

Mallette de formation sur « l'expérimentation E+C- »

Partie 3 – Sensibilités E+C-



Contributeurs

2

Cette mallette a été élaborée avec :



Financée par :



Sommaire

3

- Maison
- Immeuble collectif
- Bureaux
- Enseignement

Précautions

4

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 à certains niveaux du référentiel E+C- et de multiples solutions techniques peuvent répondre aux exigences.

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

Sommaire

5

- Maison

- Immeuble collectif

- Bureaux

- Enseignement

Descriptif de la maison étudiée

6

Description générale	
Typologie du bâtiment	Maison individuelle
Nombre d'étages	Plain pied
Type de toiture	Combles perdus
Unités d'analyse	
Surface de plancher SDP	104m ²
SHAB	96m ²
S _{RT}	114m ²
Descriptions et commentaires	
Surface de parcelle	400 m ²
Surface végétalisée	300 m ²



Sensibilités réalisées sur une maison



7

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Sensibilités réalisées sur une maison



8

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Trois typologies de maison individuelle à SHAB égale

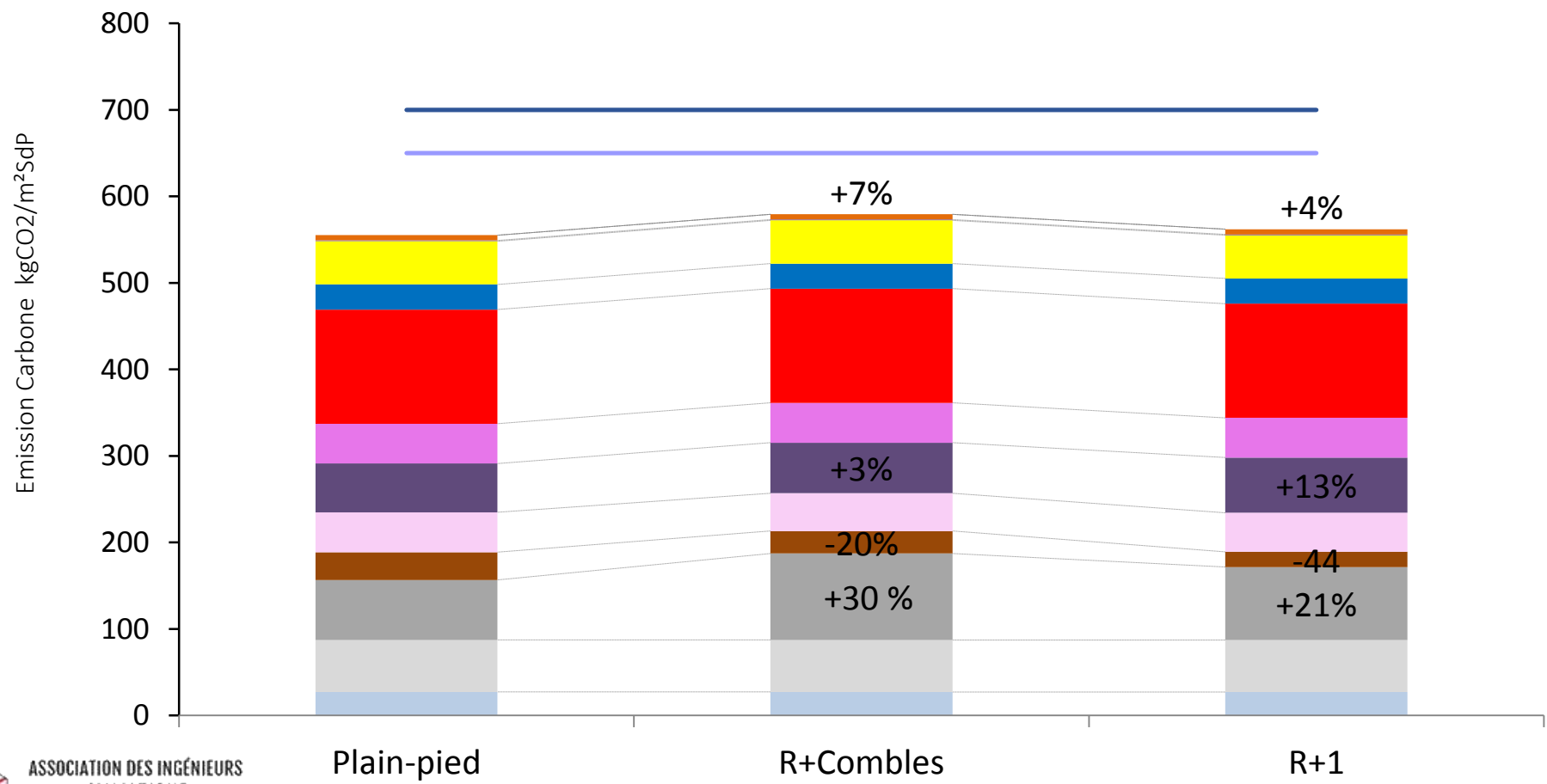


	Plain-pied	R+combles	R+1
Surface de murs	Base	Moins de murs (-25%)	Plus de murs (+33%)
Fondations	Base	Équilibre au niveau de l'impact environnemental	Équilibre au niveau de l'impact environnemental
Toiture	Base	Moins de surface de toiture (-40%)	Encore moins de surface de toiture (-50%)
Plancher intermédiaire	Plancher léger (BA13)	Plancher lourd (dont une partie non pris en compte dans la Sdp)	Plancher lourd

Sensibilités / typologie : Eges_{PCE}

10

Trois typologies de maison individuelle à SHAB égale



- Lot 12: Appareils élévateurs
- Lot 11: CFA
- Lot 10: CFO
- Lot 9: Sanitaires
- Lot 8: CVC
- Lot 7: Revêtements intérieurs
- Lot 6: Façades
- Lot 5: Cloisonnement
- Lot 4: Toiture
- Lot 3: Superstructures
- Lot 2: Fondations
- Lot 1:VRD
- EGES PCE MAX 2
- EGES PCE MAX 1

Sensibilités réalisées sur une maison



11

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Sensibilités/ Niveaux de saisie des données environnementales



12

Exemples sur des produits du second œuvre modifiés

Produit	MDEGD	Collectives/ Individuelles	Ecart (kgCO ₂ /m ² sdp)*
Revêtement de sol souple PVC			
Donnée environnementale (DE)	13.4 kgCO ₂ /m ²	10.1 kgCO ₂ /m ²	29
Durée de Vie Théorique (DVT)	10 ans	15 ans	
Volet battant PVC			
DE	70.1 kgCO ₂ /m ²	44.4 kgCO ₂ /m ²	8.6
DVT	30 ans	30 ans	
Menuiserie Bois			
DE	91.8 kgCO ₂ /m ²	61.4 kgCO ₂ /m ²	10.1
DVT	30 ans	30 ans	

Sensibilités réalisées sur une maison



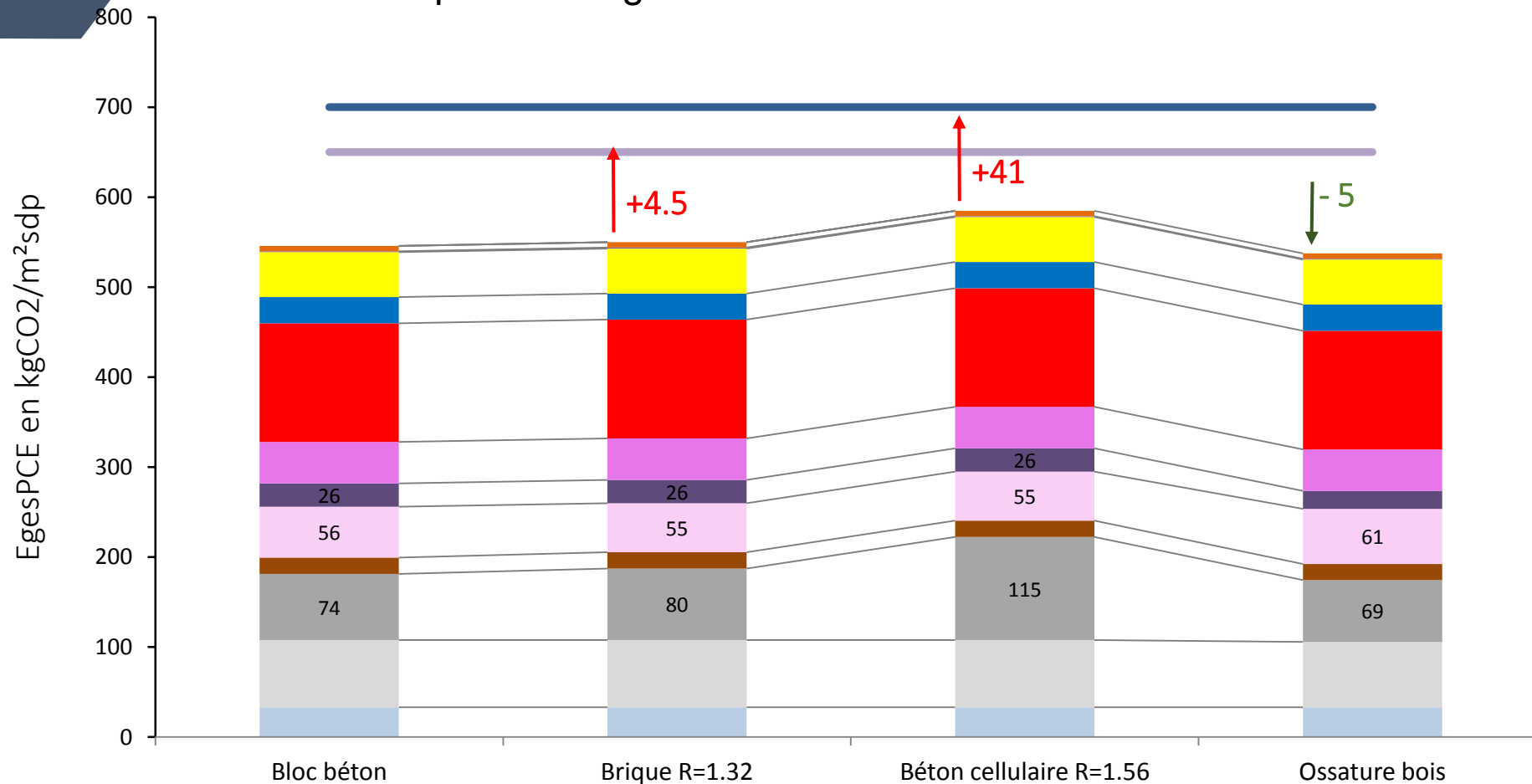
13

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. **Systèmes constructifs**
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Sensibilités/ Systèmes Constructifs

14

A surface de plancher égale



Épaisseur maçonnerie : 20cm
Ossature bois : montants 140x40mm

R_{paroi} = 3.75 m².K/W



- Lot 12: Appareils élévateurs
- Lot 11: CFA
- Lot 10: CFO
- Lot 9: Sanitaires
- Lot 8: CVC
- Lot 7: Revêtements intérieurs
- Lot 6: Façades
- Lot 5: Cloisonnement
- Lot 4: Toiture
- Lot 3: Superstructures
- Lot 2: Fondations
- Lot 1:VRD
- EGES PCE MAX 2
- EGES PCE MAX 1

Diminution en kgCO₂/m²

Augmentation en kgCO₂/m²

Sensibilités réalisées sur une maison



15

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. **Type de plancher**
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Sensibilités / type de plancher

16

Vide-sanitaire:

Le garage est au Rdc, accolé à la maison

Terre plein:

Le garage est au Rdc, accolé à la maison

Sous-sol:

Le garage est placé en sous-sol, adjacent à la cave





Article R111-22

Créé par [Décret n°2015-1783 du 28 décembre 2015 - art.](#)

La surface de plancher de la construction est égale à la somme des surfaces de plancher de chaque niveau clos et couvert, calculée à partir du nu intérieur des façades après déduction :

- 1° Des surfaces correspondant à l'épaisseur des murs entourant les embrasures des portes et fenêtres donnant sur l'extérieur ;
- 2° Des vides et des trémies afférentes aux escaliers et ascenseurs ;
- 3° Des surfaces de plancher d'une hauteur sous plafond inférieure ou égale à 1,80 mètre ;
- 4° Des surfaces de plancher aménagées en vue du stationnement des véhicules motorisés ou non, y compris les rampes d'accès et les aires de manœuvres ;
- 5° Des surfaces de plancher des combles non aménageables pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial ;
- 6° Des surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ou d'un immeuble autre qu'une maison individuelle au sens de [l'article L. 231-1 du code de la construction et de l'habitation](#), y compris les locaux de stockage des déchets ;
- 7° Des surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes à des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune ;
- 8° D'une surface égale à 10 % des surfaces de plancher affectées à l'habitation telles qu'elles résultent le cas échéant de l'application des alinéas précédents, dès lors que les logements sont desservis par des parties communes intérieures.

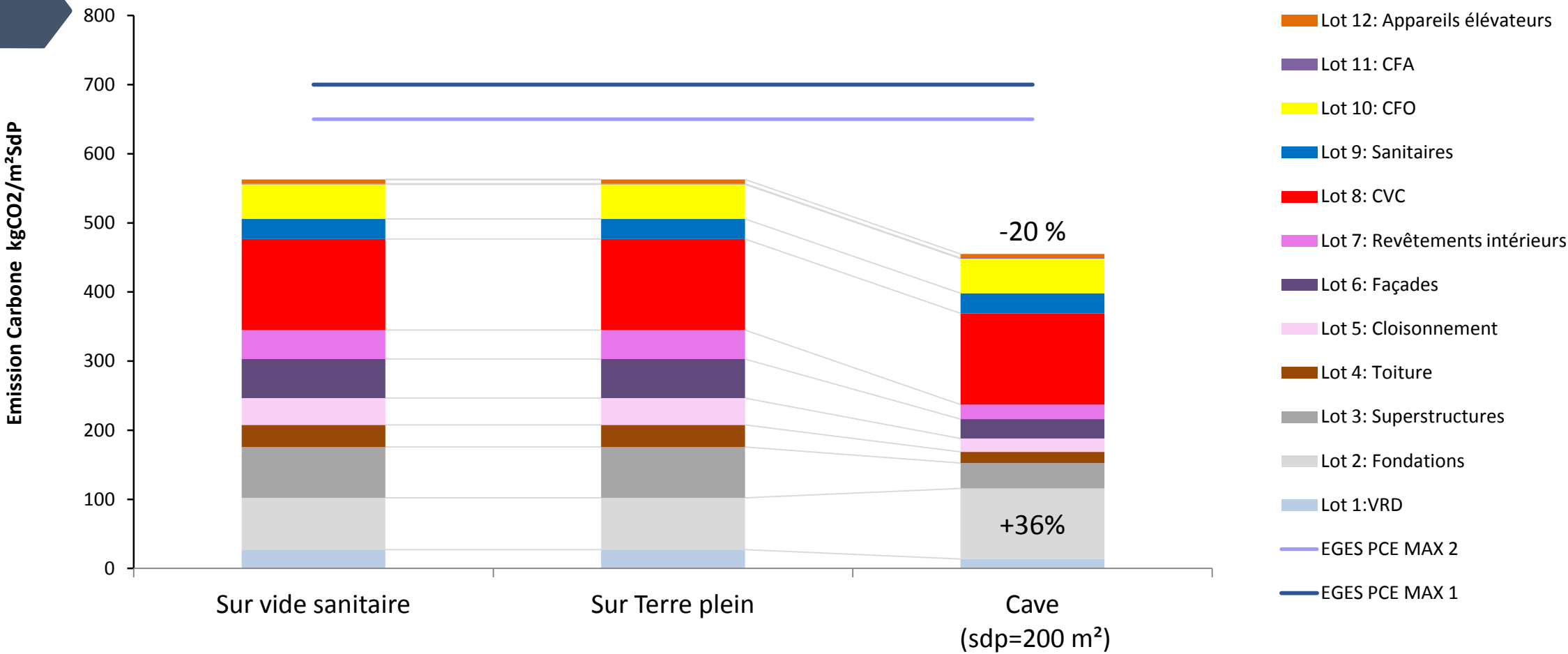
7° Des surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes à des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune ;

Sensibilités / type de plancher



18

Impact du type de plancher



Sensibilités réalisées sur une maison



19

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Sensibilités / Niveau d'isolation



20

Prestations enveloppe

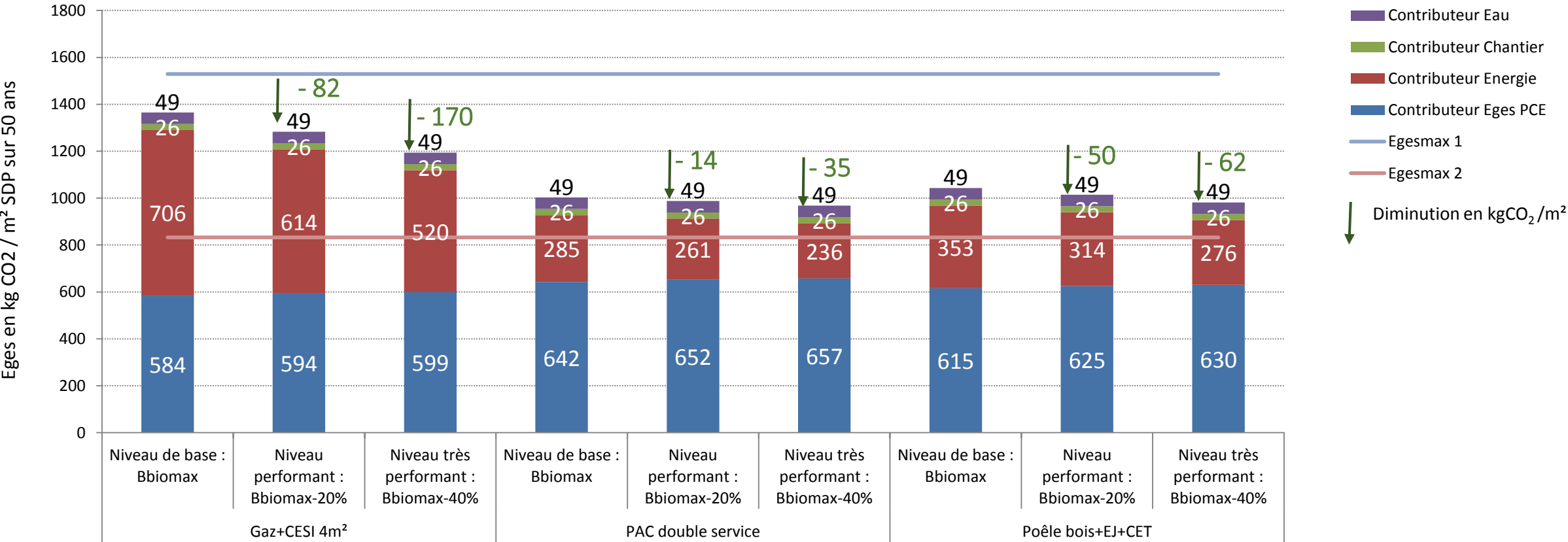
	Base	Performant	Très performant
Murs	Up= 0.27 R=3.6	Up= 0.20 R=4.8	Up= 0.16 R=6
Toiture	R=6.5	R=8.5	R=10
Plancher bas	Up= 0.4	Up= 0.20	Up= 0.15
Baies	Uw = 1.2	Uw = 1.2	Uw= 1.1
Perméabilité à l'air	0.6	0.6	0.4
Bbiomax – x%	0%	20	40

Sensibilités / Niveau d'isolation



21

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction du niveau de performance du bâti
Maison Individuelle - H1b

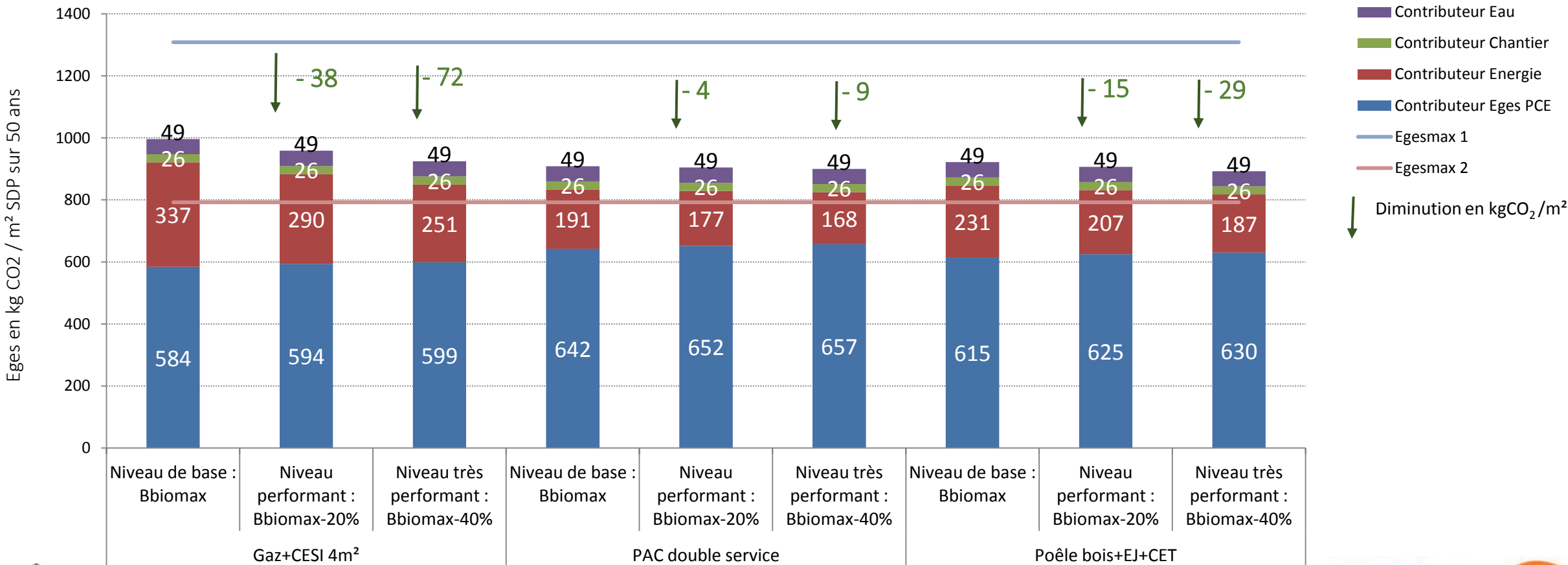


Sensibilités / Niveau d'isolation



22

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction du niveau de performance du bâti
Maison Individuelle - H3



Sensibilités réalisées sur une maison



23

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. **Systèmes énergétiques**
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Systèmes énergétiques

24

- Gaz + CESI : Chaudière gaz + solaire Thermique :
- Gaz + PV 1.5m² : Chaudière gaz + Photovoltaïques
- PAC DS : PAC double-service :
- PBois* : Poêle bois + effet joule + CET *
- Split+EJ* : Split + effet joule + CET *
- Hybride : Chaudière hybride
- Microcogé : Microcogénération



Prestations enveloppe		
	Bbio-20%	Bbio-40% (*)
Mur	Up= 0.20 R=4.8	Up= 0.16 R=6
Toit	R=8.5	R=10
Plancher bas	Up= 0.20	Up= 0.15
Fenêtre	Uw = 1.2	Uw= 1.1
Perméabilité	0.6	0.4

Ventilation simple flux hygro B

*Utilisation de l'enveloppe très performante pour respecter le Cepmax de la RT 2012

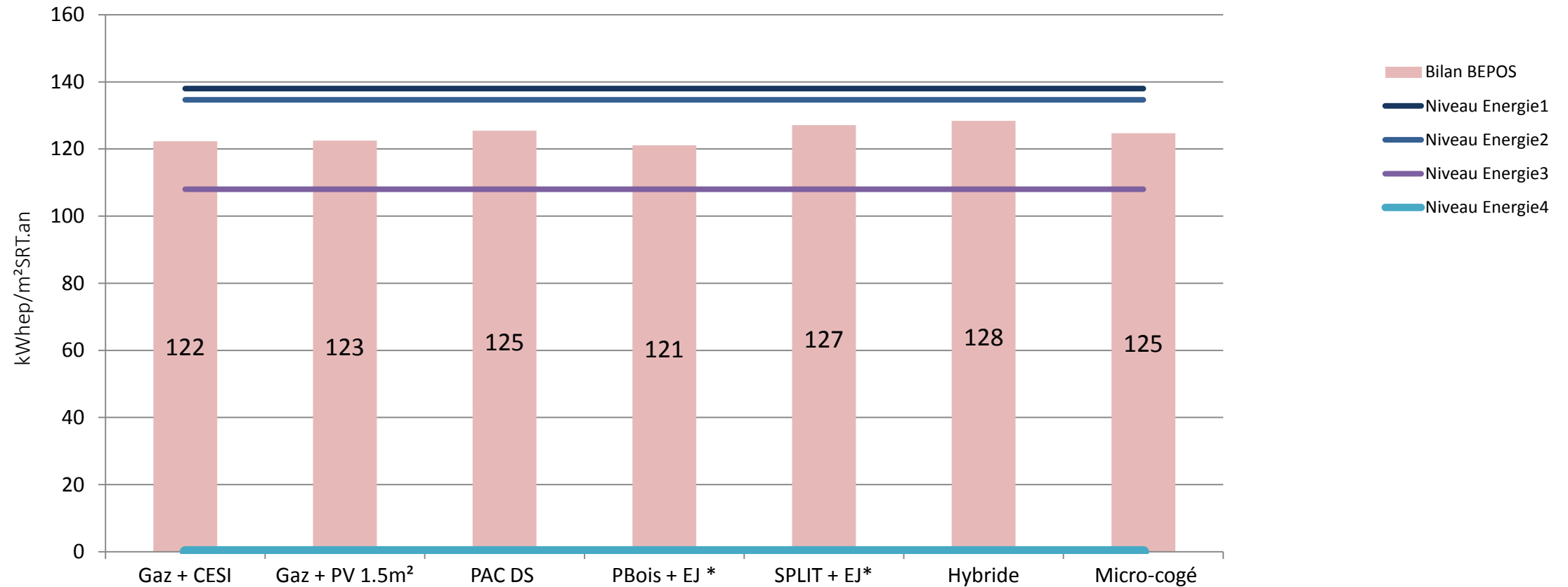
Dans les cas à Effet joule, la production d'ECS est assurée par un CET

Systèmes énergétiques



25

Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : Maison Individuelle H1B

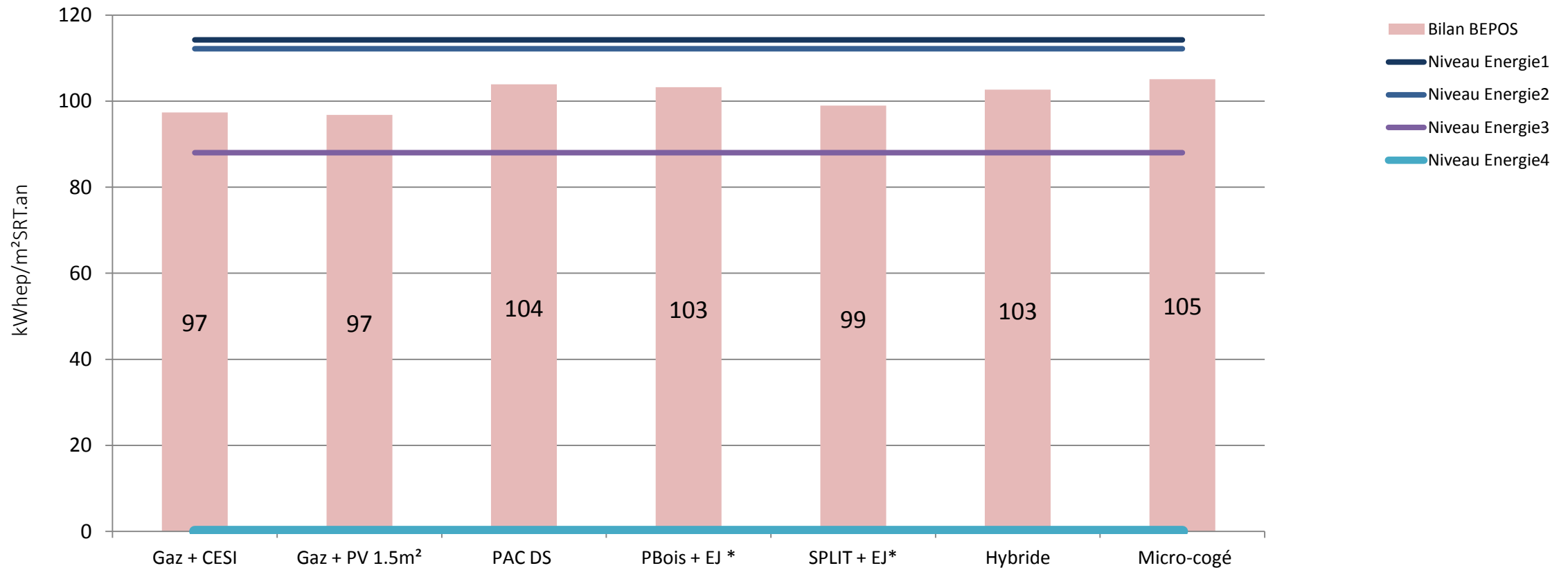


Systèmes énergétiques



26

Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : Maison Individuelle H3

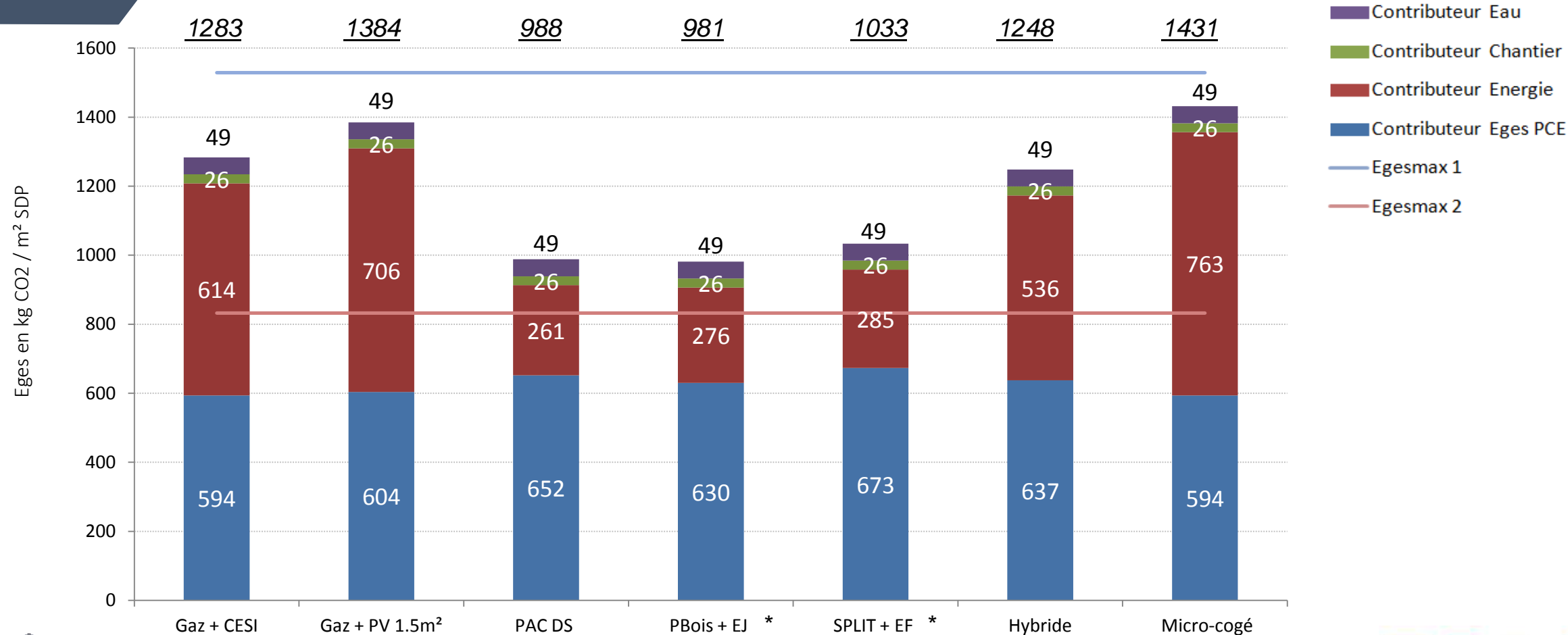


Sensibilités / systèmes énergétiques



27

Impact des systèmes énergétiques sur Eges - Maison Individuelle H1b

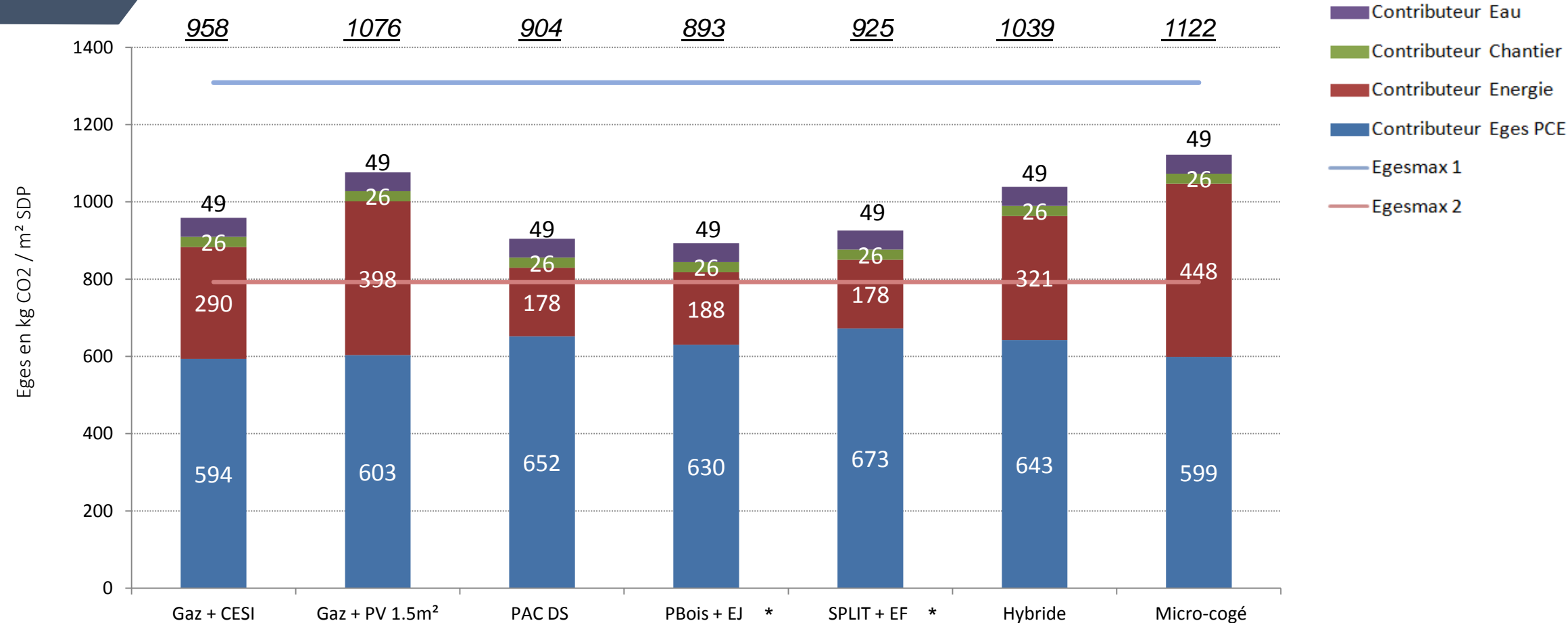


Sensibilités / systèmes énergétiques



28

Impact des systèmes énergétiques sur Eges - Maison Individuelle H3



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID



Sensibilités réalisées sur une maison



29

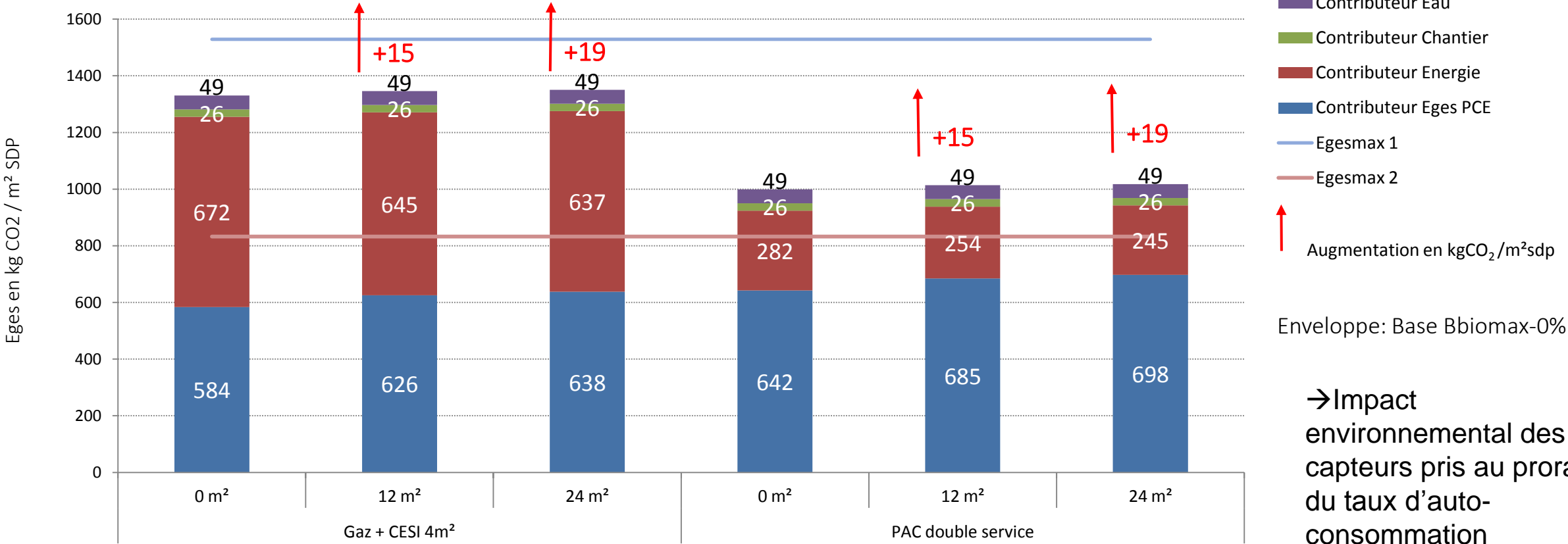
1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Sensibilités / Photovoltaïque



30

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques
Maison individuelle - zone H1b



Enveloppe: Base Bbiomax-0%

→ Impact environnemental des capteurs pris au prorata du taux d'auto-consommation



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID

TAC = 45%
Export = 9
kWhef/m²srt

TAC = 29%
Export = 23
kWhef/m²srt

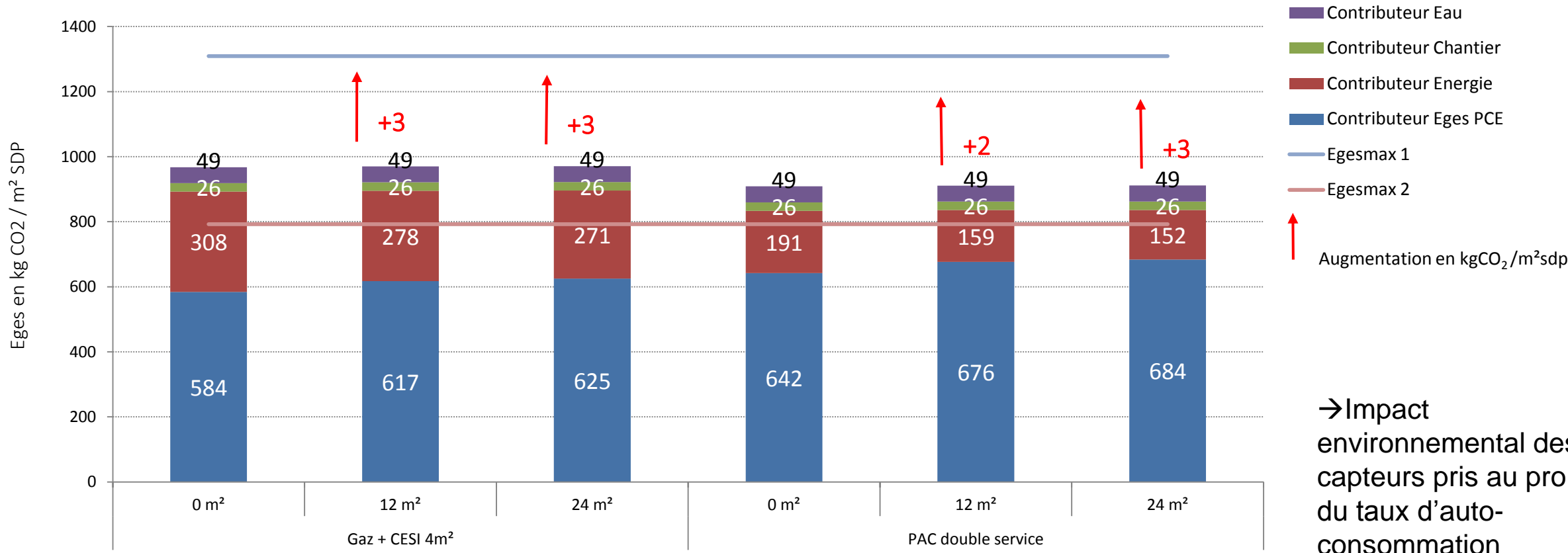
TAC = 46%
Export = 9
kWhef/m²srt

TAC = 30%
Export = 23
kWhef/m²srt





Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques
Maison individuelle - zone H3



