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

Partie 3 – Sensibilités E+C-

E+C- ÉNERGIE POSITIVE & RÉDUCTION CARBONE

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Version V1 : février 2017

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PACTE

Contributeurs

Cette mallette a été élaborée avec :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE
DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

FÉDÉRATION CINOV

ORDRE DES ARCHITECTES

Untec

AIMCC
Association française des industries des produits de construction

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Financée par :

CONSTRUIRE AUJOURD'HUI POUR DEMAIN
PACTE
TESTER
PARTAGER
SOUTENIR
AVANCER
ENSEMBLE

Sommaire

- Maison
- Immeuble collectif
- Bureaux
- Enseignement

Précautions

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

- Maison
- Immeuble collectif
- Bureaux
- Enseignement

Descriptif de la maison étudiée

Description générale	
Typologie du bâtiment	Maison individuelle
Nombre d'étages	Plain pied
Type de toiture	Combles perdus
Unités d'analyse	
Surface de plancher SDP	104m²
SHAB	96m²
S_{RT}	114m²
Descriptions et commentaires	
Surface de parcelle	400 m²
Surface végétalisée	300 m²

Sensibilités réalisées sur une maison

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

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

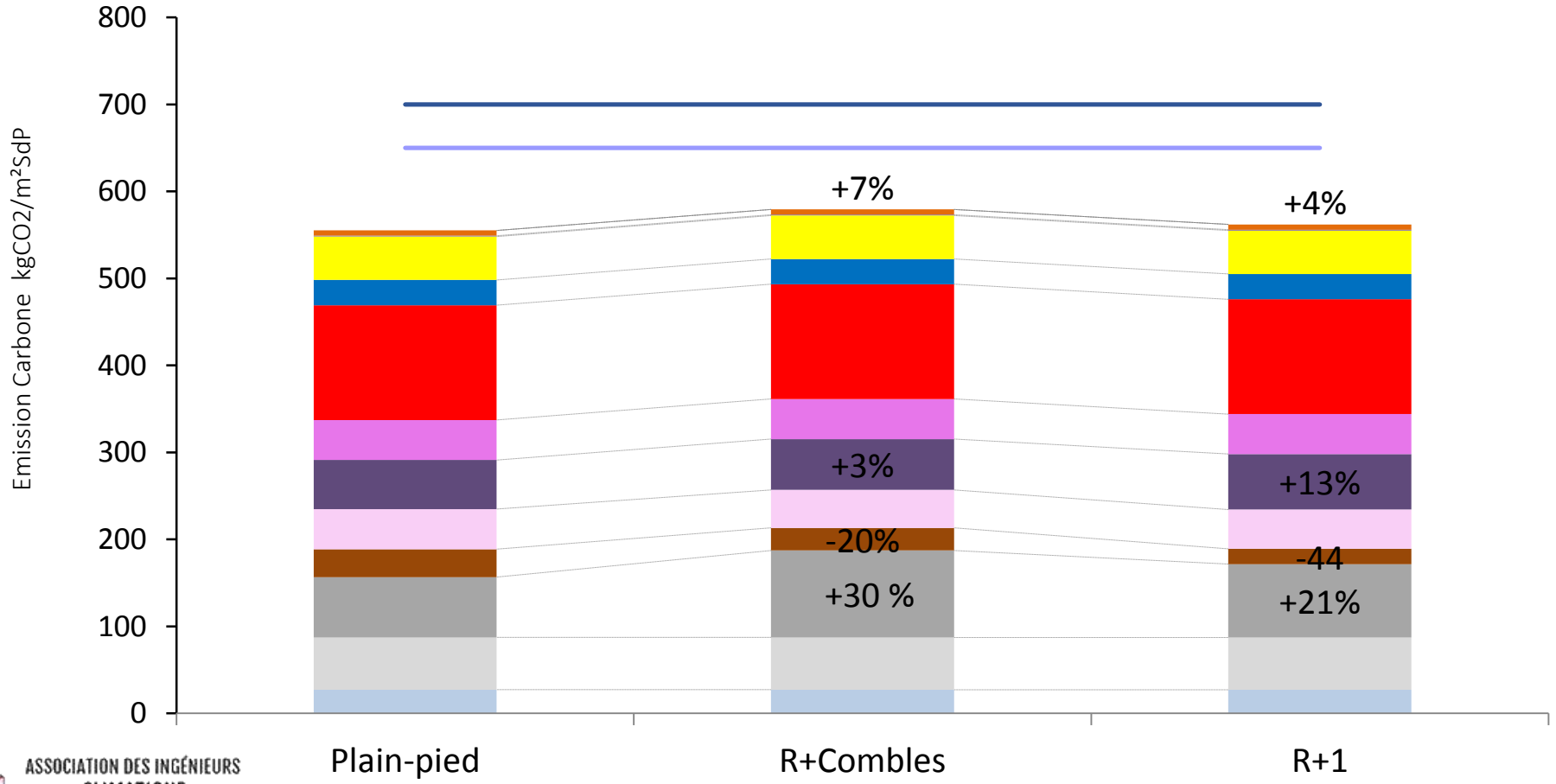
Sensibilités / typologie

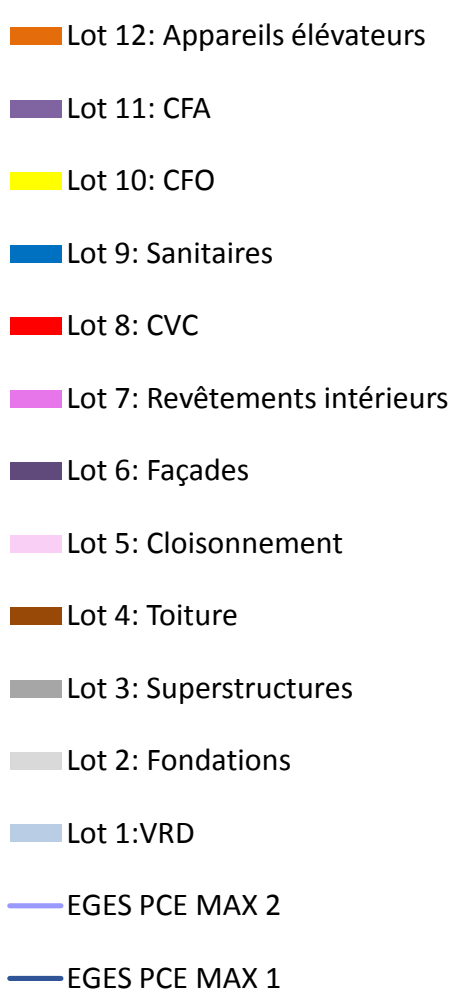
Trois typologies de maison individuelle à SHAB égale

	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$_{PCE}$

Trois typologies de maison individuelle à SHAB égale





Sensibilités réalisées sur une maison

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

Exemples sur des produits du second œuvre modifiés

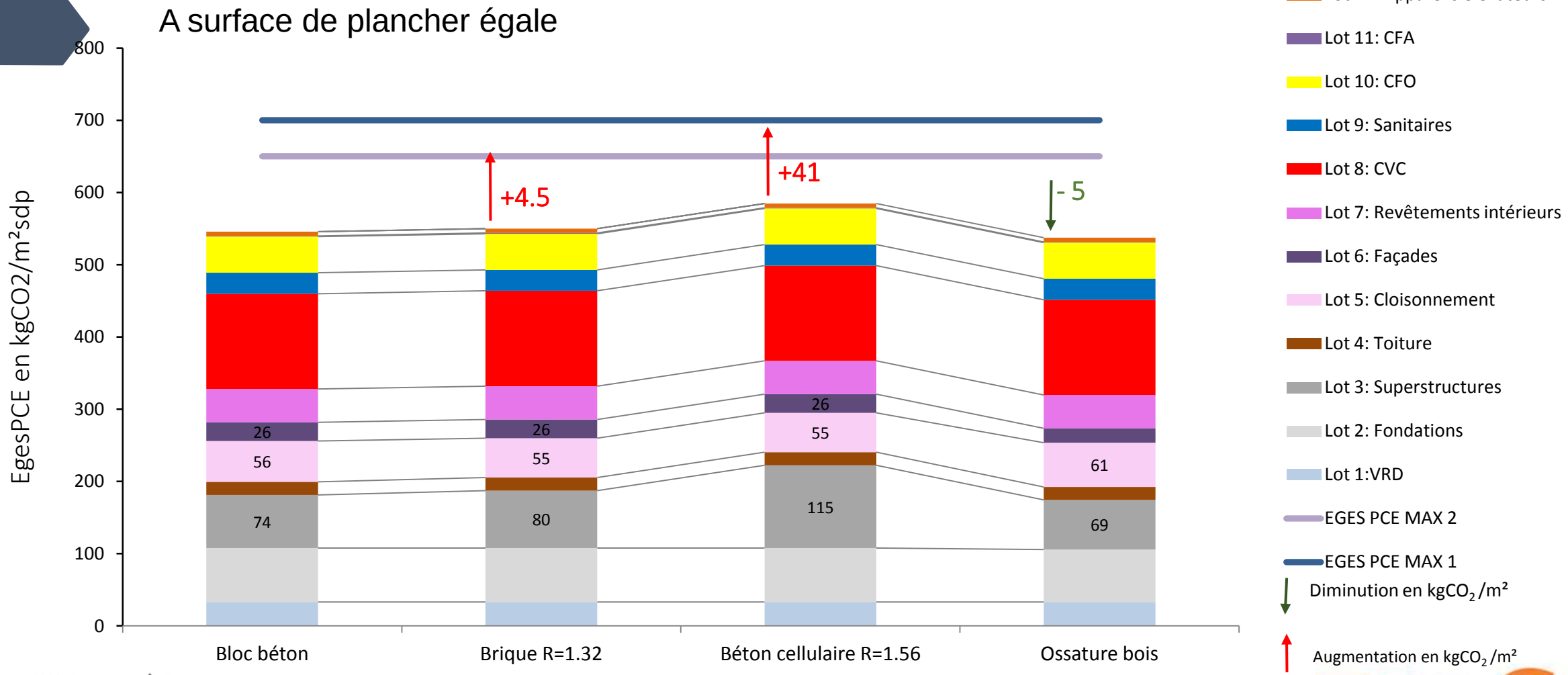
Produit	MDEGD	Collectives/ Individuelles	Ecart ($kgCO_2$ /m^2sdp)*
Revêtement de sol souple PVC			
Donnée environnementale (DE)	13.4 $kgCO_2/m^2$	10.1 $kgCO_2/m^2$	**29**
Durée de Vie Théorique (DVT)	10 ans	15 ans	
Volet battant PVC			
DE	70.1 $kgCO_2/m^2$	44.4 $kgCO_2/m^2$	**8.6**
DVT	30 ans	30 ans	
Menuiserie Bois			
DE	91.8 $kgCO_2/m^2$	61.4 $kgCO_2/m^2$	**10.1**
DVT	30 ans	30 ans	

* Écart à l'échelle du bâtiment.

Sensibilités réalisées sur une maison

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



Épaisseur maçonnerie : 20cm
Ossature bois : montants 140x40mm

Rparoi =3.75 m².K/W

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Sensibilités réalisées sur une maison

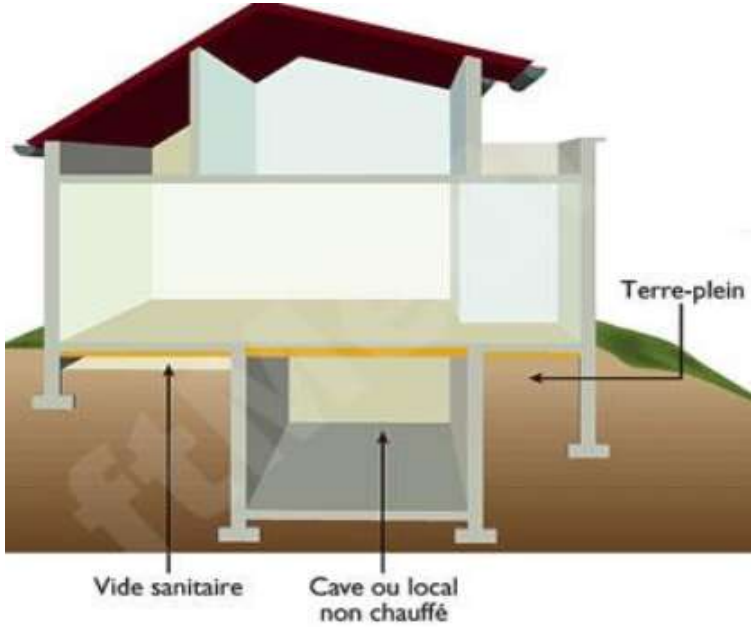
1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Sensibilités / type de plancher

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



Sensibilités / type de plancher

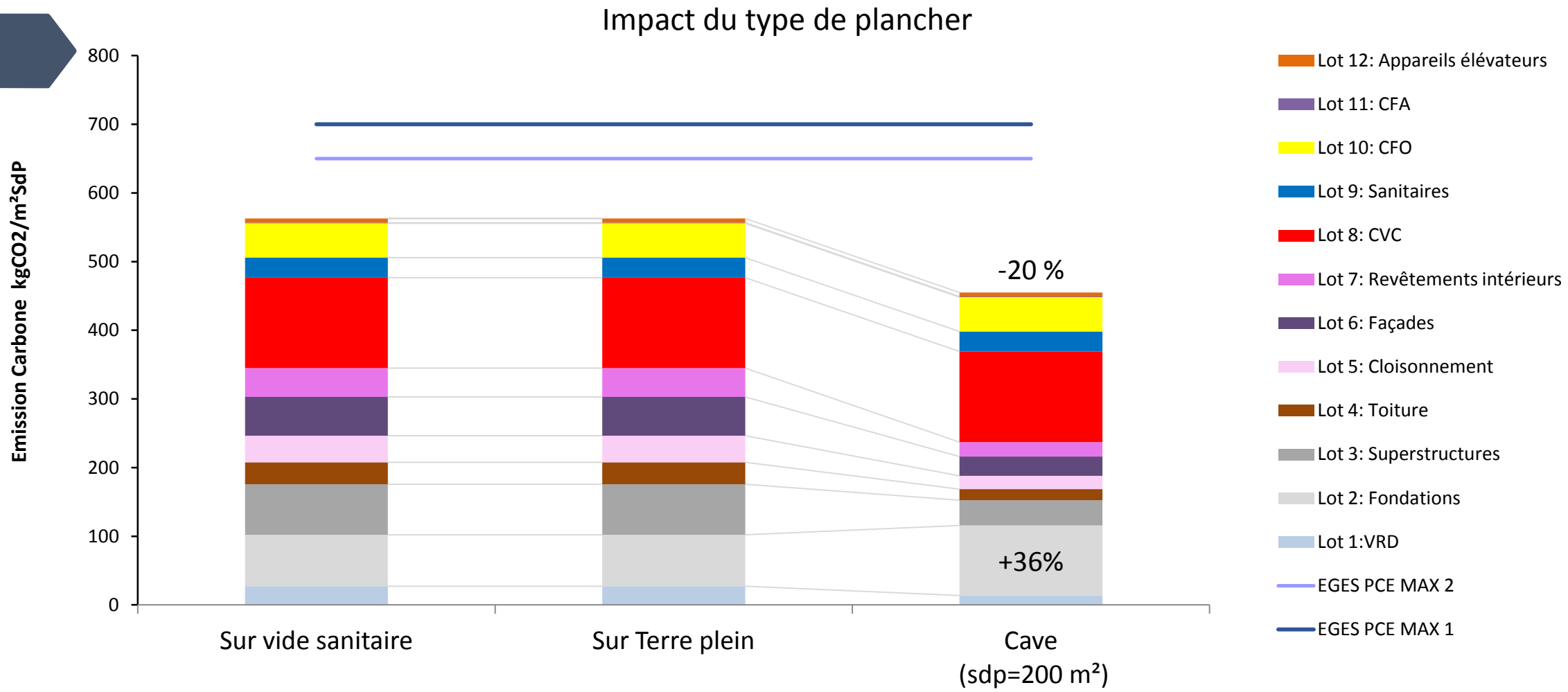
Article R111-22

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



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

! Dans l'état actuel de la méthode, la prise en compte de la surface de la cave dans la SDP est très valorisante. Ceci est une limite de la méthode.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PACTE

Sensibilités réalisées sur une maison

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

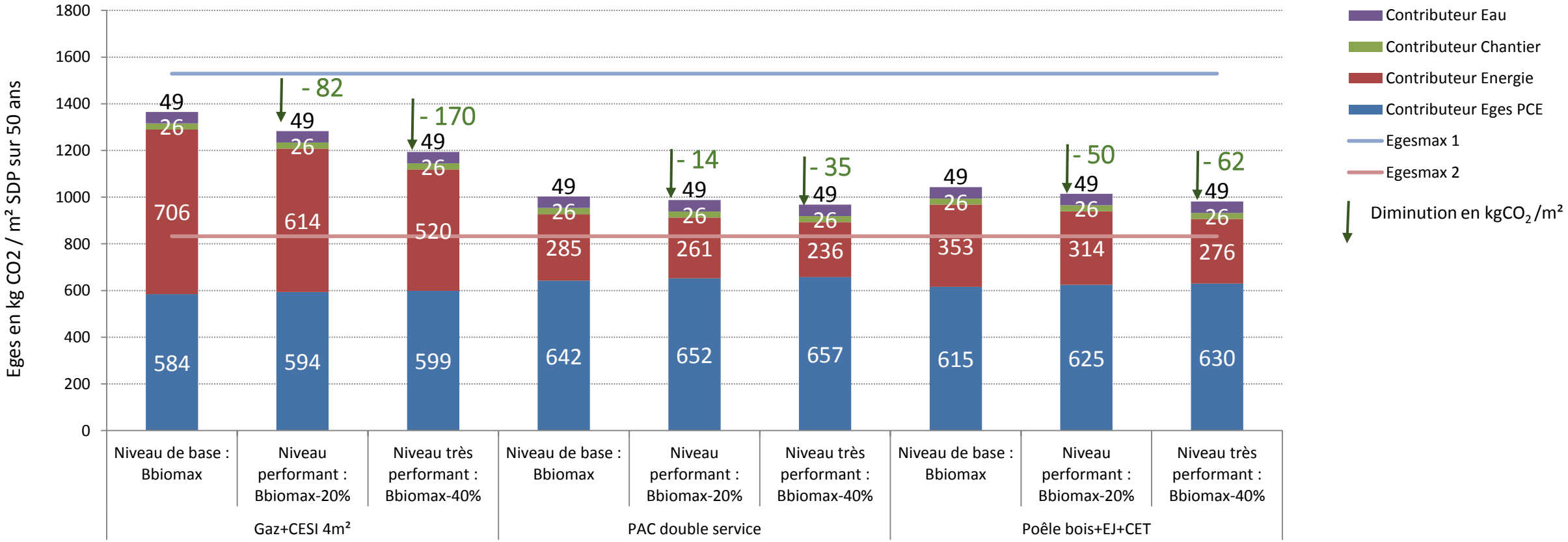
Prestations enveloppe

	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

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction du niveau de performance du bâti

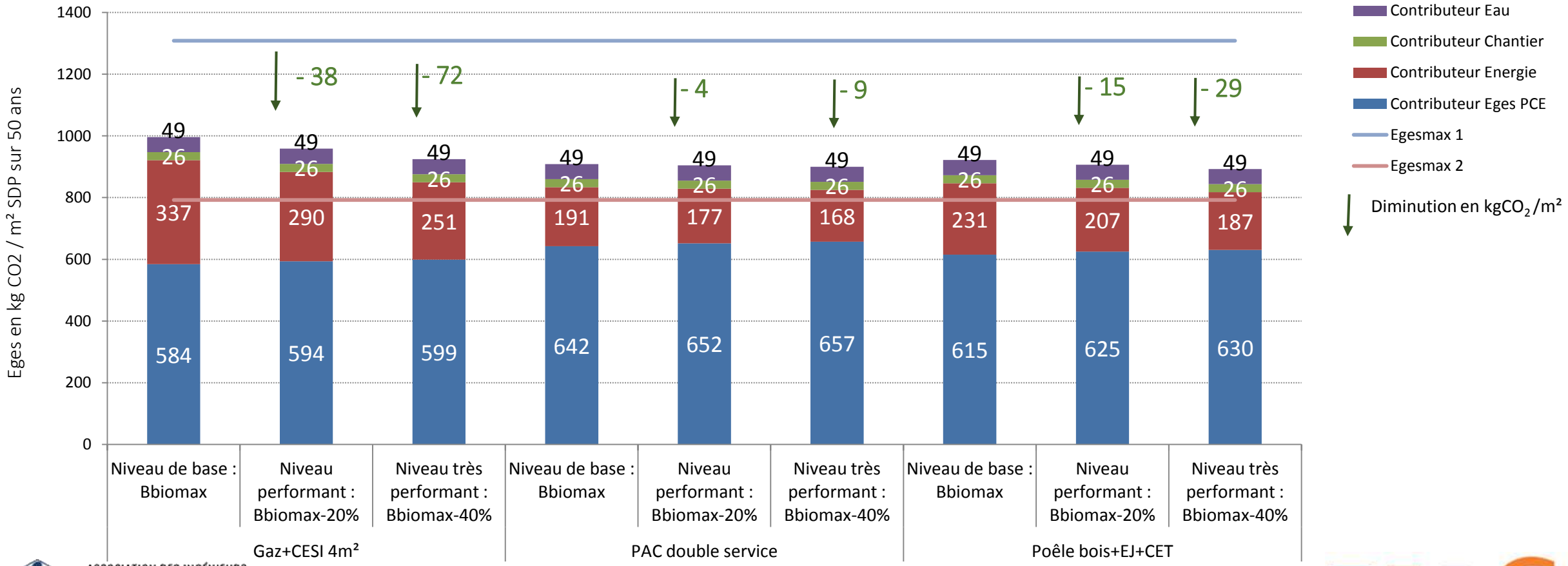
Maison Individuelle - H1b



Sensibilités / Niveau d'isolation

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction du niveau de performance du bâti

Maison Individuelle - H3



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PACTE

Sensibilités réalisées sur une maison

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

- 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

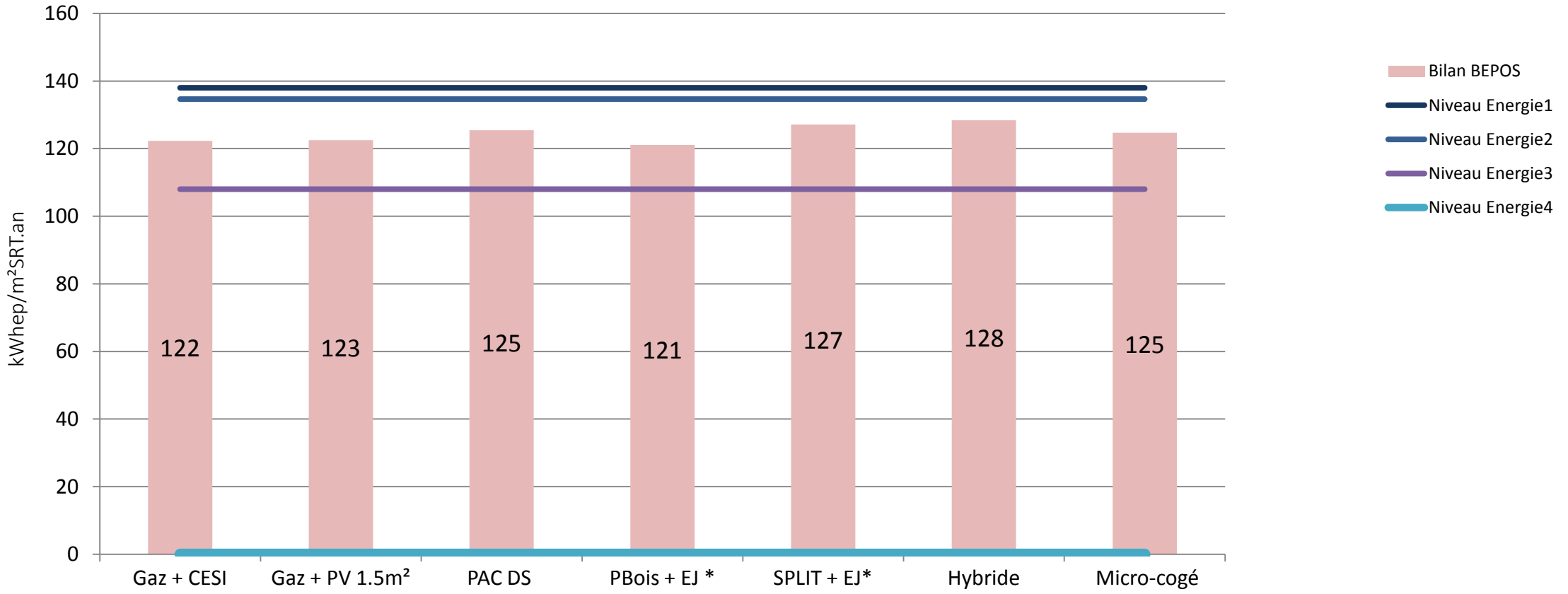
Prestations enveloppe		
	Bbio-20%	Bbio-40% (*)
Mur	Up= 0.20 R=4.8	Up= 0.16 R=6
Toit	R=8.5	R=10
Plancher bas	Up= 0.20	Up= 0.15
Fenêtre	Uw = 1.2	Uw= 1.1
Perméabilité	0.6	0.4

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

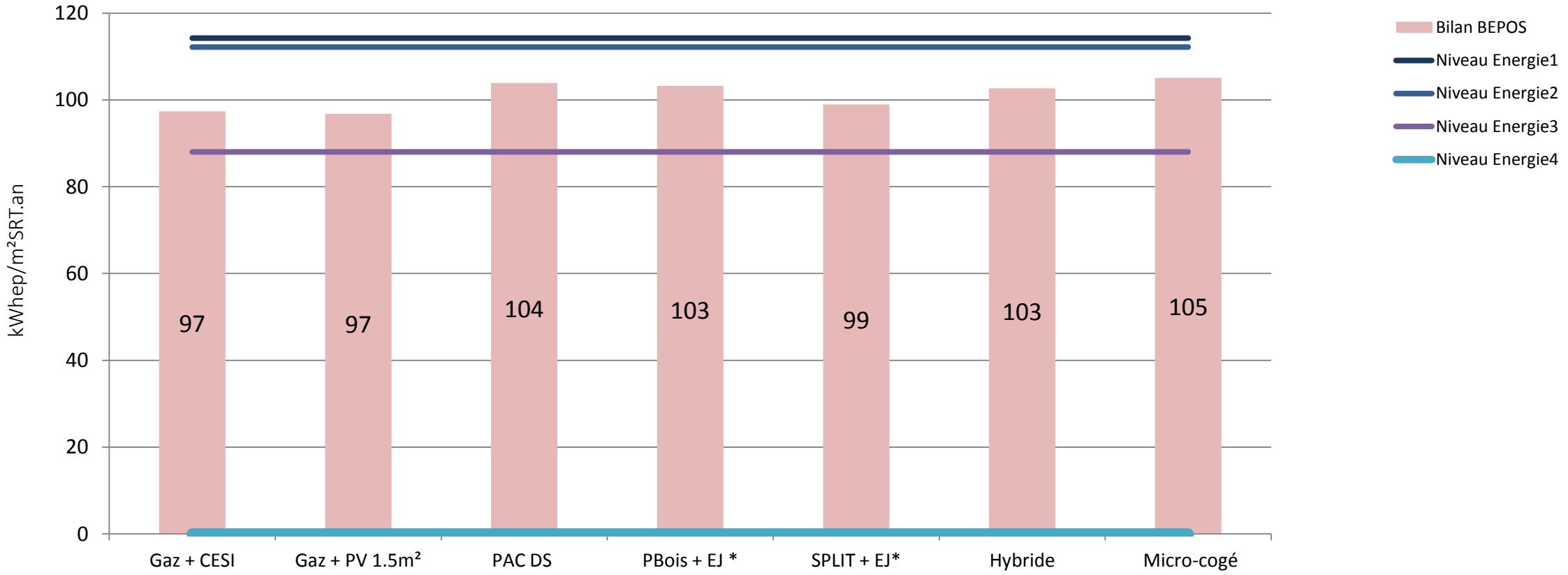
Systèmes énergétiques

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



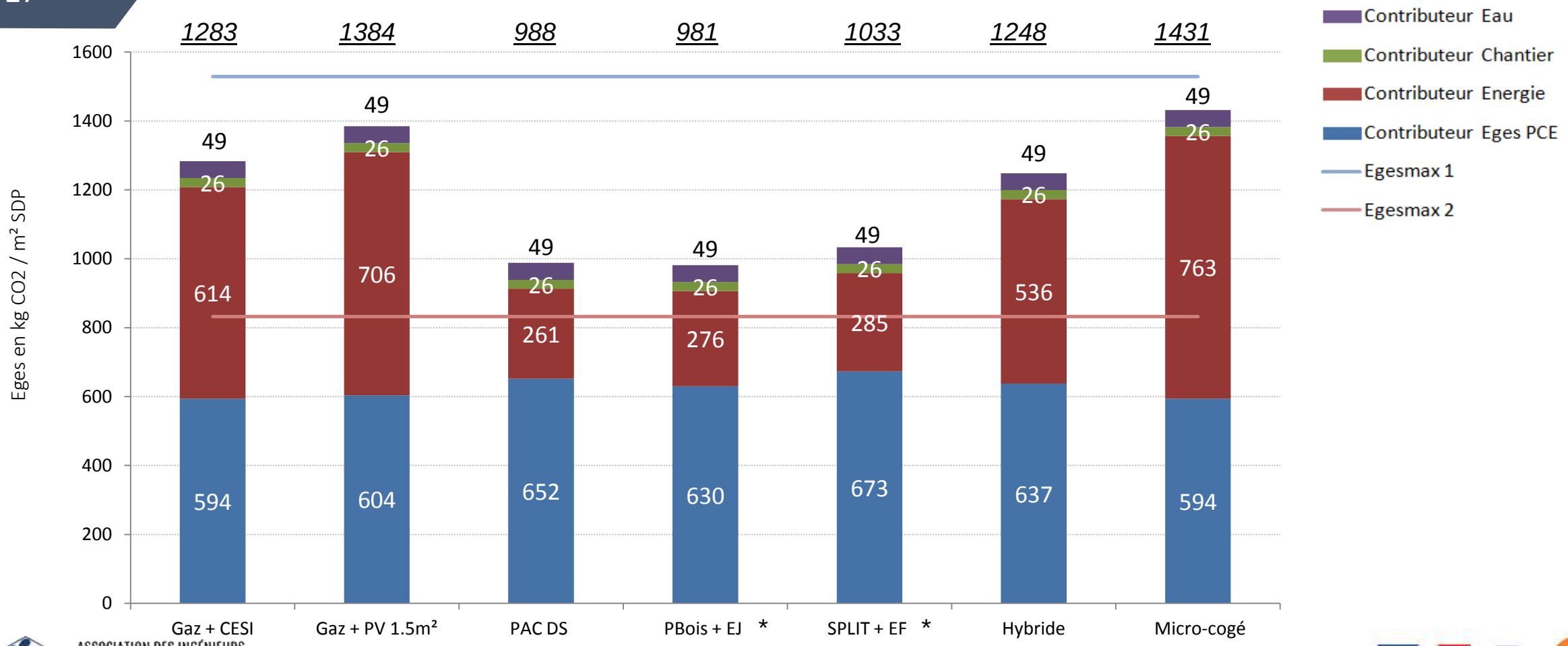
Systèmes énergétiques

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



Sensibilités / systèmes énergétiques

Impact des systèmes énergétiques sur Eges - Maison Individuelle H1b



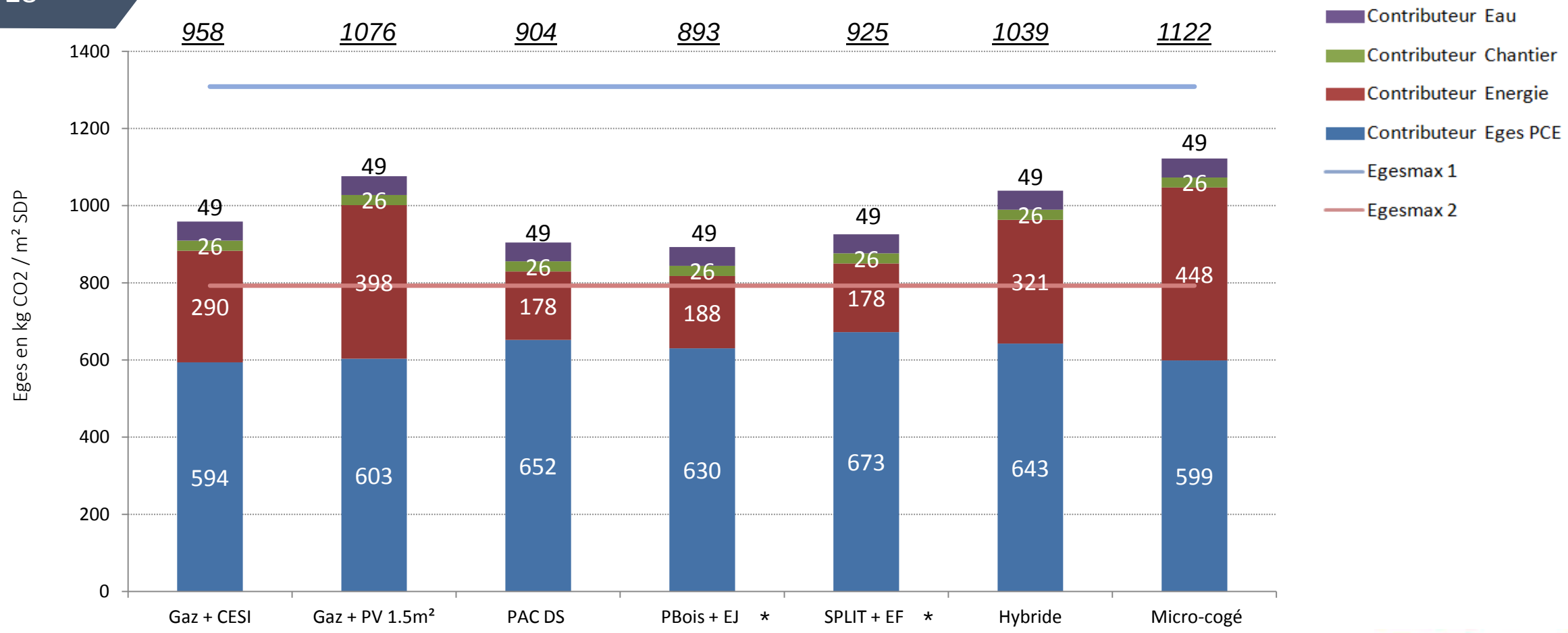
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PACTE

Sensibilités / systèmes énergétiques

Impact des systèmes énergétiques sur Eges - Maison Individuelle H3



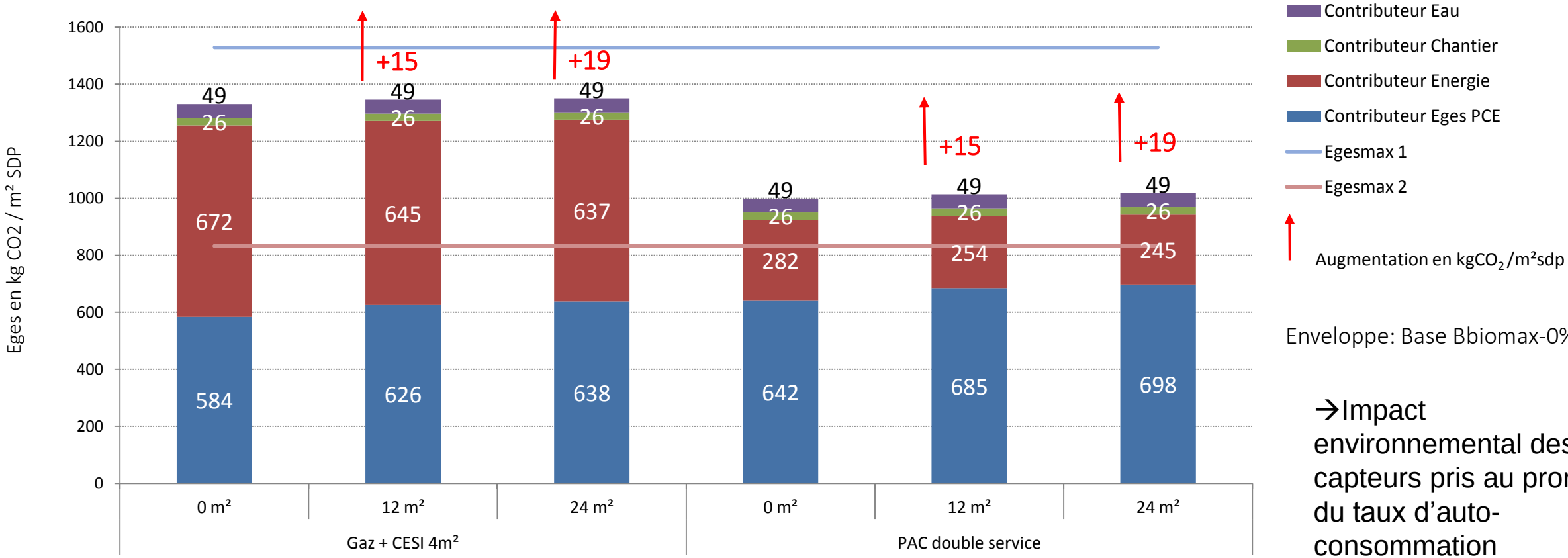
Sensibilités réalisées sur une maison

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

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques

Maison individuelle - zone H1b



Enveloppe: Base Bbiomax-0%

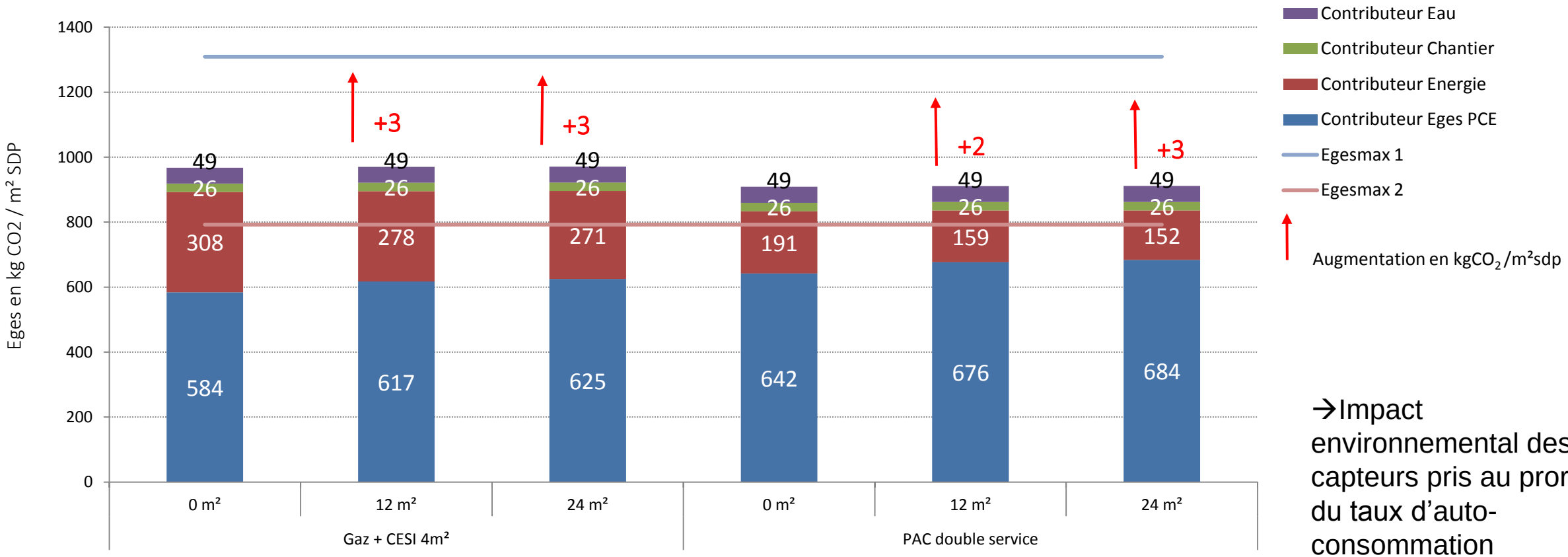
→Impact environnemental des capteurs pris au prorata du taux d'auto-consommation

