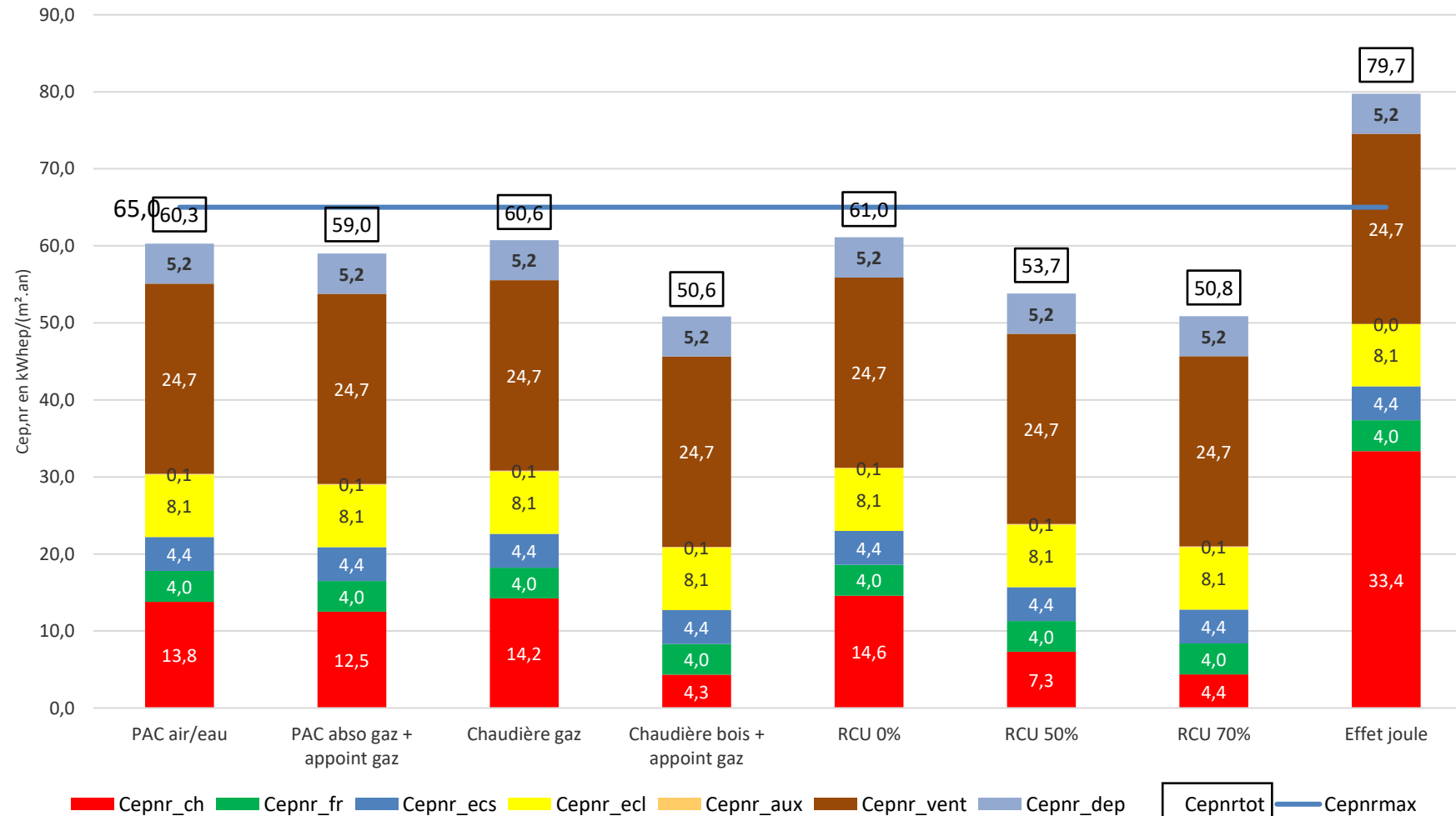


Variantes – Systèmes énergétiques



97

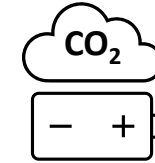
Consommations en énergie primaire non renouvelable H2b STD-2020



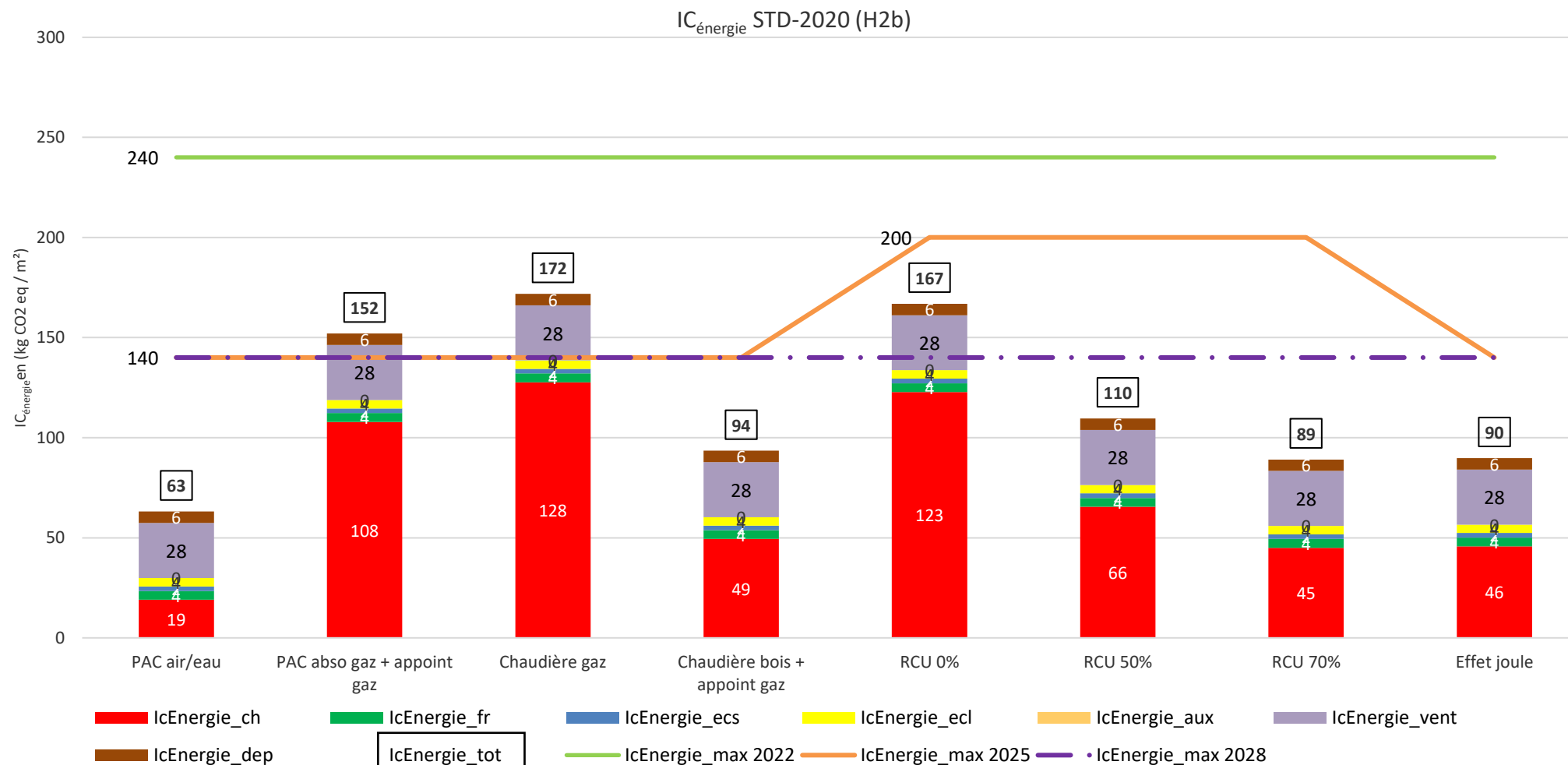
RE 2020



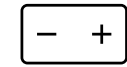
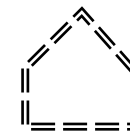
Variantes – Systèmes énergétiques



98

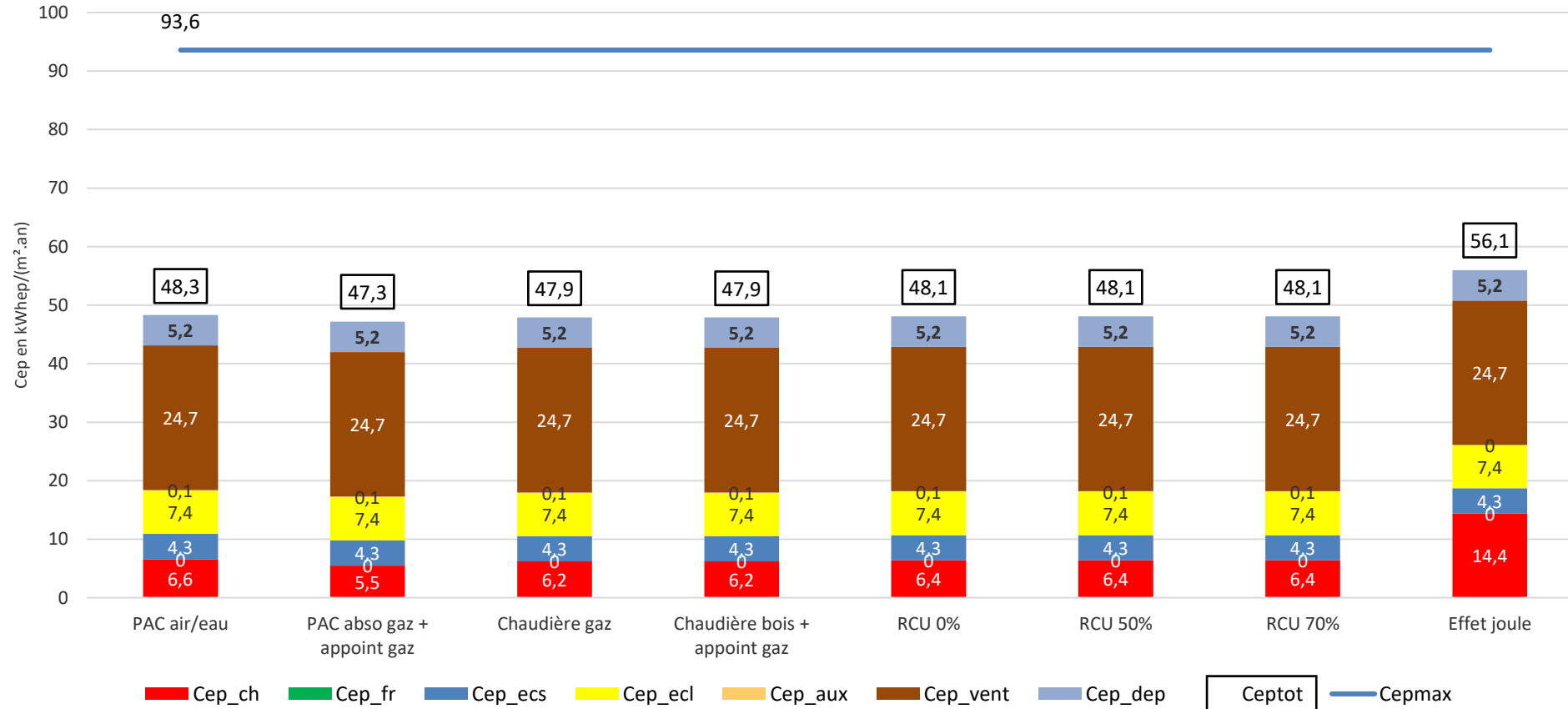


Variantes – Systèmes énergétiques



99

Consommations en énergie primaire H3 STD-2020

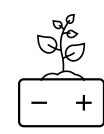
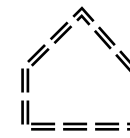


RE 2020

! Pas de Cfr car rafraichissement adiabatique nécessaire pour respecter Bbiomax en zone H3

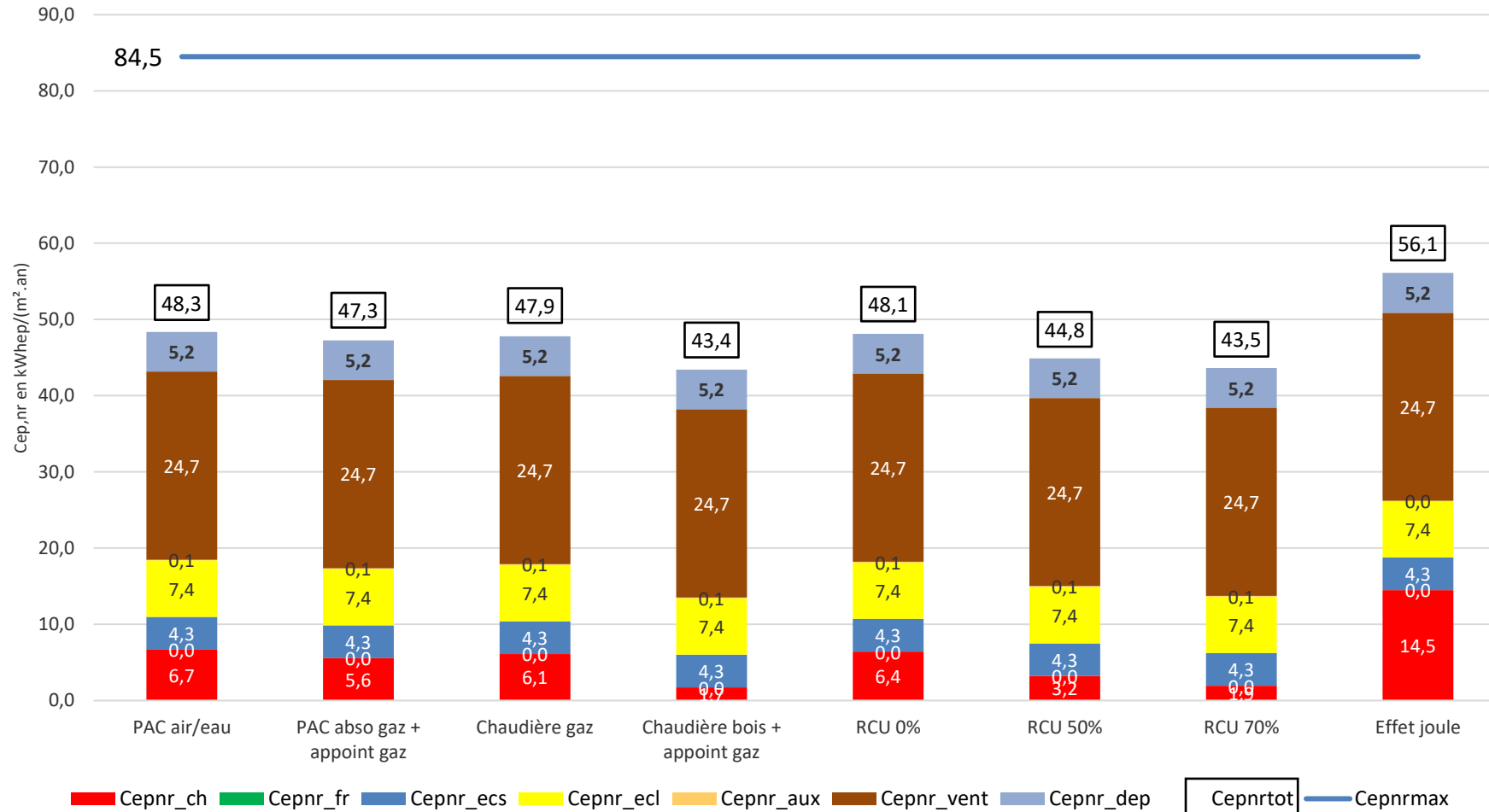


Variantes – Systèmes énergétiques



100

Consommations en énergie primaire non renouvelable H3 STD-2020



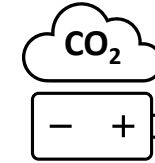
RE 2020

! Pas de Cfr car rafraichissement adiabatique nécessaire pour respecter Bbiomax en zone H3

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités



Variantes – Systèmes énergétiques



101

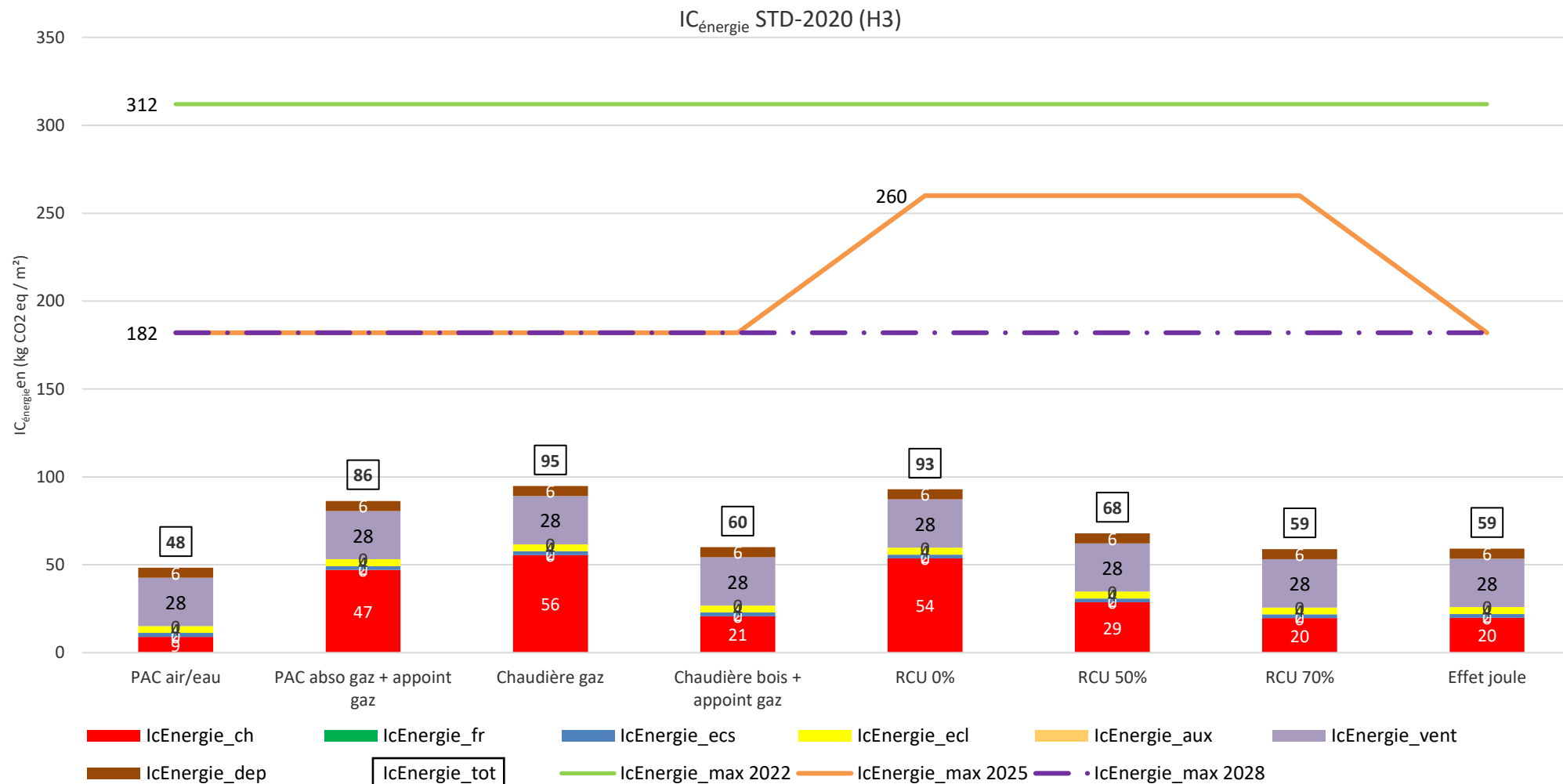


Tableau récap avant et après 2025

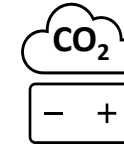
102

Systemes	Cep	Cep,nr	Icénergie 2020	Icénergie 2025	Icénergie 2028
PAC air/eau	✓	✓	✓	✓	✓
PAC abso gaz + appoint gaz	✓	✓	✓	✗ H1a	✗ H1a
Chaudière gaz	✓	✓	⚠ H1a	✗ H1a	✗ H1a
Chaudière bois + appoint gaz	✓	✓	✓	✓	✓
Réseau de chaleur 0%	✓	✓	⚠ H1a	✗ H1a ✓ H2b /H3	✗ H1a/H2b ✓ H3
Réseau de chaleur 50%	✓	✓	✓	✓	✓
Réseau de chaleur 70%	✓	✓	✓	✓	✓
Effet Joule	✗ H1a/H2b ✓ H3	✗ H1a/H2b ✓ H3	✓	✓	✓



Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-20%)

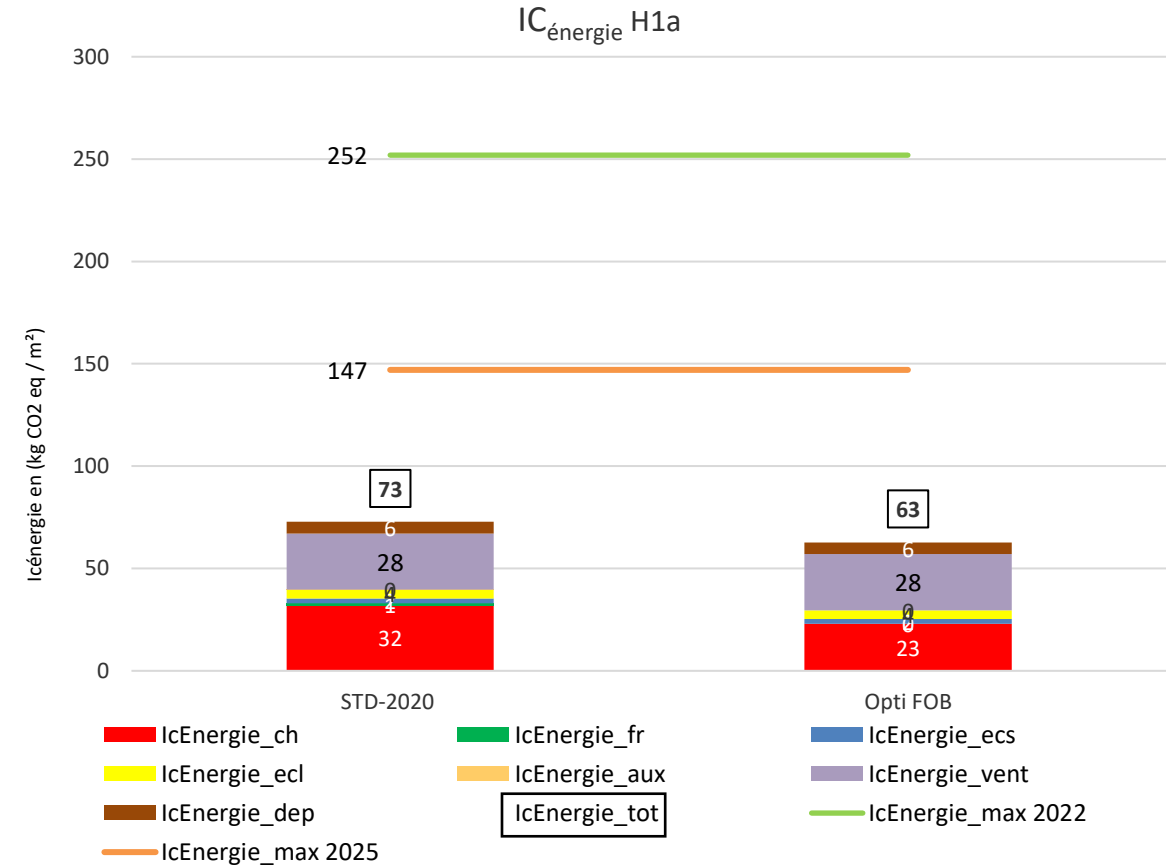
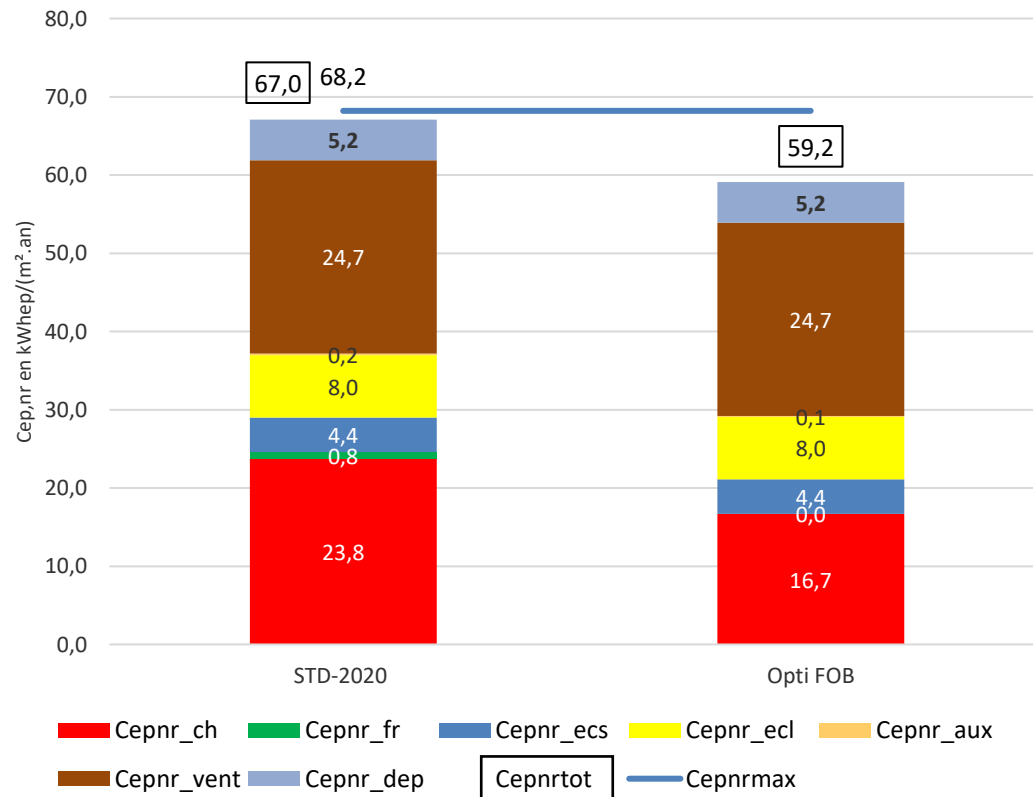
Système : PAC air/eau



103

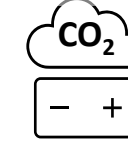


Consommations en énergie primaire non renouvelable H1a

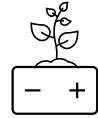
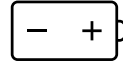


Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-10%)

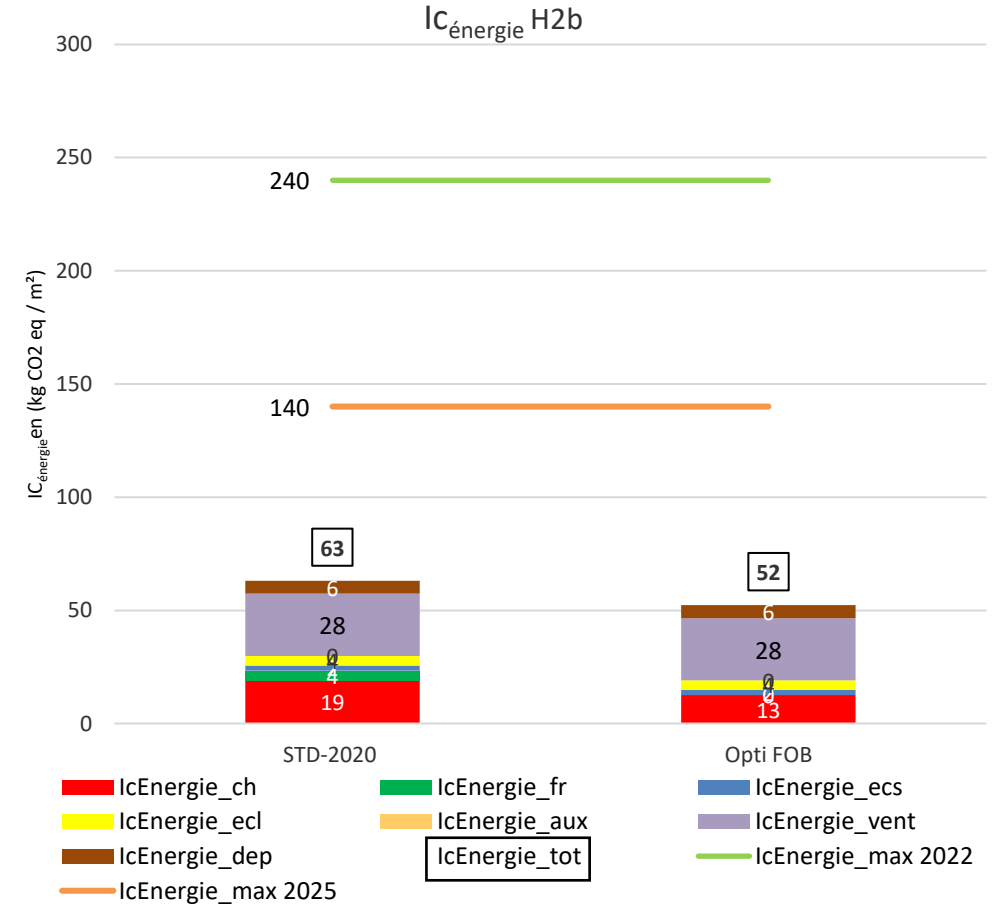
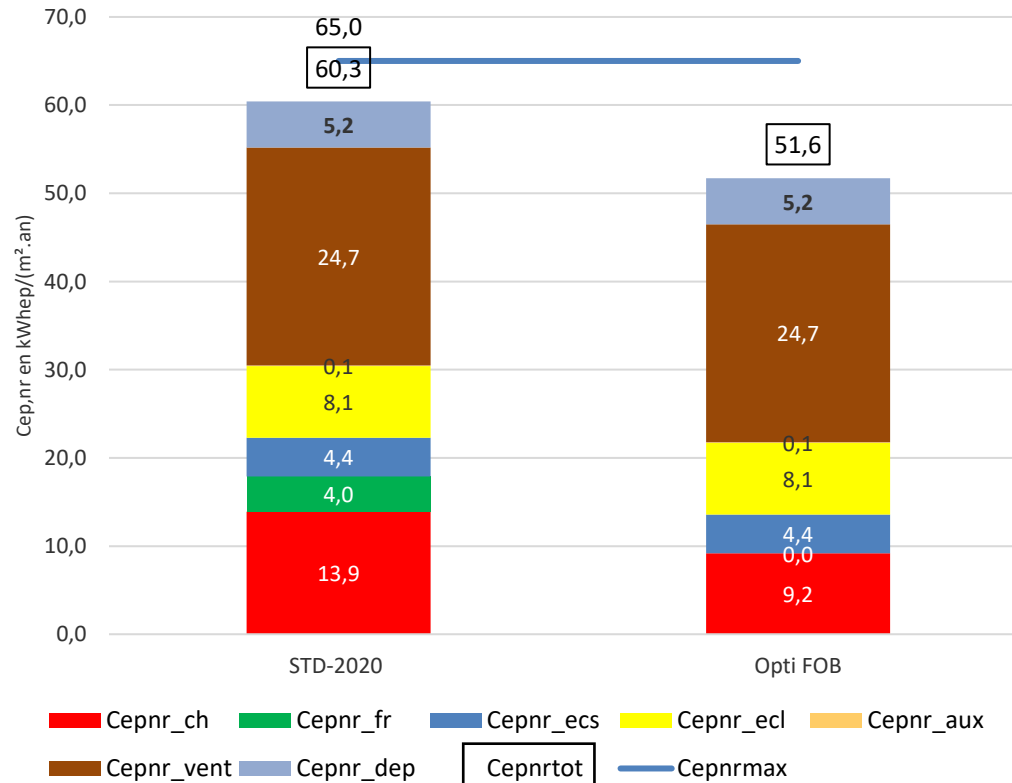
Système : PAC air/eau



104



Consommations en énergie primaire non renouvelable H2b



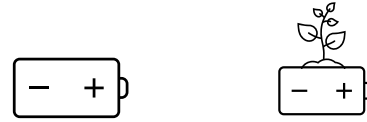
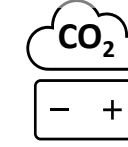
RE 2020