→ Impact environnemental des capteurs pris au prorata du taux d'auto-consommation

Sensibilités réalisées sur une maison



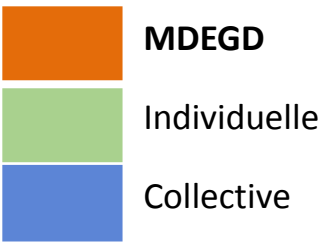
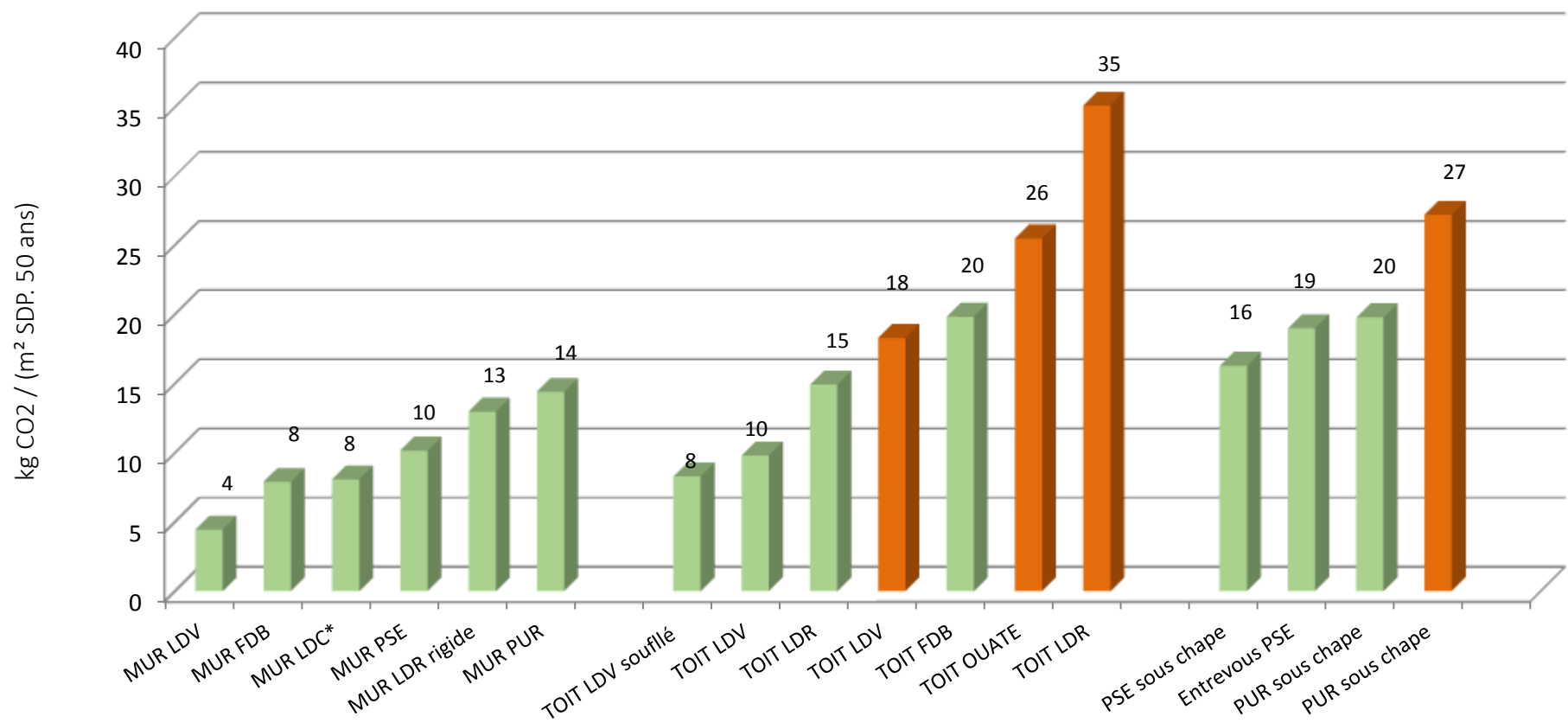
32

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. **Choix de produits**
9. Aménagements extérieurs

Choix des isolants

33

Impact des isolants selon leur nature à l'échelle du bâtiment



A performances égales	
MUR	3.0 m²/W.K
TOIT	10 m²/W.K
Sous chape	3 m²/W.K

LDV: laine de verre
LDC: laine de chanvre
FDB: fibre de bois
LDR: laine de roche
PSE: polystyrène expansé
PUR: polyuréthane
OUATE: ouate de cellulose soufflée



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID

*Seul produit en Laine de chanvre R=2.55 m²/W.K
• Les FDES des isolants sont toutes individuelles

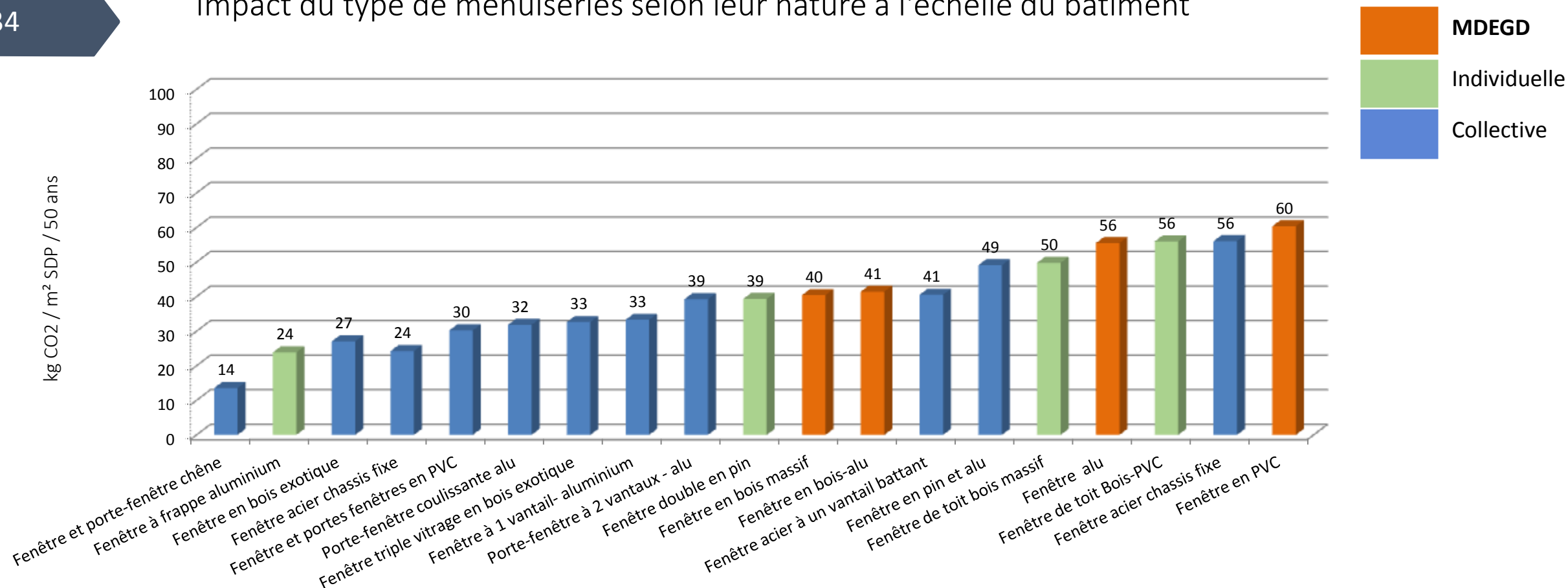


Choix des fenêtres



34

Impact du type de menuiseries selon leur nature à l'échelle du bâtiment

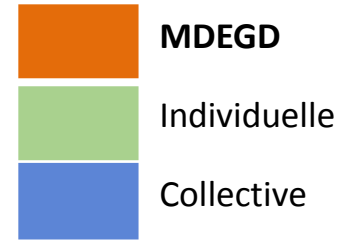
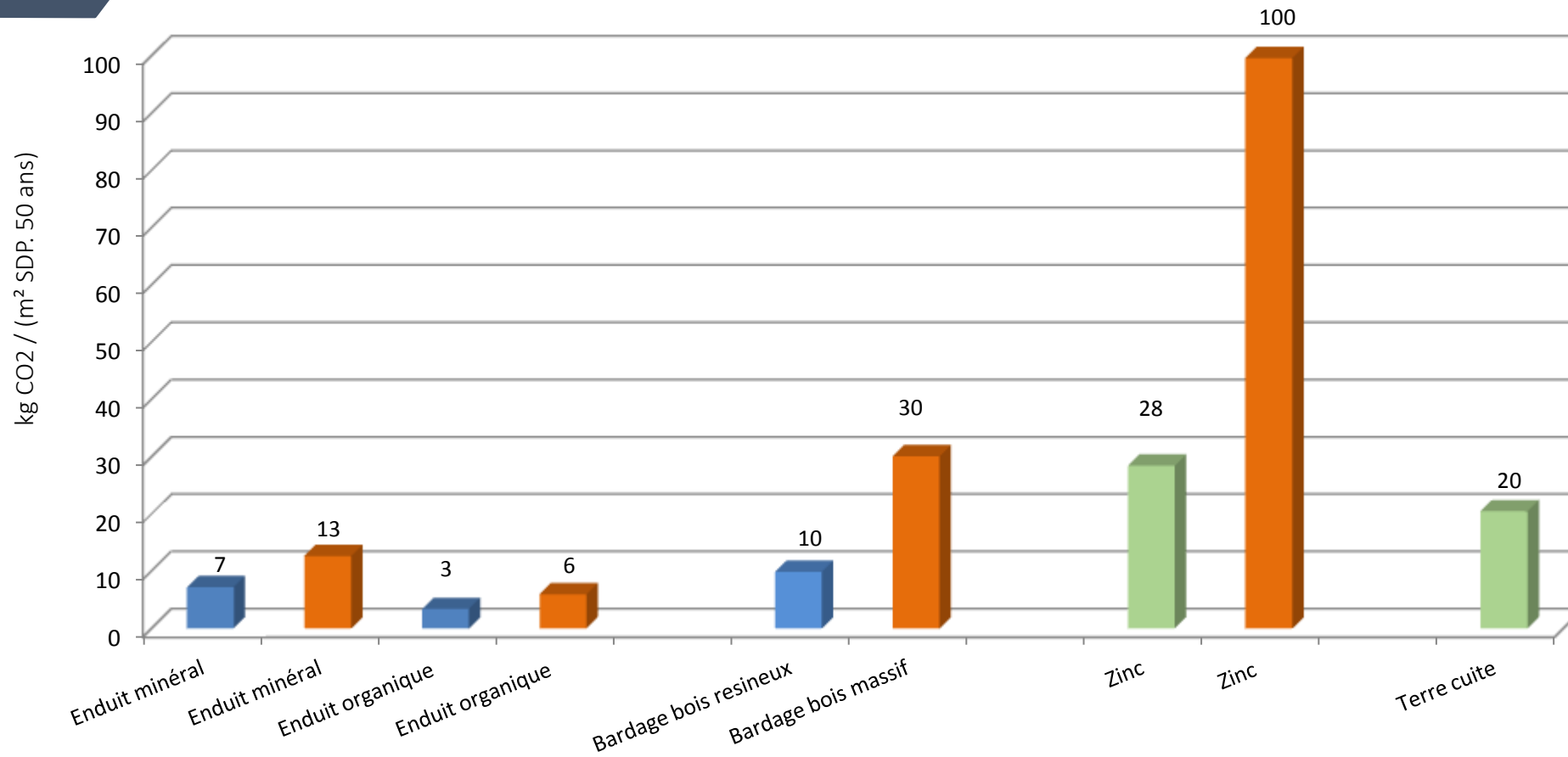


Finitions de façade



35

Impact des revêtements selon leur nature à l'échelle du bâtiment

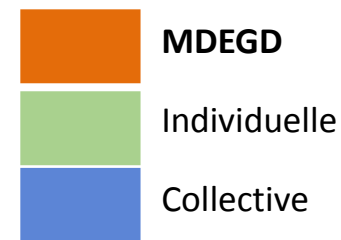
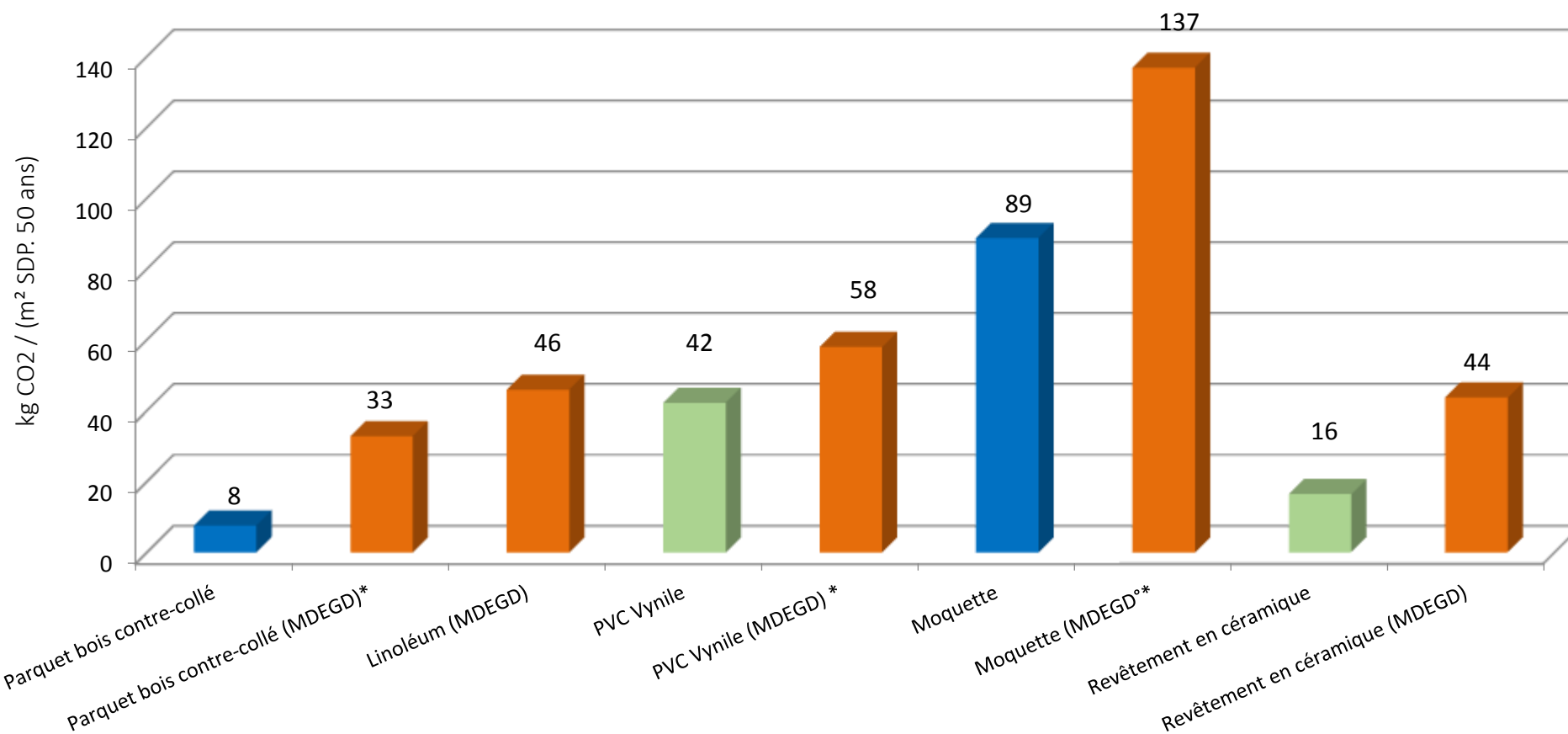


Revêtement de sol



36

Impact des revêtements de sol selon leur nature à l'échelle du bâtiment



Sensibilités réalisées sur une maison



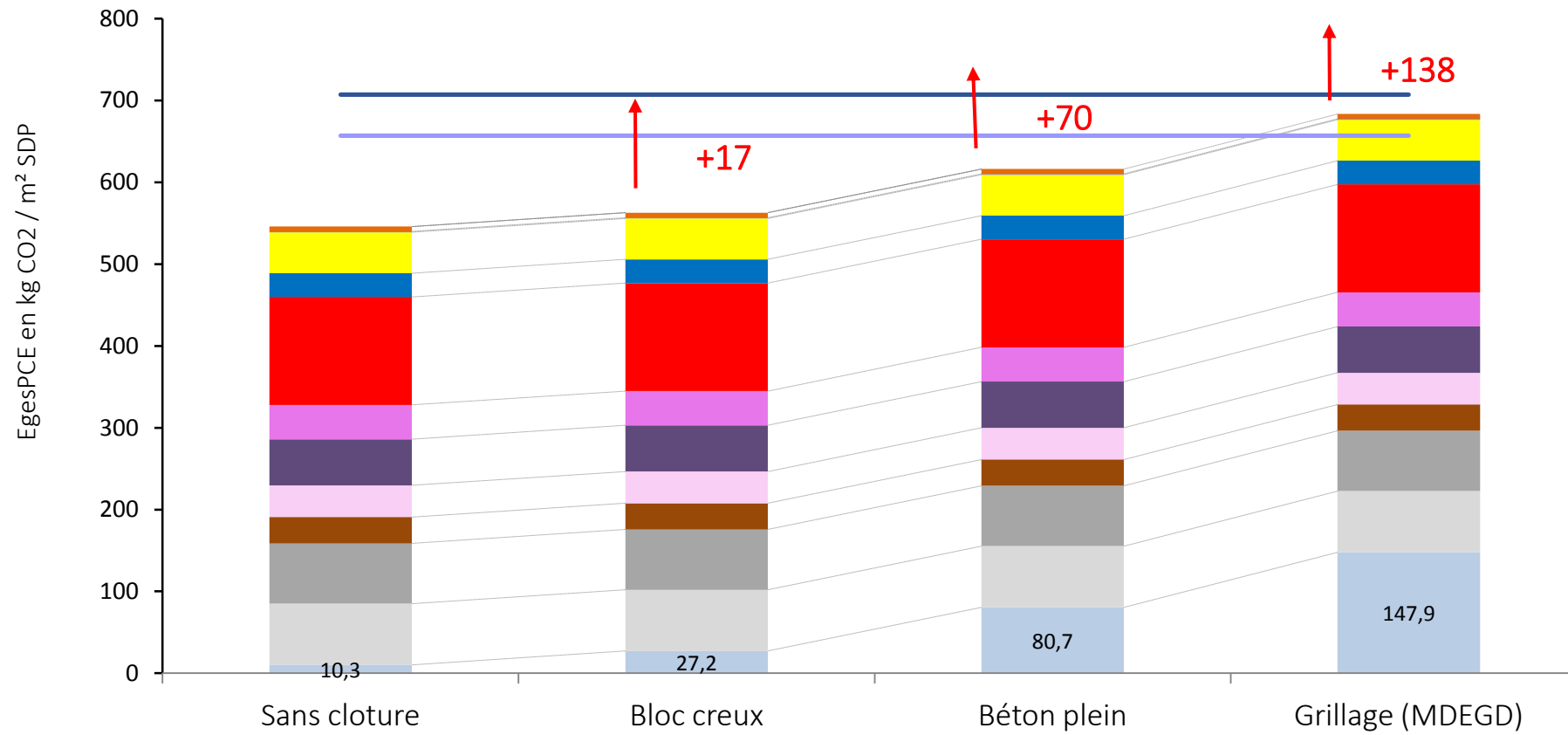
37

1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Aménagements extérieurs : nature de la clôture

38

Impact de la nature de clôture sur le Eges du PCE
Surface de la parcelle : 400m²



- Lot 12: Appareils élévateurs
- Lot 11: CFA
- Lot 10: CFO
- Lot 9: Sanitaires
- Lot 8: CVC
- Lot 7: Revêtements intérieurs
- Lot 6: Façades
- Lot 5: Cloisonnement
- Lot 4: Toiture
- Lot 3: Superstructures
- Lot 2: Fondations
- Lot 1: VRD
- EGES PCE MAX 2
- EGES PCE MAX 1

Augmentation en kgCO₂/m²



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



39

Chaudière gaz condensation + solaire thermique

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Enveloppe Bbiomax-x%	Bbiomax	Bbiomax	Bbiomax-40%	Bbiomax-40%
Seuil niveau Bilan Bepos	128.7 120	125.7 120	100 95.5	0
Murs (Up)	0.27	0.27	0.16	0.16
Plancher bas (Up)	0.4	0.4	0.15	0.15
Toiture (R)	6.5	6.5	10	10
Baies (Uw)	1.2	1.2	1.1	1.1
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.4	0.4
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	3 m ²	55 m ²

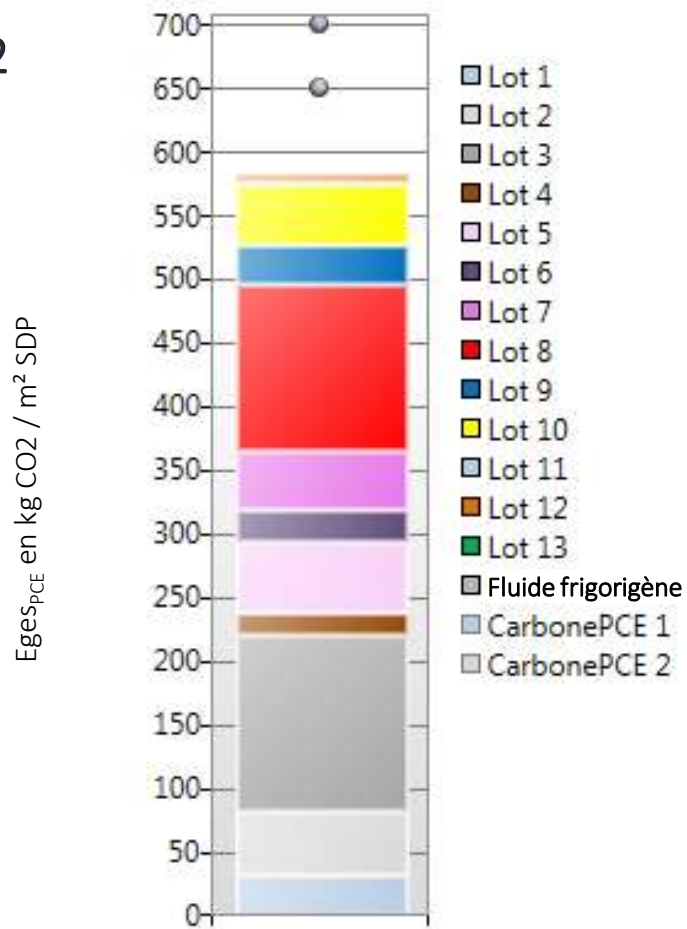
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



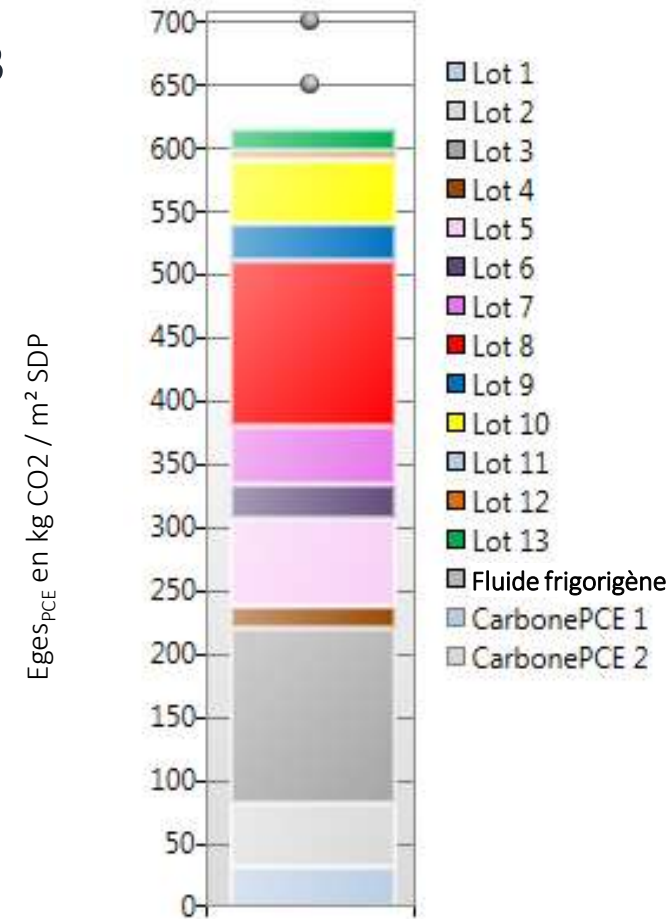
40

Chaudière gaz condensation + solaire thermique: impact PCE pour niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



41

Chaudière gaz condensation + photovoltaïque

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Bbiomax-x%	Bbiomax	Bbiomax	Bbiomax-40%	Bbiomax-40%
Seuil niveau Bilan Bepos	128.7 120.4	125.7 120.4	100 95.6	0
Murs (Up)	0.27	0.27	0.16	0.16
Plancher bas (Up)	0.4	0.4	0.15	0.15
Toiture (Up)	6.5	6.5	10	10
Baies (Uw)	1.2	1.2	1.1	1.1
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.4	0.4
Surface PV (m²)	1.5 m²	1.5 m²	4.5 m²	Plus de 60 m²

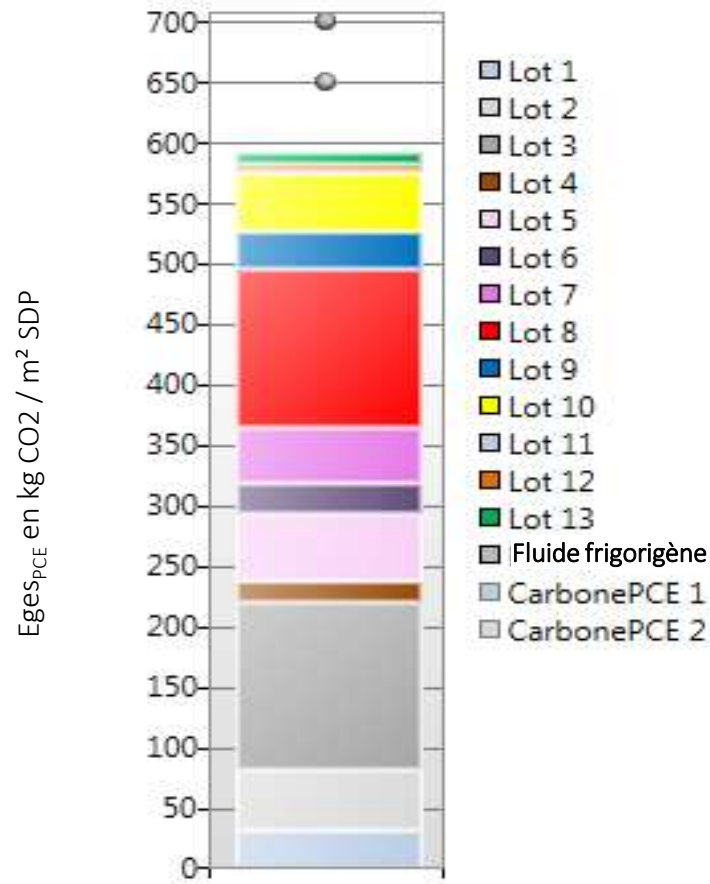
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



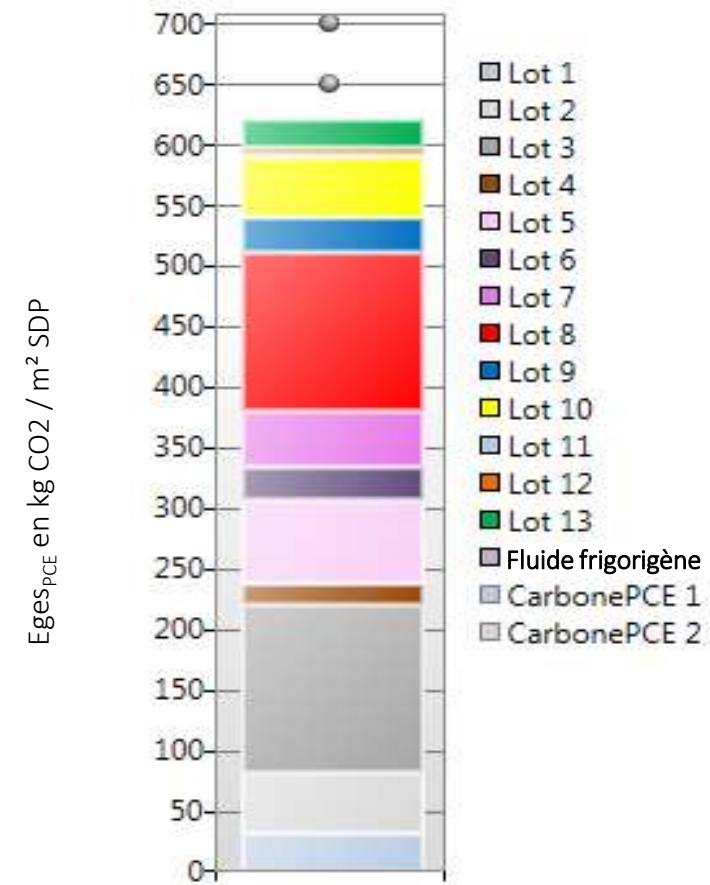
42

Chaudière gaz condensation + photovoltaïque : impact EgesPCE selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



43

Poêle Bois + panneaux rayonnants + CET

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Bbiomax-x%	Bbiomax	Bbiomax	Bbiomax-40%	Bbiomax-40%
Seuil niveau Bilan Bepos	128.7 117.3	125.7 117.3	100 92.8	0
Murs (Up)	0.27	0.20	0.15	0.15
Plancher bas (Up)	0.4	0.20	0.14	0.14
Toiture (Up)	6.5	8.5	0.1	0.1
Baies (Uw)	1.2	1.2	1.1	1.1
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.4	0.4
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	4.5 m²	Plus de 60 m²

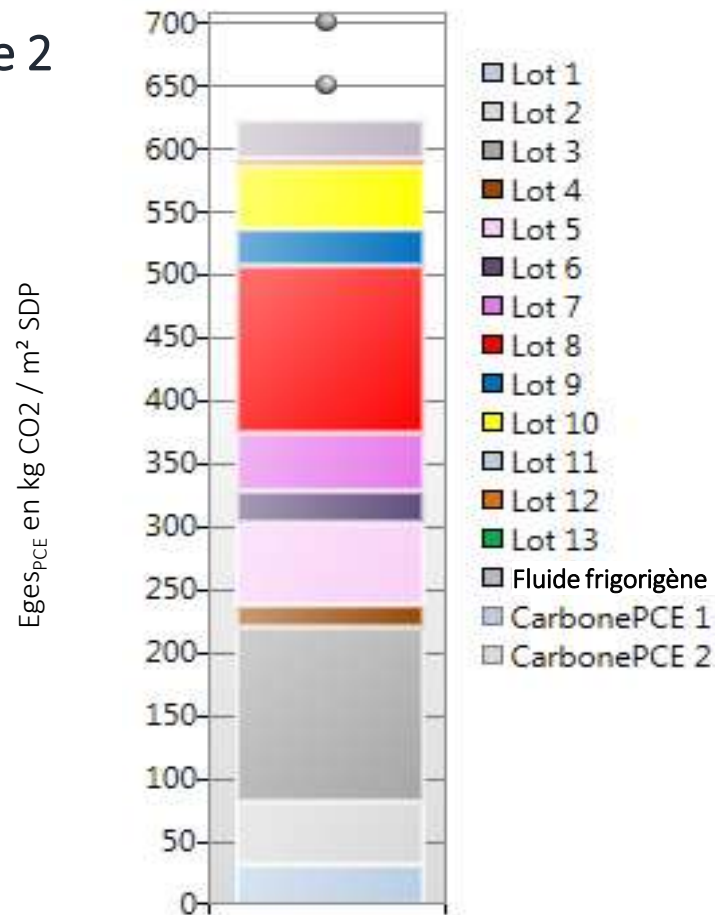
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



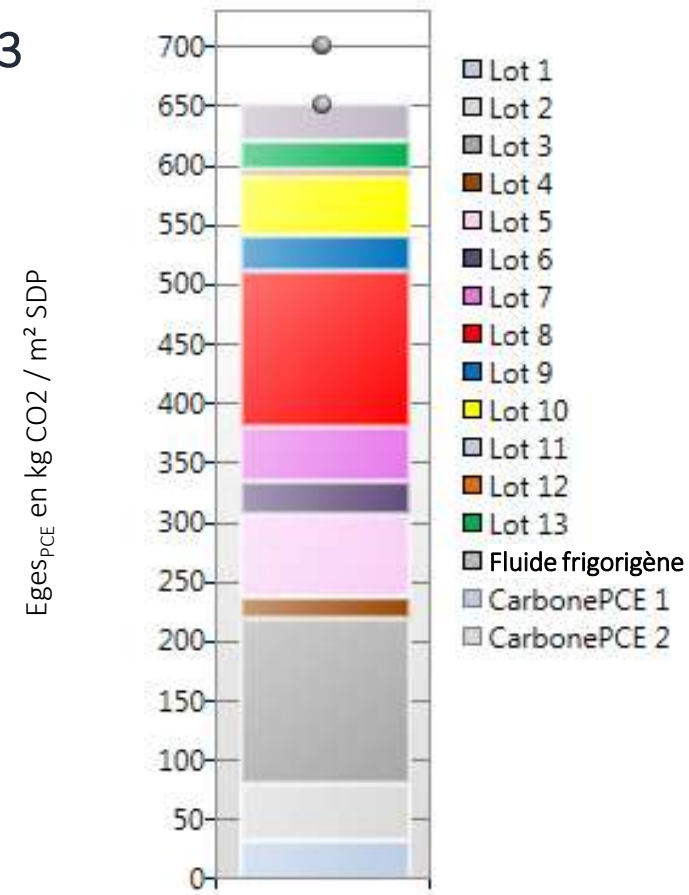
44

Poêle Bois + panneaux rayonnants + CET : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



45

PAC double service Air-Eau

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
biomax-x%	Bbiomax	Bbiomax	Bbiomax-40%	Bbiomax-40%
Seuil niveau Bilan Bepos	128 122.2	125.7 122.2	100 95.7	0
Murs (Up)	0.27	0.27	0.15	0.15
Plancher bas (Up)	0.4	0.4	0.14	0.14
Toiture (Up)	6.5	6.5	0.1	0.1
Baies (Uw)	1.2	1.2	1.1	1.1
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.4	0.4
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	4.5 m ²	Plus de 50m ²

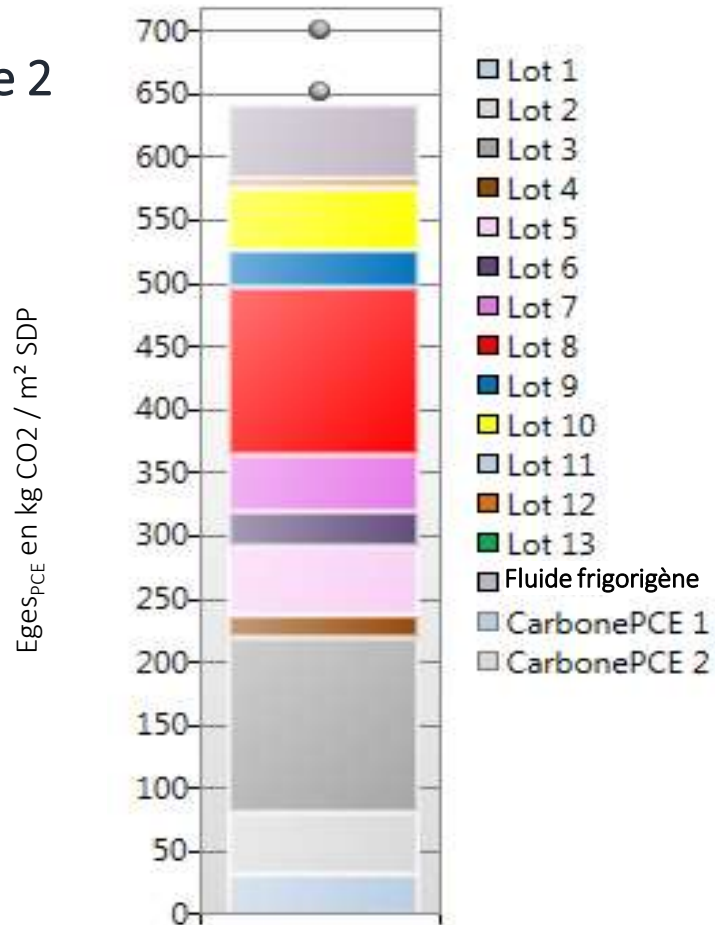
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



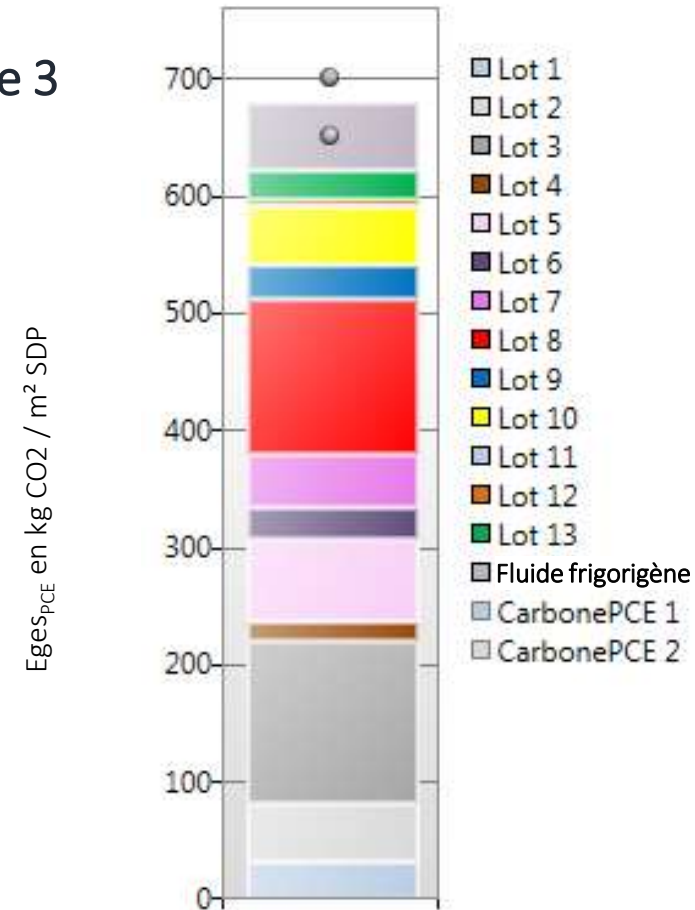
46

PAC double service Air-Eau : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



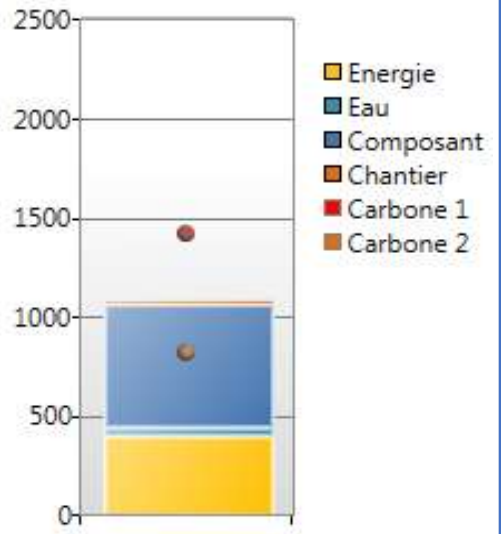
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