TAC = 45% Export = 9 kWhef/m²srt	TAC = 29% Export = 23 kWhef/m²srt	TAC = 46% Export = 9 kWhef/m²srt	TAC = 30% Export = 23 kWhef/m²srt

Sensibilités / Photovoltaïque

Evolution du bilan CO_2 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

TAC = 34%	TAC = 22%	TAC = 37%	TAC = 23%
Export = 15 kWhef/m²srt	Export = 36 kWhef/m²srt	Export = 15 kWhef/m²srt	Export = 36 kWhef/m²srt

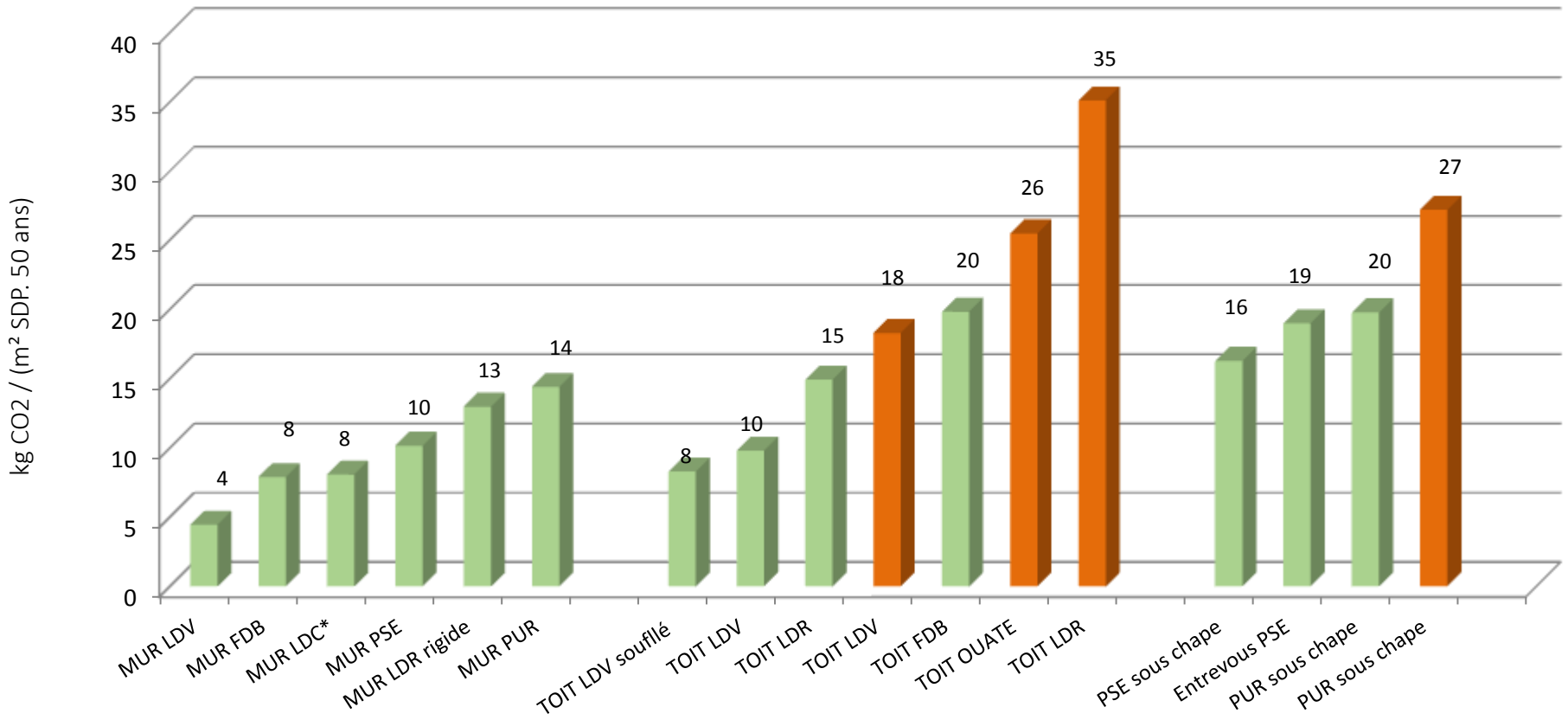
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Sensibilités réalisées sur une maison

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

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



MDEGD
Individuelle
Collective

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

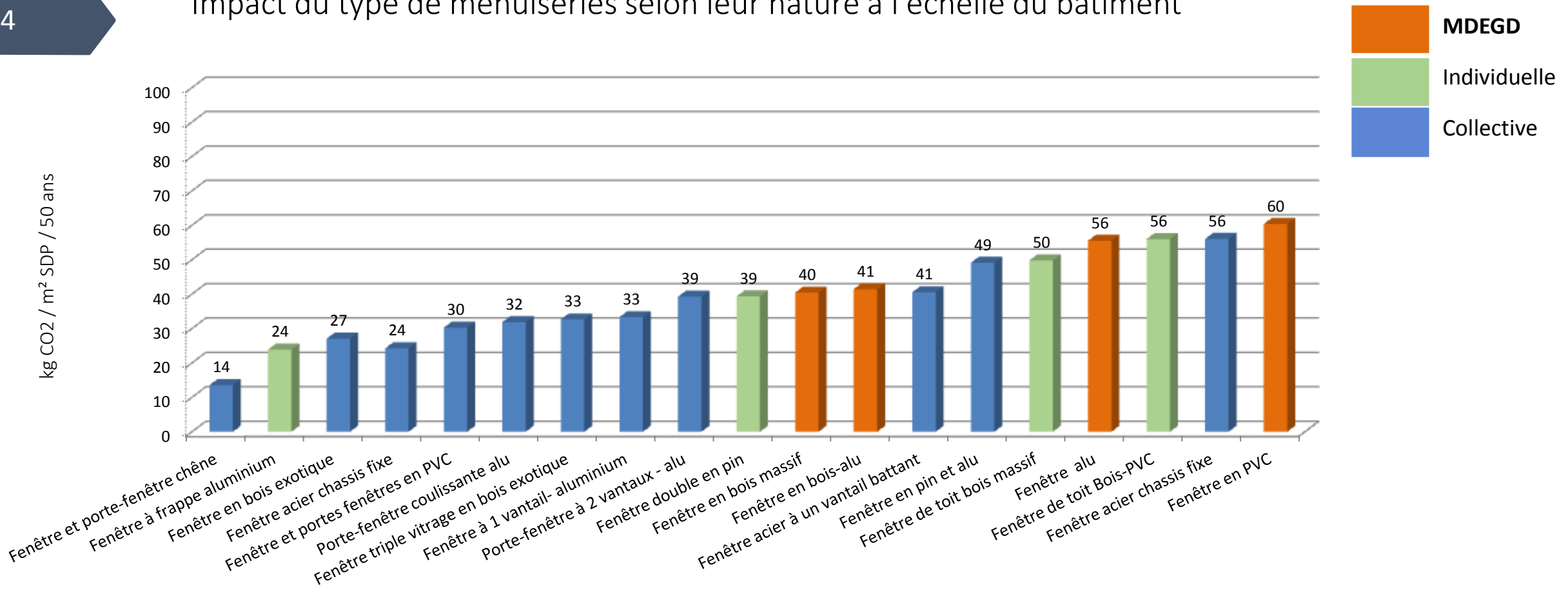
LDV: laine de verre
LDC: laine de chanvre
FDB: fibre de bois
LDR: laine de roche
PSE: polystyrène expansé
PUR: polyuréthane
OUATE: ouate de cellulose soufflée

*Seul produit en Laine de chanvre R=2.55 m²/W.K

- Les FDES des isolants sont toutes individuelles

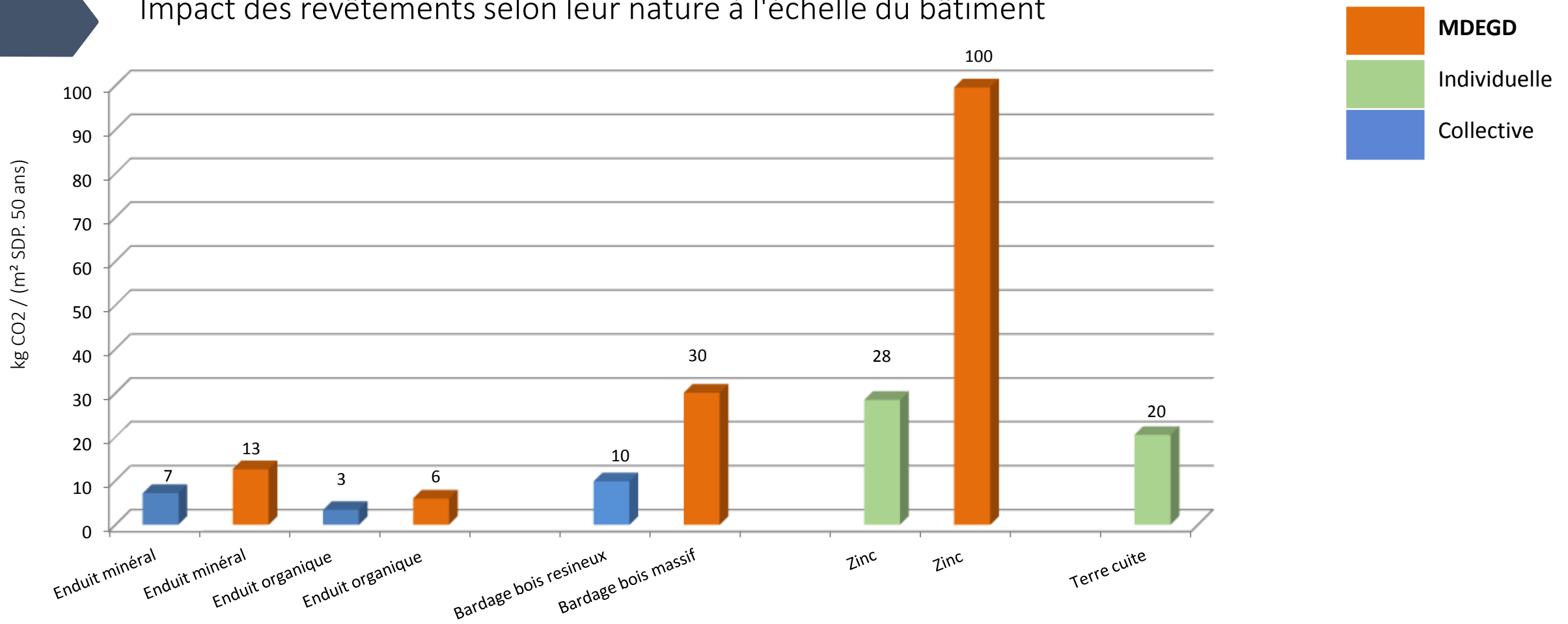
Choix des fenêtres

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



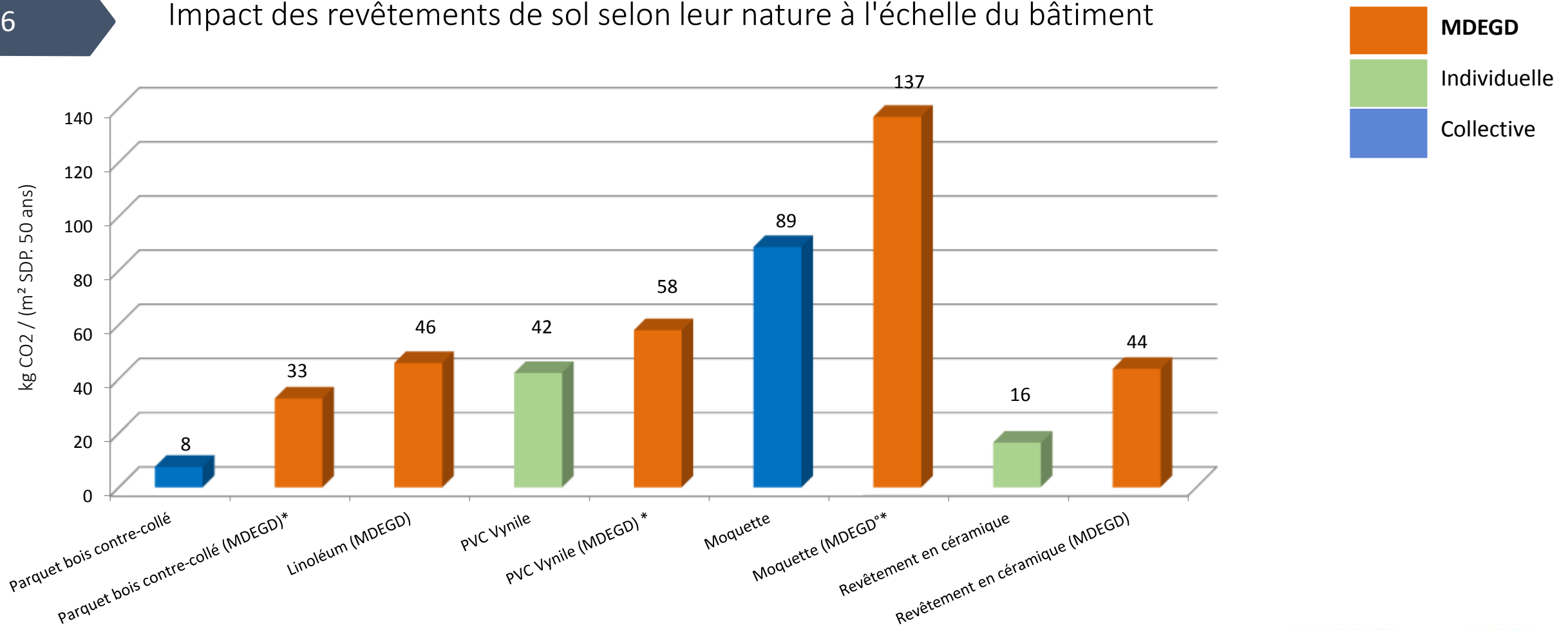
Finitions de façade

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



Revêtement de sol

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



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

* Durée de vie de la MDEGD différente de la FDES

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PACTE

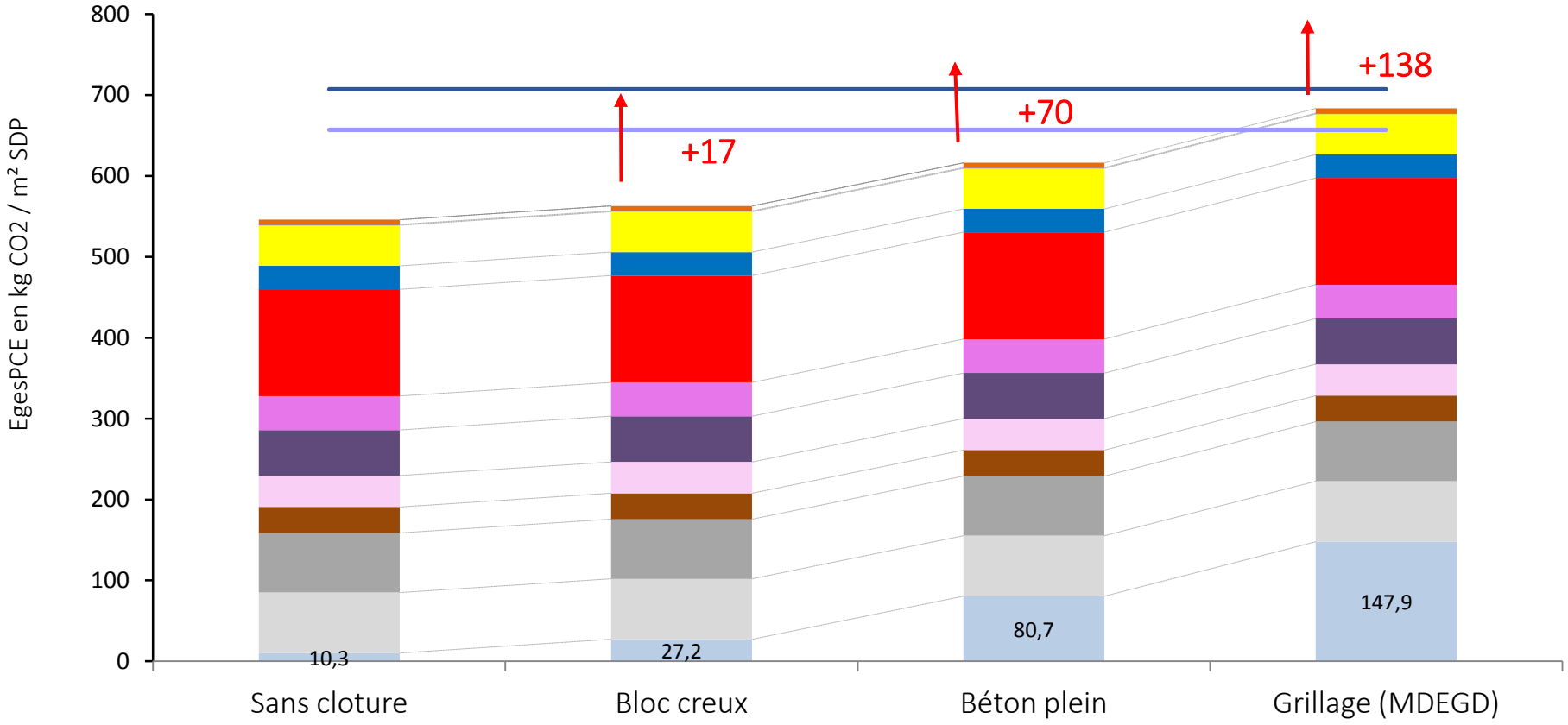
Sensibilités réalisées sur une maison

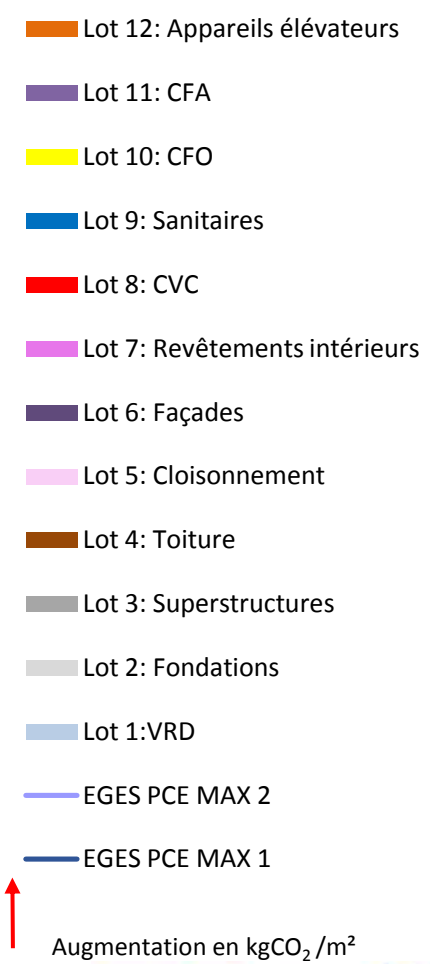
1. Typologie (Plain-pied ; R+combles ; R+1)
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES & PEP)
3. Systèmes constructifs
4. Type de plancher
5. Niveau d'isolation
6. Systèmes énergétiques
7. Photovoltaïque
8. Choix de produits
9. Aménagements extérieurs

Aménagements extérieurs : nature de la clôture

Impact de la nature de clôture sur le Eges du PCE

Surface de la parcelle : 400m²





La clôture installée est une cloture en acier. La MDEGD choisie est : **Clôture en acier [haut. 2,5m] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.1)**

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

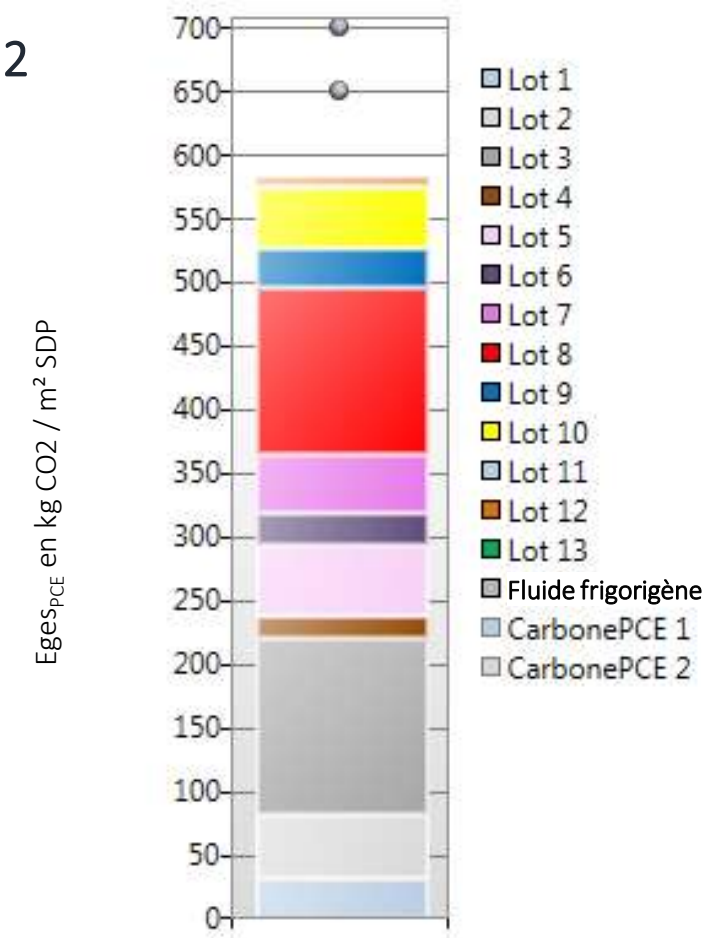
Chaudière gaz condensation + solaire thermique

	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 (m²)	0 m²	0 m²	3 m²	55 m²

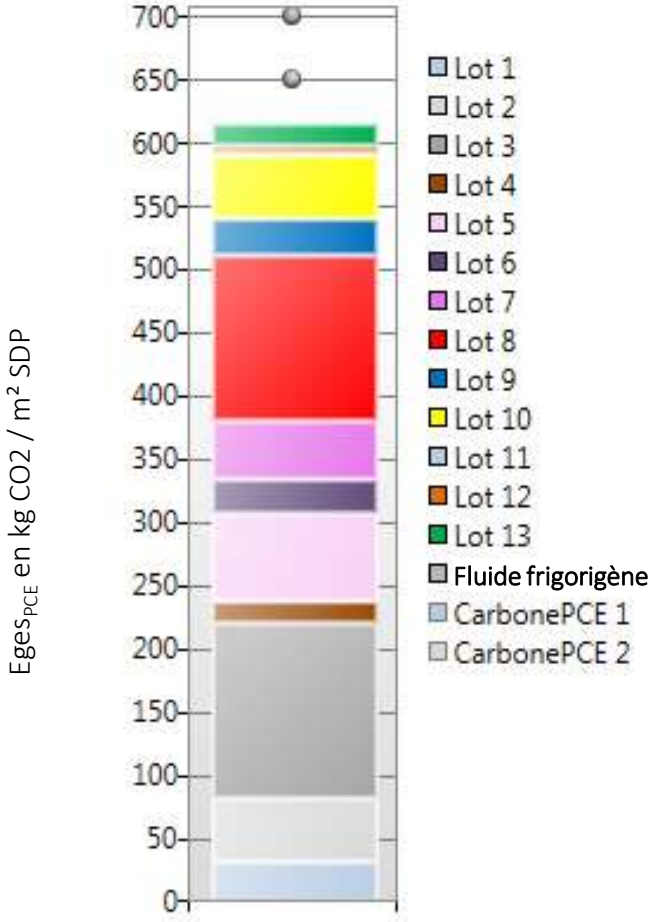
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

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

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

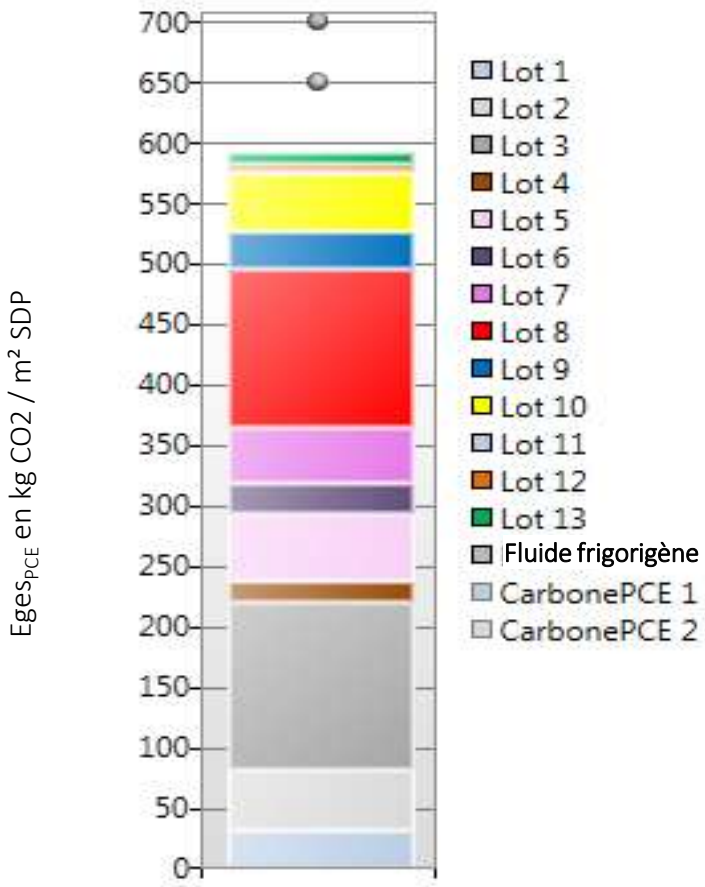
Chaudière gaz condensation + photovoltaïque

	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

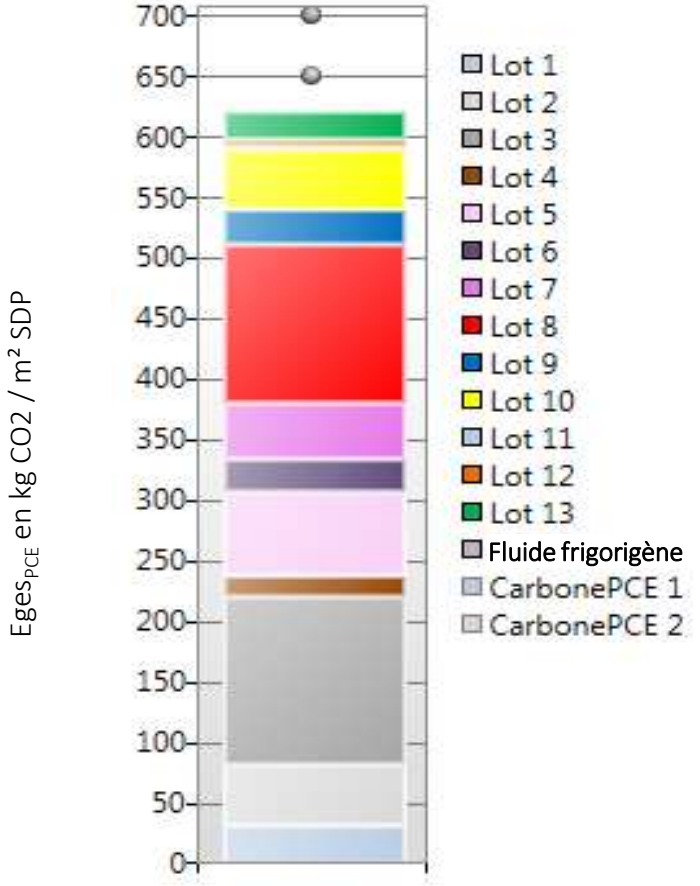
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Chaudière gaz condensation + photovoltaïque : impact EgesPCE selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

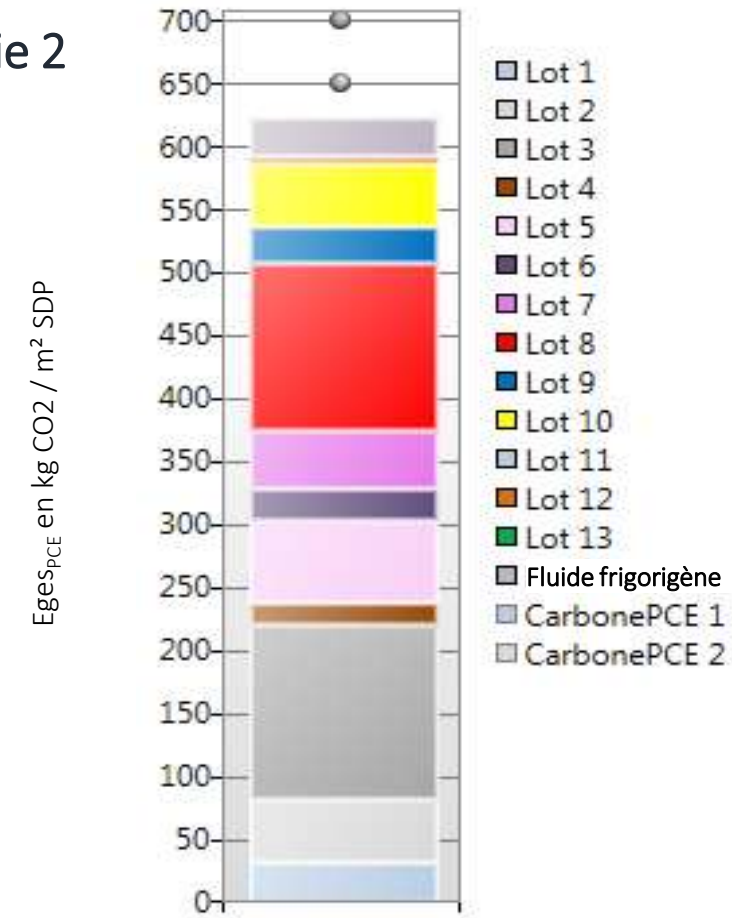
Poêle Bois + panneaux rayonnants + CET

	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

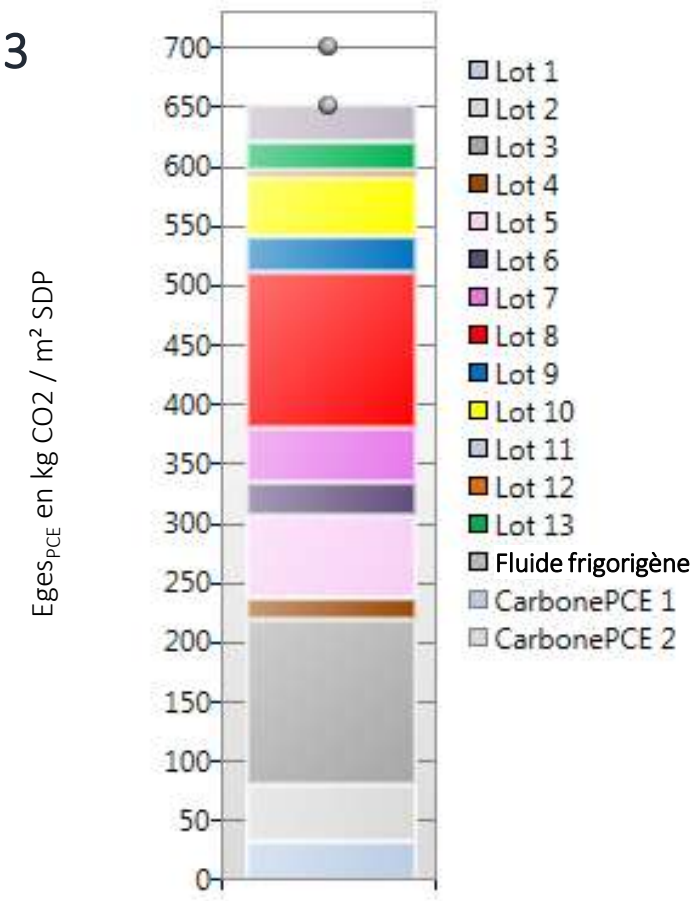
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Poêle Bois + panneaux rayonnants + CET : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

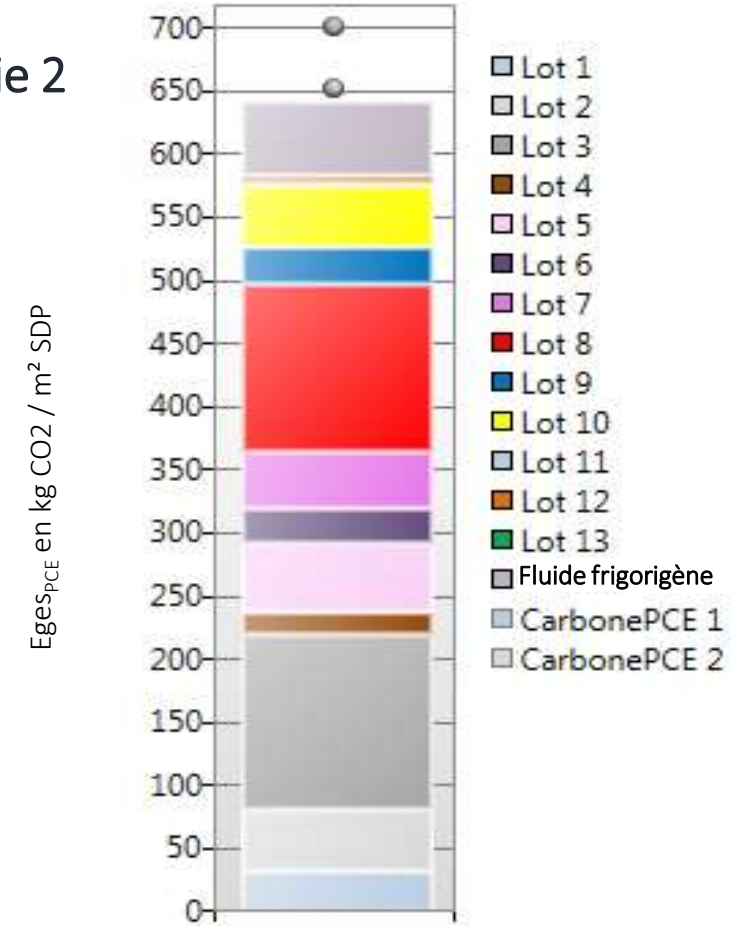
PAC double service Air-Eau

	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 (m²)	0 m²	0 m²	4.5 m²	Plus de 50m²

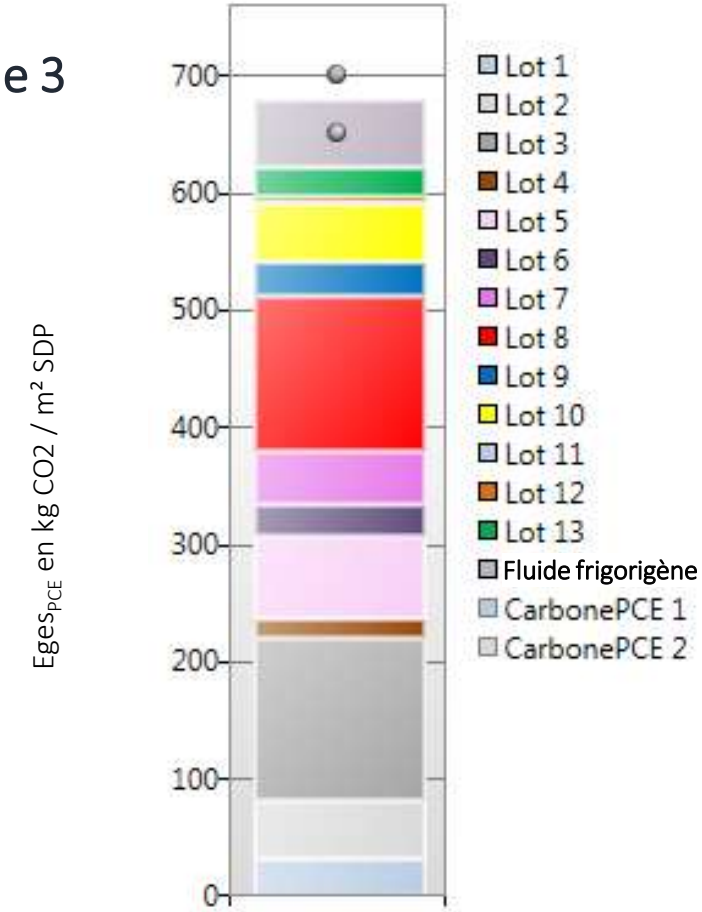
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