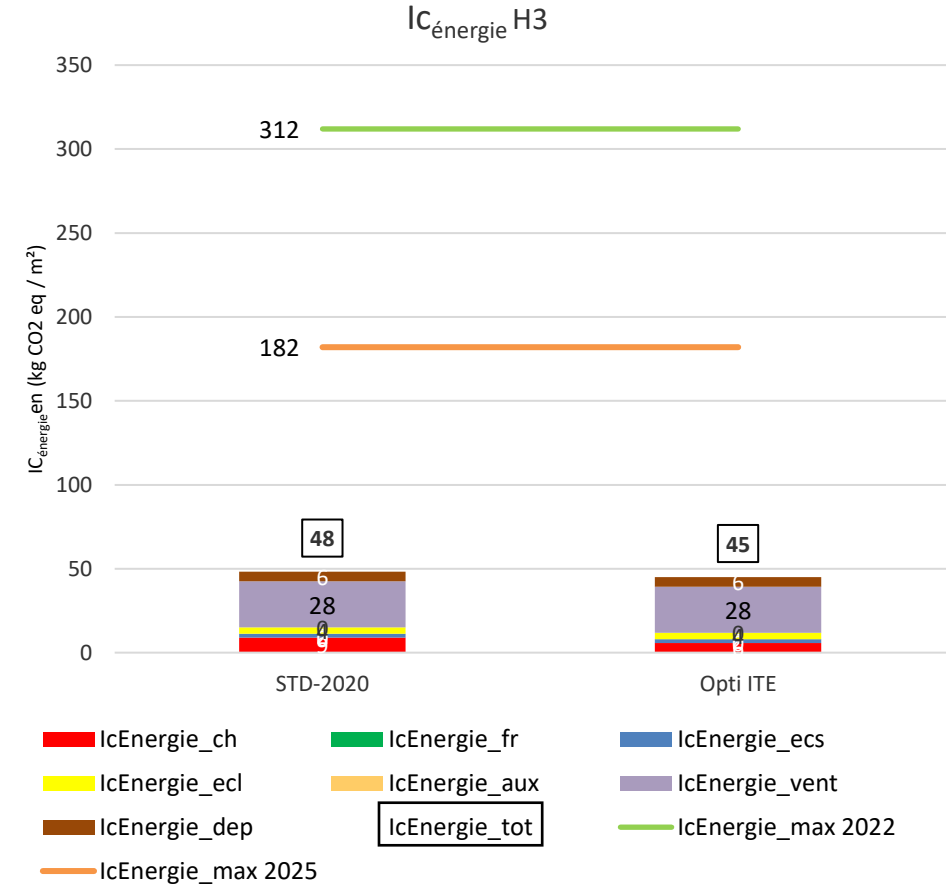
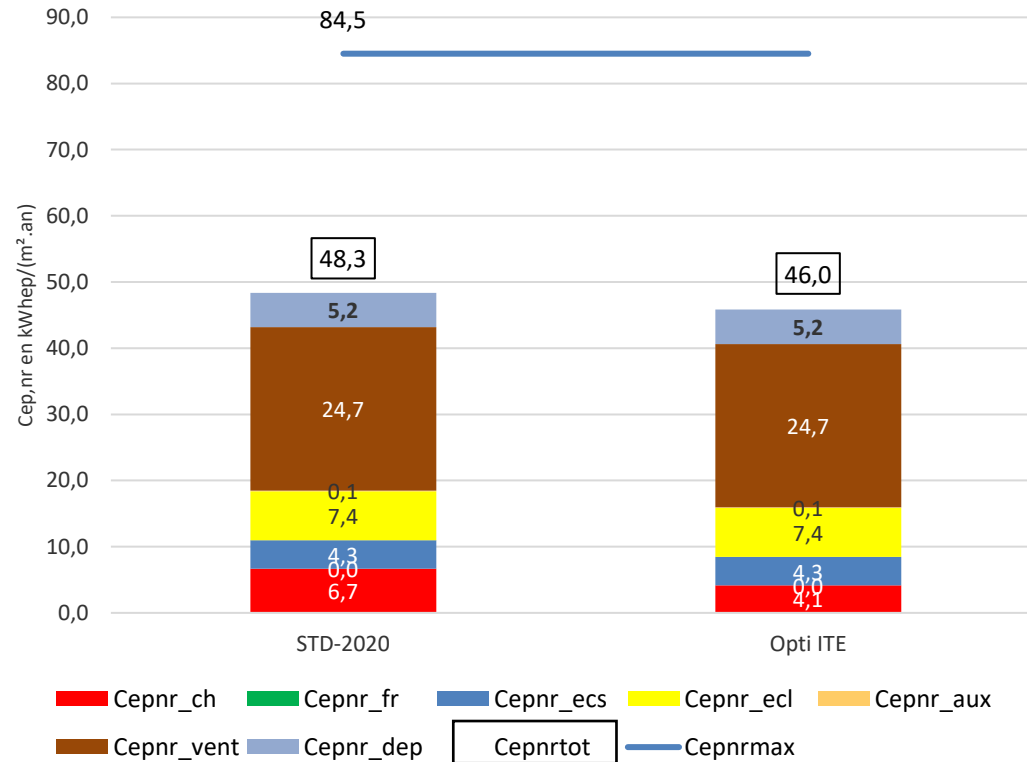
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-10%)

Système : PAC air/eau

105



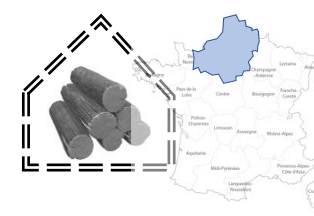
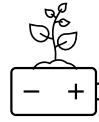
Consommations en énergie primaire non renouvelable (H3)



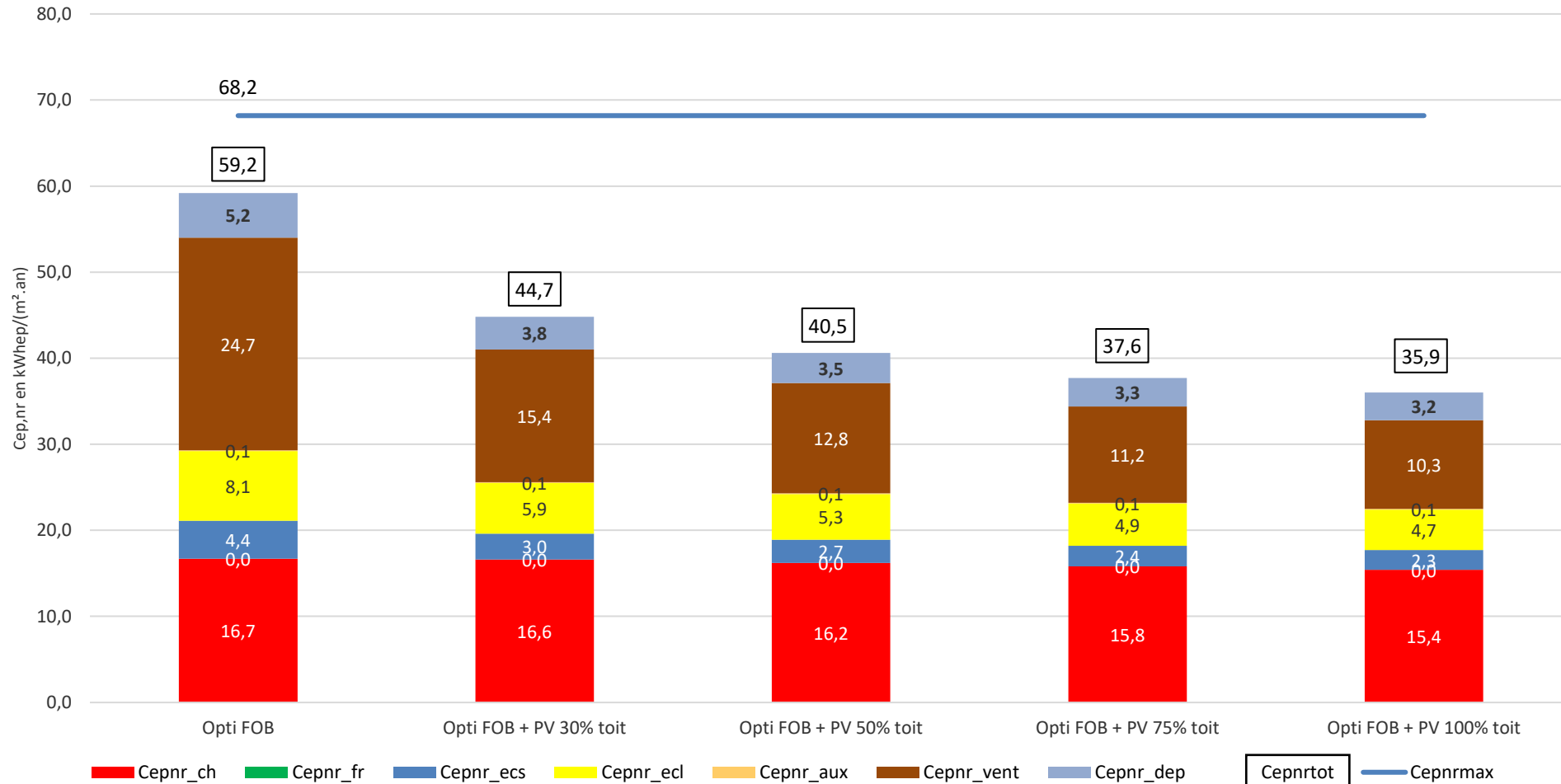
Mise en place Photovoltaïque

Systeme : Pac air/eau

106



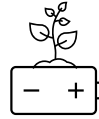
Consommations en énergie primaire non renouvelable H1a



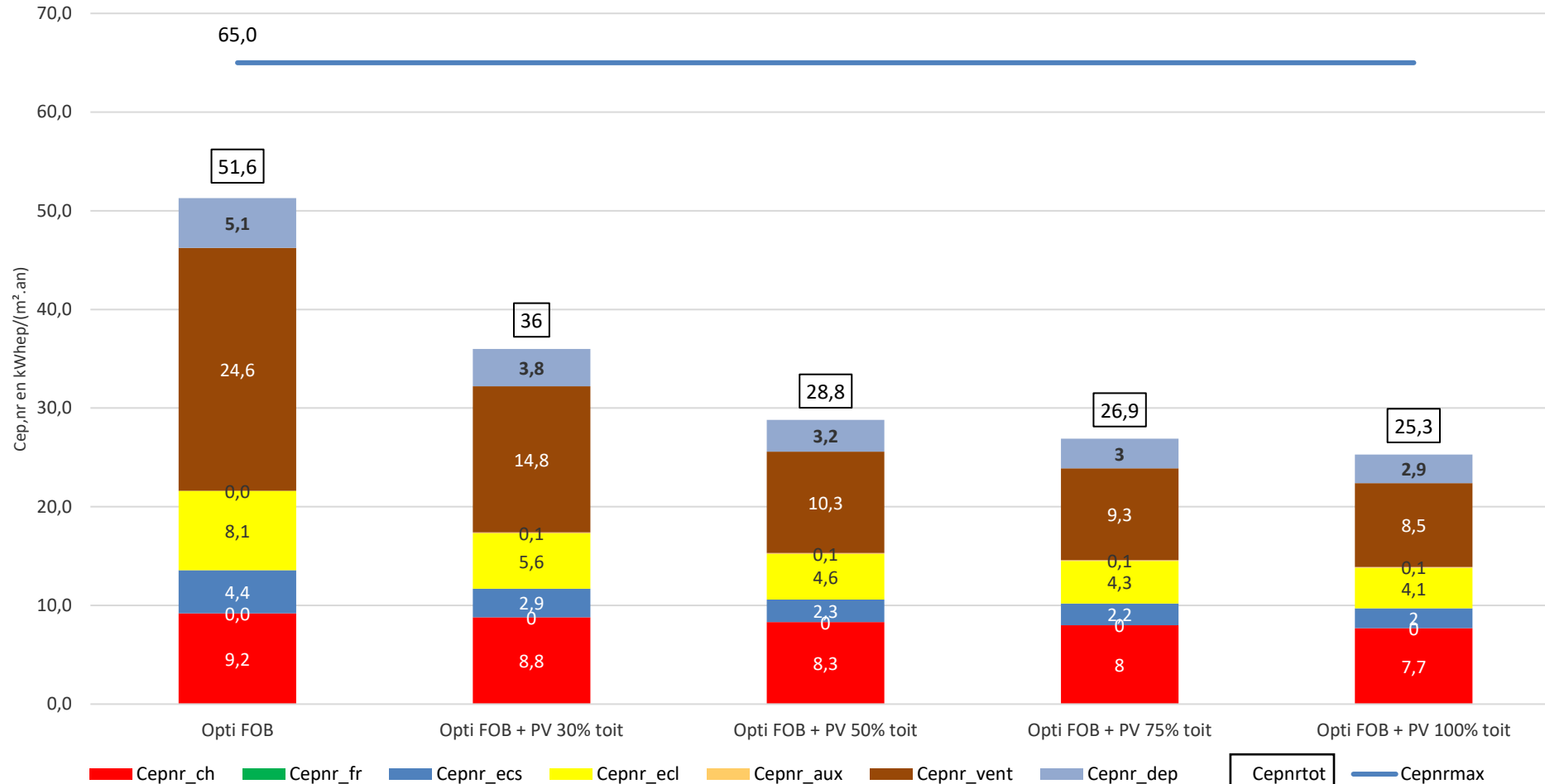
Mise en place Photovoltaïque

Système : Pac air/eau

107



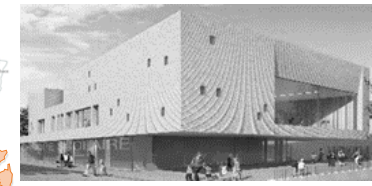
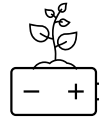
Consommations en énergie primaire non renouvelable H2b



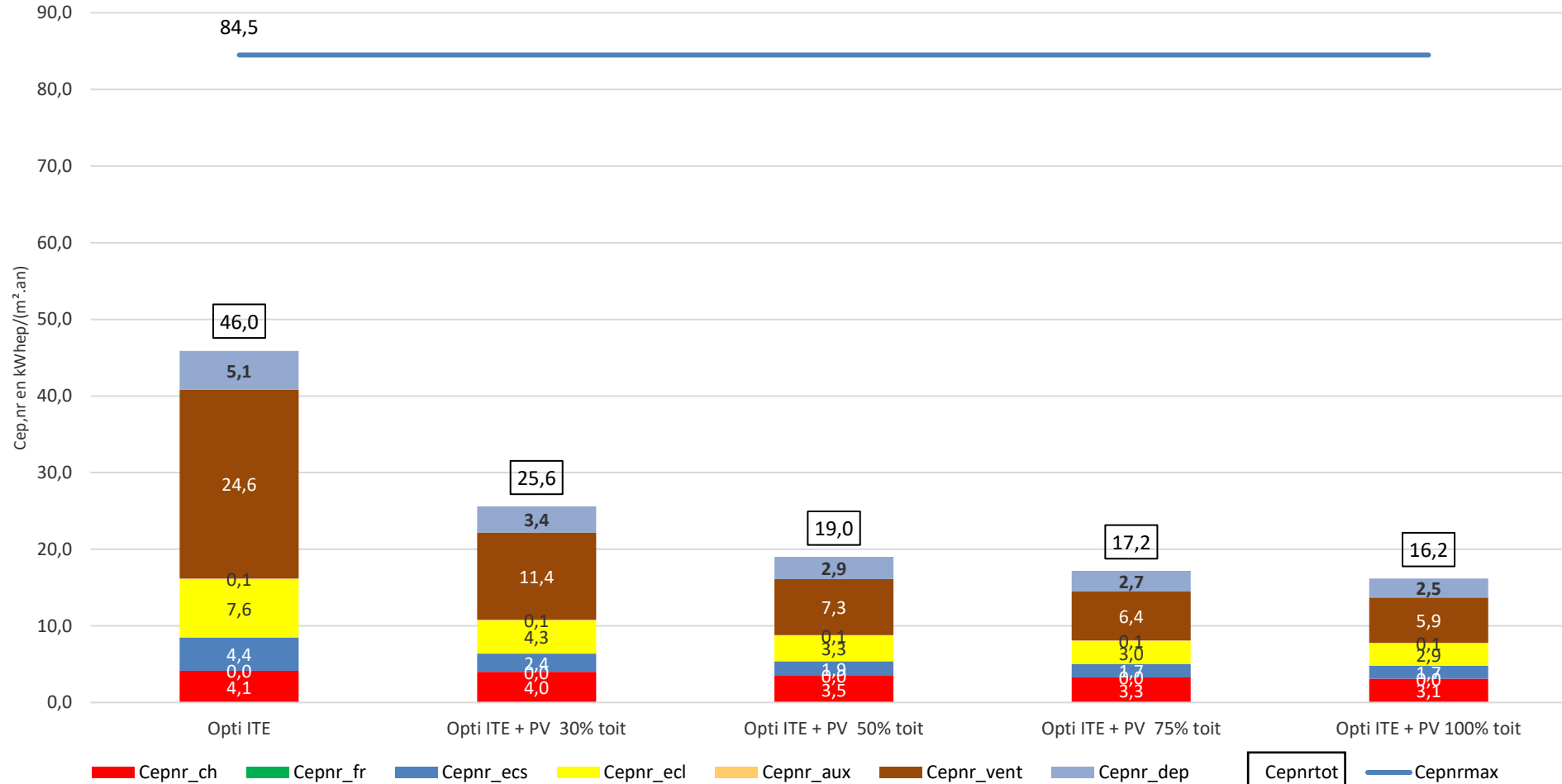
Mise en place Photovoltaïque

Système : Pac air/eau

108



Consommations en énergie primaire non renouvelable en H3



Descriptif de base / Carbone



109



Enveloppe Standard (STD)



Structure verticale

Maçonnerie béton R+1 + ITI 14 cm



Structure horizontale

Plancher béton



Structure toiture

Toiture terrasse béton non accessible



Revêtement toiture

Dalle en béton sur plots



Revêtement de façade

Bardage en panneaux aluminium



Fenêtres, Portes-fenêtres

Fenêtres Aluminium
Store intérieur textile manuel et store extérieur en toile motorisé



Revêtement de sol

Sol souple PVC



Systèmes énergétiques

Chauffage : PAC air/eau
ECS : Effet Joule
Emetteurs: radiateurs eau chaude



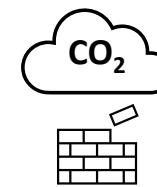
Type de saisie lots CFO – CFA

Valeurs forfaitaires



RE 2020





Saisie initiale

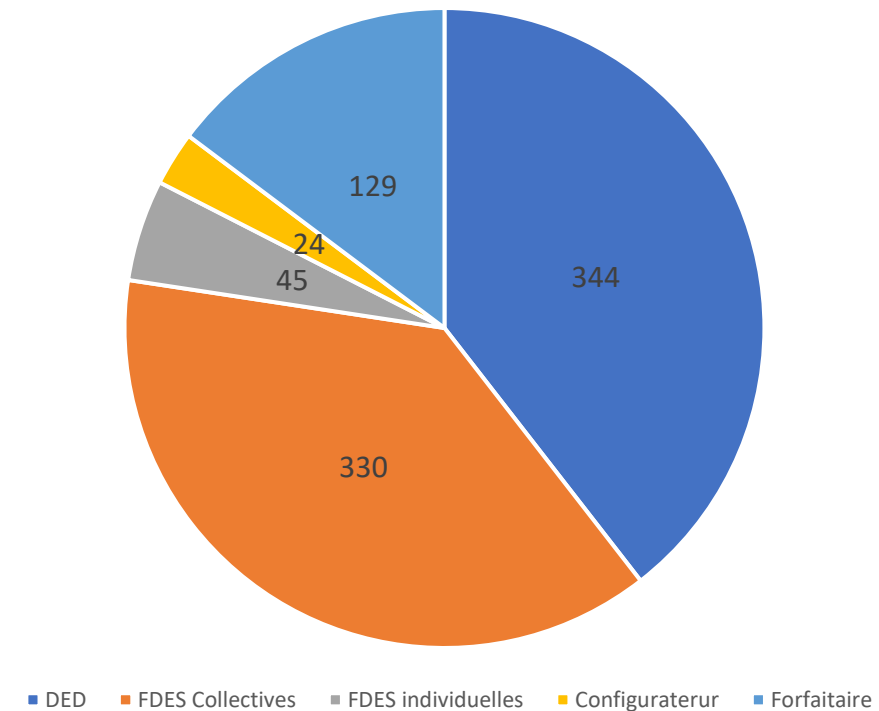
121 Fiches saisies

- 35 FDES collectives
- 13 FDES individuelles
- 69 DED saisies
- 2 Fiches saisies d'après un configurateur (Bétie)
- 2 valeurs forfaitaires (lots 10 et 11)

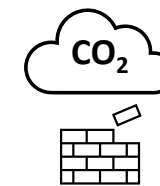
Les DED couvrent des produits de construction dont les quantités sont faibles et une majorité des produits des lots 8 et 9.



Impact carbone kgCO₂_{éq}/m²SU

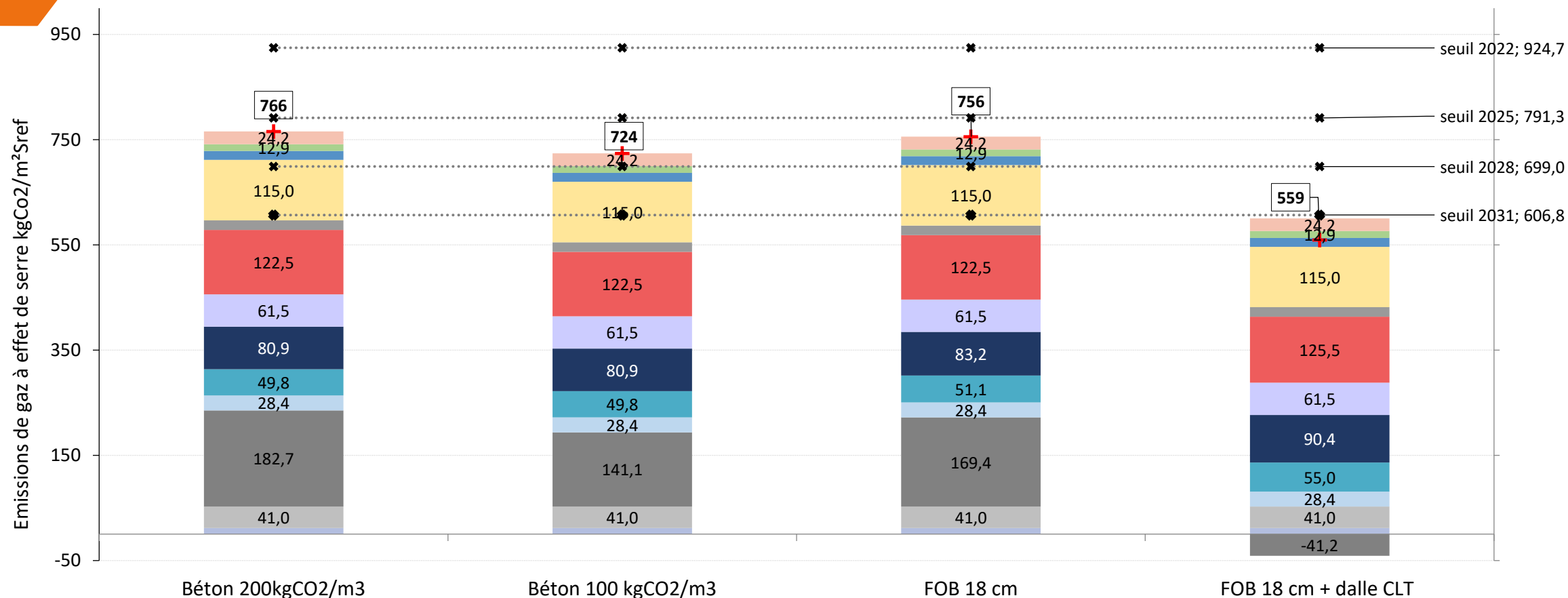


Variantes – lot 3 – Systèmes constructifs



111

Impact Ic construction (A+B+C+D) en kgCO₂_{eq}/m² Sref.50 ans



RE 2020

seuil 2022

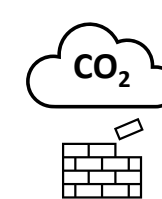
seuil 2025

seuil 2028

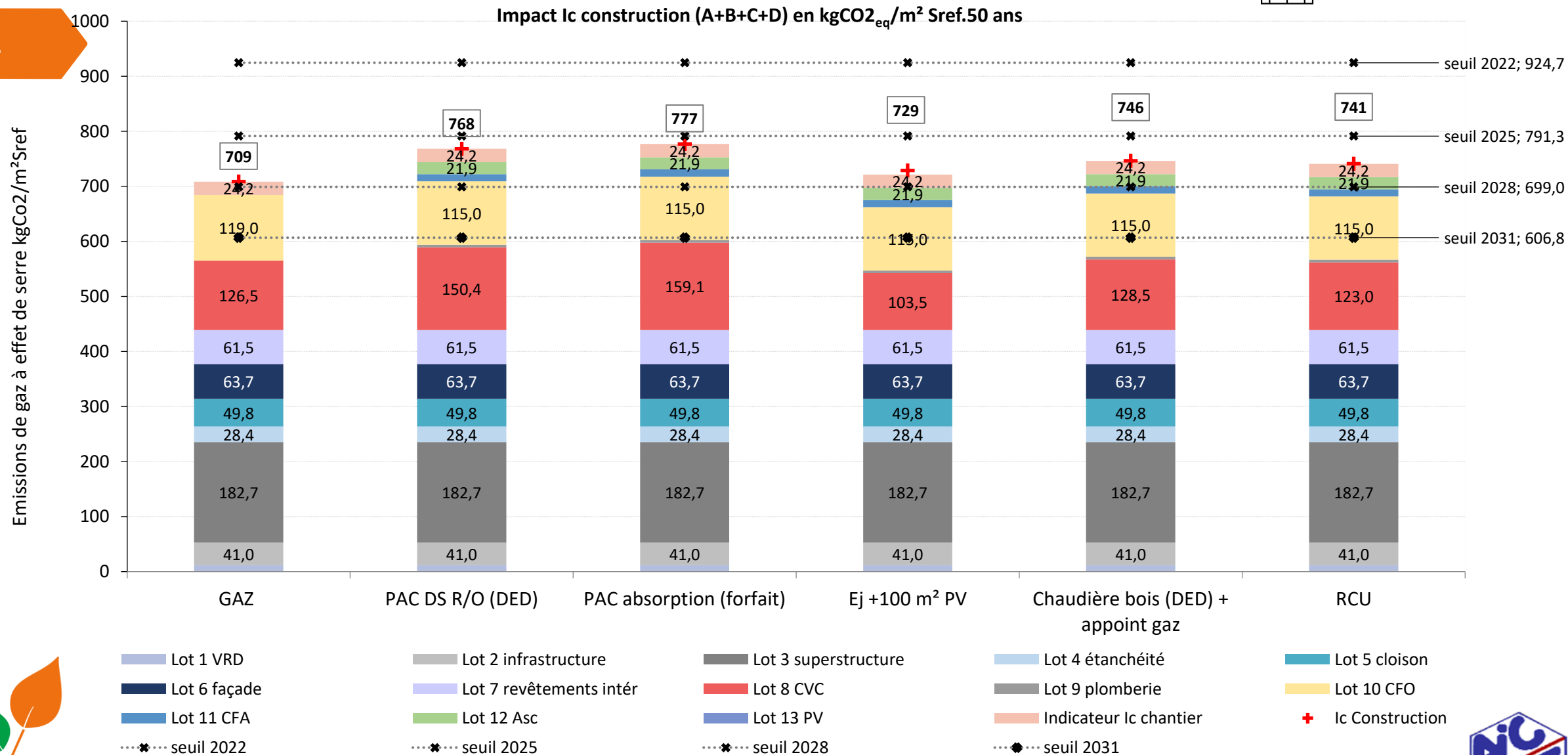
seuil 2031



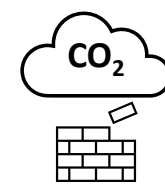
Variantes – lot 8 – Systèmes énergétiques



112

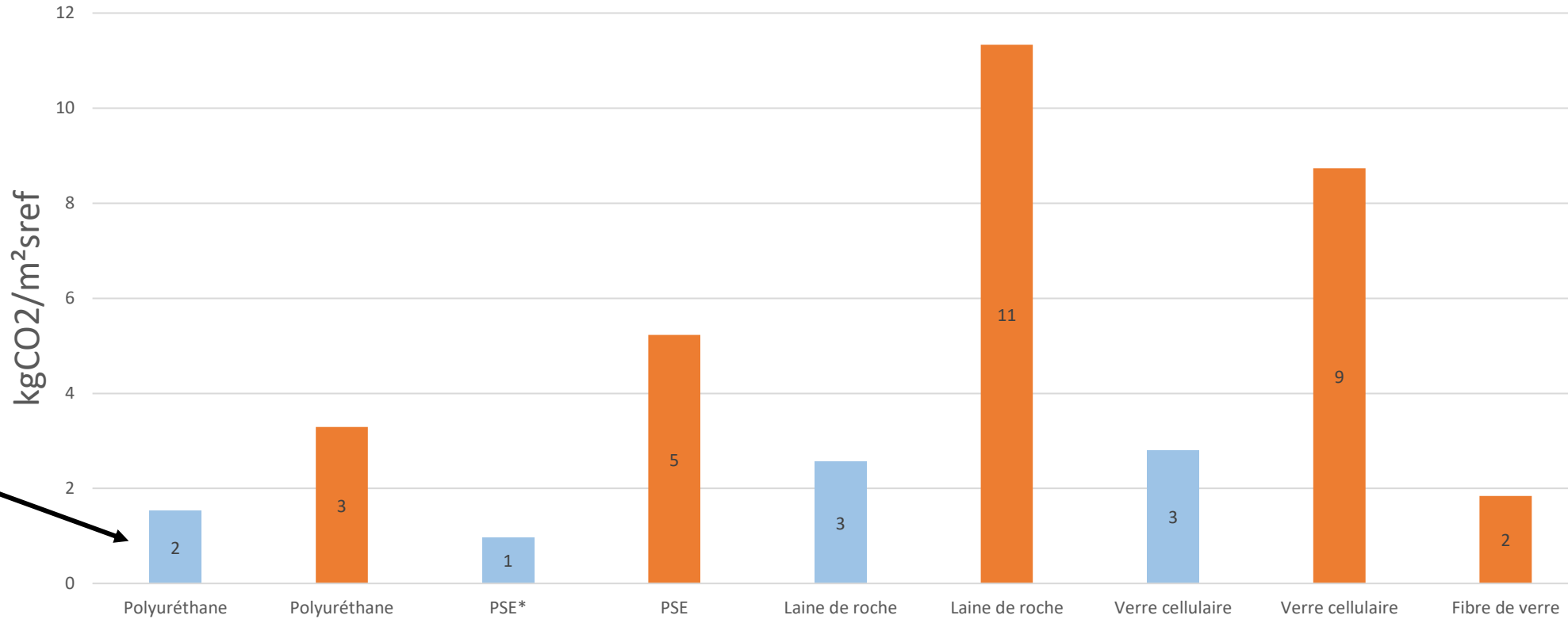
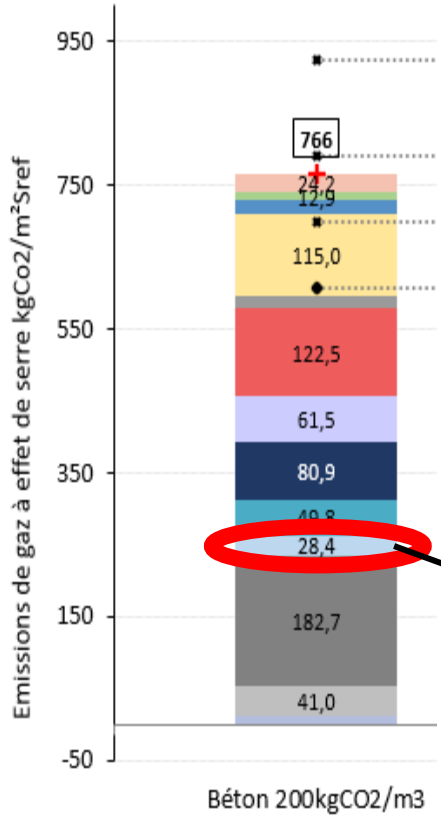


Variantes – lot 4 – Isolant toiture



113

Impact en kgCO2/m²sref isolant toiture



La résistance de l'isolant est R=4,5
 La résistance des isolants DED est R=5
 La résistances des FDES individuelles varie entre R=4,4 et R,7
 * R=4.2

■ FDES individuelle
■ FDES collective
■ DED par défaut

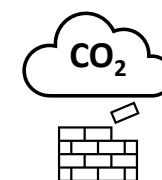


DVT: 25 ans
 Surface de produit: 2075 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