47

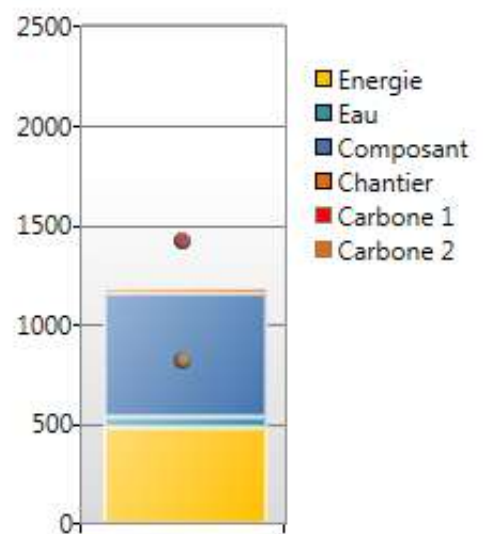
Impact Eges pour le niveau Energie 3

Chaudière gaz condensation + solaire thermique



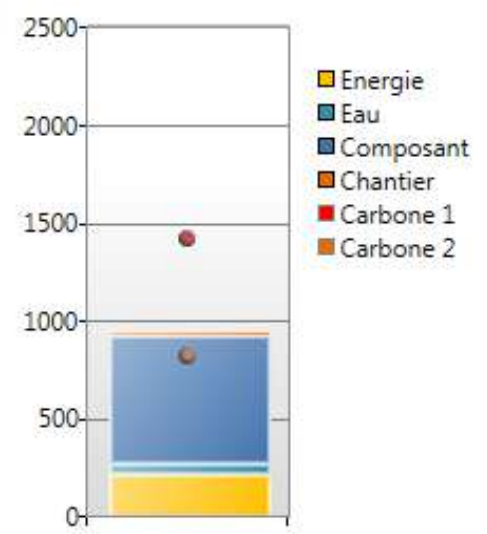
PCE	616.27
Energie	402.87
Chantier	26.07
Eau	49.08

Chaudière gaz condensation + PV



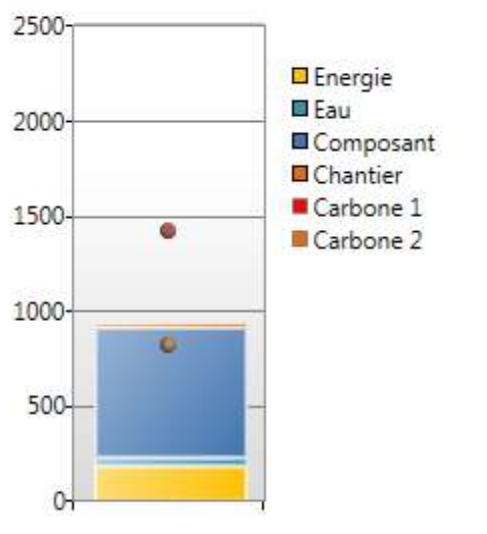
PCE	622.06
Energie	496.82
Chantier	26.07
Eau	49.08

Poêle Bois + Effet Joules



PCE	653.55
Energie	230.35
Chantier	26.07
Eau	49.08

PAC double service Air-Eau



PCE	680.62
Energie	189.12
Chantier	26.07
Eau	49.08

Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans

Atteinte des niveaux Energie-Carbone selon les solutions énergétiques



48

	Chaudière gaz + solaire	Chaudière gaz + PV	Effet joule + Poêle bois +CET	PAC air/eau double service
ENERGIE 1				
ENERGIE 2			ENV +	
ENERGIE 3	ENV + & PV	ENV + & PV	ENV ++ & PV	ENV + & PV
ENERGIE 4	ENV + & PV++	ENV + & PV++		ENV + & PV++

CARBONE 1				
CARBONE 2			selon typologie et zone climatique	selon typologie et zone climatique

	Niveau énergie ou carbone facile à atteindre sans prestation supplémentaire
	Obtention du niveau énergie ou carbone requiert des prestations supplémentaire (enveloppe ou PV)
	Obtention du niveau énergie ou carbone très difficile voire impossible

- Maison
- Immeuble collectif
- Bureaux
- Enseignement

Descriptif des logements collectifs étudiés

50

Description générale	
Typologie du bâtiment	Immeuble habitation collectif
Nombre d'étages	R+5
Type de toiture	Terrasse
Unités d'analyse	
Surface de plancher SDP	2205 m ²
SHAB	2103 m ²
Nombre logements	40
S _{RT}	2699 m ²
Descriptions et commentaires	
Type de parking	Souterrain + aérien
Nombre de places de parking (souterrain)	29
Nombre de places de parking (aérien)	14
Compacité	



Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

51

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP) I
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs



Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

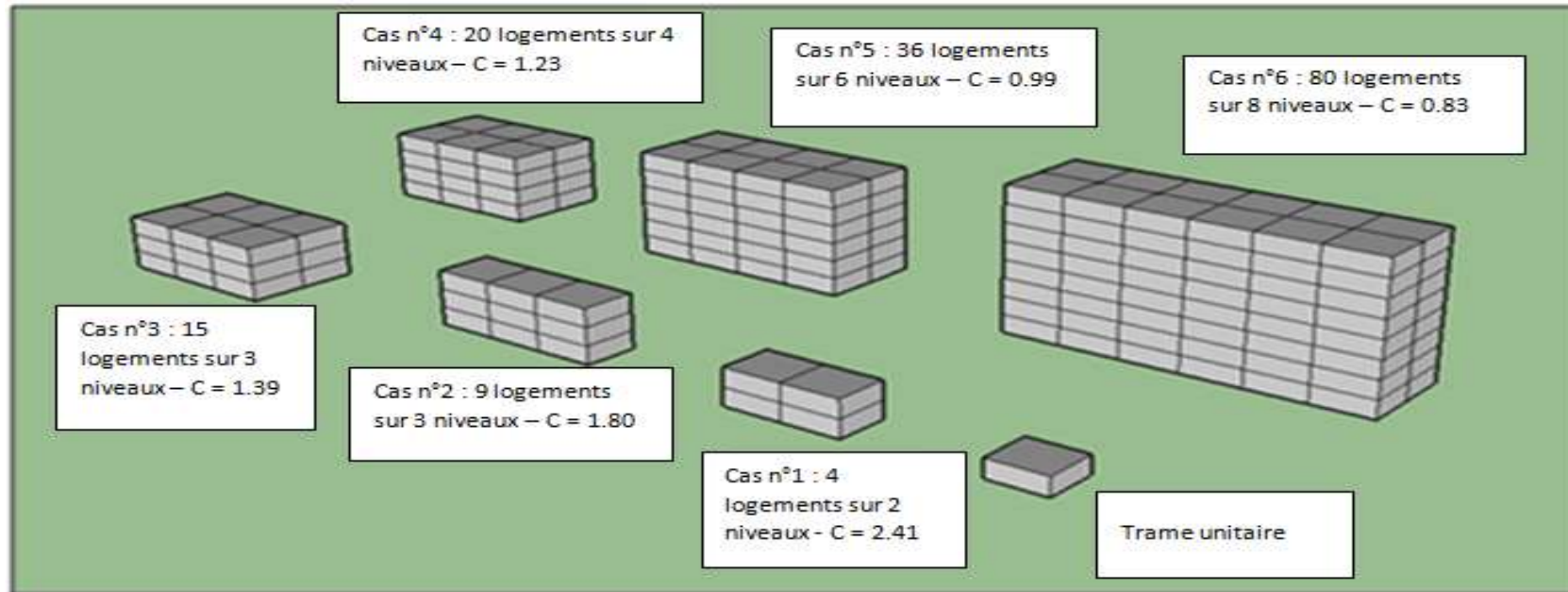
52

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP) I
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs



Sensibilités / Compacité

53



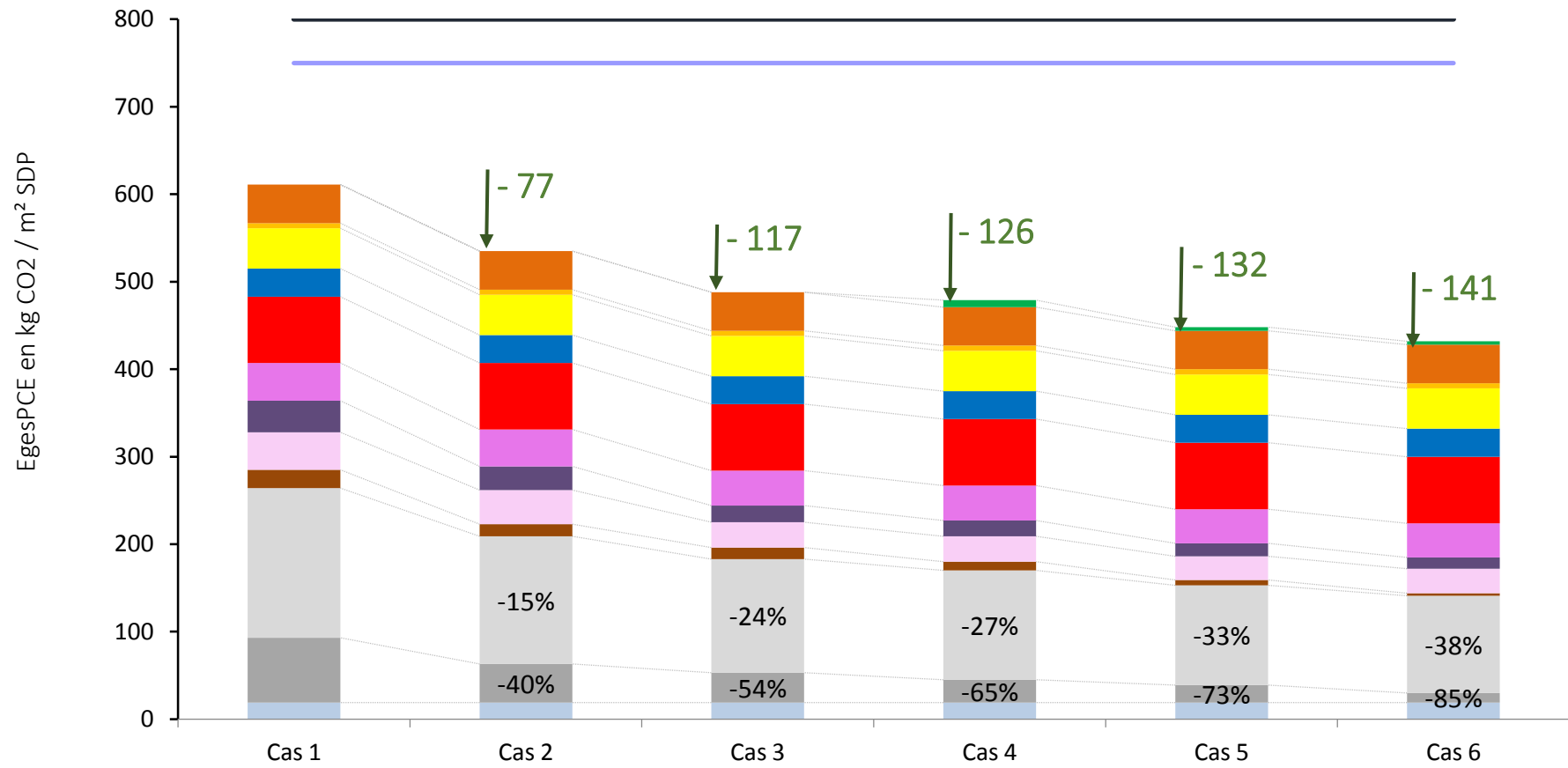
→ Compacité croissante du bâtiment 1 au bâtiment 6
Le bâtiment 6 est 3 fois plus compact que le bâtiment 1



Sensibilités / Compacité

55

Impact de la compacité sur le Eges



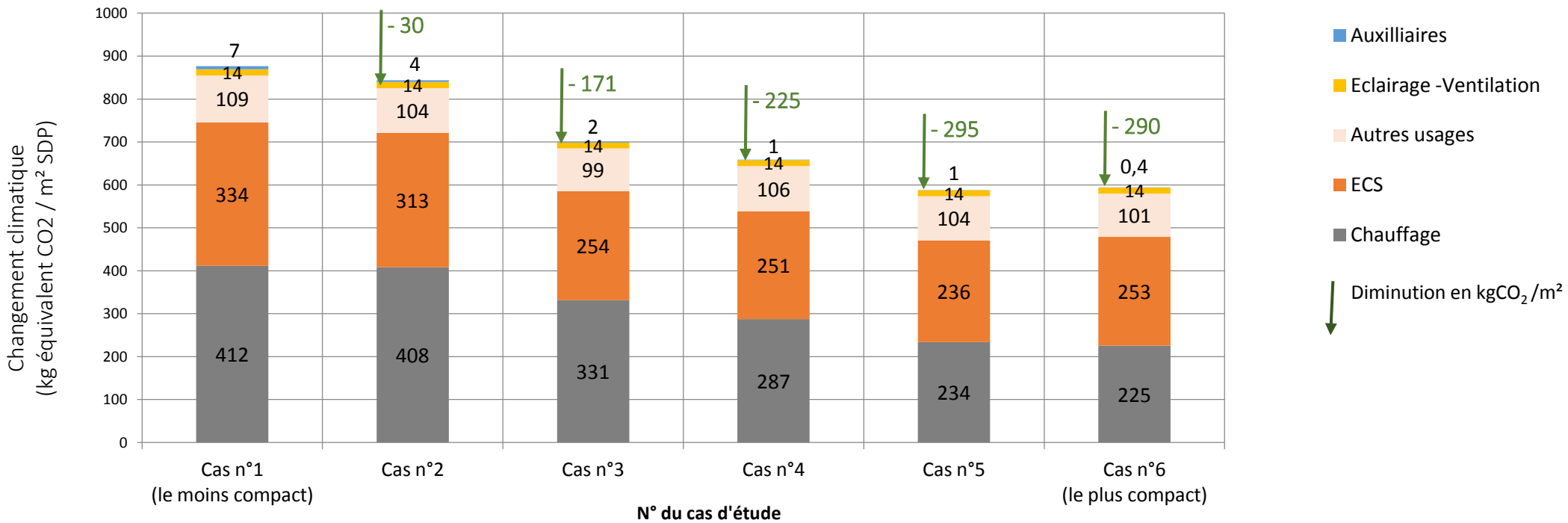
- Lot 13: Photovoltaïque
- Lot 12: Appareils élévateurs
- Lot 11: CFA
- Lot 10: CFO
- Lot 9: Sanitaires
- Lot 8: CVC
- Lot 7: Revêtements intérieurs
- Lot 6: Façades
- Lot 5: Cloisonnement
- Lot 4: Toiture
- Lot 3: Superstructures
- Lot 2: Fondations
- Lot 1:VRD
- Eges PCE max 2
- Eges PCE max 1

Diminution en kgCO₂/m²



Influence de la compacité sur l'impact environnemental des consommations

Changement climatique - Impact détaillé du contributeur énergie



Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

57

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs



Sensibilités/ Niveaux de saisie des données environnementales



58

Exemples sur des produits du second œuvre modifiés

Produit	MDEGD	Collectives/ Individuelles	Ecart (kgCO ₂ /m ² sdp)*
Revêtement de sol souple PVC			
Donnée environnementale (DE)	13.4 kgCO ₂ /m ²	10.1 kgCO ₂ /m ²	34
Durée de Vie Théorique (DVT)	10 ans	15 ans	
Menuiserie PVC	Fenêtre en PVC	Fenêtres et portes fenêtres en PVC	
DE	137 kgCO ₂ /m ²	68.6 kgCO ₂ /m ²	68.4
DVT	30 ans	30 ans	

Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

59

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. **Systèmes constructifs**
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

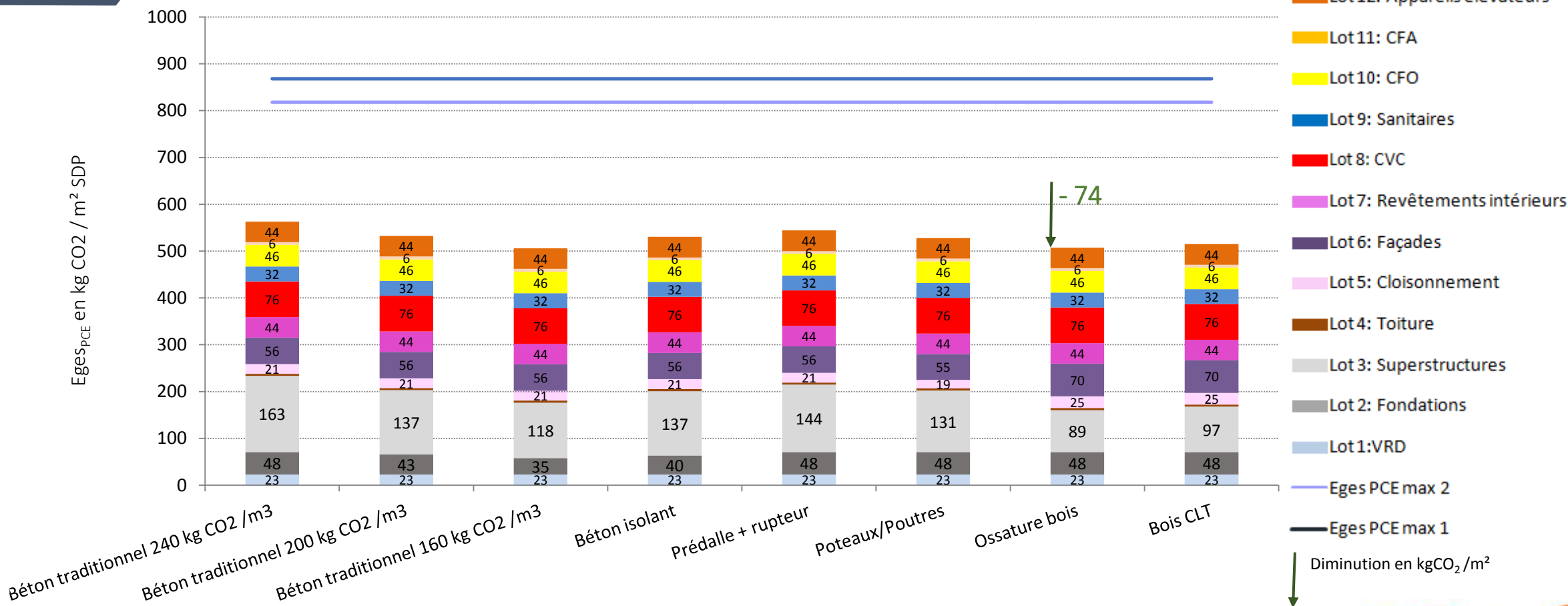


Sensibilités / Systèmes constructifs



60

Impact des systèmes constructifs



Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

61

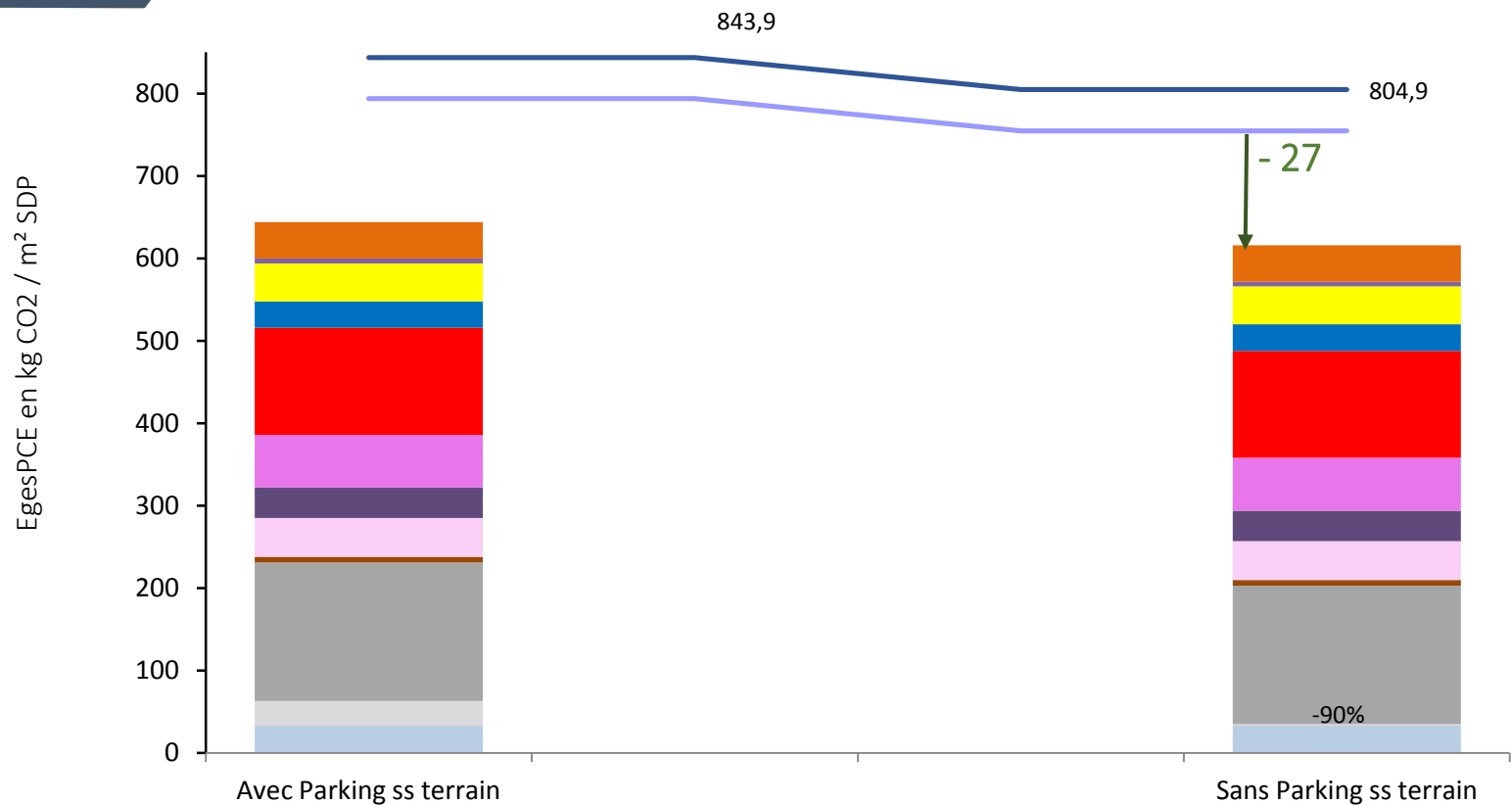
1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. **Type de plancher**
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs



Avec et sans Parking sous-terrain

62

Impact carbone avec et sans parking sous-terrain



- Lot 12: Appareils élévateurs
- Lot 11: CFA
- Lot 10: CFO
- Lot 9: Sanitaires
- Lot 8: CVC
- Lot 7: Revêtements intérieurs
- Lot 6: Façades
- Lot 5: Cloisonnement
- Lot 4: Toiture
- Lot 3: Superstructures
- Lot 2: Fondations
- Lot 1: VRD
- EGES PCE MAX 2
- EGES PCE MAX 1

Diminution en kgCO₂/m²

Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

63

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs



Sensibilités / Niveau d'isolation



Prestations enveloppe

64

	Enveloppe Base	Enveloppe Performante	Enveloppe très Performante
Bbiomax-x%	Bbiomax	Bbiomax-20%	Bbiomax-40%
Murs	Up= 0.47 R=2.10	Up= 0.32 R=3.15	Up= 0.25 R=4
Toiture	R=6	R=8	R=10
Plancher bas	Up= 0.40	Up= 0.20	Up= 0.15
Baies	Uw = 1.5	Uw = 1.5	Uw= 1.2

Attention, les prestations du niveau Bbiomax ne correspondent pas au pratiques courantes.



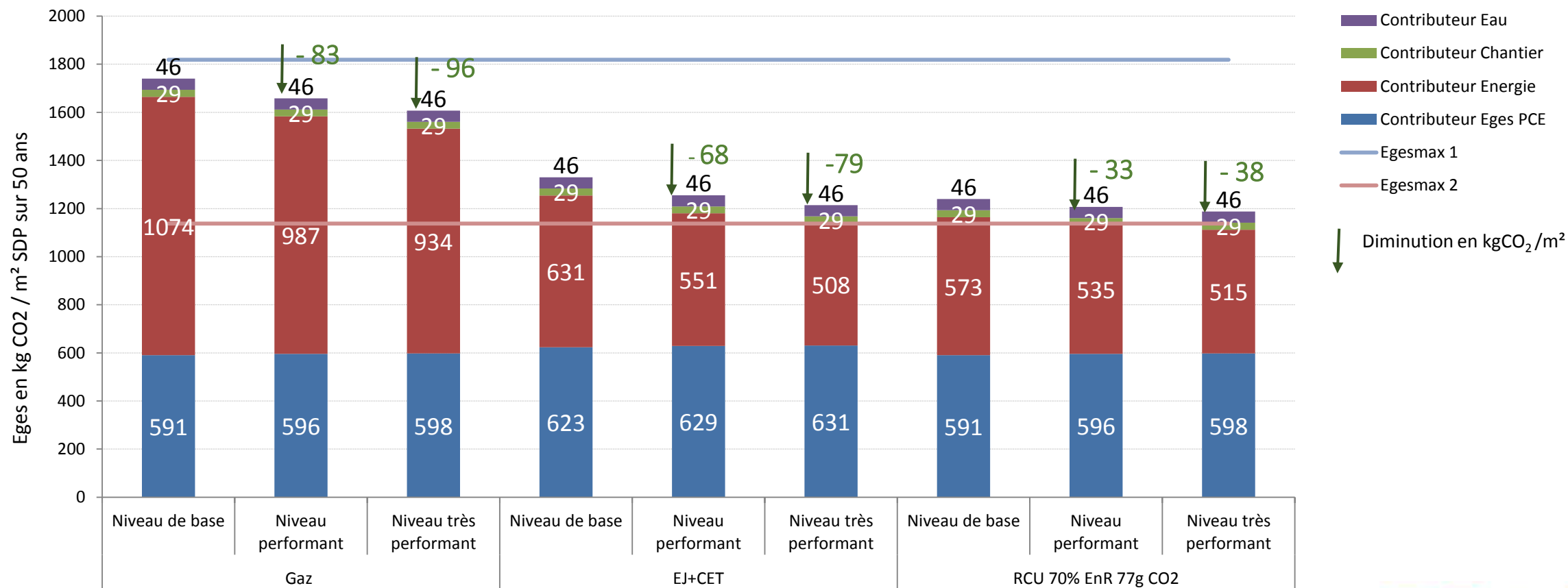
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID



Sensibilités / Niveau d'isolation

65

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction du niveau de performance du bâti
Immeuble collectif - zone H1b



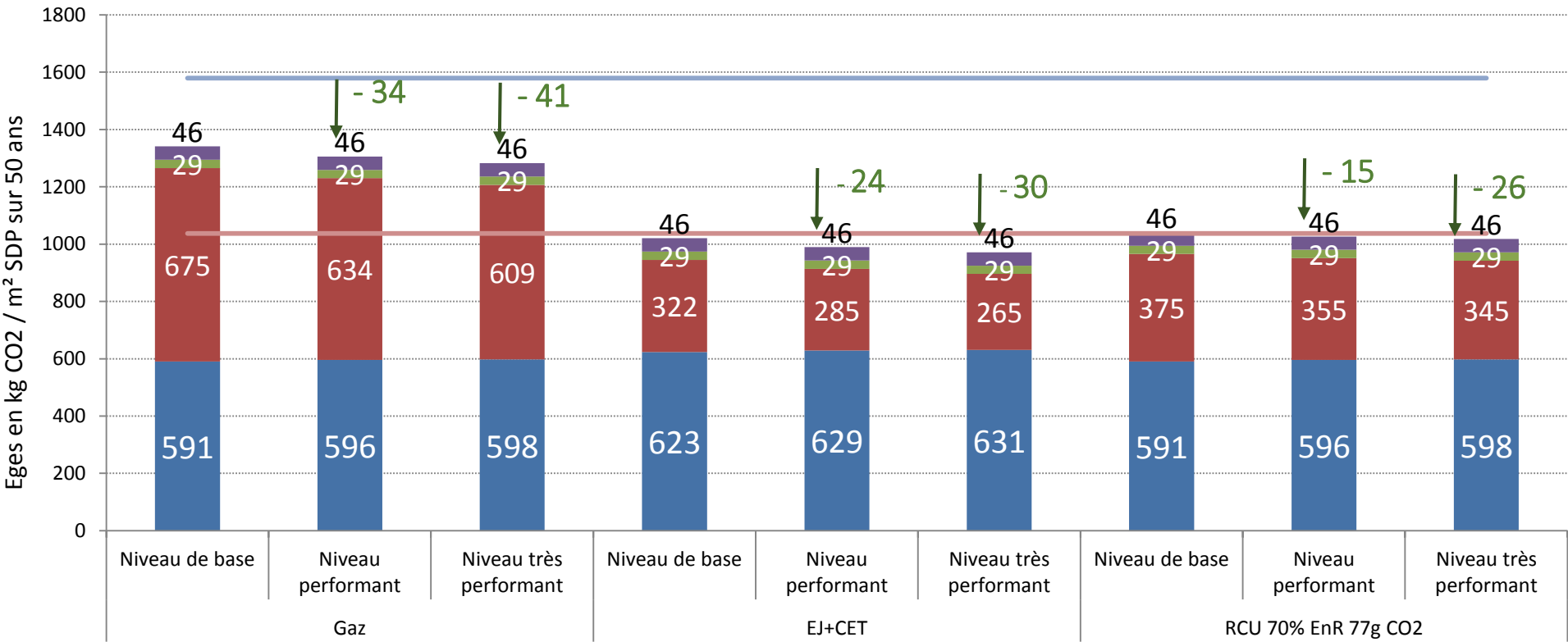
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID



Sensibilités / Niveau d'isolation

66

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction du niveau de performance du bâti
Immeuble collectif - zone H3



- Contributeur Eau
- Contributeur Chantier
- Contributeur Energie
- Contributeur Eges PCE
- Egesmax 1
- Egesmax 2

↓ Diminution en kgCO₂/m²

Mais EJ + CET ne respecte pas la RT . Mettre des panneaux photovoltaïques

Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

67

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. **Systèmes énergétiques**
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs



Systèmes énergétiques

68

- gaz collectif + CESC : Chaudière gaz collective+ solaire Thermique $1\text{m}^2/\text{logt}$
- Gaz collectif: Chaudière gaz collective
- Gaz individuel :Chaudières gaz individuelles
- EJ + CET*+210 m^2PV :Effet joule + CET individuel sur air extrait*
- RCU 70%taux ENR: Réseau de chaleur



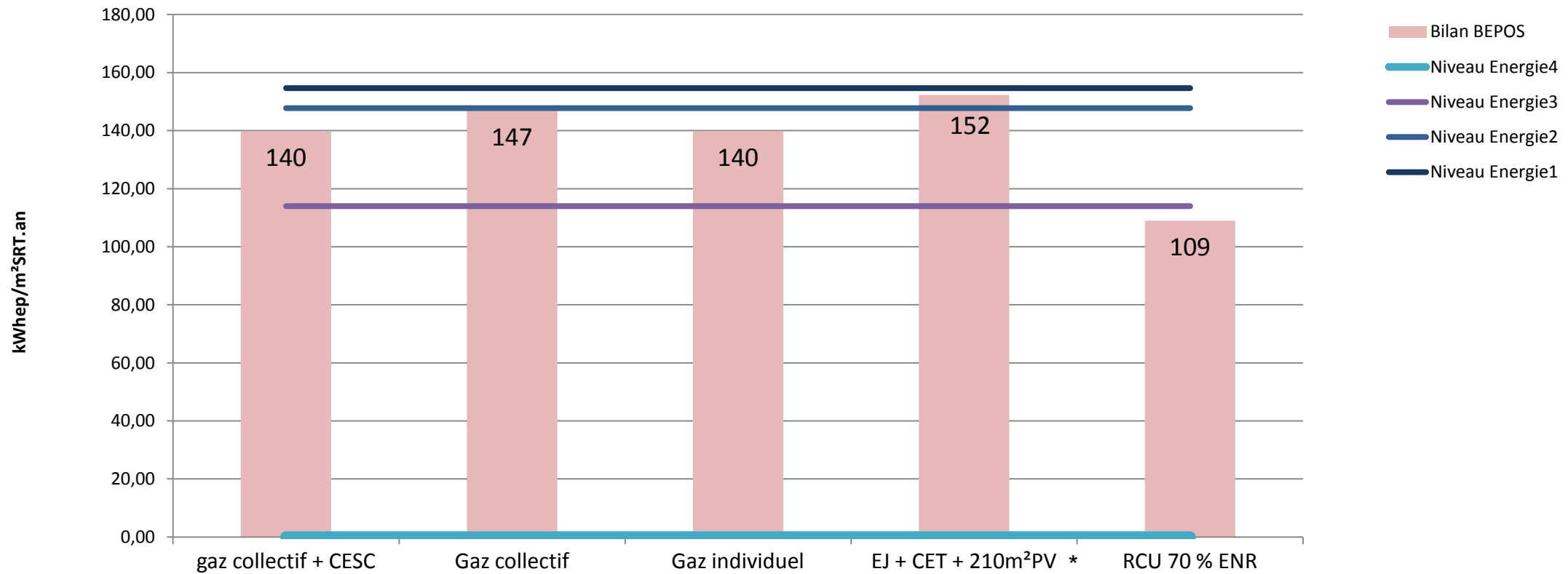
Prestations enveloppe		
	Bbiomax-20%	Bbiomax-40%(*)
Mur	Up= 0.32 R=3.15	Up= 0.25 R=4
Toit	R=8	R=10
Plancher bas	Up= 0.20	Up= 0.15
Fenêtre	Uw = 1.5	Uw= 1.2

Ventilation simple flux hygro B

Systèmes énergétiques – bilan BEPOS H1b

69

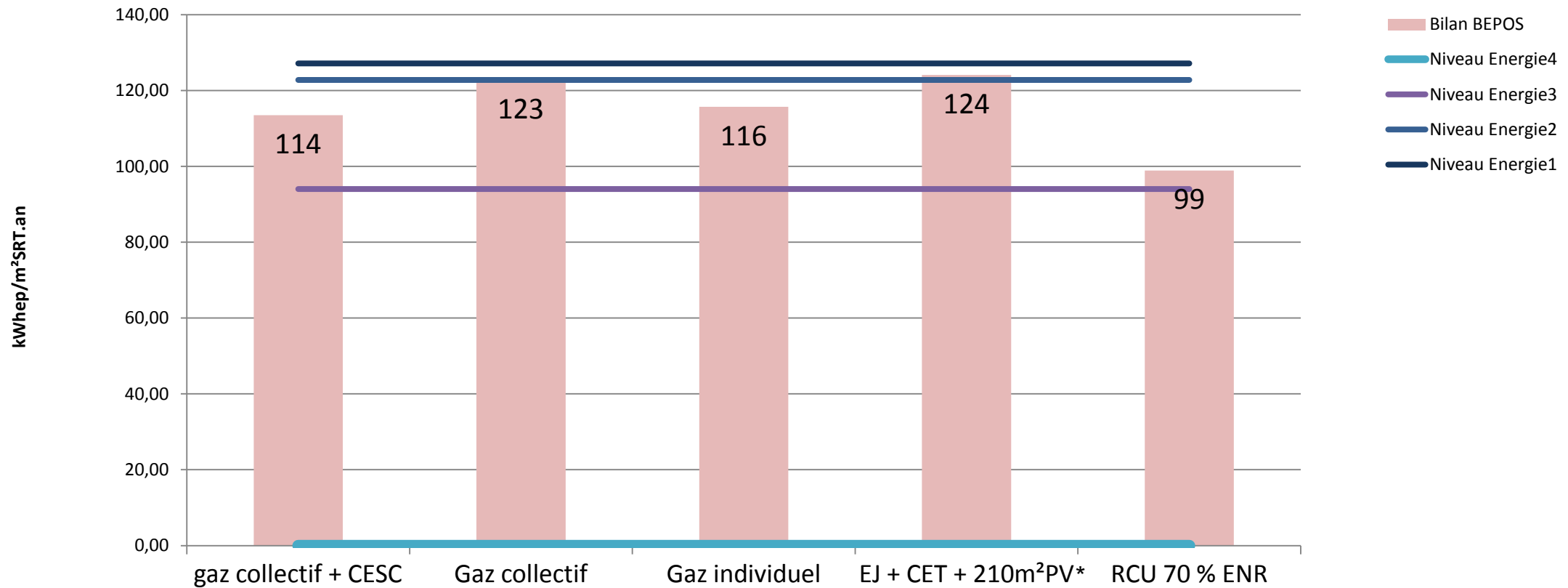
Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : H1B



Systèmes énergétiques – bilan BEPOS H3

70

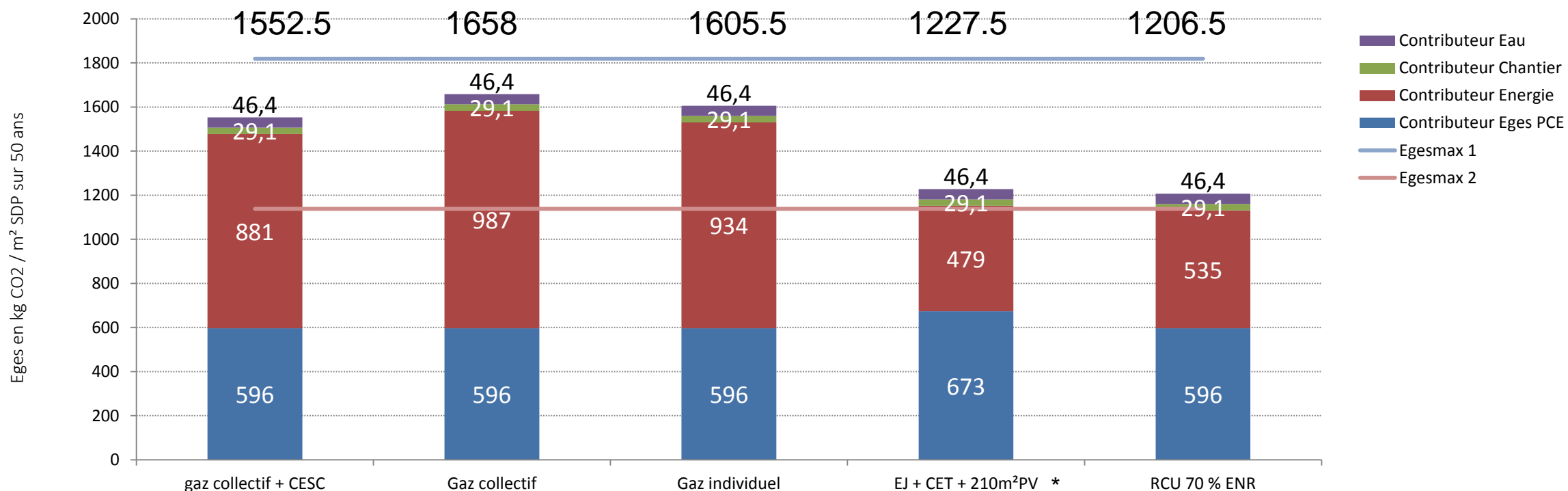
Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : H3



Systemes énergétiques – Eges H1b

71

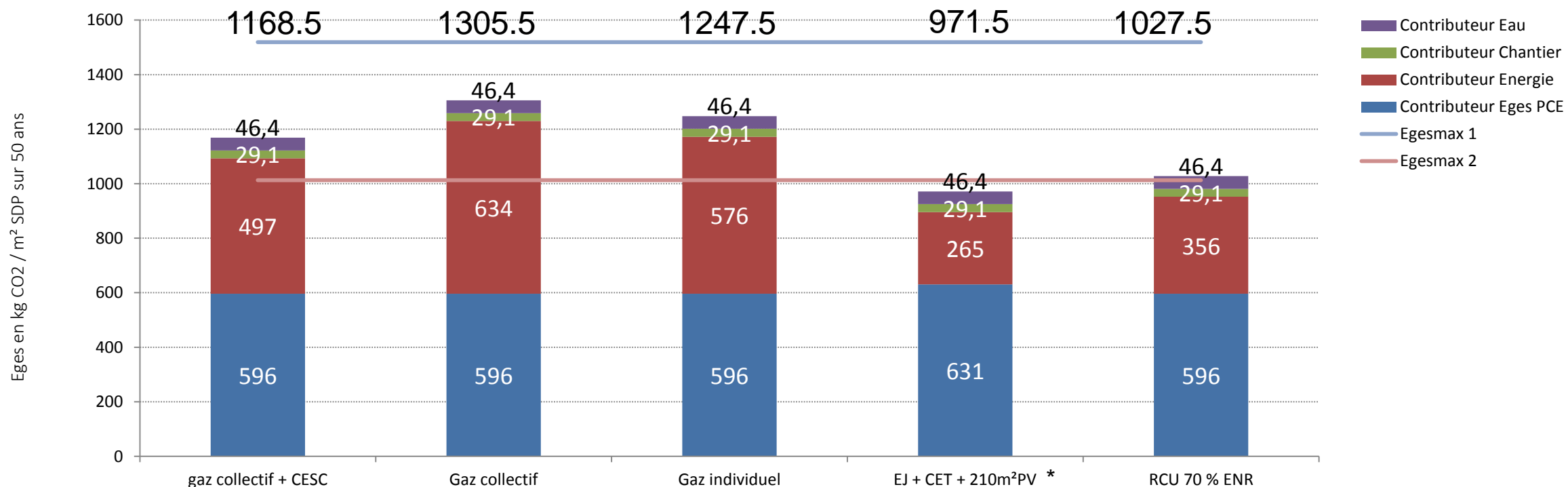
Impact des systèmes énergétiques sur le Eges
Immeuble collectif- zone H1b



