

Synthèse Nationale OBEC

Partie Quantitative

Janvier 2020



Partenaire(s) de l'étude



Synthèse Nationale OBEC

Partie Quantitative

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	13/08	Initialisation
2	17/09	1ere relecture de Sabrina TALON
3	28/10	Finalisation du rapport
4	20/12	Reprise de la relecture DHUP
5	13/01	Reprise de la relecture DHUP

Affaire suivie par

Pierrick NUSSBAUMER
Tél. 03.88.77.79.32
Courriel : pierrick.nussbaumer@cerema.fr
Site de Strasbourg : Cerema Est – 11 rue Jean Mentelin 67035 STRASBOURG

Références

n° d'affaire : C19LA0115

Rapport	Nom	Date	Visa
Établi par	NUSSBAUMER Pierrick		
Avec la participation de	TALON Sabrina		
Contrôlé par	TALON Sabrina		
Validé par	BORDERON Julien		

Table des matières

1. Méthodologie de travail	4
1.1. Rappel de la commande	4
1.2. Ressources utilisées	4
1.3. Rendu	4
1.4. Philosophie de l'ACV	5
2. Présentation de l'échantillon.....	6
2.1. Les types de construction.....	6
2.2. Quelles analyses ont été faites ou transmises ?.....	8
2.3. Quels niveaux ou résultats atteints ?.....	9
2.3.1. Les niveaux Énergie et Carbone	9
2.3.2. Les résultats : Énergie.....	10
2.3.3. Les résultats : Carbone	12
3. Analyses	17
3.1. L'ACV et ses données d'entrées	17
3.1.1. Le nombre de matériaux à remplir	17
3.1.2. Taux d'incomplétude	22
3.1.3. Proportion du nombre de MDEGD utilisés.....	26
3.1.4. L'émission carbone issue des MDEGD	32
3.2. ACV Stricte VS ACV Adaptée	34
3.3. Analyse des variantes des ACV « conception »	35
3.3.1. Regard général sur l'impact des variantes.....	36
3.3.2. Les principales variantes évaluées.....	37
3.3.3. Vers l'énergie Bois ?	38
3.3.4. Variante Photovoltaïque : Quels résultats ?.....	39
3.3.5. Ossature Bois : Quel impact carbone ?	40
4. Conclusion	41
5. Annexe : Méthode de calcul de la normalisation des indicateurs.....	43

1. Méthodologie de travail

1.1. Rappel de la commande

Afin d'accompagner l'expérimentation des Bâtiments à Énergie positive & Réduction Carbone, l'ADEME a mis en place en 2017 le programme OBEC (Objectif Bâtiment Énergie Carbone).

Il s'agit d'un dispositif de soutien technique et financier à la réalisation d'études d'évaluation des impacts environnementaux des bâtiments neufs dans chaque région de France métropolitaine. Ce dispositif doit ainsi permettre de capitaliser un ensemble de données sur la base d'un nombre conséquent d'évaluations réalisées conformément au référentiel « Énergie – Carbone ». Les 13 bureaux d'études « référents » (1 par région), chargés d'assister ou de réaliser ces évaluations, ont été sélectionnés durant l'été 2017. En parallèle, des appels à projet ont été lancés par les directions régionales de l'ADEME, afin de sélectionner les projets à accompagner financièrement et techniquement pour la réalisation de ces évaluations.

C'est à l'approche de la fin du programme et pour aider aux travaux de préparation de la future Réglementation Environnementale 2020 (RE2020) que la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP), avec le soutien de l'ADEME, a missionné le Cerema pour réaliser la synthèse nationale du programme OBEC.

Chaque référent régional a déjà pu produire une grande quantité d'informations, de remarques, de questionnements, de résultats non encore capitalisés de manière homogène. Certaines de ces informations ont déjà pu être remontées à travers les réunions nationales, les groupes d'expertise, les groupes de concertation, l'observatoire de l'expérimentation E+C, etc. Le travail de synthèse réalisé par le Cerema a pour objectif de faire remonter les enseignements spécifiques au programme OBEC de manière homogène, et qui n'auraient pas été remontés par d'autres canaux.

Le travail de synthèse se déroule en deux parties et en deux temps :

- une synthèse qualitative, réalisée à fin avril 2019,
- une synthèse quantitative définitive pour novembre 2019.

Ce document présente la synthèse « quantitative », c'est-à-dire différents résultats, analyses, enseignements techniques et chiffrés qui peuvent être tirés du programme OBEC.

1.2. Ressources utilisées

Pour réaliser cette synthèse, les ressources suivantes ont été utilisées :

- les rapports intermédiaires des groupements régionaux,
- différents tableaux ou fiches de synthèse que les groupements ont pu transmettre,
- l'extrait de l'observatoire E+C- au 01/08/2019.

1.3. Rendu

Le CSTB étant déjà missionné pour réaliser une analyse des différents indicateurs et résultats des projets déposés sur l'observatoire E+C-, et cette étude se focalisant, entre autres, sur les résultats du programme OBEC, nous n'étudierons pas en détail les résultats des projets déposés sur l'observatoire, mais nous chercherons à analyser et synthétiser les résultats et indicateurs calculés par différents groupements et qui n'ont pas été remontés dans l'observatoire.

Le présent rapport présente, en premier lieu, l'échantillon des bâtiments étudiés, sa composition et les principaux résultats. Ensuite, sont analysés différents éléments tels que les données d'entrées (le nombre de matériaux et équipements, le taux d'incomplétude, la part de données par défaut utilisée, la part des données par défaut dans l'indicateur $E_{ges_{PCE}}$), la comparaison entre les résultats en respectant ou adaptant le référentiel E+C- et les résultats des variantes ACV des projets en « conception ».