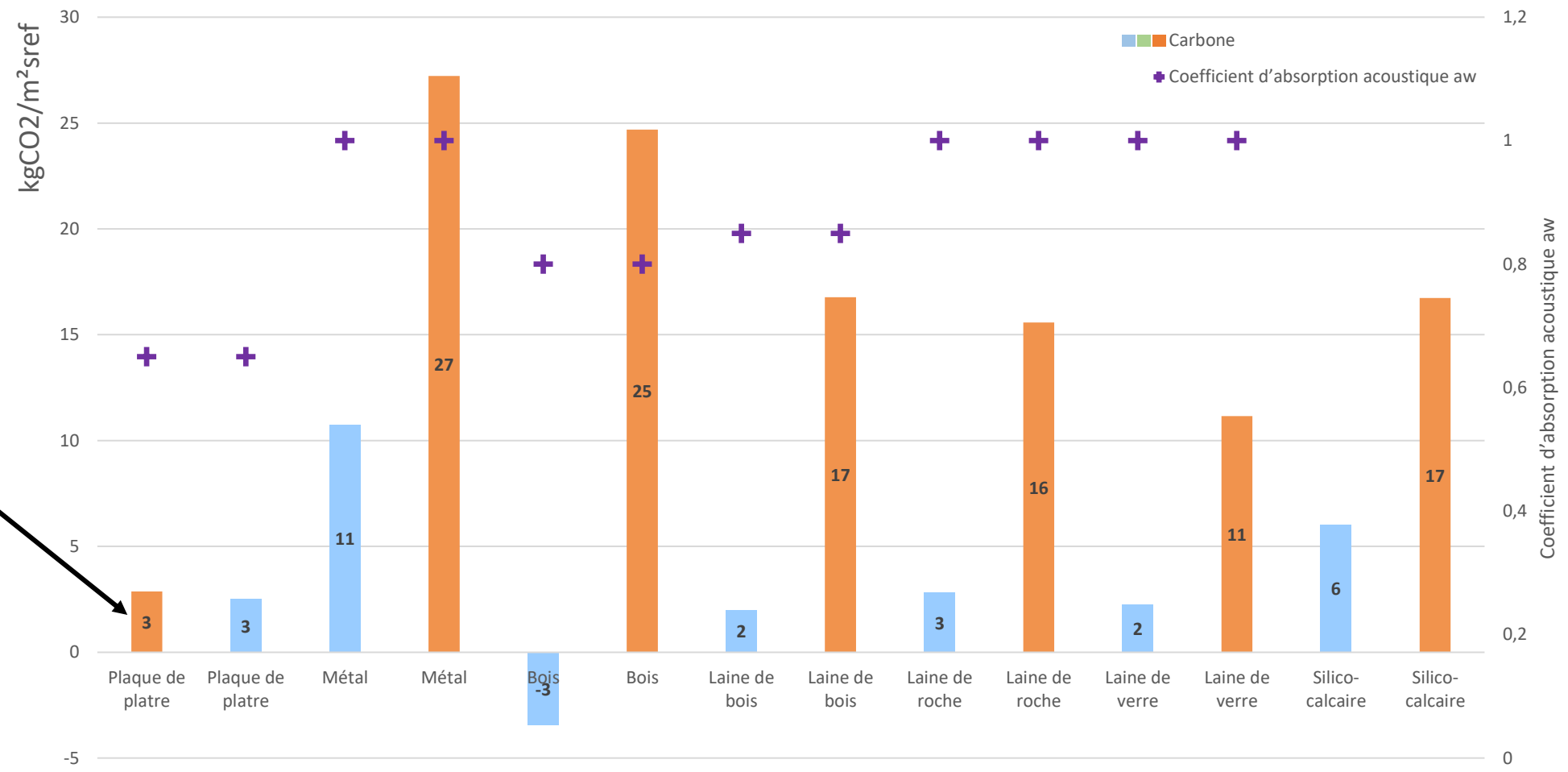
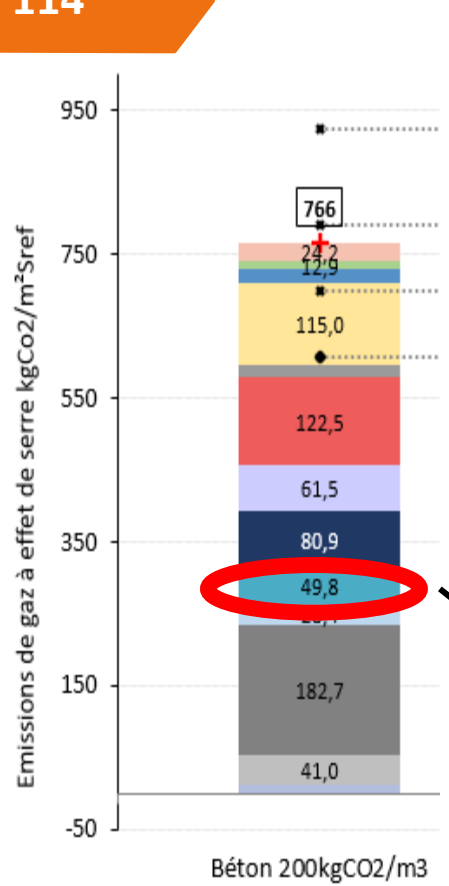


Variantes – lot 5 – Plafonds suspendus



114

Impact en kgCO2/m²sref faux plafond



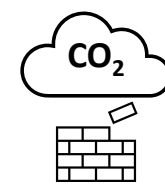
DVT: 50 ans
Surface de produit: 2260 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

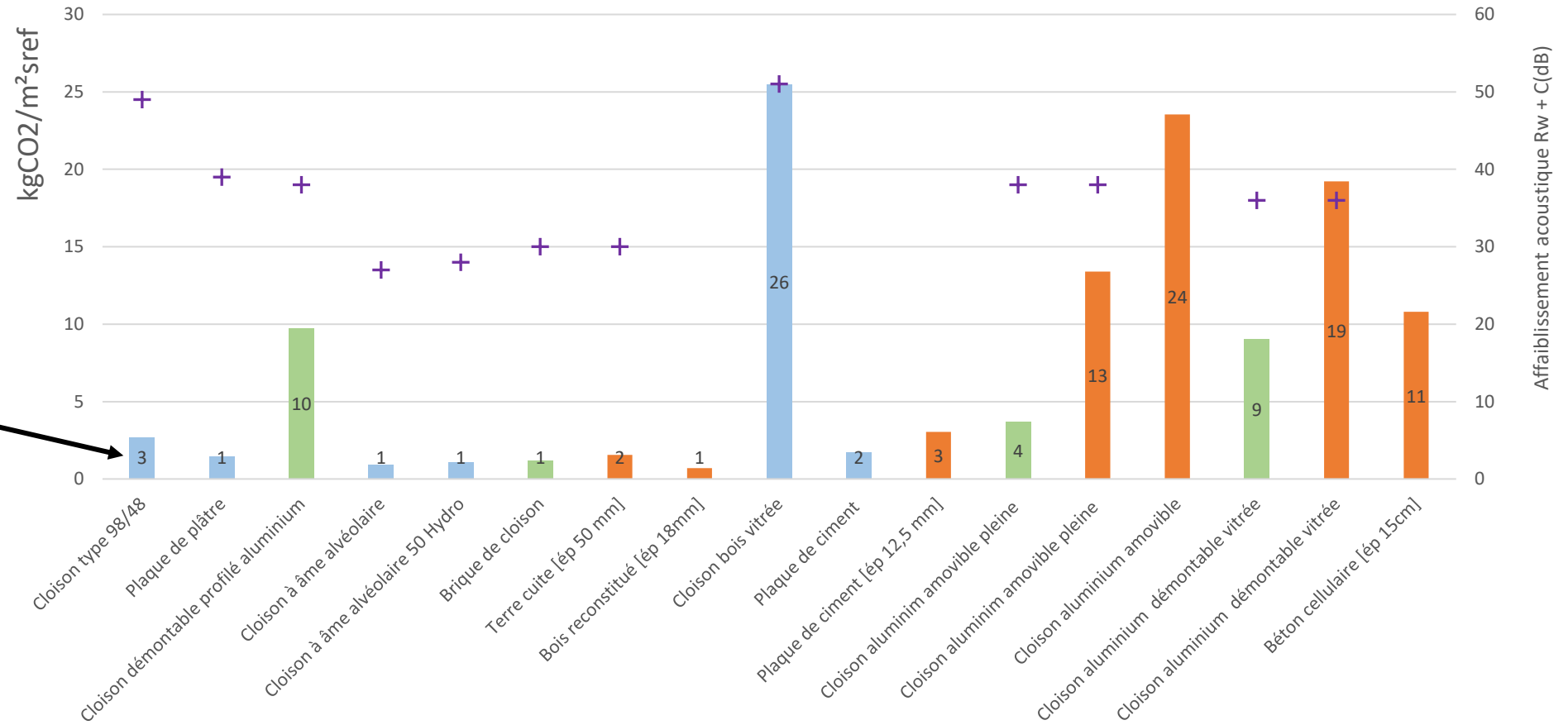
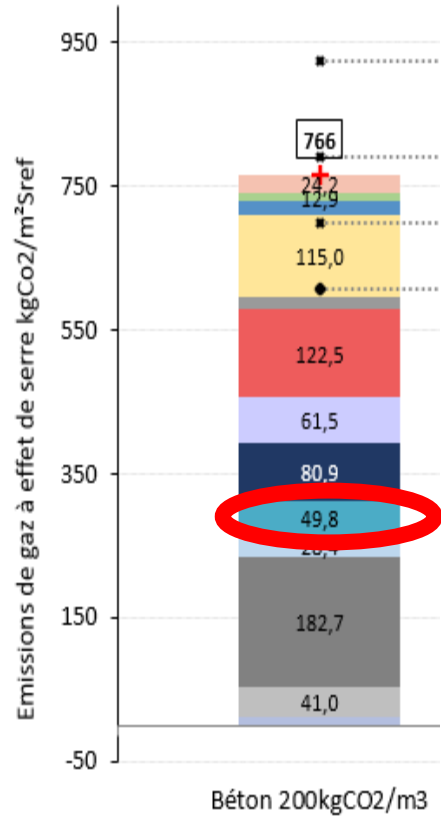


Variantes – lot 5 – Cloisons



115

Impact en kgCO2/m²sref Cloison



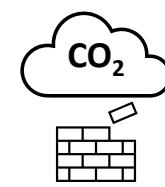
DVT: 50 ans, sauf Cloison bois vitrée DVT 30 ans

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

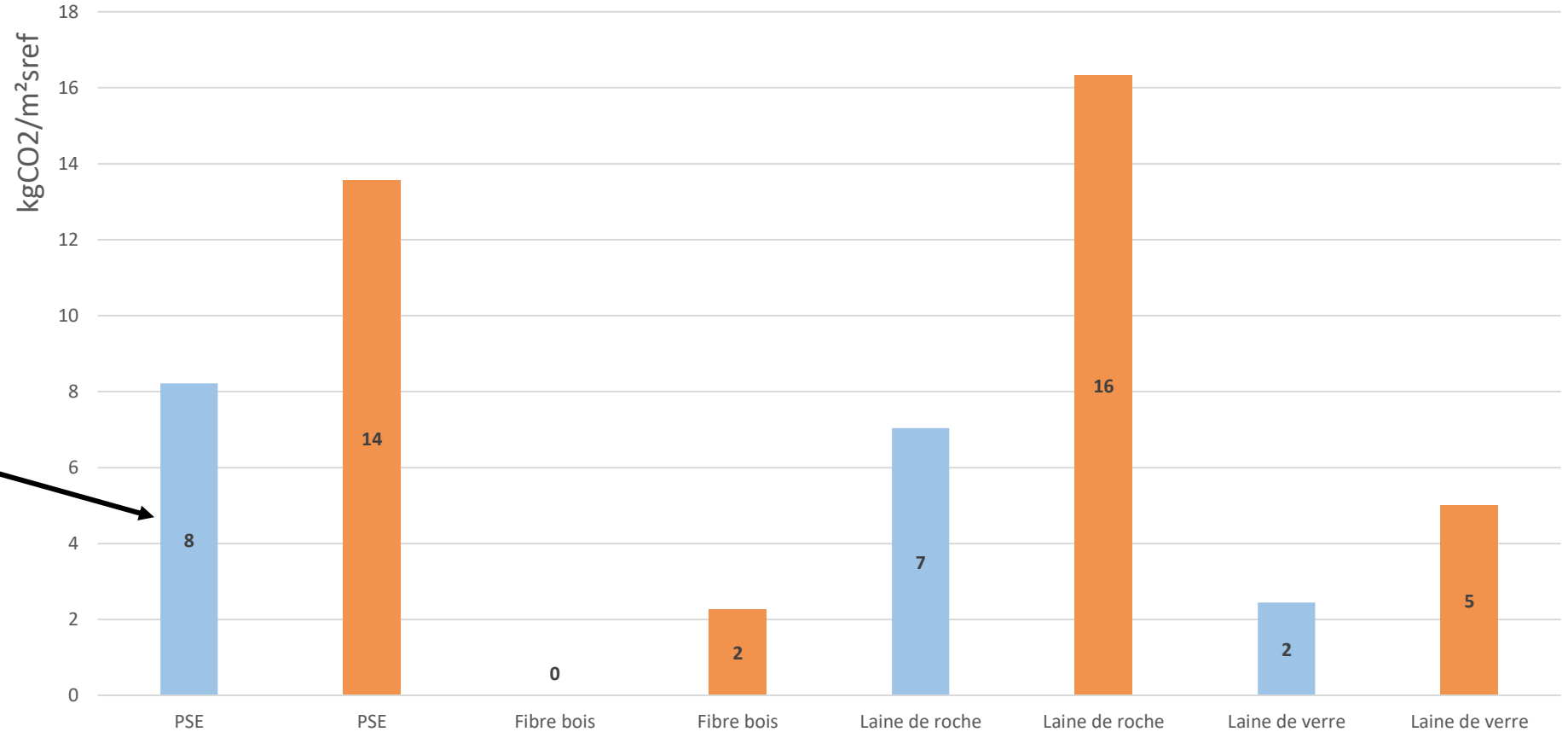
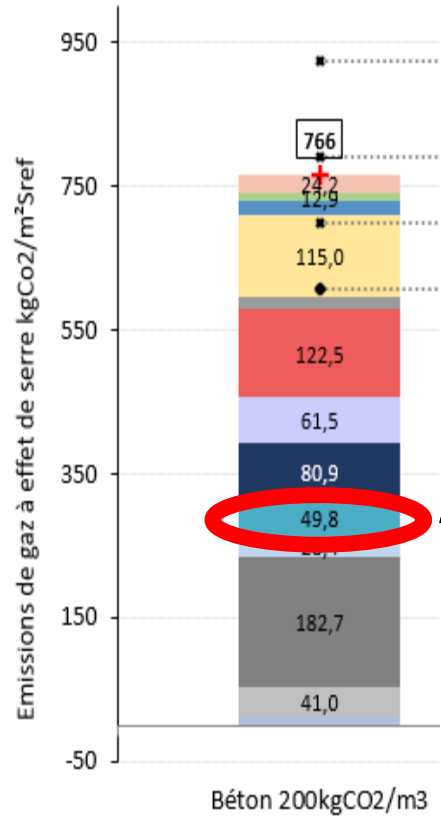


Variantes – lot 5 – ITI



116

Impact en kgCO2/m²sref ITI



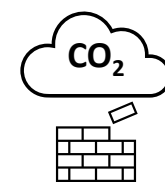
DVT: 50 ans
Malette pédagogique - Module E : Sensibilités

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

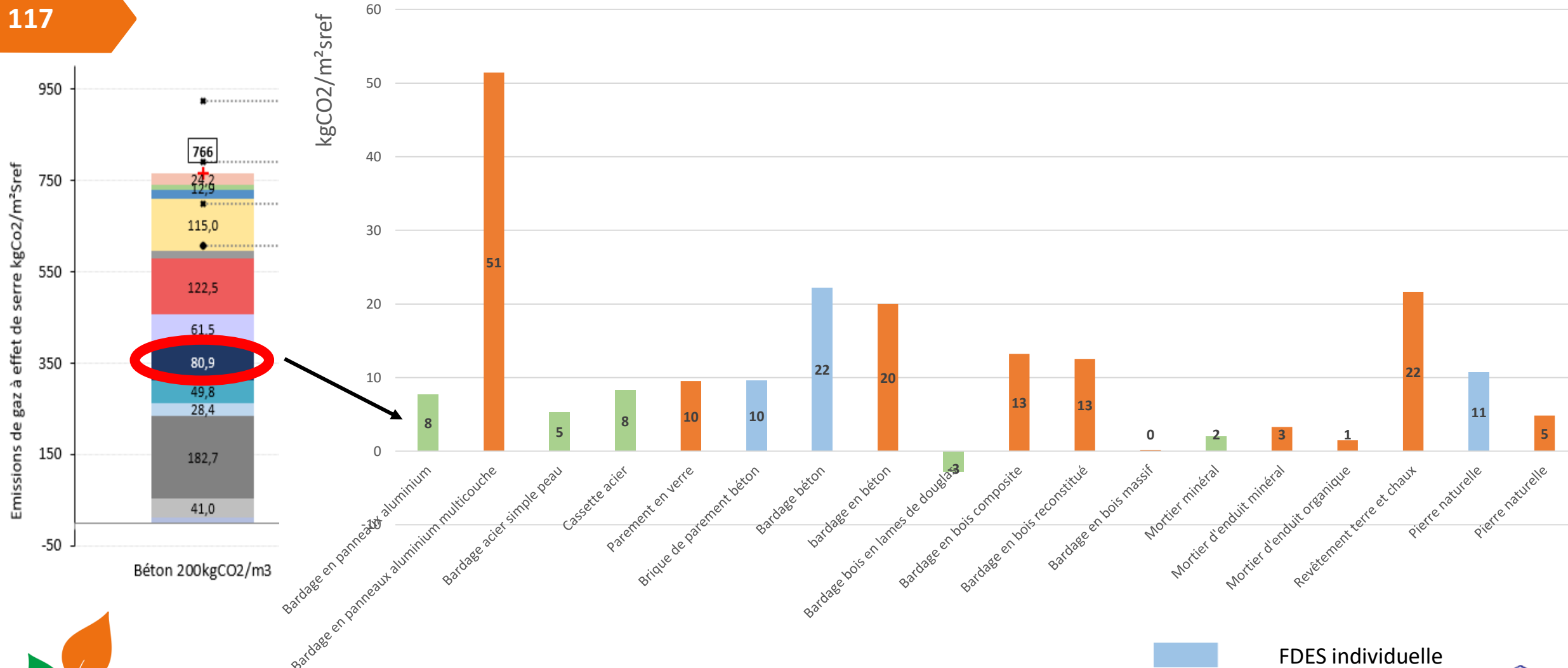


Variantes – lot 6 – revêtements de façade



Impact en kgCO₂/m²sref revêtements de façade

117



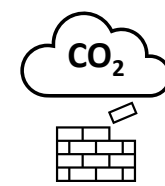
DVT: 50 ans
Surface de produit: 1047 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

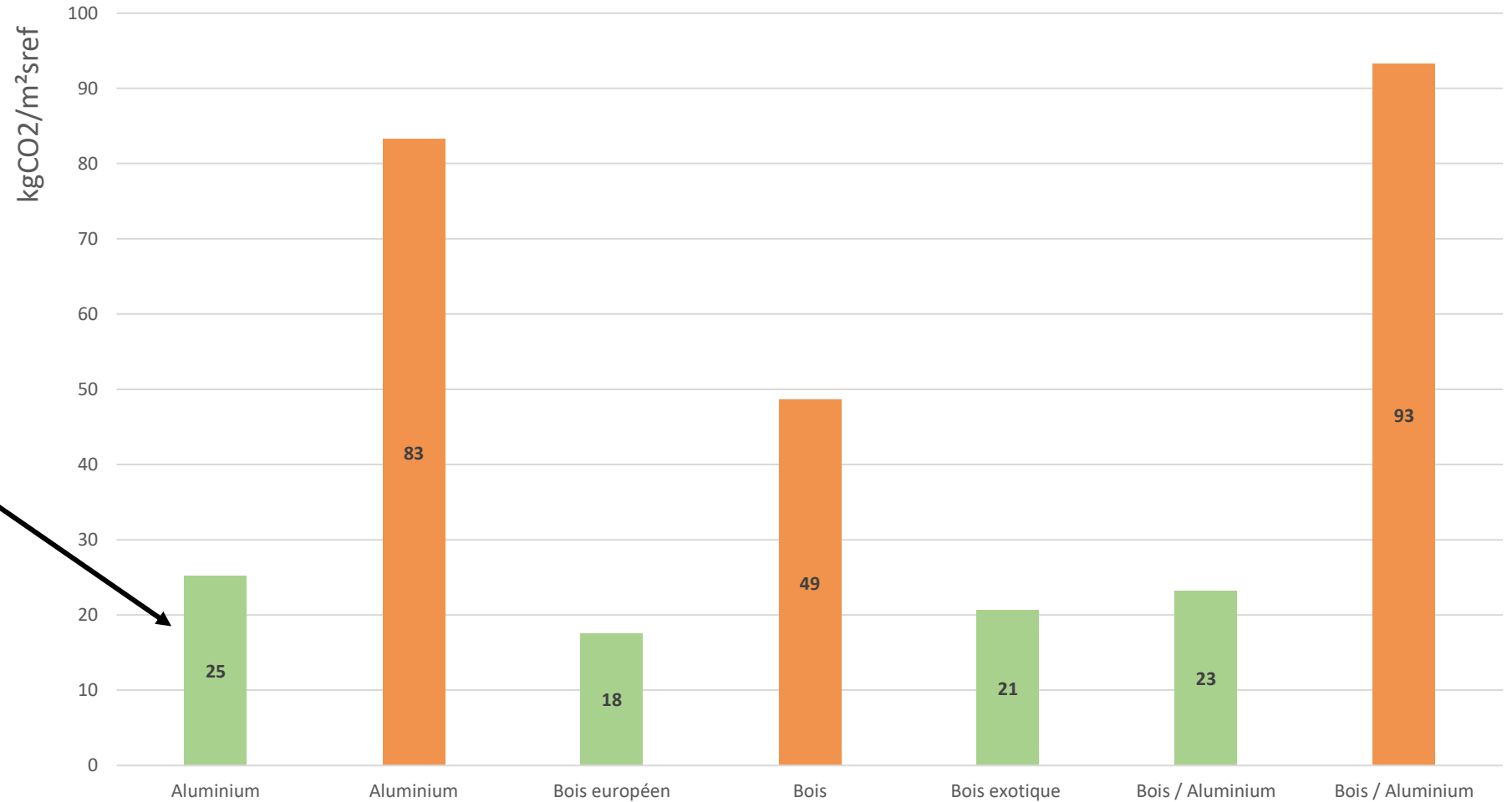
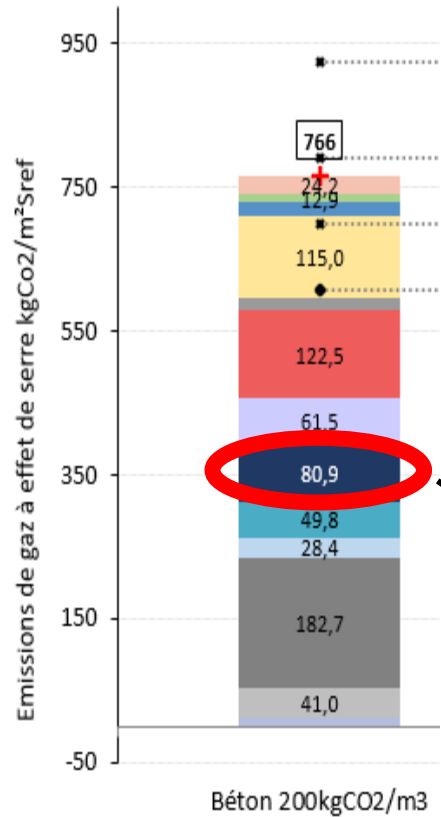


Variantes – lot 6 – Menuiseries extérieures






118

Impact en kgCO2/m²sref des menuiseries



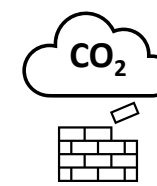
DVT: 30 ans
Surface de produit: 681 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

-  FDES individuelle
-  FDES collective
-  DED par défaut

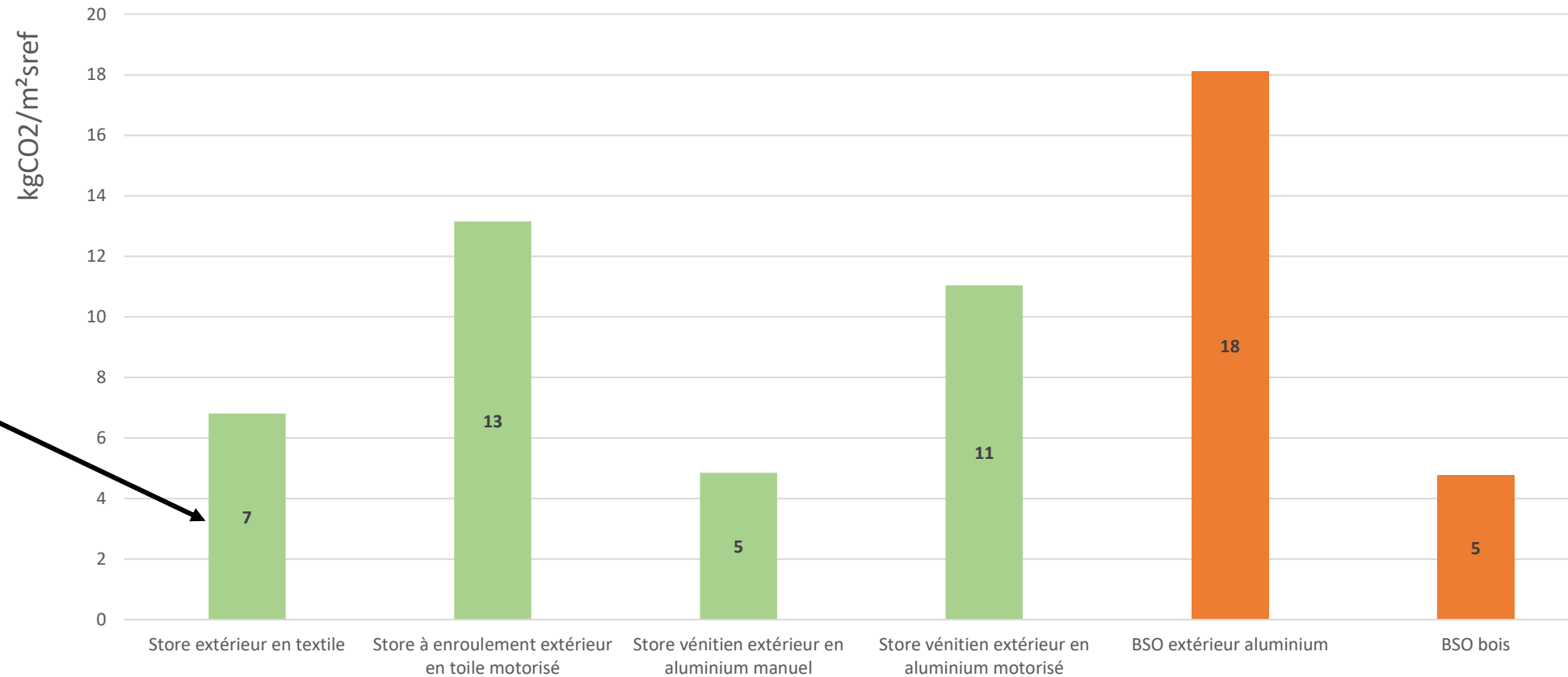
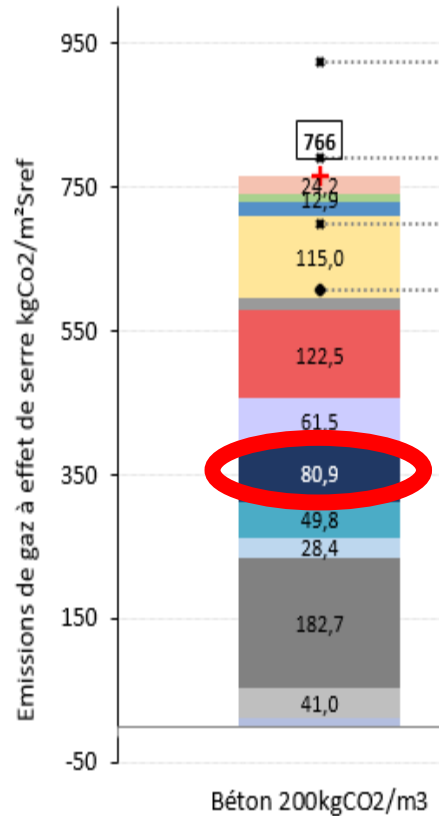


Variantes – lot 6 – Stores extérieurs et BSO



119

Impact en kgCO₂/m²sref des stores extérieurs et BSO



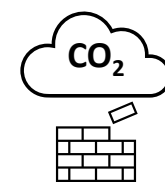
DVT: 20 ans
Surface de produit: 144 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

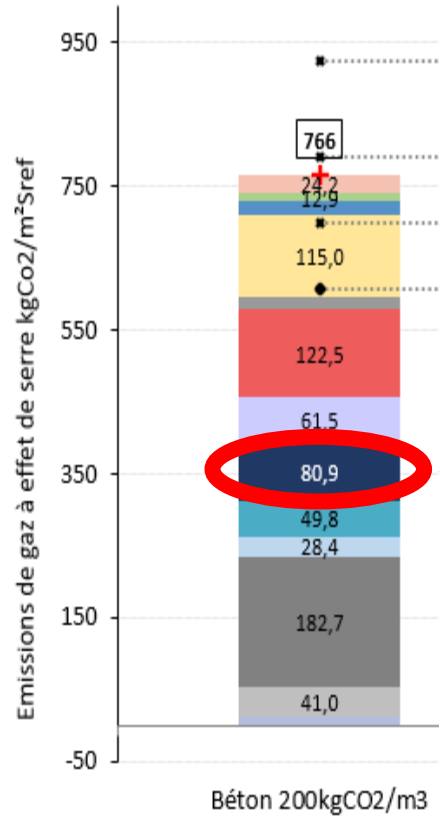
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



Variantes – lot 6 – Stores intérieurs

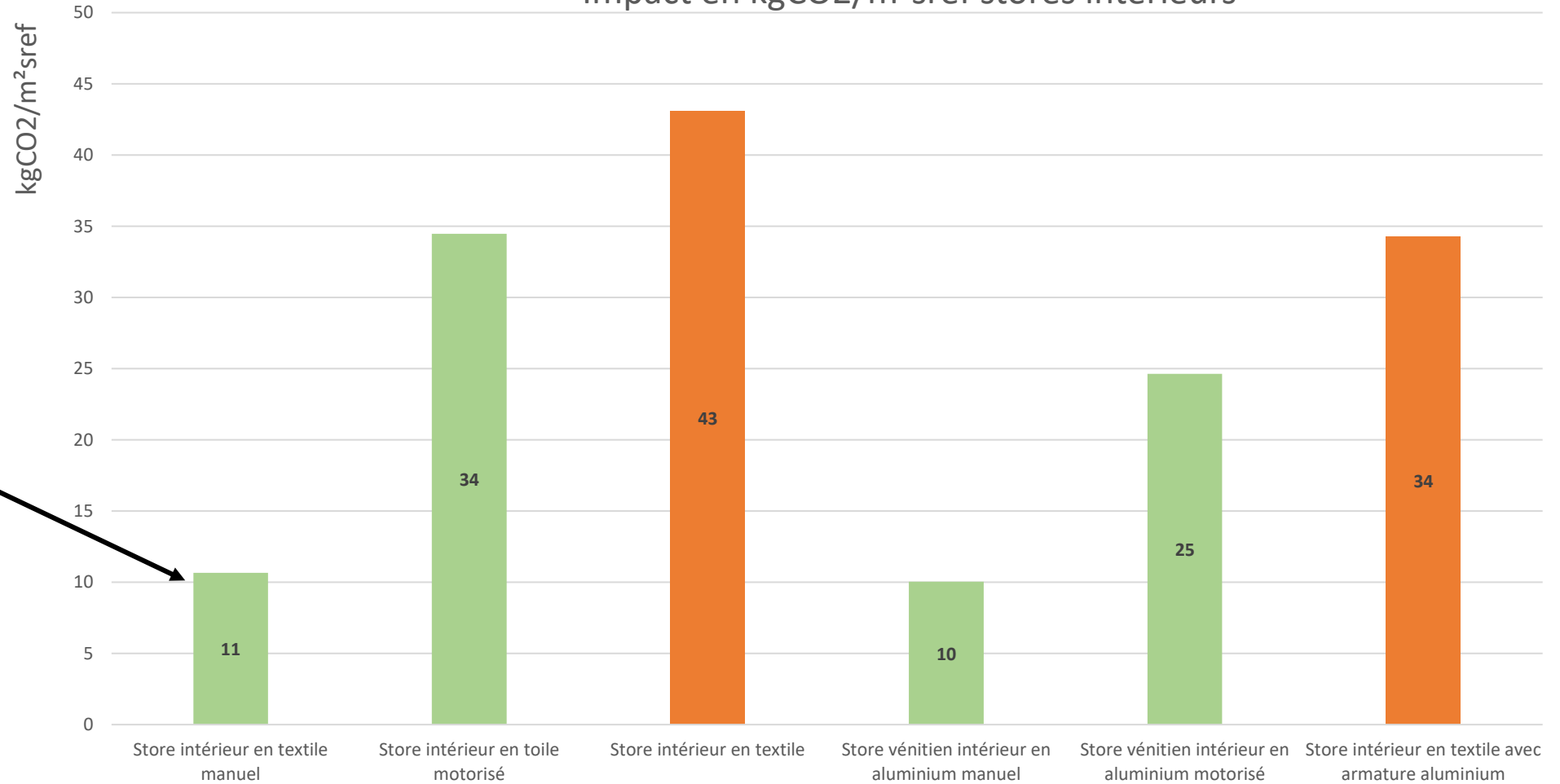


120



Béton 200kgCO₂/m³

Impact en kgCO₂/m²sref stores intérieurs



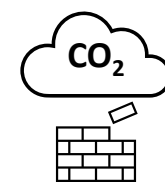
DVT: 20 ans
Surface de produit: 397 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