Systemes énergétiques – Eges H3

72

Impact des systèmes énergétiques sur le Eges
Immeuble collectif- zone H3



Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

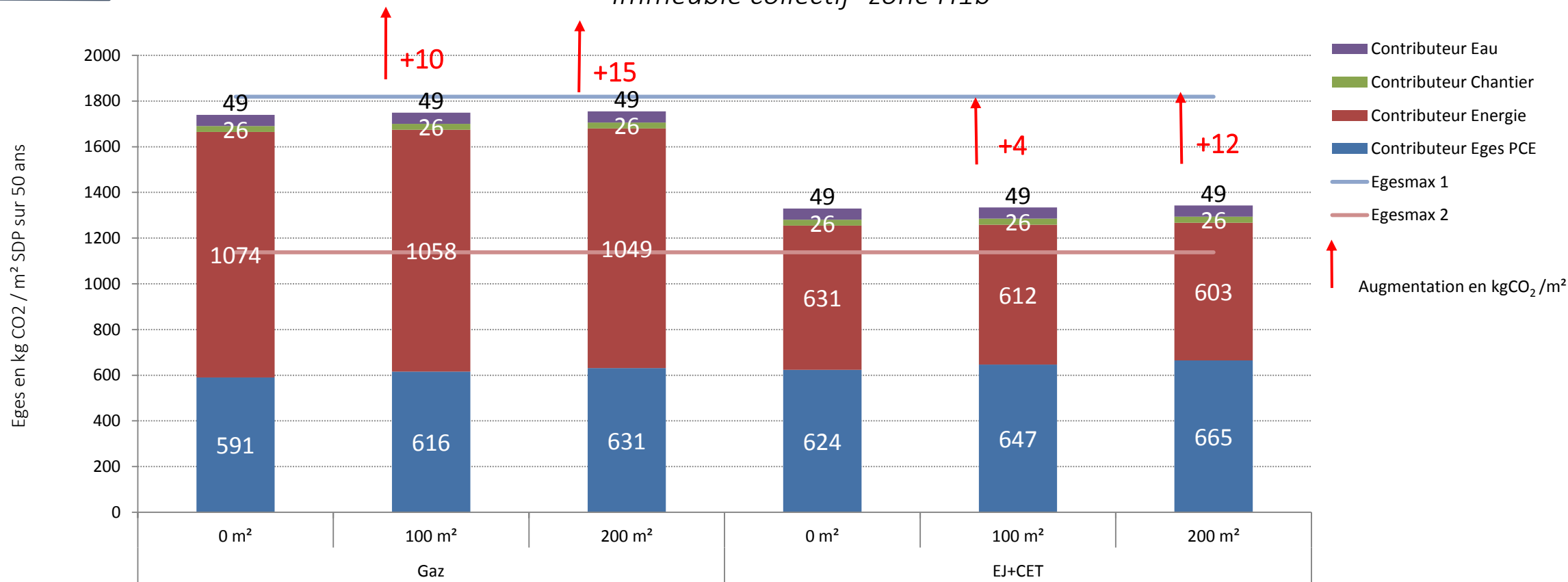
73

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs





Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques
Immeuble collectif- zone H1b

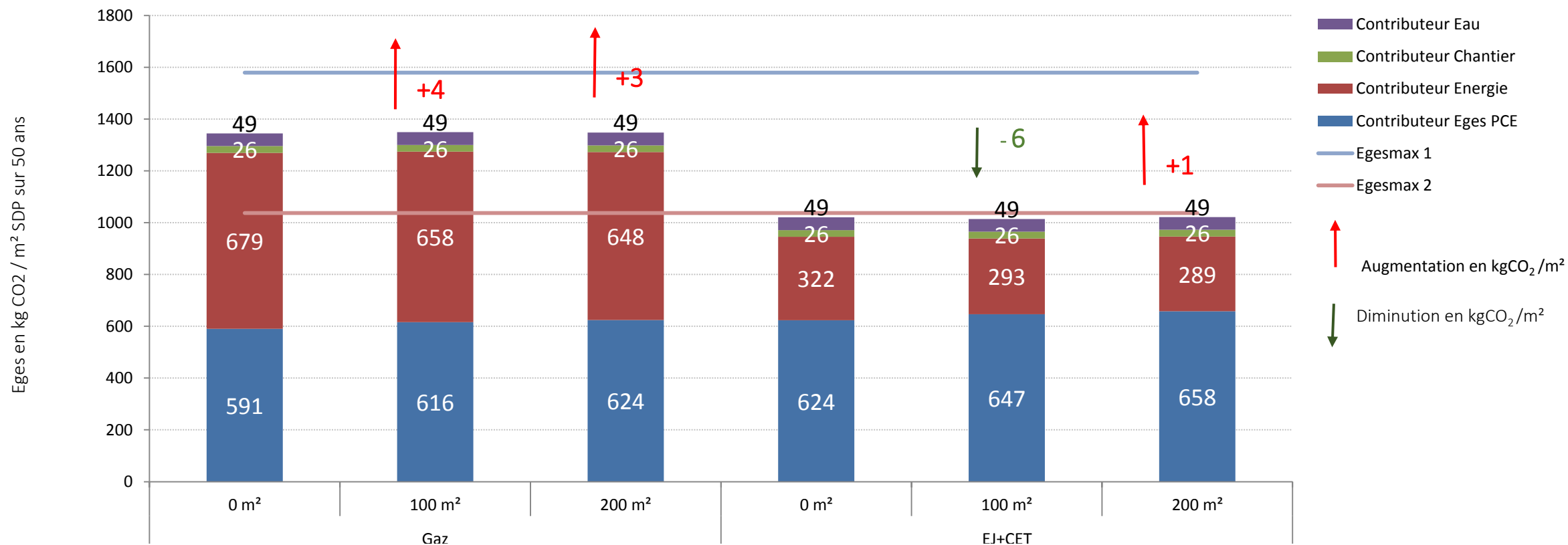


Sensibilités / Photovoltaïque



75

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques
Immeuble collectif- zone H3



TAC = 63%
Export = 3
kWhef/m²srt

TAC = 47%
Export = 9
kWhef/m²srt

TAC = 64%
Export = 3
kWhef/m²srt

TAC = 47%
Export = 9
kWhef/m²srt



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID



Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs



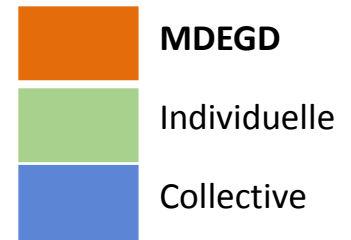
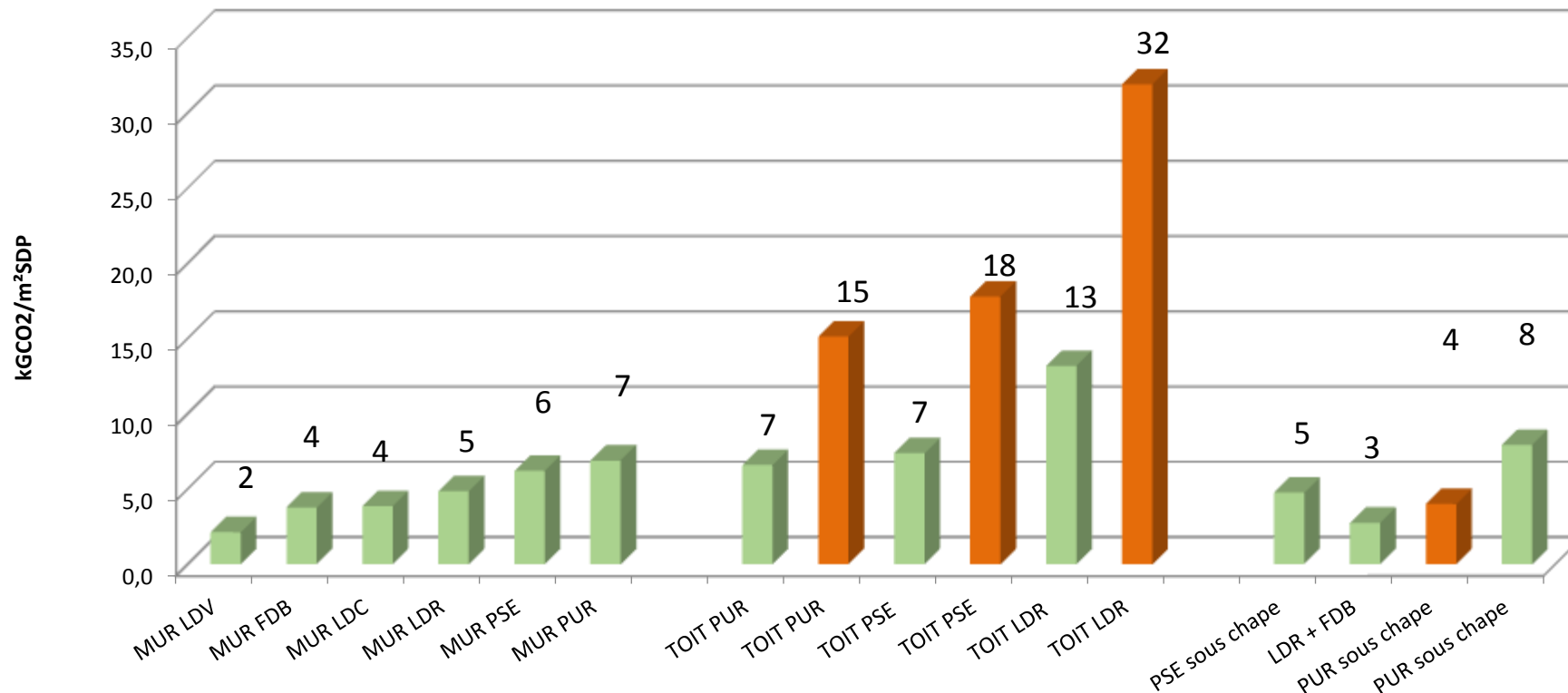
76

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/collectives / industriels) sur qq postes et au global
3. Systèmes constructifs (béton; briques ; ossature bois ; CLT)
4. Type de plancher (TP;VS;PKG;caves)
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. **Choix de matériaux**
9. Aménagements extérieurs

Choix des isolants

77

Impact des isolants selon leur nature à l'échelle du bâtiment



A performances égales	
MUR	3.5 m²/W.K
TOIT	10 m²/W.K
Sous chape	5 m²/W.K

LDV: laine de verre
 LDC: laine de chanvre
 FDB: fibre de bois
 LDR: laine de roche
 PSE: polystyrène
 PUR: polyuréthane

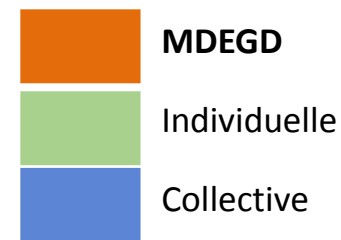
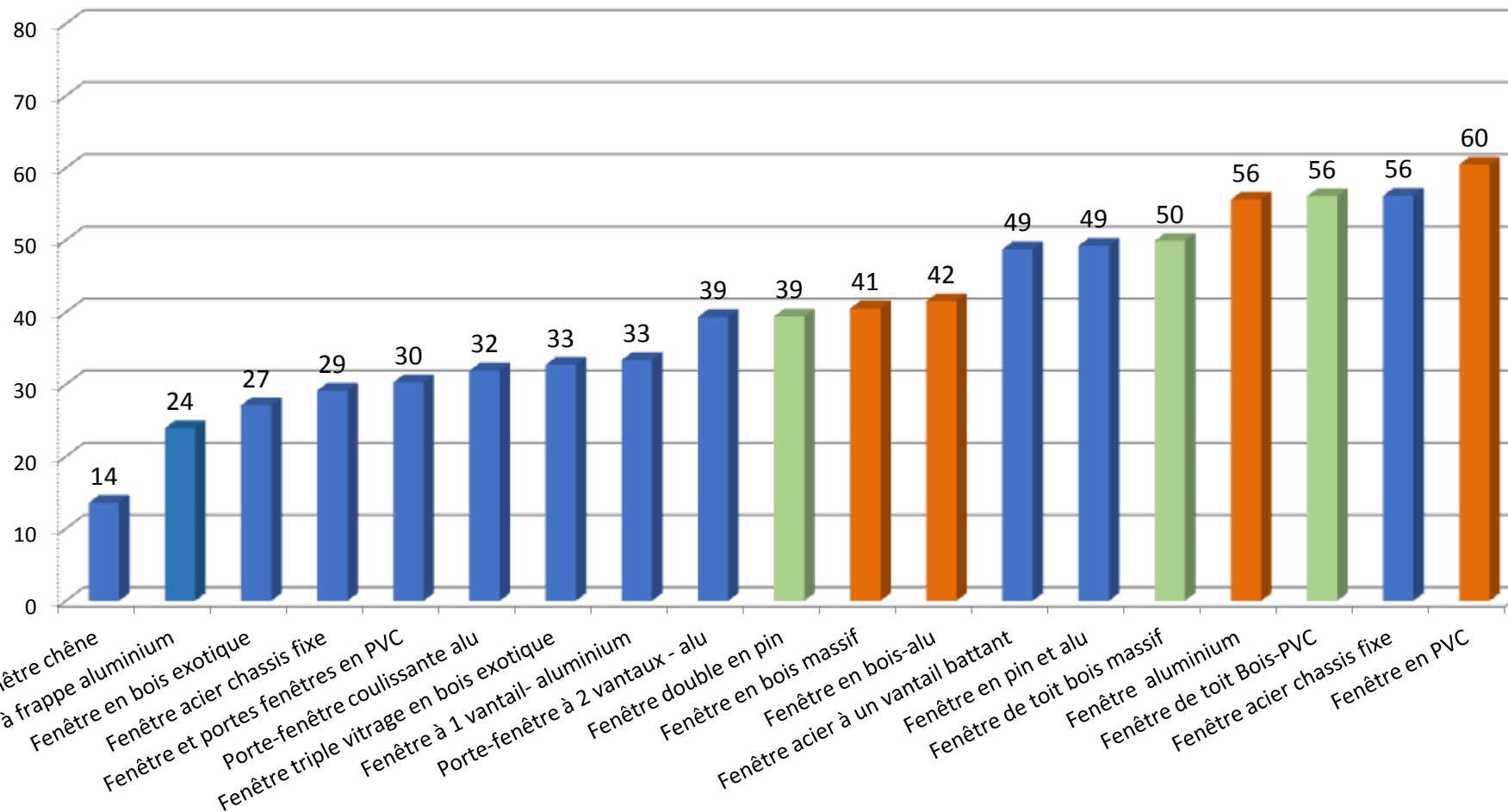
Choix des fenêtres

78



Impact du type de menuiseries selon leur nature à l'échelle du bâtiment

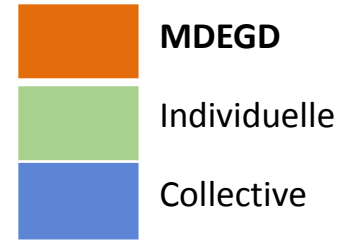
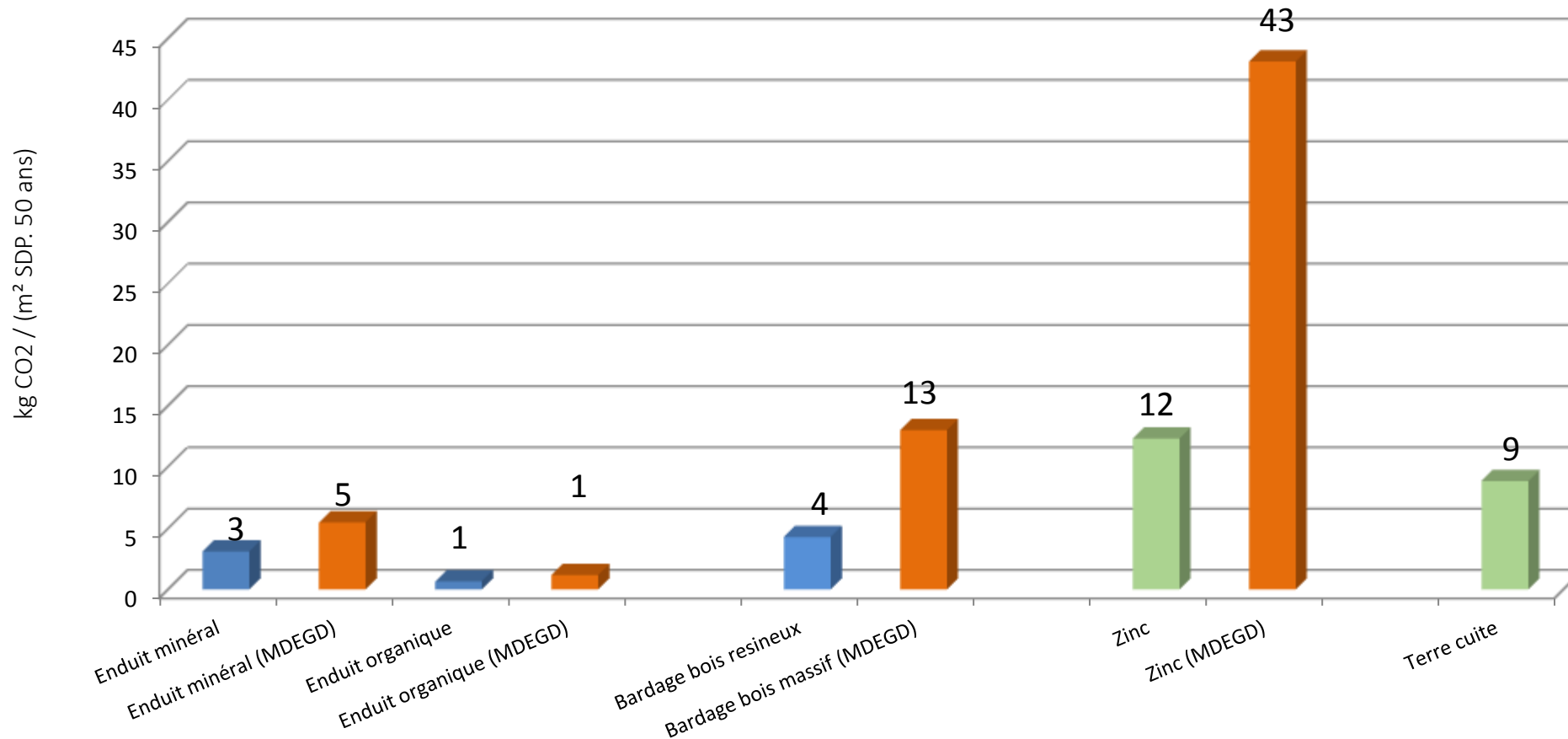
kg CO₂ / m² SDP / 50 ans



Finitions de façade

79

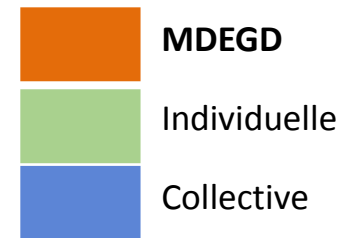
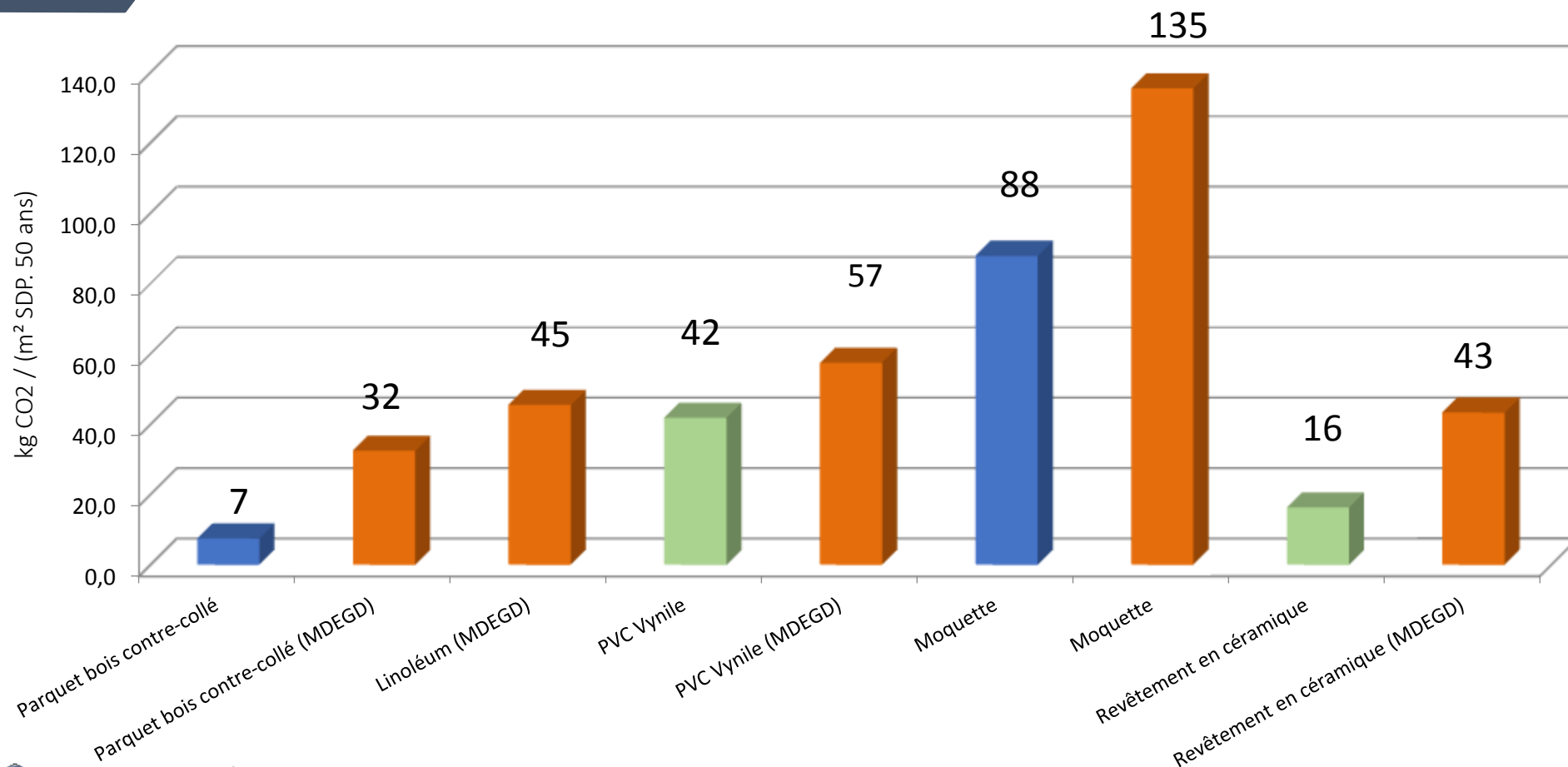
Impact des revêtements de façade selon leur nature à l'échelle du bâtiment



Revêtement de sol

80

Impact des revêtements selon leur nature à l'échelle du bâtiment



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



81

Chaudière gaz collective

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils	143.6	137.8	106
Enveloppe	Base Bbiomax	Bbiomax-20%	Bbiomax-40%
Murs (Up)	0.47	0.32	0.25
Toiture (R)	6	8	10
Plancher Bas (Up)	0.40	0.20	0.15
Baies (Uw)	1.5	1.5	1.2
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	196.5 m ²

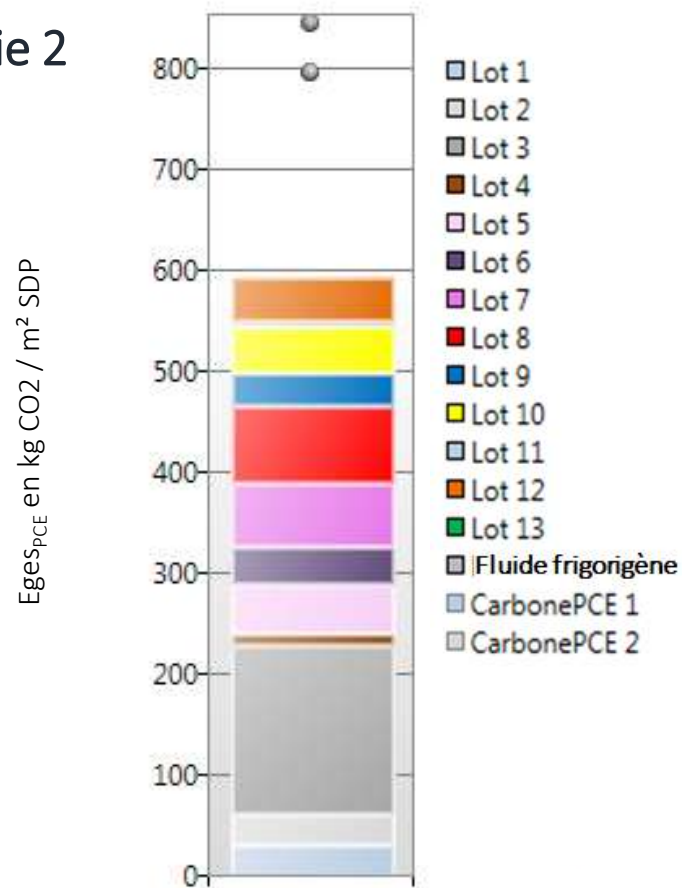
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



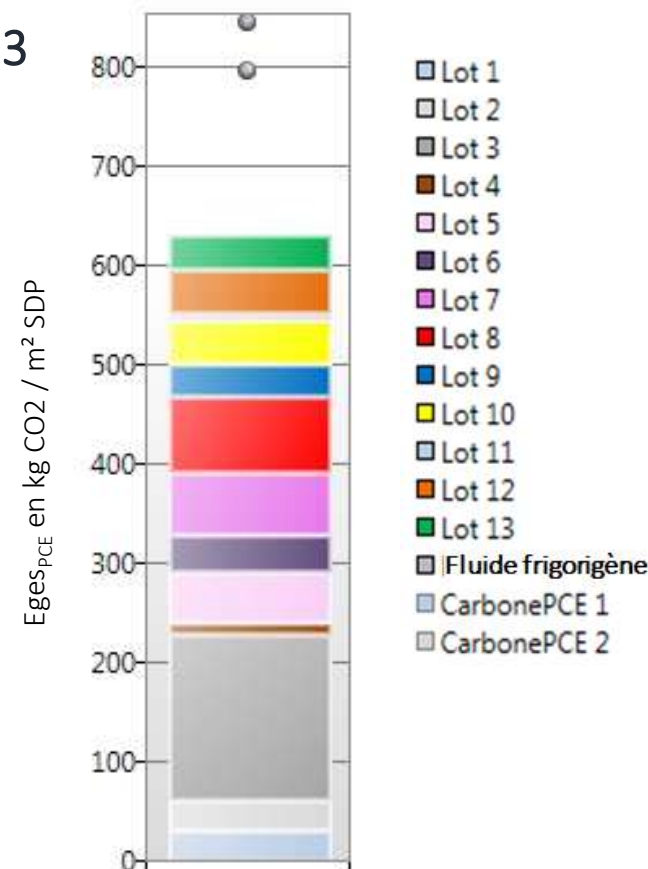
82

Chaudière gaz collective : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



83

Chaudière gaz collective + solaire

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils	143.6	137.8	106
Enveloppe	Base Bbiomax	Base Bbiomax	Bbiomax-40%
Murs (Up)	0.47	0.47	0.25
Toiture (R)	6	6	10
Plancher Bas (Up)	0.40	0.40	0.15
Baies (Uw)	1.5	1.5	1.2
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	148.5 m ²

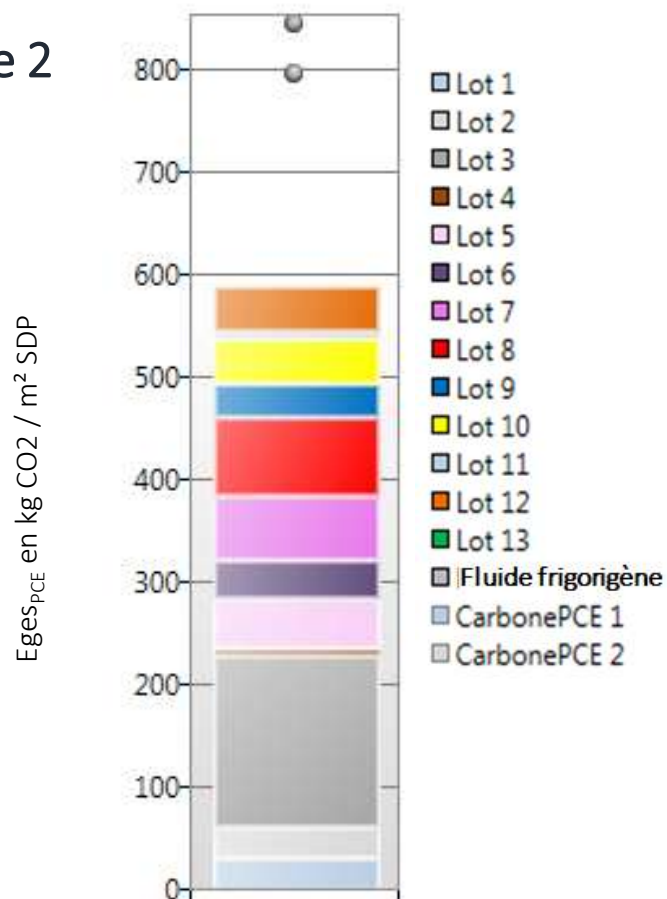
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



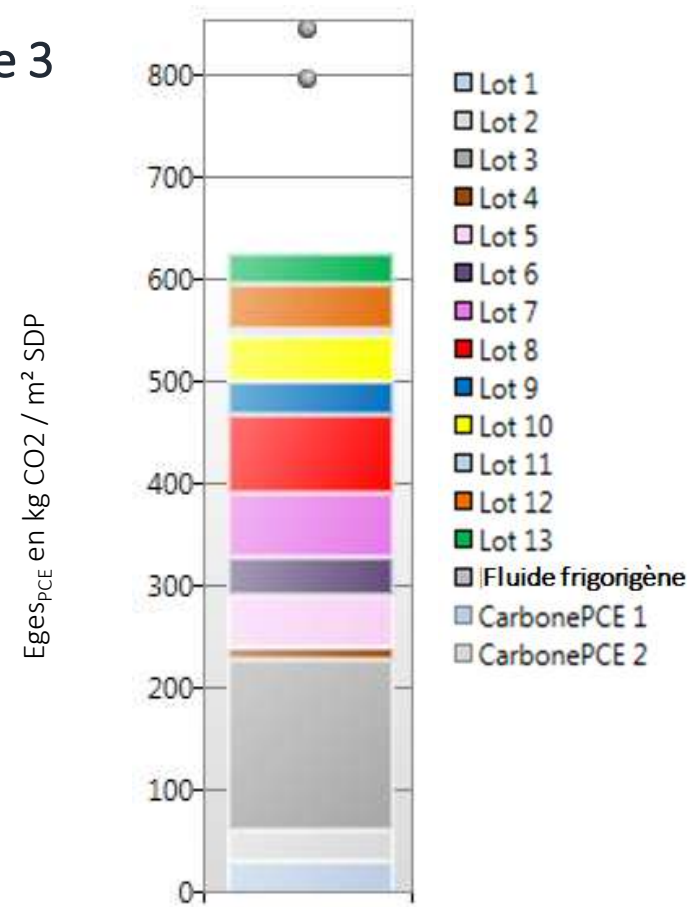
84

Chaudière gaz collective + solaire : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



85

Chaudières gaz individuelles

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils	143.6	137.8	106
Enveloppe	Base Bbiomax	Base Bbiomax	Bbiomax-40%
Murs (Up)	0.47	0.47	0.25
Toiture (R)	6	6	10
Plancher Bas (Up)	0.40	0.40	0.15
Baies (Uw)	1.5	1.5	1.2
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	156 m²

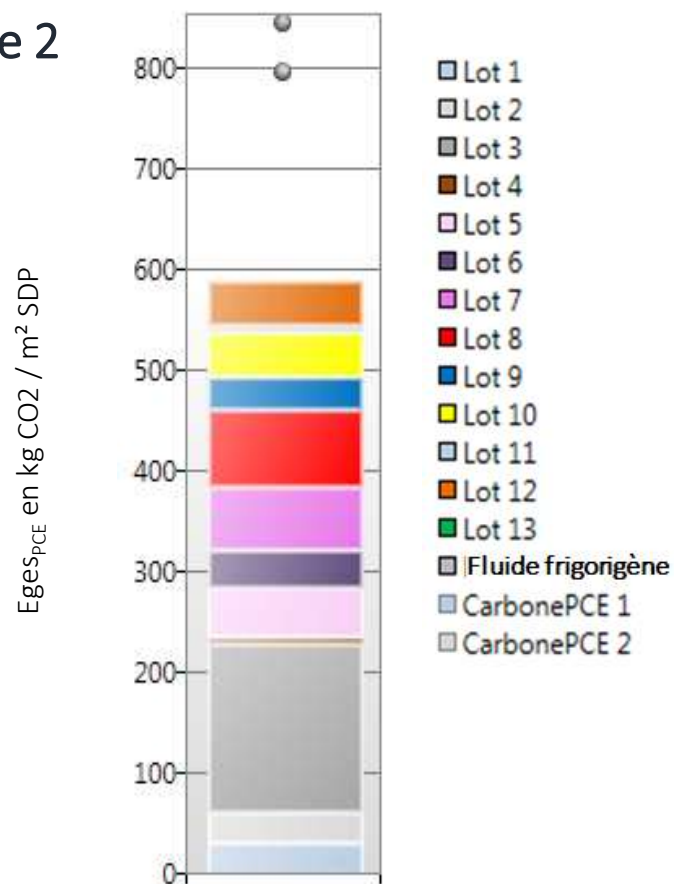
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



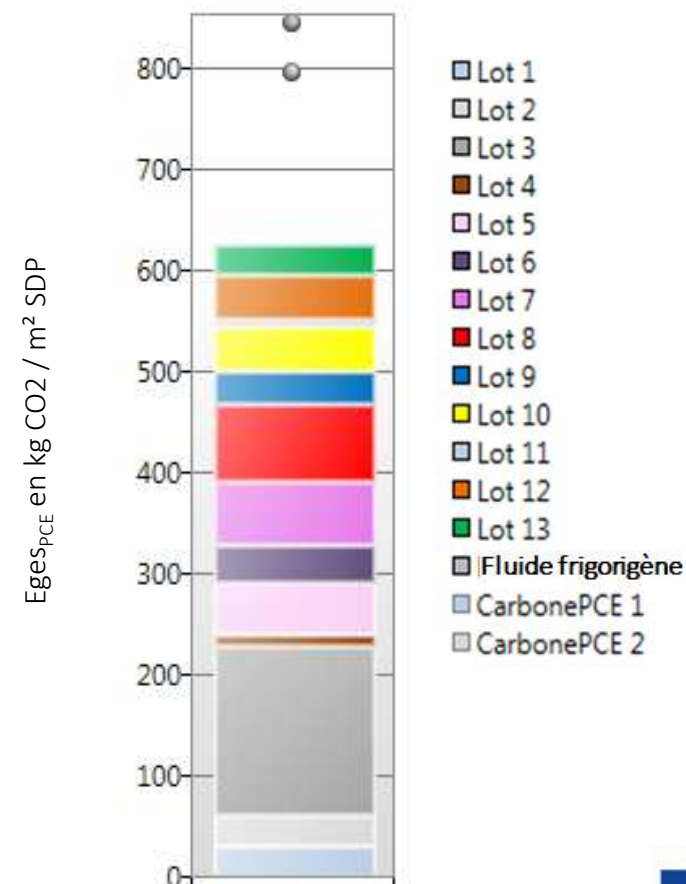
86

Chaudières gaz individuelles : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



87

Réseau de chaleur urbain 0% énergie renouvelable

	ENERGIE 1	ENERGIE 2
Seuils	143.6	137.8
Enveloppe	Bbiomax-40%	Bbiomax-40%
Murs (Up)	0.25	0.25
Toiture (R)	10	10
Plancher Bas (Up)	0.15	0.15
Baies (Uw)	1.2	1.2
Surface PV (m ²)	21 m ²	90 m ²

Energie 3 inatteignable avec surface d'installation PV disponible

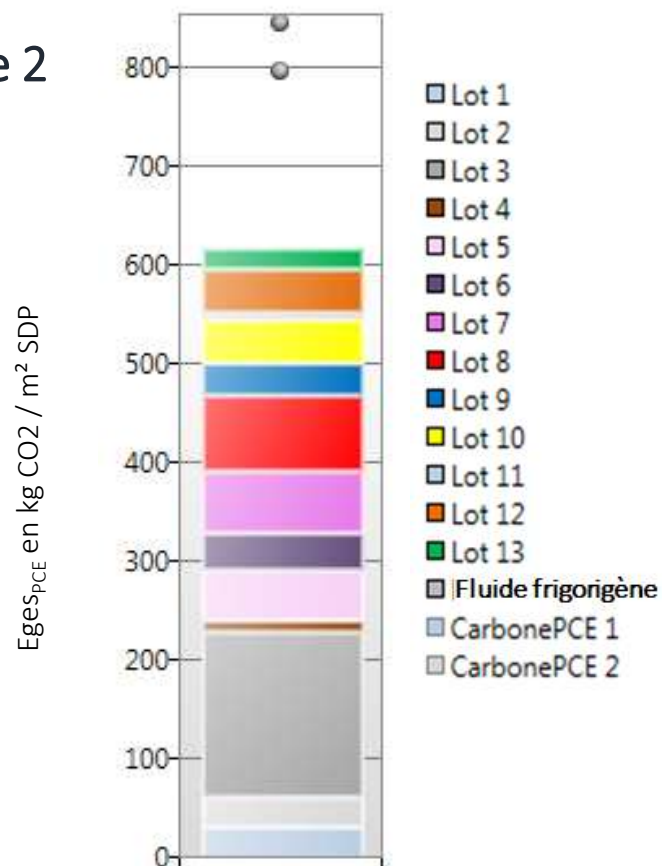
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



88

RCU 0% : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3 inatteignable avec surface d'installation PV disponible

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



89

Réseau de chaleur urbain 50% énergie renouvelable

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils	143.6	137.8	106
Enveloppe	Base Bbiomax	Base Bbiomax	Bbiomax-40%
Murs (Up)	0.47	0.47	0.25
Toiture (R)	6	6	10
Plancher Bas (Up)	0.40	0.40	0.15
Baies (Uw)	1.5	1.5	1.2
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	73.5m ²

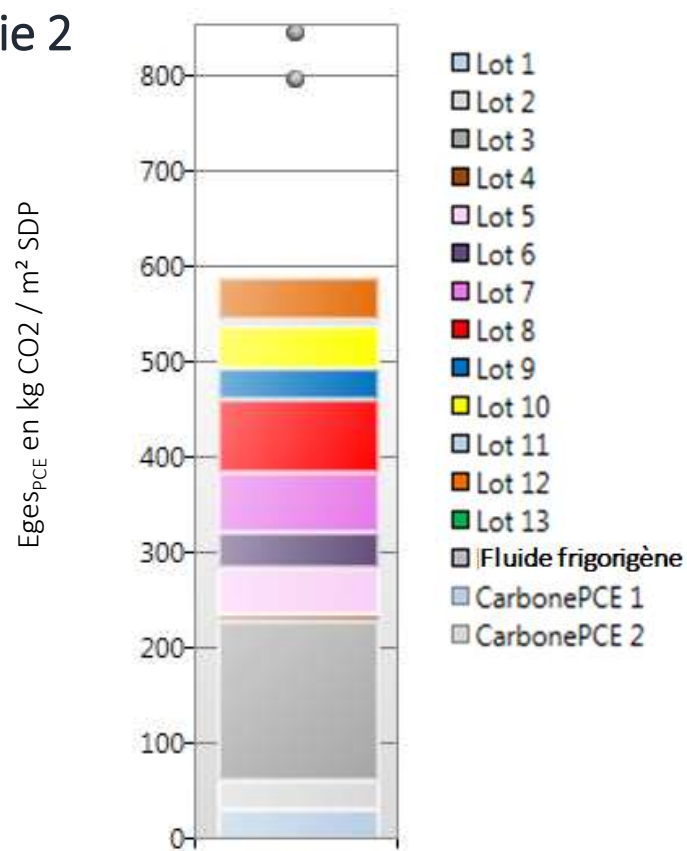
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