PAC double service Air-Eau : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



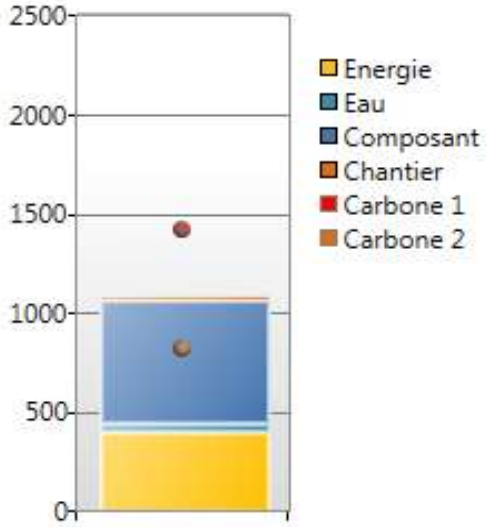
Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

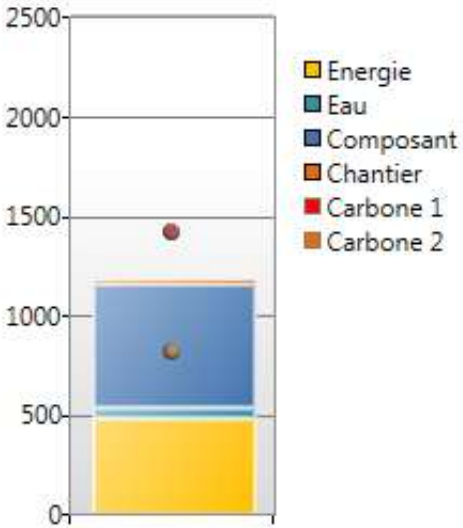
Impact Eges pour le niveau Energie 3

Chaudière gaz condensation + solaire thermique



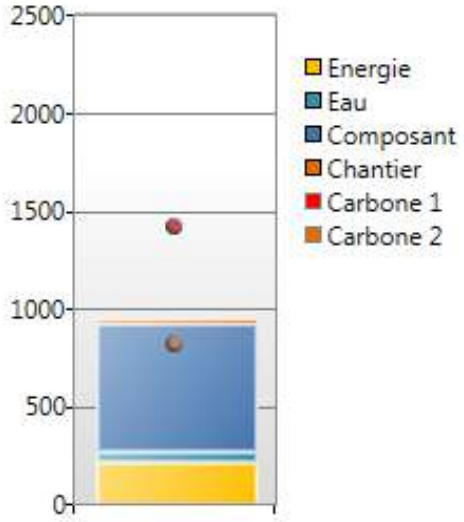
PCE	616.27
Energie	402.87
Chantier	26.07
Eau	49.08

Chaudière gaz condensation + PV



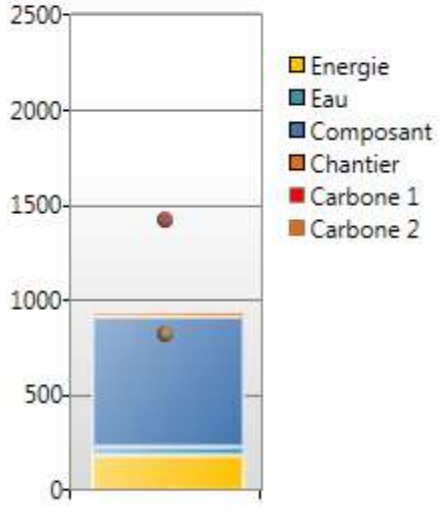
PCE	622.06
Energie	496.82
Chantier	26.07
Eau	49.08

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

	Chaudière gaz + solaire	Chaudière gaz + PV	Effet joule + Poele 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

Sommaire

- Maison
- Immeuble collectif
- Bureaux
- Enseignement

Descriptif des logements collectifs étudiés

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 m²
SHAB	2103 m²
Nombre logements	40
S_{RT}	2699 m²
Descriptions et commentaires	
Type de parking	Souterrain + aérien
Nombre de places de parking (souterrain)	29
Nombre de places de parking (aérien)	14

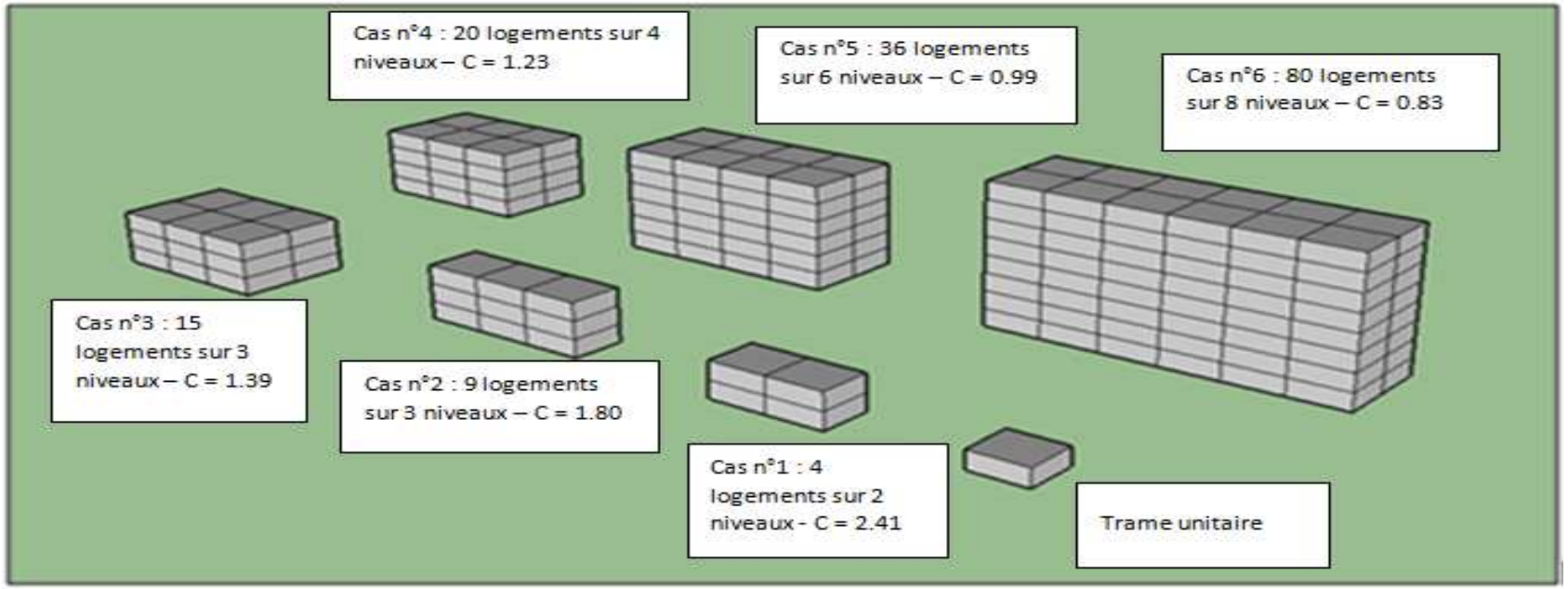
Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP) l
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

1. Taille & compacité du bâtiment
2. Niveau de saisie (MDEGD/FDES&PEP) l
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



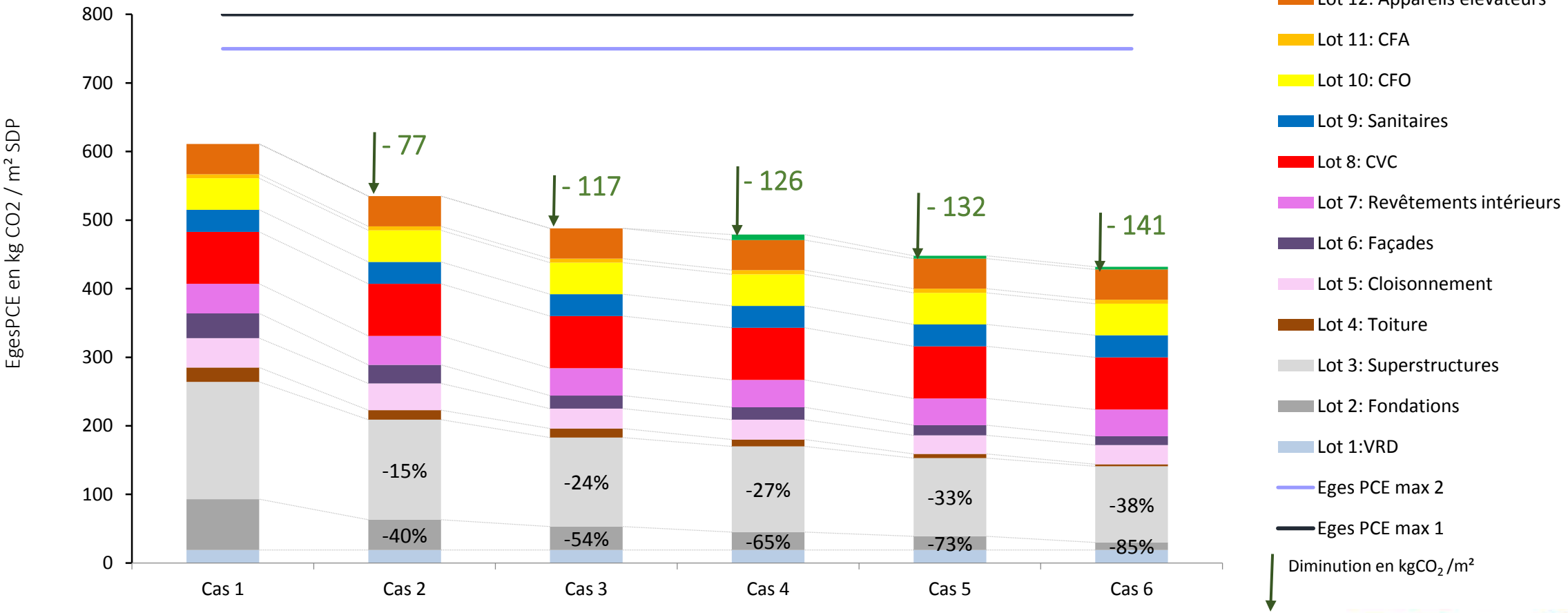
→Compacité croissante du bâtiment 1 au bâtiment 6

Le bâtiment 6 est 3 fois plus compact que le bâtiment 1

Sensibilités / Compacité

55

Impact de la compacité sur le Eges

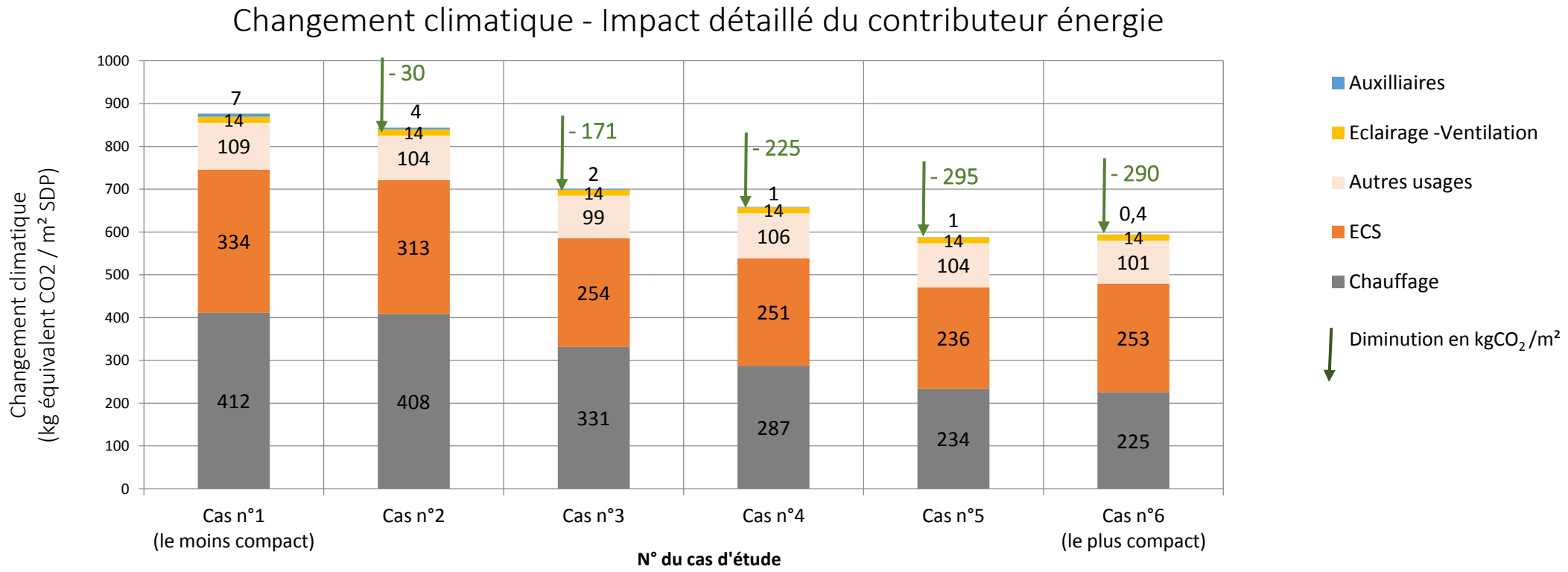


ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Sensibilités / Compacité

56

Influence de la compacité sur l'impact environnemental des consommations



Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

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

Exemples sur des produits du second œuvre modifiés

Produit	MDEGD	Collectives/ Individuelles	Ecart ($kgCO_2$ /m^2sdp)*
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	

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

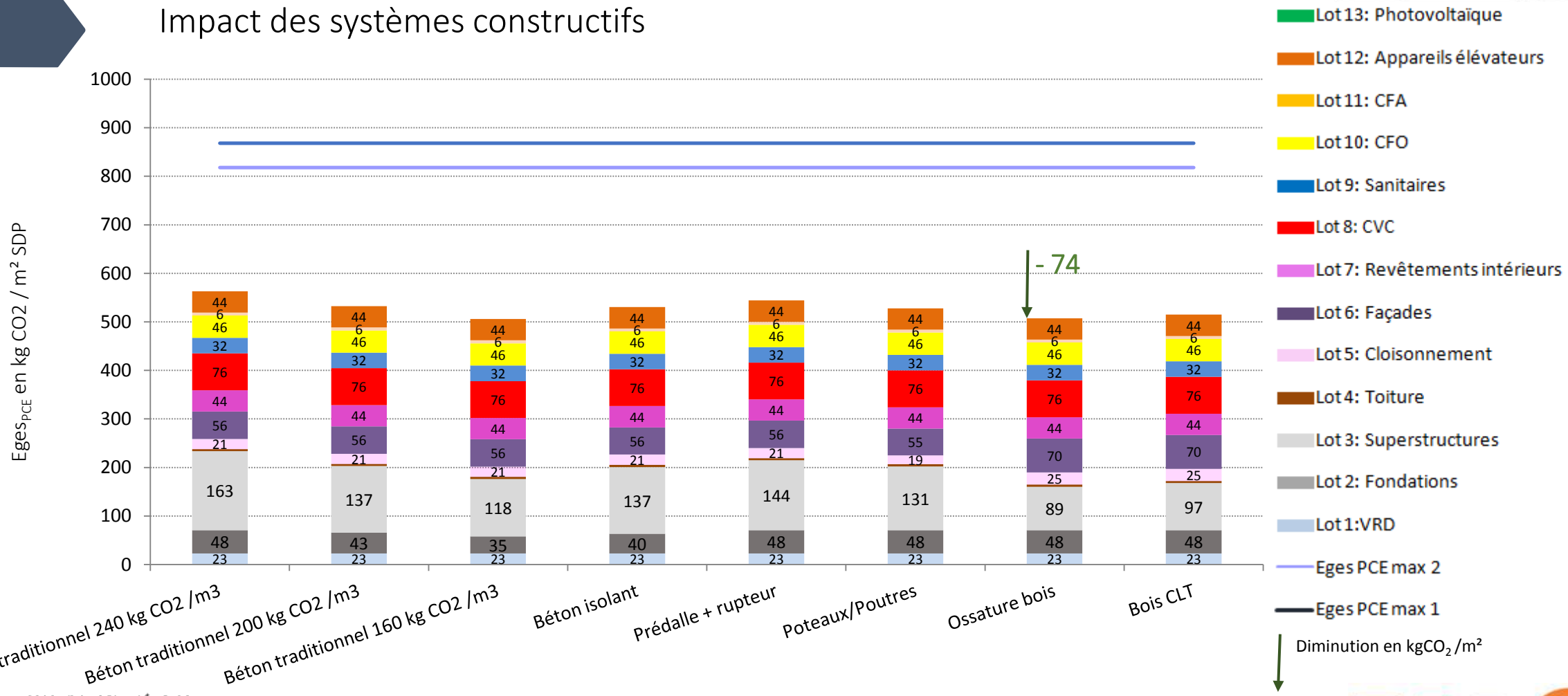
* Écart à l'échelle du bâtiment.

Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

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

Impact des systèmes constructifs



Lot 4 est égal à 4 kgCO$_2$ /m²sdp

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

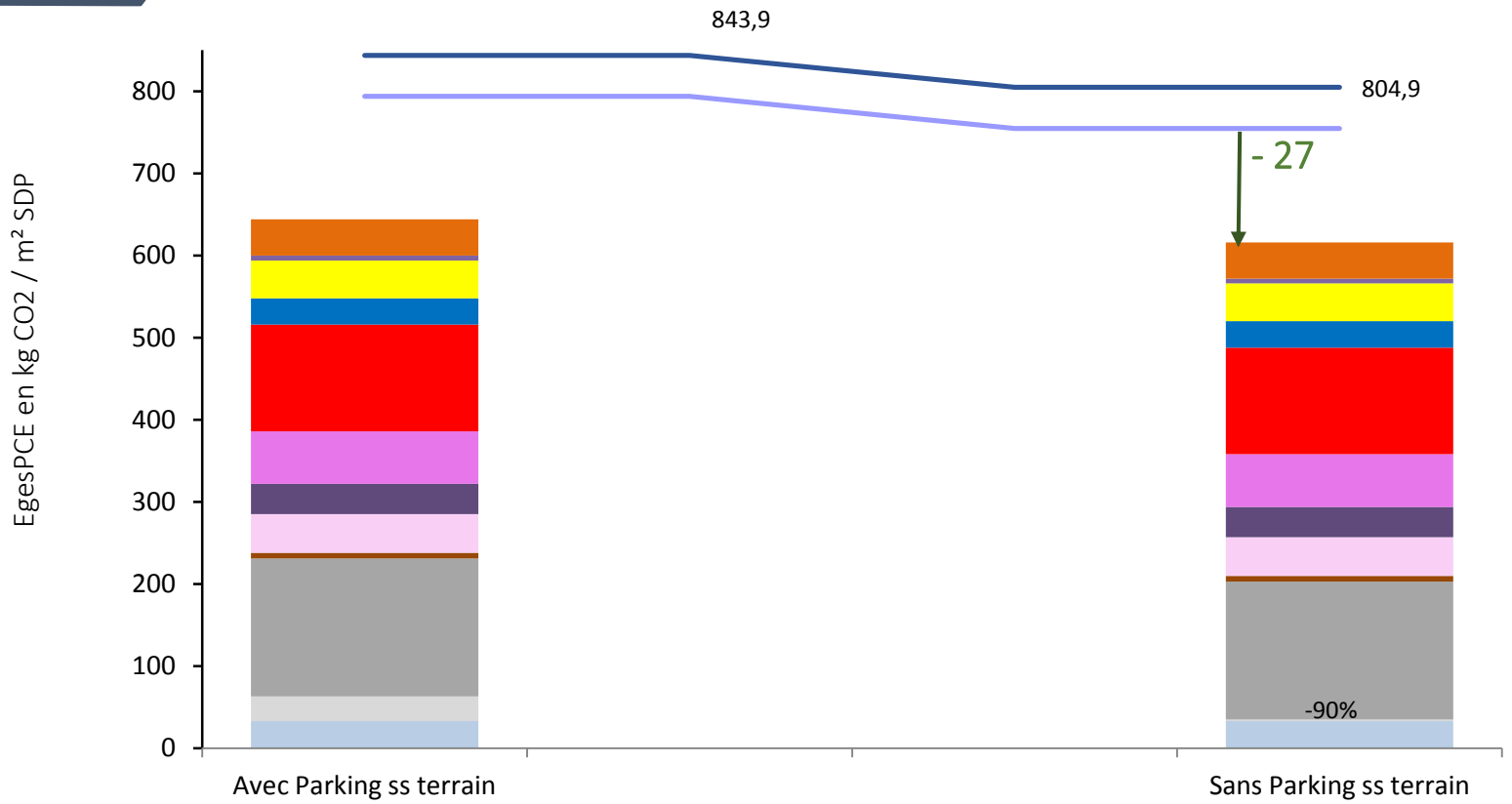
Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

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 $kgCO_2$ /m²

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

*Cas de fondations superficielles

Différence de 39 $kgCO_2$ /m²SdP entre le seuil avec parking et sans parking

Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

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

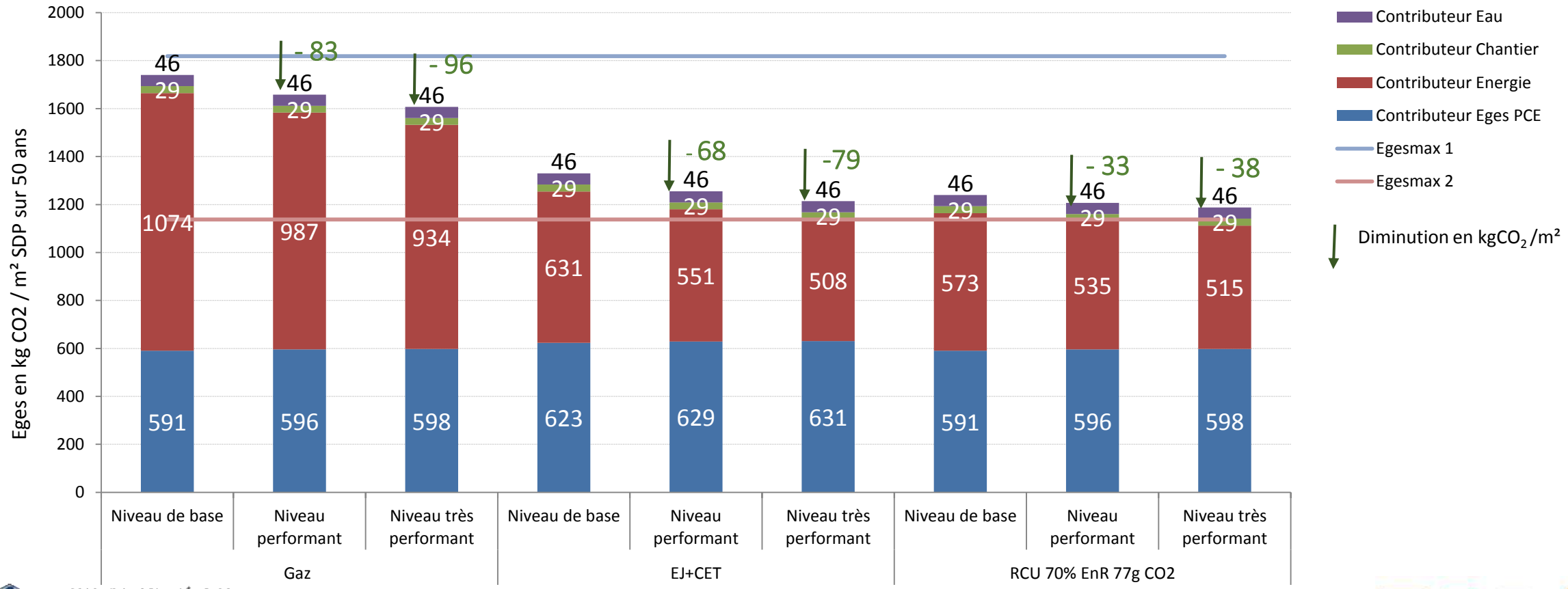
	Enveloppe Base	Enveloppe Performante	Enveloppe très Performante
Bbiomax-x%	Bbiomax	Bbiomax-20%	Bbiomax-40%
Murs	Up= 0.47 R=2.10	Up= 0.32 R=3.15	Up= 0.25 R=4
Toiture	R=6	R=8	R=10
Plancher bas	Up= 0.40	Up= 0.20	Up= 0.15
Baies	Uw = 1.5	Uw = 1.5	Uw= 1.2
Perméabilité à l'air	0.6	0.6	0.4

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

Sensibilités / Niveau d'isolation

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction du niveau de performance du bâti

Immeuble collectif - zone H1b



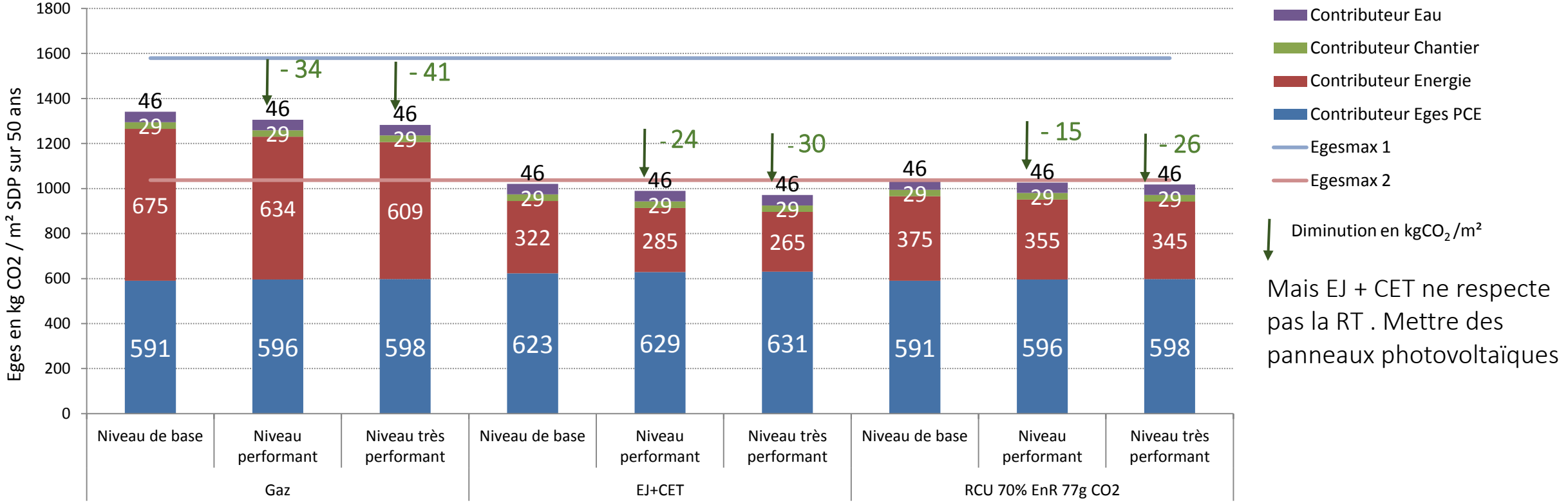
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PACTE

Sensibilités / Niveau d'isolation

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction du niveau de performance du bâti
Immeuble collectif - zone H3



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

Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

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

- gaz collectif + CESC : Chaudière gaz collective+ solaire Thermique 1m²/logt
- Gaz collectif: Chaudière gaz collective
- Gaz individuel :Chaudières gaz individuelles
- EJ + CET*+210 m²PV :Effet joule + CET individuel sur air extrait*
- RCU 70%taux ENR: Réseau de chaleur

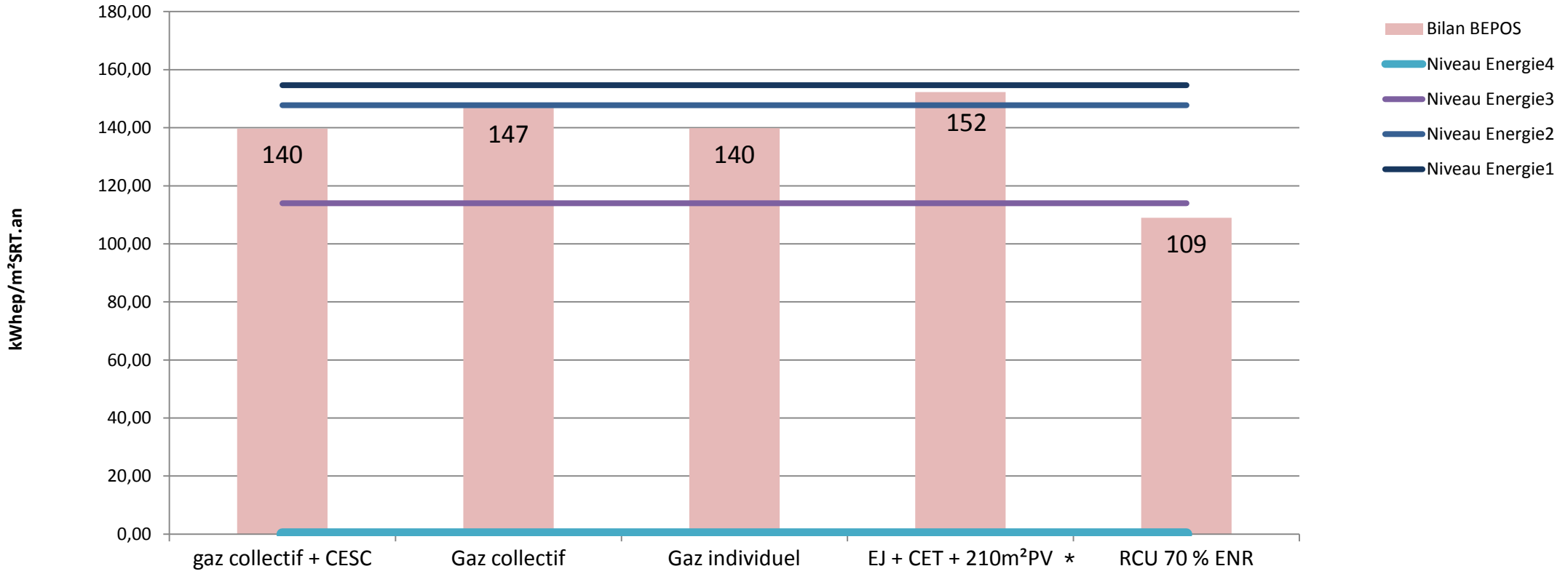
Prestations enveloppe		
	Bbiomax-20%	Bbiomax-40%(*)
Mur	Up= 0.32 R=3.15	Up= 0.25 R=4
Toit	R=8	R=10
Plancher bas	Up= 0.20	Up= 0.15
Fenêtre	Uw = 1.5	Uw= 1.2
Perméabilité	0.6	0.4

Ventilation simple flux hygro B

* Utilisation de l'enveloppe très performante pour respecter le Cepmax de la RT 2012 et ajout de PV pour atteindre Niveau énergie 1

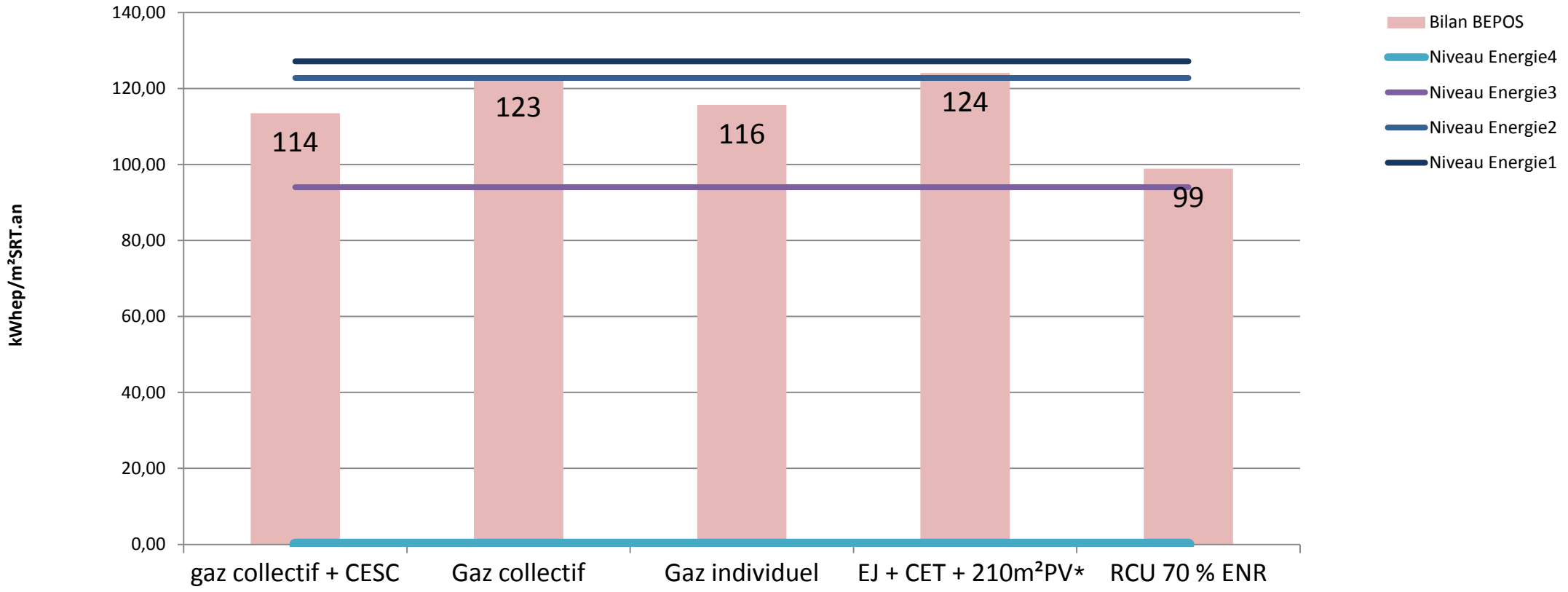
Systèmes énergétiques – bilan BEPOS H1b

Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : H1B



Systèmes énergétiques – bilan BEPOS H3

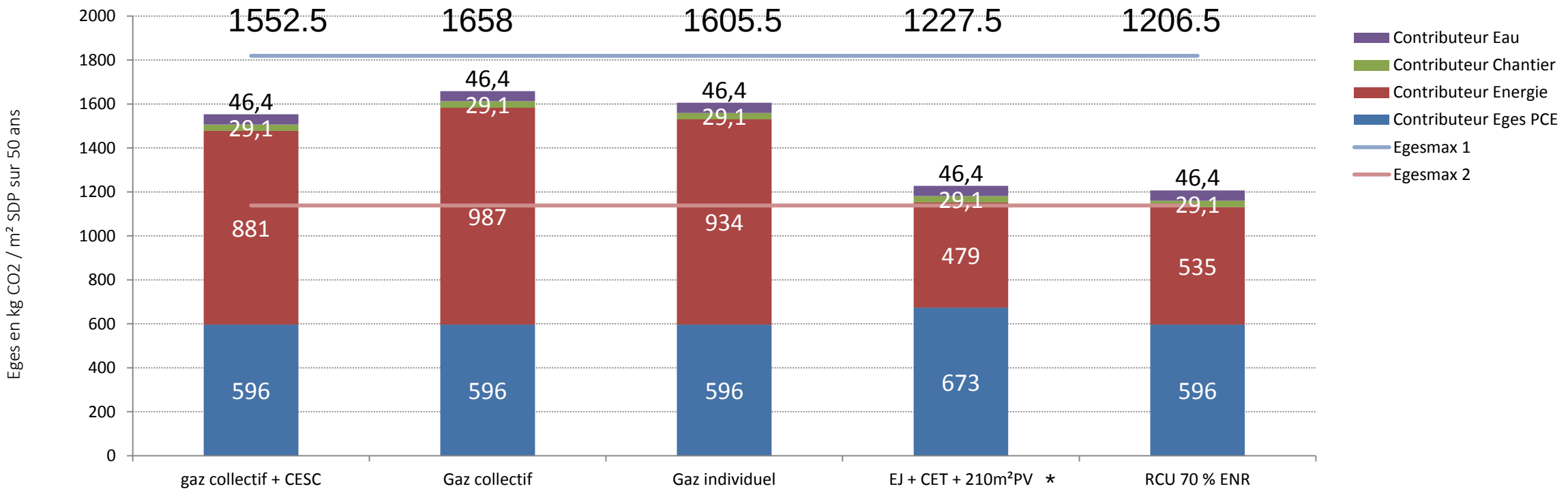
Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : H3