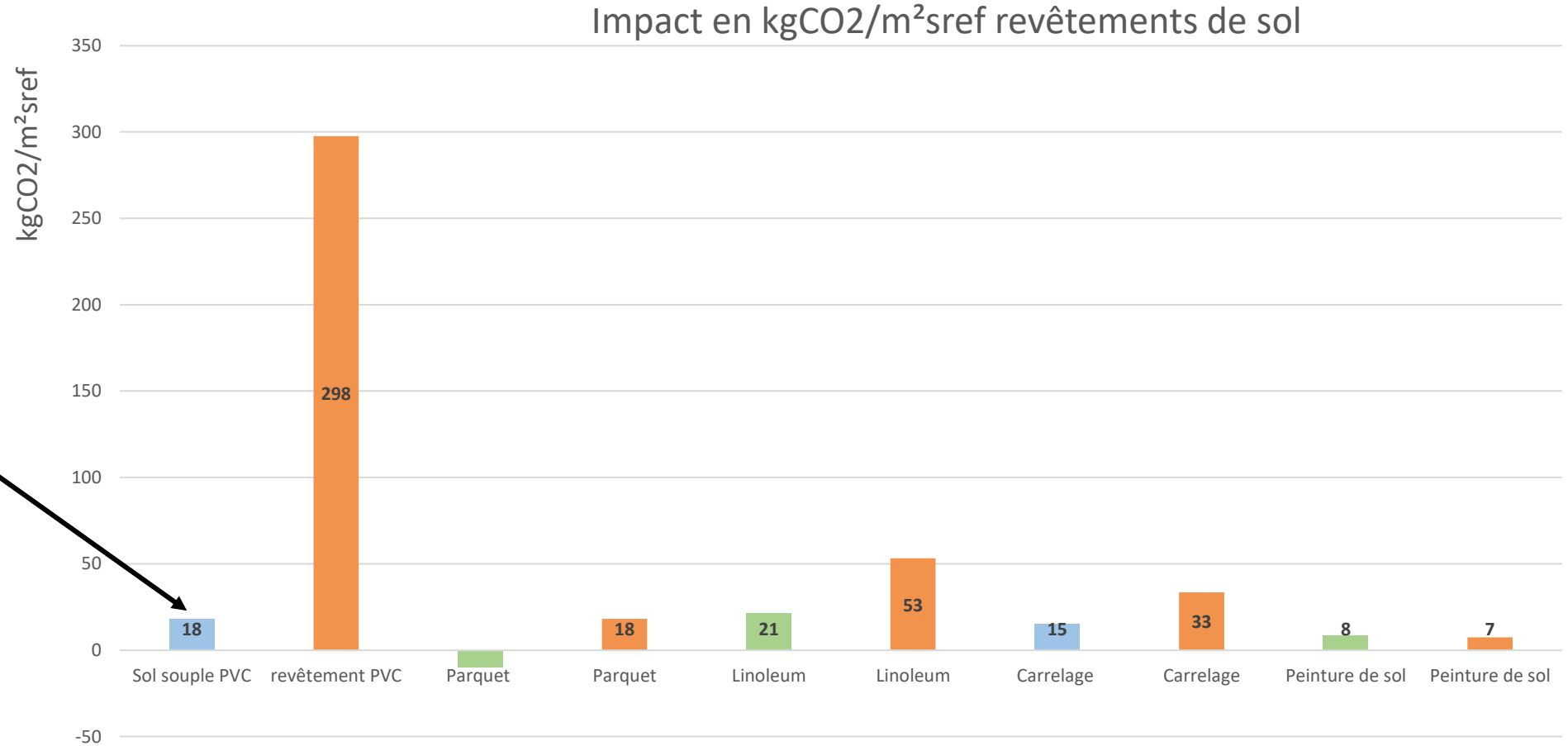
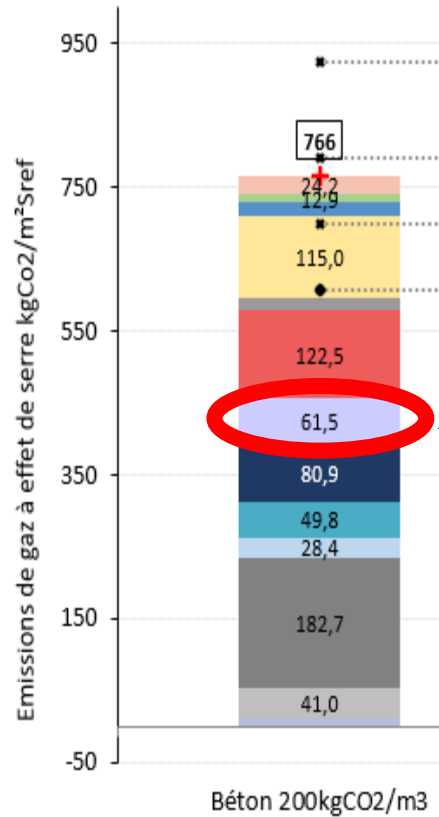
- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut



Variantes – lot 7 – Revêtements de sol



121



DVT: 25 ans
Surface de produit: 2075 m²

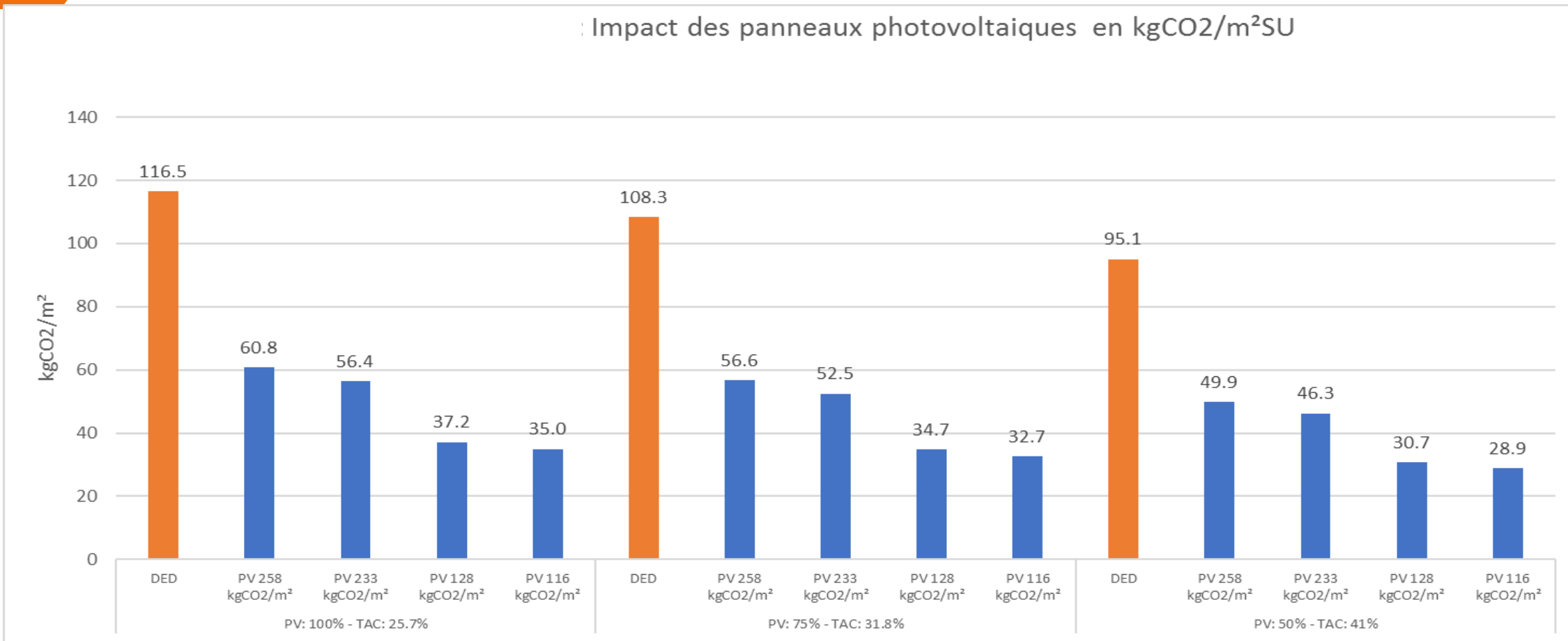
Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut





Impact des panneaux photovoltaïques en kgCO₂/m²SU



Degré Heure « STD-2020 »

123



Inertie

Moyenne



Couleur de façade

Claire



Couleur toiture

Sombre

Autre

Adiabatique en H3



Surface Fenêtres, Portes-fenêtres

16% de surface vitrée



Ouverture des baies

A la française avec parties fixes (Ratio d'ouverture : 40%)



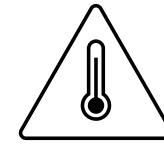
Protection mobile

Stores extérieurs occultants gestion manuelle



Masques proches et lointains

Sensibilités Degrés-Heures



124



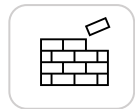
Typologie des occultations :

- brise-soleil orientables



Masques :

- Casquette 1m sur chaque menuiserie



Inertie :

- Lourde



Couleur parois :

- Murs : sombre
- Toiture : claire
- Toiture : végétalisée



Sur trois zones climatiques



Ratio d'ouverture des baies:

- 0,7

Vitrage à contrôle solaire :

- Sauf au nord

Brasseurs d'air :

- 3 brasseurs par salle de classe

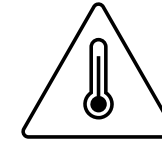


Surventilation mécanique

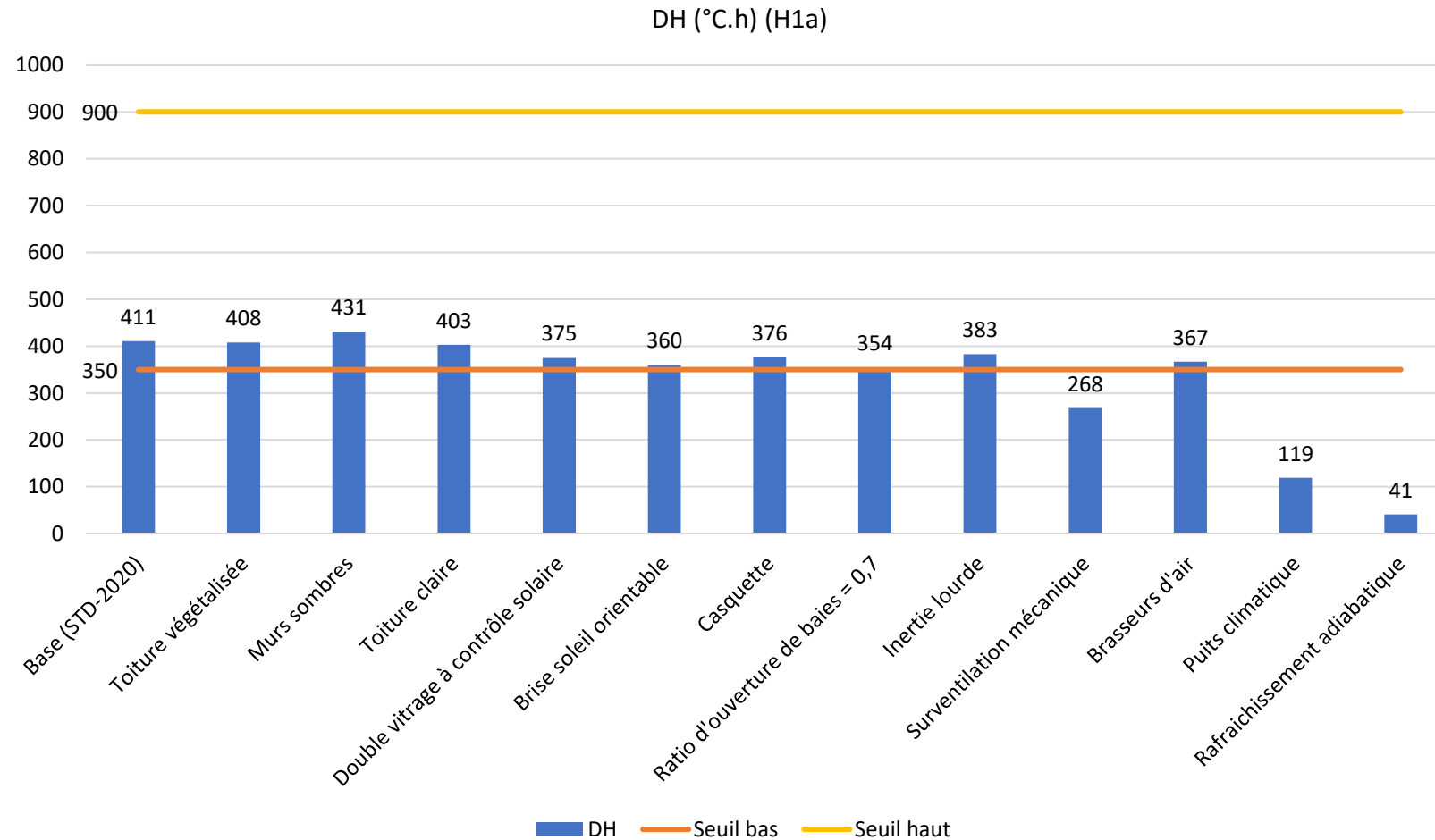
Rafraîchissement adiabatique

Puits climatique

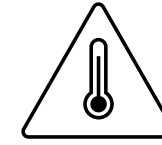
Variantes - Degrés-Heures



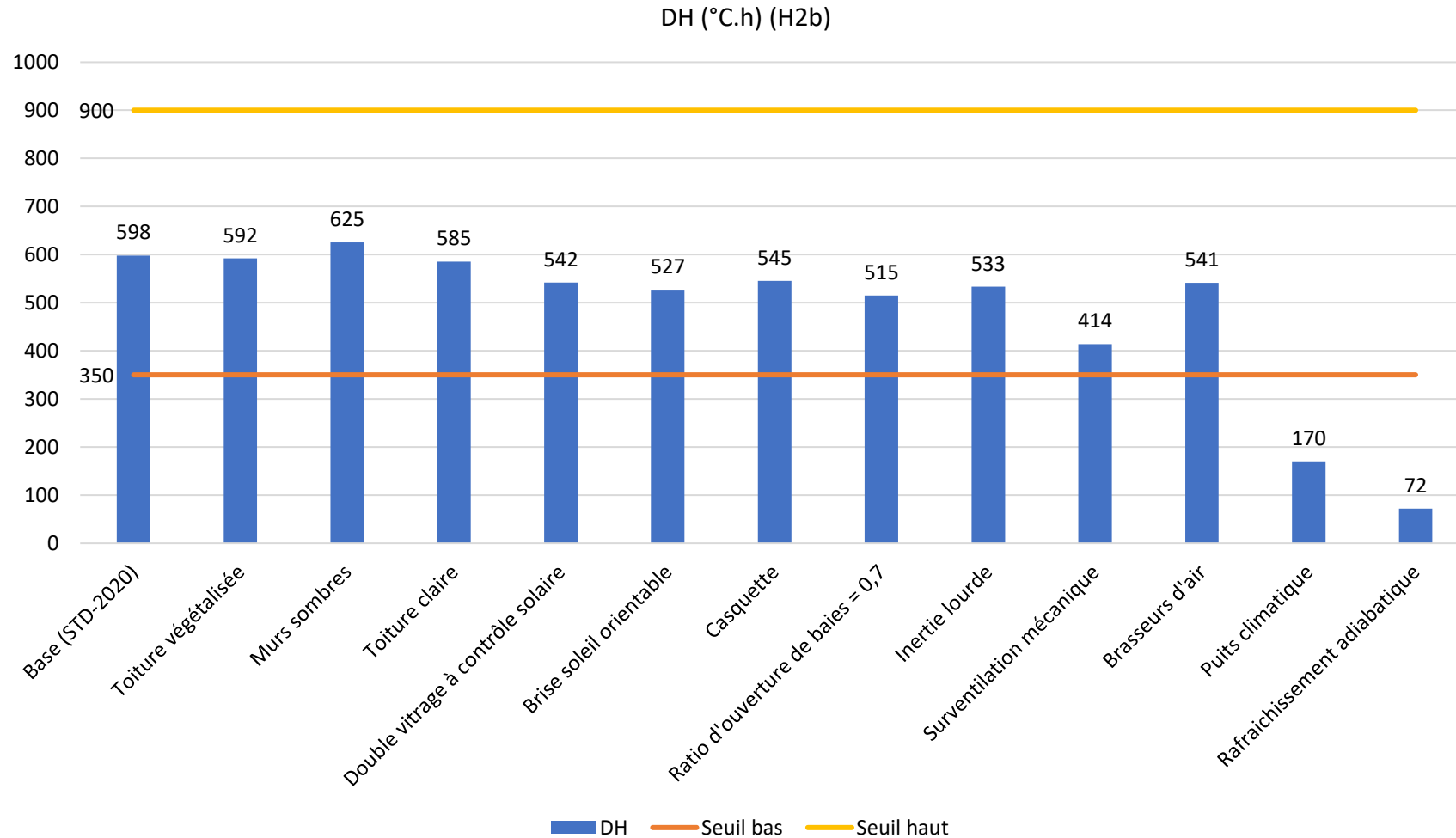
125



Variantes - Degrés-Heures



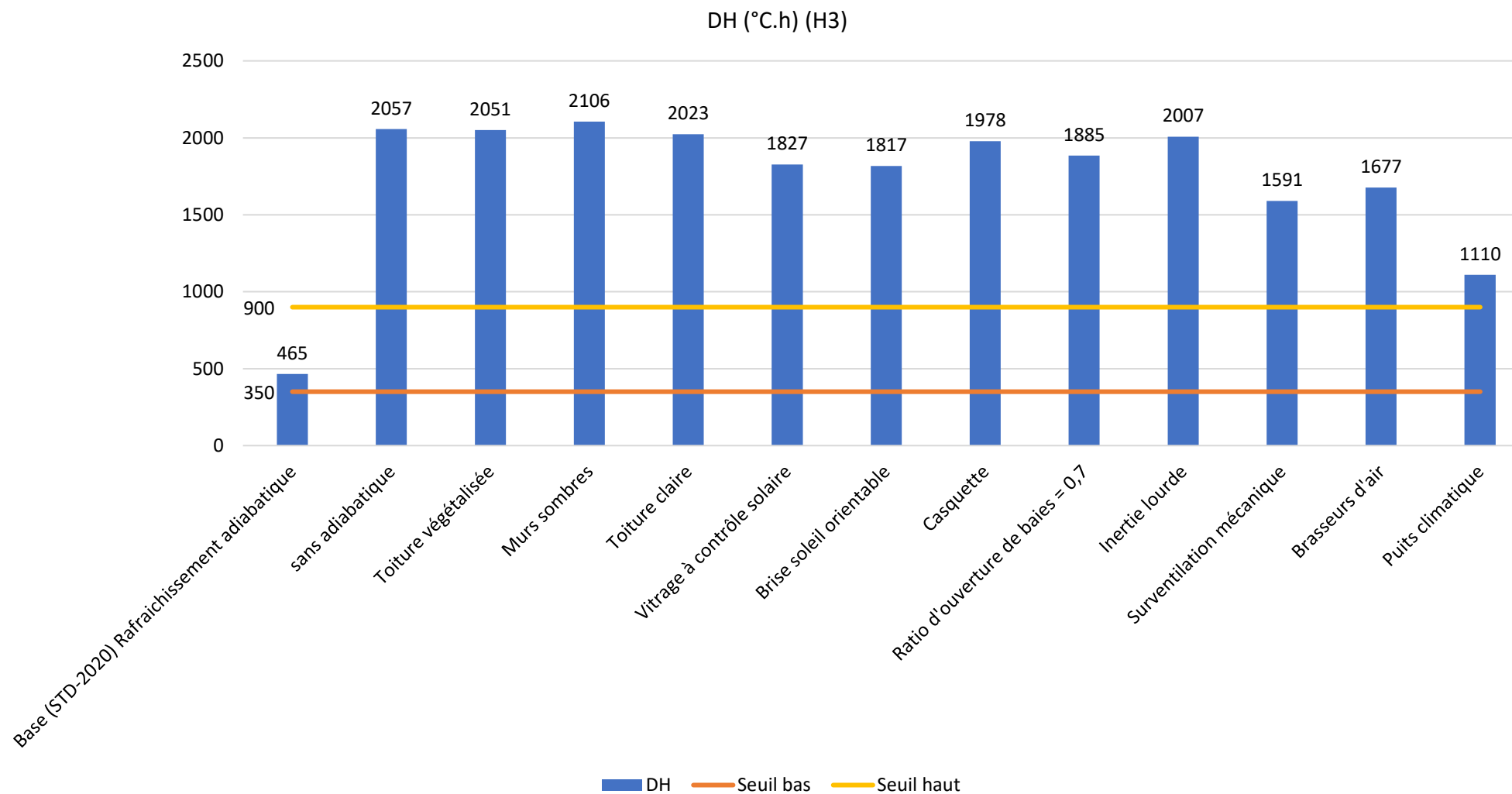
126



Variantes - Degrés-Heures



127



Pour respecter Bbiomax et Dhmax en zone H3 : base rafraichissement adiabatique nécessaire

Sommaire

128

Partie 3 : Bureaux

Partie 4 : Enseignement

Primaire : 2784m²

Secondaire : 4171 m²

Enseignement secondaire – Caractéristiques bâtiment

129



Typologie

Collège



Surface utile

4171 m²



Exposition au bruit

BR1



Type de toiture

toiture terrasse accessible



Système constructif - Base

Béton



Parking

Aucun



Part de surface vitrée

28%





130



Toiture sous rampants

-



Toiture terrasse non accessible

Dalle béton + 16 cm TH22 ($R = 7,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



Murs extérieurs

Béton + ITI par 14 cm $\lambda=0,032$ ($R = 4,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



Perméabilité à l'air

$1,7 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$



Fenêtres, Portes-fenêtres

Double vitrage
 $U_w = 1,6 \text{ W/K} \cdot \text{m}^2$ $S_w=0,48$ $Tl=0,6$

Store extérieurs avec gestion manuelle



Ventilation

Double-flux avec rendement échangeur = 70%

Étanchéité du réseau : Par défaut



Planchers intermédiaires

Plancher béton + $L9 = 0,6 \text{ m} \cdot \text{K/W}$ (53% de rupteurs $\psi = 0,25$ sur les PLI)



Planchers sur sous-sol

15 cm d'isolant sous dalle
($R = 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) +

Isolation sous chape 4,8 cm TH22
($R = 2,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

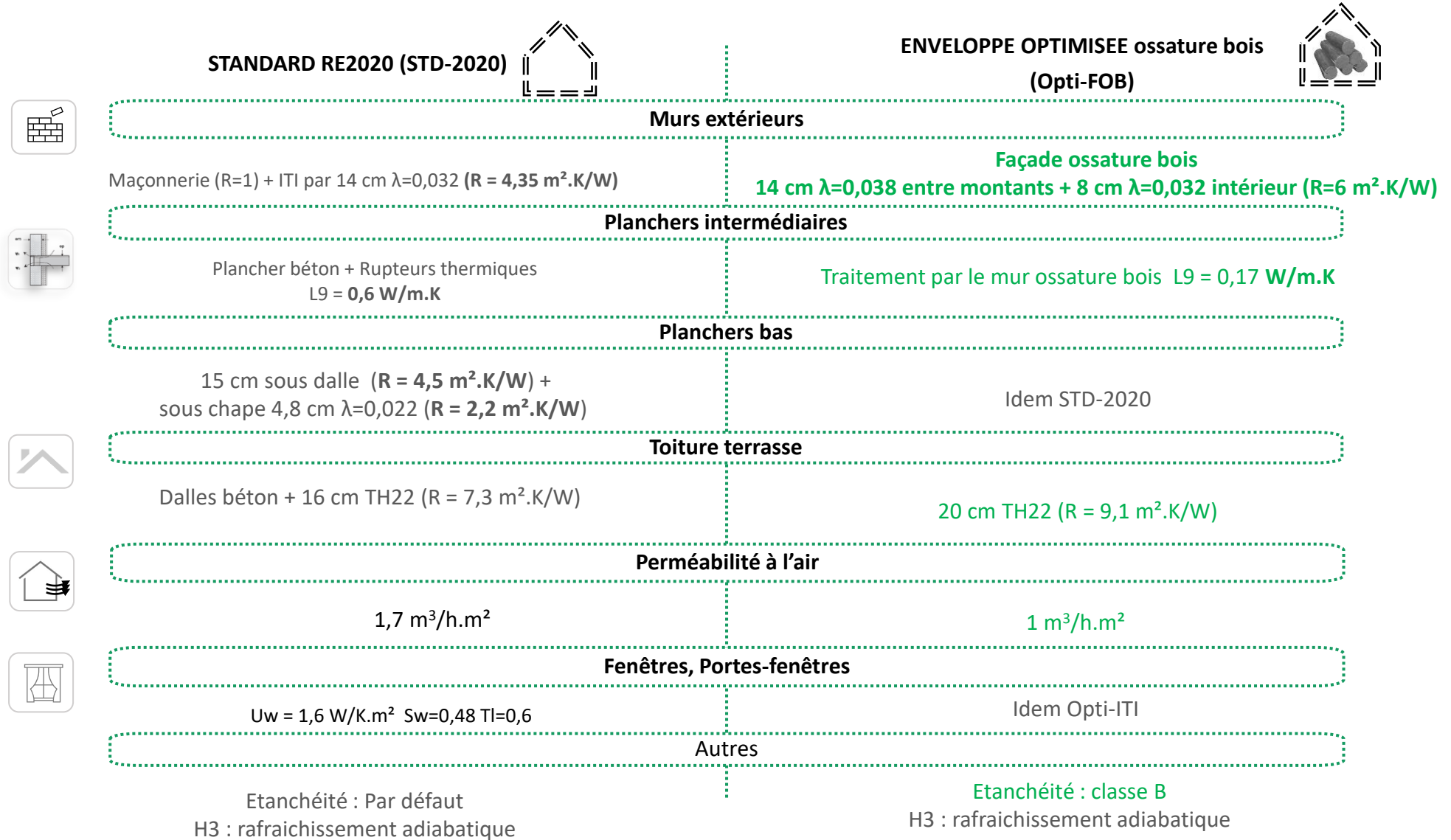


Chauffage et ECS

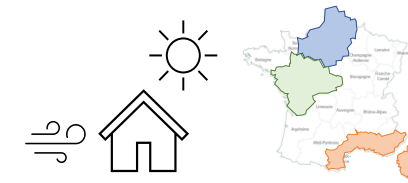
Chauffage : PAC air/eau
ECS : Effet Joule

Émetteurs: radiateurs eau chaude
VT : $0,4^\circ\text{C}$



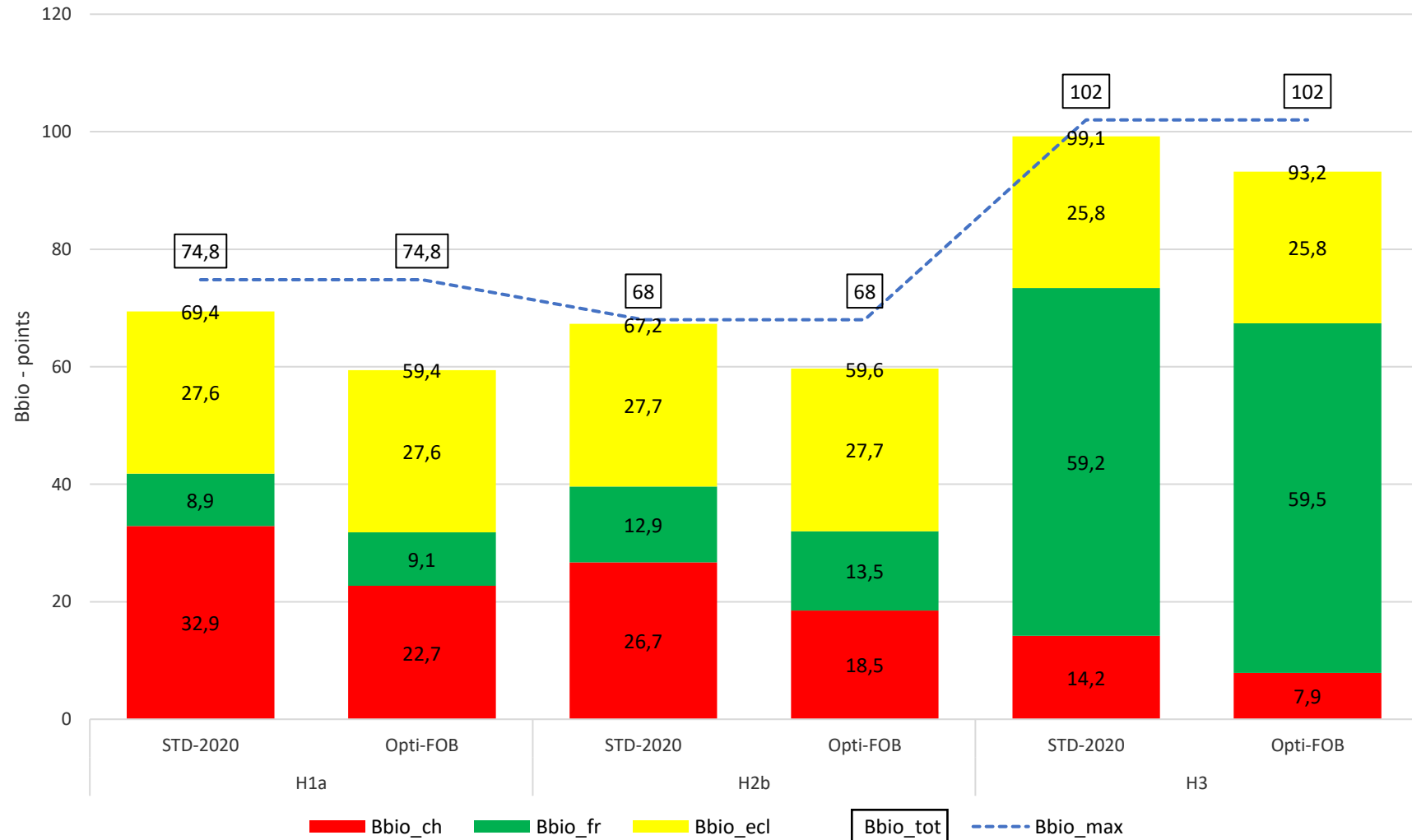


Variantes - Enveloppe



132

Positionnement du Bbio par rapport au Bbiomax (nb points)



Sensibilités - Energie



133

Niveaux d'isolation



Enveloppe standard
(STD-2020)



Enveloppe optimisée
Bois (Opti-FOB)

Systèmes énergétiques (avec et sans refroidissement)

PAC air/eau (COP=3,77)

PAC à absorption gaz (COP=1,15) + appoint gaz

Chaudière gaz

Chaudière bois + appoint gaz

RCU 0%ENR (210 gCO_{2eq}/kWh)

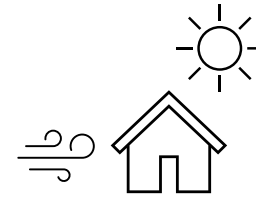
RCU 50%ENR (112 gCO_{2eq}/kWh)

RCU 70%ENR (77 gCO_{2eq}/kWh)

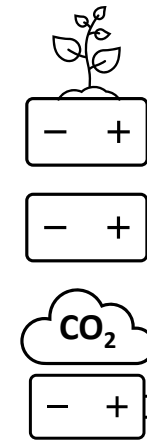
Effet Joule

ECS : ballons électriques décentralisés

Indicateurs étudiés par variantes

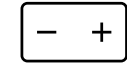
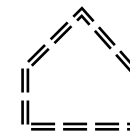


Niveau d'isolation



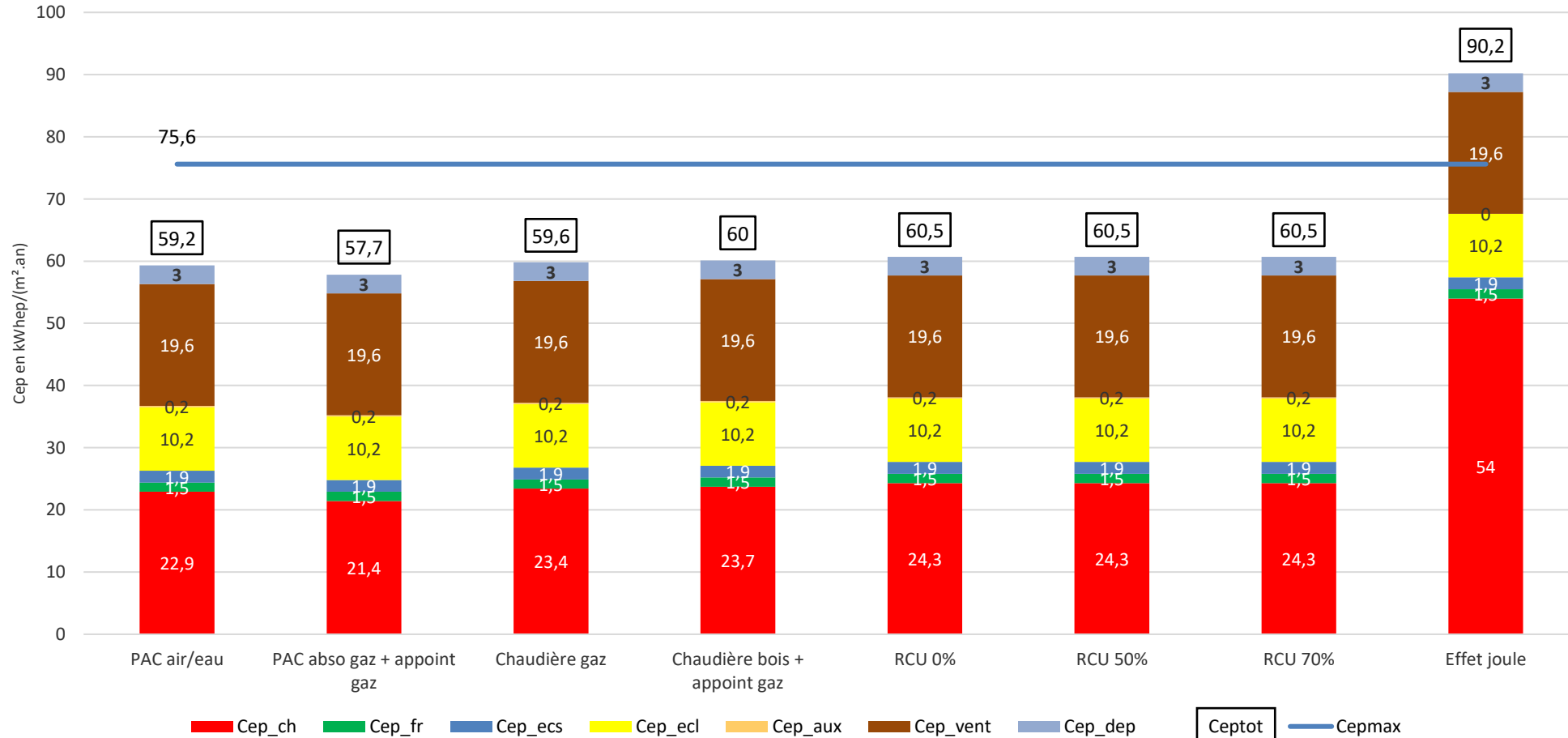
Niveau d'isolation
Systèmes énergétiques