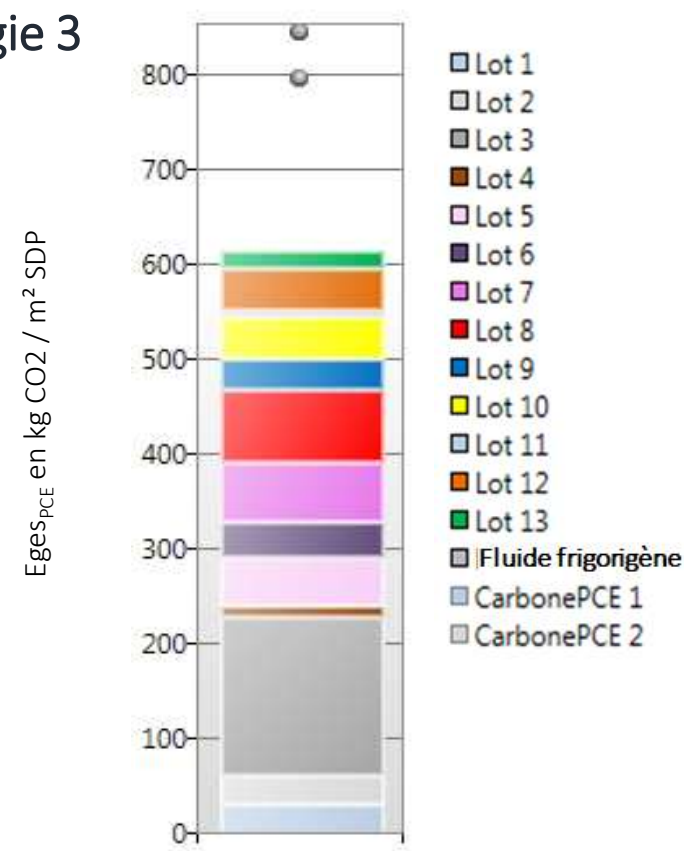
90

RCU 50% : : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



91

Réseau de chaleur urbain 70% énergie renouvelable

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils	143.6	137.8	106	0
Enveloppe	Base Bbiomax	Base Bbiomax	Bbiomax-20%	Bbiomax-40%
Murs (Up)	0.47	0.47	0.32	0.25
Toiture (R)	6	6	8	10
Plancher Bas (Up)	0.40	0.40	0.20	0.15
Baies (Uw)	1.5	1.5	1.5	1.2
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	0 m ²	Plus de 600 m ²

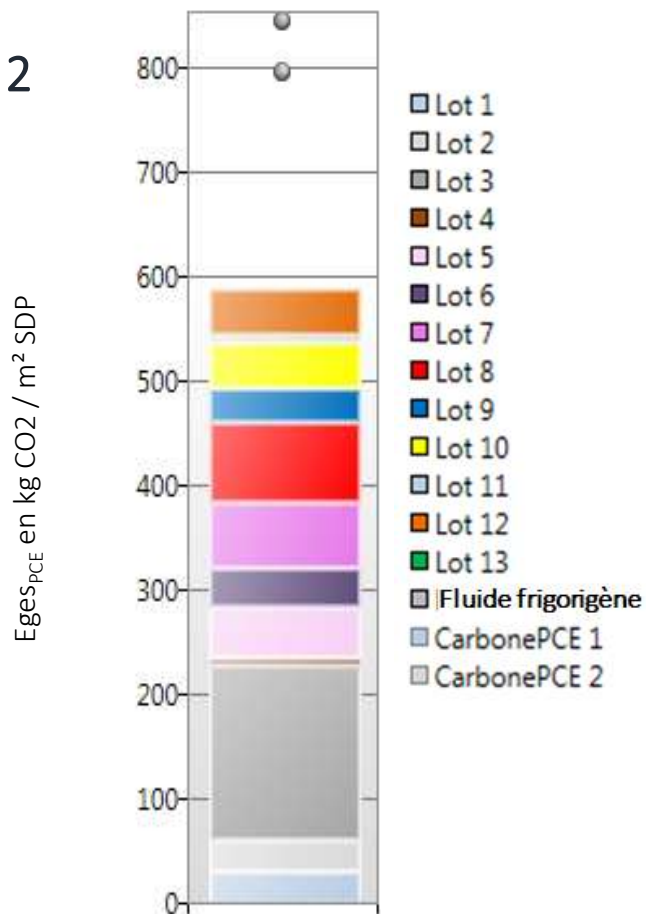
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



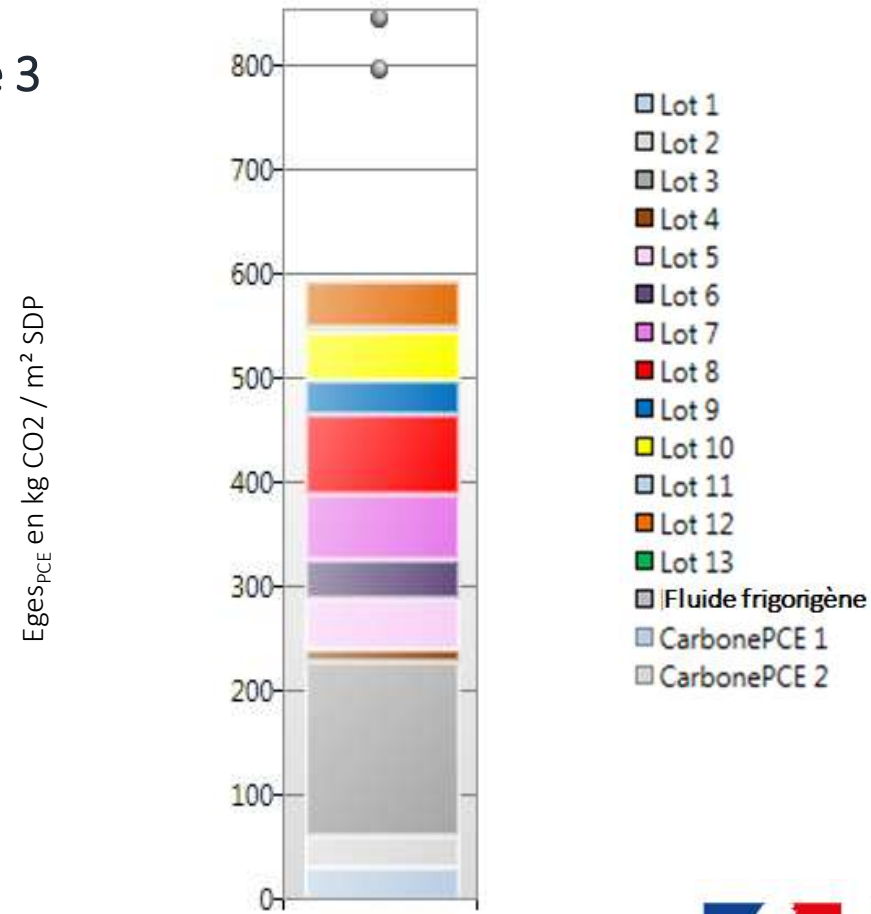
92

RCU 70% : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



93

Chaudière bois + appoint gaz

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils	143.6	137.8	106
Enveloppe	Base Bbiomax	Base Bbiomax	Base Bbiomax
Murs (Up)	0.47	0.47	0.47
Toiture (R)	6	6	6
Plancher Bas (Up)	0.40	0.40	0.40
Baies (Uw)	1.5	1.5	1.5
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	0 m ²

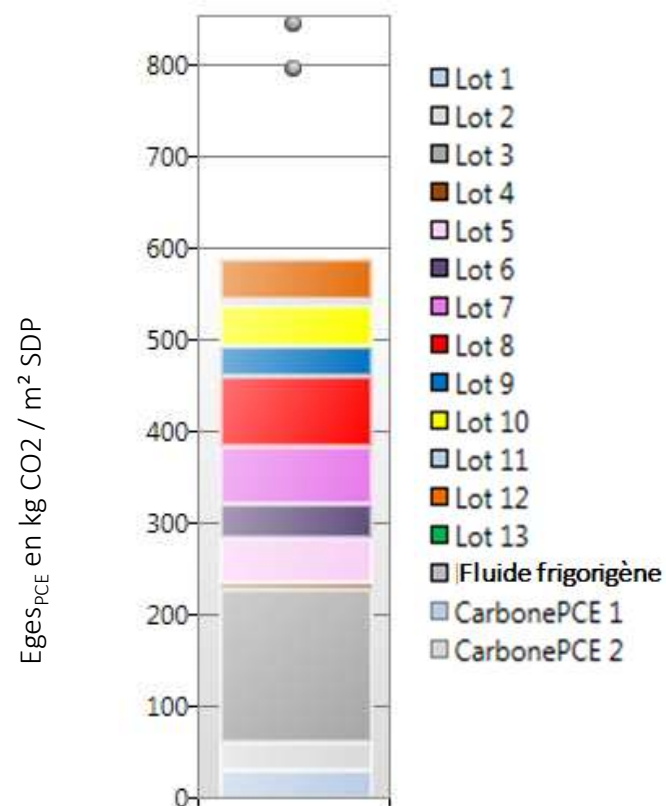
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



94

Chaudière bois : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 3



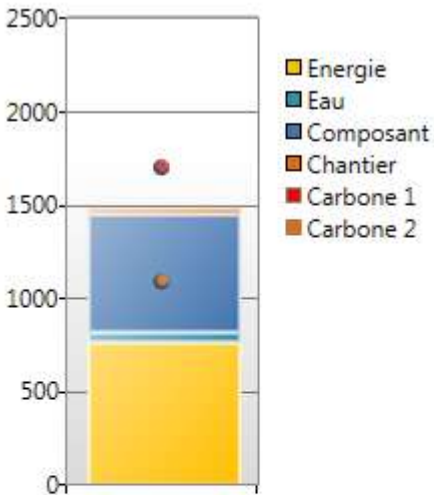
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



95

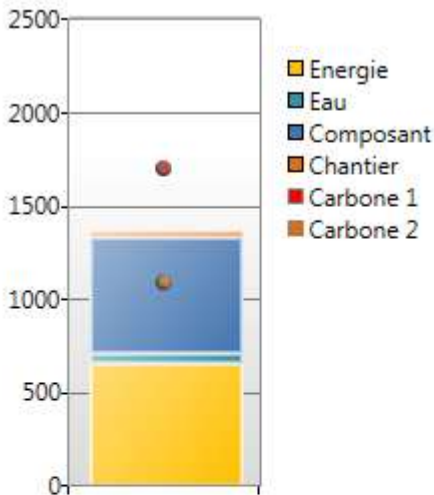
Impact Eges pour le niveau Energie 3

Chaudière gaz collective



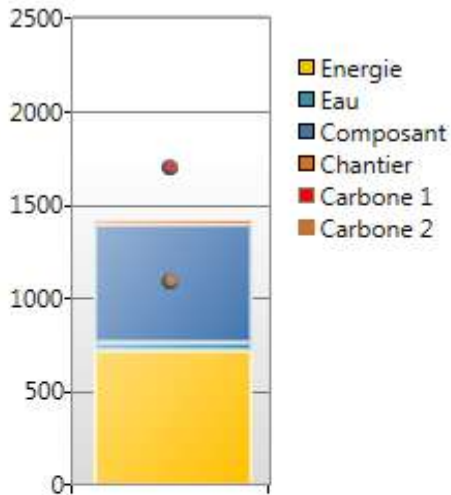
PCE	634.02
Energie	776.86
Chantier	29.10
Eau	46.42

Chaudière gaz + solaire thermique



PCE	628.36
Energie	668.66
Chantier	29.10
Eau	46.42

Chaudière gaz individuelle



PCE	629.26
Energie	727.22
Chantier	29.10
Eau	46.42

Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans

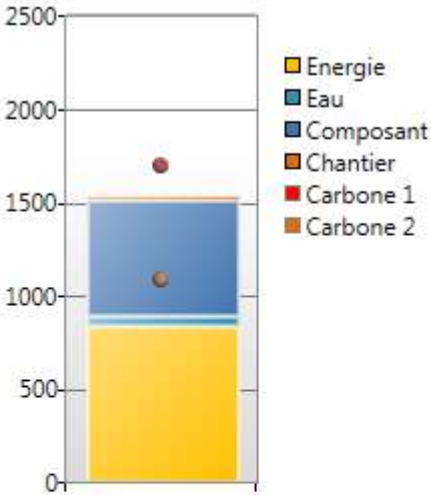
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



96

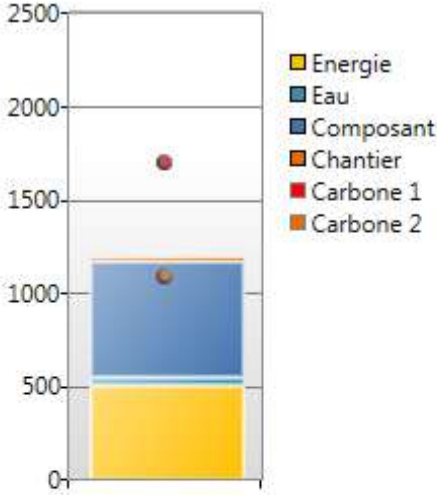
Impact Eges pour le niveau Energie 3

RCU 0% (juste niveau Energie 2 atteint)



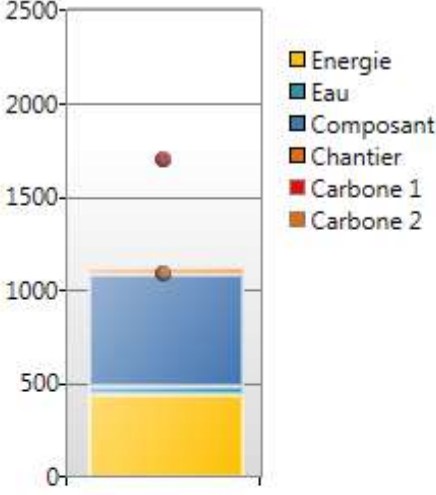
PCE	619.27
Energie	852.77
Chantier	29.10
Eau	46.42

RCU 50 %



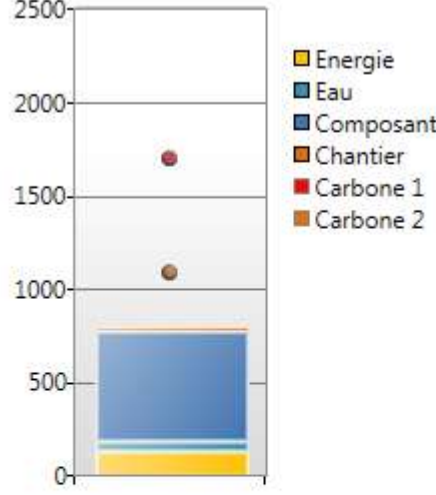
PCE	615.92
Energie	515.12
Chantier	29.10
Eau	46.42

RCU 70 %



PCE	597.75
Energie	451.25
Chantier	29.10
Eau	46.42

Chaudière bois



PCE	590.50
Energie	143.77
Chantier	29.10
Eau	46.42

Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID



Atteinte des niveaux Energie-Carbone selon les solutions énergétiques



97

	Chaudières gaz individuelles	Chaudière gaz collective	Chaudière gaz collective + solaire	Effet joule + CET	RCU 0%ENR	RCU 70%ENR	Bois appoint gaz
ENERGIE 1				ENV ++ & PV			
ENERGIE 2		ENV +		ENV ++ & PV+	ENV +		
ENERGIE 3	PV nécessaire	PV nécessaire	PV nécessaire		PV nécessaire	PV selon typologie	PV selon typologie
ENERGIE 4						PV nécessaire	PV nécessaire

CARBONE 1							
CARBONE 2				selon typologie et zone climatique		selon typologie et zone climatique	selon typologie et zone climatique

	Niveau énergie ou carbone facile à atteindre sans prestation supplémentaire
	Obtention du niveau énergie ou carbone requiert des prestations supplémentaire (enveloppe ou PV)
	Obtention du niveau énergie ou carbone très difficile voire impossible

- Maison
- Immeuble collectif
- Bureaux
- Enseignement

Descriptif des bureaux étudiés

99

Description générale	
Typologie du bâtiment	Bureaux
Nombre d'étages	R+4
Type de toiture	Terrasse
Zone	CE2
Unités d'analyse	
Surface de plancher SDP	4124 m ²
Sutile	4124 m ²
S _{RT}	4537 m ²
Descriptions et commentaires	
Type de parking	Souterrain
Nombre de places de parking (souterrain)	346
Nombre de places de parking (aérien)	0



Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux



100

1. Typologie – différentes formes
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux



101

1. Typologie – différentes formes
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Typologie – différentes formes

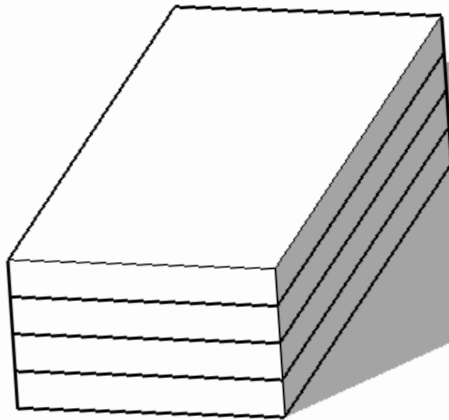


102

Trois formes aux compacités différentes et Sdp communes

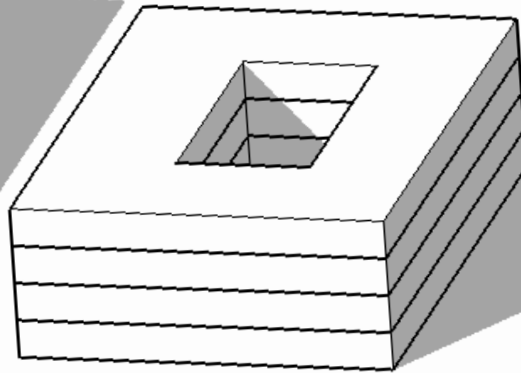
En bloc

-150 m linéaires
de façade



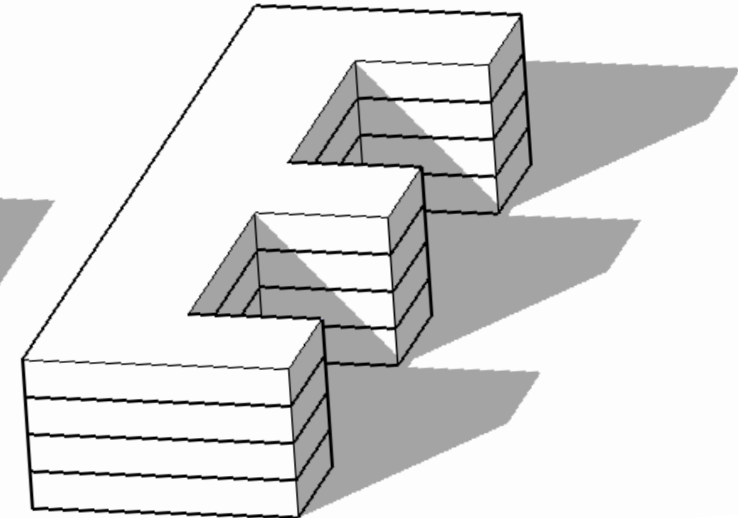
En patio

-196 m linéaires
de façade



En peigne

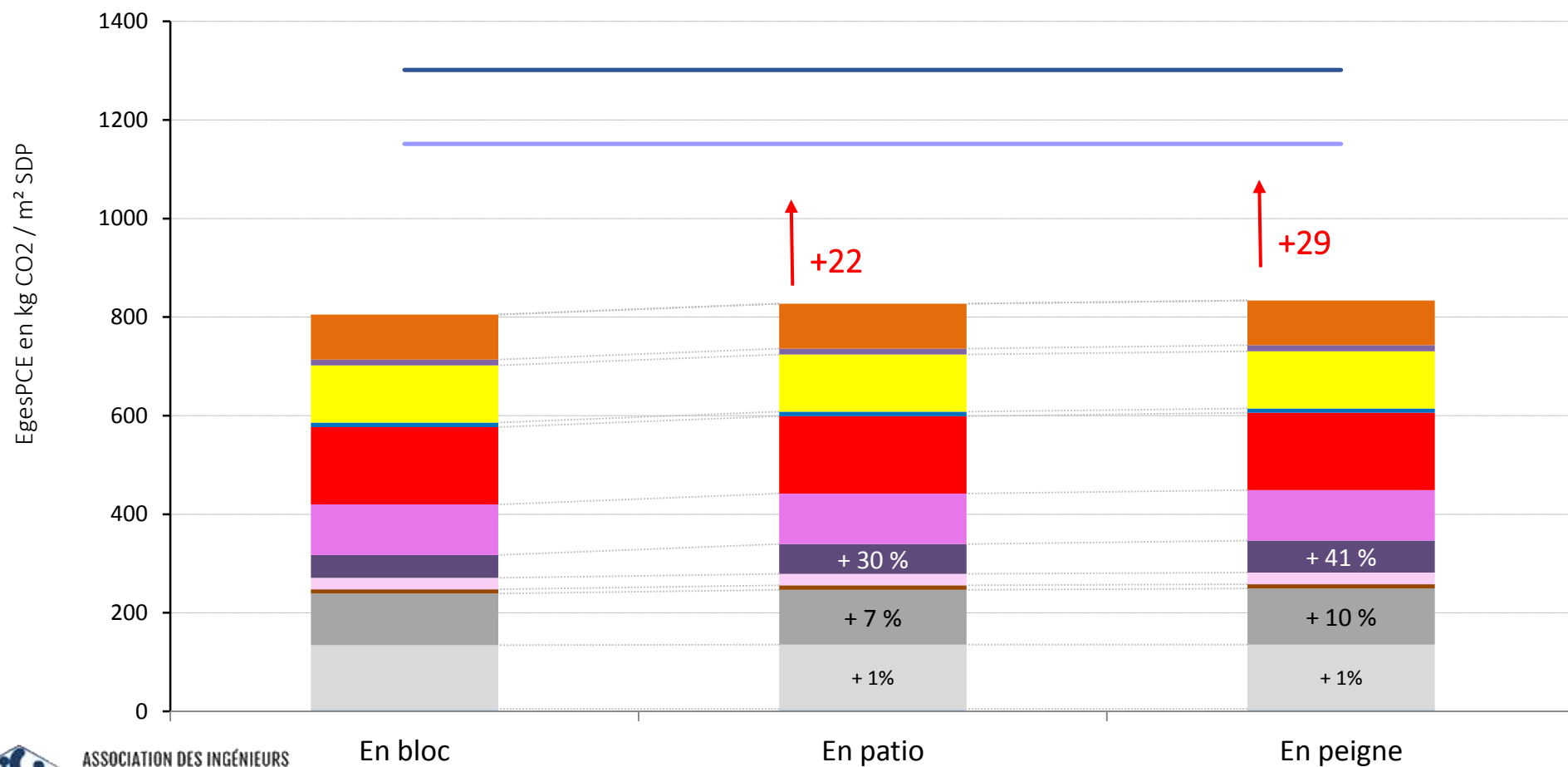
-220 m linéaires
de façade



Typologie – différentes formes

103

Impact de la forme sur le Eges



- Lot 12: Appareils élévateurs
- Lot 11: CFA
- Lot 10: CFO
- Lot 9: Sanitaires
- Lot 8: CVC
- Lot 7: Revêtements intérieurs
- Lot 6: Façades
- Lot 5: Cloisonnement
- Lot 4: Toiture
- Lot 3: Superstructures
- Lot 2: Fondations
- Lot 1: VRD
- EGES PCE MAX 2
- EGES PCE MAX 1

Augmentation en kgCO₂/m²

Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux



104

1. Typologie – différentes formes
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Niveau de saisie (MDEGD/collectives / industriels)



105

Produit	MDEGD	Collectives/ Individuelles	Ecart (kgCO ₂ /m ²)*
Revêtement de sol souple	Textile	Moquette	
DE	31.6 kgCo2/m ²	16.25 kgCo2/m ²	74 kgCO ₂ /m ²
DVT	10 ans	10 ans	
Plafond suspendu	Plafond suspendu en laine de bois [ép. 25mm]	Panneau en laine de bois FIBRAFUTURA CB 25mm	
DE	22.5 kgCo2/m ²	14.3 kgCo2/m ²	8.2 kgCO ₂ /m ²
DVT	50 ans	50 ans	
Menuiserie PVC			
DE	137 kgCo2/m ²	68.46kgCo2/m ²	20 kgCO ₂ /m ²
DVT	30 ans	30 ans	

Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux



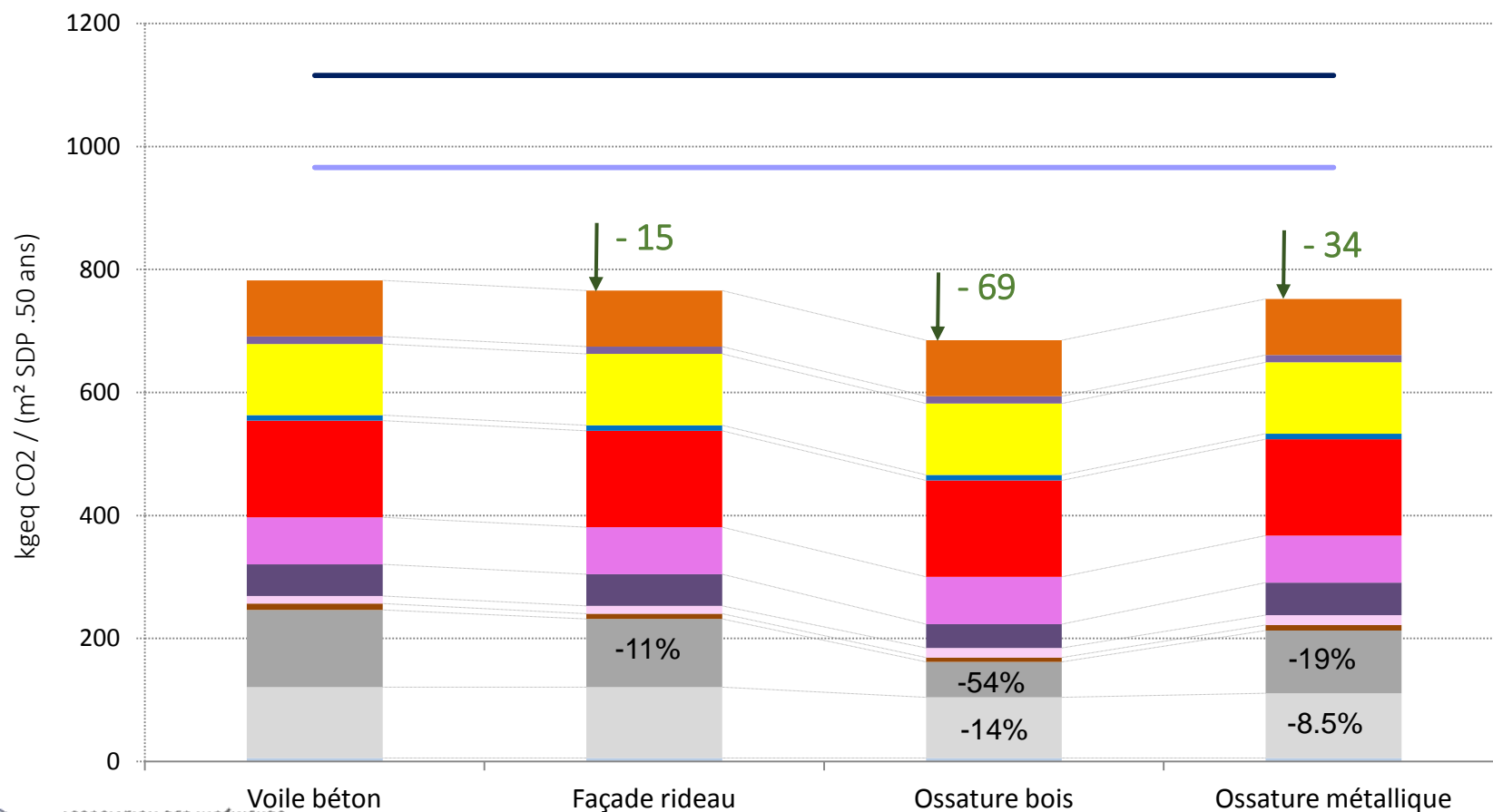
106

1. Typologie – différentes formes
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. **Systèmes constructifs**
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Systèmes constructifs – impact EgesPCE

107

Impact du système constructif sur le Eges_{PCE}



- 12. Appareils élévateurs (méthode simplifiée)
- 11. CFA (méthode simplifiée)
- 10. CFO (méthode simplifiée)
- 9. Plomberie-sanitaire (méthode simplifiée)
- 8. CVC (méthode simplifiée)
- 7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape - Peintures - Produits de décoration
- 6. Façades et menuiseries extérieures
- 5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
- 4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie
- 3. Superstructure - Maçonnerie
- 2. Fondations et infrastructures
- 1.VRD
- Eges max1 (PCE)
- Eges max2 (PCE)
- Linéaire (Eges max2 (PCE))
- ↓ Diminution en kgCO₂/m²

Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux



108

1. Typologie – différentes formes
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. **Systèmes énergétiques**
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Systèmes énergétiques

109

- Gaz + Groupe Froid: Gaz+GF
- PAC réversible
- RCU 50%taux ENR
- RCU 70%taux ENR

Ventilation double-flux avec récupérateur

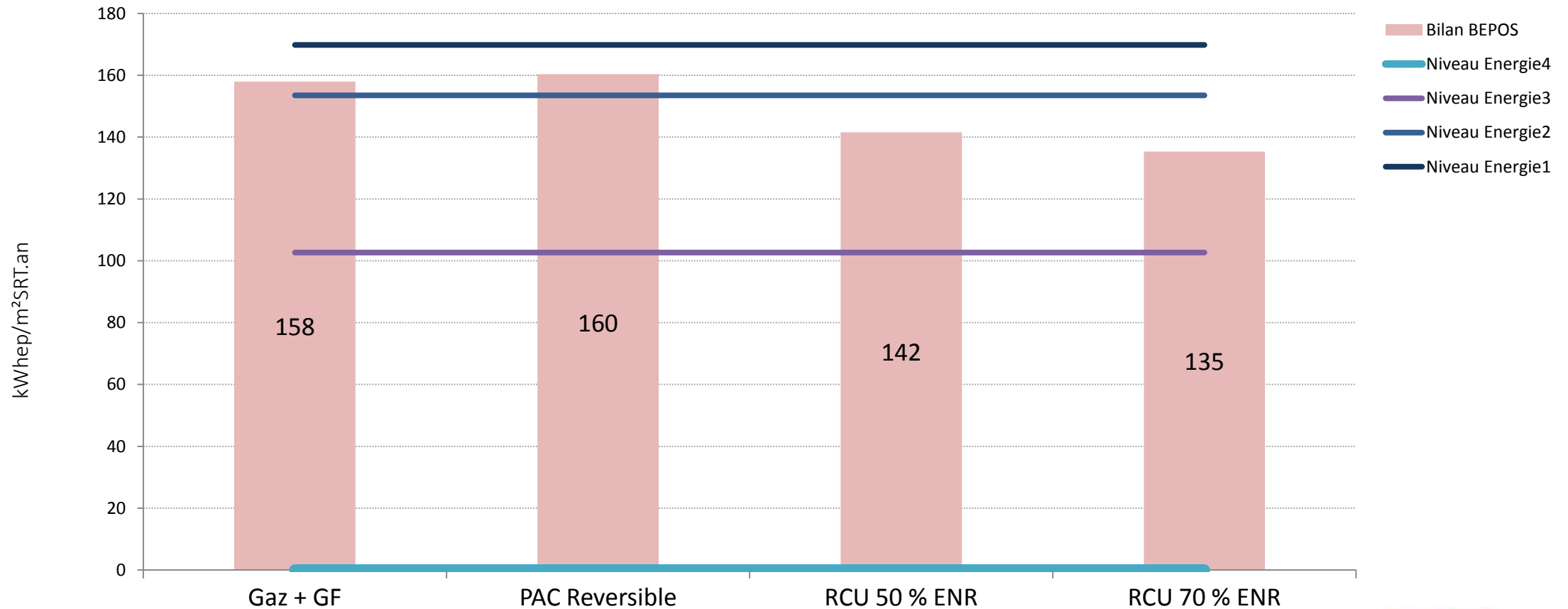


Prestations enveloppe	
	Enveloppe Performante
Mur	Up= 0.35
Toit	Up= 0.27
Plancher bas	Up= 0.5
Fenêtre	Uw = 1.7

Systèmes énergétiques

110

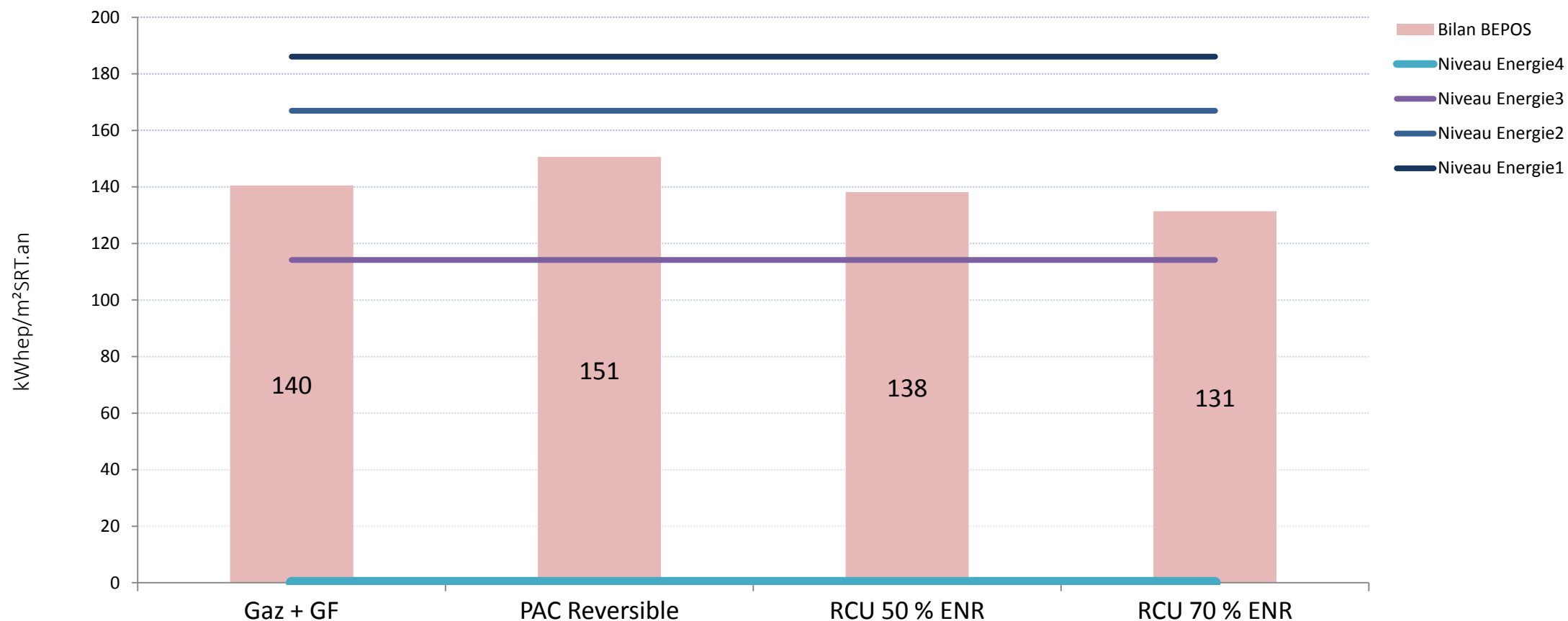
Impact des systèmes énergétique sur le bilan BEPOS : BureauH1B



Systèmes énergétiques

111

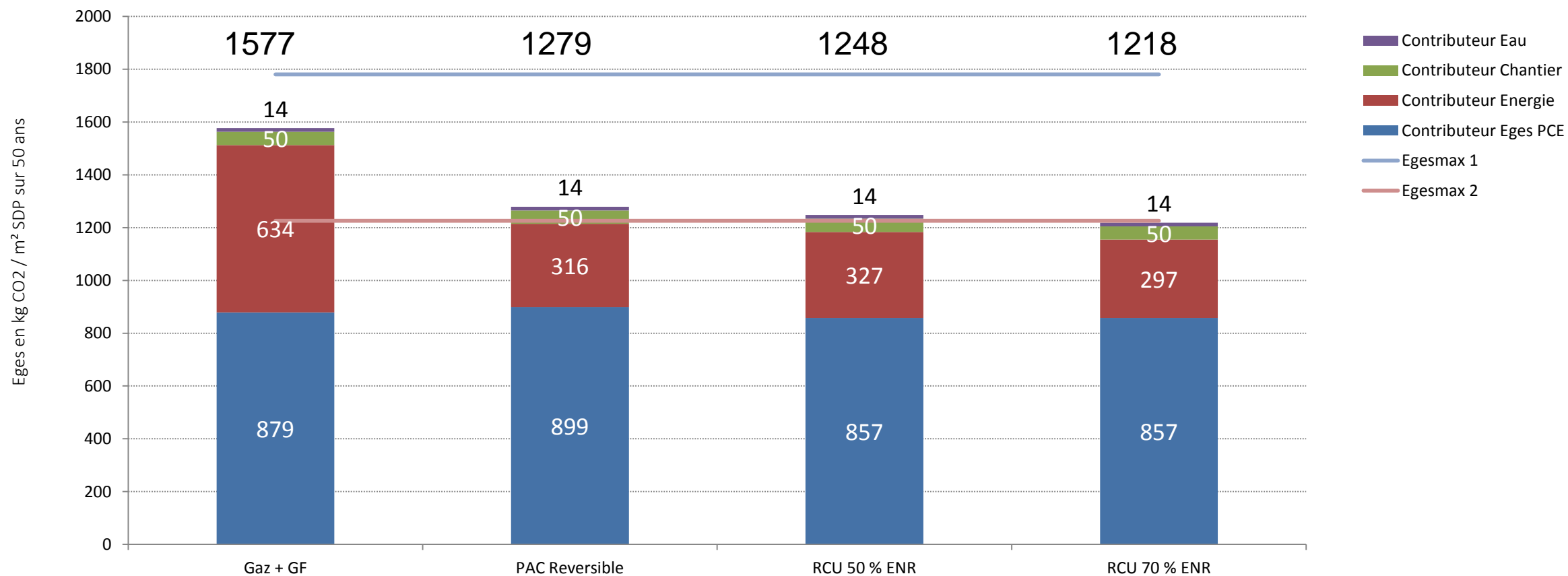
Impact des systèmes énergétique sur le bilan BEPOS : BureauH3



Systemes energetiques

113

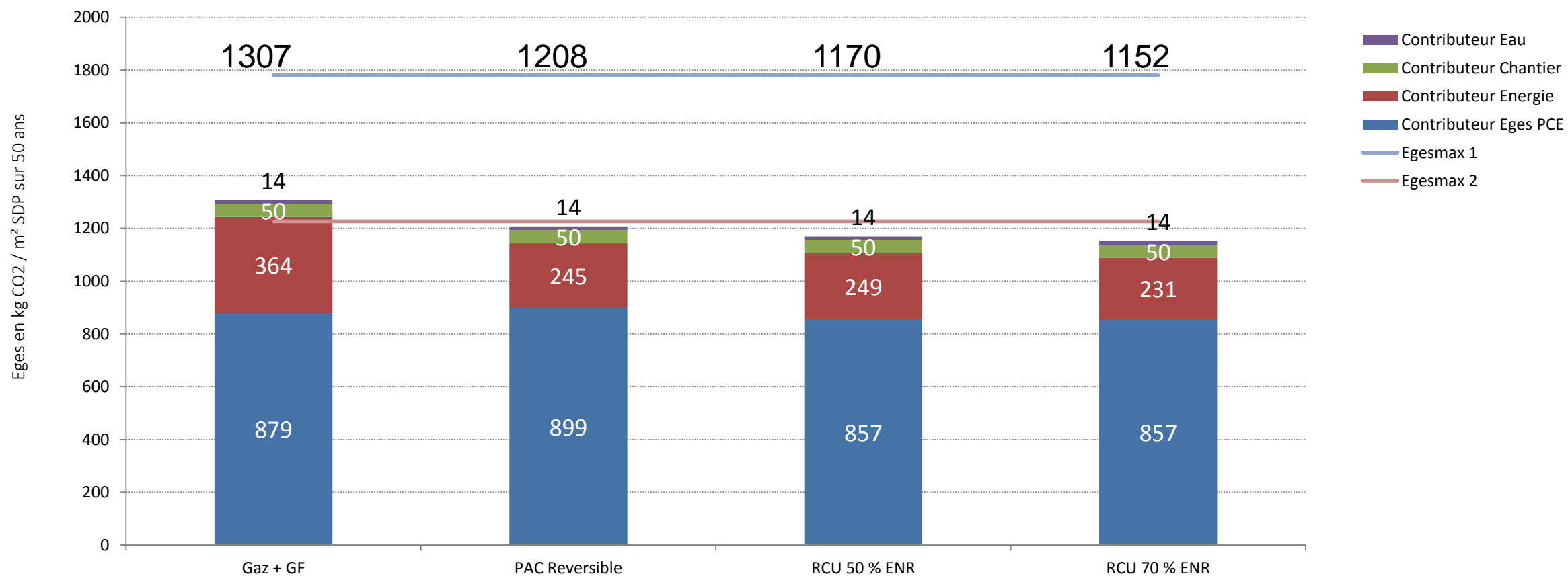
Impact des systemes energetiques sur Eges
Bureau -zone H1b