Systèmes énergétiques – Eges H1b

Impact des systèmes énergétiques sur le Eges

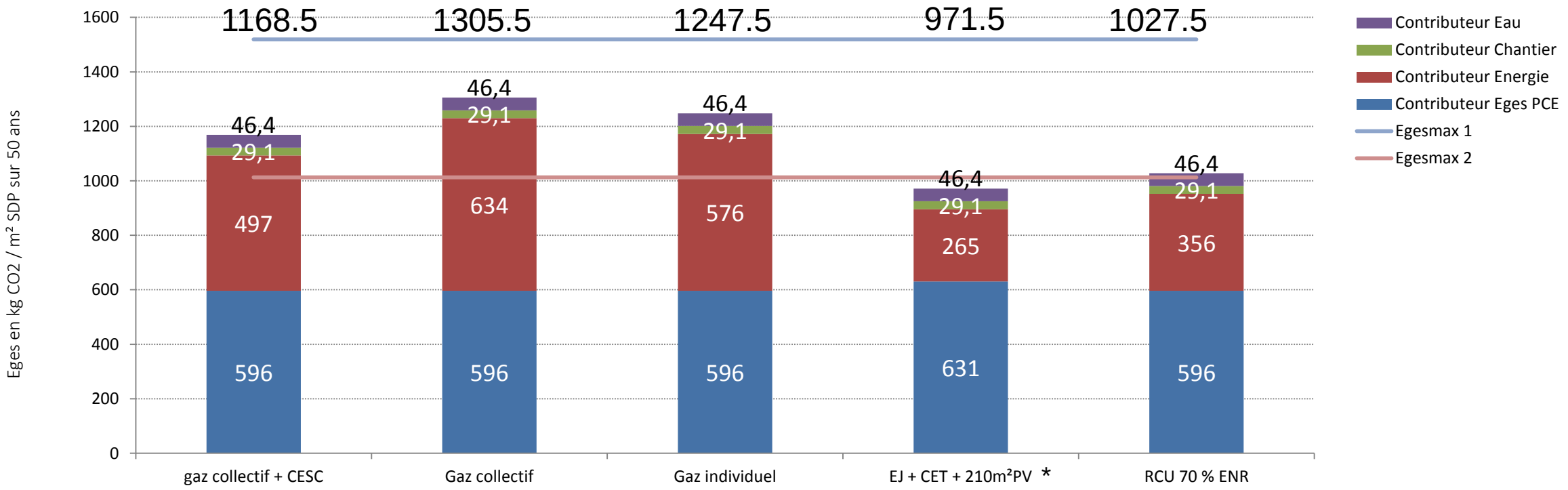
Immeuble collectif- zone H1b



Toutes les variantes n'atteignent pas les mêmes niveaux Energie i

Systèmes énergétiques – Eges H3

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



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Toutes les variantes n'atteignent pas les mêmes niveaux Energie i

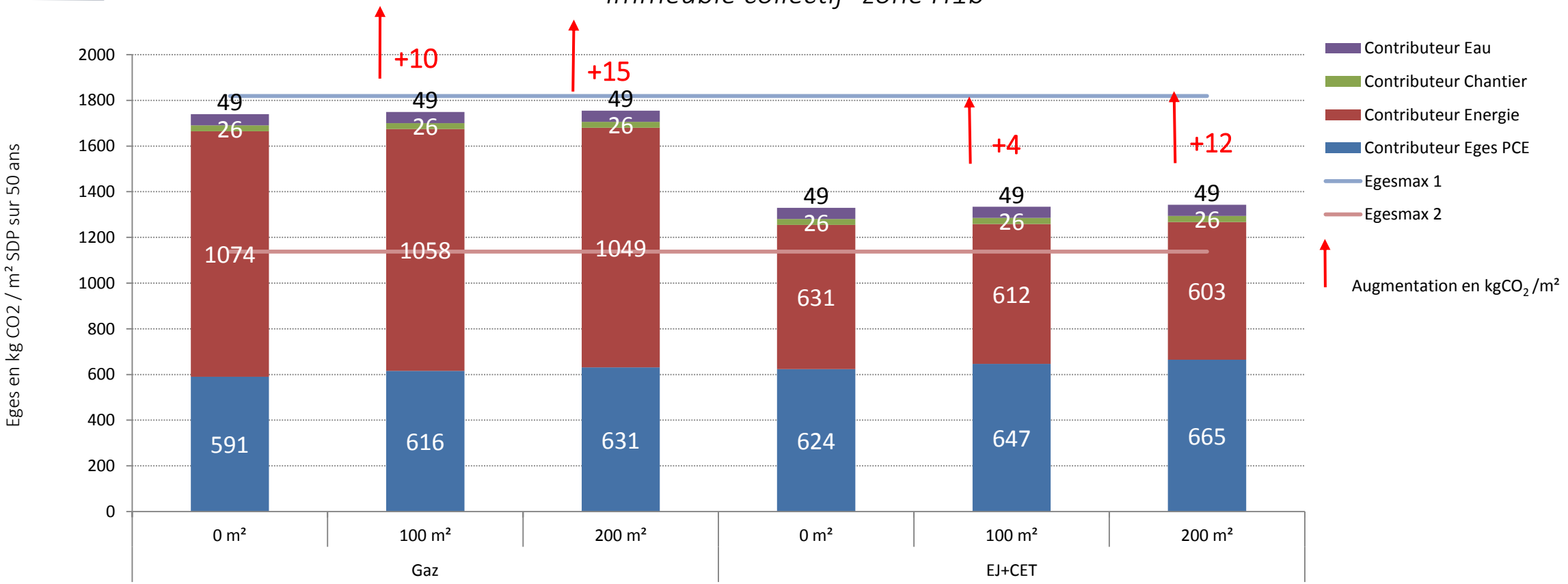
Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

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 / Photovoltaïque

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques

Immeuble collectif- zone H1b



TAC = 72 %
Export =2
kWhef/m²srt

TAC = 56%
Export = 5
kWhef/m²srt

TAC = 73%
Export = 2
kWhef/m²srt

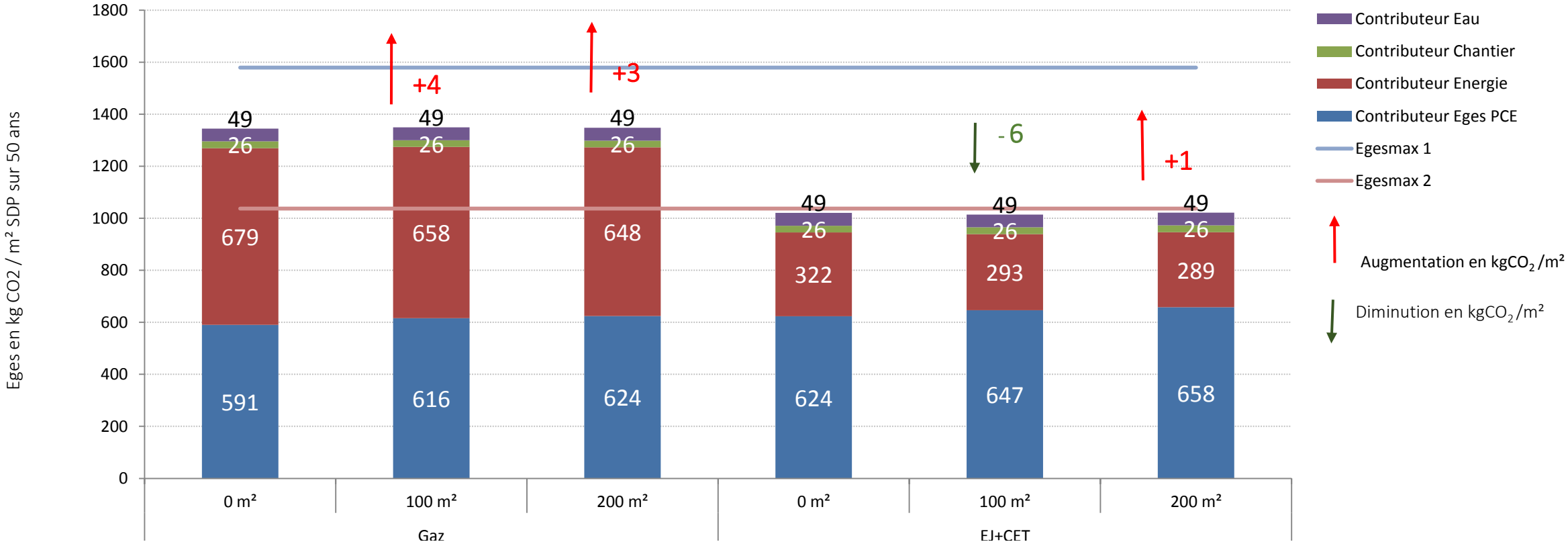
TAC = 57%
Export = 5
kWhef/m²srt

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Sensibilités / Photovoltaïque

Evolution du bilan CO_2 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

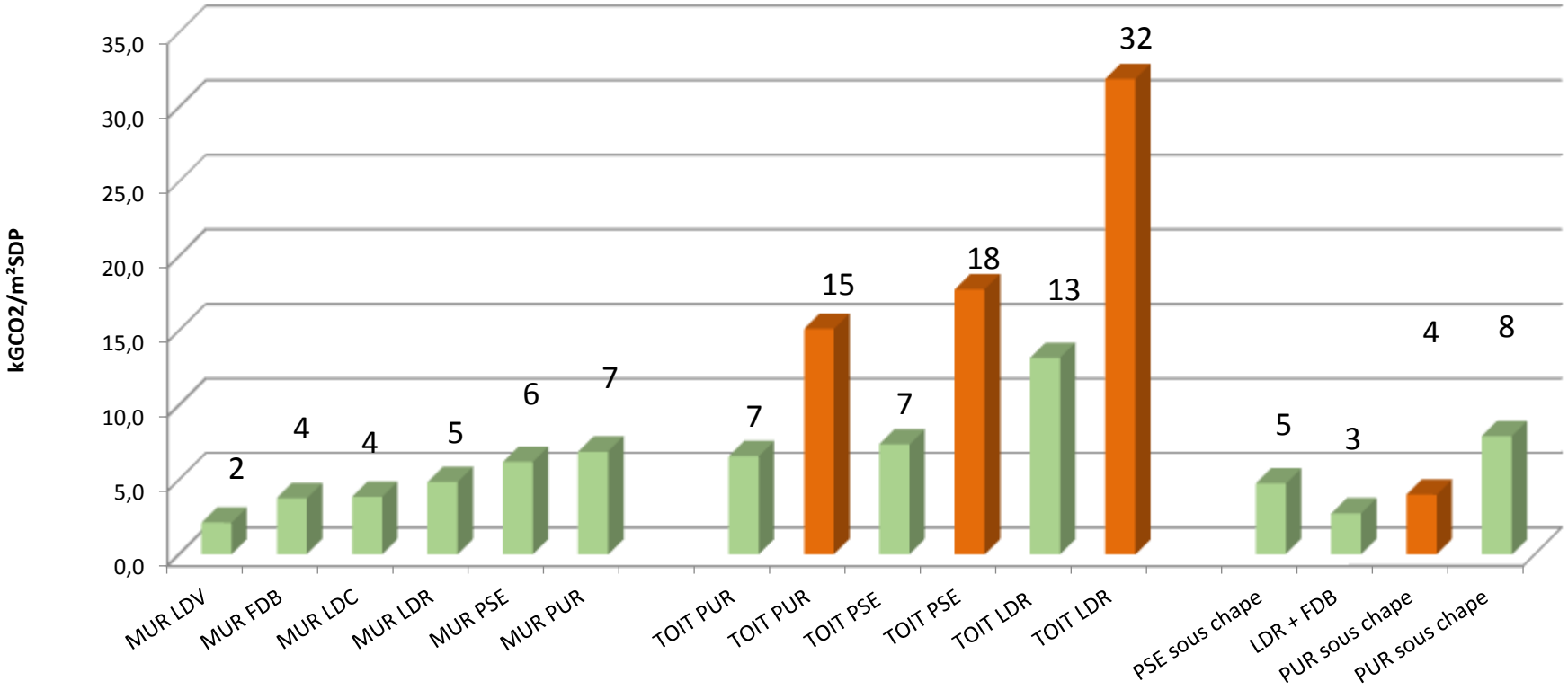
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Sensibilités réalisées sur un Immeuble de logements collectifs

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

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



MDEGD

Individuelle

Collective

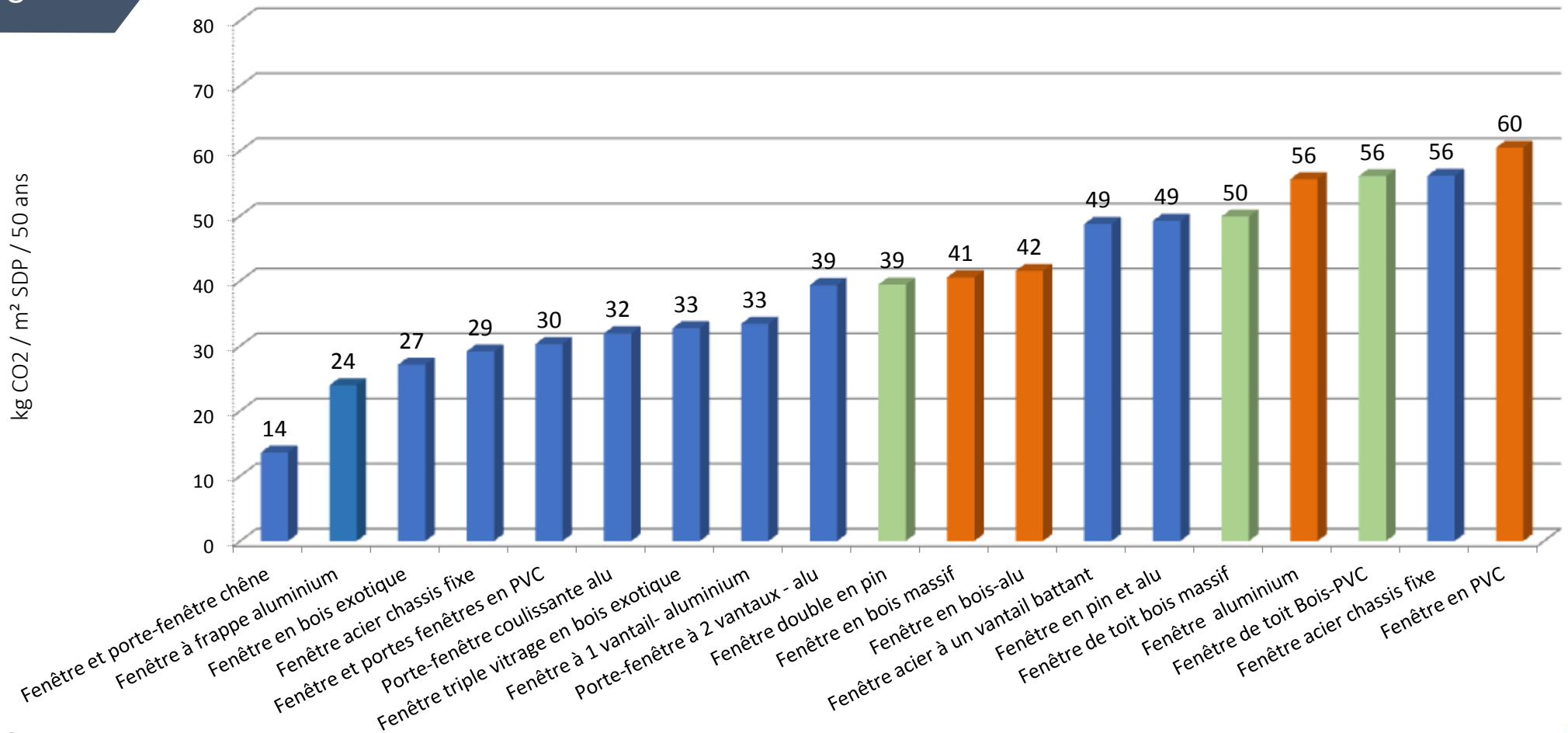
A performances égales	
MUR	3.5 m²/W.K
TOIT	10 m²/W.K
Sous chape	5 m²/W.K

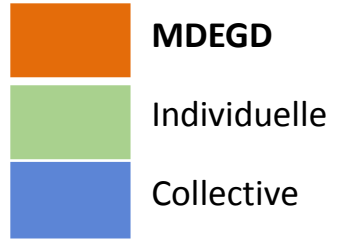
LDV: laine de verre
LDC: laine de chanvre
FDB: fibre de bois
LDC: laine de roche
PSE: polystyrène
PUR: polyuréthane

Les FDES des isolants sont toutes individuelles

Choix des fenêtres

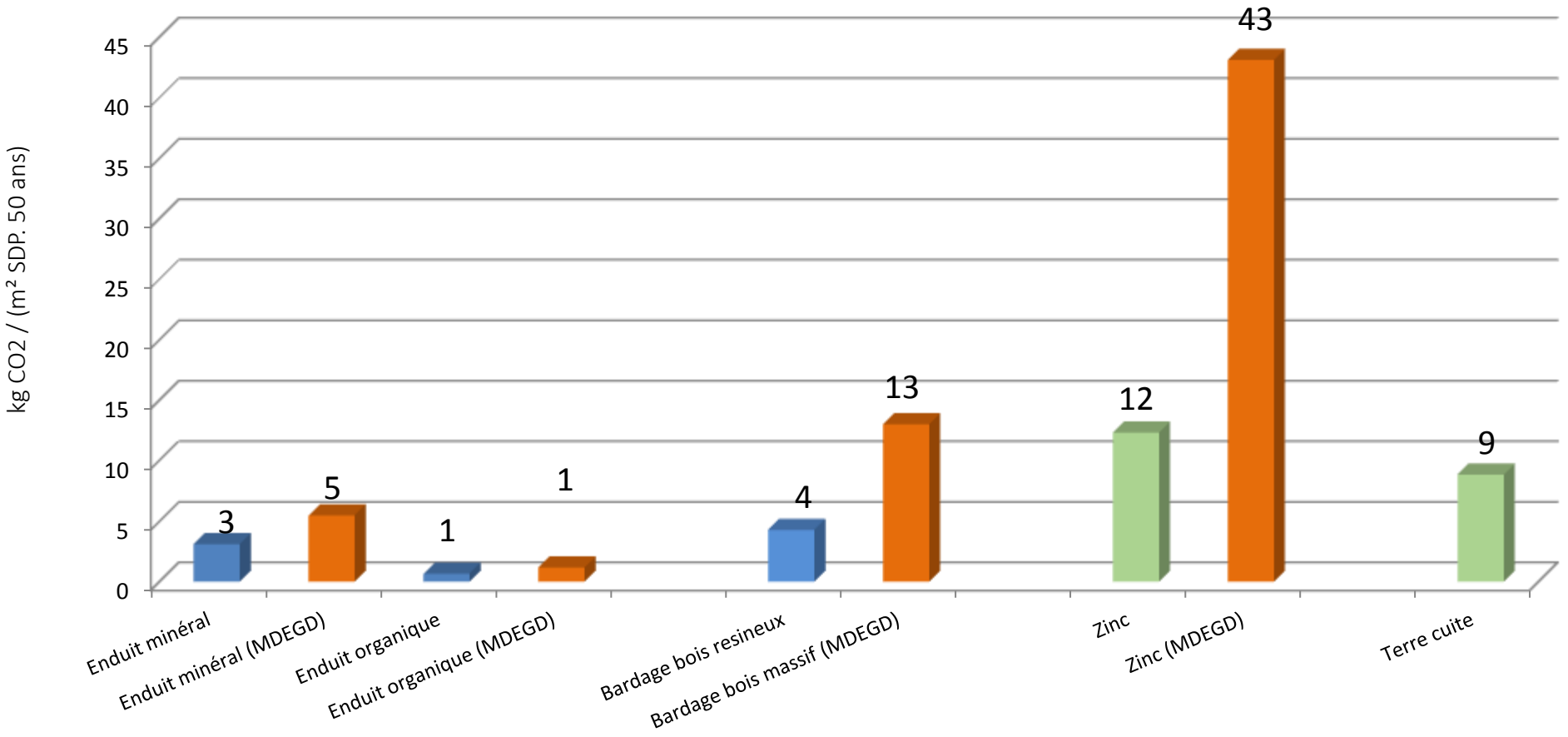
Impact du type de menuiseries selon leur nature à l'échelle du bâtiment





Finitions de façade

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



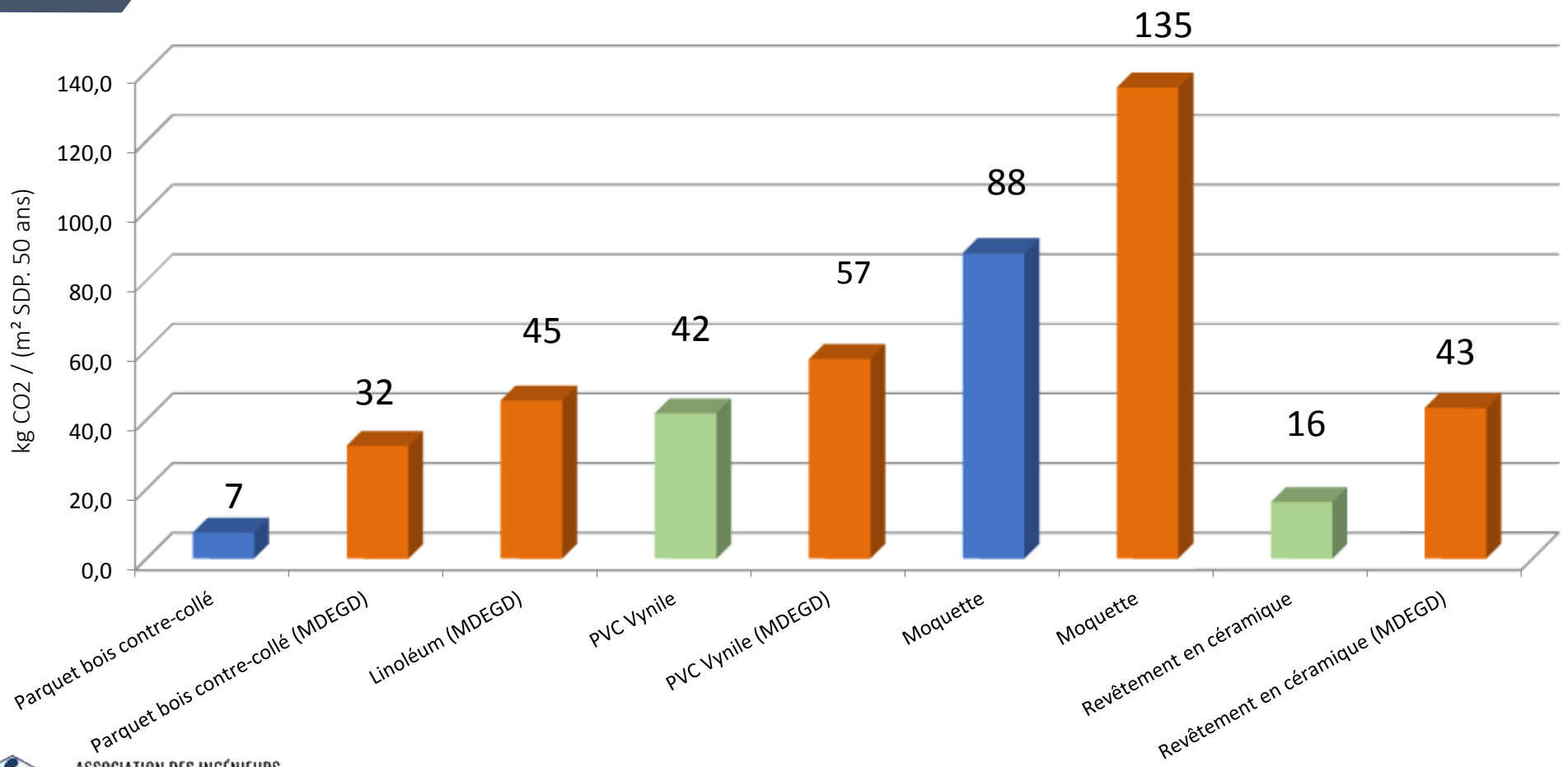
MDEGD

Individuelle

Collective

Revêtement de sol

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



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

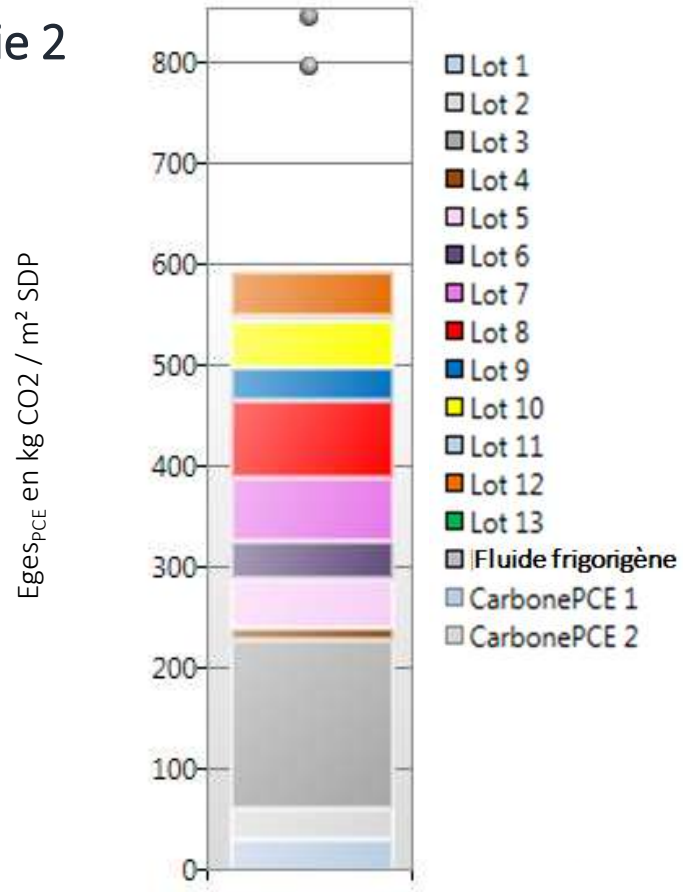
Chaudière gaz collective

	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
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.4
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	196.5 m²

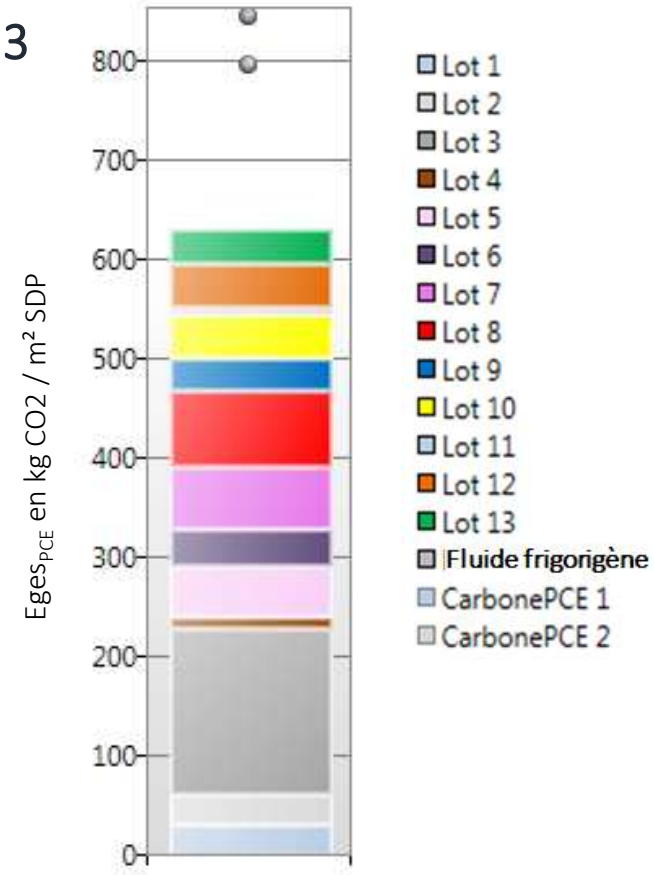
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Chaudière gaz collective : impact Egespce selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

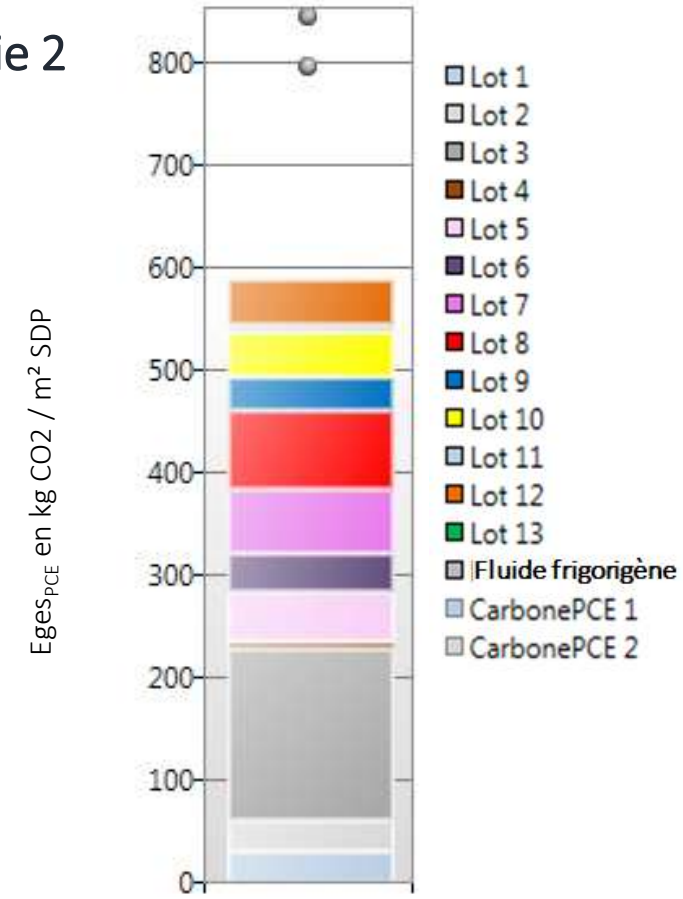
Chaudière gaz collective + solaire

	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
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.4
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	148.5 m²

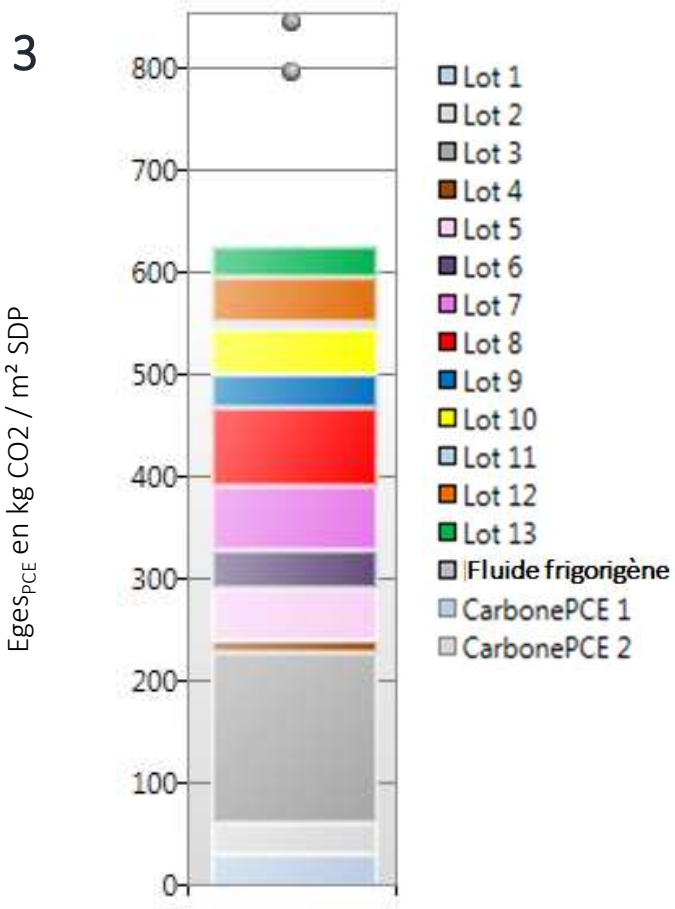
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Chaudière gaz collective + solaire : impact Egespce selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

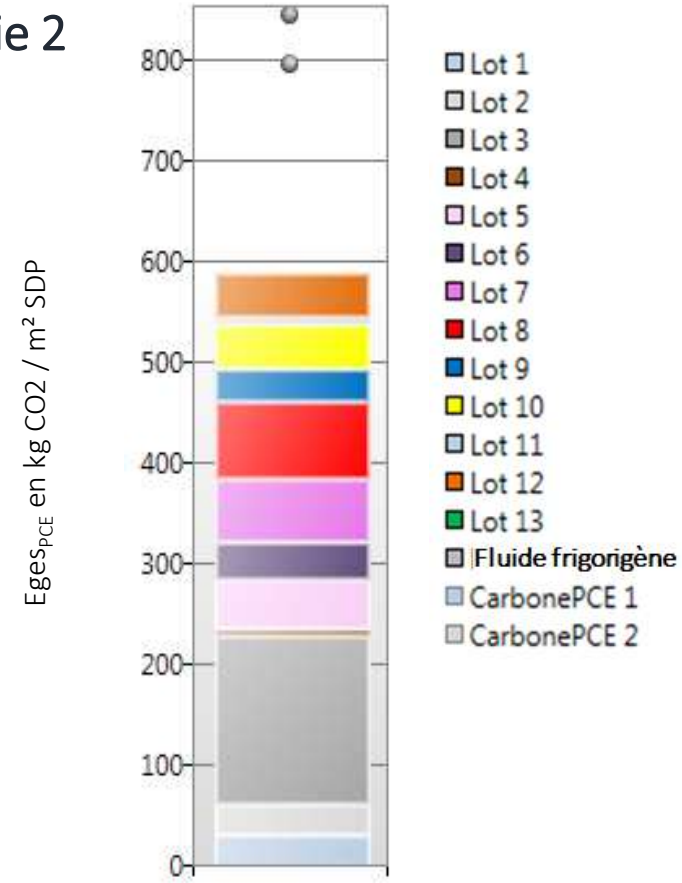
Chaudières gaz individuelles

	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
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.4
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	156 m²

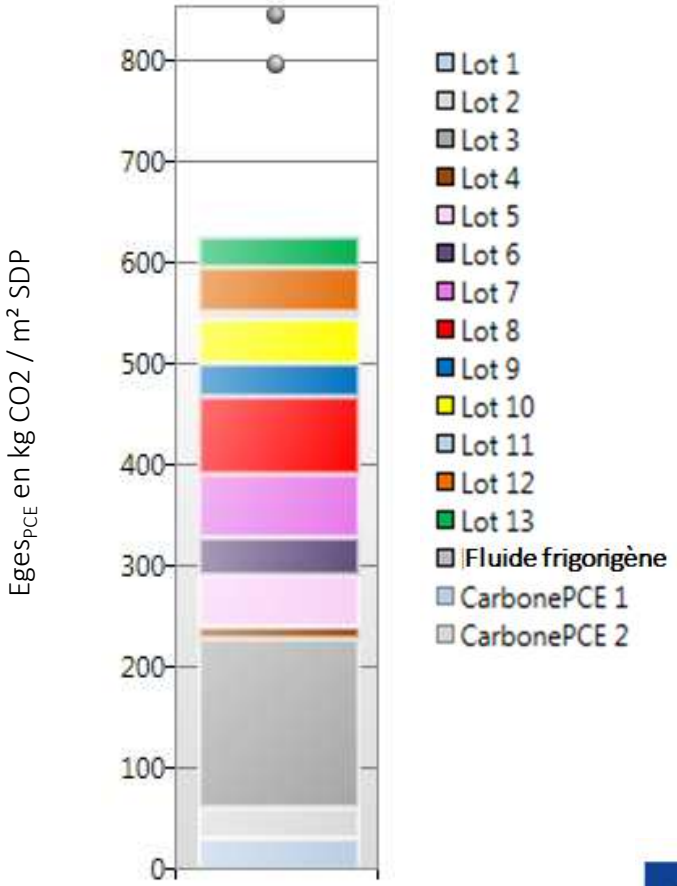
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Chaudières gaz individuelles : impact Egespce selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Réseau de chaleur urbain 0% énergie renouvelable

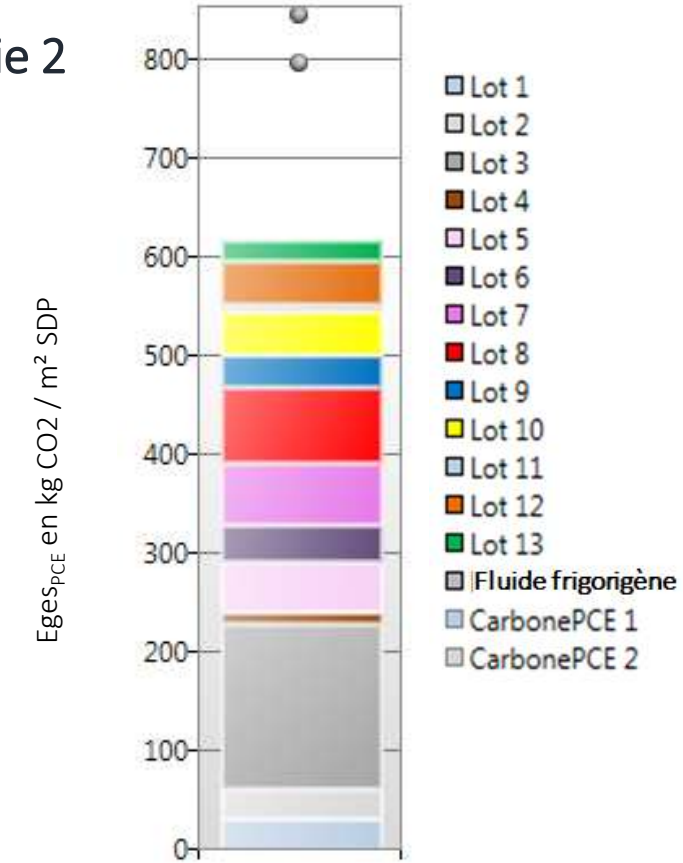
	ENERGIE 1	ENERGIE 2
Seuils	143.6	137.8
Enveloppe	Bbiomax-40%	Bbiomax-40%
Murs (Up)	0.25	0.25
Toiture (R)	10	10
Plancher Bas (Up)	0.15	0.15
Baies (Uw)	1.2	1.2
Perméabilité I4	0.4	0.4
Surface PV (m²)	21 m²	90 m²

Energie 3 inatteignable avec surface d'installation PV disponible

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

RCU 0% : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3 inatteignable avec surface d'installation PV disponible