Variantes – Systèmes énergétiques



134

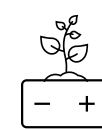
Consommations en énergie primaire H1a



RE 2020

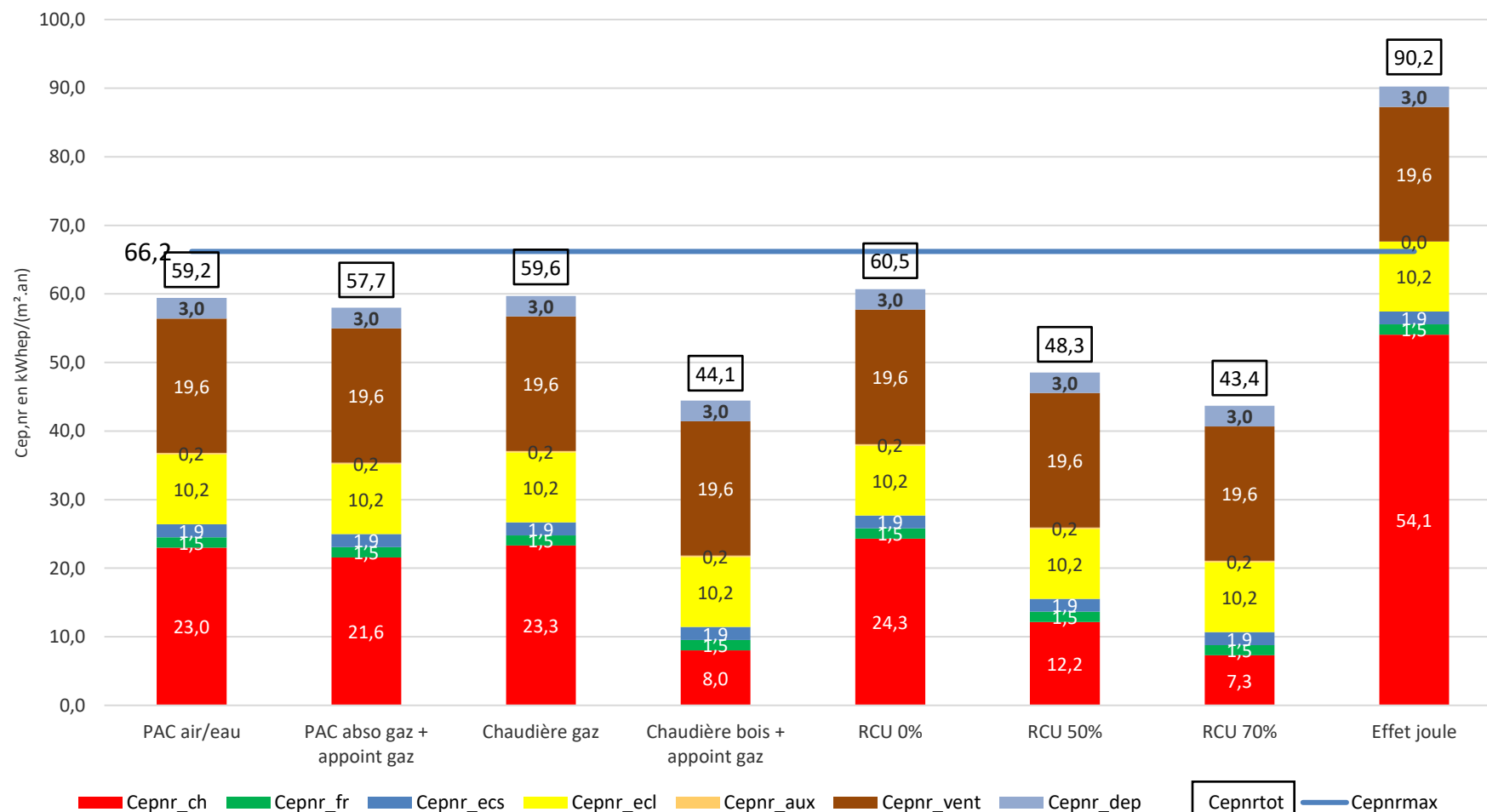


Variantes – Systèmes énergétiques



135

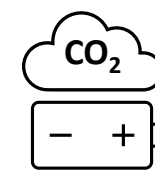
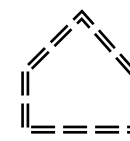
Consommations en énergie primaire non renouvelable H1a



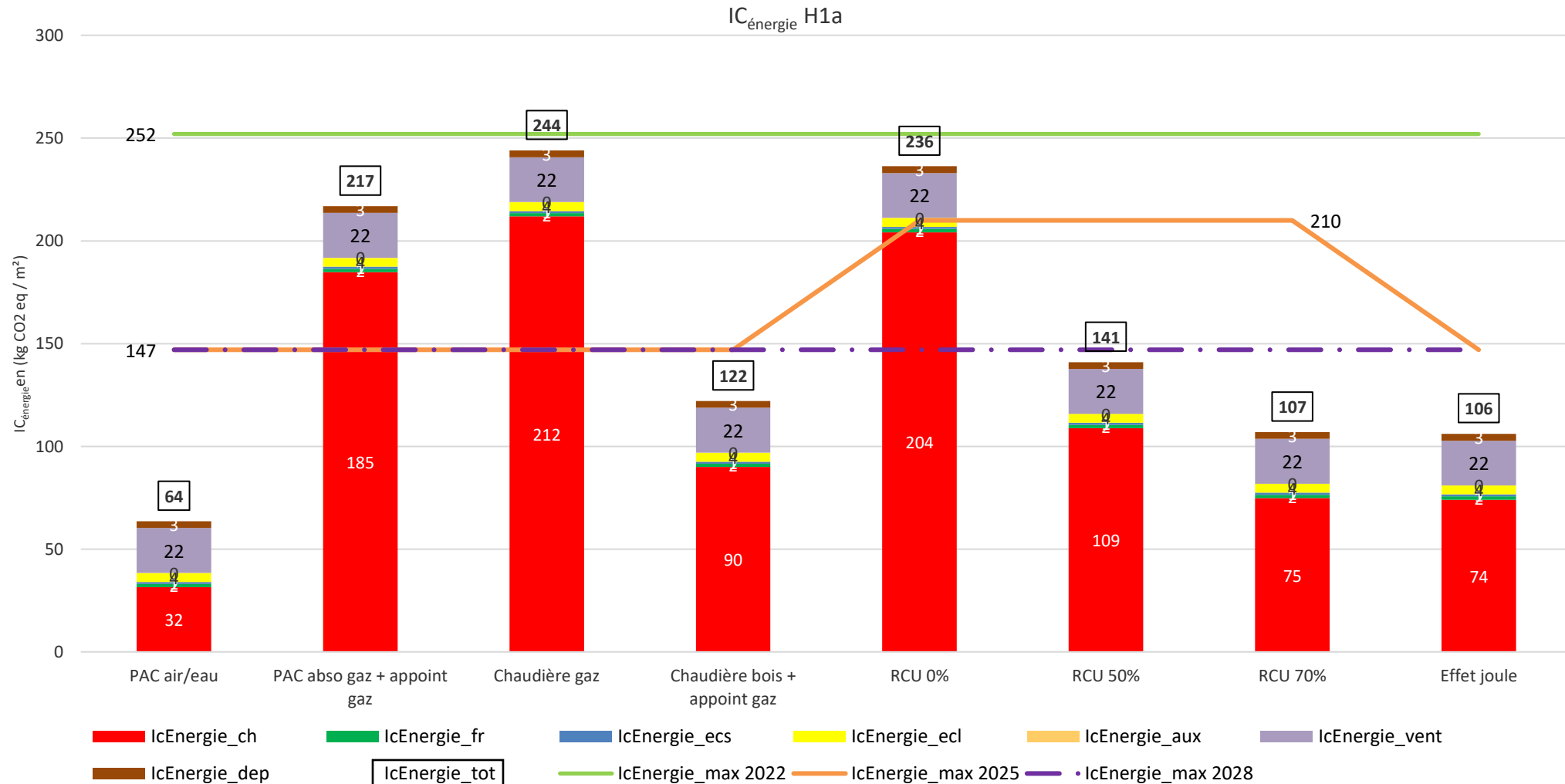
RE 2020



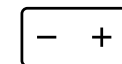
Variantes – Systèmes énergétiques



136

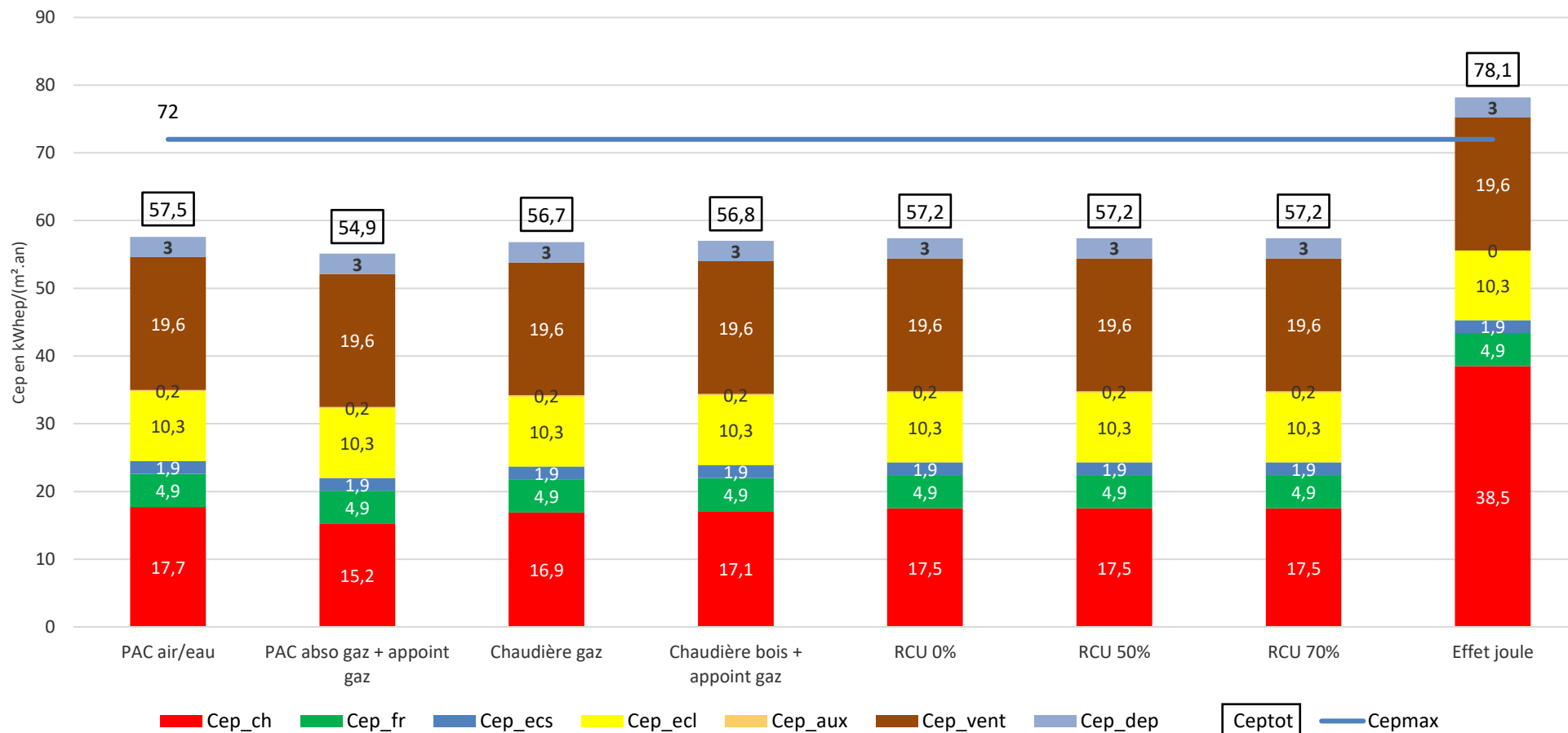


Variantes – Systèmes énergétiques

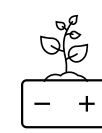


137

Consommations en énergie primaire H2b

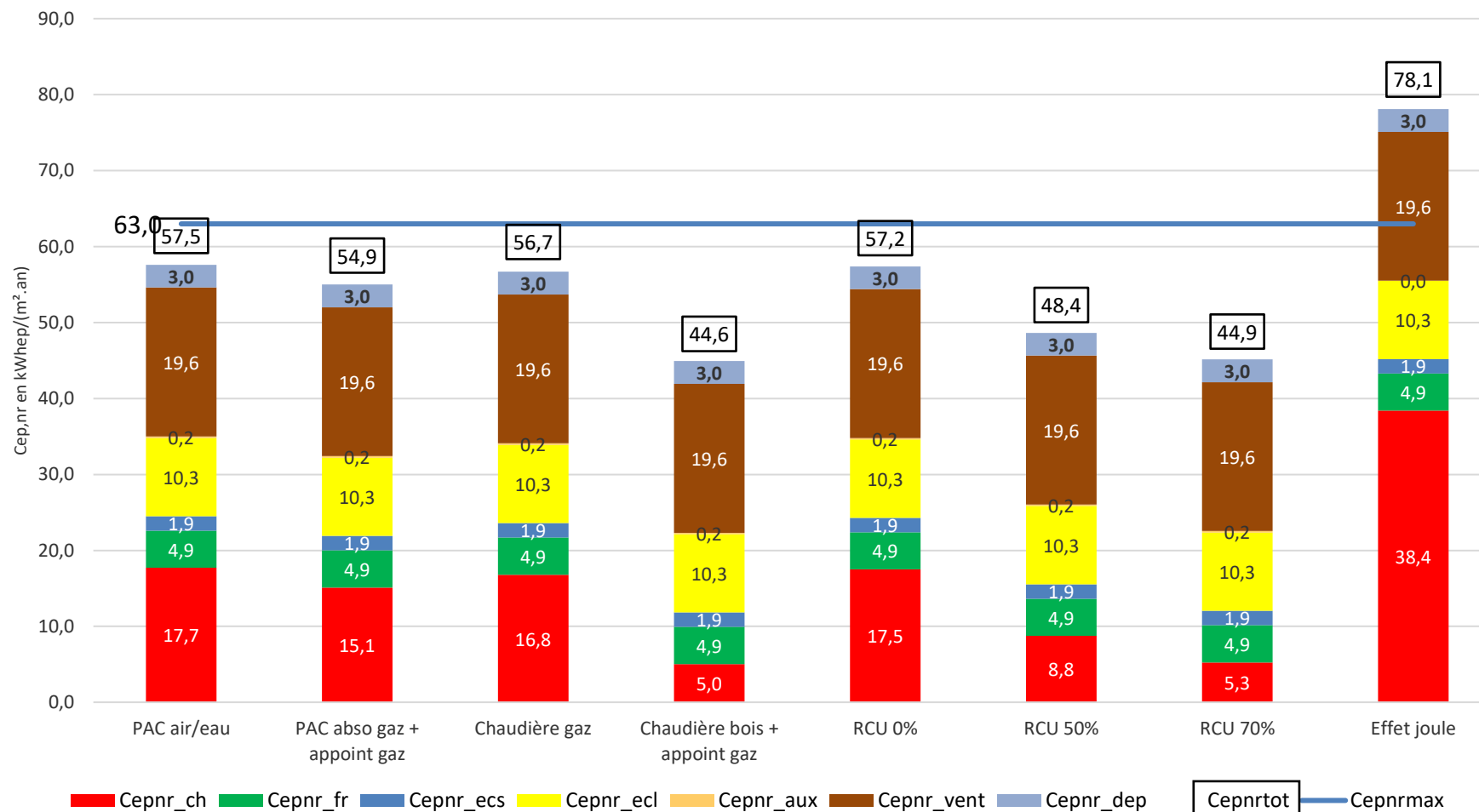


Variantes – Systèmes énergétiques



138

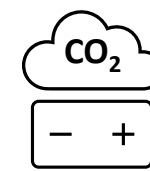
Consommations en énergie primaire non renouvelable H2b



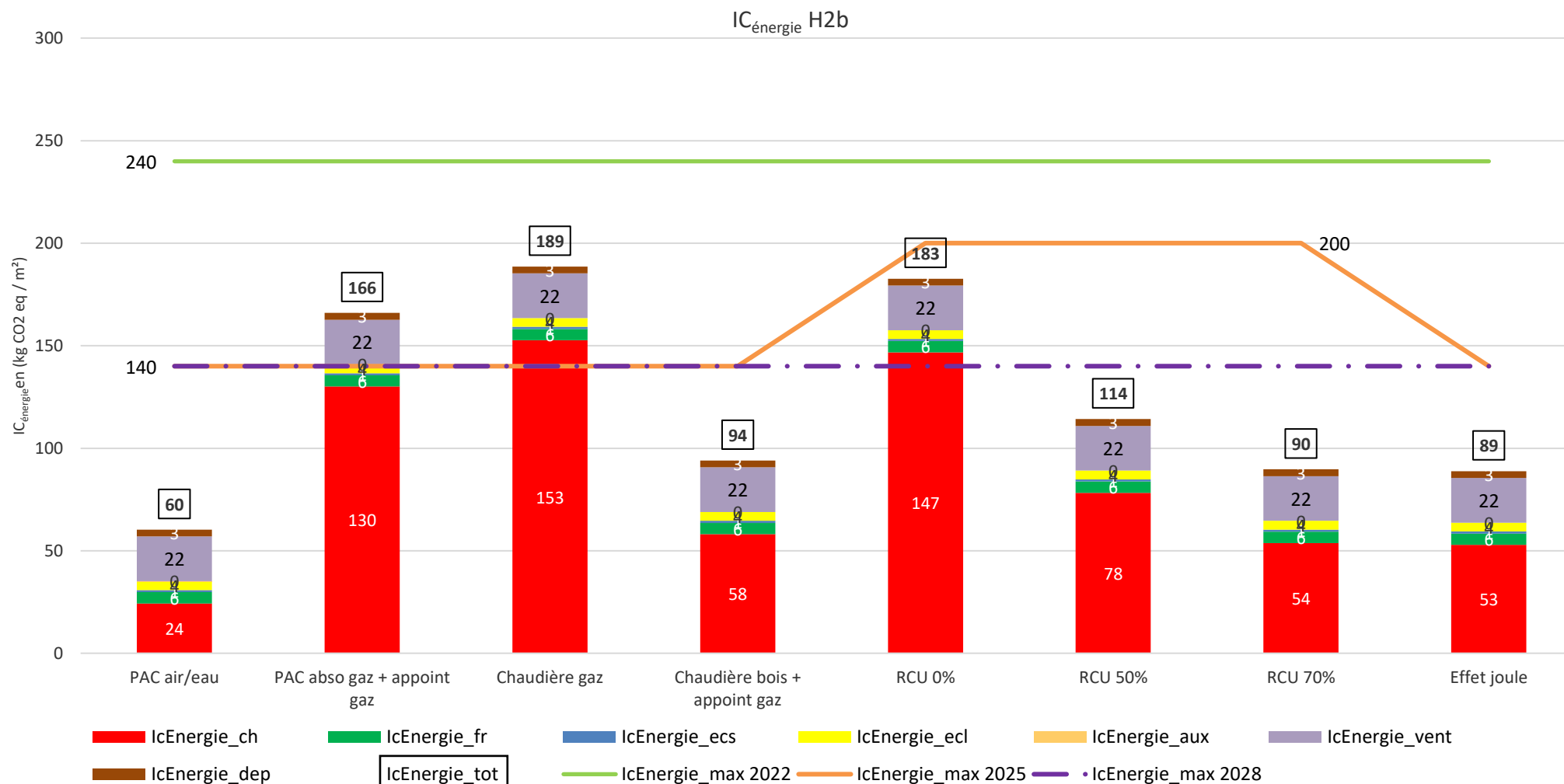
RE 2020



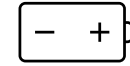
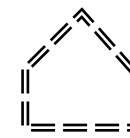
Variantes – Systèmes énergétiques



139

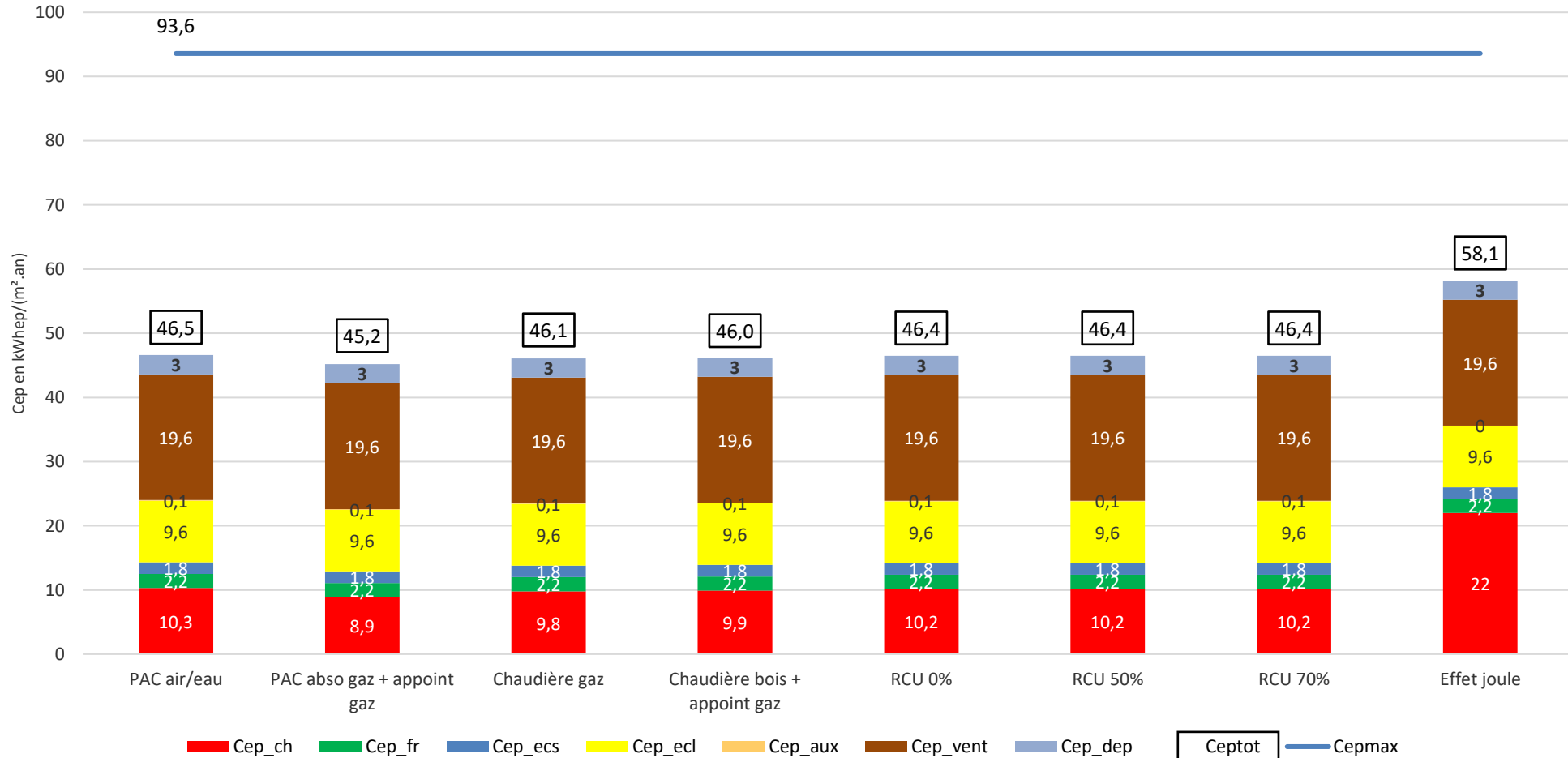


Variantes – Systèmes énergétiques



140

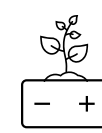
Consommations en énergie primaire H3



RE 2020

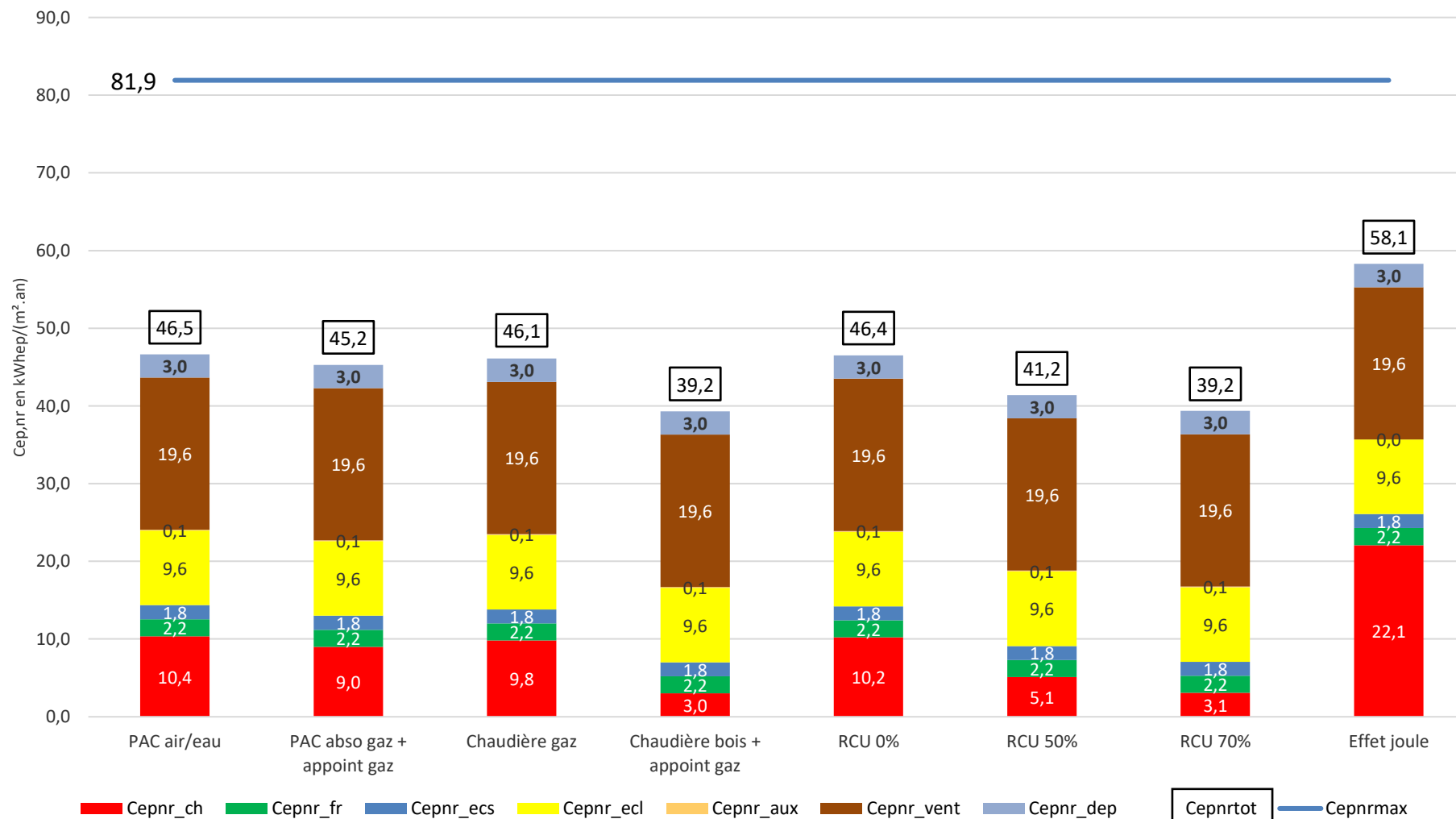


Variantes – Systèmes énergétiques



141

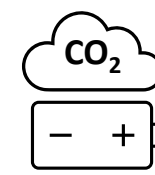
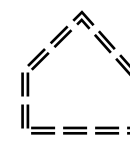
Consommations en énergie primaire non renouvelable H3



RE 2020



Variantes – Systèmes énergétiques



142

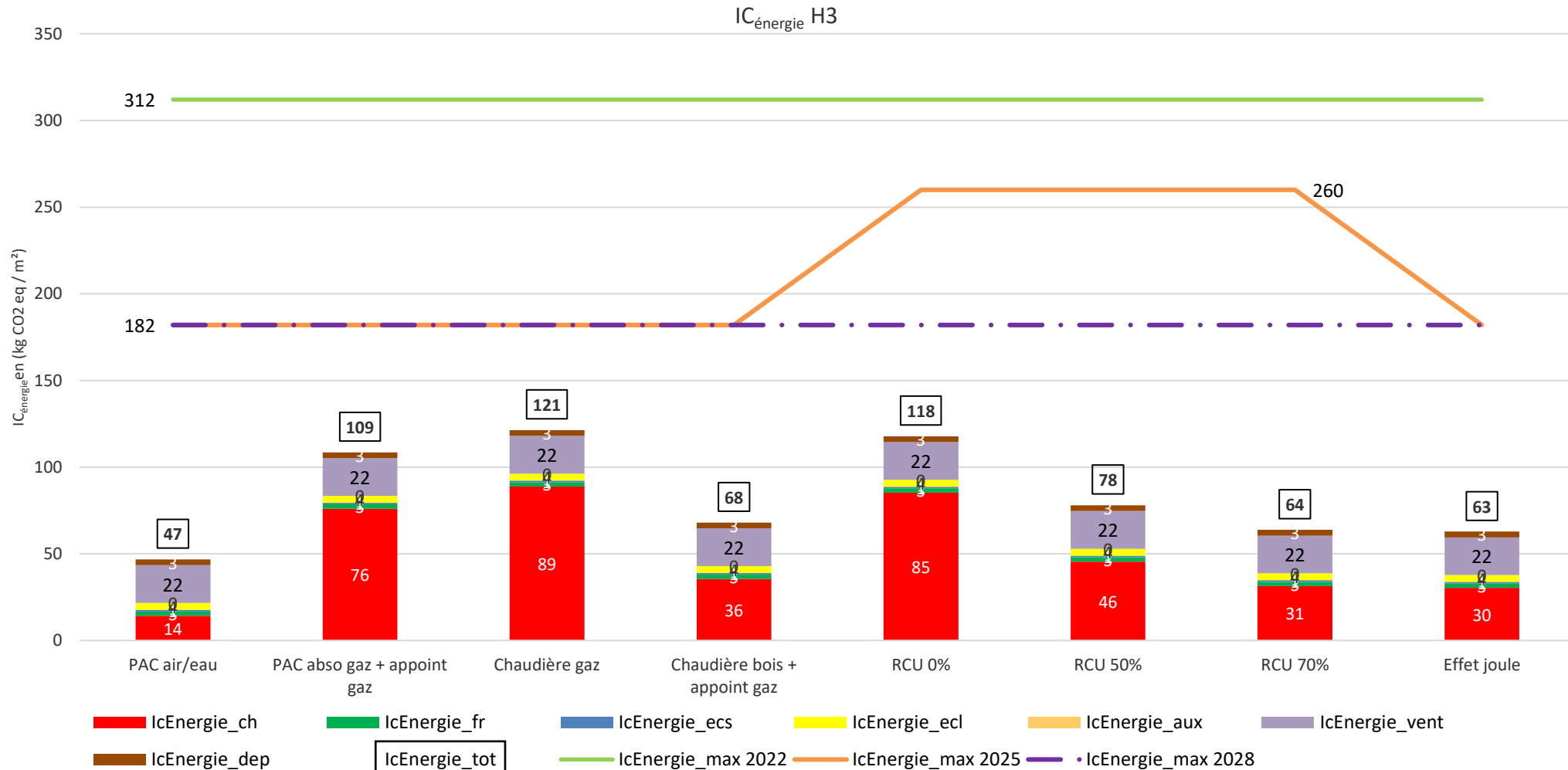


Tableau récap avant et après 2025



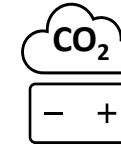
143

Systemes	Cep	Cep,nr	Icénergie 2020	Icénergie 2025	Icénergie 2028
PAC air/eau	✓	✓	✓	✓	✓
PAC abso gaz + appoint gaz	✓	✓	✓	✗ H1a/H2b	✗ H1a/H2b
Chaudière gaz	✓	✓	✓	✗ H1a/H2b	✗ H1a/H2b
Chaudière bois + appoint gaz	✓	✓	✓	✓	✓
Réseau de chaleur 0%	✓	✓	✓	✗ H1a	✗ H1a
Réseau de chaleur 50%	✓	✓	✓	✓	✓
Réseau de chaleur 70%	✓	✓	✓	✓	✓
Effet Joule	✗ H1a/H2b	✗ H1a/H2b	✓	✓	✓
	✓ H3	✓ H3			