Systèmes énergétiques

114

Impact des systèmes énergétiques sur Eges
Bureau - zone H3



Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux



115

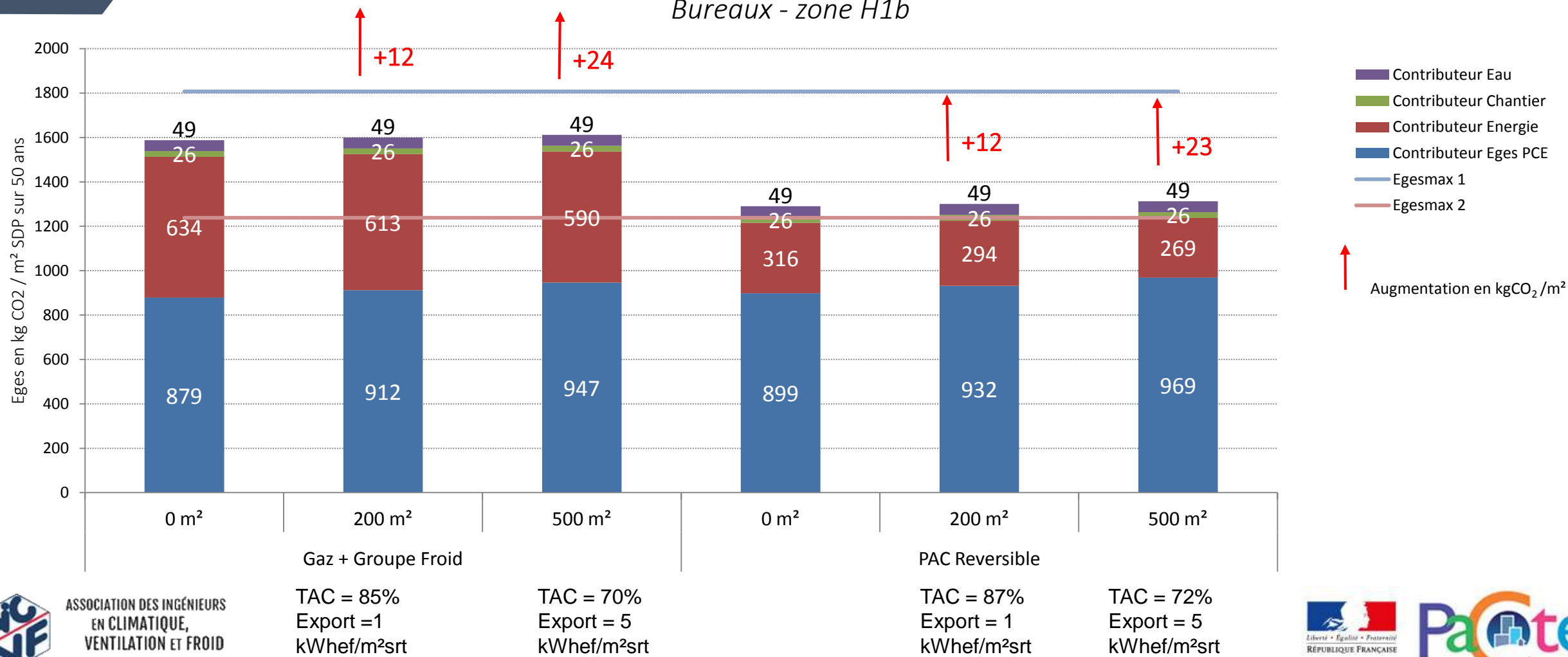
1. Typologie – différentes formes
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Niveau d'isolation
5. Systèmes énergétiques
6. Photovoltaïque
7. Choix de produits

Photovoltaïque



116

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques
Bureaux - zone H1b

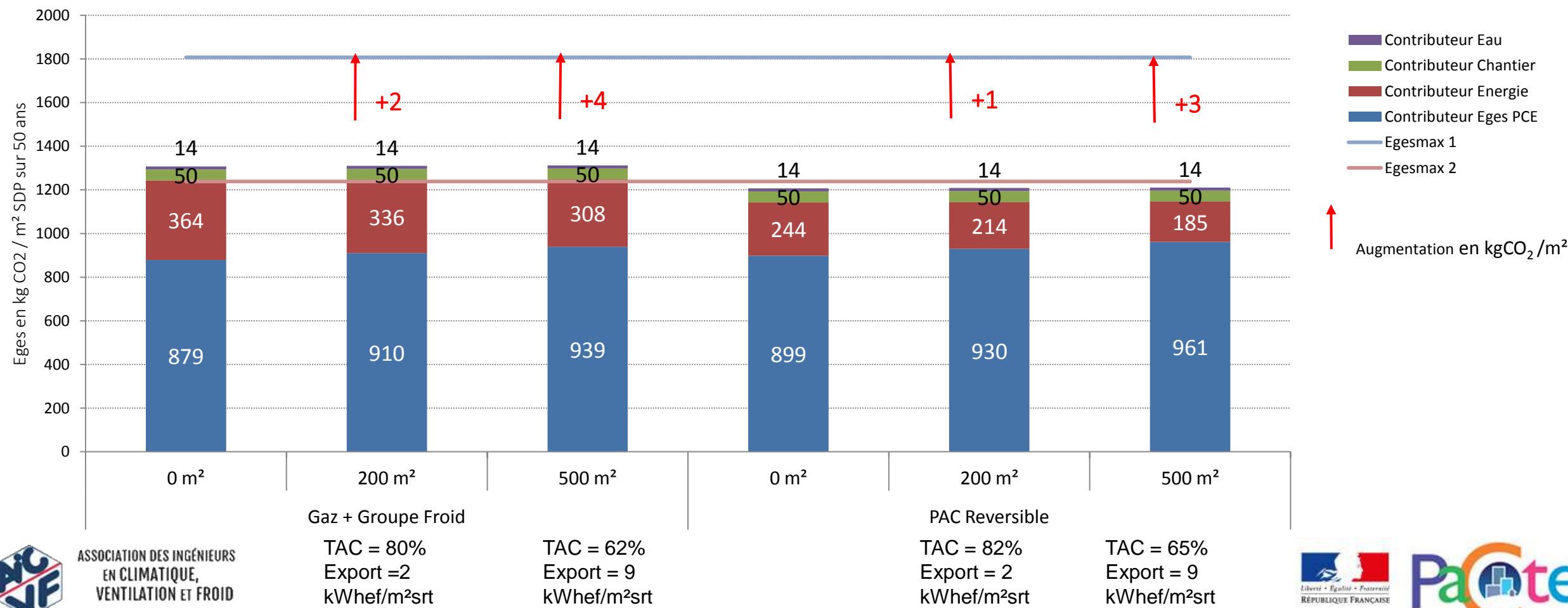


Photovoltaïque



117

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques
Bureaux - zone H3



Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux



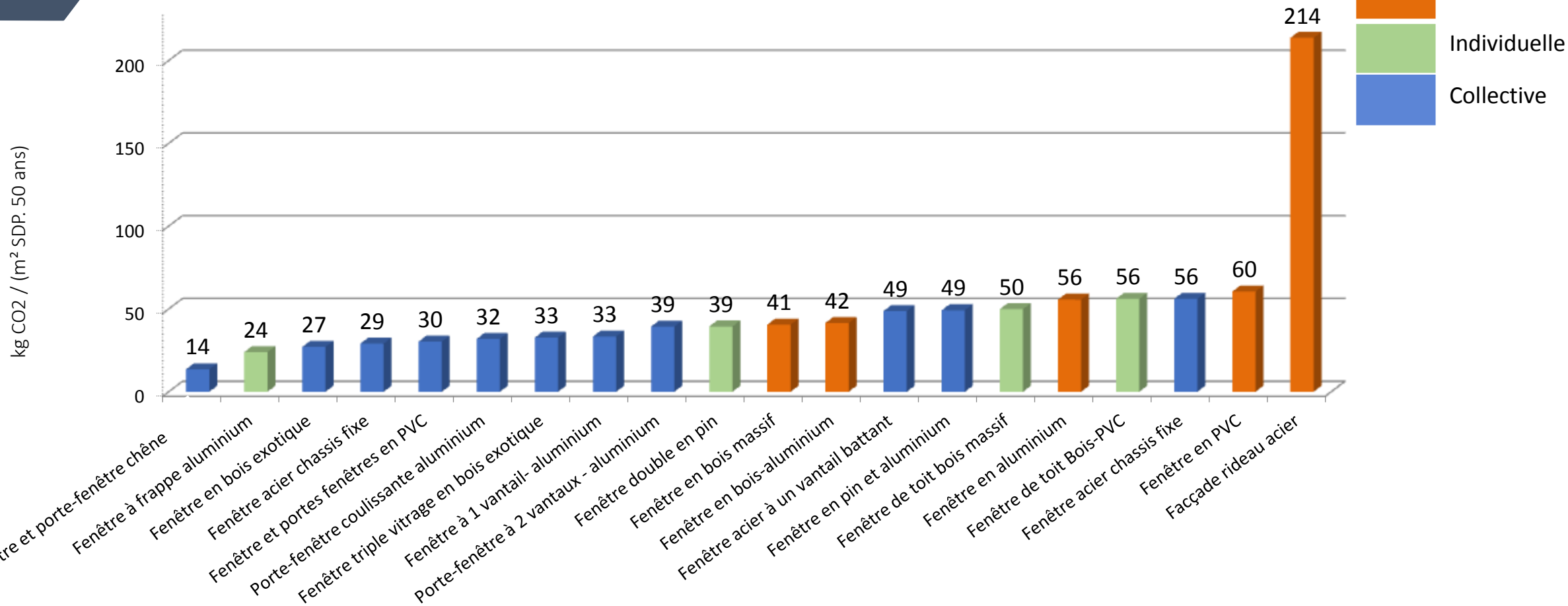
118

1. Typologie – différentes formes
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Niveau d'isolation
5. Systèmes énergétiques
6. Photovoltaïque
7. Choix de produits

Choix des fenêtres

119

Impact des menuiseries selon leur nature à l'échelle du bâtiment

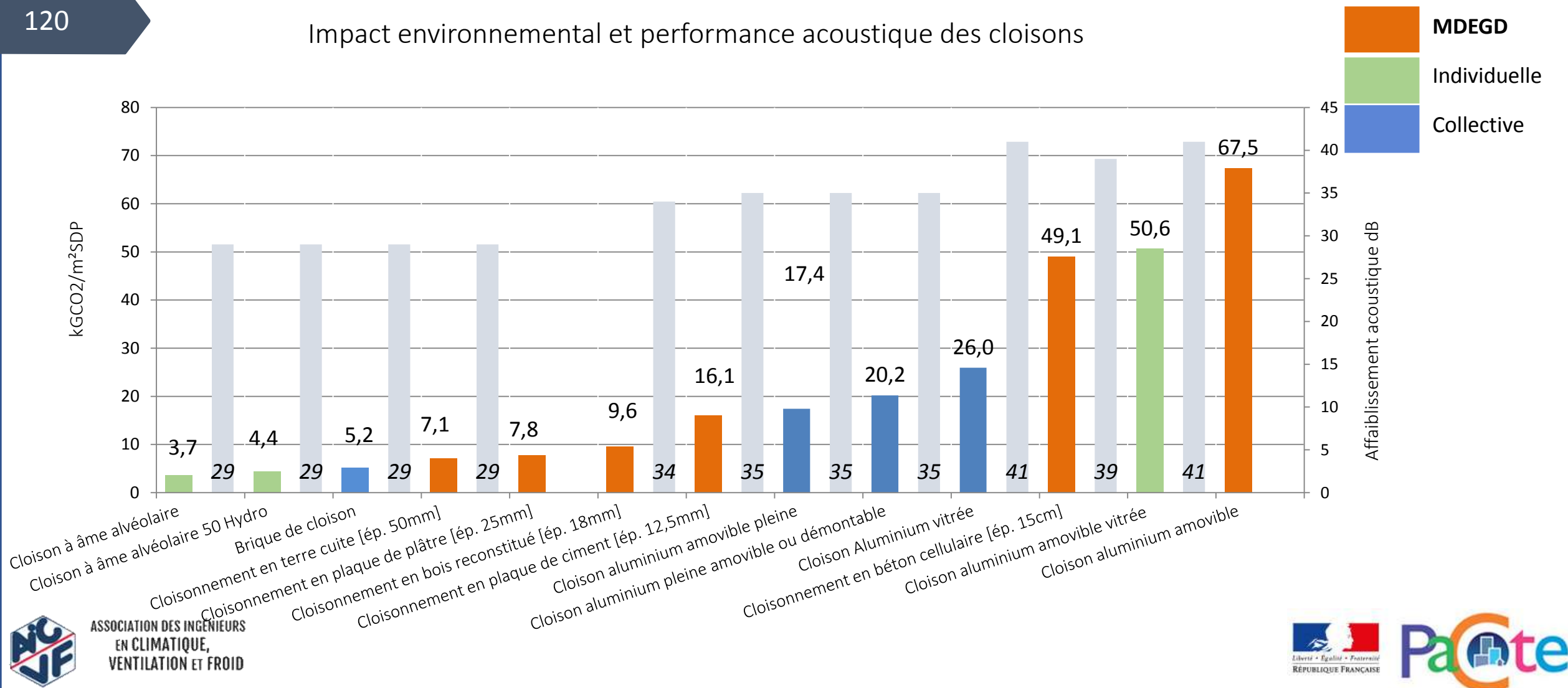


Choix des produits de cloisons



120

Impact environnemental et performance acoustique des cloisons

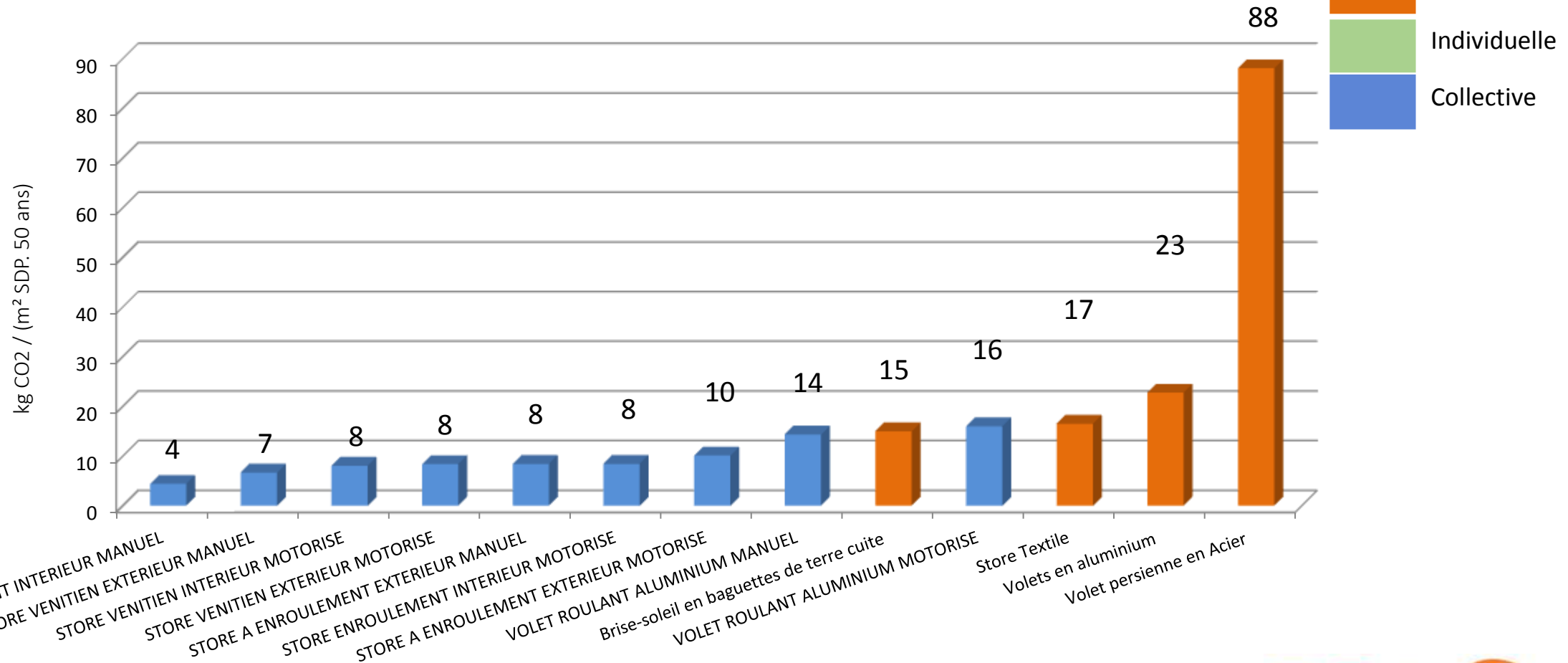


Choix des occultations

121



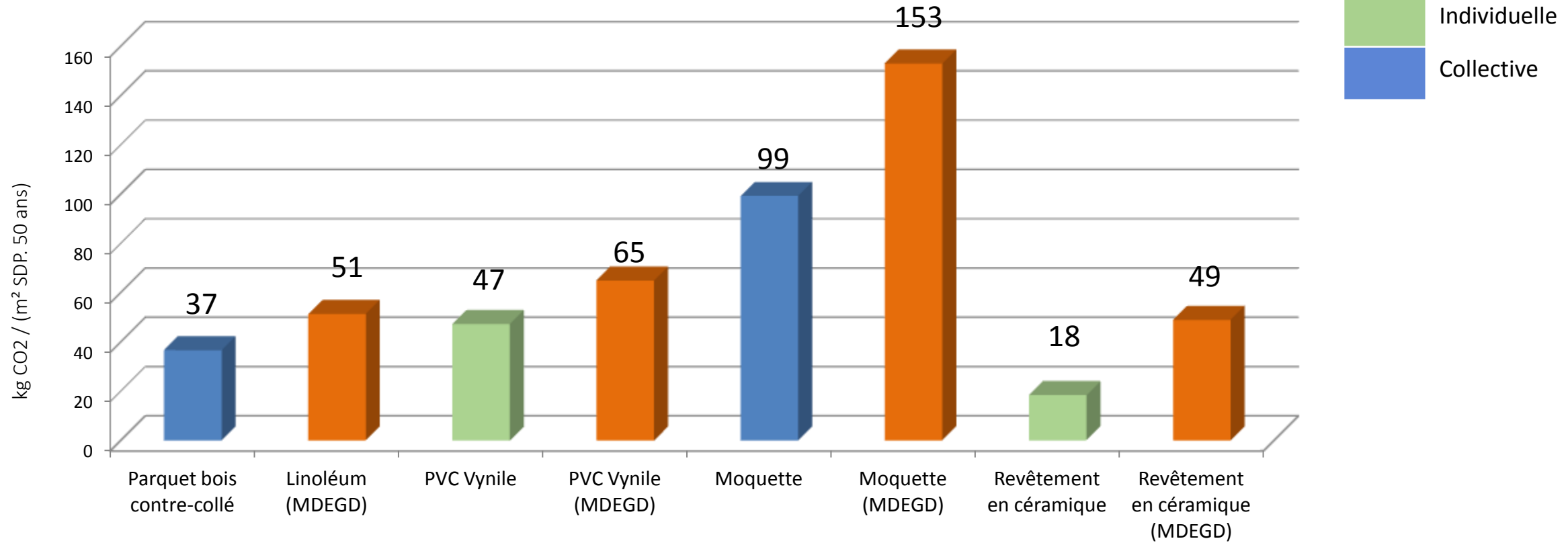
Impact des occultations selon leur nature à l'échelle du bâtiment



Revêtement de sol

122

Impact des revêtements de sol selon leur nature à l'échelle du bâtiment



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



123

- Gaz + Groupe Froid
- PAC réversible
- RCU 50%taux ENR
- RCU 70%taux ENR

Ventilation double-flux avec récupérateur de chaleur ; rendement 70%

Prestations enveloppe	
	Bbiomax-20%
Mur	Up= 0.35
Toit	Up= 0.27
Plancher bas	Up= 0.5
Fenêtre	Uw = 1.7

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



124

Gaz + groupe froid

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m ² _{SRT})	169.5	153.3	102.5
Enveloppe	Bbiomax-20%	Bbiomax-20%	Bbiomax-20%
Murs (Up)	0.35	0.35	0.35
Toiture (Up)	0.27	0.27	0.27
Plancher bas (Up)	0.5	0.5	0.5
Baies (Uw)	1.7	1.7	1.7
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	540m ²

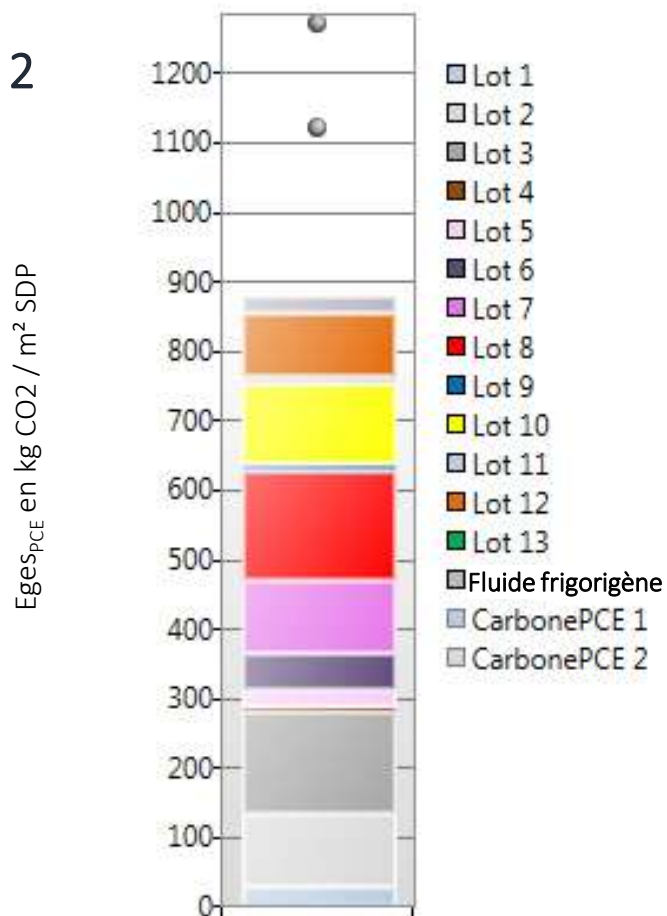
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



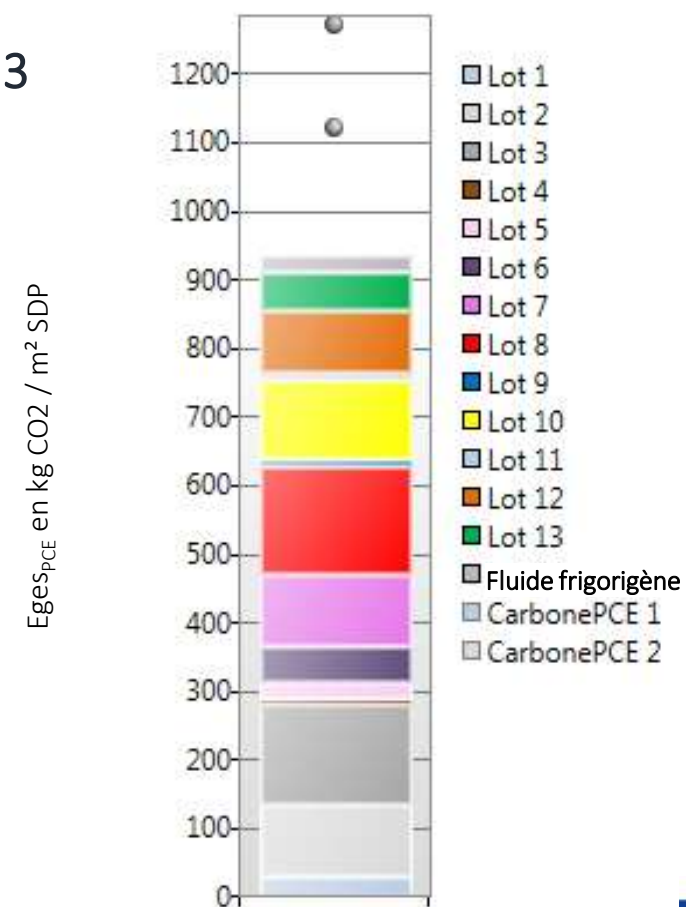
125

Gaz + groupe froid : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



126

PAC réversible

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m ² _{SRT})	169.5	153.3	102.5
Enveloppe	Bbiomax-20%	Bbiomax-20%	Bbiomax-20%
Murs (Up)	0.35	0.35	0.35
Toiture (Up)	0.27	0.27	0.27
Plancher bas (Up)	0.5	0.5	0.5
Baies (Uw)	1.7	1.7	1.7
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	475 m ²

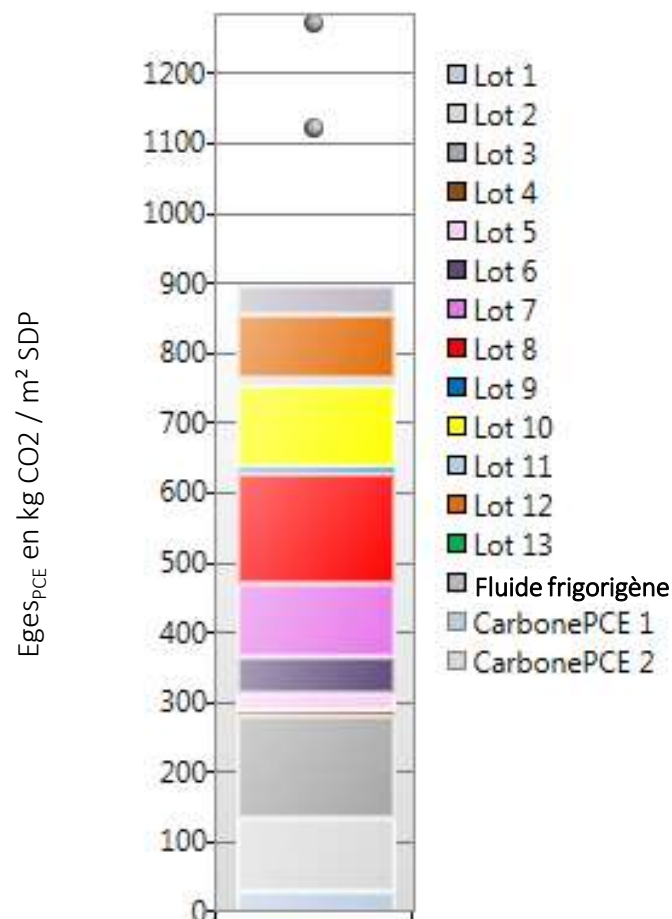
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



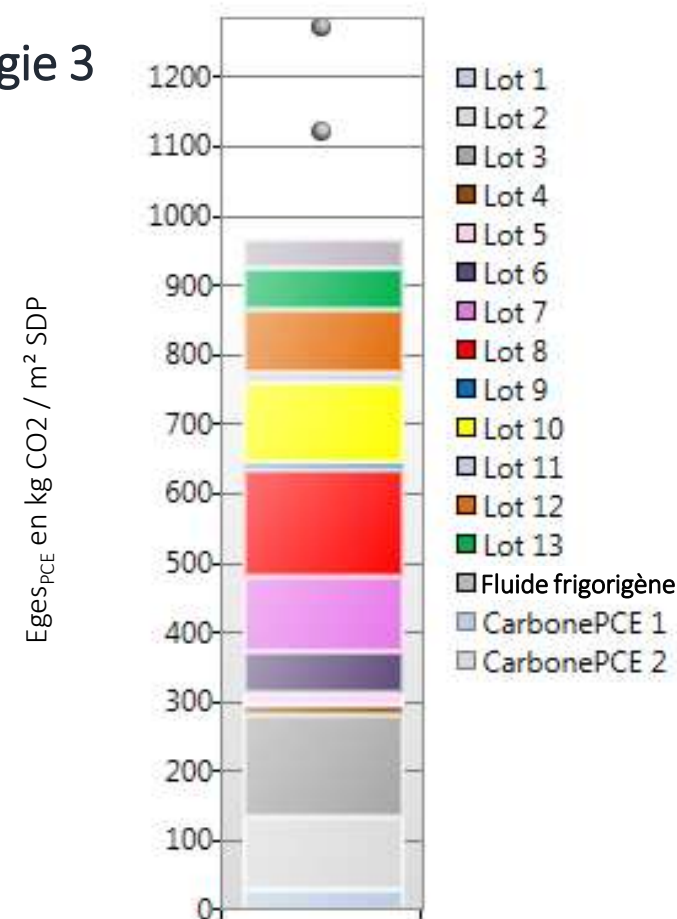
127

PAC réversible : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



128

Réseau de chaleur urbain 50% énergie renouvelable

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m ² _{SRT})	169.5	153.3	102.5
Enveloppe	Bbiomax-20%	Bbiomax-20%	Bbiomax-20%
Murs (Up)	0.35	0.35	0.35
Toiture (Up)	0.27	0.27	0.27
Plancher bas (Up)	0.5	0.5	0.5
Baies (Uw)	1.7	1.7	1.7
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	400m ²

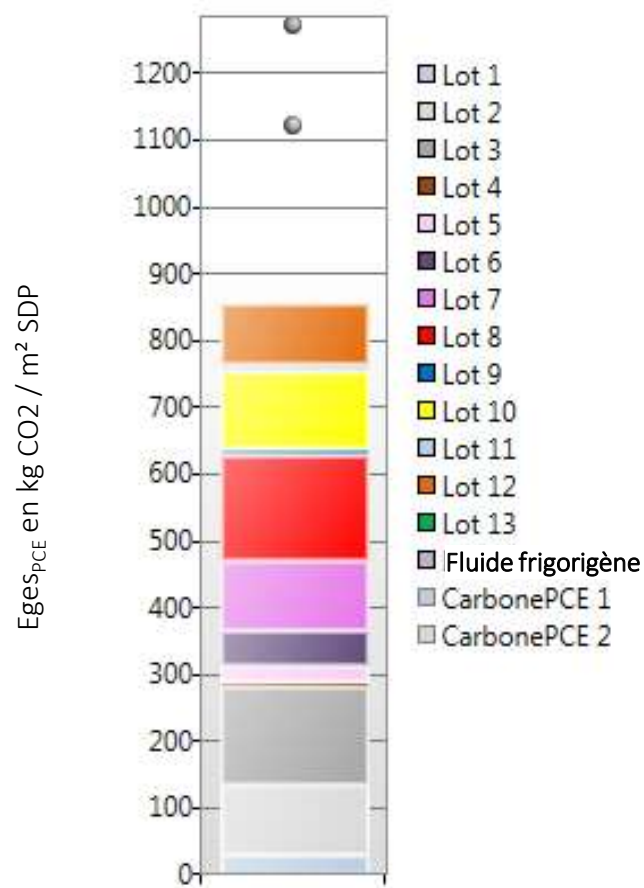
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



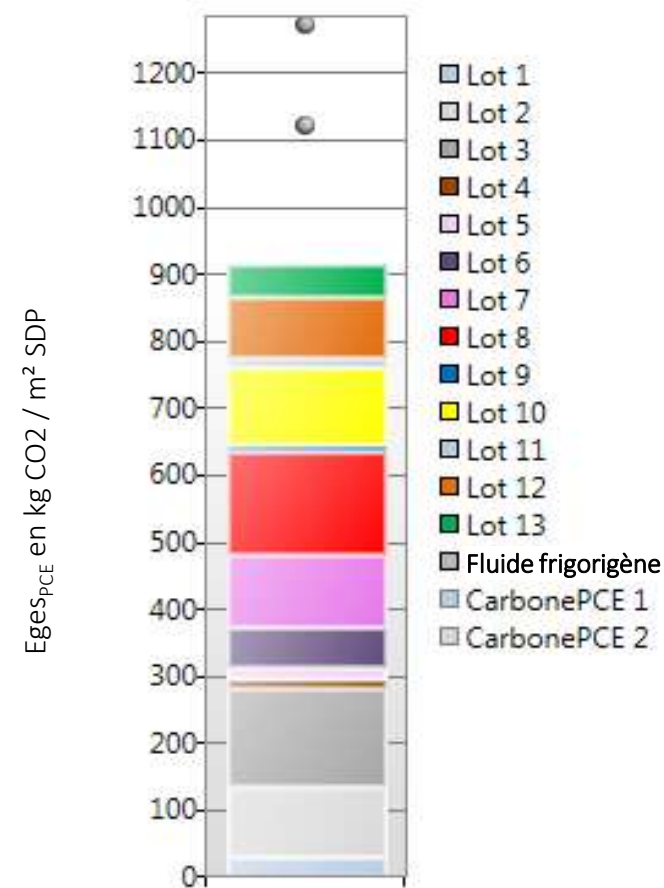
129

RCU 50% : : impact E_{gesPCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



130

Réseau de chaleur urbain 70% énergie renouvelable

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m ² _{SRT})	169.5	153.3	102.5
Enveloppe	Bbiomax-20%	Bbiomax-20%	Bbiomax-20%
Murs (Up)	0.35	0.35	0.35
Toiture (Up)	0.27	0.27	0.27
Plancher bas (Up)	0.5	0.5	0.5
Baies (Uw)	1.7	1.7	1.7
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	350m ²

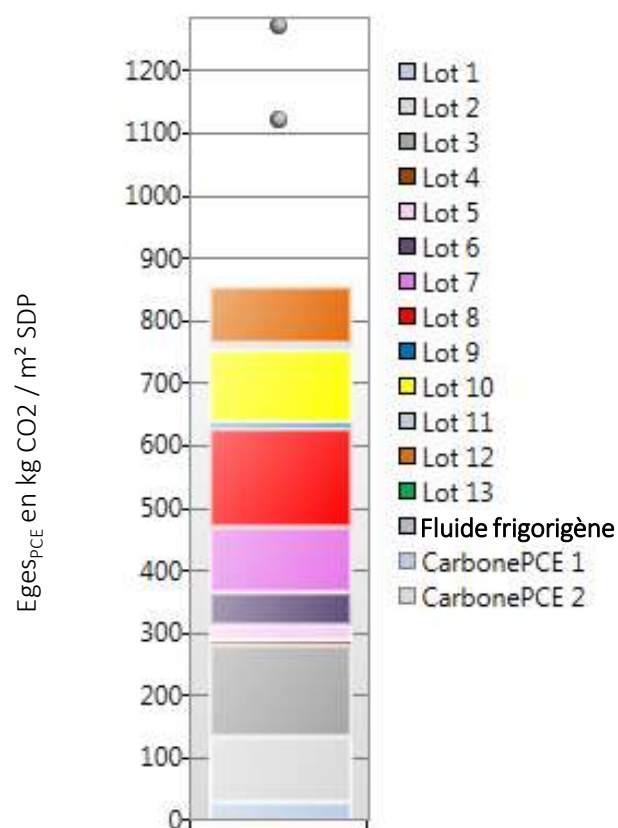
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



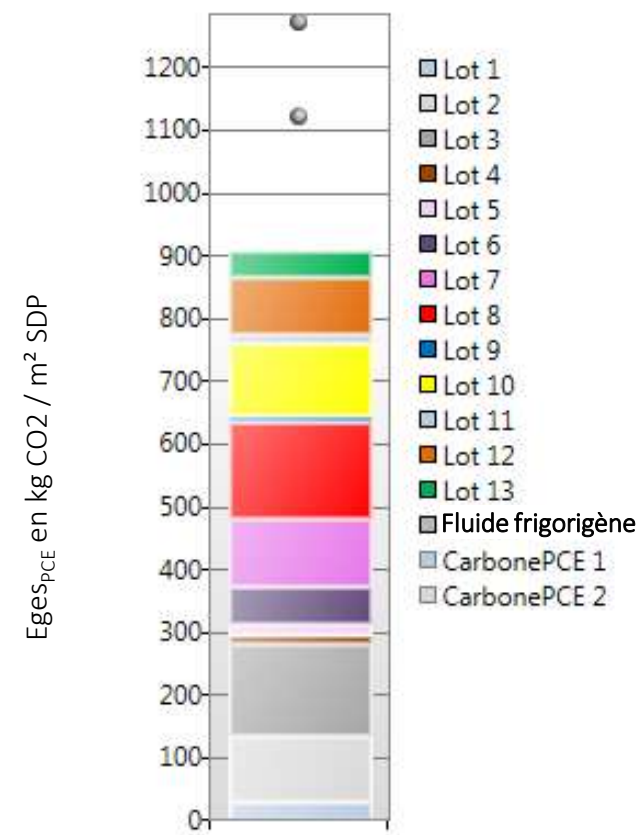
131

RCU 70% : : impact Eges_{PCE} selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3

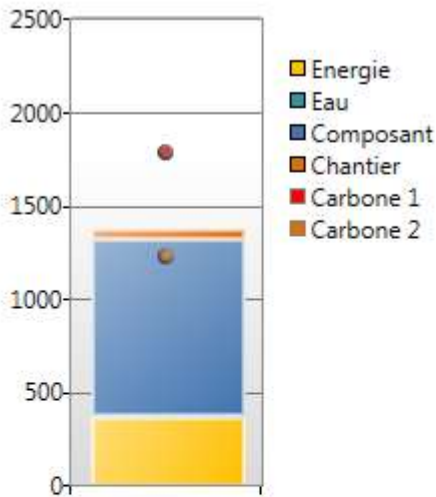


Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



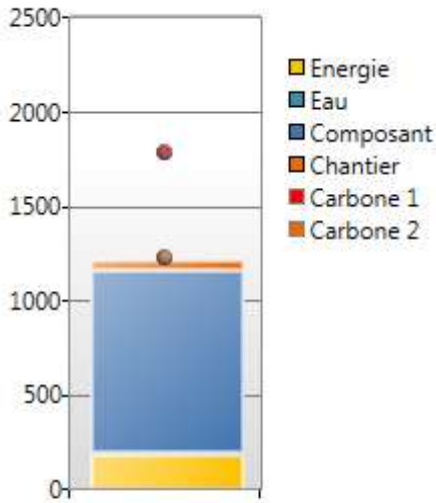
132

Impact Eges pour le niveau Energie 3



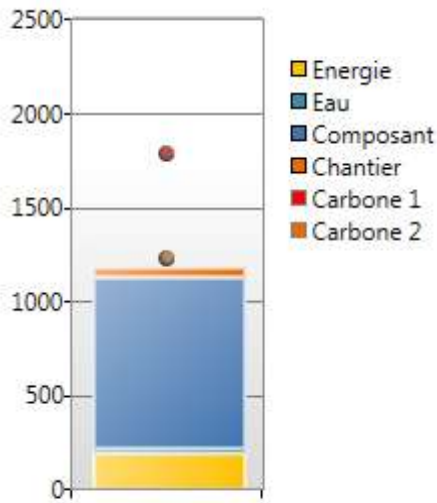
PCE	943.44
Energie	374.18
Chantier	50.29
Eau	14.00

PAC Réversible



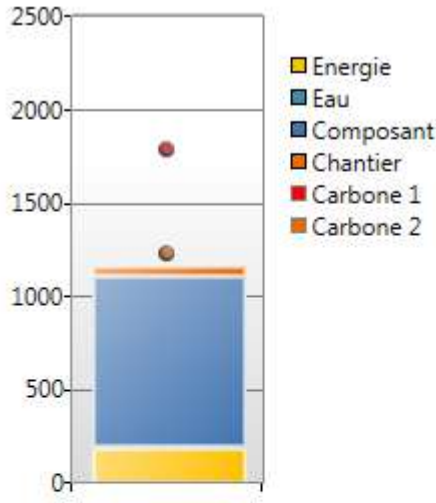
PCE	967.15
Energie	193.86
Chantier	50.29
Eau	14.00

RCU 50 %



PCE	915.86
Energie	208.47
Chantier	50.29
Eau	14.00

RCU 70 %



PCE	910.36
Energie	191.03
Chantier	50.29
Eau	14.00

Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans

Atteinte des niveaux Energie-Carbone selon les solutions énergétiques



133

	Gaz + groupe froid	PAC réversible	RCU 50%ENR	RCU 70%ENR
ENERGIE 1				
ENERGIE 2				
ENERGIE 3	ENV + & PV ++	ENV + & PV ++	ENV + & PV ++	ENV + & PV +
ENERGIE 4				

CARBONE 1				
CARBONE 2		selon typologie et zone climatique	selon typologie et zone climatique	selon typologie et zone climatique

	Niveau énergie ou carbone facile à atteindre sans prestation supplémentaire
	Obtention du niveau énergie ou carbone requiert des prestations supplémentaire (enveloppe ou PV)
	Obtention du niveau énergie ou carbone très difficile voire impossible