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

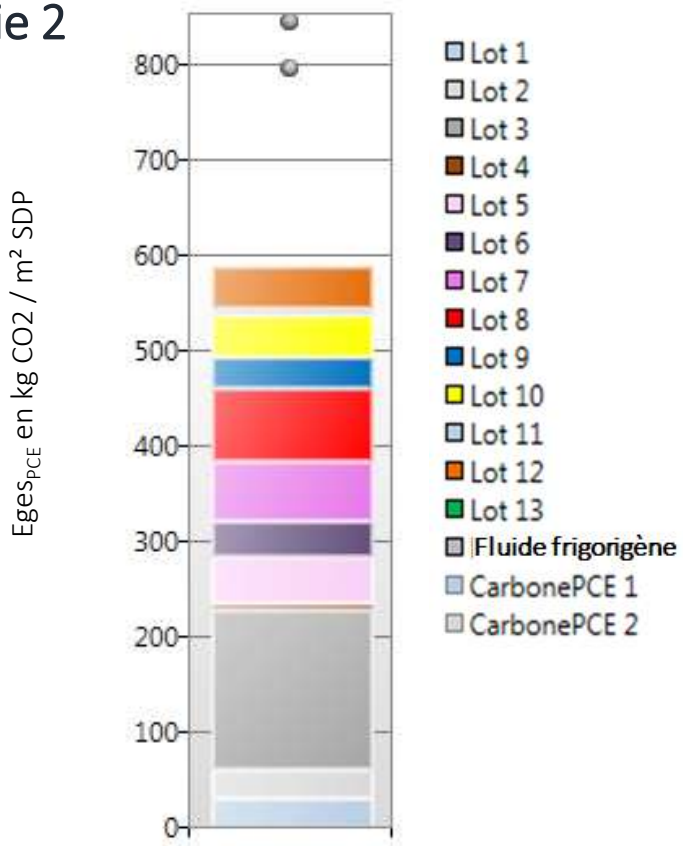
Réseau de chaleur urbain 50% énergie renouvelable

	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
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.4
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	73.5m²

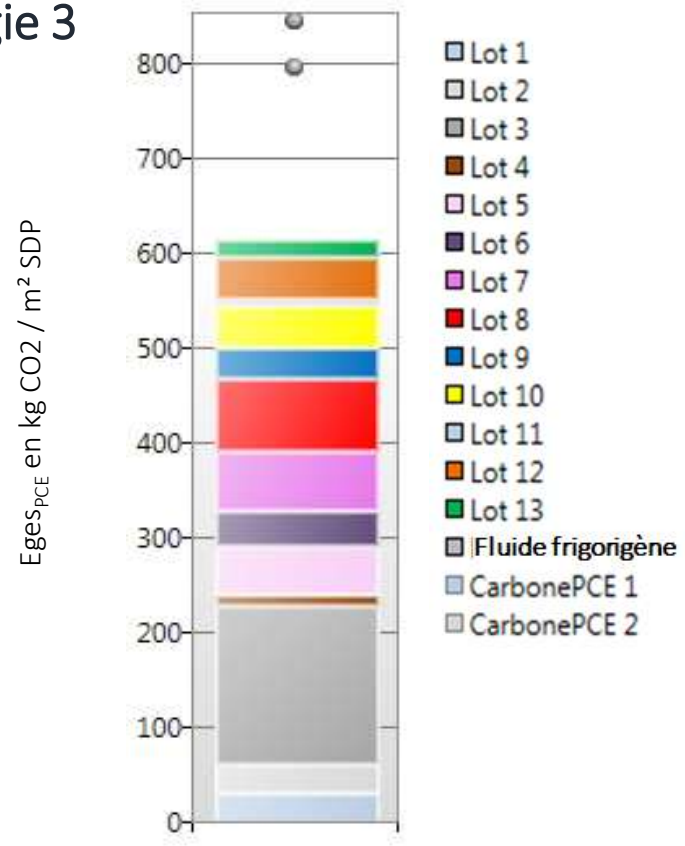
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

RCU 50% : : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

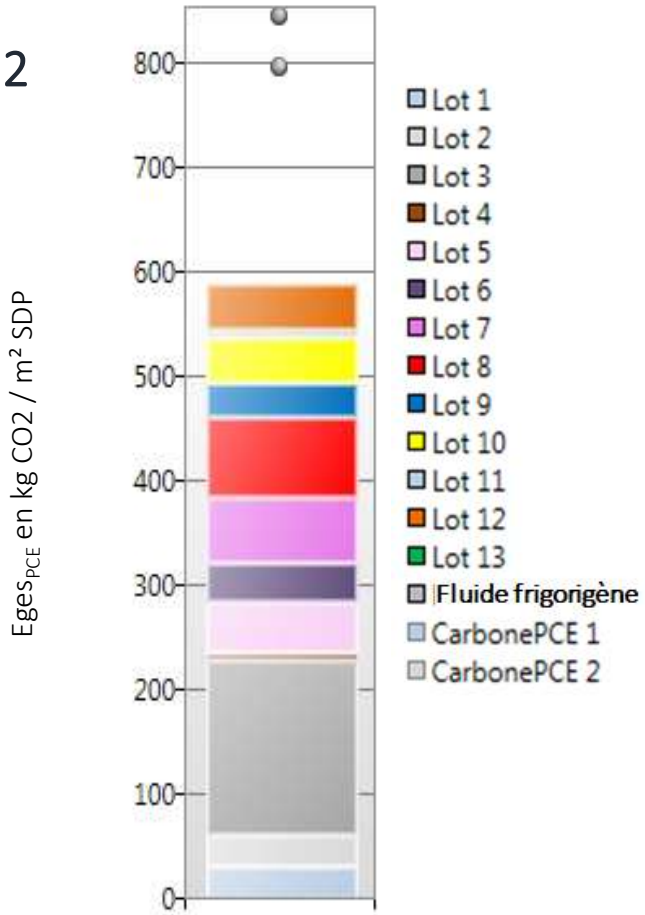
Réseau de chaleur urbain 70% énergie renouvelable

	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
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.6	0.4
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	0 m²	Plus de 600 m²

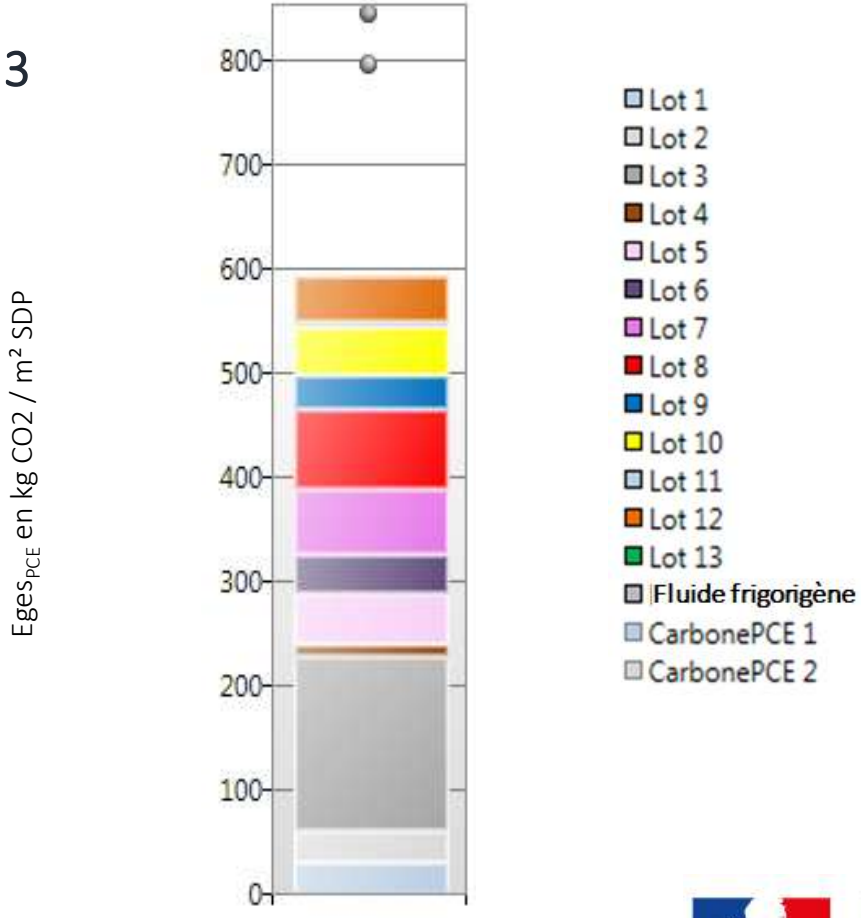
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

RCU 70% : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

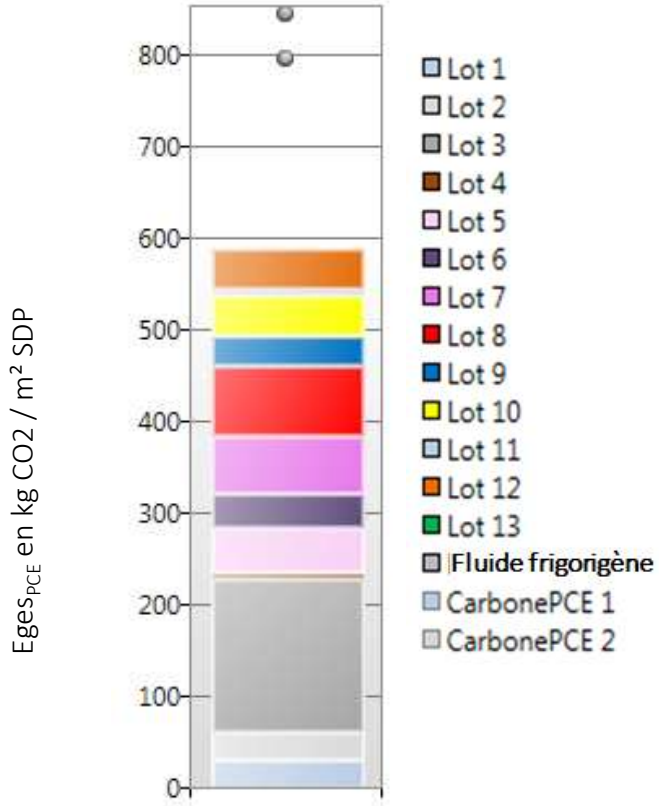
Chaudière bois + appoint gaz

	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
Perméabilité I4	0.6	0.6	0.6
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	0 m²

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Chaudière bois : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

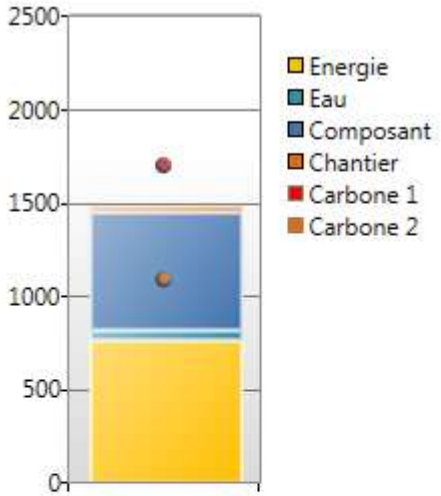
Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

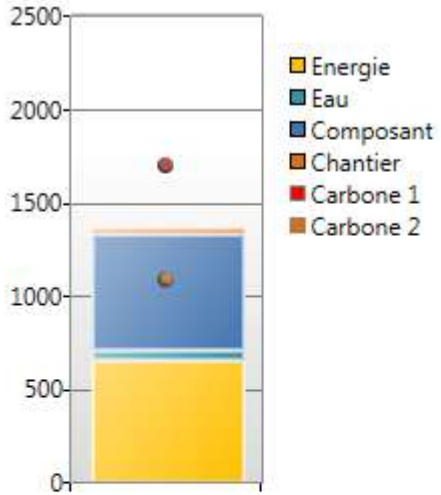
Impact Eges pour le niveau Energie 3

Chaudière gaz collective



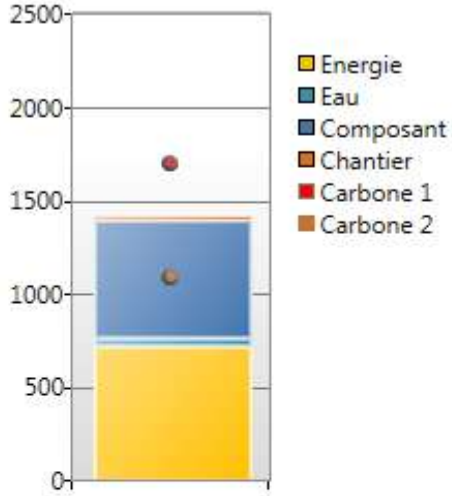
PCE	634.02
Energie	776.86
Chantier	29.10
Eau	46.42

Chaudière gaz + solaire thermique



PCE	628.36
Energie	668.66
Chantier	29.10
Eau	46.42

Chaudière gaz individuelle



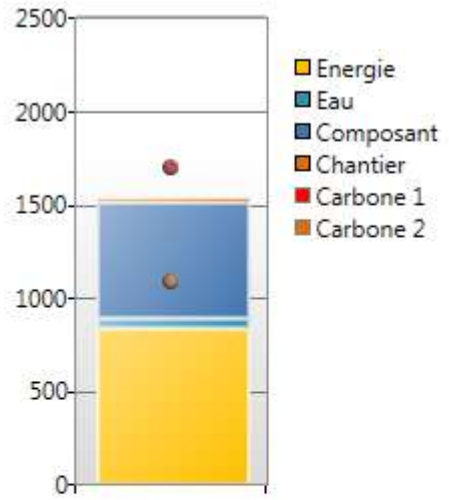
PCE	629.26
Energie	727.22
Chantier	29.10
Eau	46.42

Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

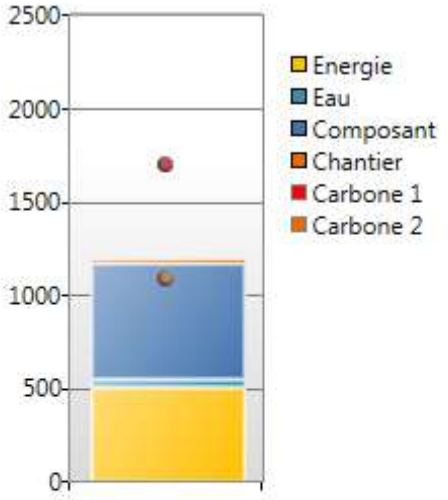
Impact Eges pour le niveau Energie 3

RCU 0% (juste niveau Energie 2 atteint)



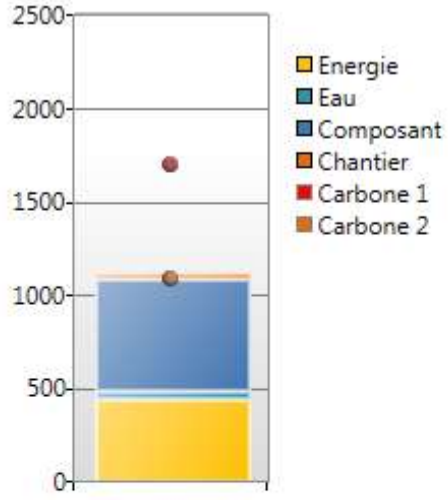
PCE	619.27
Energie	852.77
Chantier	29.10
Eau	46.42

RCU 50 %



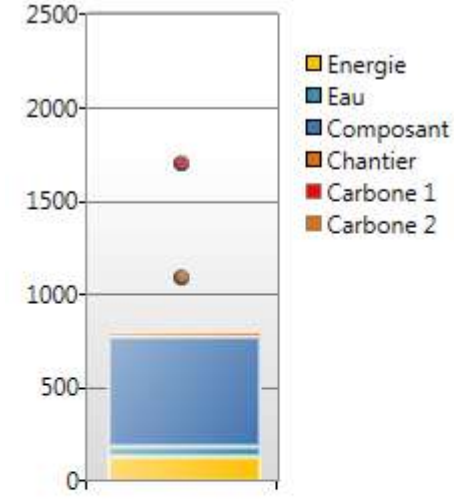
PCE	615.92
Energie	515.12
Chantier	29.10
Eau	46.42

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

Atteinte des niveaux Energie-Carbone selon les solutions énergétiques

	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

Sommaire

- Maison
- Immeuble collectif
- **Bureaux**
- Enseignement

Descriptif des bureaux étudiés

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 m²
Sutile	4124 m²
S_{RT}	4537 m²
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

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

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

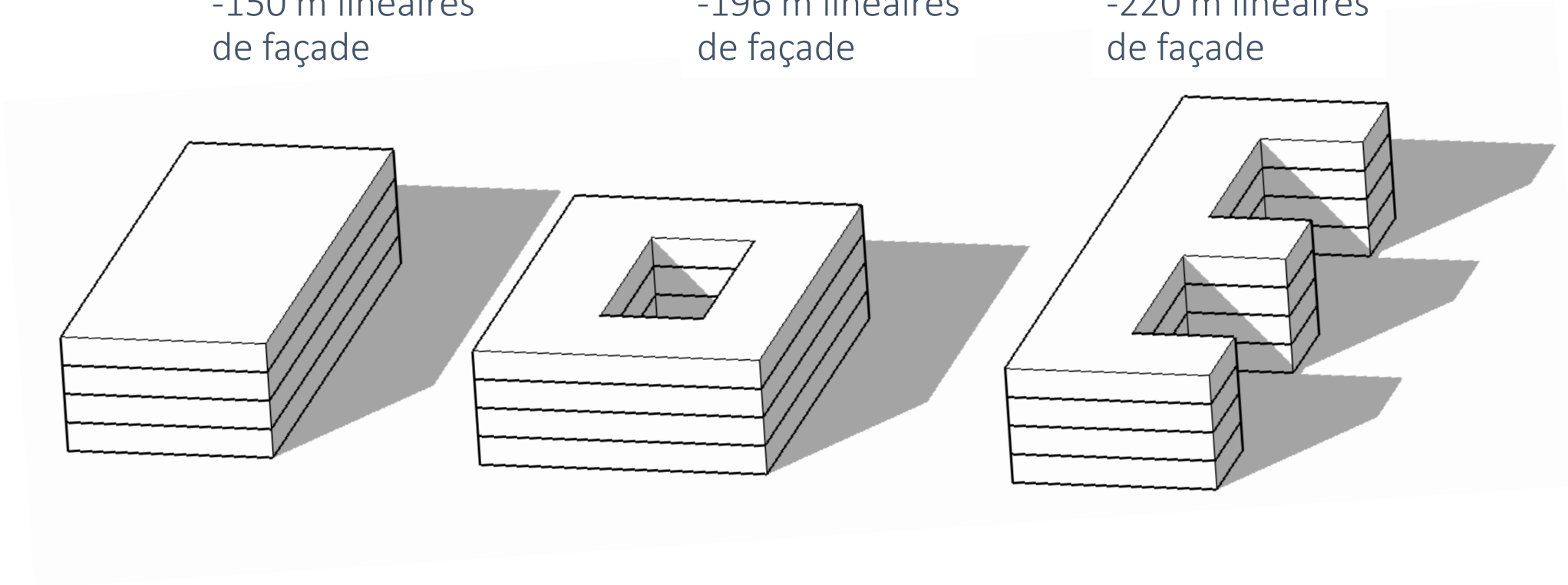
Typologie – différentes formes

Trois formes aux compacités différentes et Sdp communes

En bloc
-150 m linéaires de façade

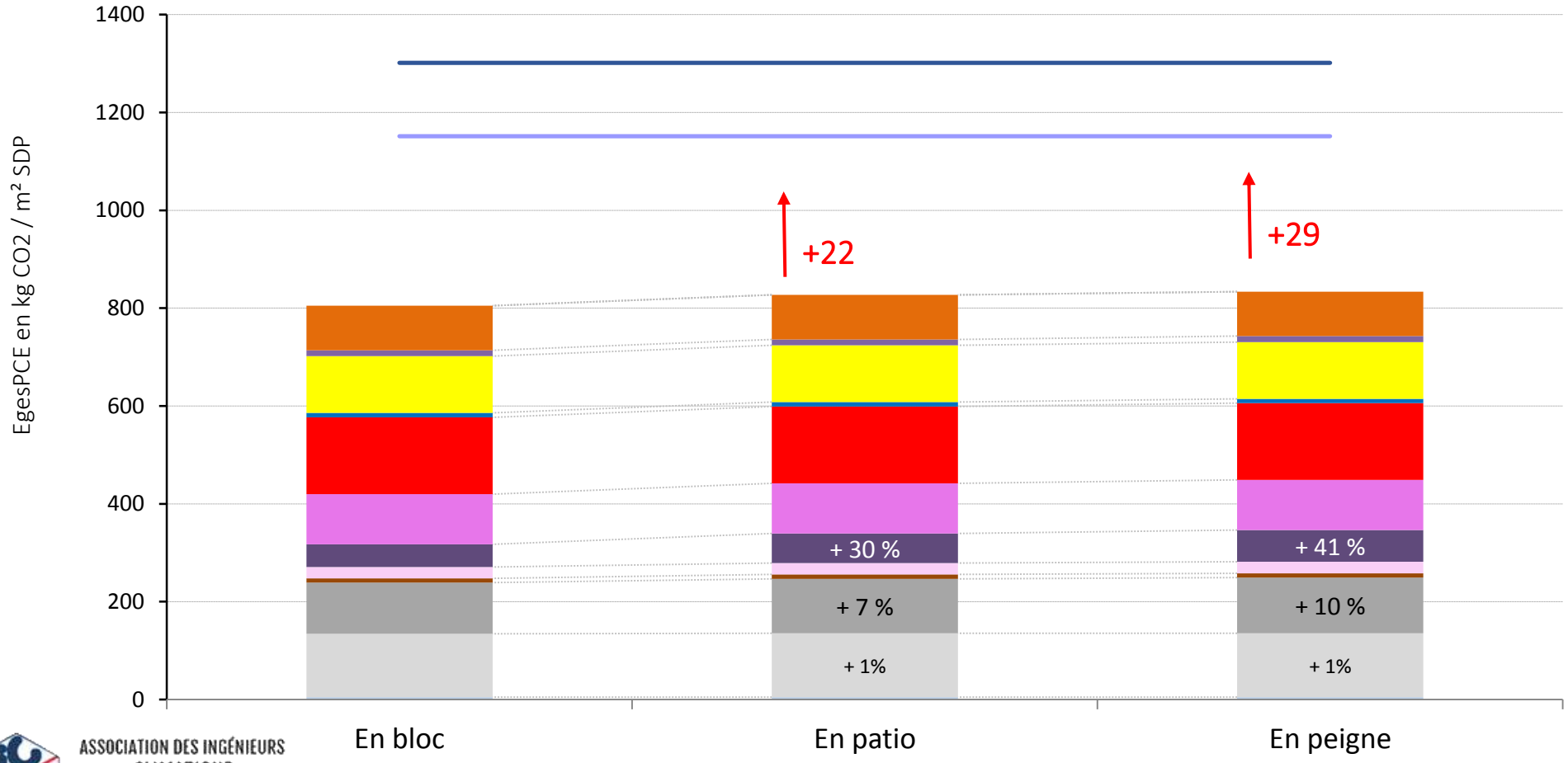
En patio
-196 m linéaires de façade

En peigne
-220 m linéaires de façade



Typologie – différentes formes

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 $kgCO_2/m^2$

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PACTE

Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux

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)

Produit	MDEGD	Collectives/ Individuelles	Ecart ($kgCO_2$ /m²)*
Revêtement de sol souple	Textile	Moquette	
DE	31.6 kgCo2/m²	16.25 kgCo2/m²	**74 $kgCO_2$ /m²**
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/m²	14.3 kgCo2/m²	**8.2 $kgCO_2$ /m²**
DVT	50 ans	50 ans	
Menuiserie PVC			
DE	137 kgCo2/m²	68.46kgCo2/m²	**20 $kgCO_2$ /m²**
DVT	30 ans	30 ans	

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

* Écart à l'échelle du bâtiment.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

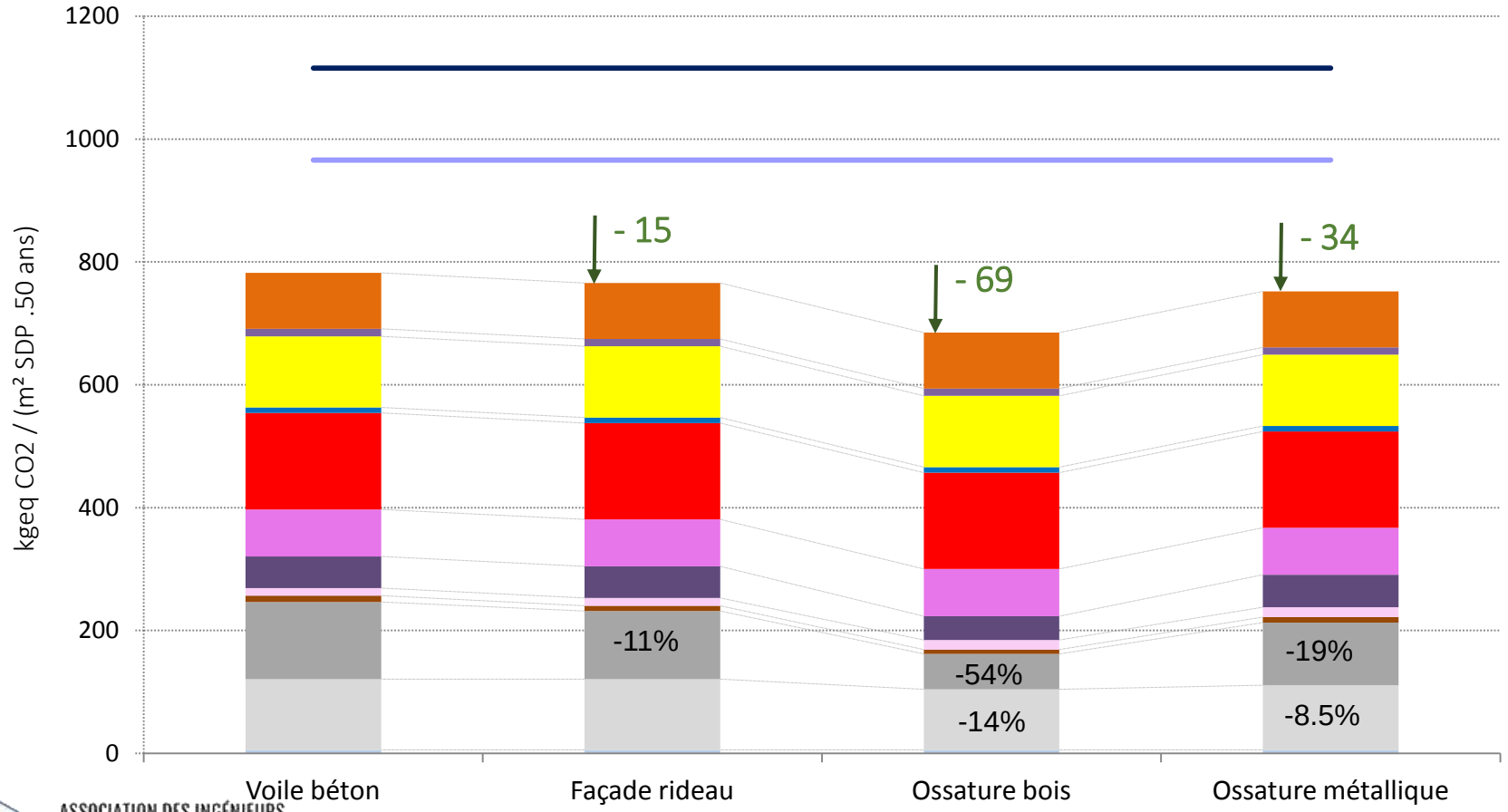
PACTE

Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux

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

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 $kgCO_2/m^2$

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux

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

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

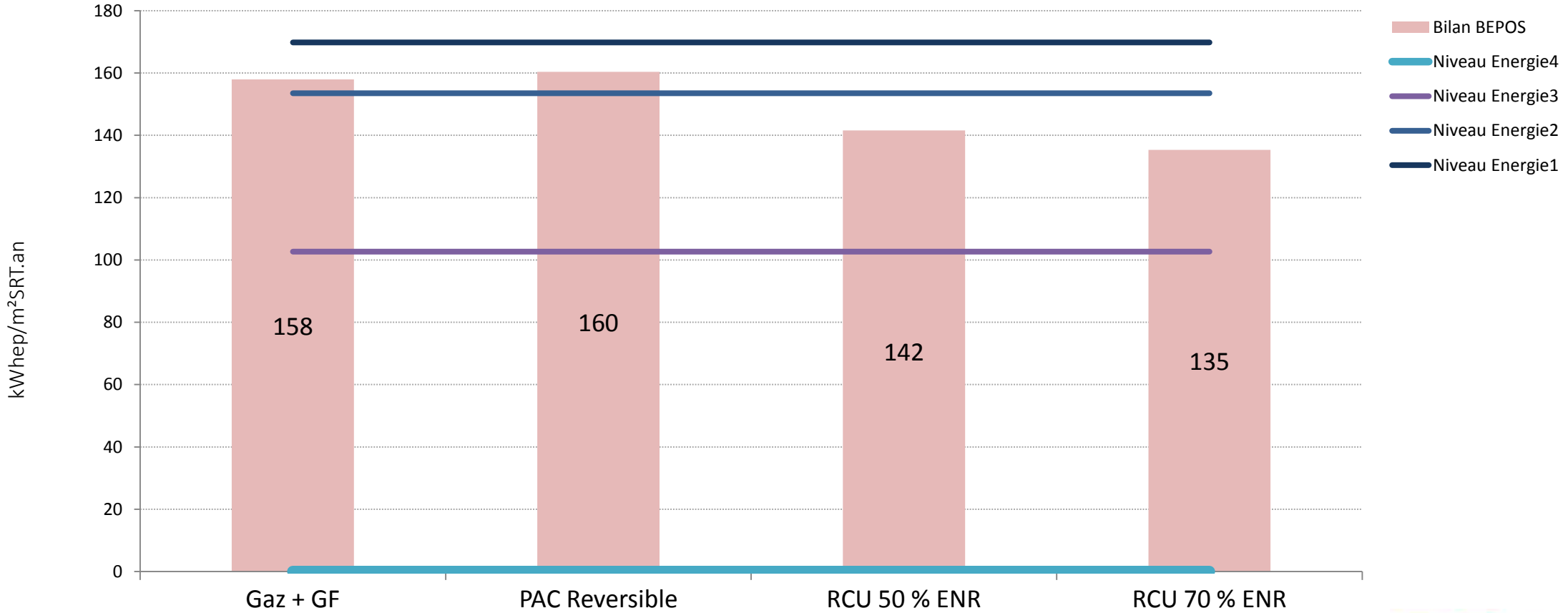
Ventilation double-flux avec récupérateur

Prestations enveloppe	
	Enveloppe Performante
Mur	Up= 0.35
Toit	Up= 0.27
Plancher bas	Up= 0.5
Fenêtre	Uw = 1.7
Perméabilité	1.2

Systèmes énergétiques

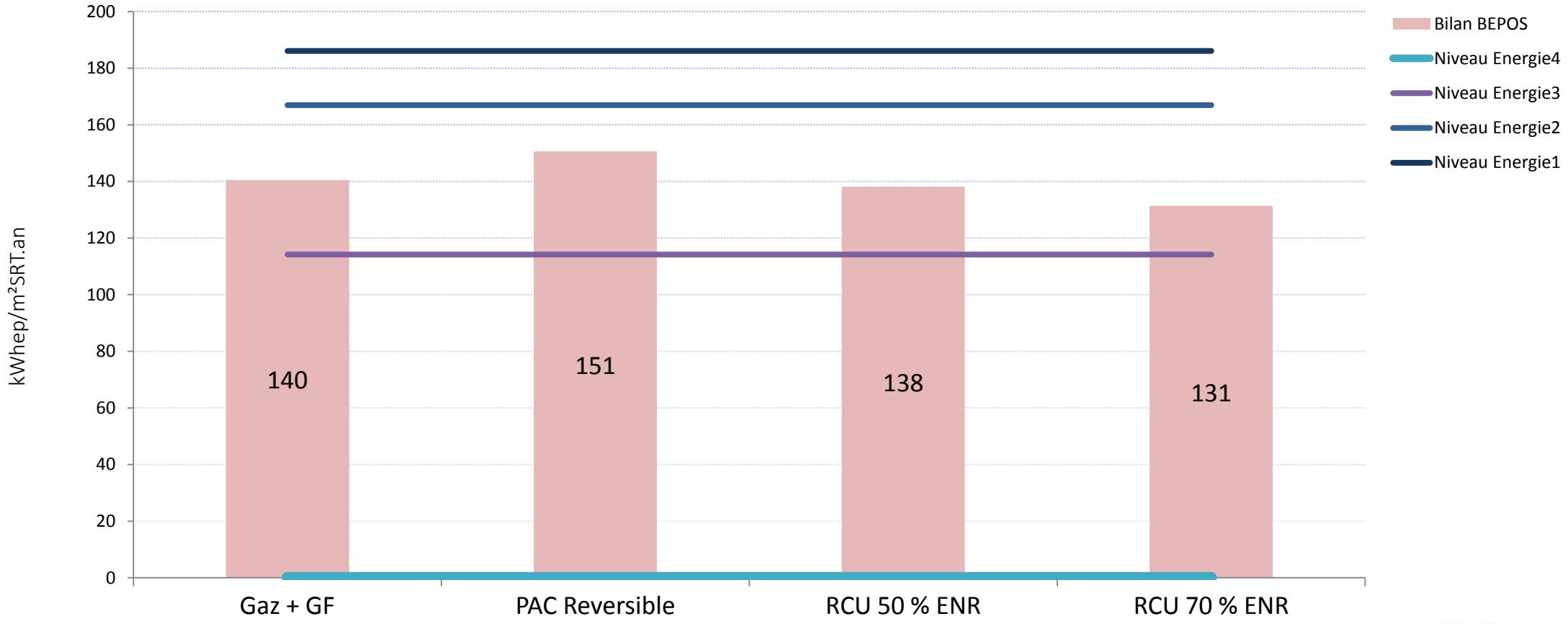
110

Impact des systèmes énergétique sur le bilan BEPOS : **Bureau**H1B



Systèmes énergétiques

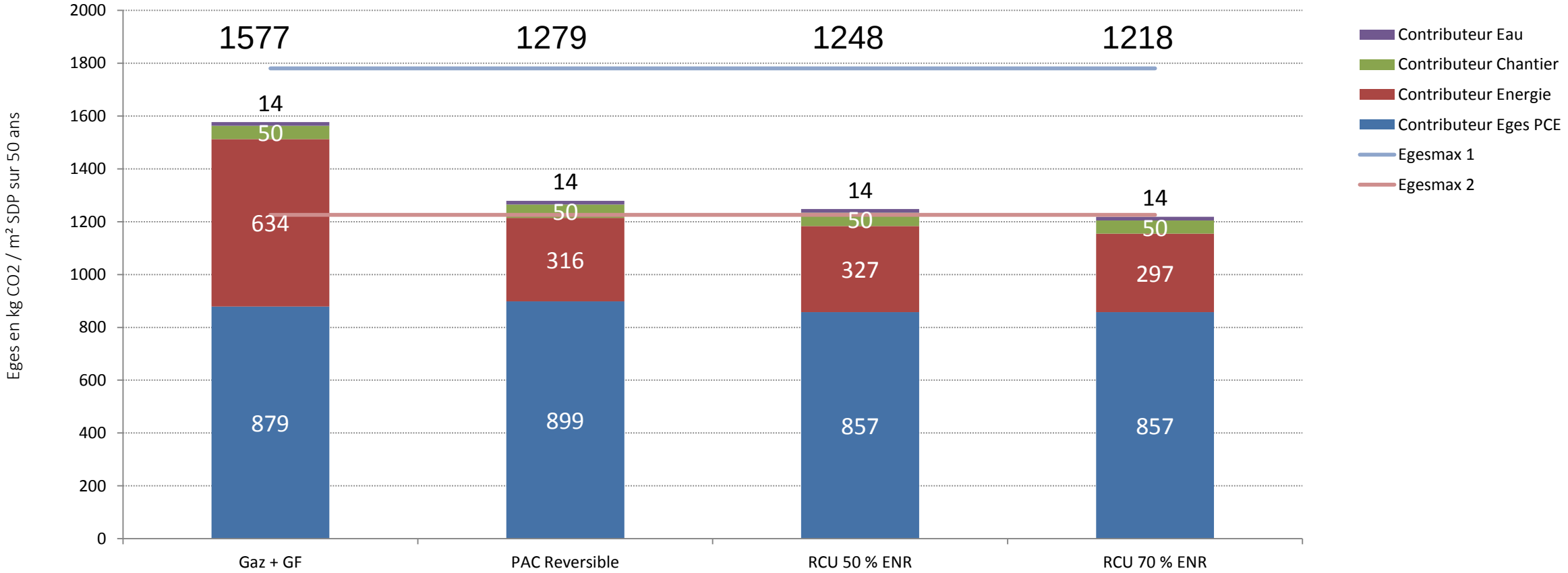
Impact des systèmes energétique sur le bilan BEPOS : BureauH3