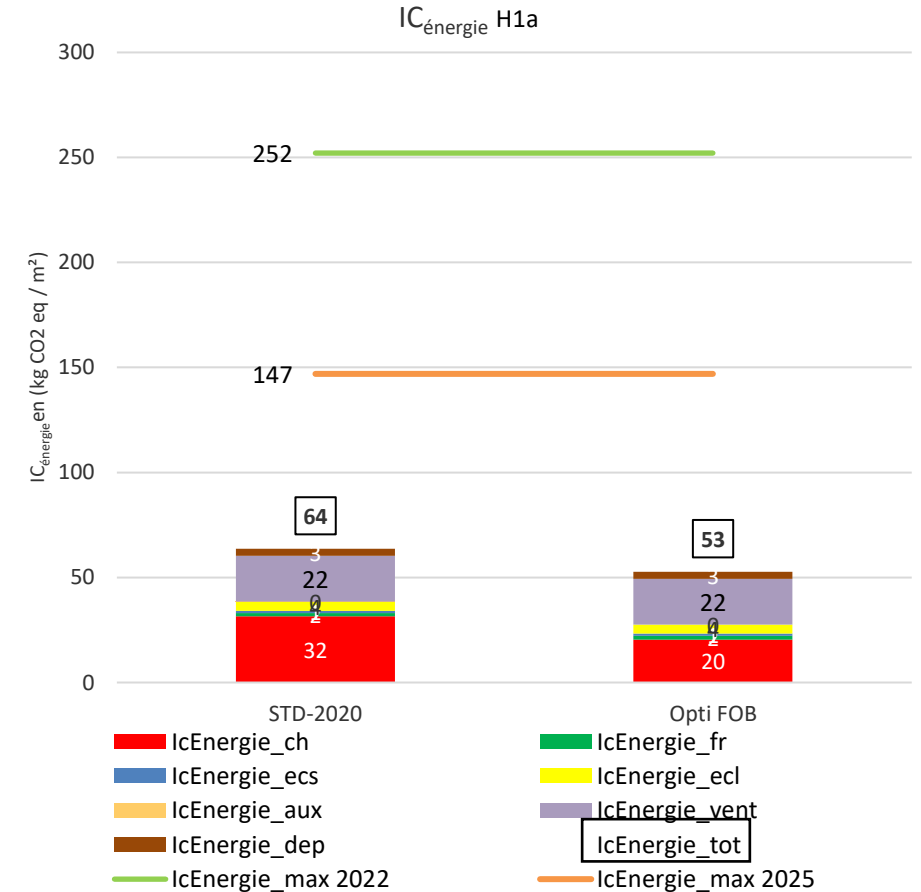
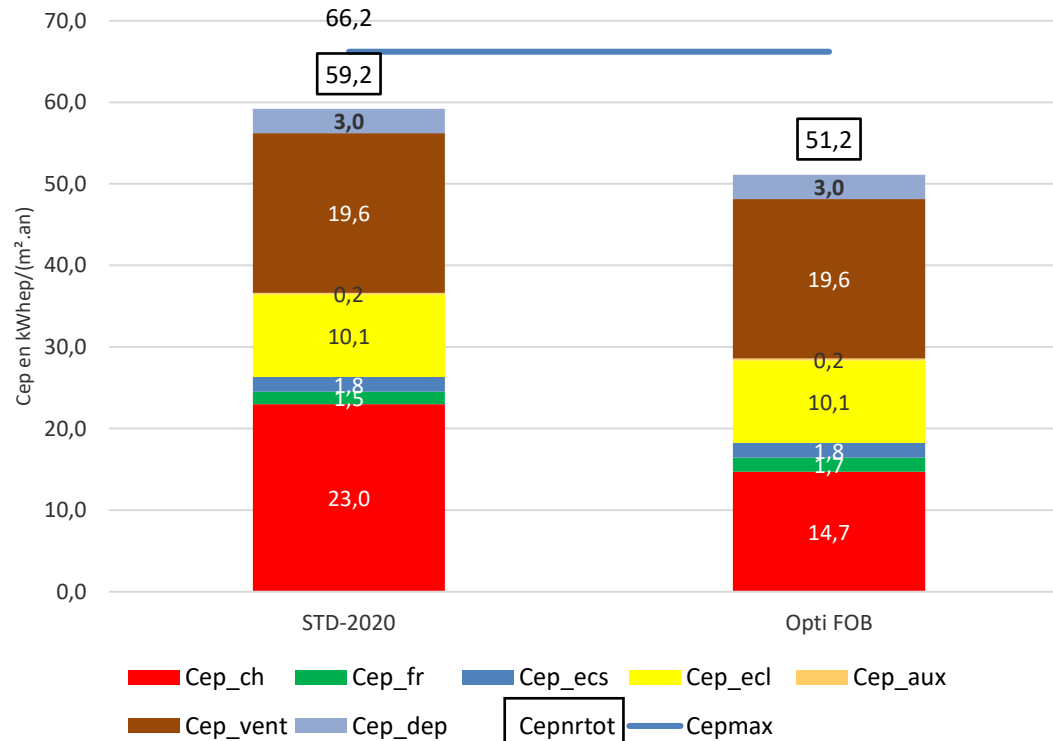
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-20%)

Système : PAC air/eau

144

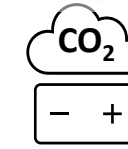


Consommations en énergie primaire non renouvelable H1a

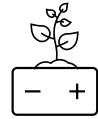
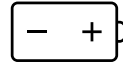


Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-10%)

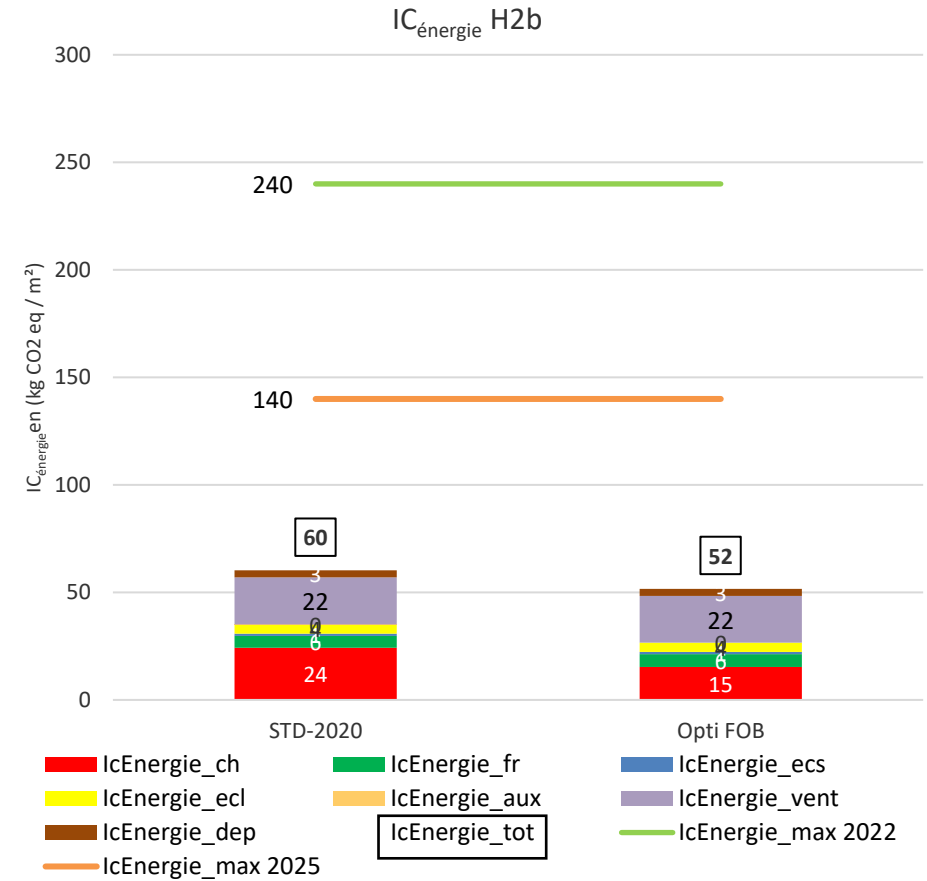
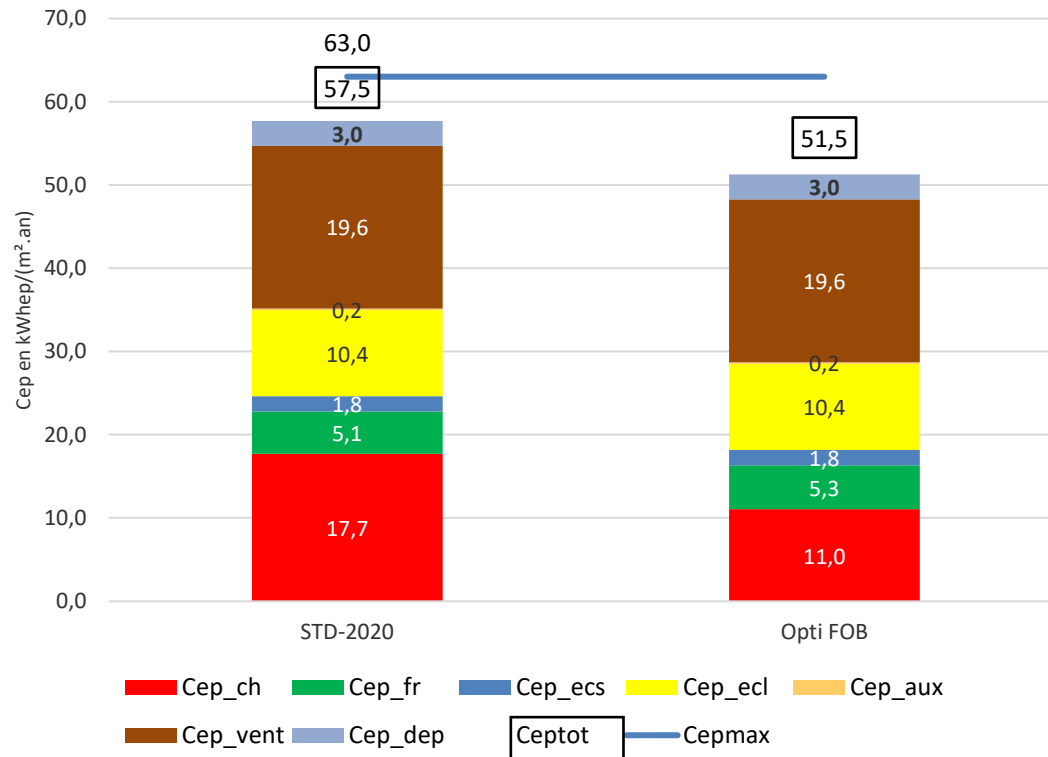
Système : PAC air/eau



145



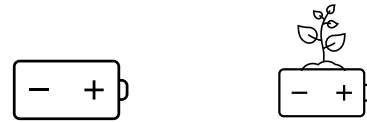
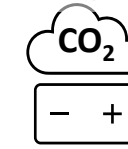
Consommations en énergie primaire non renouvelable H2b



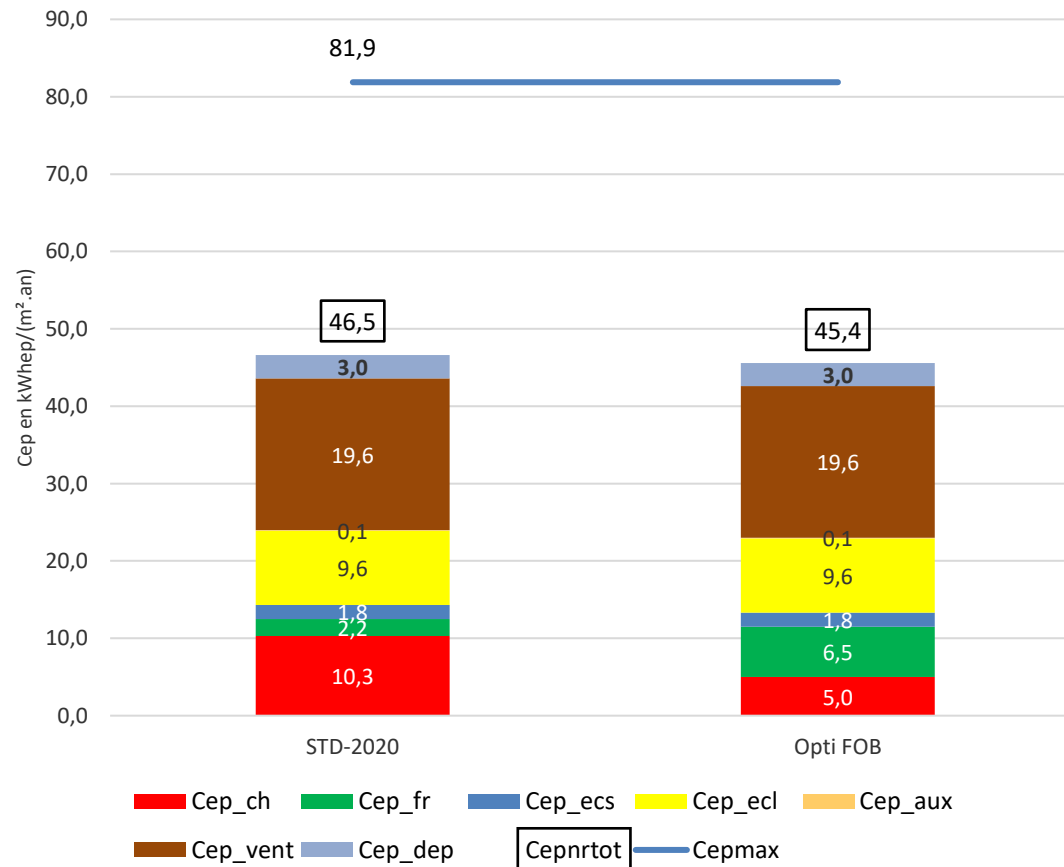
Variantes 2 enveloppes (Bbiomax et Bbiomax-10%)

Système : PAC air/eau

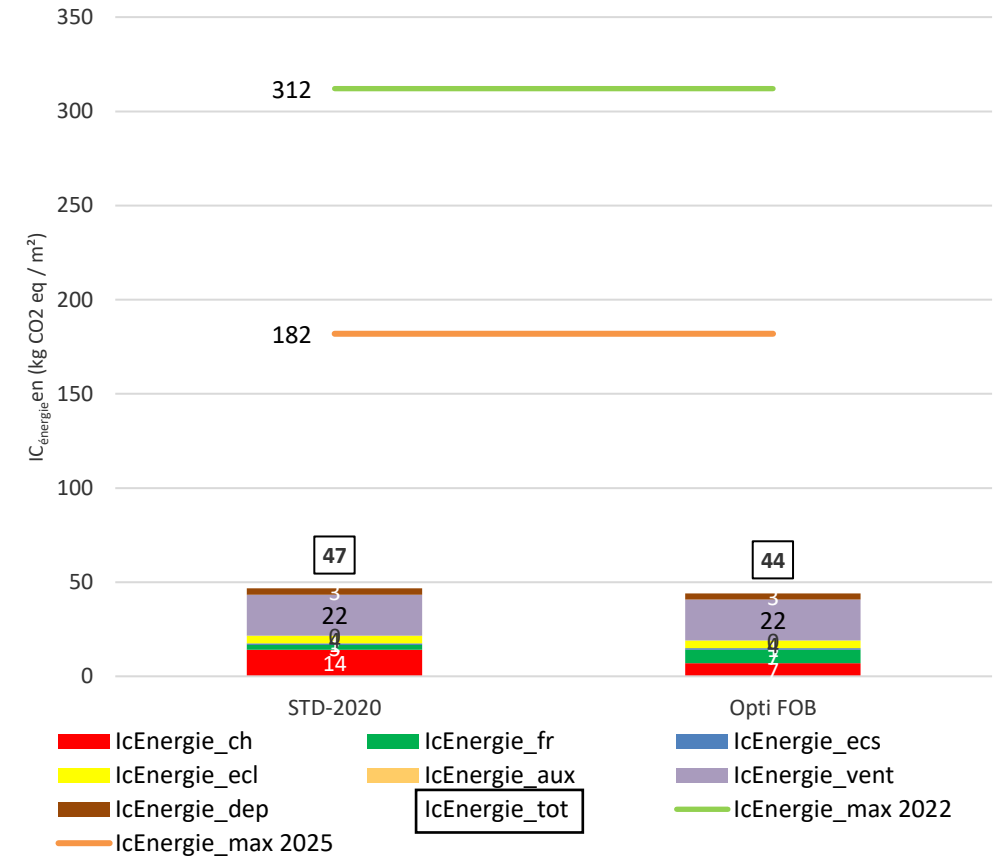
146



Consommations en énergie primaire non renouvelable H3



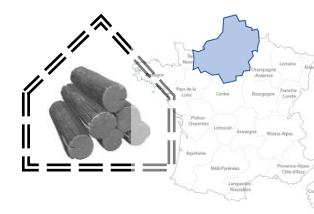
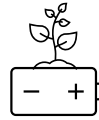
IC_{énergie} H3



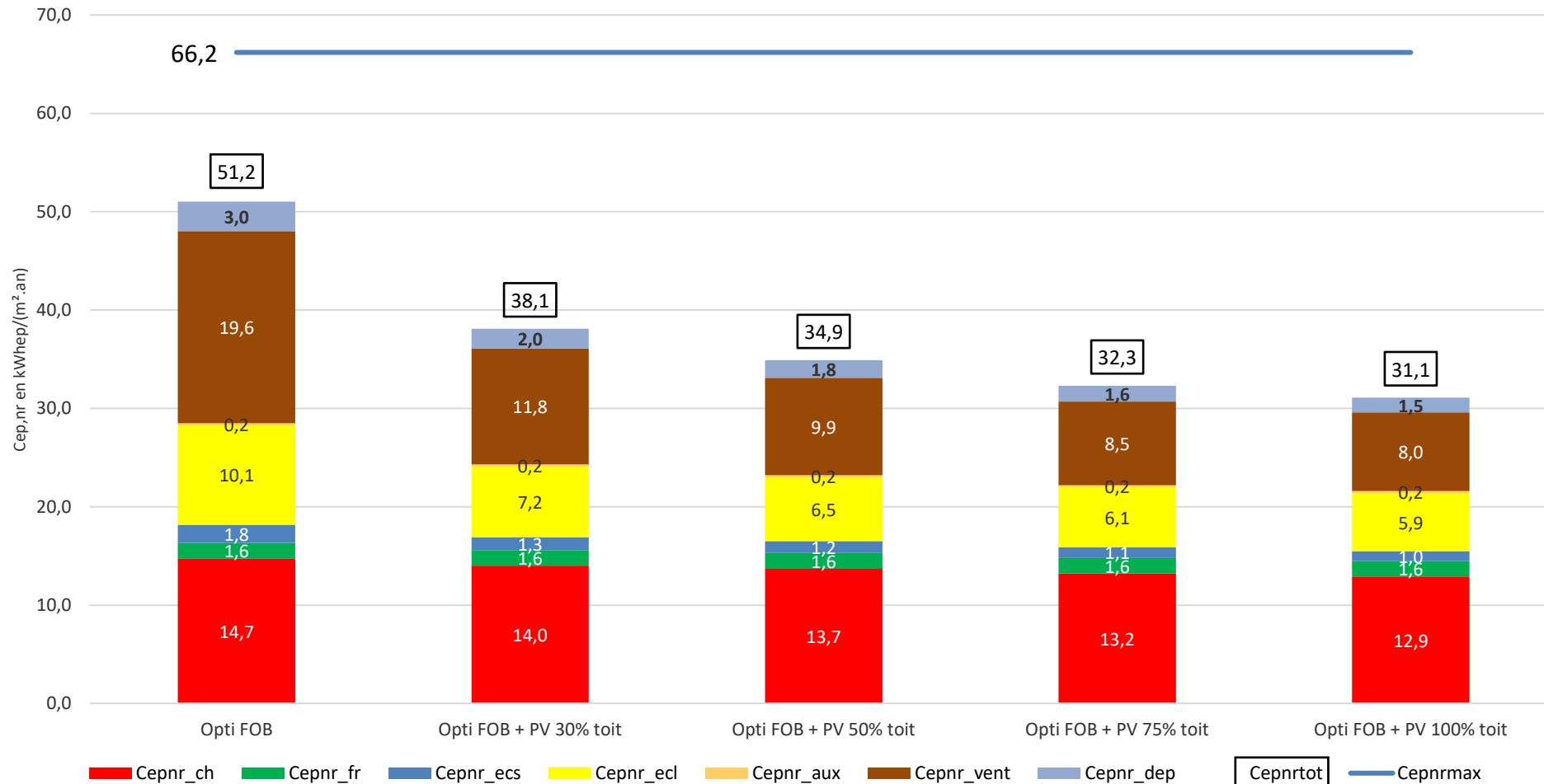
Mise en place Photovoltaïque

Systeme : Pac air/eau

147



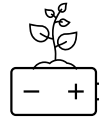
Consommations en énergie primaire non renouvelable H1a



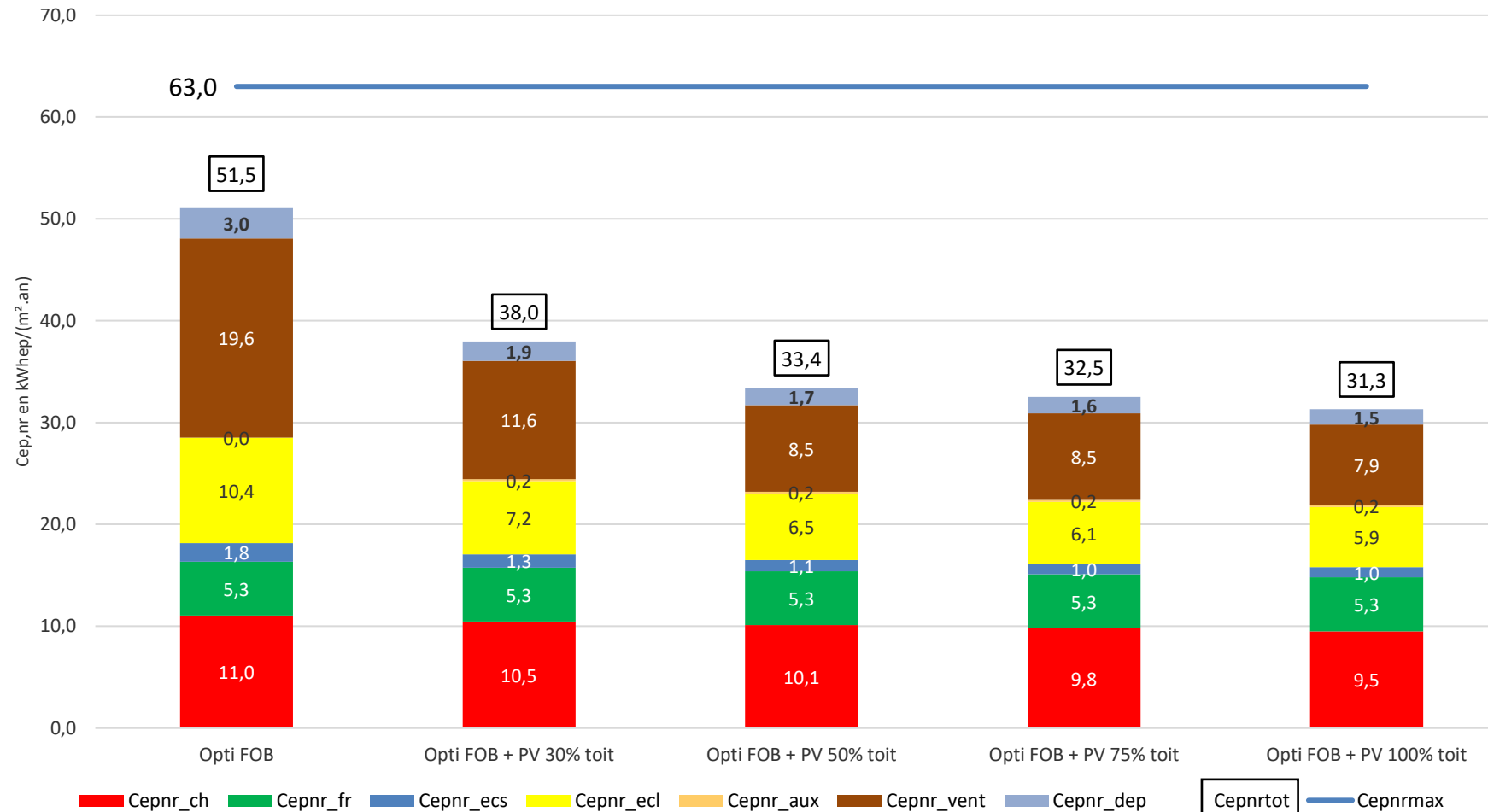
Mise en place Photovoltaïque

Systeme : Pac air/eau

148



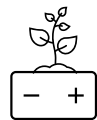
Consommations en énergie primaire non renouvelable H2b



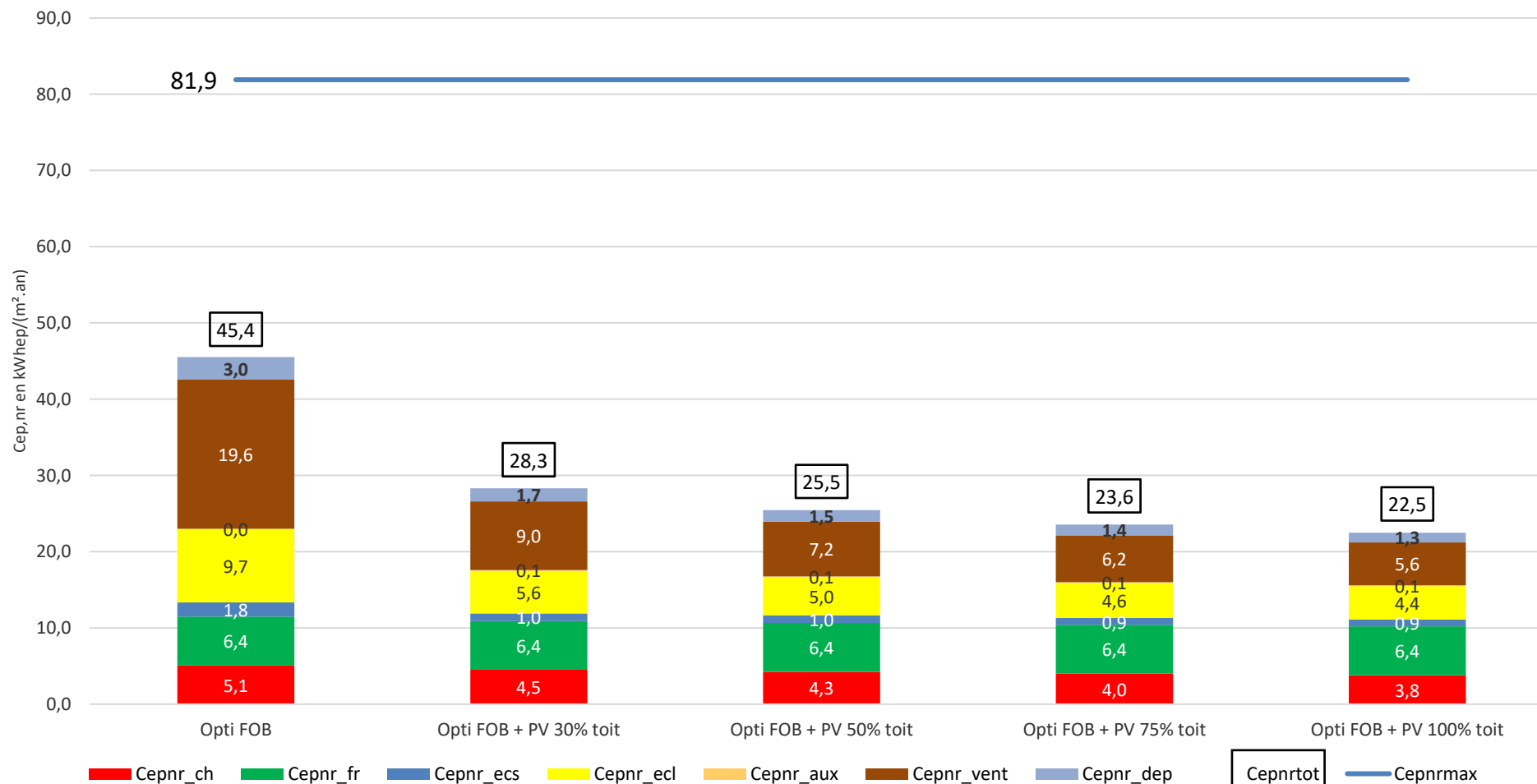
Mise en place Photovoltaïque

Systeme : Pac air/eau

149



Consommations en énergie primaire non renouvelable H3



RE 2020



Descriptif de base / Carbone



150



Enveloppe Standard (STD)



Structure verticale

Maçonnerie béton R+1 + ITI 14 cm



Structure horizontale

Plancher béton



Structure toiture

Toiture terrasse béton non accessible



Revêtement toiture

Dalle en béton sur plots



Revêtement de façade

Bardage en panneaux aluminium



Fenêtres, Portes-fenêtres

Fenêtres PVC
Brise soleil métallique fixe
Store extérieur en toile manuel



Revêtement de sol

Sol souple PVC



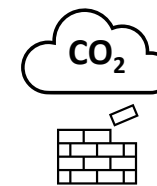
Systèmes énergétiques

Chauffage : PAC air/eau
ECS : Effet Joule
Emetteurs: radiateurs eau chaude



Type de saisie lots CFO – CFA

Valeurs forfaitaires



151

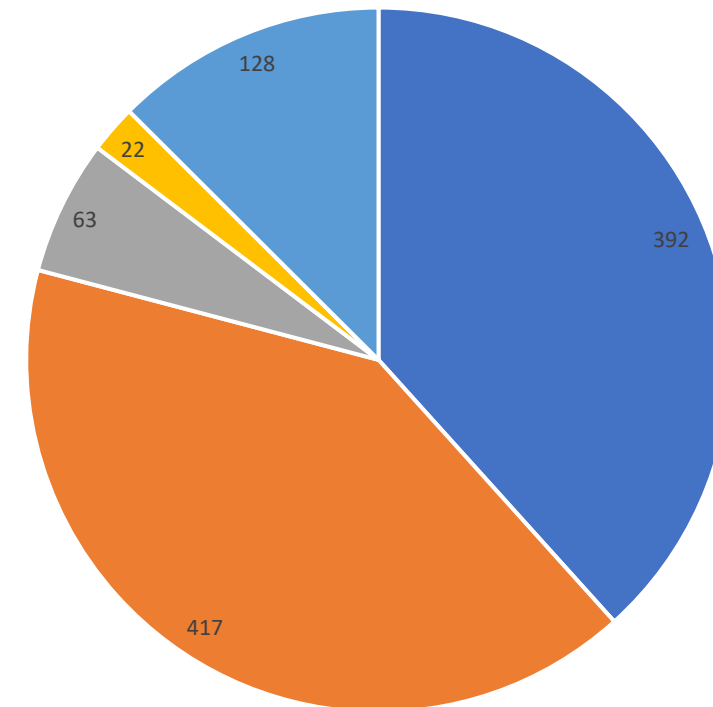
Saisie initiale

158 Fiches saisies

- 58 FDES collectives
- 27 FDES individuelles
- 58 DED saisies
- 2 Fiches saisies d'après un configurateur (Bétie)
- 3 valeurs forfaitaires (lot 8, 10 et 11)

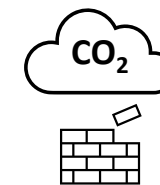
Les DED couvrent des produits de construction dont les quantités sont faibles et une majorité des produits du lot 9.