- Maison
- Immeuble collectif
- Bureaux
- Enseignement

Descriptif du groupe scolaire étudié

135

Description générale	
Typologie du bâtiment	Groupe scolaire
Nombre d'étages	R+1
Type de toiture	Terrasse végétalisée
Unités d'analyse	
Surface de plancher SDP	3263 m ²
Sutile	2917 m ²
S _{RT}	3603 m ²
Contexte	
Catégorie	CE1
Descriptions et commentaires	
Type de parking	Aérien
Nombre de places de parking (souterrain)	0
Nombre de places de parking (aérien)	30



Groupe scolaire Serris (77)
Par Ameller Dubois et Associés

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



136

1. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
2. Systèmes constructifs
3. Niveau d'isolation
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



137

Produit	MDEGD	Collectives/ Individuelles	Ecart (kgCO ₂ /m ² sdp)
Menuiserie aluminium	Fenêtres en aluminium	Porte-fenêtre à la française à 2 vantaux - Profilés Aluminium	
DE	126 kgCo2/m ²	89.1	12 kgCO ₂ /m ²
DVT	30 ans	30 ans	
Plafond suspendu	Plafond suspendu en laine de bois [ép. 25mm]	Fiche collective comprenant le volet et le moteur	
DE	22.5 kgCo2/m ²	5.1 kgCo2/m ²	22 kgCO ₂ /m ²
DVT	30 ans	30 ans	
Porte extérieur	Porte en bois massif	Porte extérieure en bois résineux traité	
DE	379 kgCo2/m ²	48.7 kgCo2/m ²	4.7 kgCO ₂ /m ²
DVT	35 ans	35 ans	

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



138

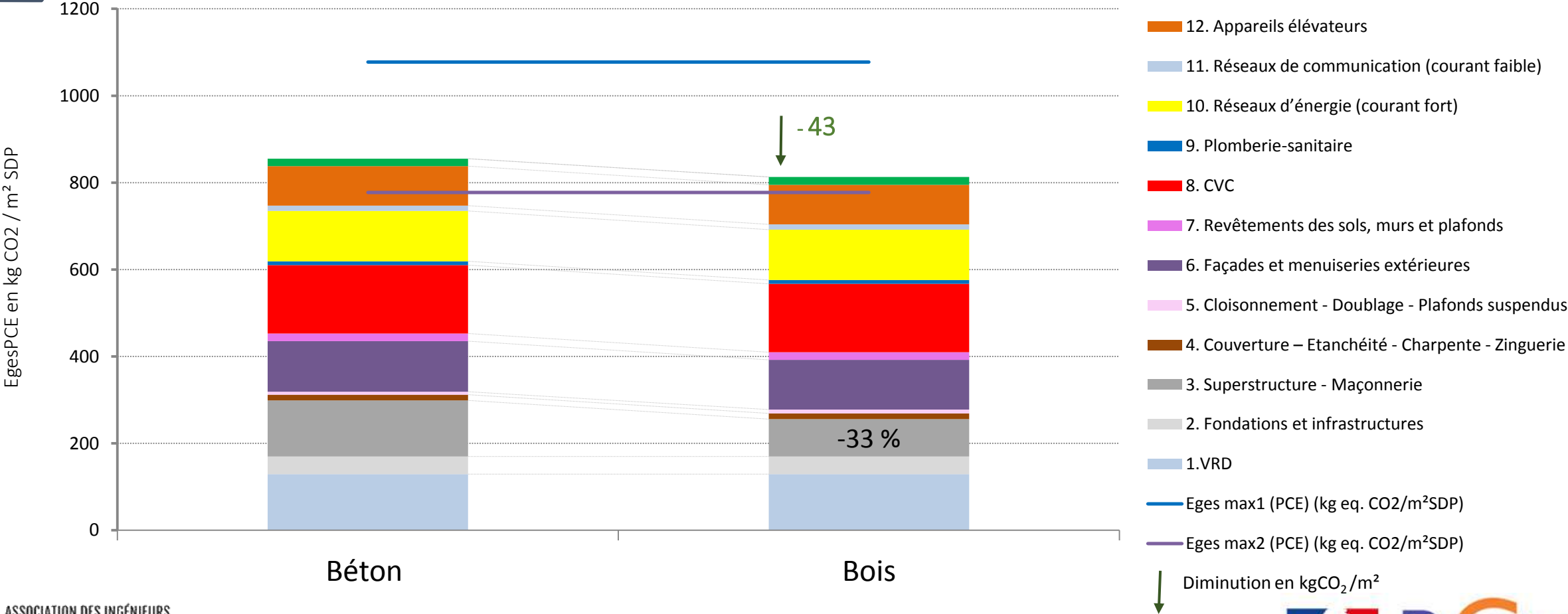
1. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
2. **Systèmes constructifs**
3. Niveau d'isolation
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Systèmes constructifs



139

Impact du système constructif sur le Eges



Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



140

1. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
2. Systèmes constructifs
3. Niveau d'isolation
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



141

3 Niveaux d'isolation simulés:

Trois systèmes étudiés

- Gaz: Chaudière condensation Gaz
- PAC + Gaz :PAC absorption + appoint gaz
- RCU 70%ENR :Réseau de chaleur 70%
Energie renouvelable 90gCO₂ /kWh

	Enveloppe Base	Enveloppe Performante	Enveloppe très Performante
Bbiomax-x%	Bbiomax-10%	Bbiomax-20%	Bbiomax-30%
Murs	Up= 0.36	Up= 0.31	Up= 0.20
Toiture	Up= 0.30	Up= 0.20	Up= 0.15
Plancher bas	Ue= 0.25	Ue= 0.15	Ue= 0.12
Baies	Uw= 1.6	Uw = 1.6	Uw= 1.6

Le système constructif est en béton. La ventilation est en Double flux avec échangeur 70% d' efficacité



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID

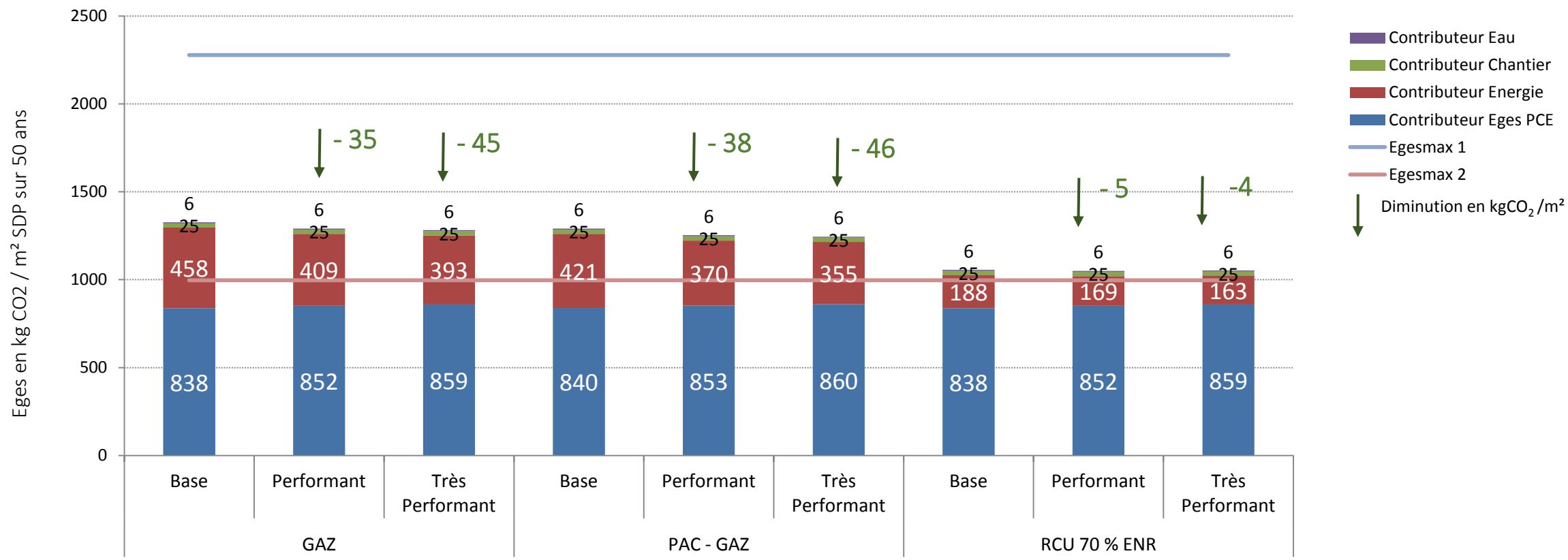


Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



142

Impact de la performance de l'enveloppe sur le Eges
Groupe Scolaire - zone H1b



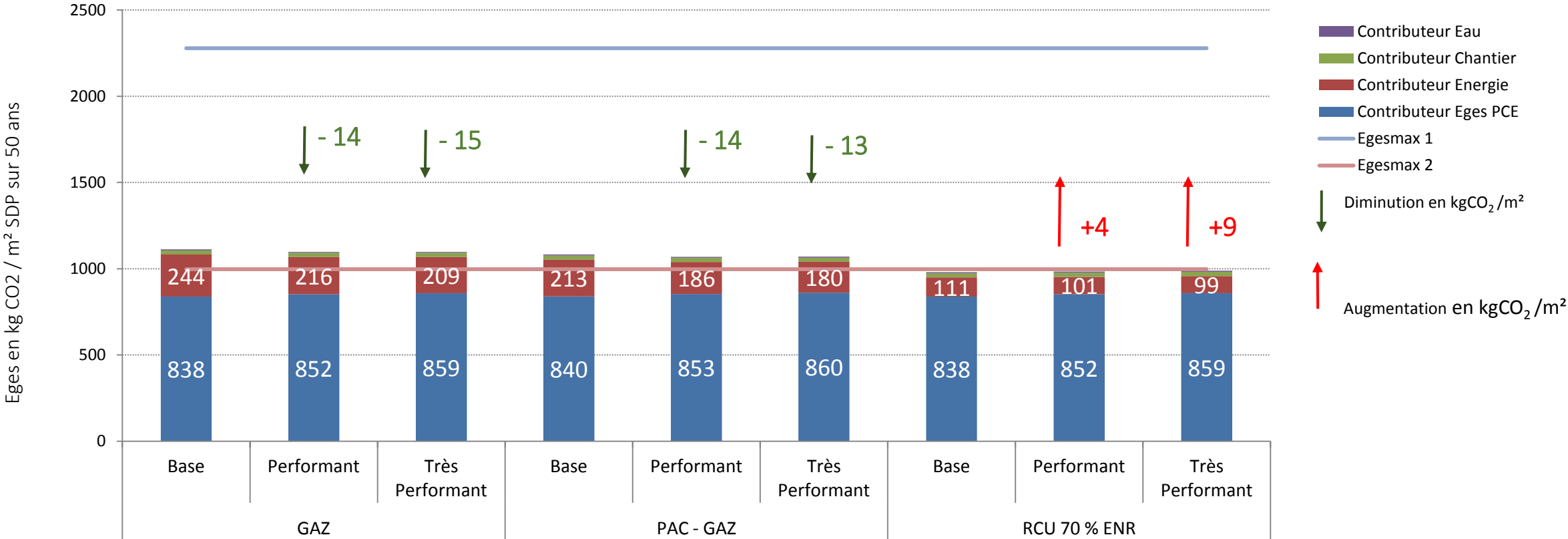
Contributeur eau = 5.7 kgCO₂ /m²sdp - Structure Béton

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



143

Impact de la performance de l'enveloppe sur le Eges
Groupe Scolaire - zone H3



Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



144

1. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
2. Systèmes constructifs
3. Niveau d'isolation
4. **Systèmes énergétiques**
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



145

- Gaz : Chaudière condensation Gaz
- PAC + Gaz : PAC absorption + appoint gaz
- RCU 0%ENR: Réseau de chaleur 0% ENR
- RCU 50%ENR: Réseau de chaleur 50% ENR
- RCU 70%ENR: Réseau de chaleur 70% ENR
- Bois + Gaz : Chaudière bois + appoint gaz:

	Enveloppe Performante
	Bbiomax-20%
Murs	Up= 0.31
Toiture	Up= 0.20
Plancher bas	Ue= 0.15
Baies	Uw = 1.6

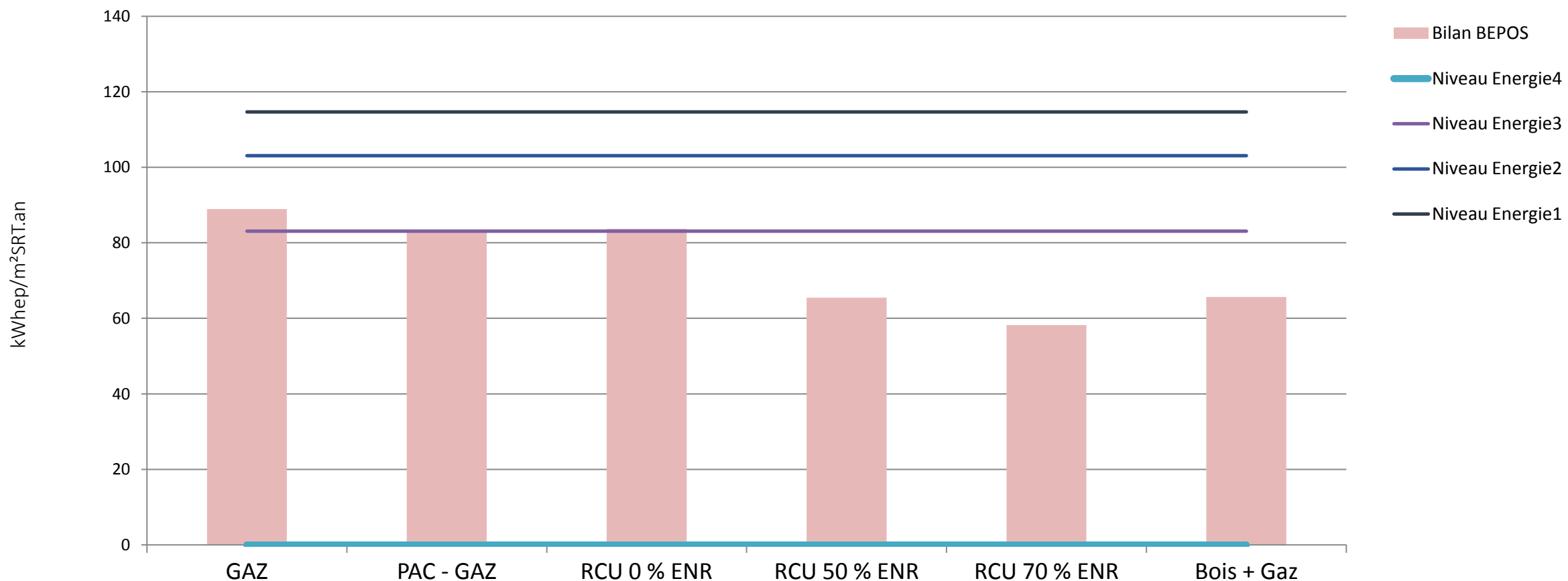
Le système constructif est en béton. La ventilation est en Double flux avec échangeur 70% d'efficacité

Systèmes énergétiques



146

Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : Groupe Scolaire H1B

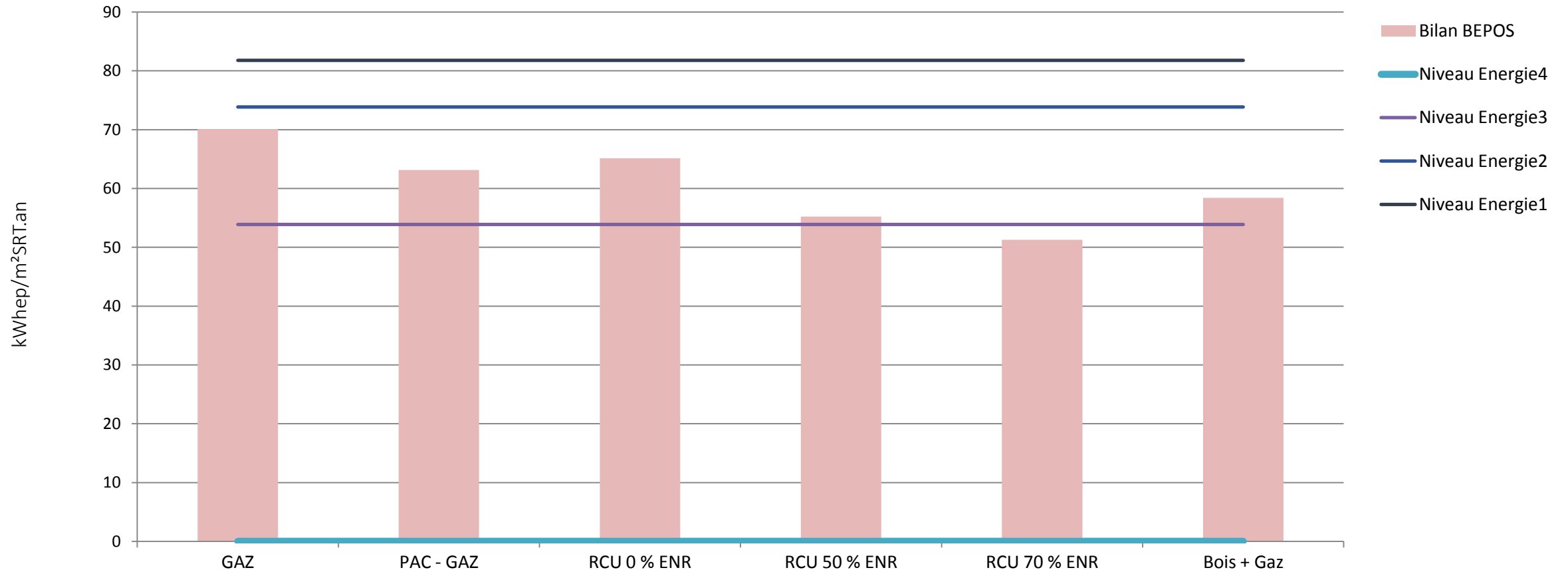


Systemes énergétiques



147

Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : Groupe Scolaire H3

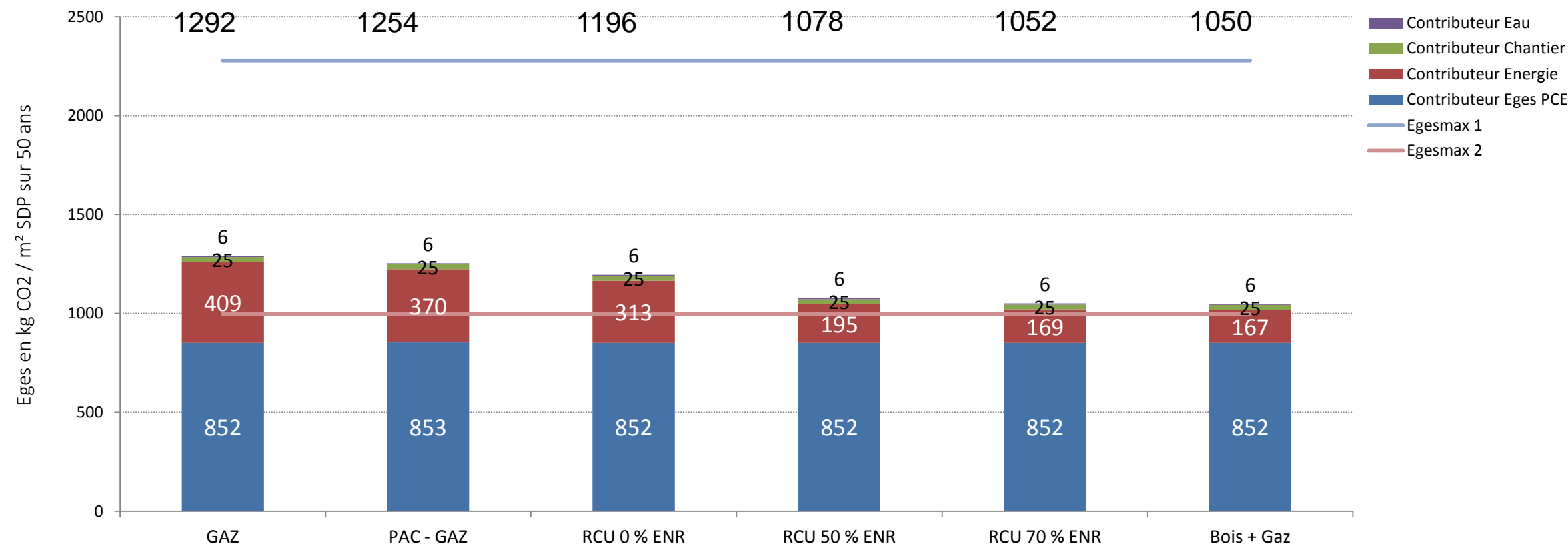


Systemes energetiques



148

Impact des systemes energetiques sur Eges
Groupe Scolaire - zone H1b

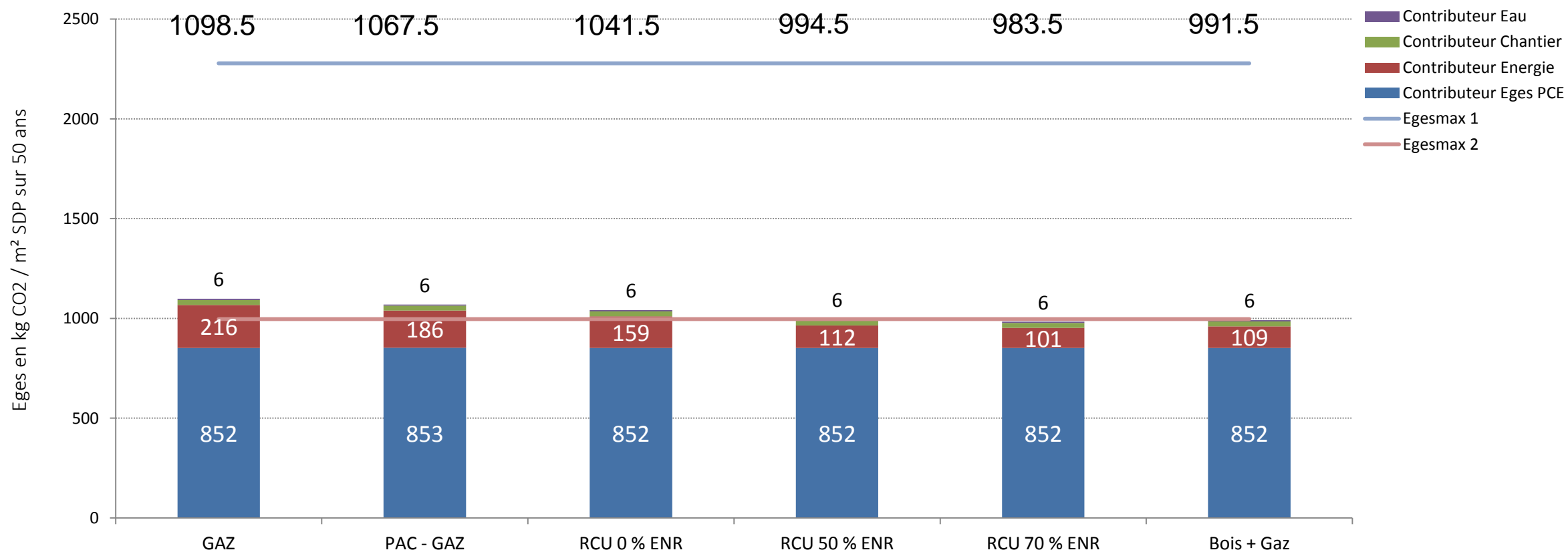


Systèmes énergétiques



149

Impact des systèmes énergétiques sur Eges
Groupe Scolaire - zone H3



Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



150

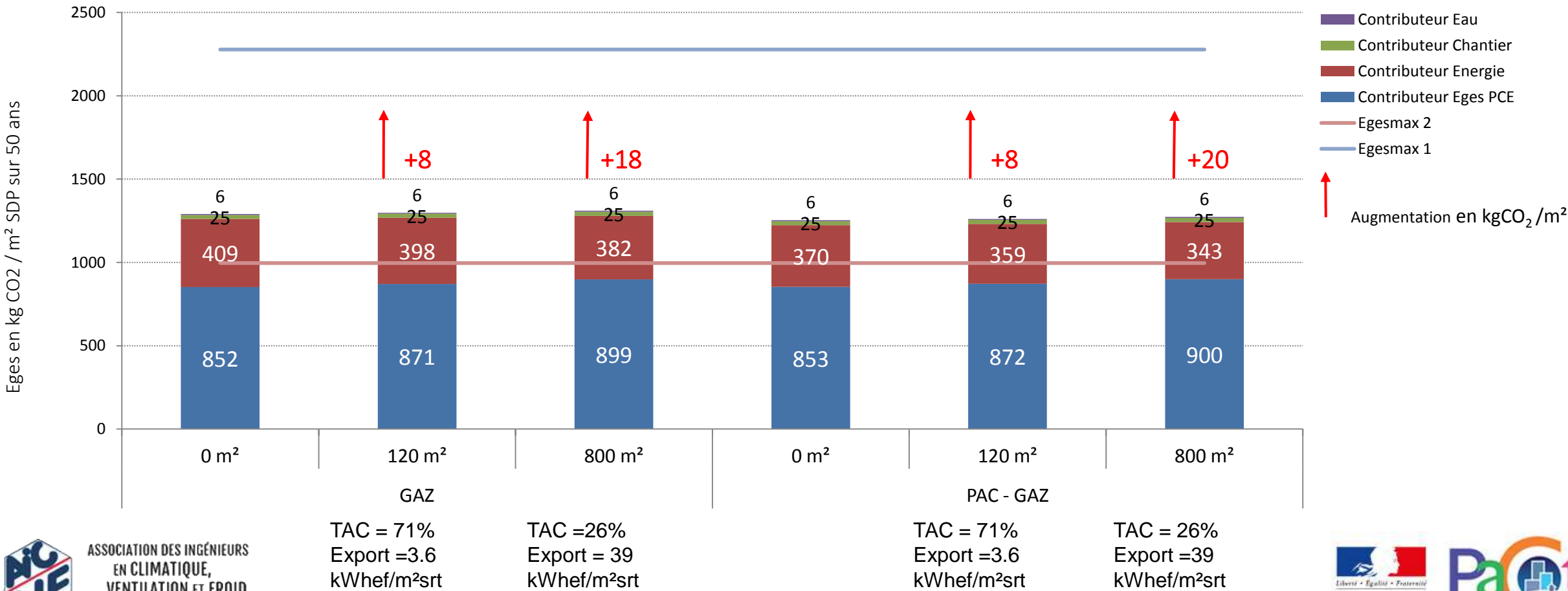
1. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
2. Systèmes constructifs
3. Niveau d'isolation
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Photovoltaïque



151

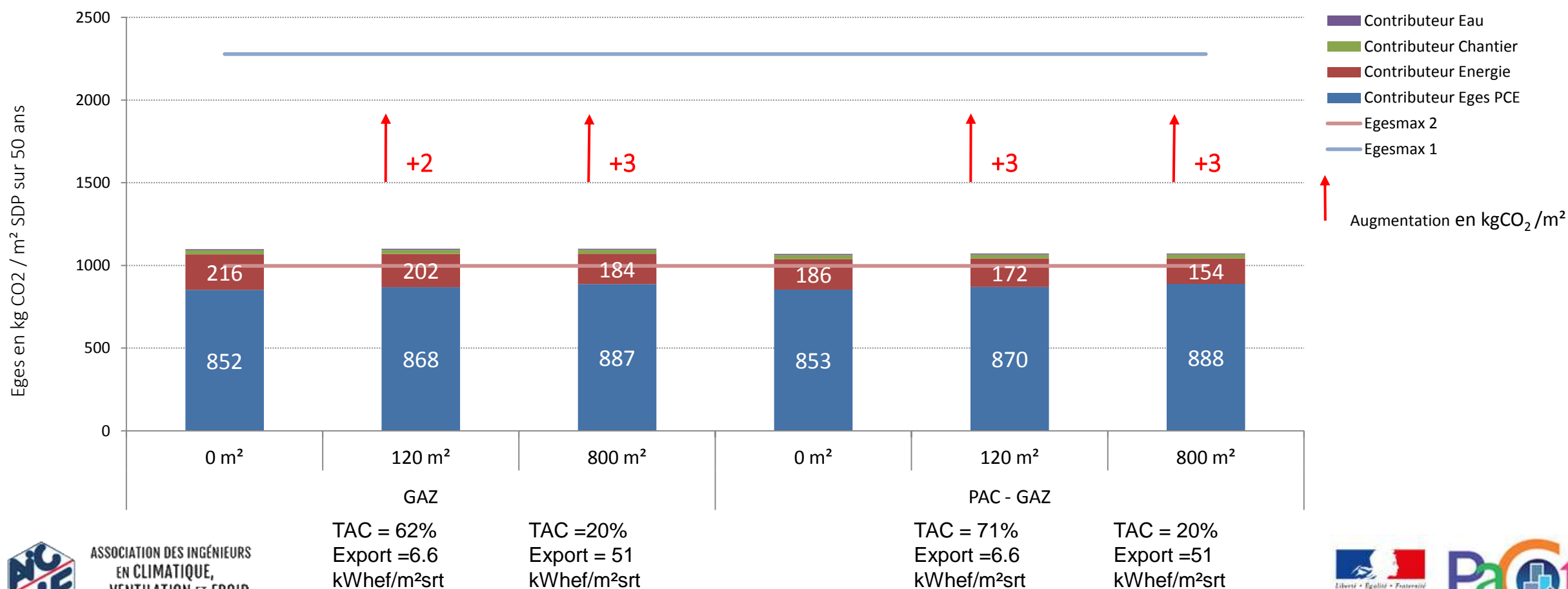
Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques
Groupe Scolaire - zone H1b



Photovoltaïque

152

Evolution du bilan CO₂ Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques
Groupe Scolaire - zone H3



Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement



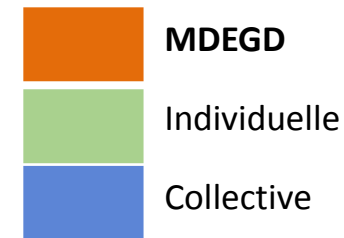
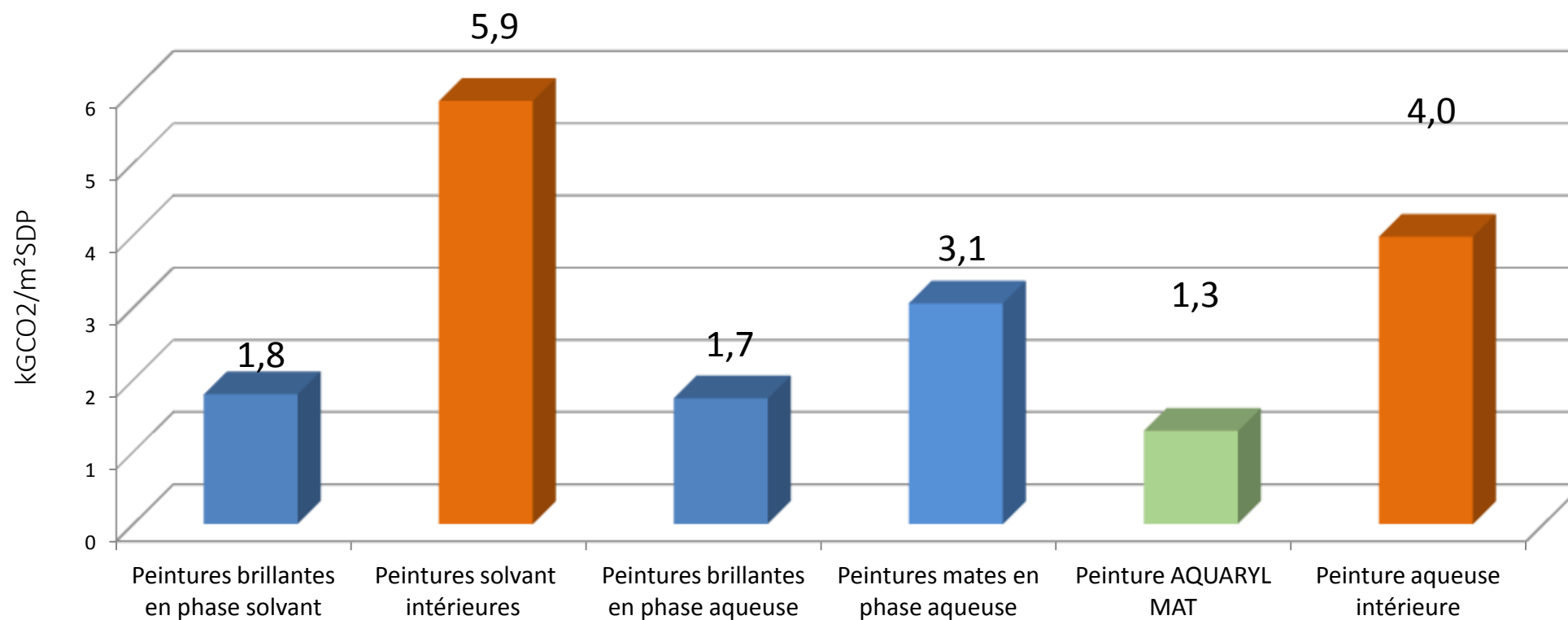
153

1. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP)
2. Systèmes constructifs
3. Niveau d'isolation
4. Systèmes énergétiques
5. Photovoltaïque
6. Choix de produits

Peinture

154

Impact des peintures selon leur nature à l'échelle du bâtiment

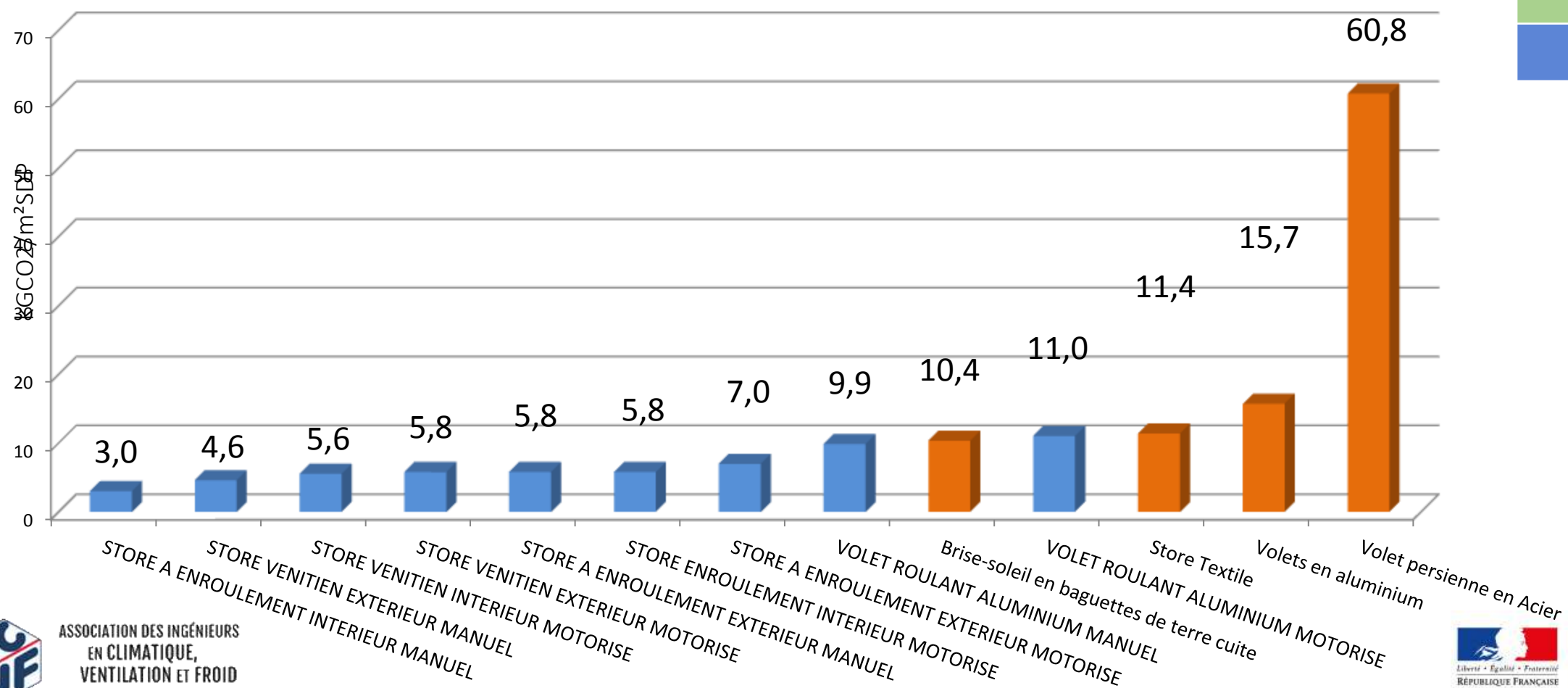


Choix des occultations



155

Impact des occultations selon leur nature à l'échelle du bâtiment

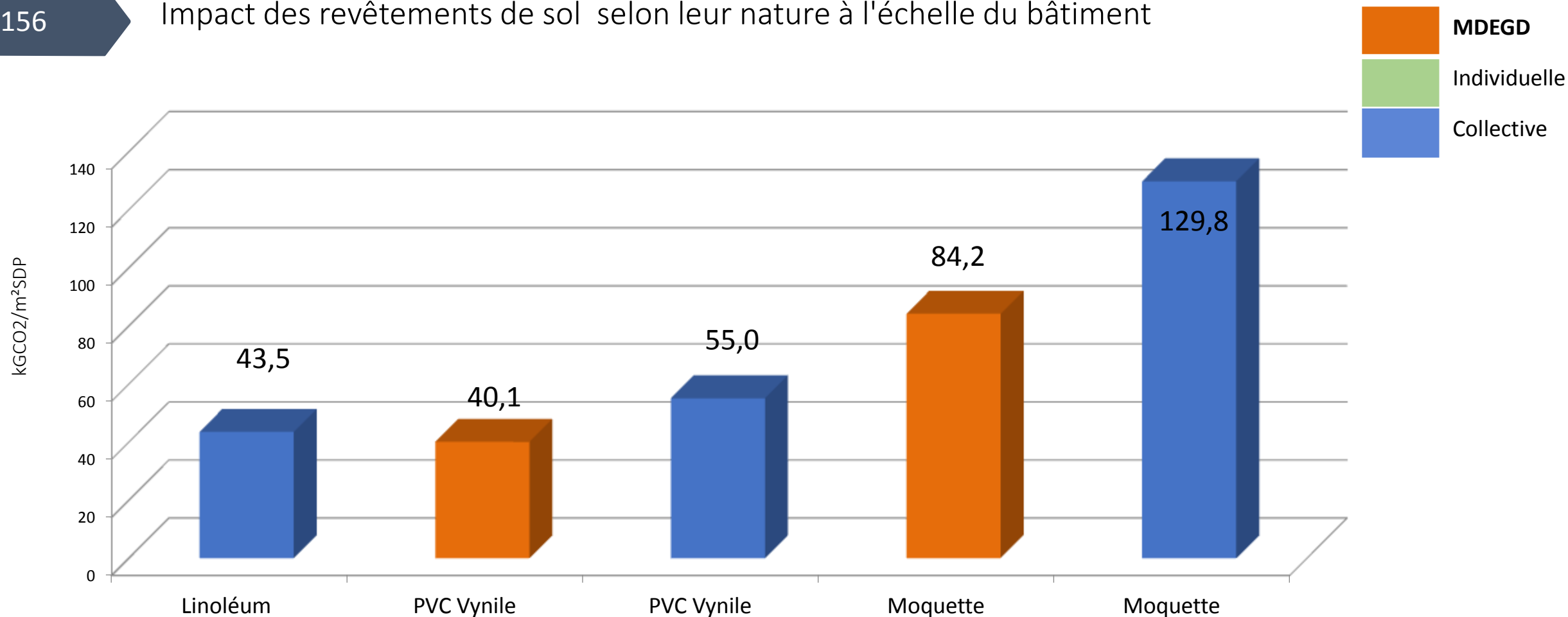


Choix des produits de revêtements de sol



156

Impact des revêtements de sol selon leur nature à l'échelle du bâtiment

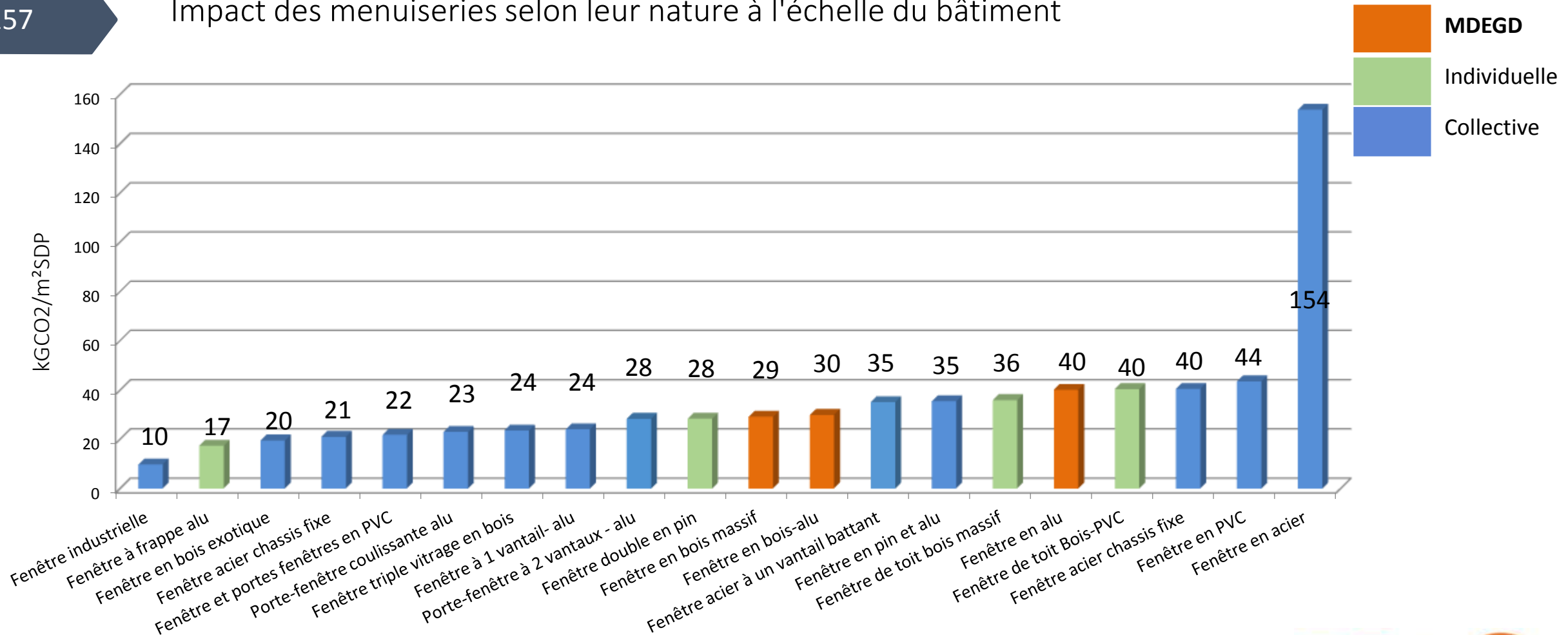


Choix des menuiseries



157

Impact des menuiseries selon leur nature à l'échelle du bâtiment



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



158

- Chaudière condensation Gaz
- PAC absorption + appoint gaz
- Réseau de chaleur 0% ENR
- Réseau de chaleur 50% ENR
- Réseau de chaleur 70% ENR
- Chaudière bois + appoint gaz
- Effet Joule
- PAC Electrique