Systèmes énergétiques

Impact des systèmes énergétiques sur Eges

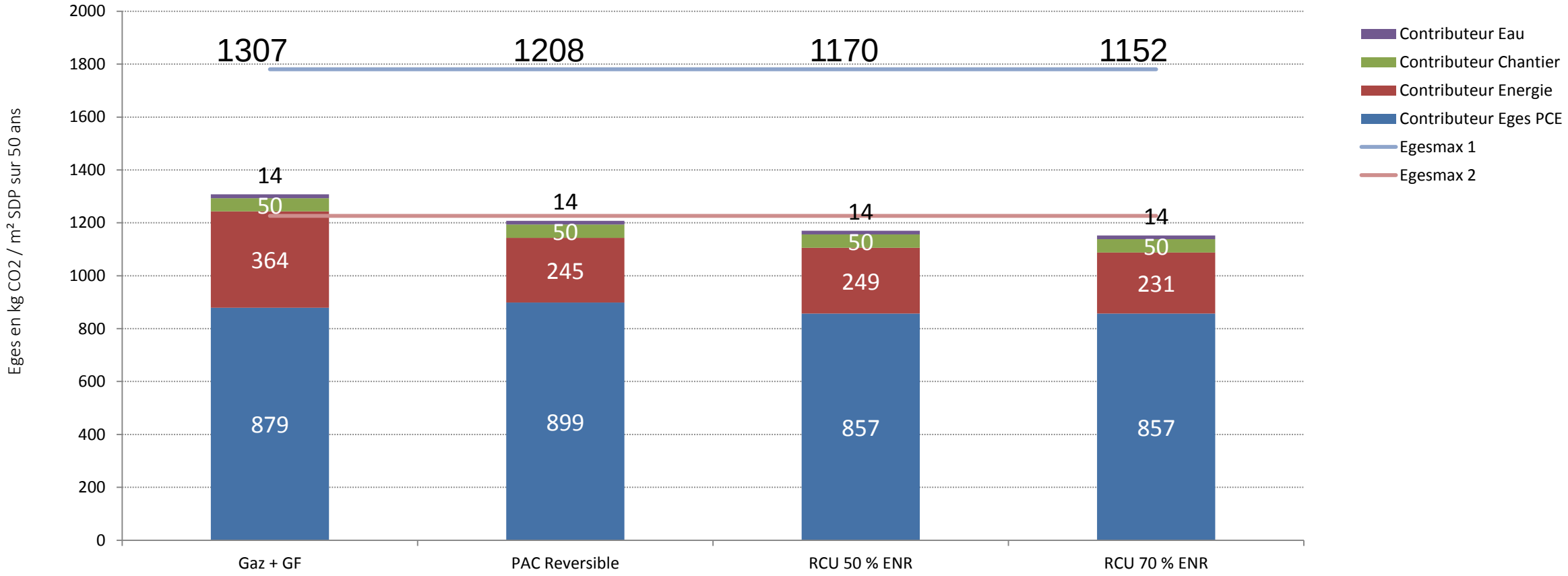
Bureau -zone H1b



Systèmes énergétiques

Impact des systèmes énergétiques sur Eges

Bureau - zone H3



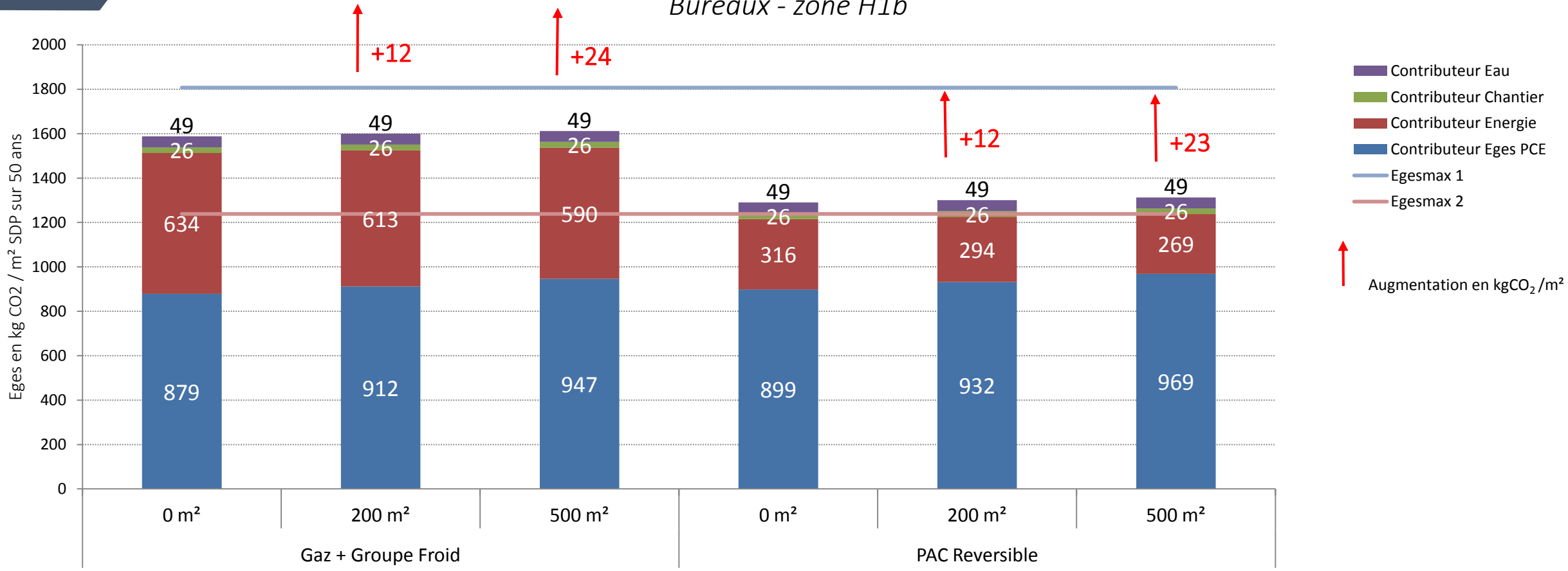
Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux

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

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques

Bureaux - zone H1b



TAC = 85%
Export =1
kWhef/m²srt

TAC = 70%
Export = 5
kWhef/m²srt

TAC = 87%
Export = 1
kWhef/m²srt

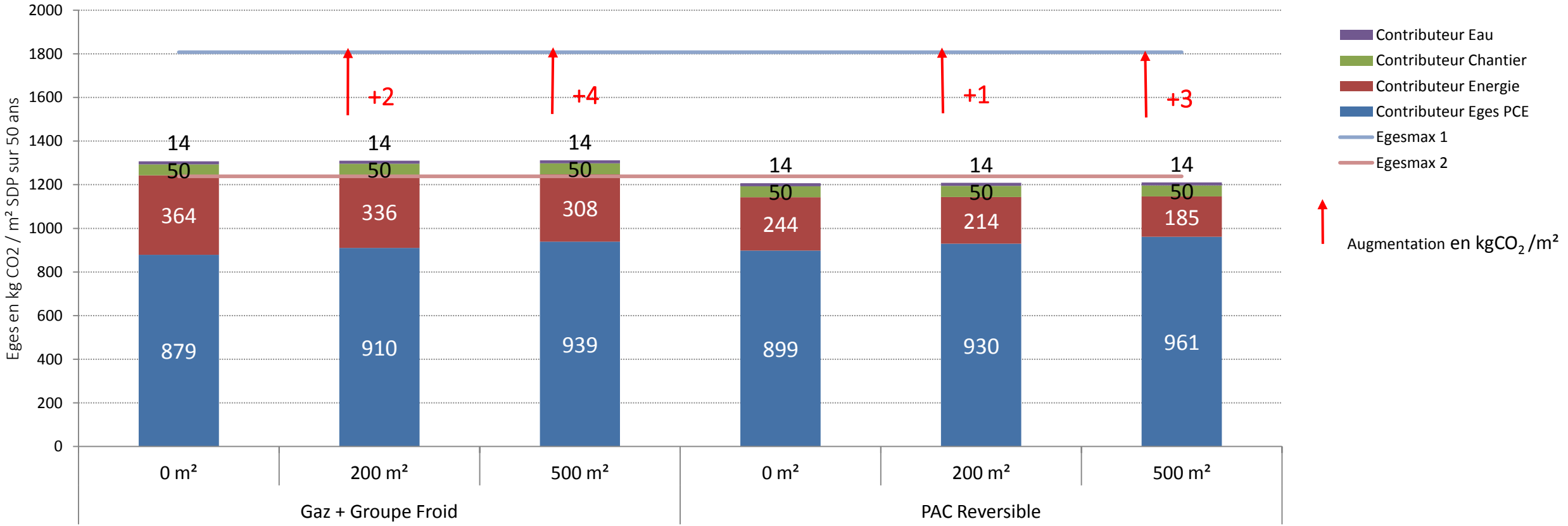
TAC = 72%
Export = 5
kWhef/m²srt

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Photovoltaïque

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques

Bureaux - zone H3



Gaz + Groupe Froid		PAC Reversible	
TAC = 80% Export =2 kWhef/m²srt	TAC = 62% Export = 9 kWhef/m²srt	TAC = 82% Export = 2 kWhef/m²srt	TAC = 65% Export = 9 kWhef/m²srt

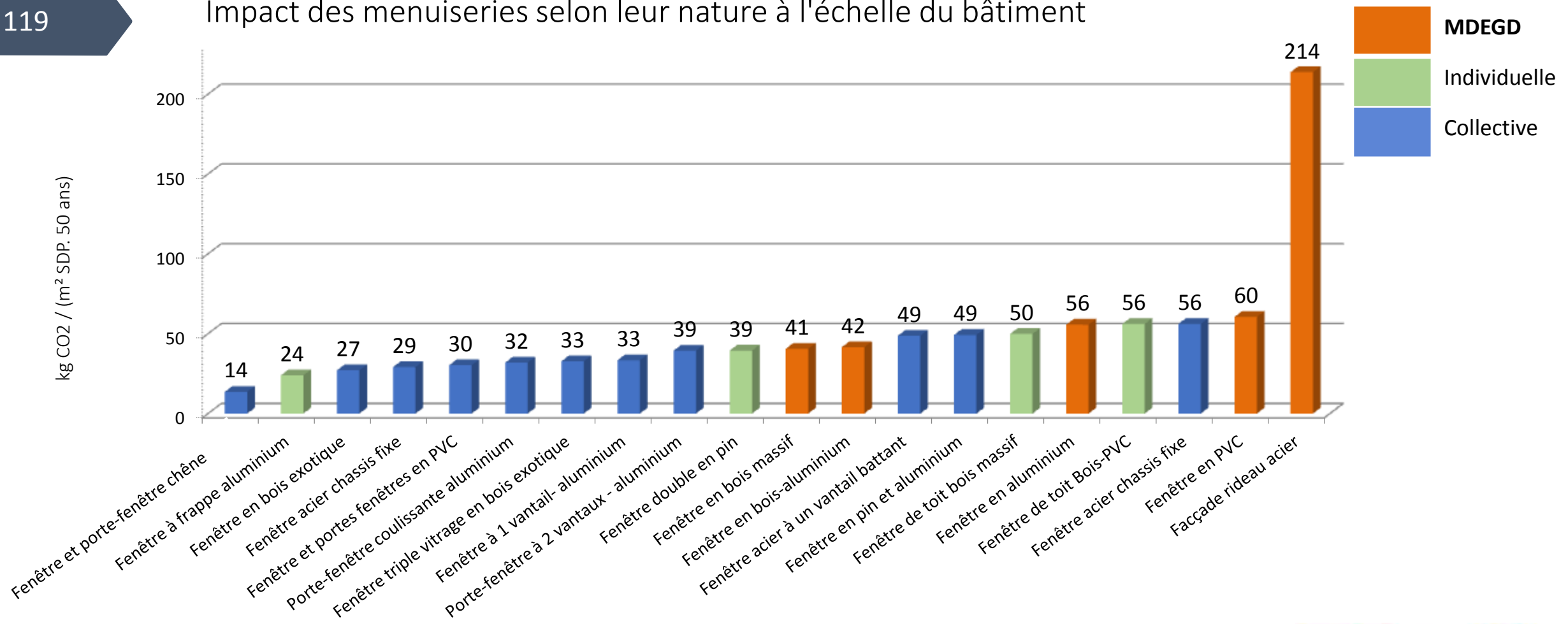
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Sensibilités réalisées sur un immeuble de bureaux

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

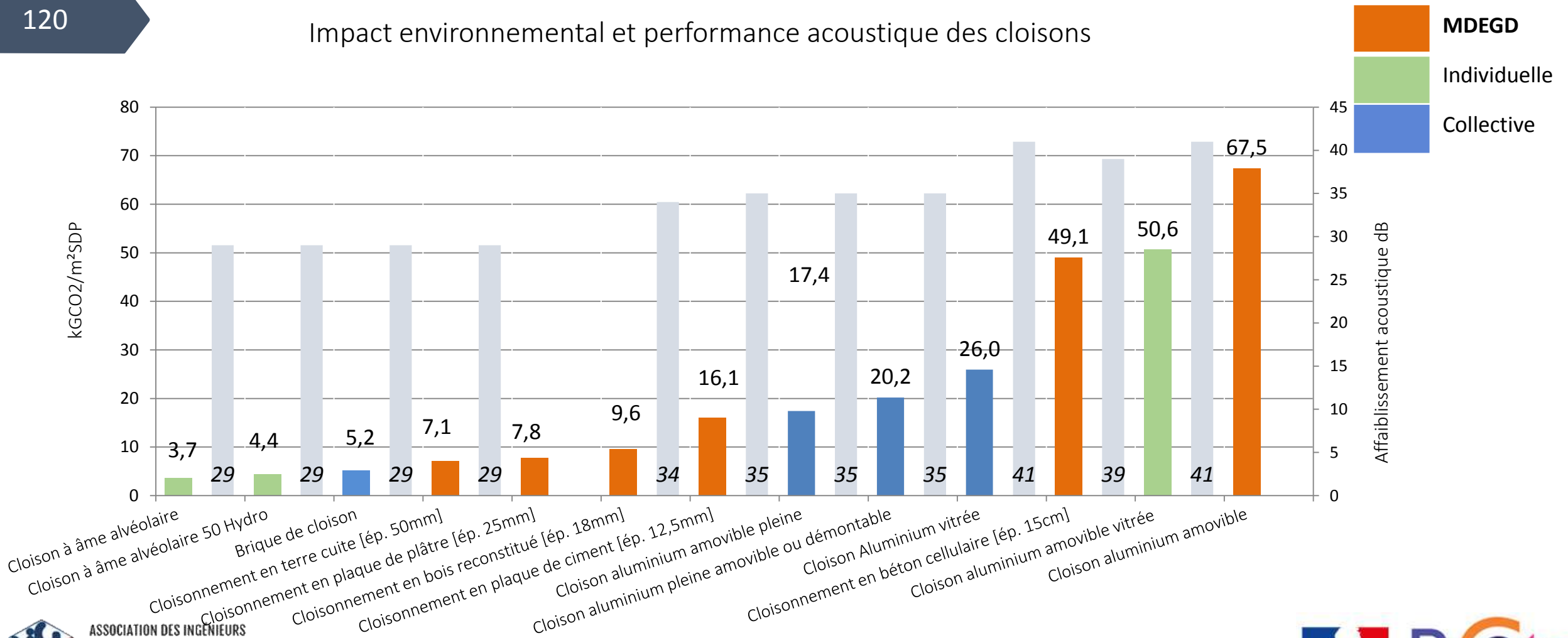
Choix des fenêtres

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



Choix des produits de cloisons

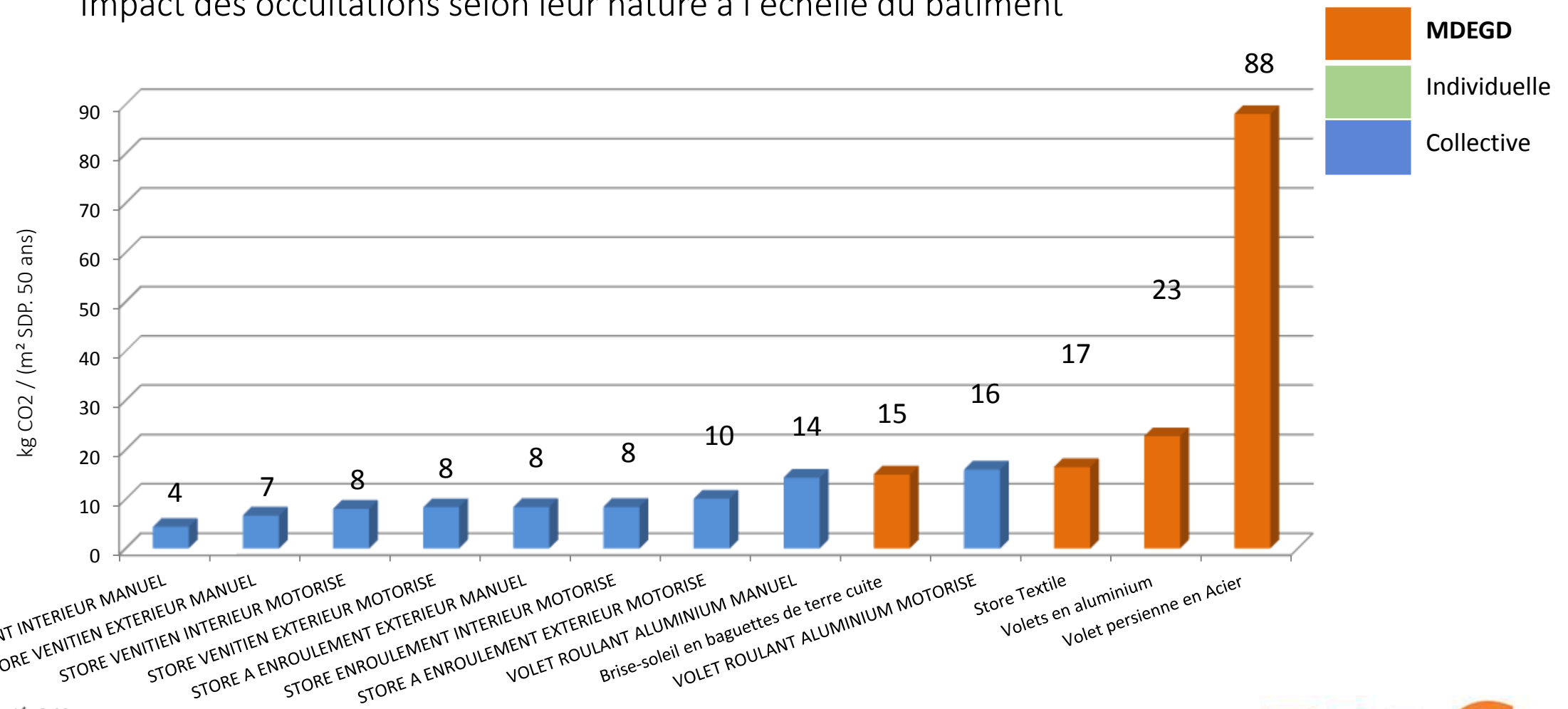
Impact environnemental et performance acoustique des cloisons



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

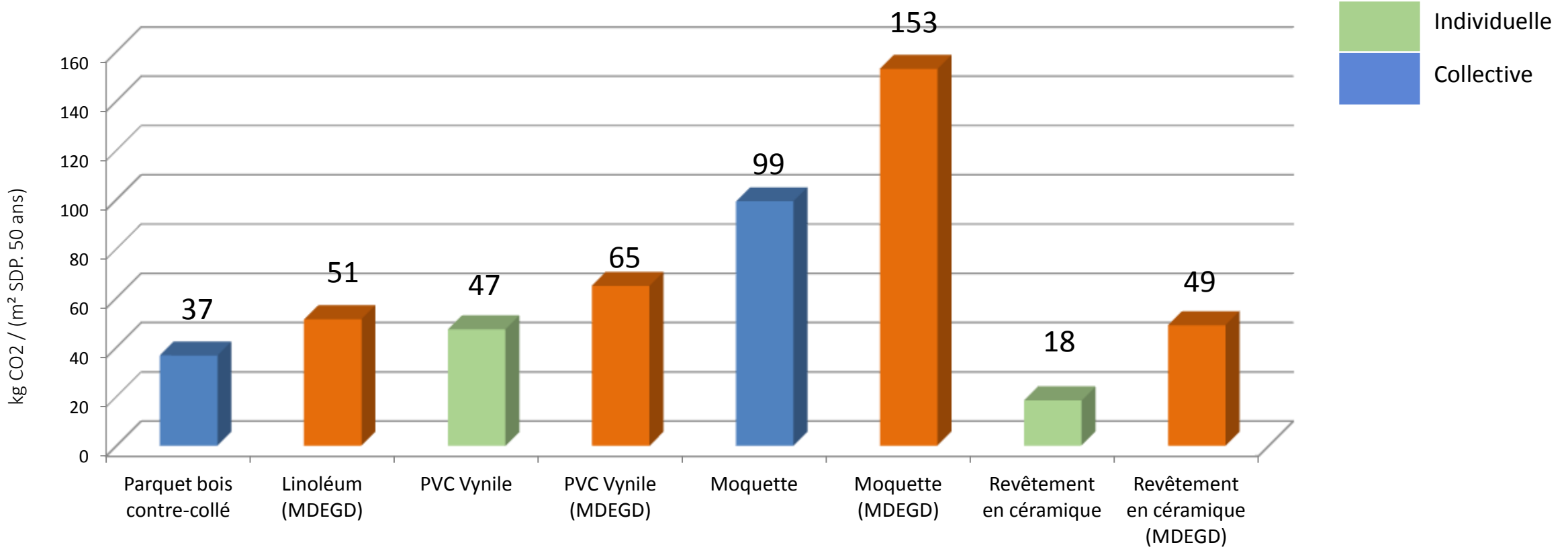
Choix des occultations

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



Revêtement de sol

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



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

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

Ventilation double-flux avec récupérateur

Prestations enveloppe	
	Bbiomax-20%
Mur	Up= 0.35
Toit	Up= 0.27
Plancher bas	Up= 0.5
Fenêtre	Uw = 1.7
Perméabilité	1.2

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

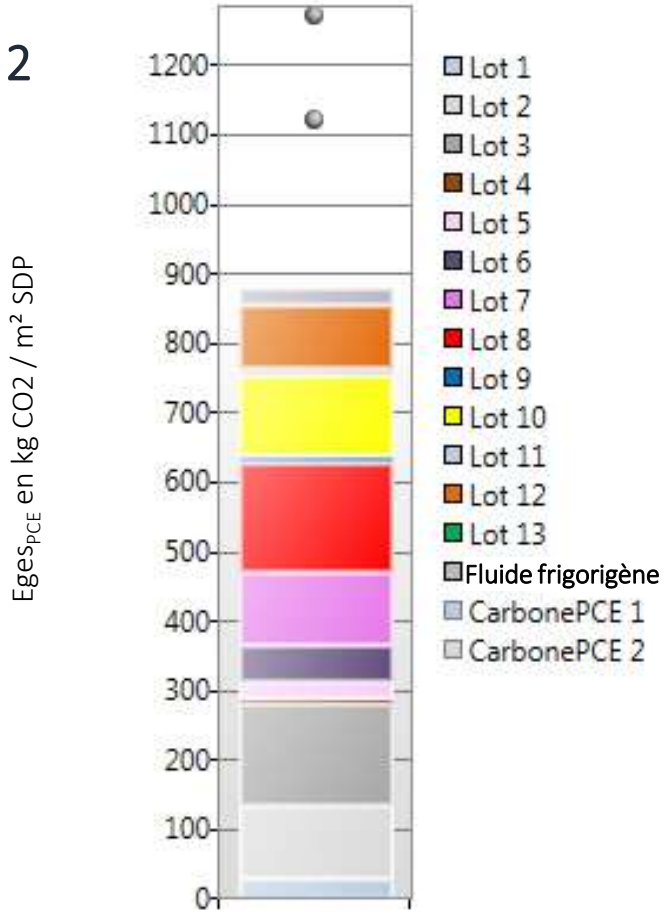
Gaz + groupe froid

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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
Perméabilité I4	1.2	1.2	1.2
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	540m²

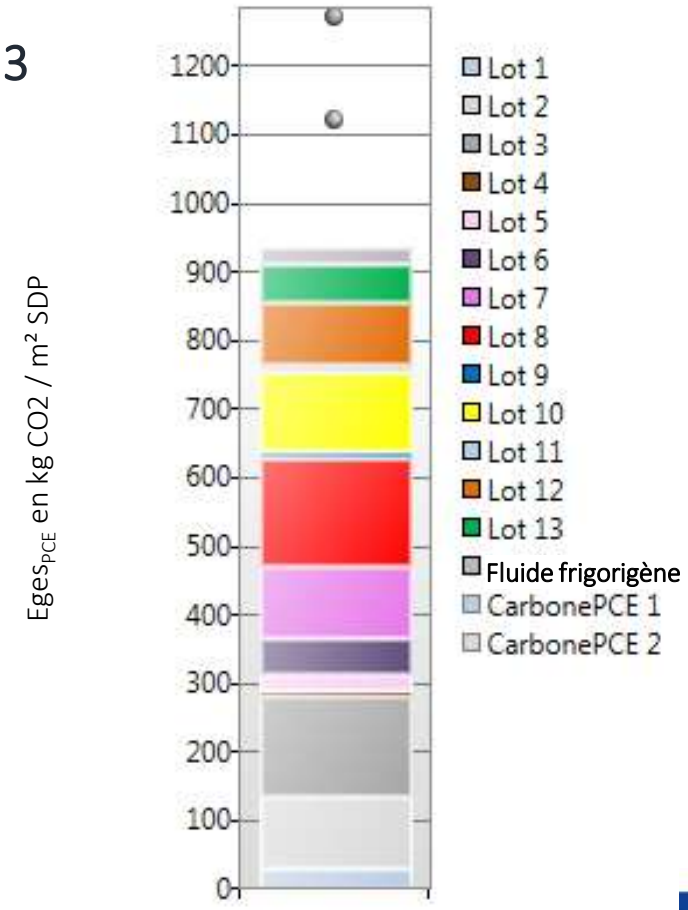
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Gaz + groupe froid : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

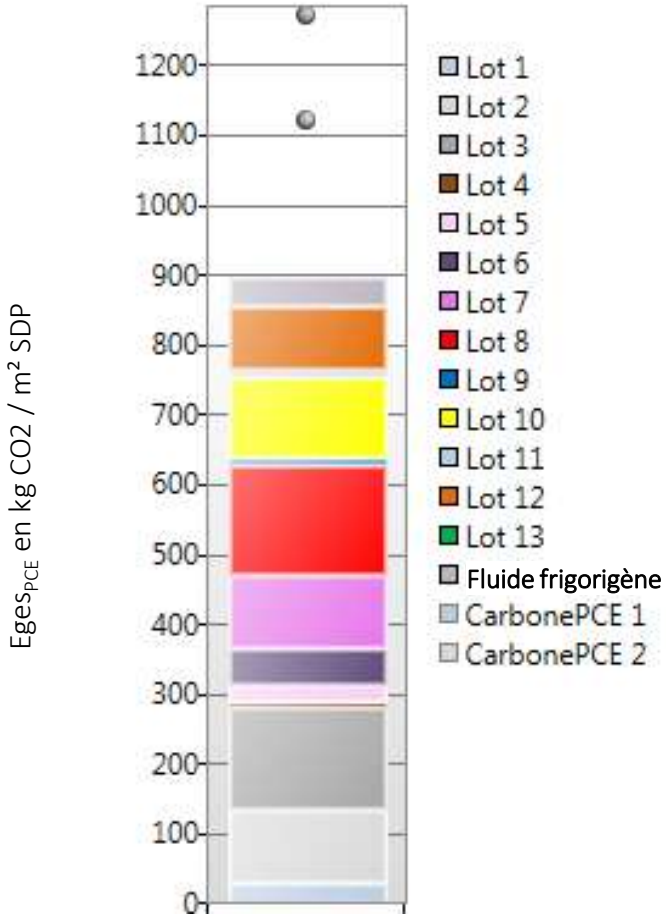
PAC réversible

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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
Perméabilité I4	1.2	1.2	1.2
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	475 m²

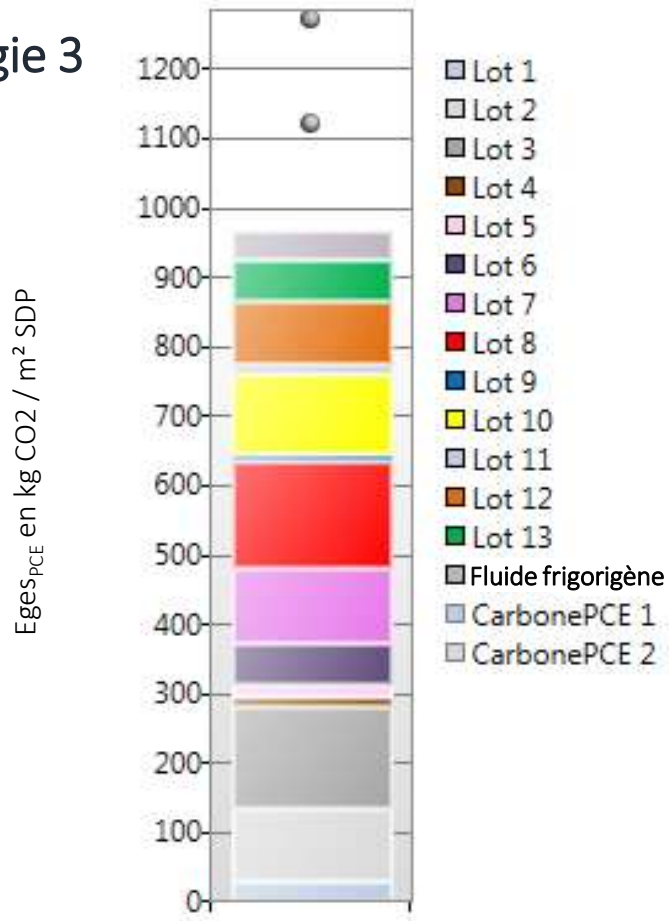
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

PAC réversible : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

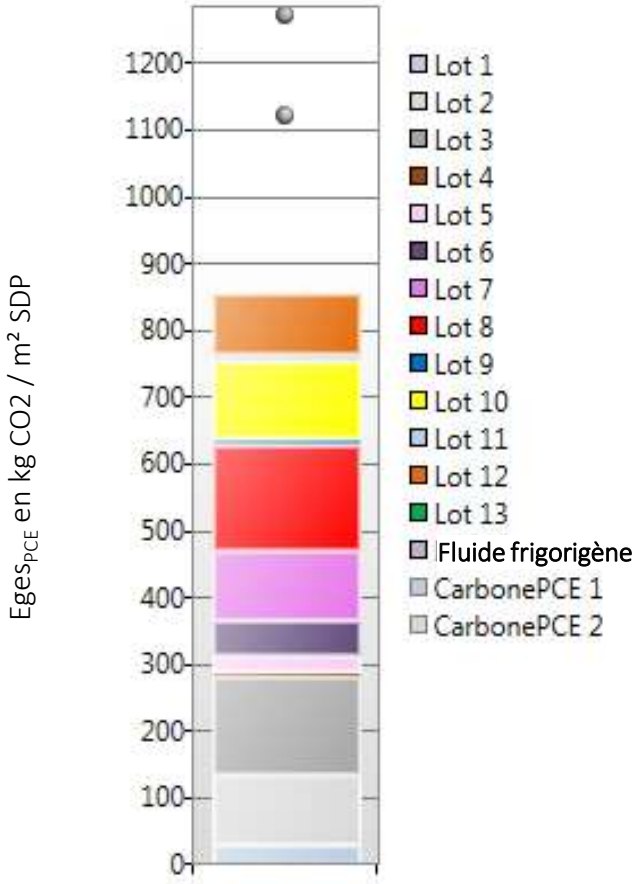
Réseau de chaleur urbain 50% énergie renouvelable

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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
Perméabilité I4	1.2	1.2	1.2
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	400m²

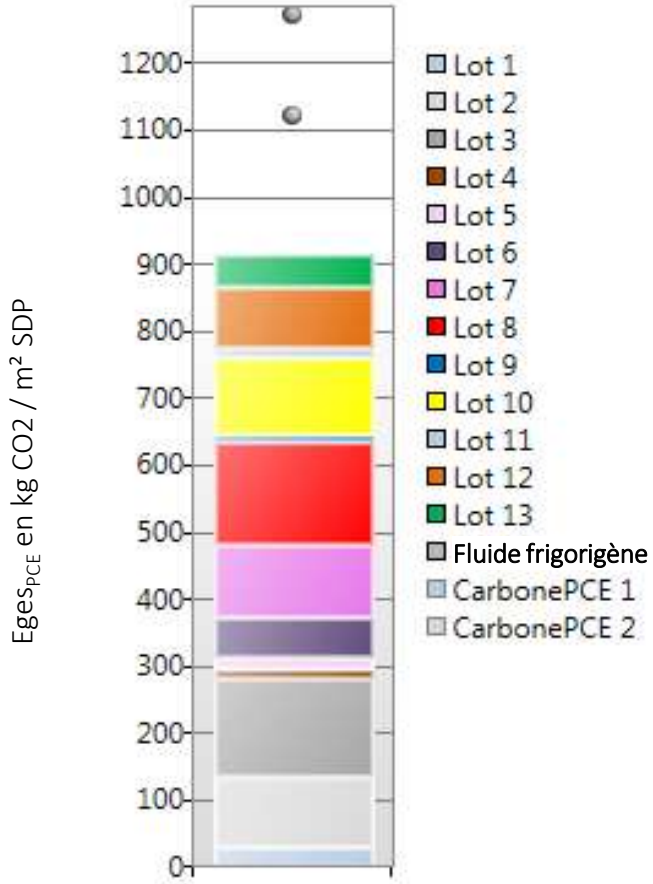
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

RCU 50% : : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

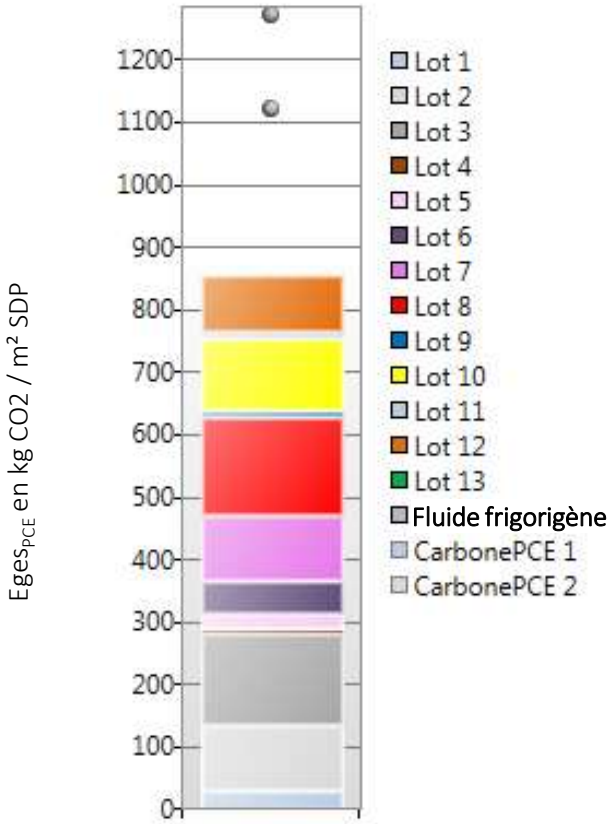
Réseau de chaleur urbain 70% énergie renouvelable

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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
Perméabilité I4	1.2	1.2	1.2
Surface PV (m²)	0 m²	0 m²	350m²

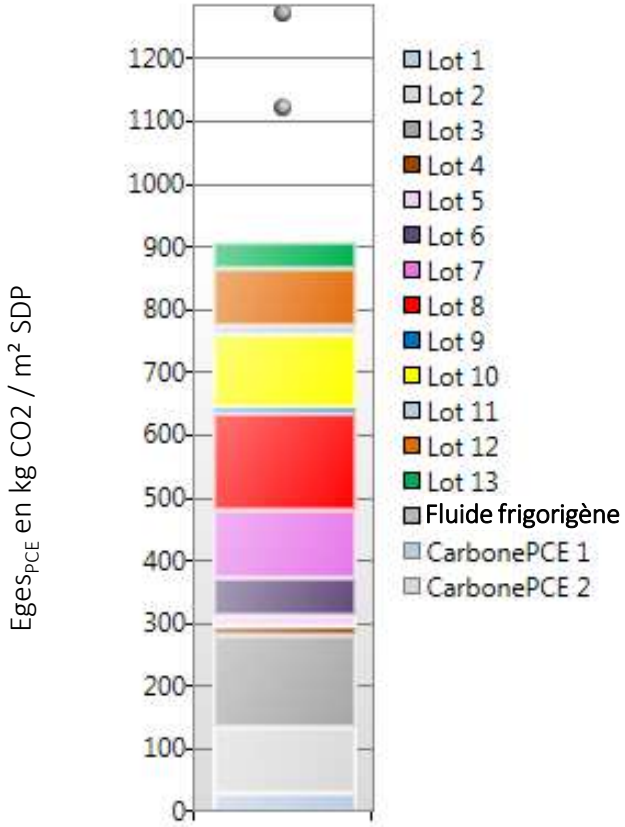
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

RCU 70% : : impact Eges$_{PCE}$ selon niveau Energie

Energie 2



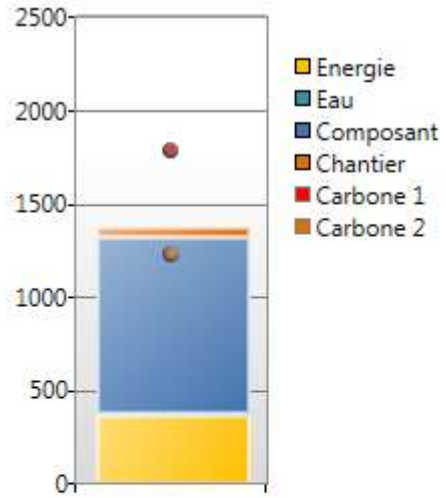
Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

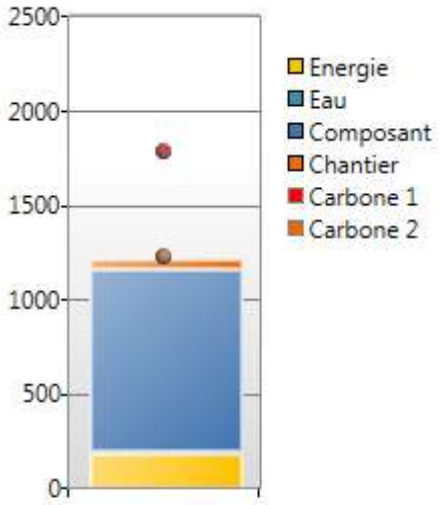
Impact Eges pour le niveau Energie 3

GAZ + PAC



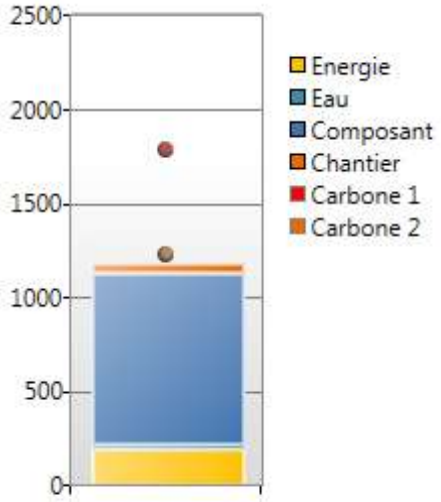
PCE	943.44
Energie	374.18
Chantier	50.29
Eau	14.00