Impact carbone kgCO₂éq/m²SU



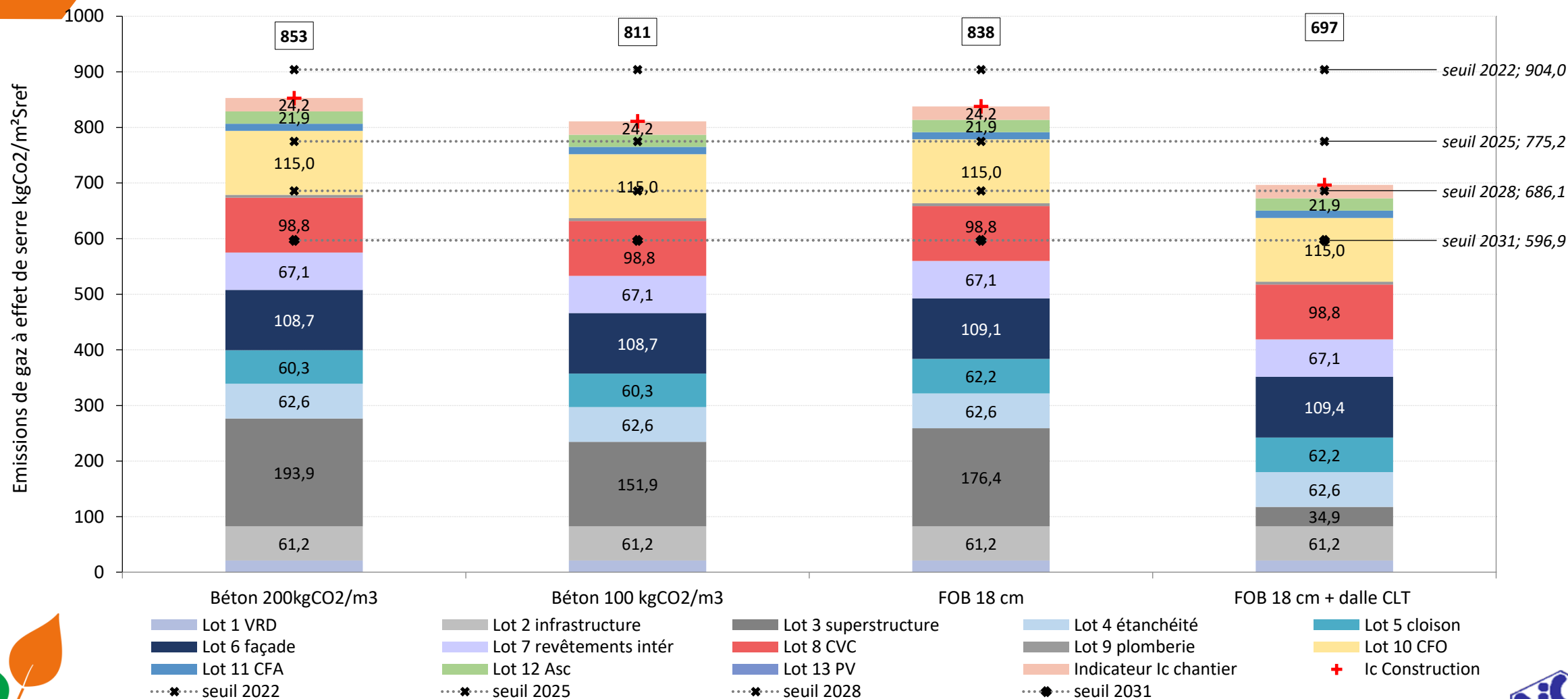
■ DED ■ FDES Collectives ■ FDES individuelles ■ Configurateur ■ Forfaitaire

Variantes – lot 3 – Systèmes constructifs



152

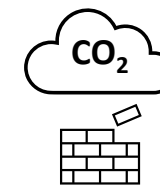
Impact Ic construction (A+B+C+D) en kgCO₂_{eq}/m² Sref.50 ans



RE 2020

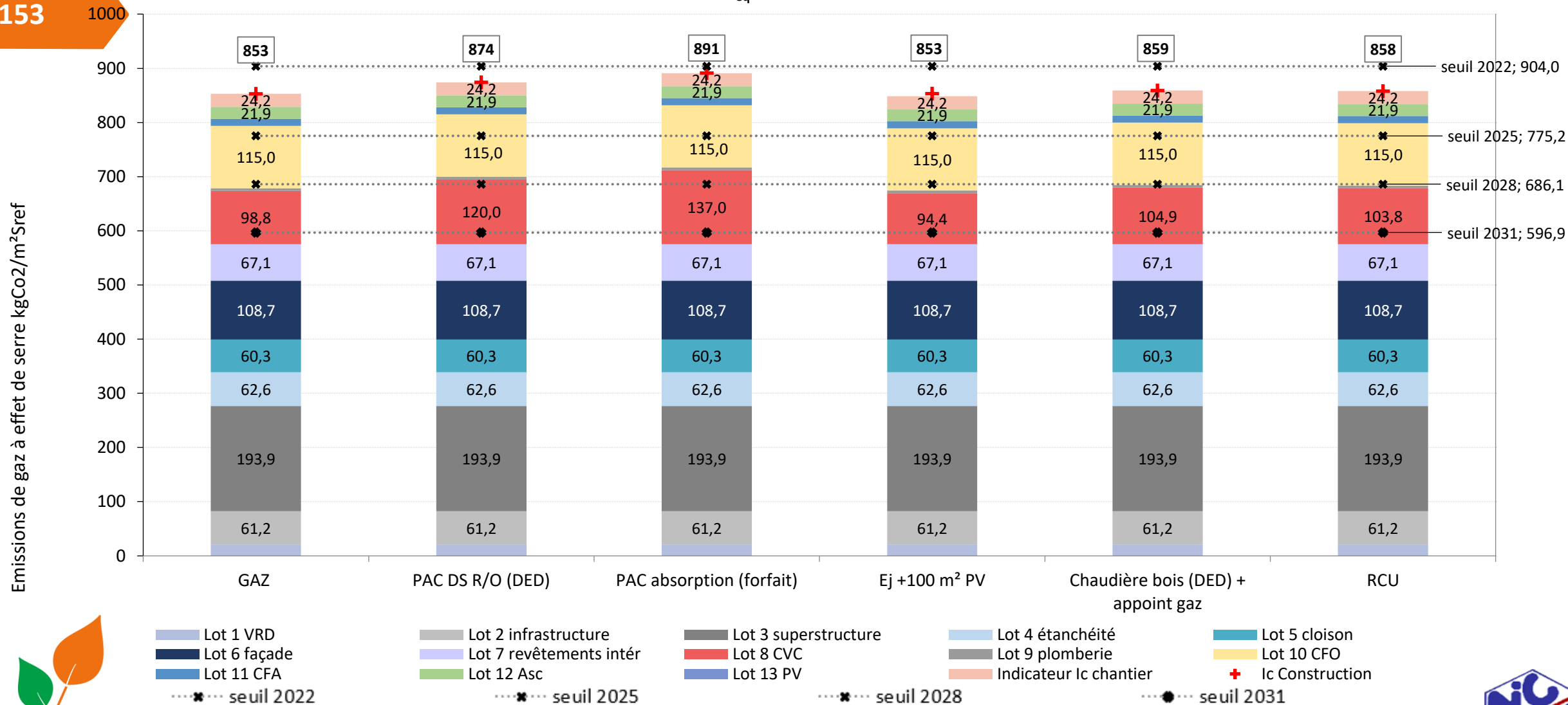


Variantes – lot 8 – Systèmes énergétiques



Impact Ic construction (A+B+C+D) en kgCO₂eq/m² Sref.50 ans

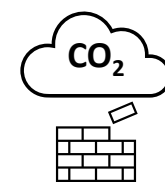
153



RE 2020

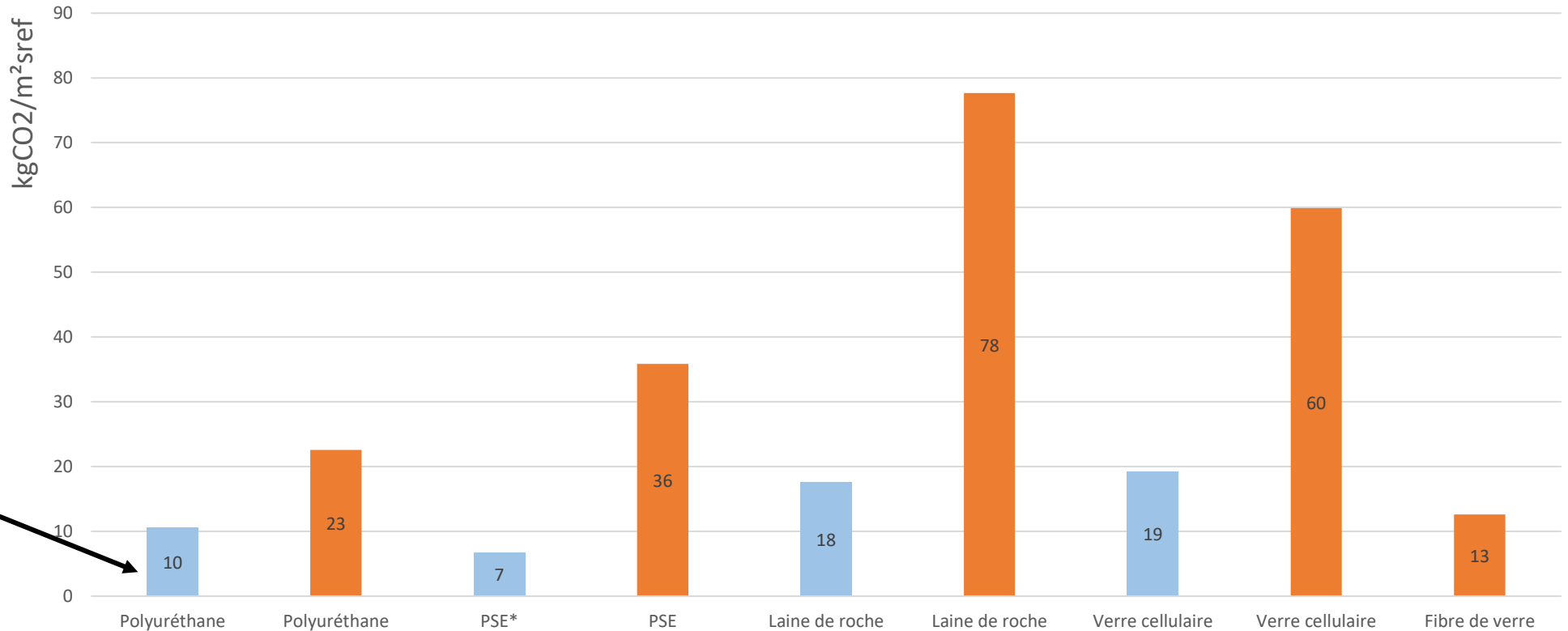
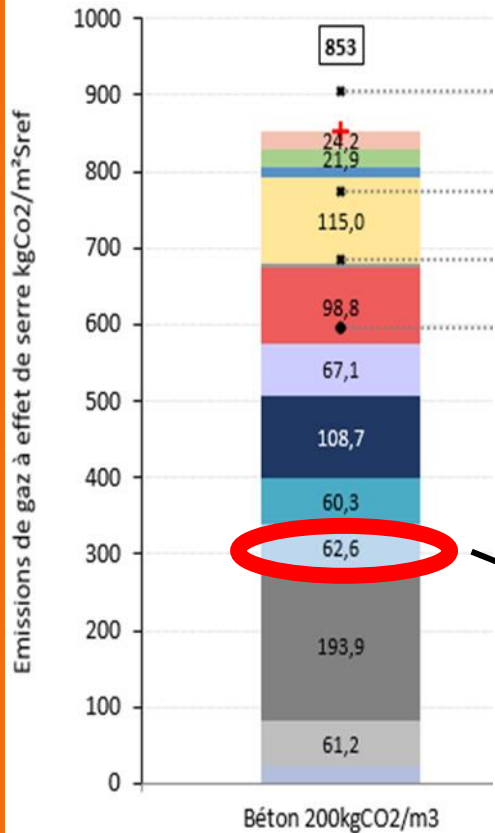


Variantes – lot 4 – Isolant toiture



154

Impact en kgCO2/m²sref isolant toiture



La résistance de l'isolant est R=4,5
 La résistance des isolants DED est R=5
 La résistances des FDES individuelles varie entre R=4,4 et R,7
 * R=4.2

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

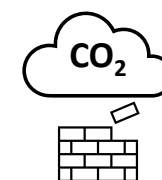


DVT: 25 ans
 Surface de produit: 2075 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

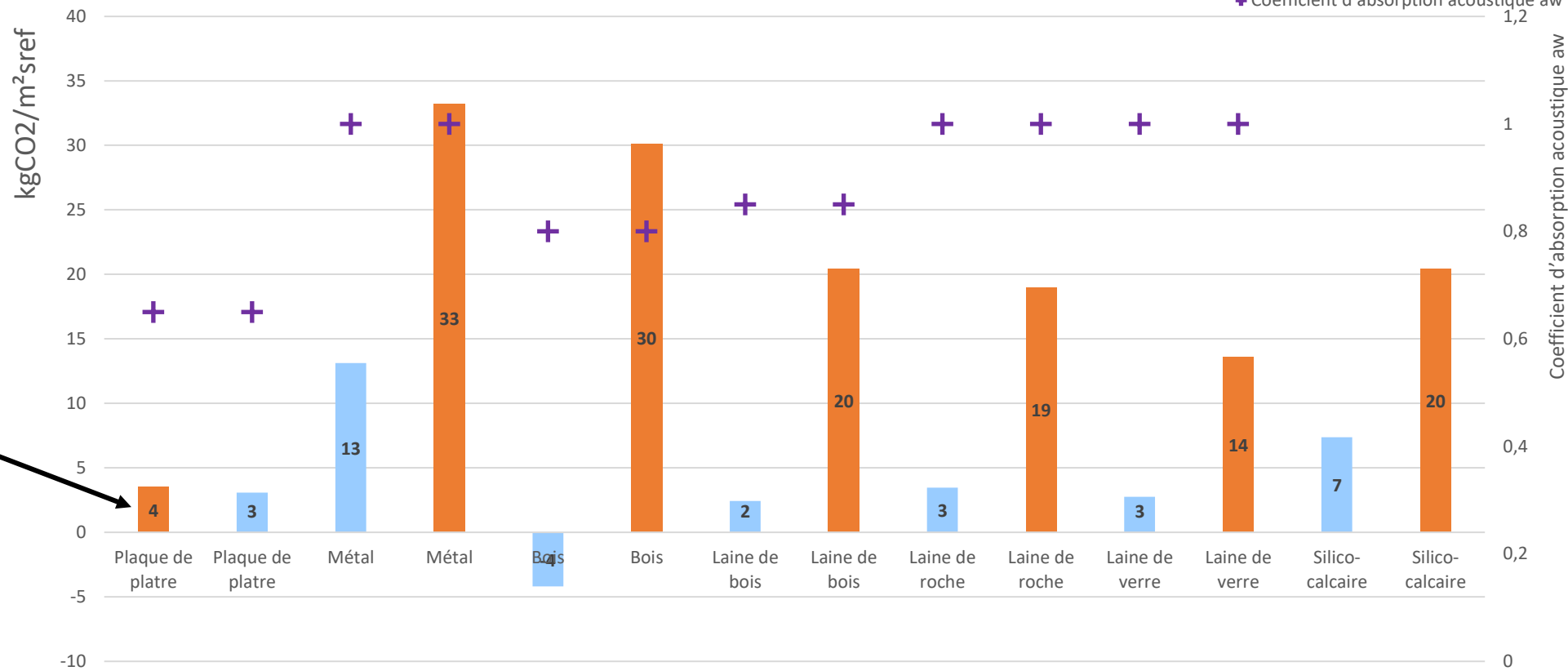
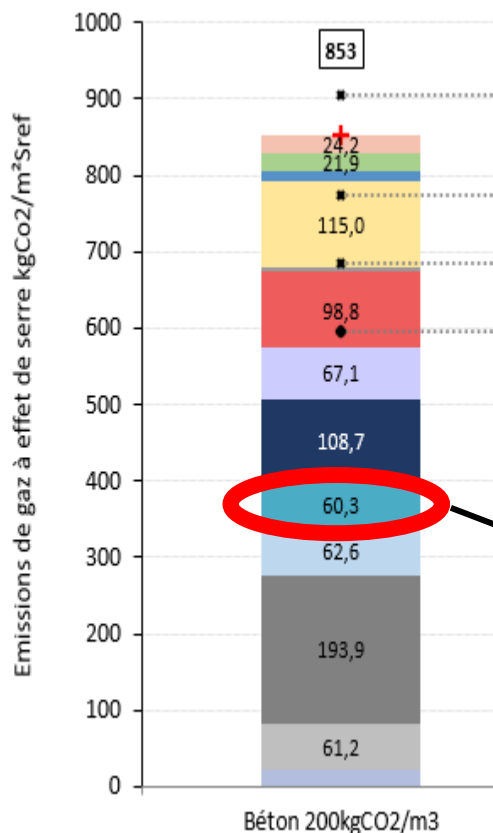


Variantes – lot 5 – Plafonds suspendus



155

Impact en kgCO2/m²sref faux plafond



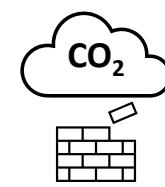
DVT: 50 ans
Surface de produit: 4401,7 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

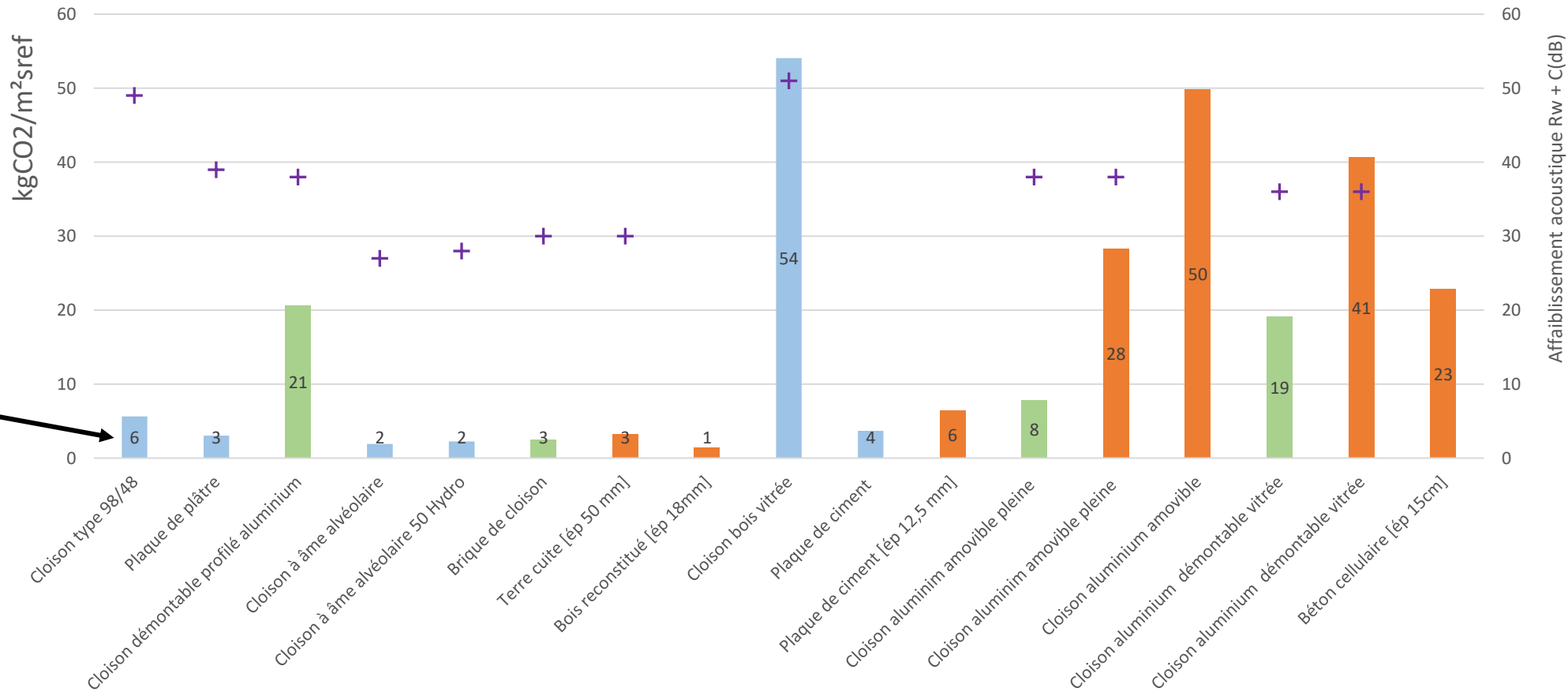
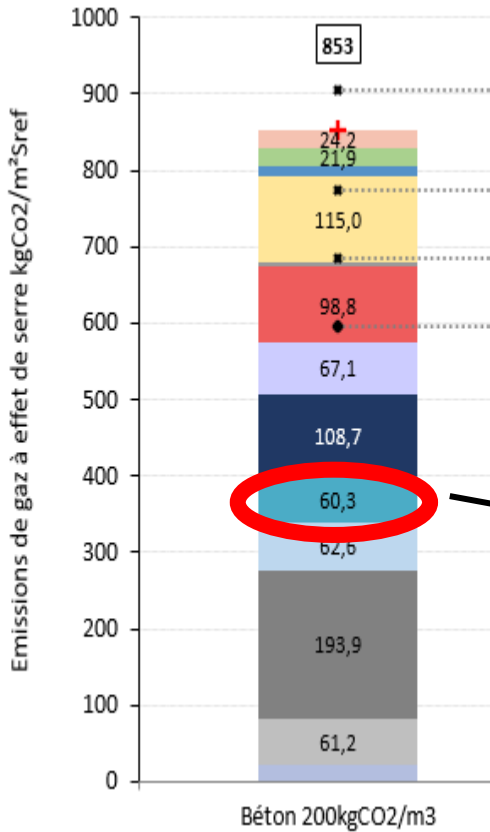


Variantes – lot 5 - Cloisons



156

Impact en kgCO₂/m²sref Cloison



RE 2020

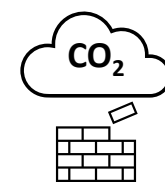
DVT: 50 ans, sauf cloison bois vitrée DVT 30 ans

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

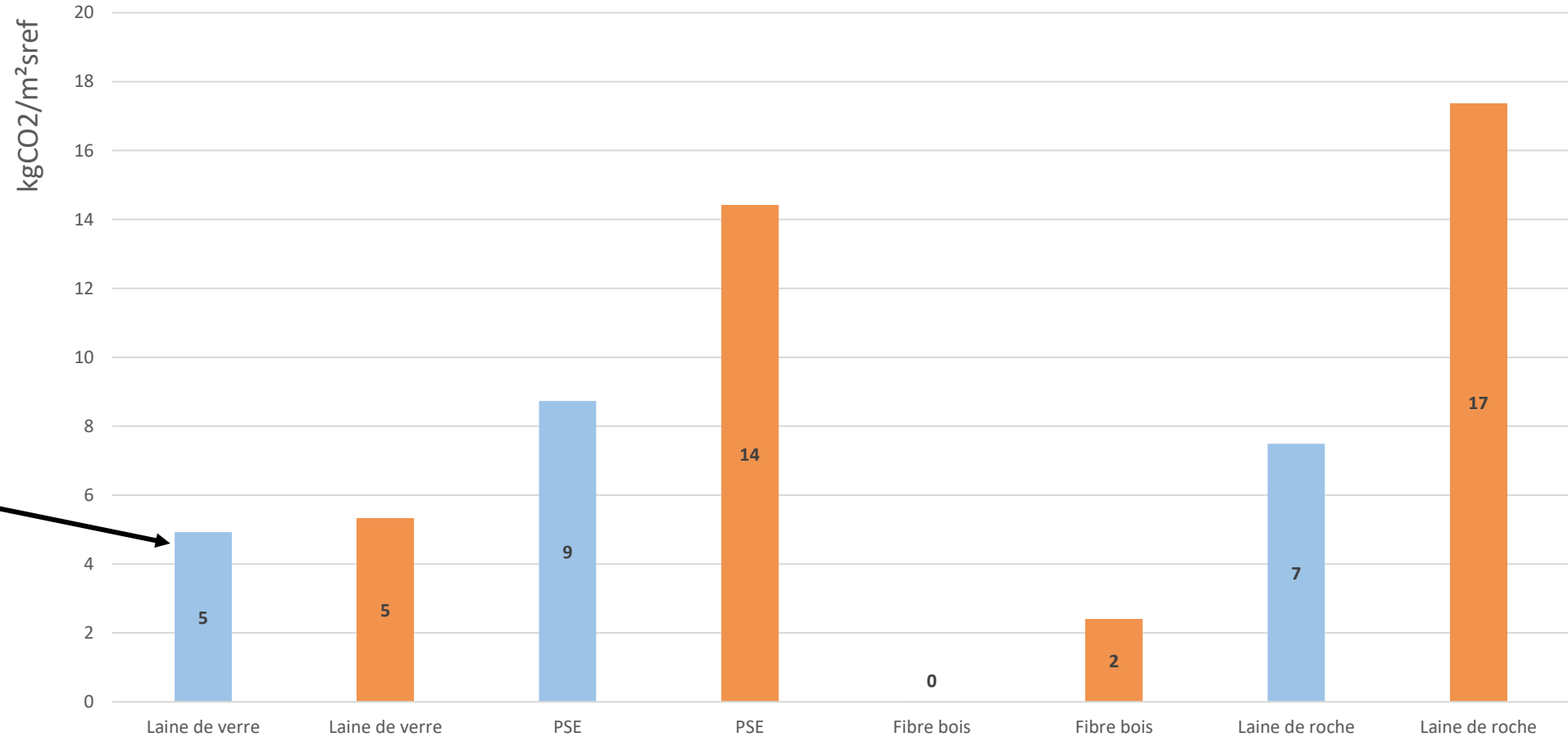
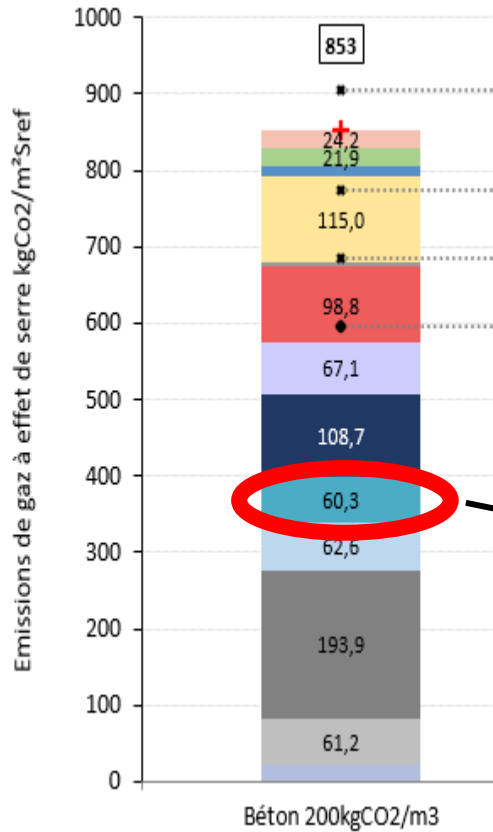


Variantes – lot 5 – ITI



157

Impact en kgCO₂/m²sref ITI



RE 2020

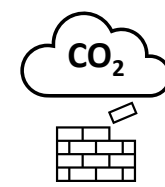
DVT: 50 ans
Surface de produit: 2400 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

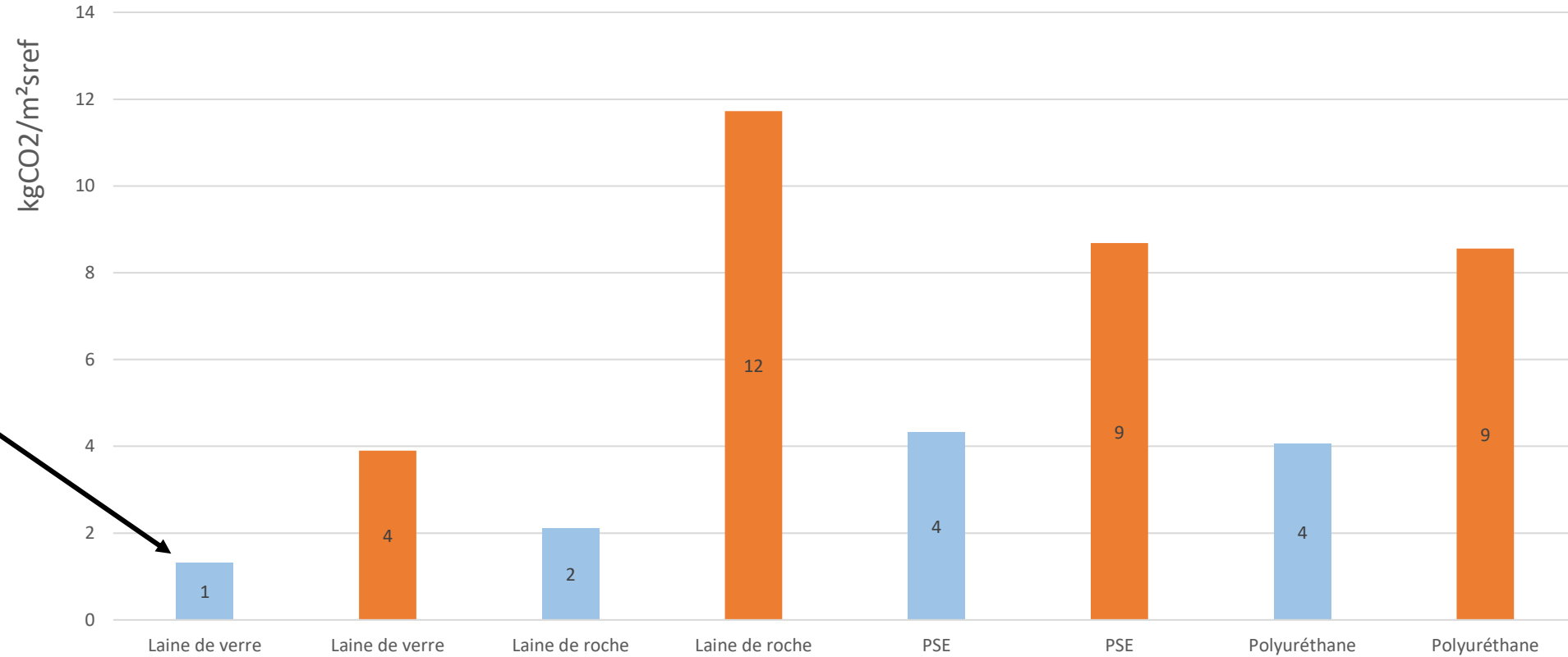
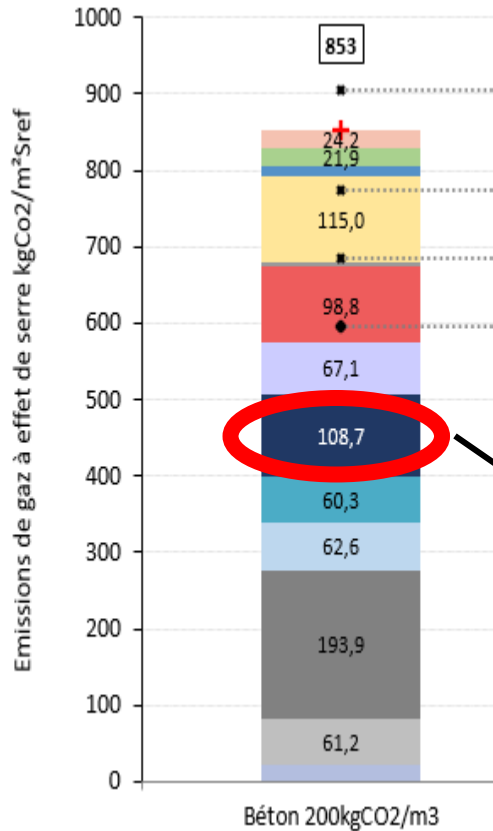


Variantes – lot 6 – ITE



158

Impact en kgCO₂/m²sref ITE



RE 2020

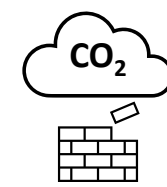
DVT: 50 ans
Surface de produit: 1380 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