	Enveloppe Base	Enveloppe Performante	Enveloppe très Performante
	Bbiomax-10%	Bbiomax-20%	Bbiomax-30%
Murs	Up= 0.36	Up= 0.31	Up= 0.20
Toiture	Up= 0.30	Up= 0.20	Up= 0.15
Plancher bas	Ue= 0.25	Ue= 0.15	Ue= 0.12
Baies	Uw= 1.6	Uw = 1.6	Uw= 1.6

Le système constructif est en béton. La ventilation est en Double flux avec échangeur 70% d'efficacité

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



159

Chaudière Gaz Condensation

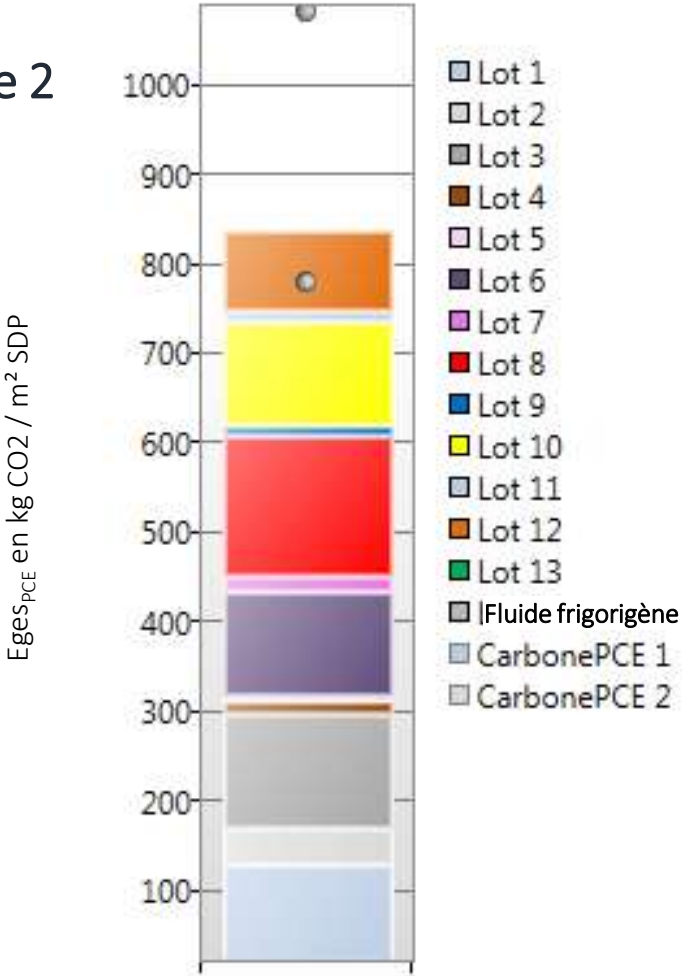
	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWhep/m ² _{SRT})	106	95.4	75.4	0
Enveloppe	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-30%	Bbiomax-30%
Murs (Up)	0.36	0.36	0.20	0.20
Toiture (Up)	0.30	0.30	0.15	0.15
Plancher bas (Ue)	0.25	0.25	0.12	0.12
Baies (Uw)	1.6	1.6	1.6	1.6
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	72.6 m ²	1400 m ²

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

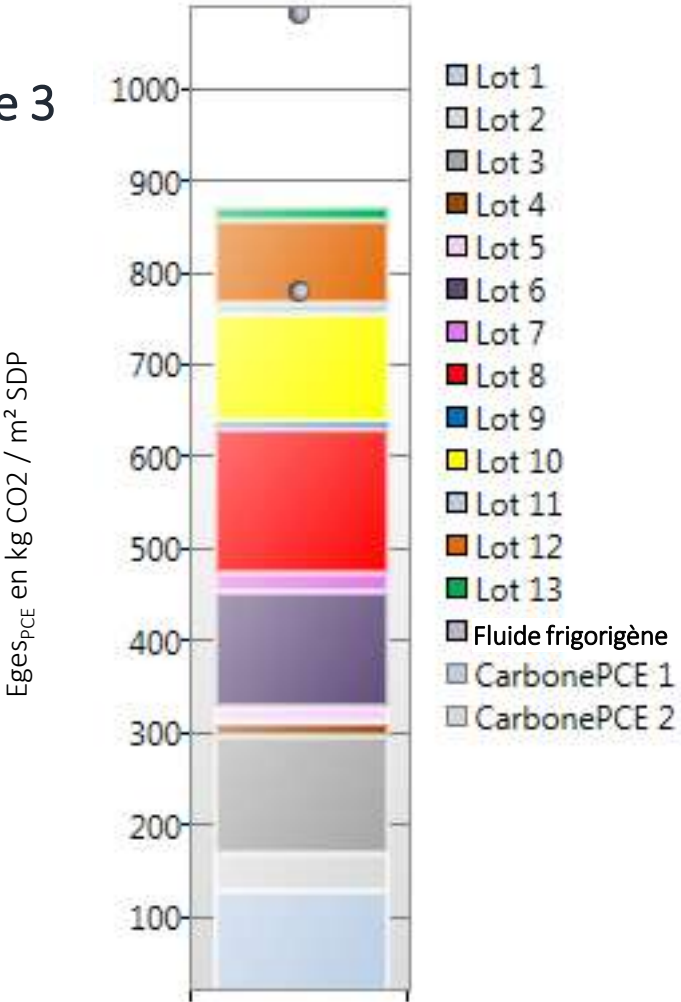


Chaudière Gaz Condensation

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



161

PAC absorption + appoint gaz

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWhep/m ² _{SRT})	106	95.4	75.4	0
Enveloppe	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-30%	Bbiomax-30%
Murs (Up)	0.36	0.36	0.20	0.20
Toiture (Up)	0.30	0.30	0.15	0.15
Plancher bas (Up)	0.25	0.25	0.12	0.12
Baies (Uw)	1.6	1.6	1.6	1.6
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	30 m ²	1100 m ²

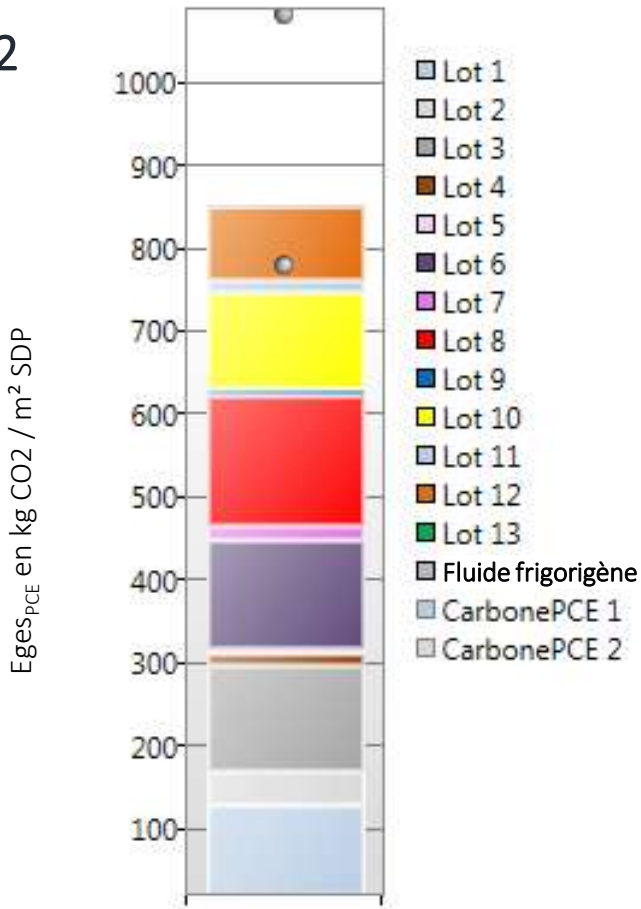
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



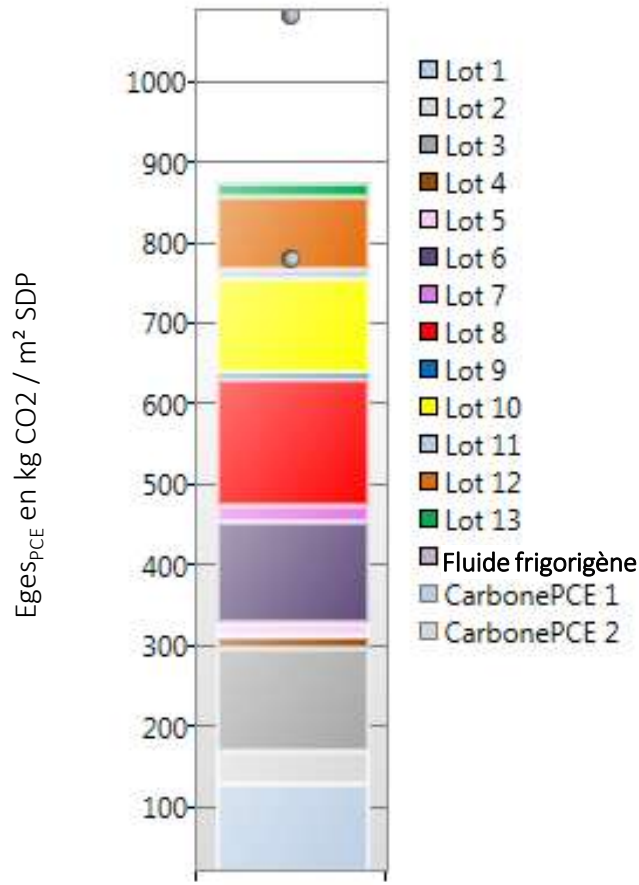
162

PAC absorption + appoint gaz

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



163

Réseau de chaleur 0% ENR

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWh _{ep} /m ² _{SRT})	106	95.4	75.4	0
Enveloppe	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-30%	Bbiomax-30%
Murs (Up)	0.36	0.36	0.20	0.20
Toiture (Up)	0.30	0.30	0.15	0.15
Plancher bas (Up)	0.25	0.25	0.12	0.12
Baies (Uw)	1.6	1.6	1.6	1.6
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	50 m ²	1150 m ²

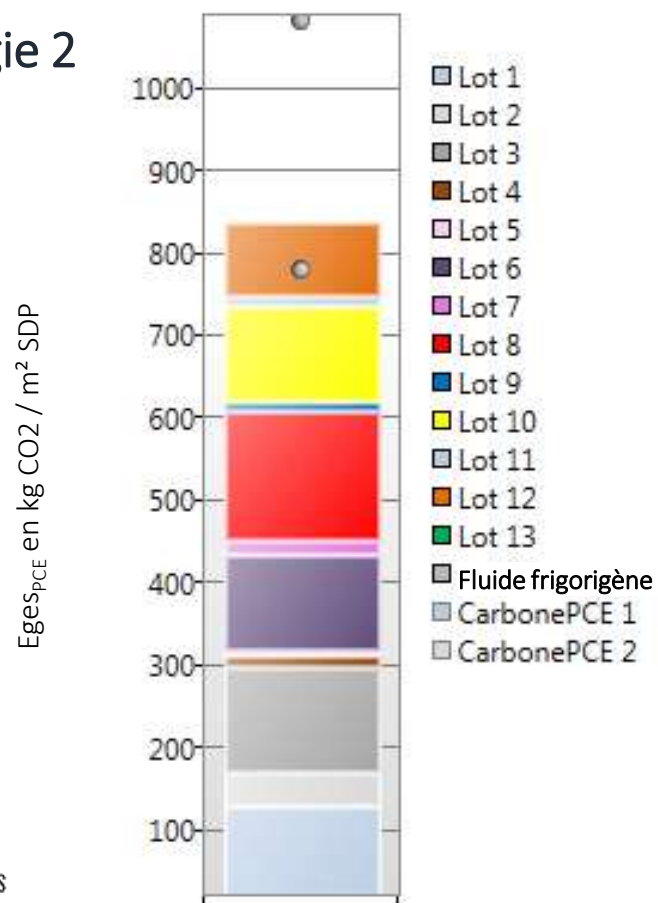
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



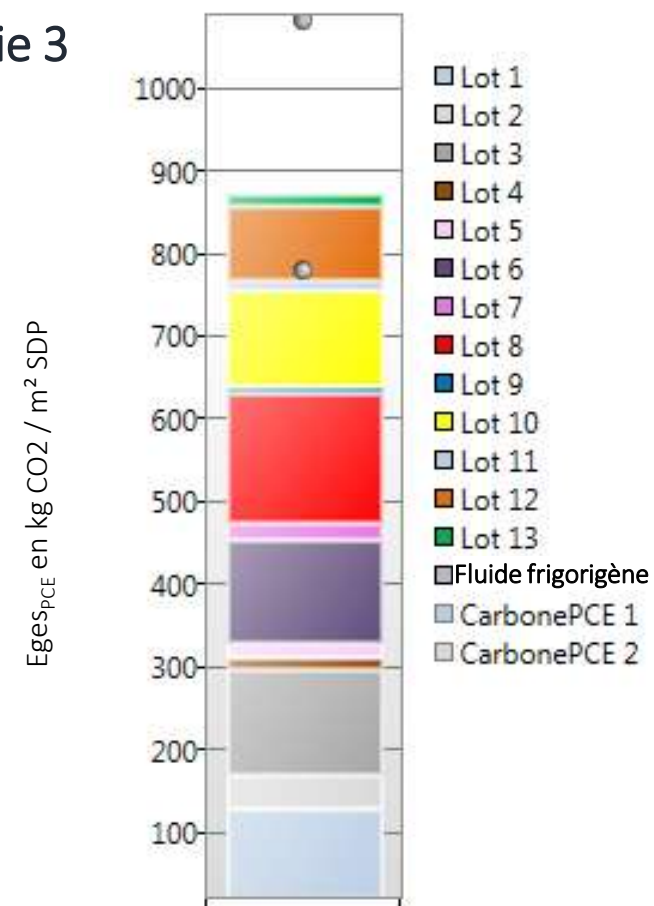
164

Réseau de chaleur 0% ENR

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



165

Réseau de chaleur 50% ENR

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWh _{ep} /m ² _{SRT})	106	95.4	75.4	0
Enveloppe	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-30%
Murs (Up)	0.36	0.36	0.36	0.20
Toiture (Up)	0.30	0.30	0.30	0.15
Plancher bas (Up)	0.25	0.25	0.25	0.12
Baies (Uw)	1.6	1.6	1.6	1.6
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	0 m ²	880 m ²

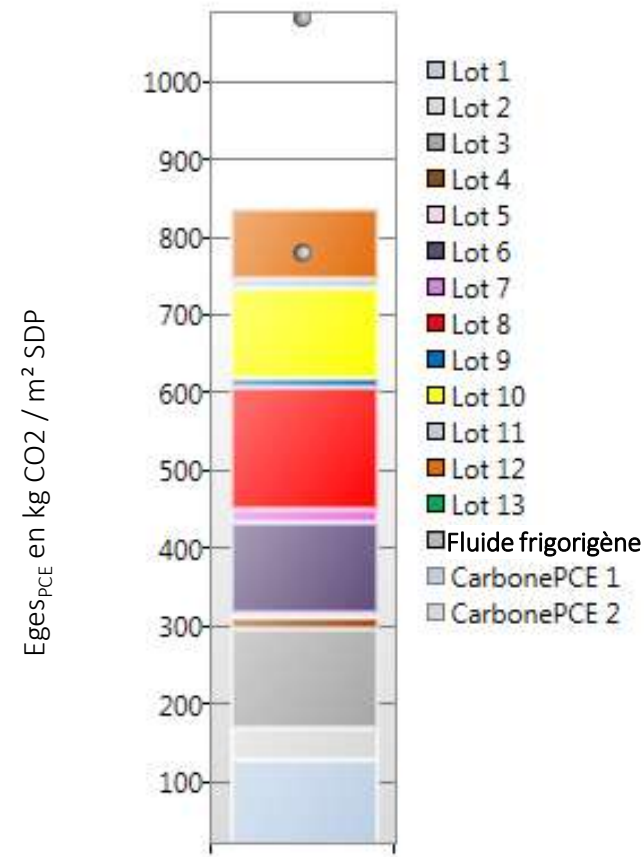
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



166

Réseau de chaleur 50% ENR

Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



167

Réseau de chaleur 70% ENR

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWh _{ep} /m ² _{SRT})	106	95.4	75.4	0
Enveloppe	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-30%
Murs (Up)	0.36	0.36	0.36	0.20
Toiture (Up)	0.30	0.30	0.30	0.15
Plancher bas (Up)	0.25	0.25	0.25	0.12
Baies (Uw)	1.6	1.6	1.6	1.6
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	0 m ²	700 m ²

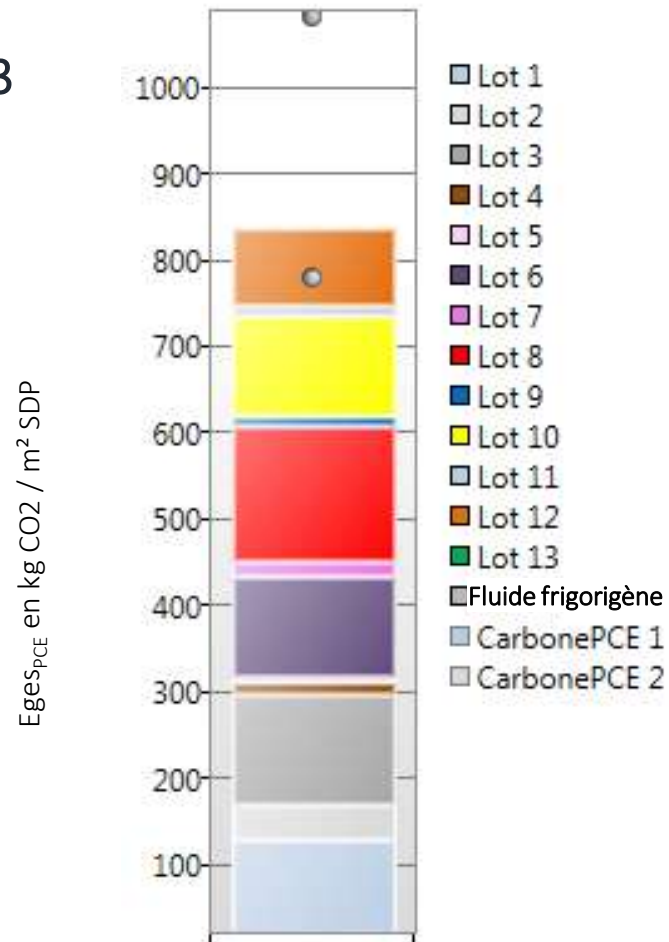
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



168

Réseau de chaleur 70% ENR

Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



169

Chaudière Bois + appoint gaz

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWh _{ep} /m ² _{SRT})	106	95.4	75.4	0
Enveloppe	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-10%	Bbiomax-30%
Murs (Up)	0.36	0.36	0.36	0.20
Toiture (Up)	0.30	0.30	0.30	0.15
Plancher bas (Up)	0.25	0.25	0.25	0.12
Baies (Uw)	1.6	1.6	1.6	1.6
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	0 m ²	800 m ²

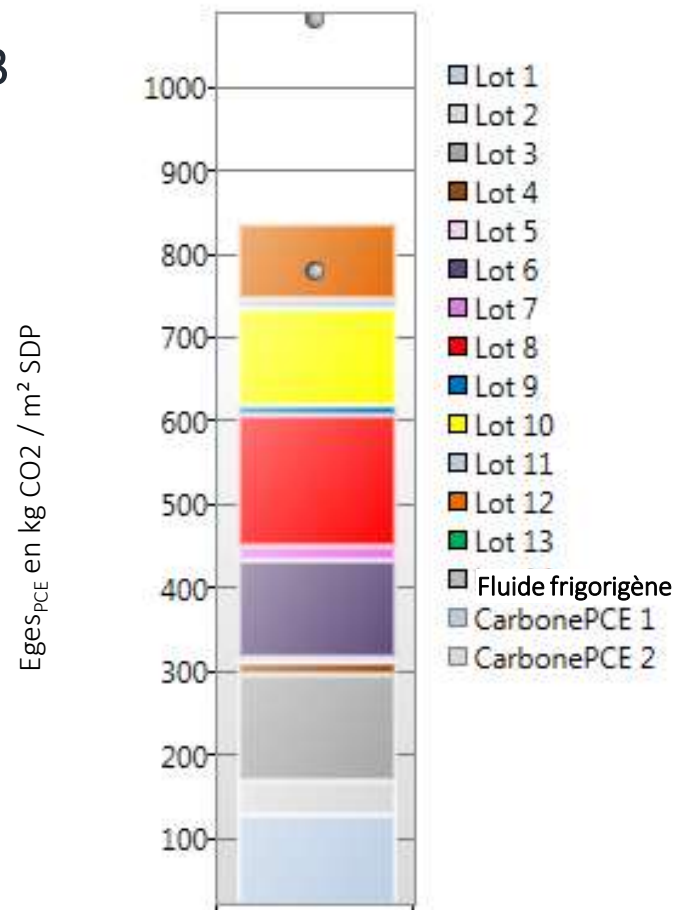
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



170

Chaudière Bois + appoint gaz

Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



171

Effet Joule

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m ² _{SRT})	106	95.4	75.4
Enveloppe	Base Bbiomax-10%	Bbiomax-20%	Bbiomax-30%
Murs (Up)	0.36	0.31	0.20
Toiture (Up)	0.30	0.20	0.15
Plancher bas (Up)	0.25	0.15	0.12
Baies (Uw)	1.6	1.6	1.6
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	191.4 m ²

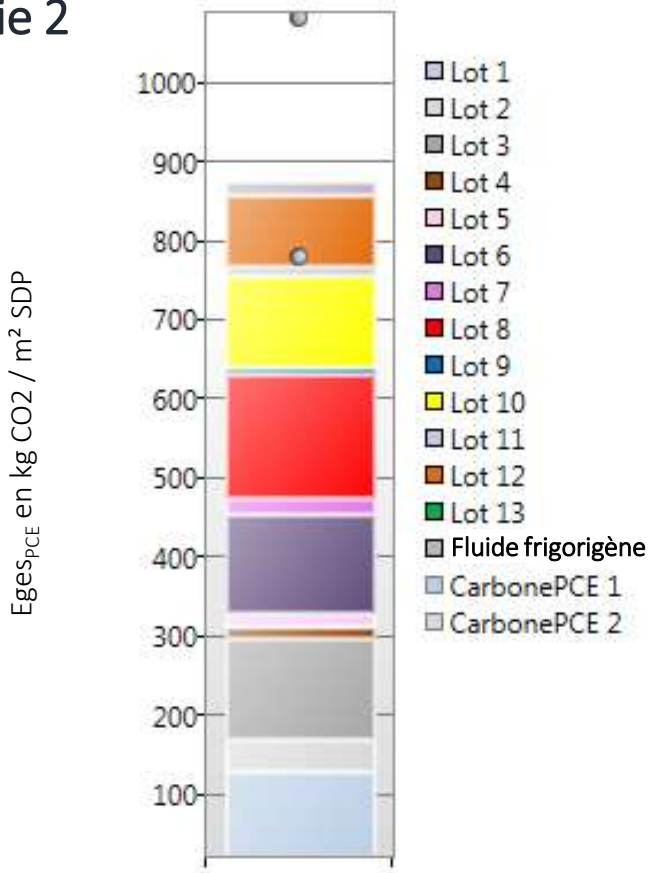
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



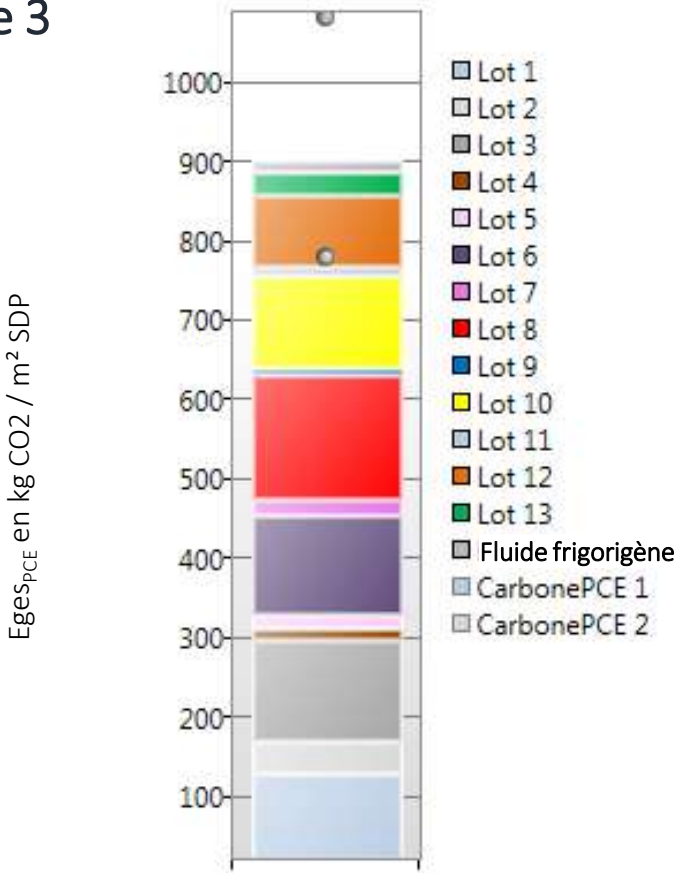
172

Effet Joule

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



173

PAC Electrique

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWh _{ep} /m ² _{SRT})	106	95.4	75.4
Enveloppe	Base Bbiomax-10%	Bbiomax-30%	Bbiomax-30%
Murs (Up)	0.36	0.20	0.20
Toiture (Up)	0.30	0.15	0.15
Plancher bas (Up)	0.25	0.12	0.12
Baies (Uf)	1.6	1.6	1.6
Surface PV (m ²)	0 m ²	0 m ²	171.4 m ²

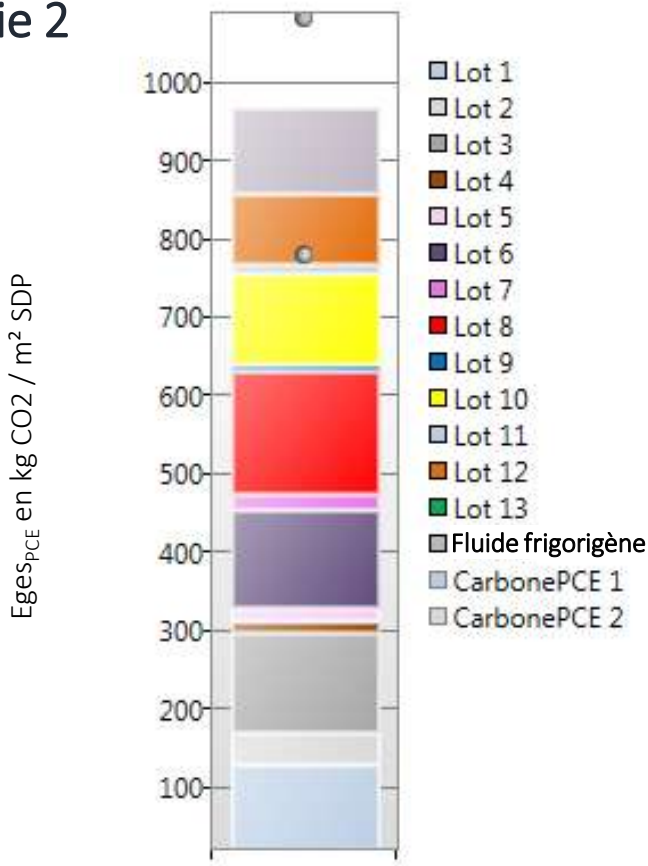
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a



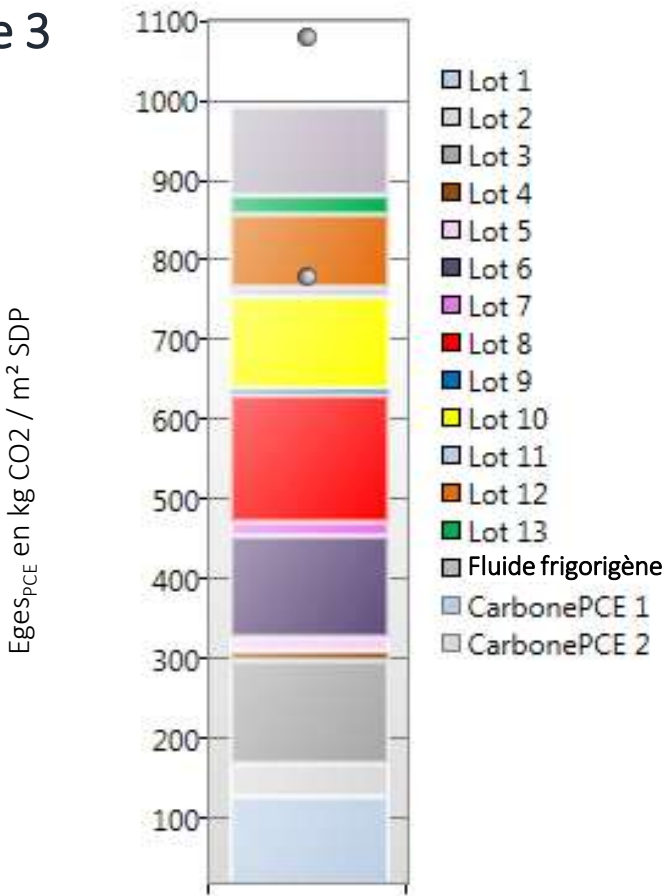
174

PAC Electrique

Energie 2



Energie 3

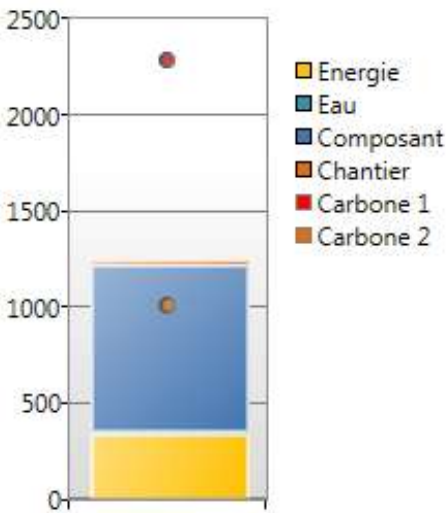


Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

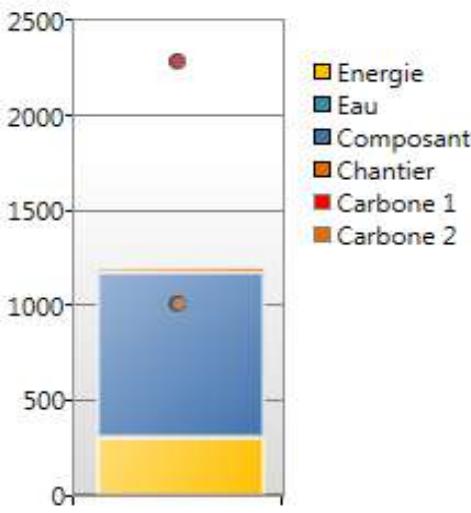


175

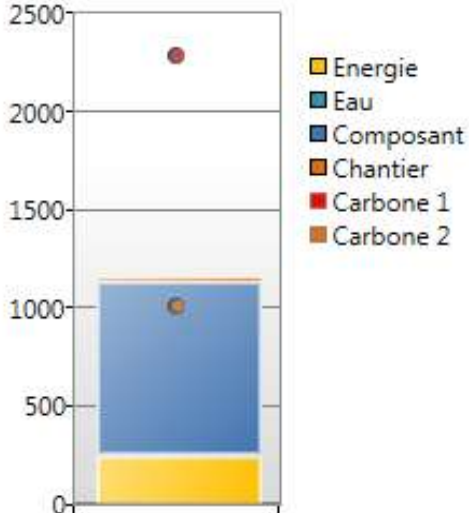
Impact Eges pour le niveau Energie 3



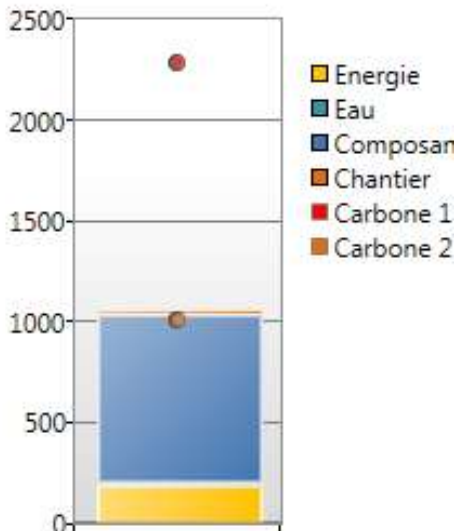
PCE	868.77
Energie	343.99
Chantier	24.50
Eau	5.69



PCE	865.90
Energie	306.28
Chantier	24.50
Eau	5.69



PCE	879.76
Energie	249.17
Chantier	24.50
Eau	5.69



PCE	838.22
Energie	193.22
Chantier	24.50
Eau	5.69

PAC Absorption

RCU 0 %

RCU 50 %

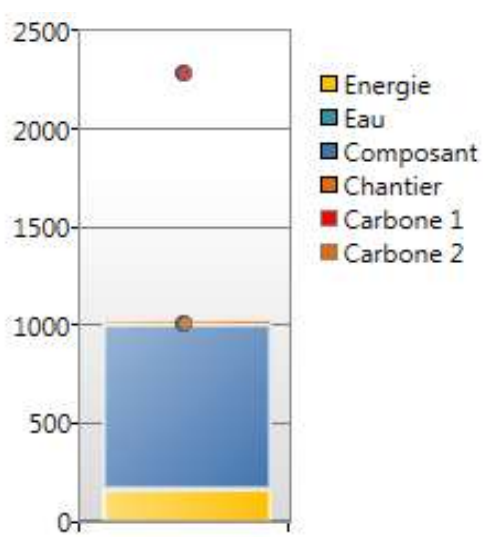
Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

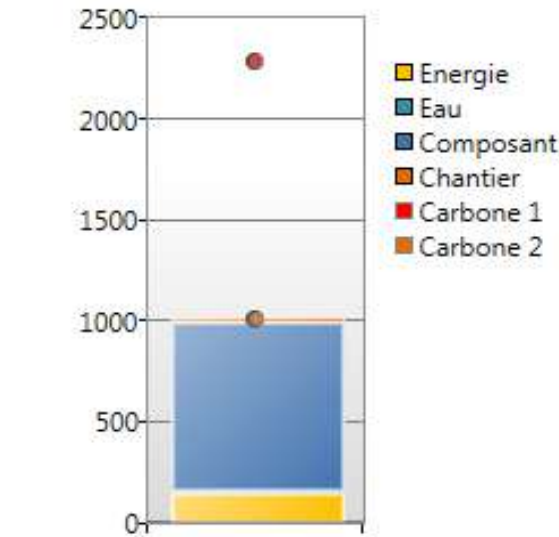


176

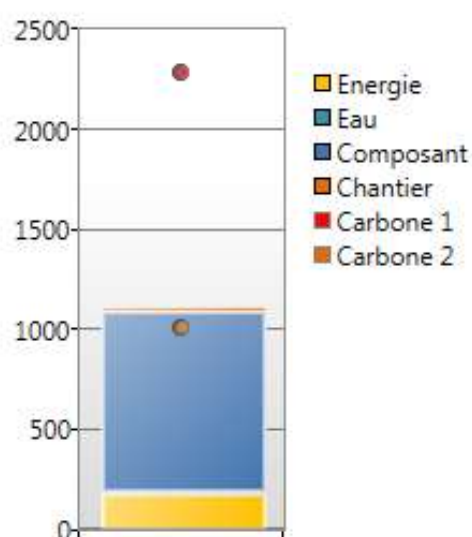
Impact Eges pour le niveau Energie 3



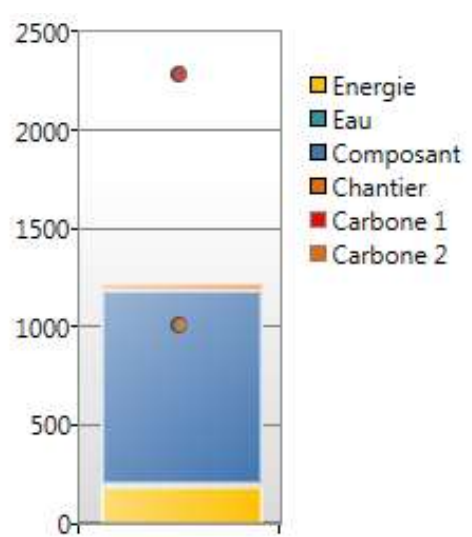
PCE	838.22
Energie	166.98
Chantier	24.50
Eau	5.69



PCE	838.22
Energie	153.55
Chantier	24.50
Eau	5.69



PCE	902.81
Energie	187.71
Chantier	24.50
Eau	5.69



PCE	993.98
Energie	194.23
Chantier	24.50
Eau	5.69

RCU 70 %

Bois + gaz

Effet Joule

PAC Electrique



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
EN CLIMATIQUE,
VENTILATION ET FROID

Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans



Atteinte des niveaux Energie-Carbone selon les solutions énergétiques



177

	chaudière gaz	PAC gaz	PAC élec	RCU 0%ENR	RCU 50%ENR	RCU 70%ENR	Bois appoint gaz
ENERGIE 1							
ENERGIE 2							
ENERGIE 3	ENV + & PV	ENV + & PV	ENV + & PV	ENV + & PV			
ENERGIE 4	ENV + & PV ++	ENV + & PV ++	ENV + & PV ++	ENV + & PV ++	ENV + & PV	ENV + & PV	ENV + & PV

CARBONE 1							
CARBONE 2			selon typologie et zone climatique			selon typologie et zone climatique	selon typologie et zone climatique

	Niveau énergie ou carbone facile à atteindre sans prestation supplémentaire
	Obtention du niveau énergie ou carbone requiert des prestations supplémentaire (enveloppe ou PV)
	Obtention du niveau énergie ou carbone très difficile voire impossible

Précautions

178

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 à certains niveaux du référentiel E+C- et de multiples solutions techniques peuvent répondre aux exigences.

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