PAC Réversible



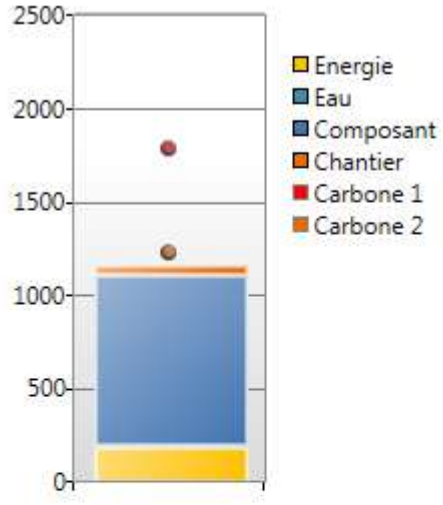
PCE	967.15
Energie	193.86
Chantier	50.29
Eau	14.00

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

	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

Sommaire

- Maison
- Immeuble collectif
- Bureaux
- Enseignement

Descriptif du groupe scolaire étudié

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 m²
Sutile	2917 m²
S_{RT}	3603 m²
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

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

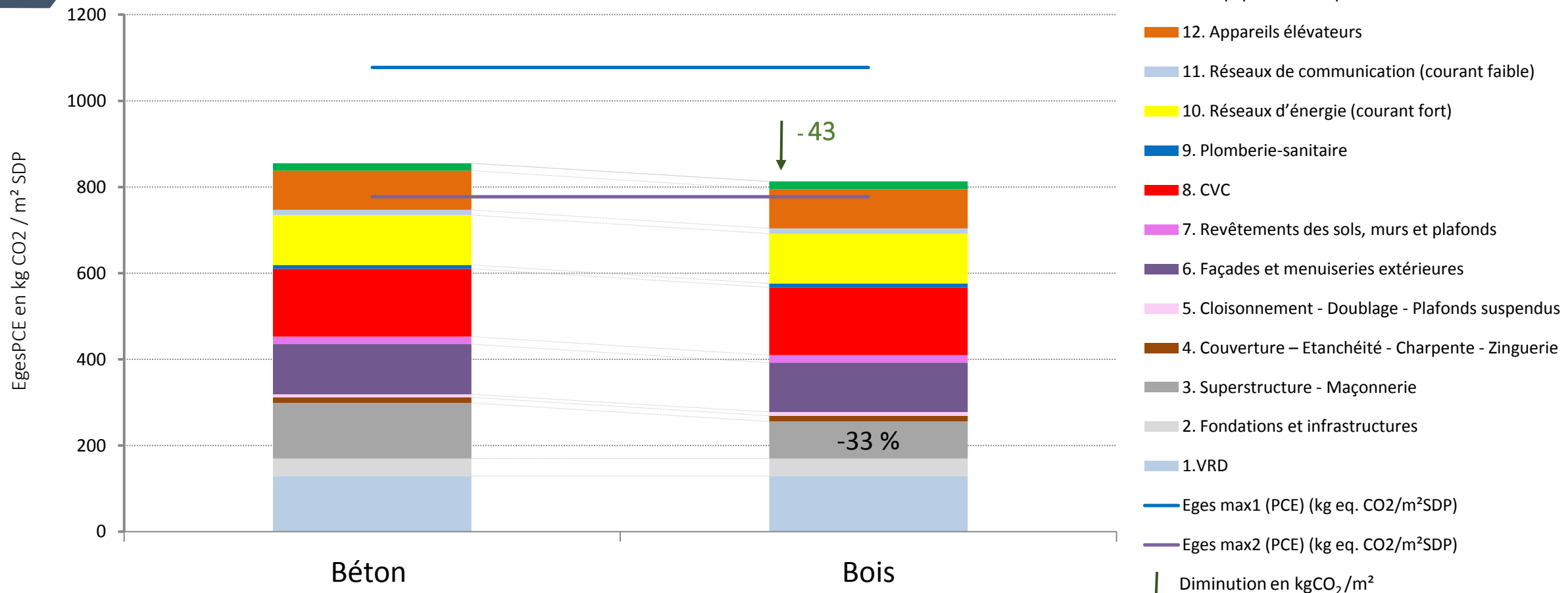
Produit	MDEGD	Collectives/ Individuelles	Ecart ($kgCO_2$ /m² sdp)
Menuiserie aluminium	Fenêtres en aluminium	Porte-fenêtre à la française à 2 vantaux - Profilés Aluminium	
DE	126 kgCo2/m²	89.1	**12 $kgCO_2$ /m²**
DVT	30 ans	30 ans	
Plafond suspendu	Plafond suspendu en laine de bois [ép. 25mm]	Fiche collective comprenant le volet et le moteur	
DE	22.5 kgCo2/m²	5.1 kgCo2/m²	**22 $kgCO_2$ /m²**
DVT	30 ans	30 ans	
Porte extérieur	Porte en bois massif	Porte extérieure en bois résineux traité	
DE	379 kgCo2/m²	48.7 kgCo2/m²	**4.7 $kgCO_2$ /m²**
DVT	35 ans	35 ans	

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement

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

Impact du système constructif sur le Eges



Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement

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

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 90gCO_2 /kWh

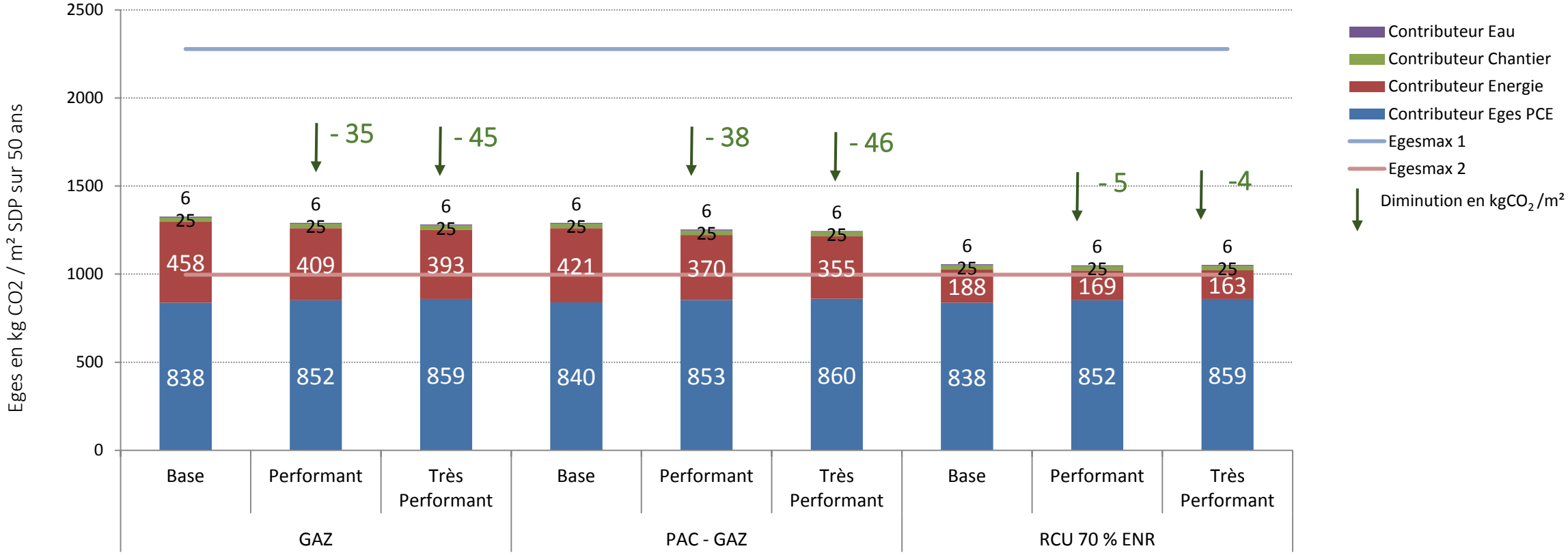
	Enveloppe Base	Enveloppe Performante	Enveloppe très Performante
Bbiomax-x%	Bbiomax-10%	Bbiomax-20%	Bbiomax-30%
Murs	Up= 0.36	Up= 0.31	Up= 0.20
Toiture	Up= 0.30	Up= 0.20	Up= 0.15
Plancher bas	Ue= 0.25	Ue= 0.15	Ue= 0.12
Baies	Uw= 1.6	Uw = 1.6	Uw= 1.6

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

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement

Impact de la performance de l'enveloppe sur le Eges

Groupe Scolaire - zone H1b

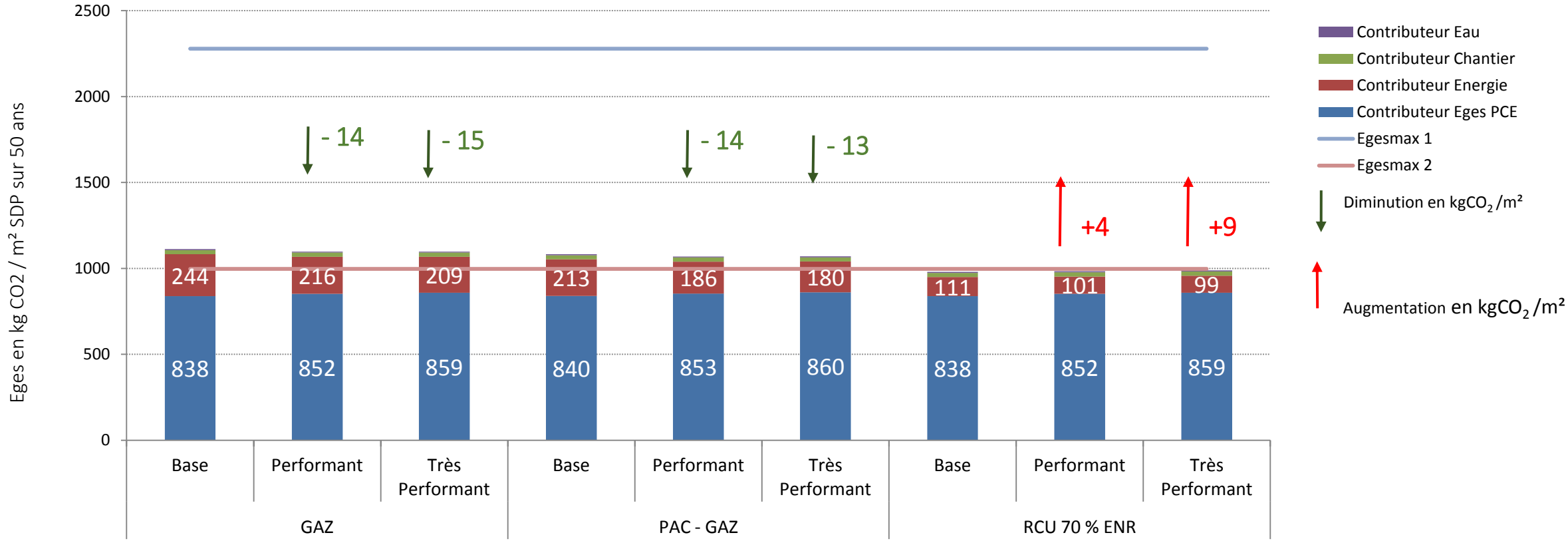


Contributeur eau = 5.7 $kgCO_2$ /m²sdp - Structure Béton

Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement

Impact de la performance de l'enveloppe sur le Eges

Groupe Scolaire - zone H3



Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement

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

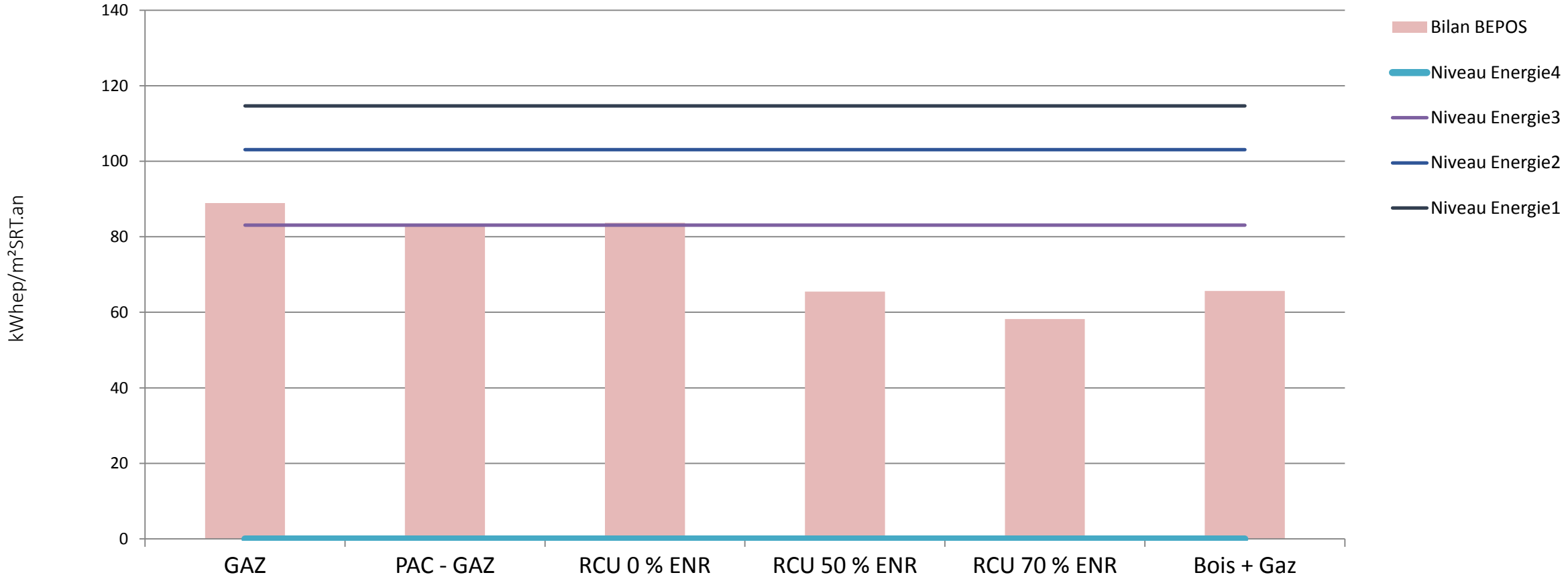
- Gaz :Chaudière condensation Gaz
- PAC + Gaz : PAC absorption + appoint gaz
- RCU 0%ENR: Réseau de chaleur 0% ENR
- RCU 50%ENR: Réseau de chaleur 50% ENR
- RCU 70%ENR: Réseau de chaleur 70% ENR
- Bois + Gaz : Chaudière bois + appoint gaz:

	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

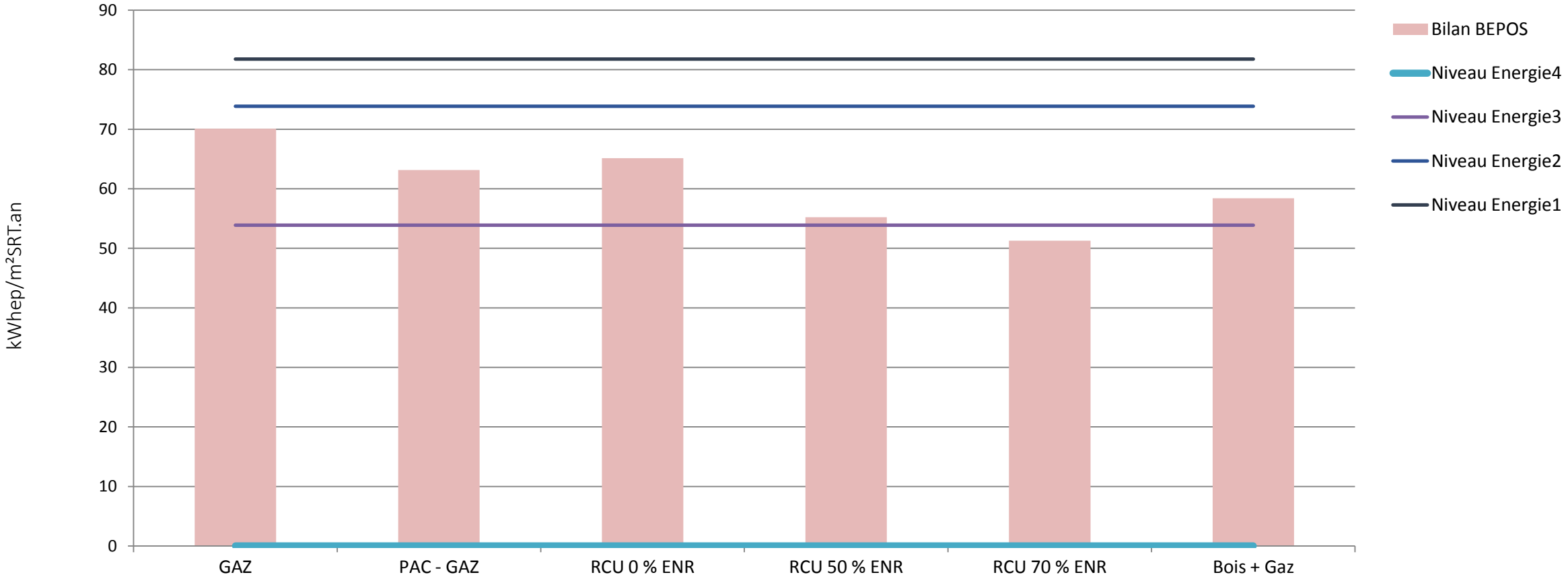
Systèmes énergétiques

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



Systèmes énergétiques

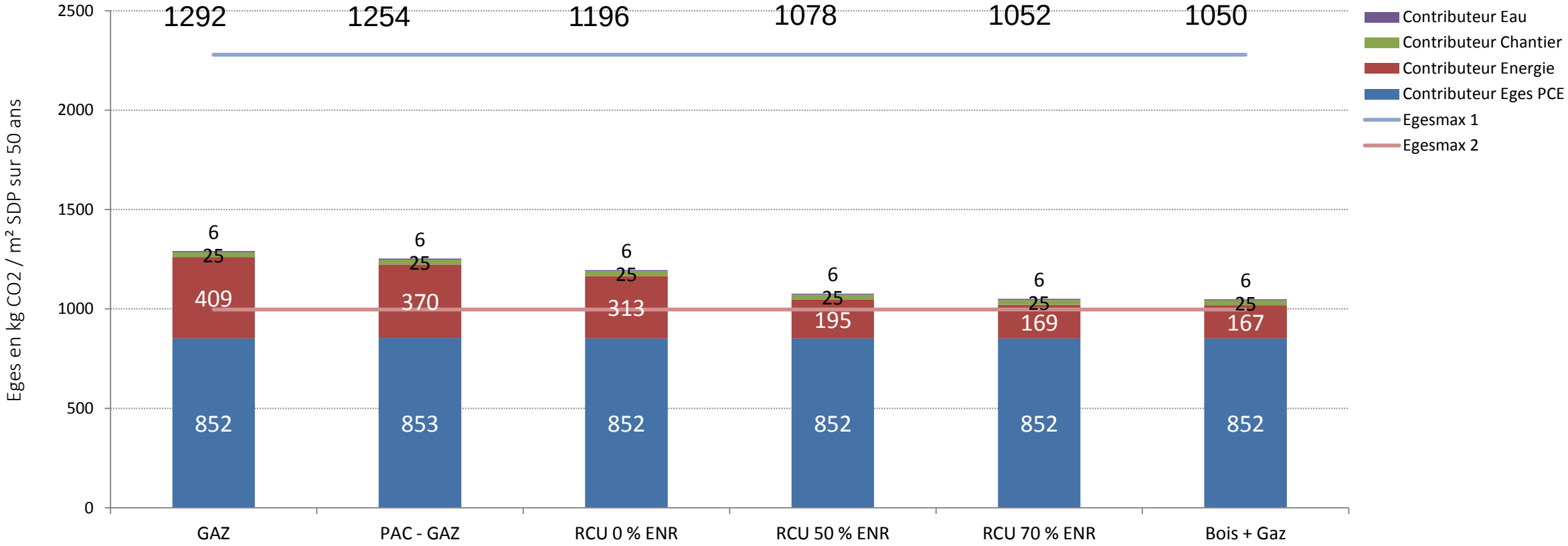
Impact des systèmes énergétiques sur le bilan BEPOS : Groupe Scolaire H3



Systèmes énergétiques

Impact des systèmes énergétiques sur Eges

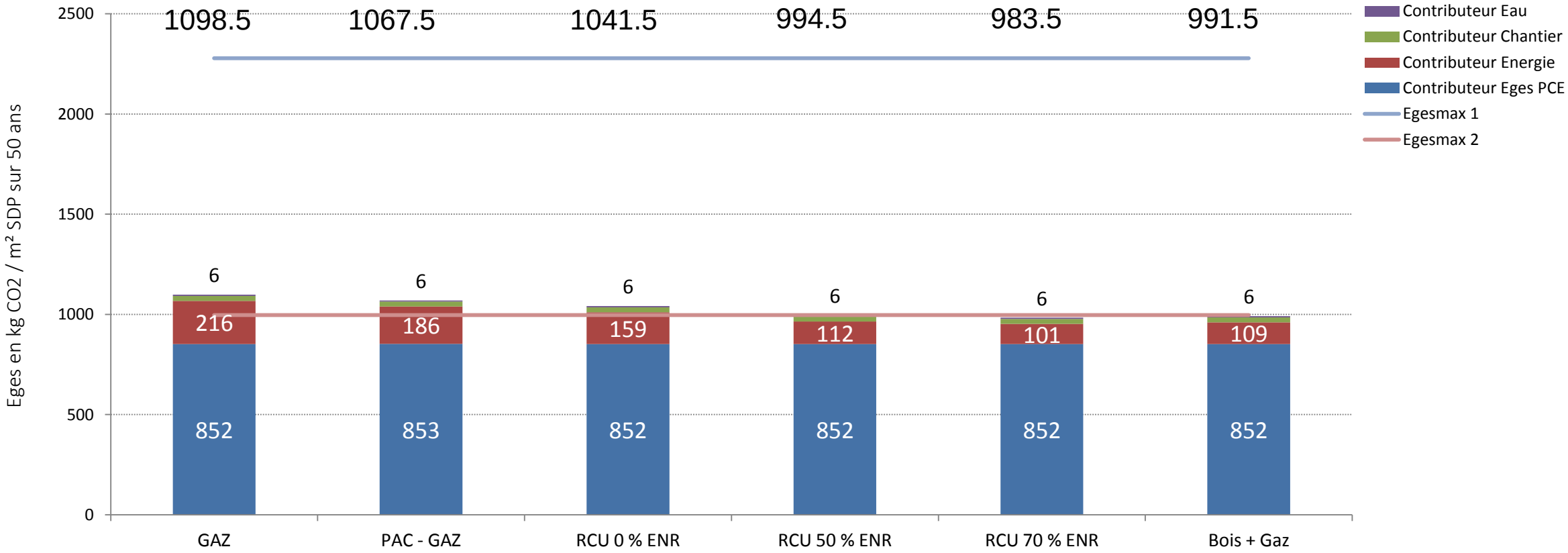
Groupe Scolaire - zone H1b



Systèmes énergétiques

Impact des systèmes énergétiques sur Eges

Groupe Scolaire - zone H3



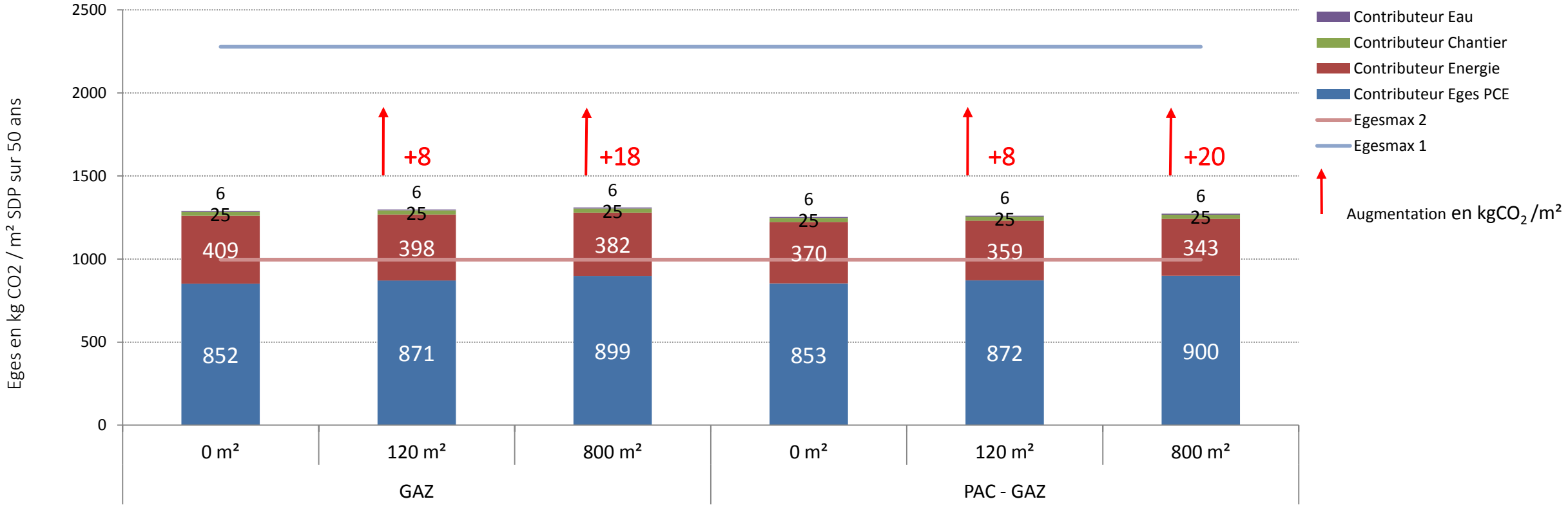
Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement

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

Photovoltaïque

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques

Groupe Scolaire - zone H1b



TAC = 71%
Export =3.6
kWhef/m²srt

TAC =26%
Export = 39
kWhef/m²srt

TAC = 71%
Export =3.6
kWhef/m²srt

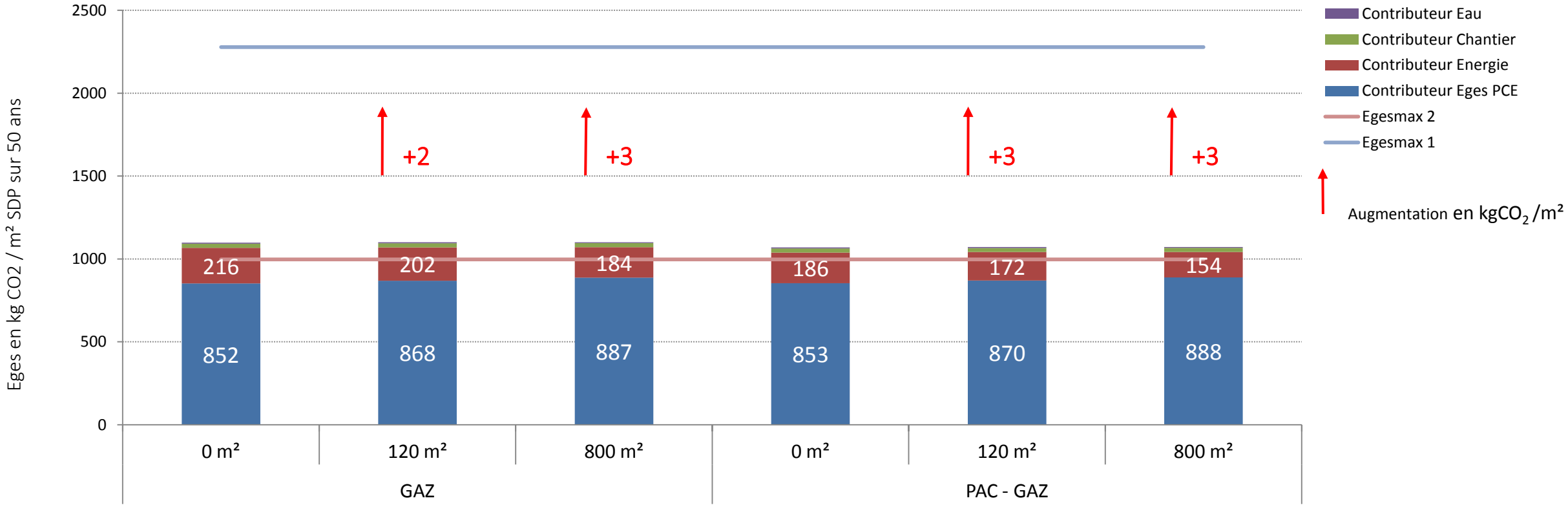
TAC = 26%
Export =39
kWhef/m²srt

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Photovoltaïque

Evolution du bilan CO_2 Eges en fonction de la surface de capteurs photovoltaïques

Groupe Scolaire - zone H3



TAC = 62%
Export =6.6
kWhef/m²srt

TAC =20%
Export = 51
kWhef/m²srt

TAC = 71%
Export =6.6
kWhef/m²srt

TAC = 20%
Export =51
kWhef/m²srt

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

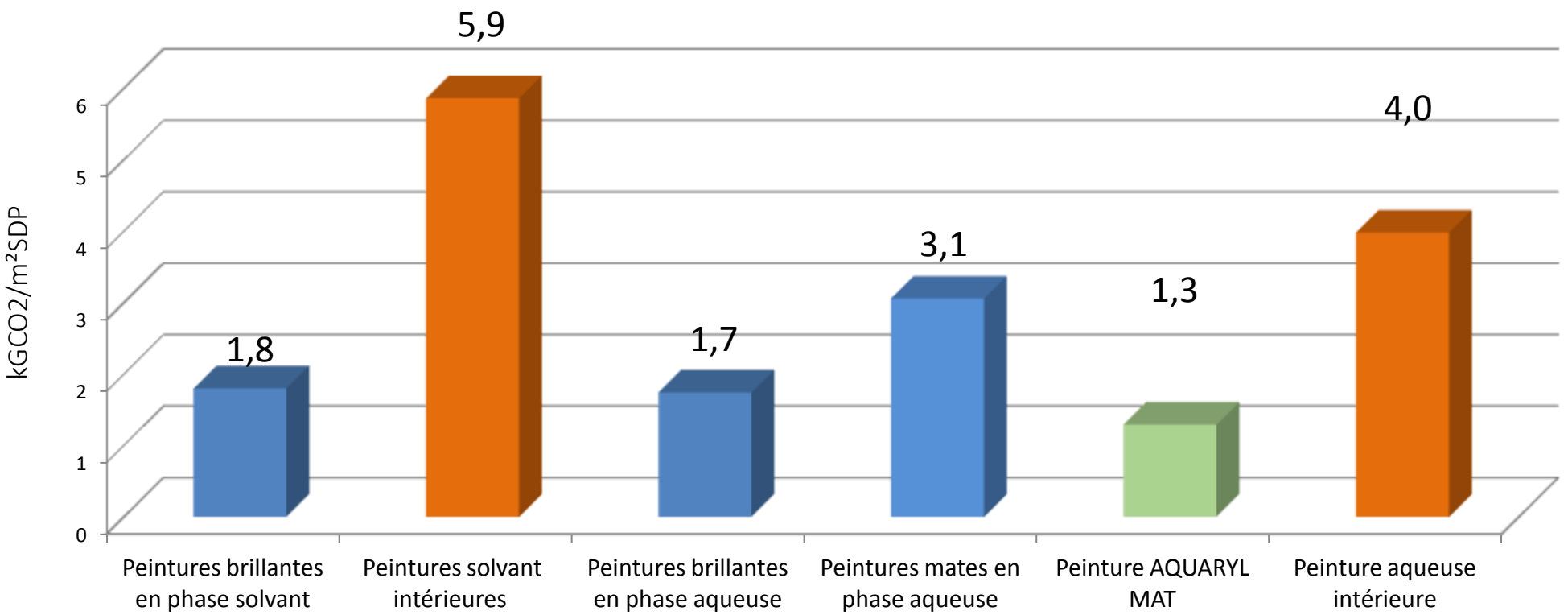
Sensibilités réalisées sur un bâtiment d'enseignement

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

Peinture

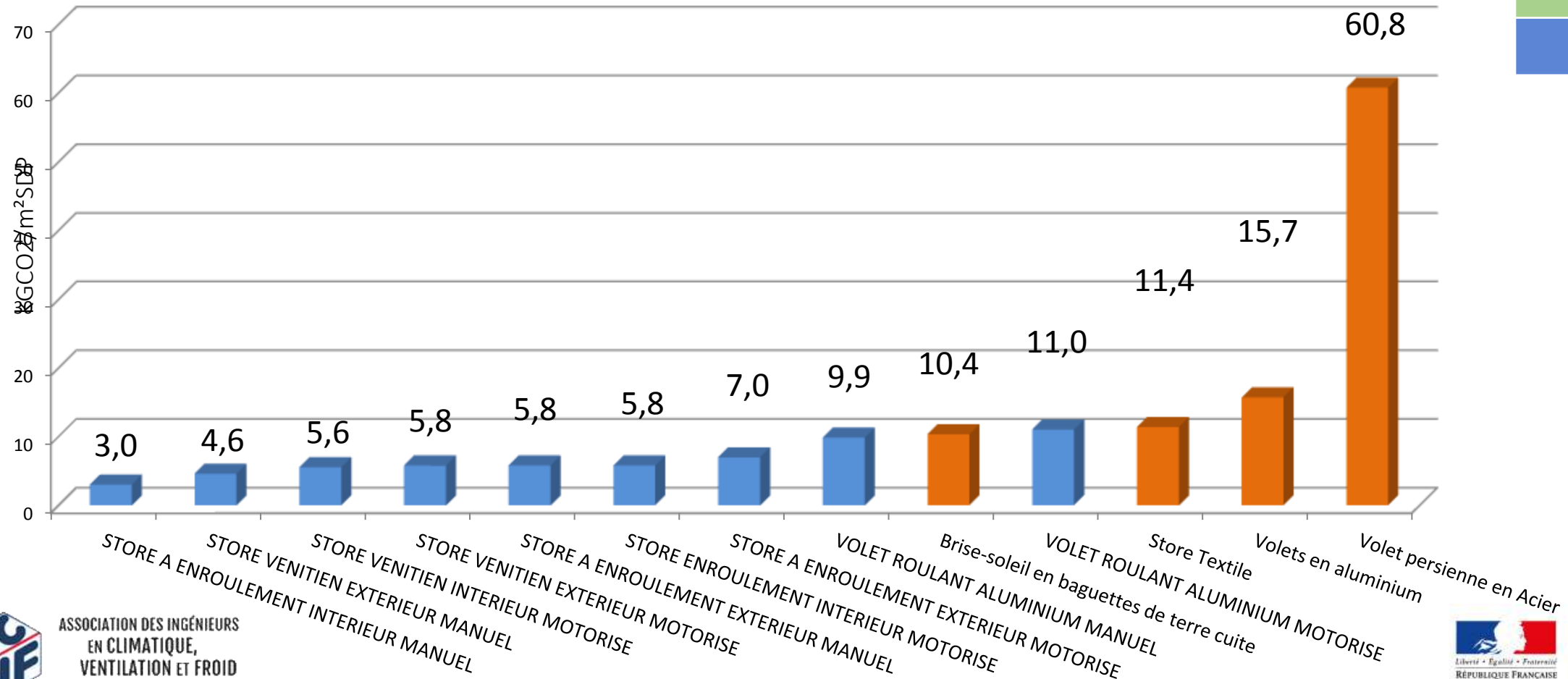
154

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



Choix des occultations

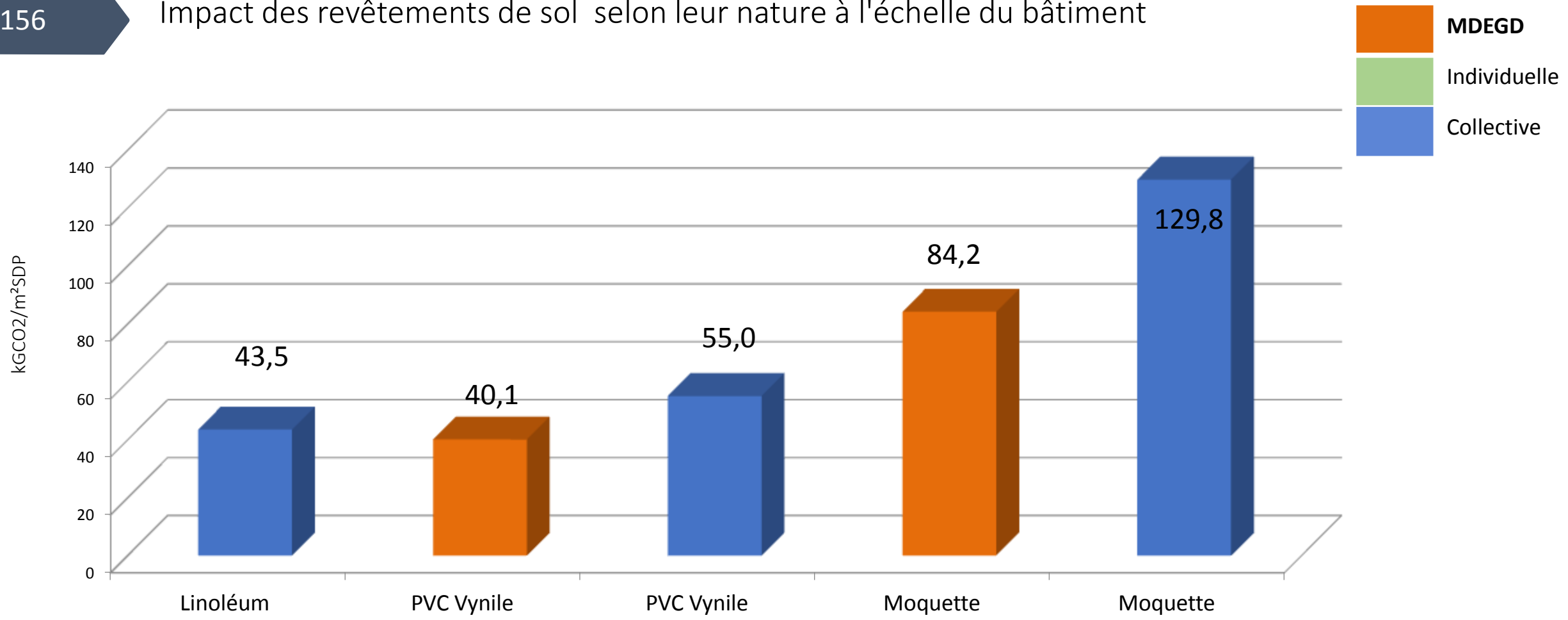
Impact des occultations selon leur nature à l'échelle du bâtiment