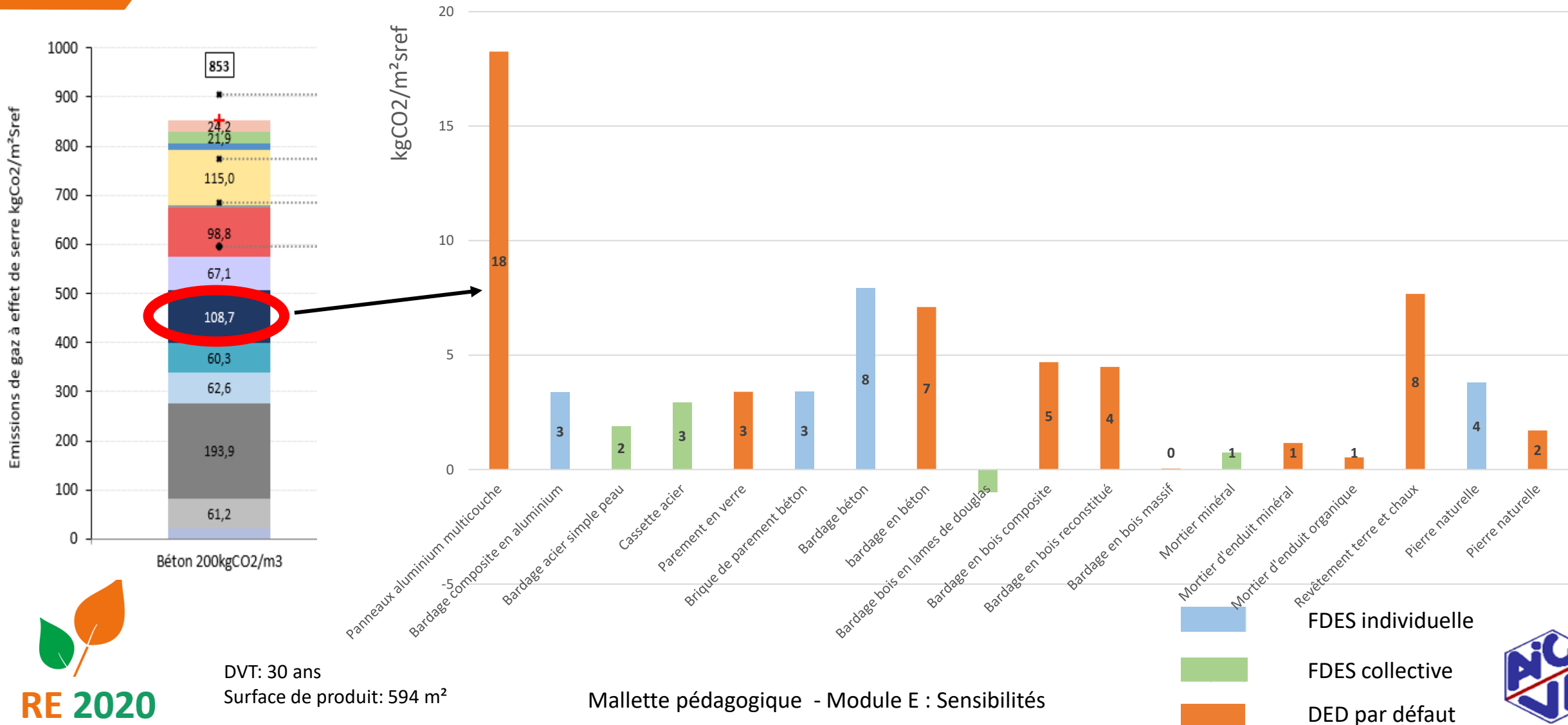


Variantes – lot 6 – revêtements de façade

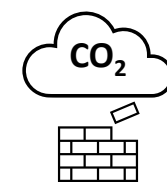


159

Impact en kgCO2/m²sref revêtements de façade

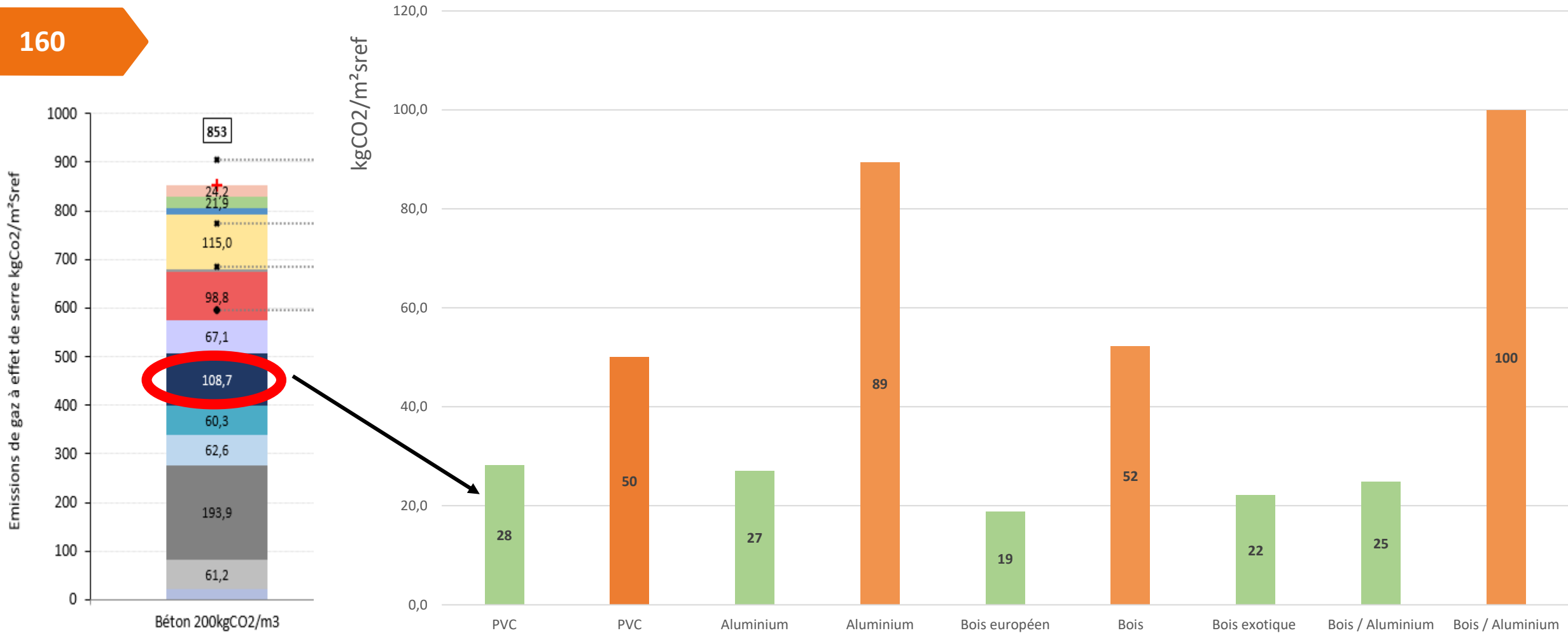


Variantes – lot 6 – Menuiseries extérieures



Impact en kgCO₂/m²sref des menuiseries

160



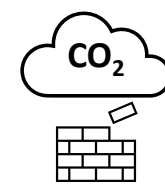
DVT: 30 ans
Surface de produit: 1167 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

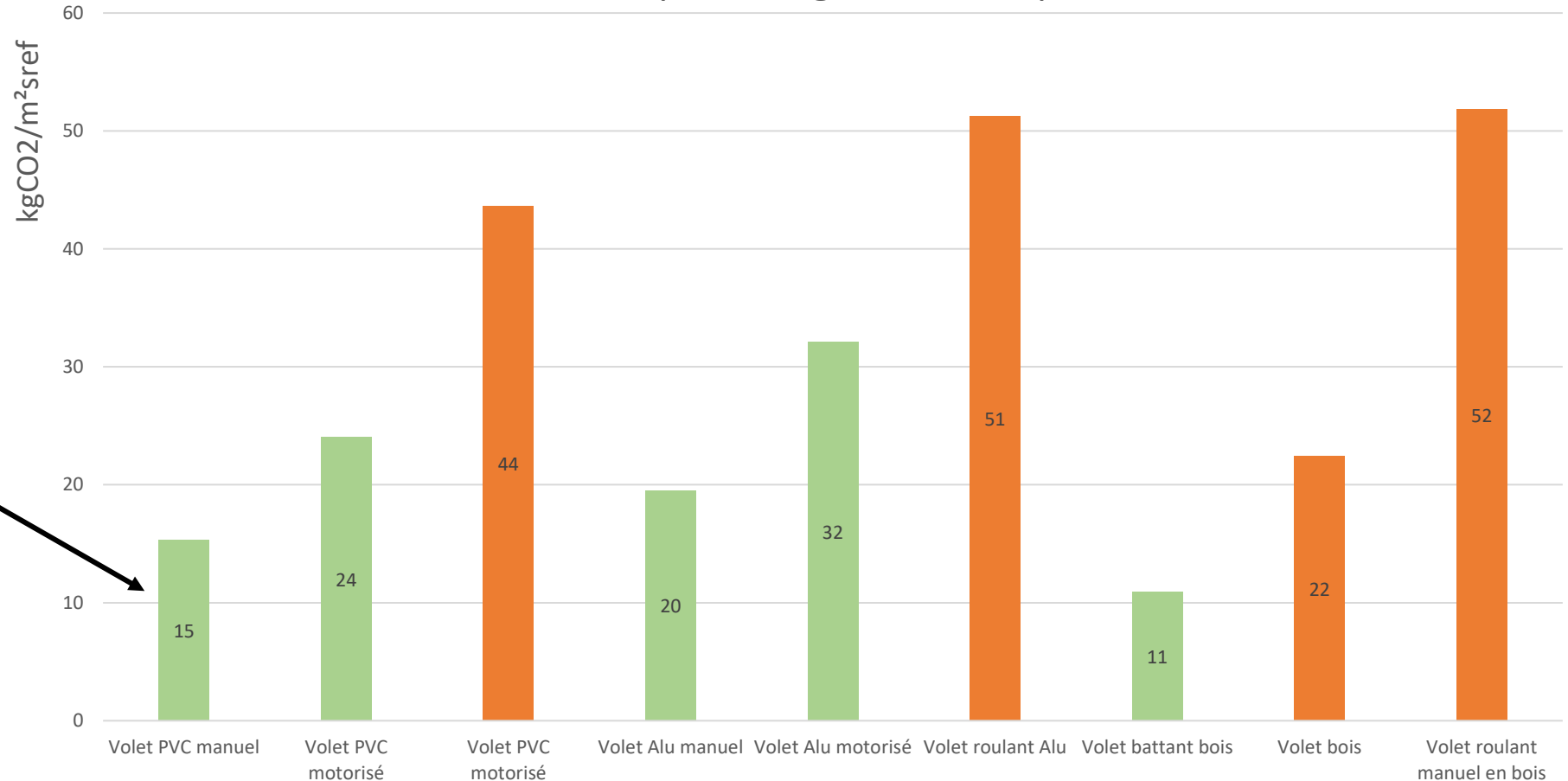
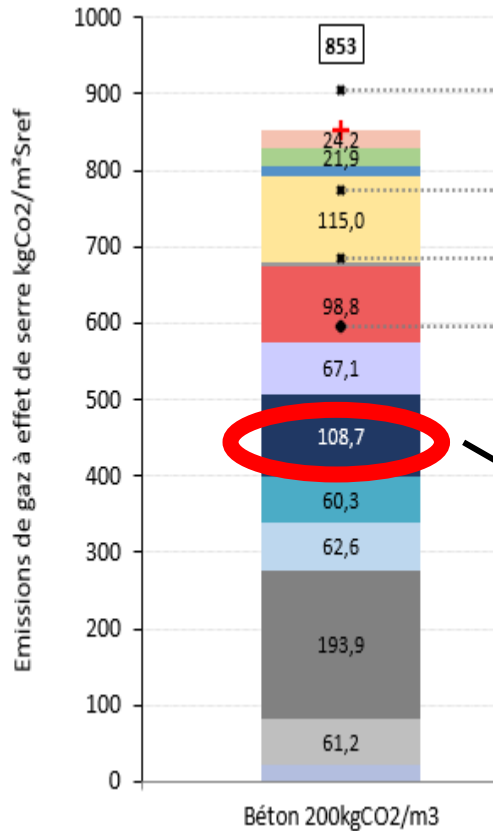


Variantes – lot 6 – Protections extérieures



161

Impact en kgCO₂/m²sref protections extérieures



RE 2020

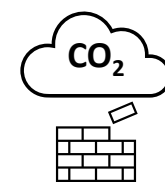
DVT: 30 ans
Surface de produit: 621,5 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut

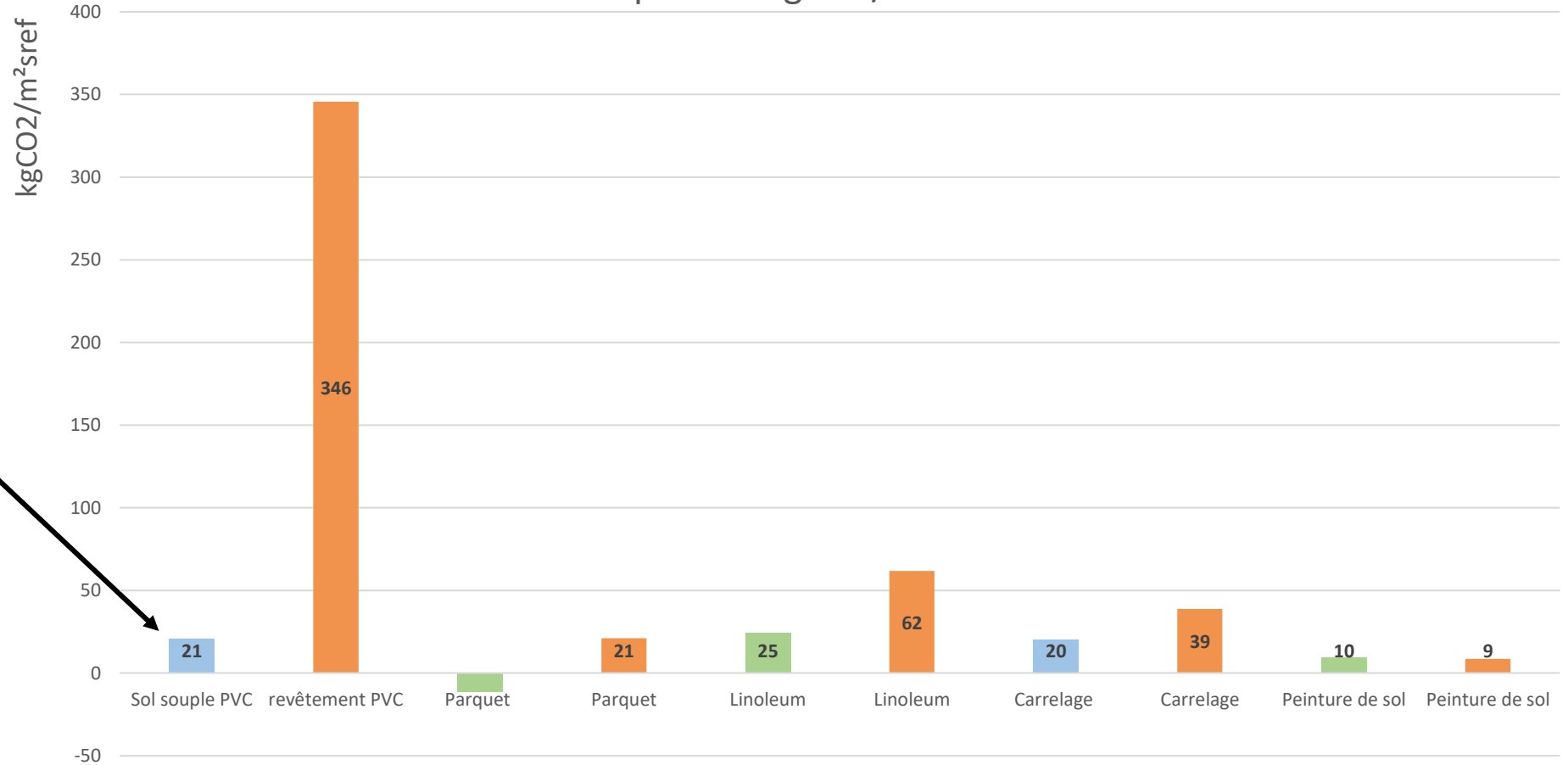
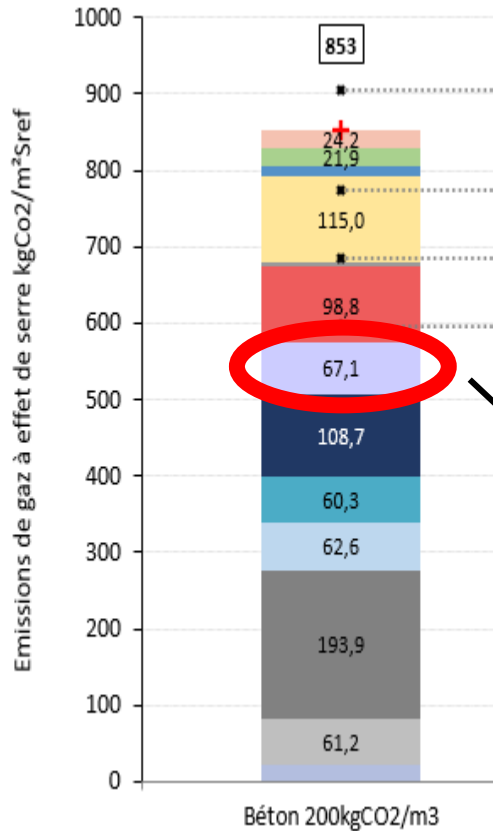


Variantes – lot 7 – Revêtements de sol



162

Impact en kgCO2/m²sref revêtements de sol



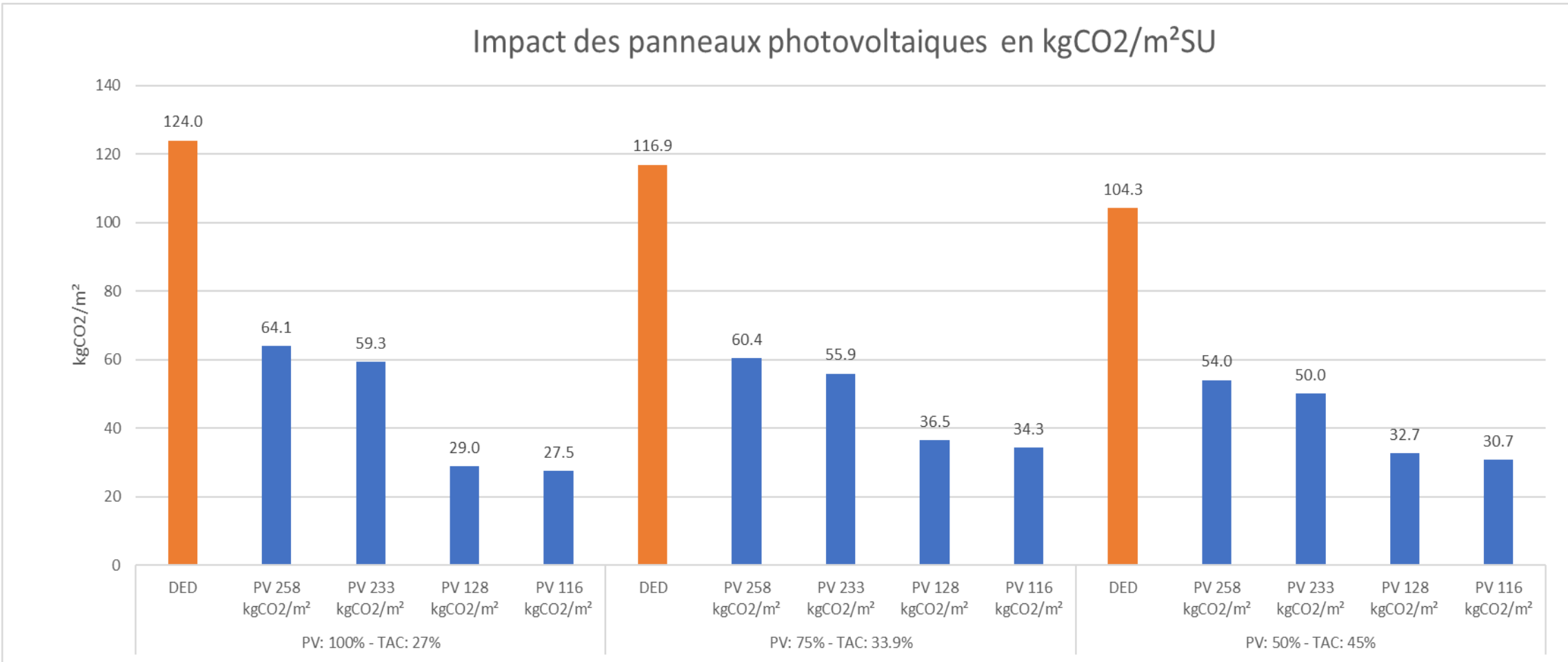
RE 2020

DVT: 25 ans
Surface de produit: 3850 m²

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

- FDES individuelle
- FDES collective
- DED par défaut





Degré Heure « STD-2020 »

164



Inertie

Moyenne



Couleur de façade

Claire



Couleur toiture

Sombre

Autre

Adiabatique en H3



Surface Fenêtres, Portes-fenêtres

28% de surface vitrée



Ouverture des baies

A la française avec parties fixes (Ratio d'ouverture : 40%)



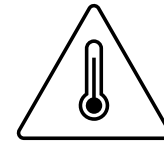
Protection mobile

Stores extérieurs occultants gestion manuelle



Masques proches et lointains

Sensibilités Degrés-Heures



165



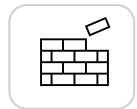
Typologie des occultations :

- brise-soleil orientables



Masques :

- Casquette 1m sur chaque menuiserie



Inertie :

- Lourde



Couleur parois :

- Murs : sombre
- Toiture : claire
- Toiture : végétalisée



Sur trois zones climatiques



Ratio d'ouverture des baies:

- 0,7

Vitrage à contrôle solaire :

- Sauf au nord

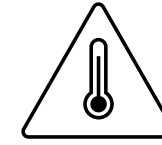
Brasseurs d'air :

- 3 brasseurs par salle de classe

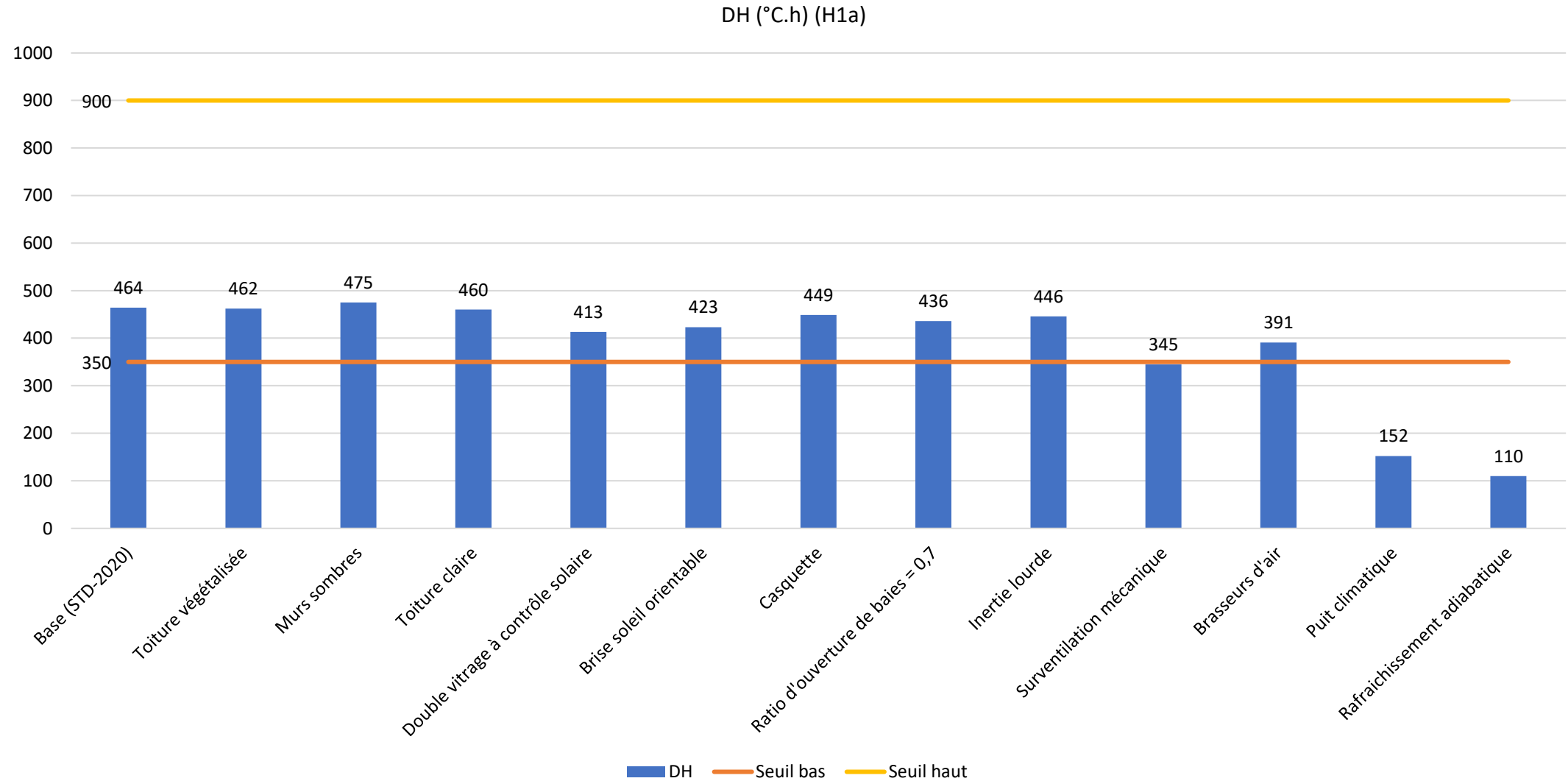


Surventilation mécanique
Rafraîchissement adiabatique
Puit climatique

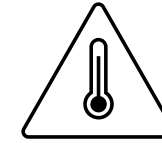
Variantes - Degrés-Heures



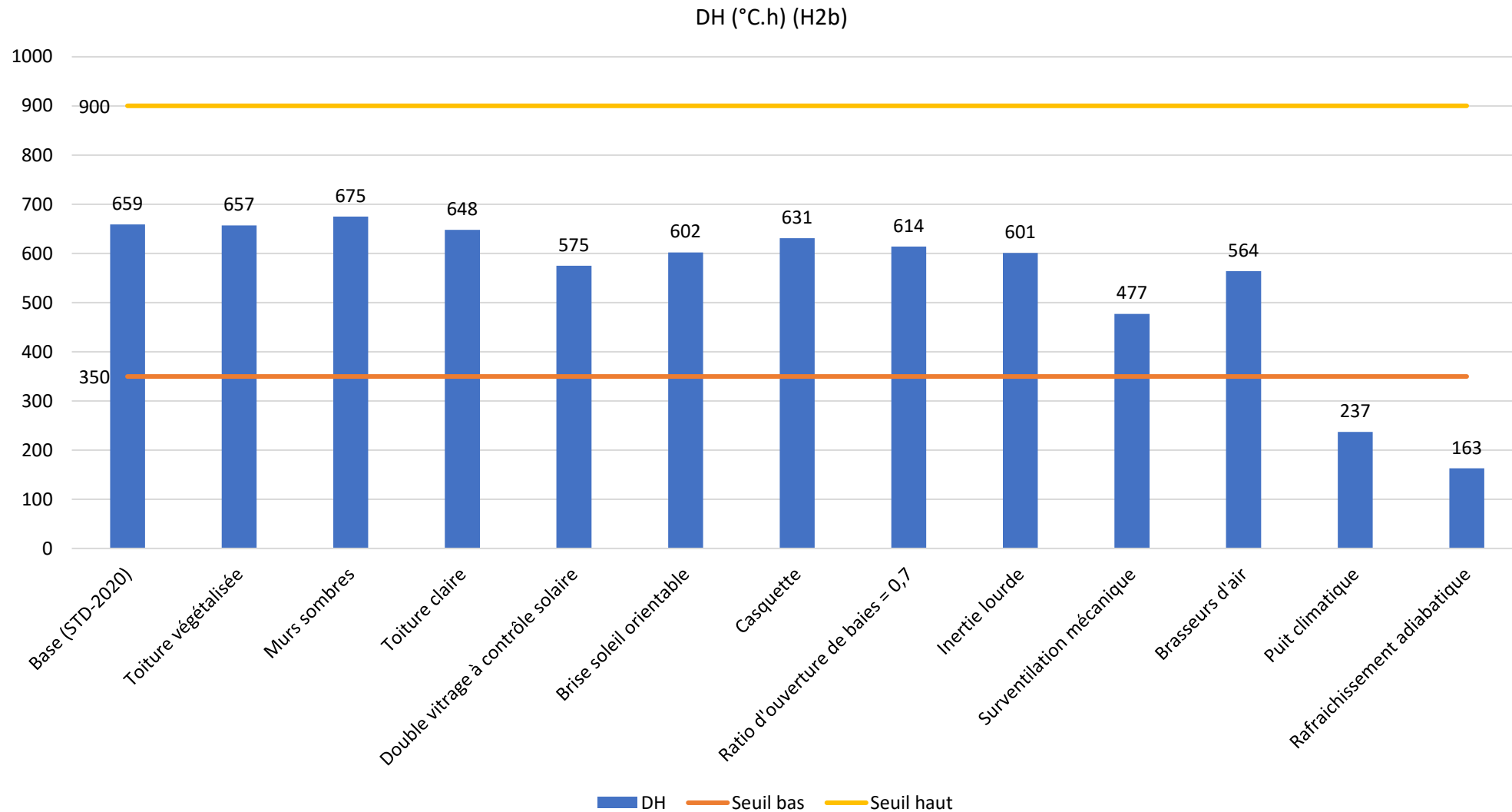
166



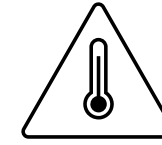
Variantes - Degrés-Heures



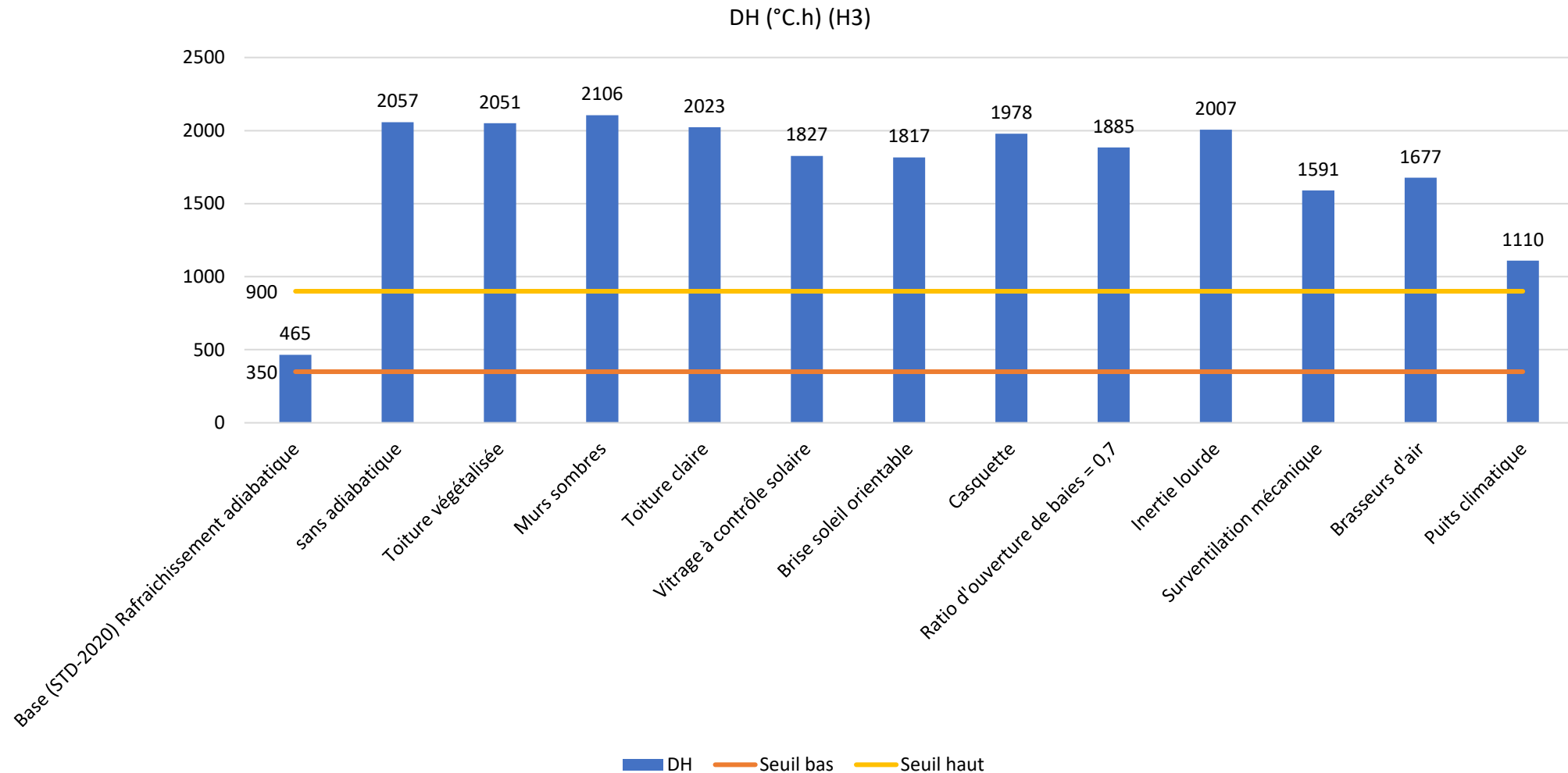
167



Variantes - Degrés-Heures



168



Pour respecter Bbiomax et Dhmax en zone H3 : base rafraichissement adiabatique nécessaire

Mallette pédagogique - Module E : Sensibilités

Glossaire

169

Abréviations	Significations
ACV	Analyse du Cycle de Vie
Bbio	Besoin bioclimatique
Br	Bruit
BUR	Bureau
BSO	Brise-soleil orientable
Catégorie 1 2 3	Catégorie des locaux en fonction de leur zone de bruit, zone climatique, refroidissement
Cep	Consommations en énergie primaire (kWh _{ep} /m ² sref.an)
Cep,nr	Consommations en énergie primaire non renouvelable (kWh _{ep} /m ² sref.an)
CET	Chauffe-eau thermodynamique
CLT	Cross laminated timber (bois lamellé croisé)
DED	Données environnementales par défaut
DH	Degrés-heures : Nombre d'heures d'inconfort estival (°C.h)
DRV	Débit réfrigérant variable

Glossaire

170

Abréviations	Significations
ECS	Eau chaude sanitaire
EJ	Effet joule : panneaux rayonnants
ENR	Energie renouvelable
ENS	Enseignement
FDB	Fibre de bois
FDES	Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire
GES	Gaz à effet de serre
FOB	Façade à ossature bois
GO	Gros-oeuvre
Iccomposant	Impact Carbone lié aux matériaux de construction et aux équipements
Icconstruction	Impact Carbone lié aux composants et au chantier
Icénergie	Impact Carbone lié aux consommations énergétiques

Glossaire

171

Abréviations	Significations
LDC	Laine de chanvre
LDR	Laine de roche
LDV	Laine de verre
OB	Ossature bois
Mided	Modulation de l'exigence l'construction max selon les DED
PAC	Pompe à chaleur
PAC DS	Pompe à chaleur double service
PEP	Performance Environnementale des produits : concernent les produits d'équipement électrique, électronique et de génie climatique.
Pinstallée	Puissance de PV installée (Wc)
PSE	Polystyrène expansé
PSE	Polystyrène expansé
PUR	Polyuréthane
PV	Photovoltaïque

Glossaire

172

Abréviations	Significations
Q4Pa-surf	coefficient de perméabilité à l'air ($m^3/(h.m^2$ de parois froides déperditives (hors plancher bas)). Ce coefficient de perméabilité à l'air du bâti indique le débit de fuites d'air traversant l'enveloppe sous un écart de pression donné.
RCU	Réseau de chaleur urbain
RE2020	Réglementation Environnementale 2020
Rouv	Ratio d'ouverture
RSEE	Récapitulatif standardisé d'étude énergétique et environnementale
RSET	Récapitulatif standardisé d'étude thermique
Sref	Surface de référence (m^2)
STD	Prestations Standards
TAC	Taux d'autoconsommation
VRD	Voiries et réseaux divers