Choix des produits de revêtements de sol

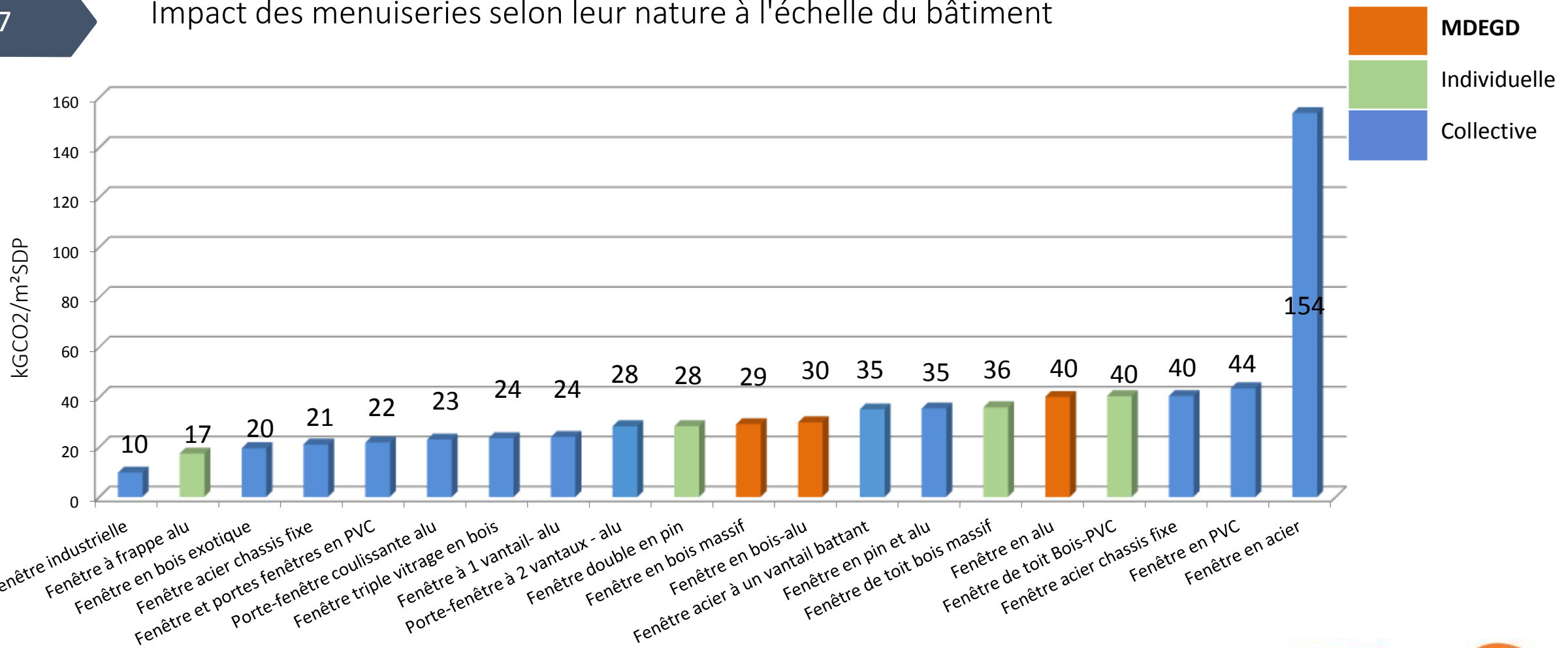
156

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



Choix des menuiseries

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



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS EN CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PaCte

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

- 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

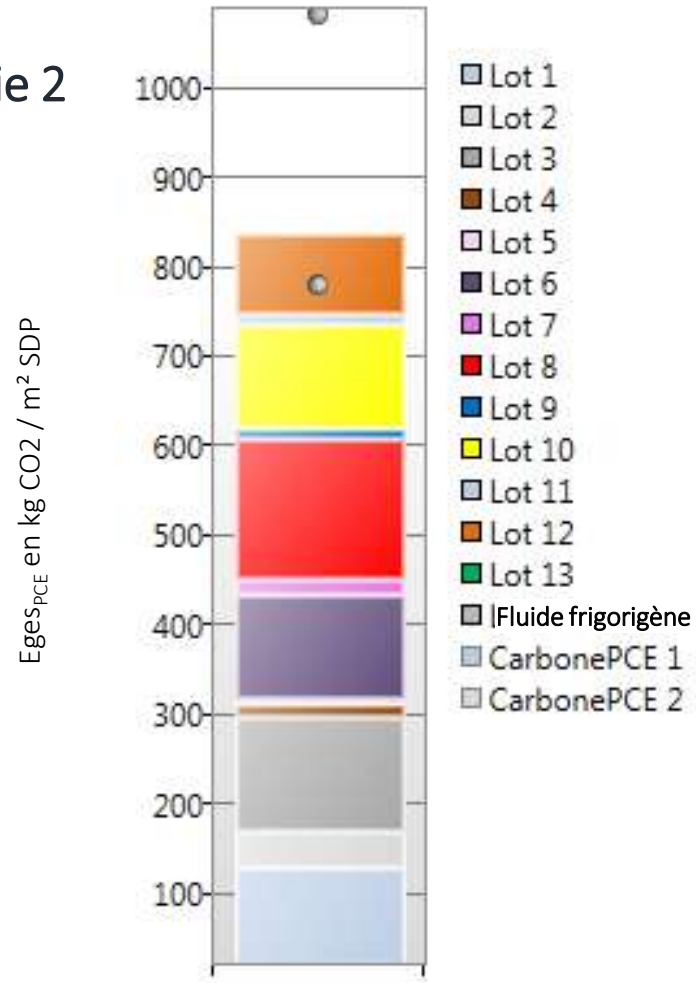
Chaudière Gaz Condensation

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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 (m²)	0 m²	0 m²	72.6 m²	1400 m²

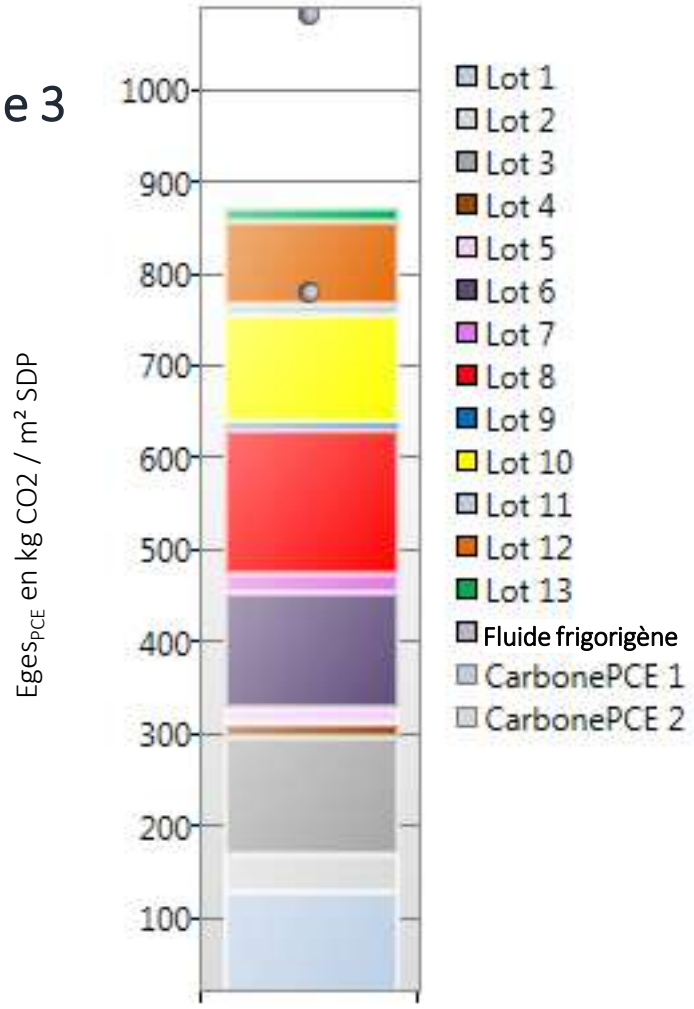
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Chaudière Gaz Condensation

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

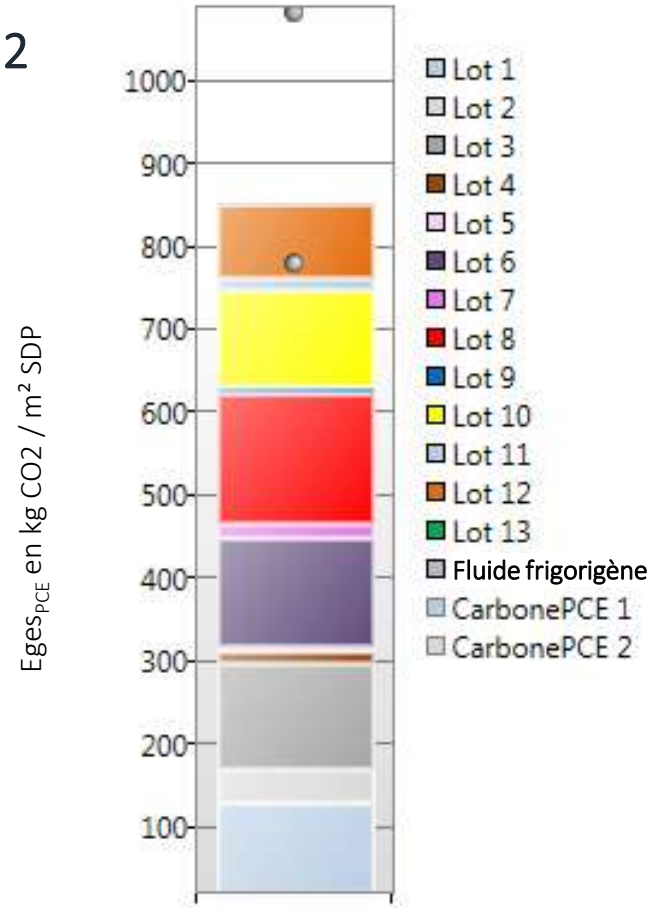
PAC absorption + appoint gaz

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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 (m²)	0 m²	0 m²	30 m²	1100 m²

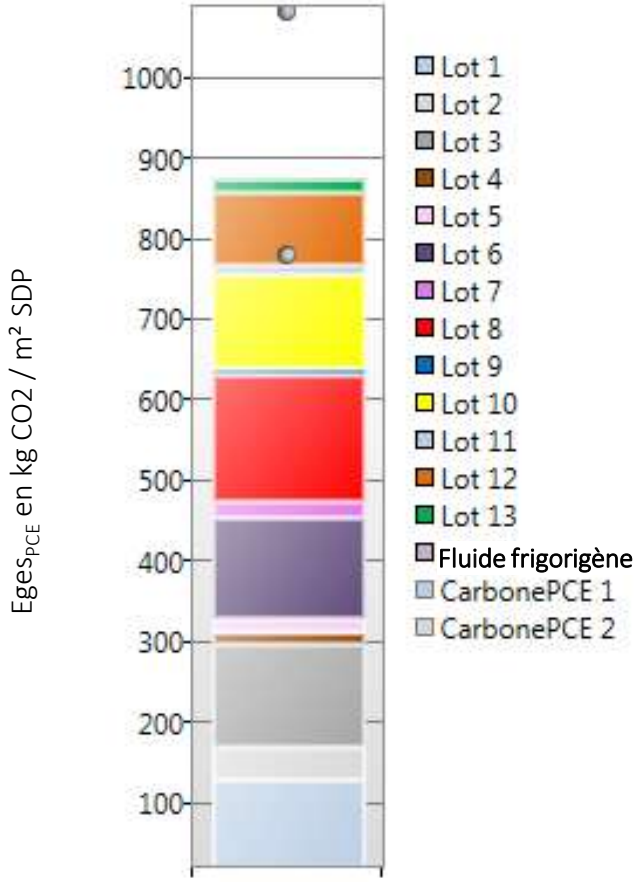
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

PAC absorption + appoint gaz

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

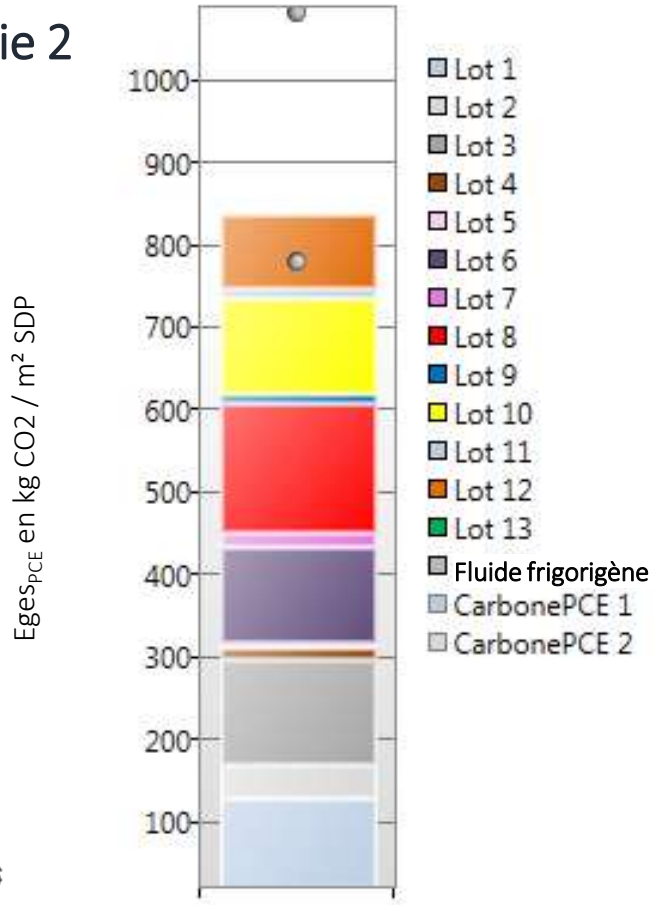
Réseau de chaleur 0% ENR

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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 (m²)	0 m²	0 m²	50 m²	1150 m²

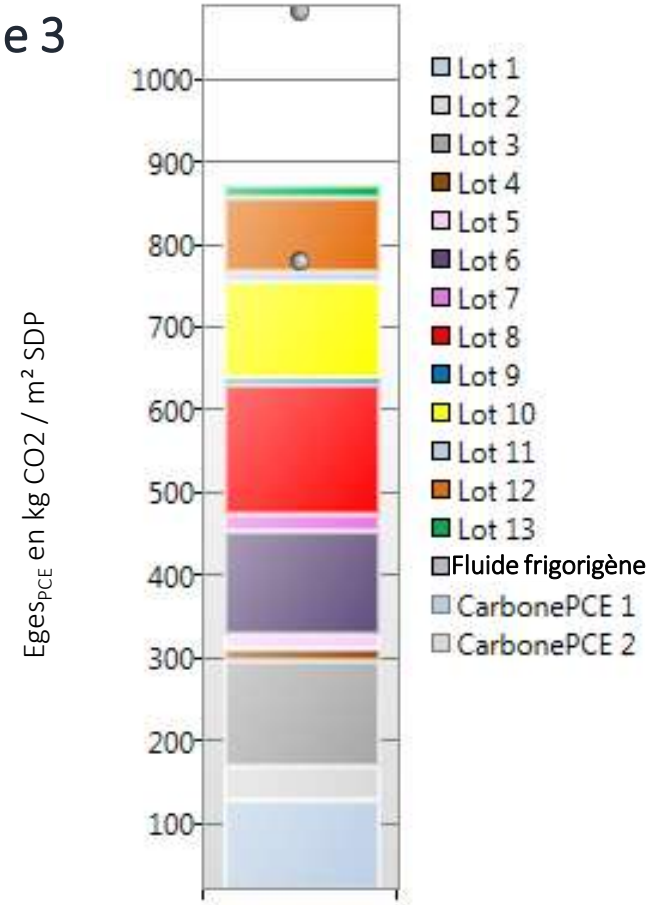
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Réseau de chaleur 0% ENR

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

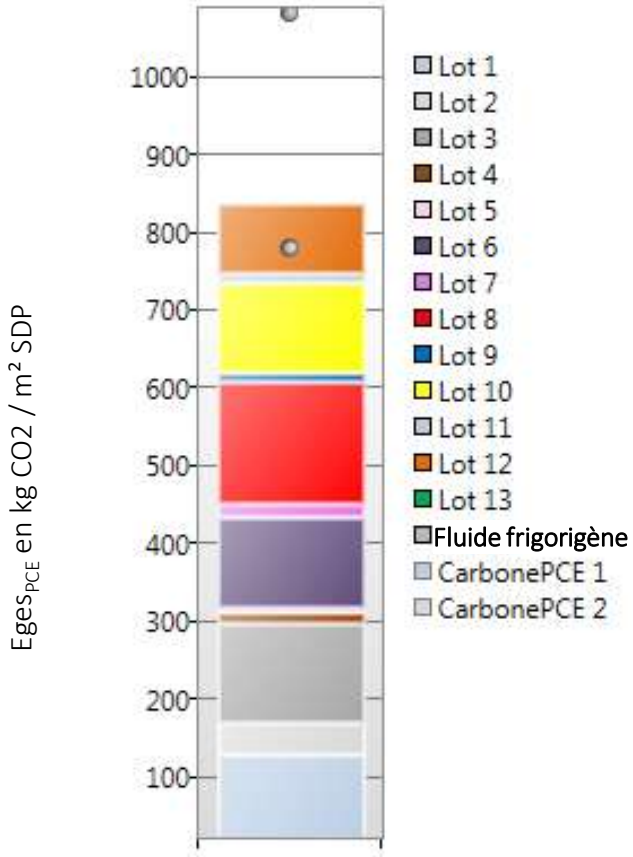
Réseau de chaleur 50% ENR

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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 (m²)	0 m²	0 m²	0 m²	880 m²

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Réseau de chaleur 50% ENR

Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

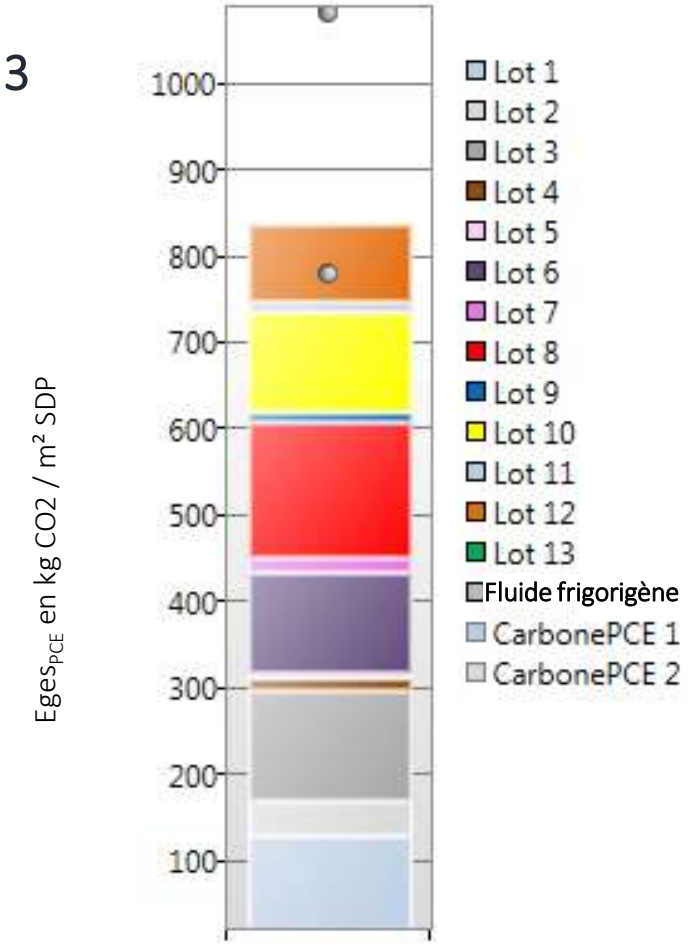
Réseau de chaleur 70% ENR

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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 (m²)	0 m²	0 m²	0 m²	700 m²

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Réseau de chaleur 70% ENR

Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

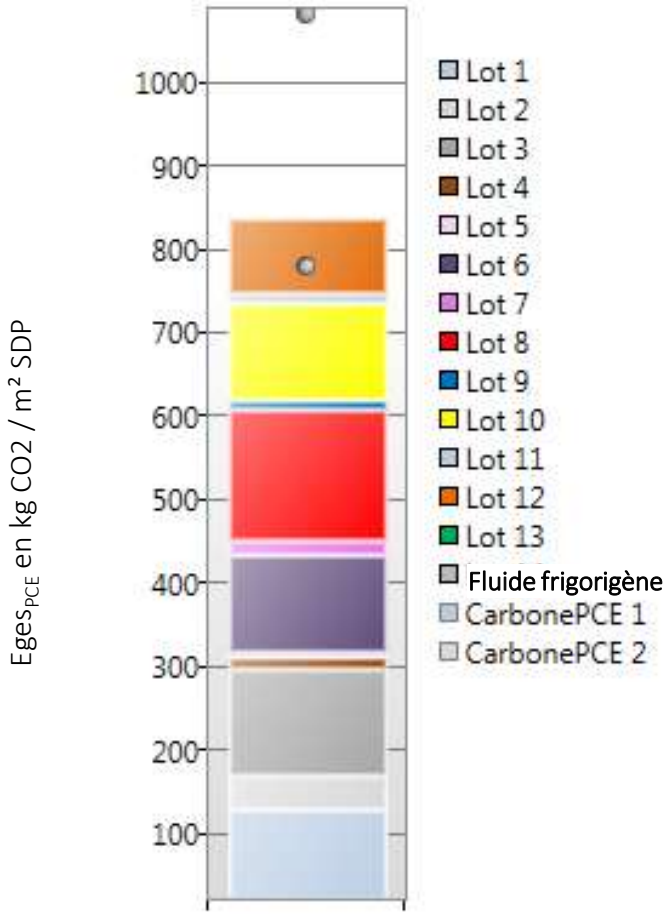
Chaudière Bois + appoint gaz

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3	ENERGIE 4
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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 (m²)	0 m²	0 m²	0 m²	800 m²

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Chaudière Bois + appoint gaz

Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

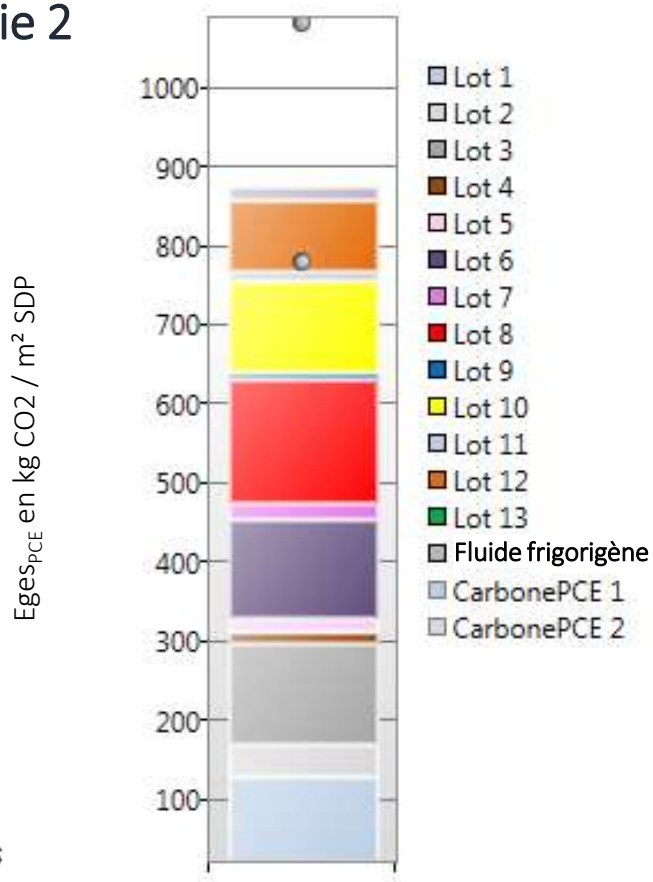
Effet Joule

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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 (m²)	0 m²	0 m²	191.4 m²

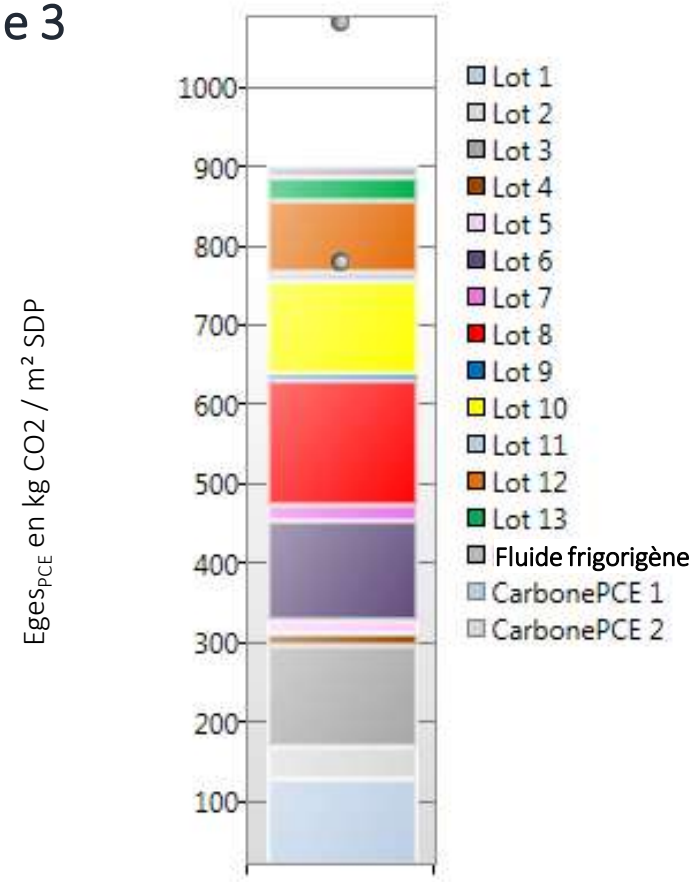
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

Effet Joule

Energie 2



Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

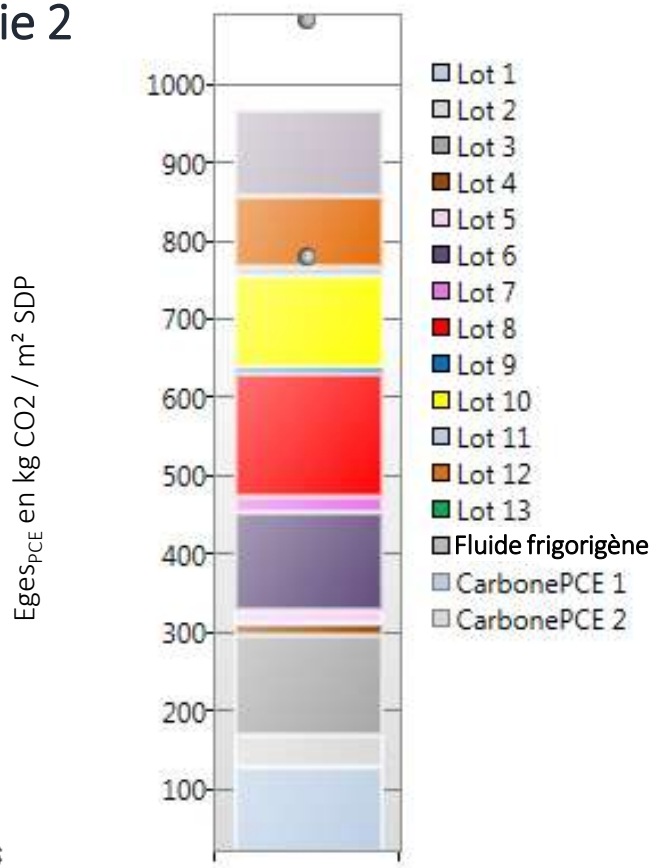
PAC Electrique

	ENERGIE 1	ENERGIE 2	ENERGIE 3
Seuils (kWhep/m²$_{SRT}$)	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 (m²)	0 m²	0 m²	171.4 m²

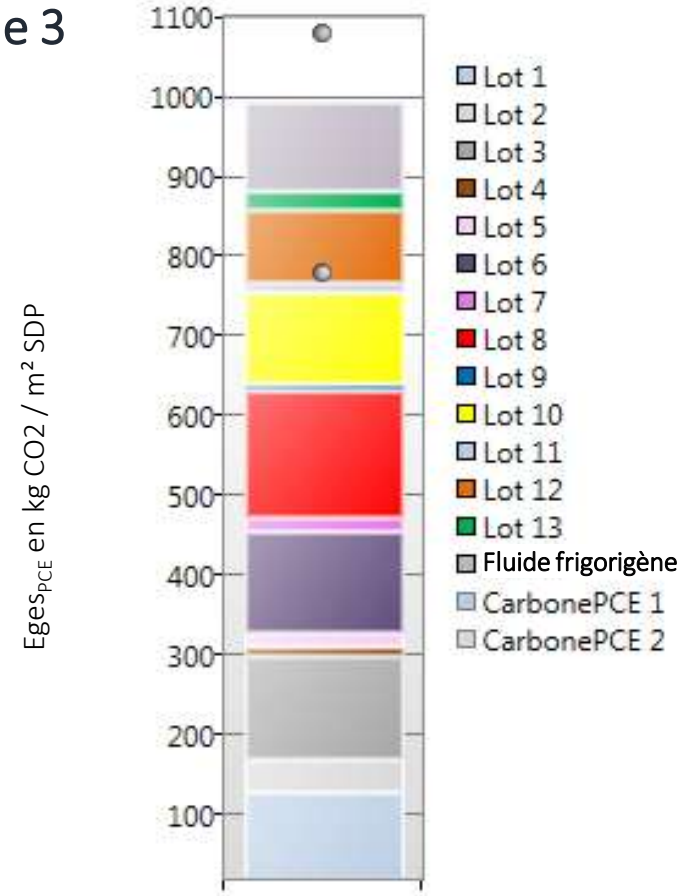
Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

PAC Electrique

Energie 2



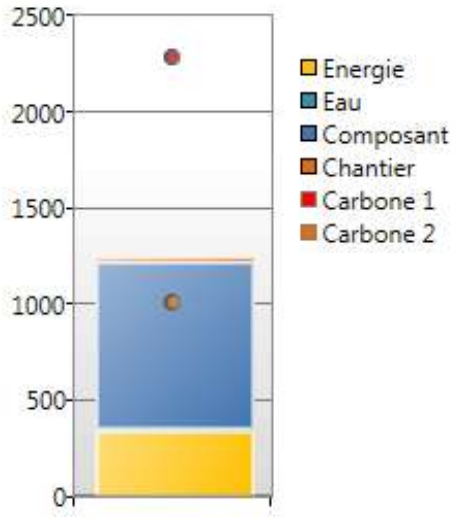
Energie 3



Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

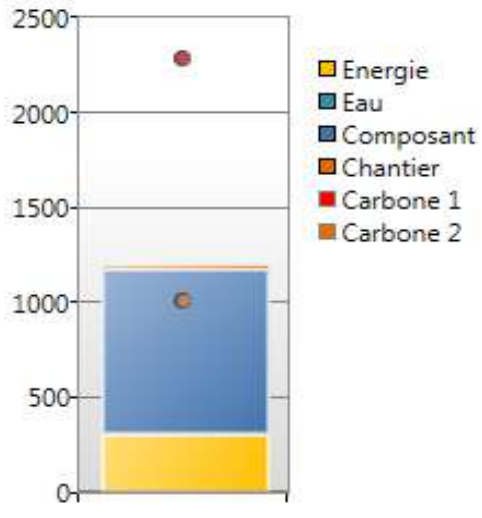
Impact Eges pour le niveau Energie 3

GAZ



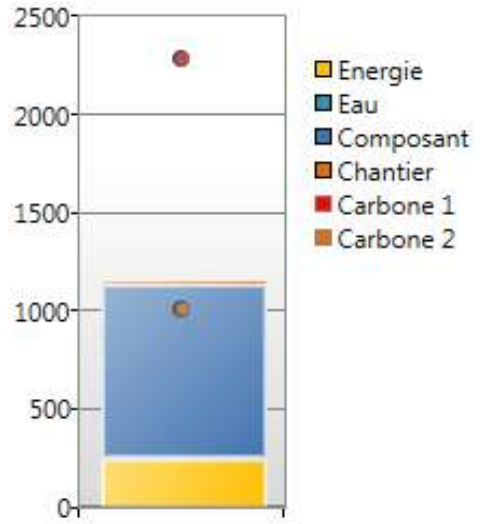
PCE	868.77
Energie	343.99
Chantier	24.50
Eau	5.69

PAC Absorption



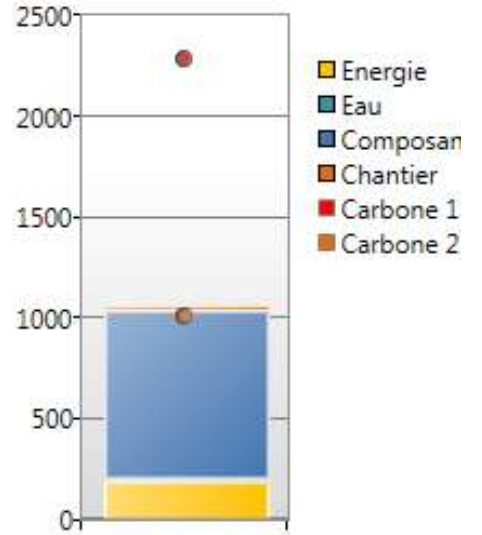
PCE	865.90
Energie	306.28
Chantier	24.50
Eau	5.69

RCU 0 %



PCE	879.76
Energie	249.17
Chantier	24.50
Eau	5.69

RCU 50 %



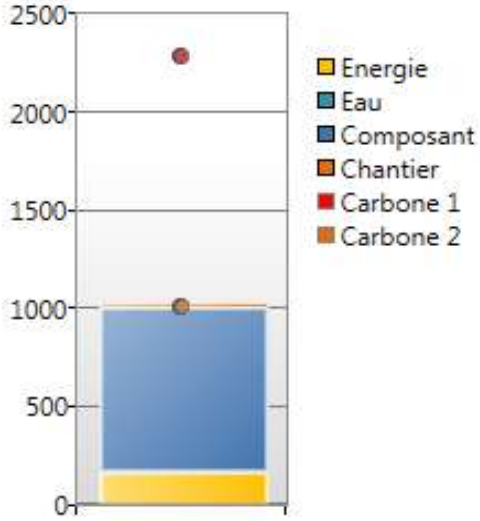
PCE	838.22
Energie	193.22
Chantier	24.50
Eau	5.69

Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans

Prestations pour atteindre les niveaux Energie en H2a

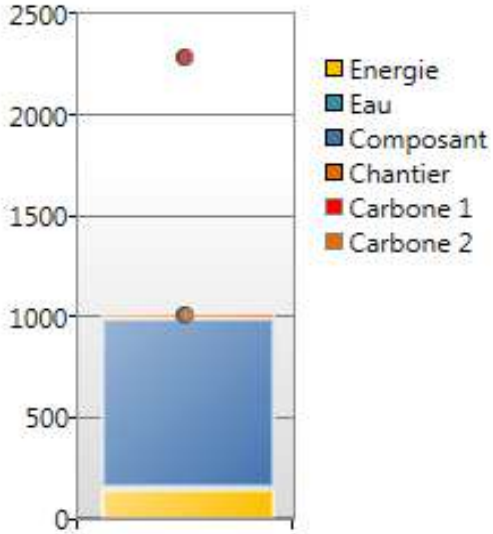
Impact Eges pour le niveau Energie 3

RCU 70 %



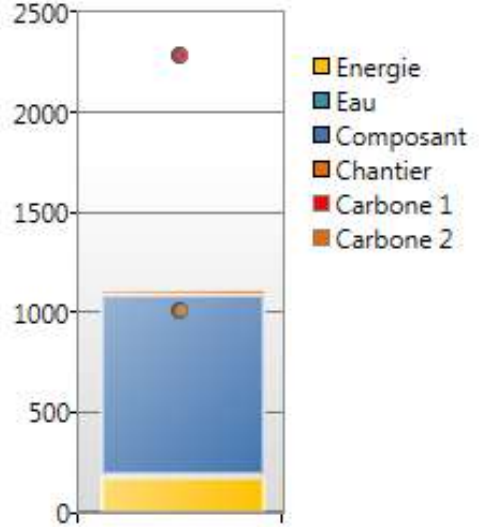
PCE	838.22
Energie	166.98
Chantier	24.50
Eau	5.69

Bois + gaz



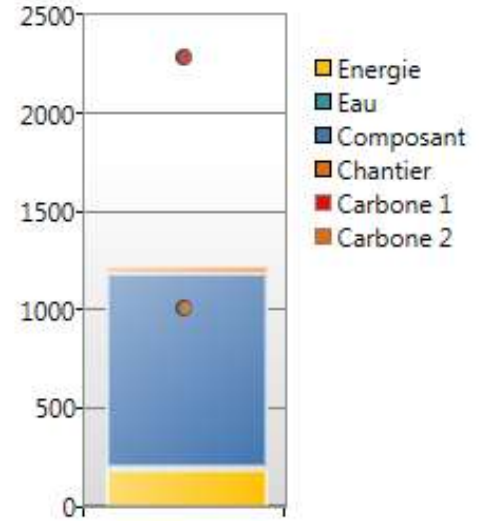
PCE	838.22
Energie	153.55
Chantier	24.50
Eau	5.69

Effet Joule



PCE	902.81
Energie	187.71
Chantier	24.50
Eau	5.69

PAC Electrique



PCE	993.98
Energie	194.23
Chantier	24.50
Eau	5.69

Eges en kg CO2 / m² SDP sur 50 ans

Atteinte des niveaux Energie-Carbone selon les solutions énergétiques

	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

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.