1.4. Philosophie de l'ACV

Une analyse de cycle de vie de bâtiment, telle que préconisée dans le référentiel « Energie-Carbone » prend un compte 4 contributeurs aux impacts environnementaux de l'ouvrage : les produits de construction et équipements (PCE), les consommations d'énergie (CE) pendant la vie en œuvre du bâtiment, les consommations et rejets d'eau (CRE) pendant la vie en œuvre du bâtiment, ainsi que des consommations et émissions pendant le chantier (CH). Pour réaliser une analyse de cycle de vie de bâtiment, il est ainsi nécessaire d'associer à chaque quantité consommée ou émise parmi les éléments constitutifs des 4 contributeurs, des données environnementales. Ce calcul nécessite de nombreuses informations qualitatives et quantitatives, issues des documents du projet de bâtiment (CCTP, DOE, plans, DPGF, etc.) de manière à pouvoir associer aux quantités de matières, d'eau, d'énergie, etc. les données environnementales adaptées (FDES, PEP, DES, etc.).

De manière schématique, pour chaque contributeur :



Les impacts de chaque contributeur (I_{PCE} , I_{CE} , I_{CRE} , I_{CH}) sont ensuite sommés pour obtenir ceux du bâtiment :



2. Présentation de l'échantillon

Rappel : l'échantillon est constitué d'opérations qui ont été soumises volontairement aux différents appels à projets régionaux des Directions Régionales de l'Ademe, et répondaient à certains critères en termes de typologie, de performances énergétiques visées, de modes constructifs, etc. Cet échantillon n'est pas représentatif de la construction en France.

2.1. Les types de construction

Grâce aux retours des différents groupements OBEC, un échantillon de **224 bâtiments** aux résultats exploitables a pu être construit.

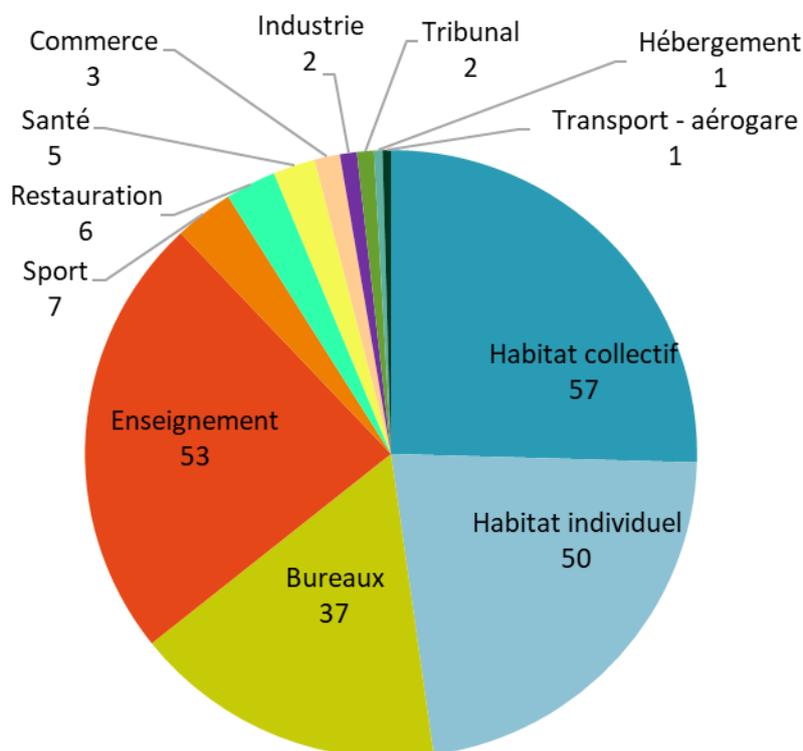


Figure 1 Usages des différents bâtiments modélisés dans le programme OBEC

L'échantillon est équilibré entre bâtiment à usage résidentiel (48%) et bâtiment à usage non résidentiel (52%). Les bâtiments d'habitation se répartissent de manière presque équitable entre habitat collectif (53%) et habitat individuel (47%). Les bâtiments tertiaires sont principalement à usage d'enseignement (45%) et de bureaux (32%). Une des particularités de notre échantillon est bien cette forte proportion de bâtiments d'enseignement. Les autres bâtiments tertiaires sont des opérations sportives, de restauration, de santé, de commerce, d'industrie, deux tribunaux, un hôtel et un bâtiment de transport-aéroport.

Le tableau ci-dessous présente le nombre de bâtiments par région et par usage. Le nombre de bâtiments peut varier suivant les situations des différentes régions. Plusieurs causes peuvent être listées : la sélection des opérations, l'abandon de certaines opérations, les résultats inexploitable, les analyses non terminées, les opérations se divisant en plusieurs bâtiments, les données non encore transmises par les groupements, etc.

LOT	Région	Habitat collectif	Habitat individuel	Enseignement	Bureaux	Autres Tertiaires	Total
1	Grand Est	14	1	7	1	2	25
2	Nouvelle Aquitaine	5	7	7	3	0	22
3	Auvergne Rhône Alpes	6	4	4	4	2	20
4	Bourgogne Franche-Comté	0	0	1	0	0	1
5	Bretagne	3	4	3	1	2	13
6	Centre-Val de Loire	1	6	4	2	0	13
7	Corse	3	6	2	2	3	16
8	Ile-de-France	9	5	4	1	4	23
9	Occitanie	4	5	8	3	2	22
10	Hauts-de-France	3	4	1	2	2	12
11	Normandie	1	2	4	8	1	16
12	Pays de la Loire	4	2	6	6	4	22
13	PACA	4	4	2	4	5	19

Tableau 1 Répartition des bâtiments modélisés dans OBEC par région et par usage

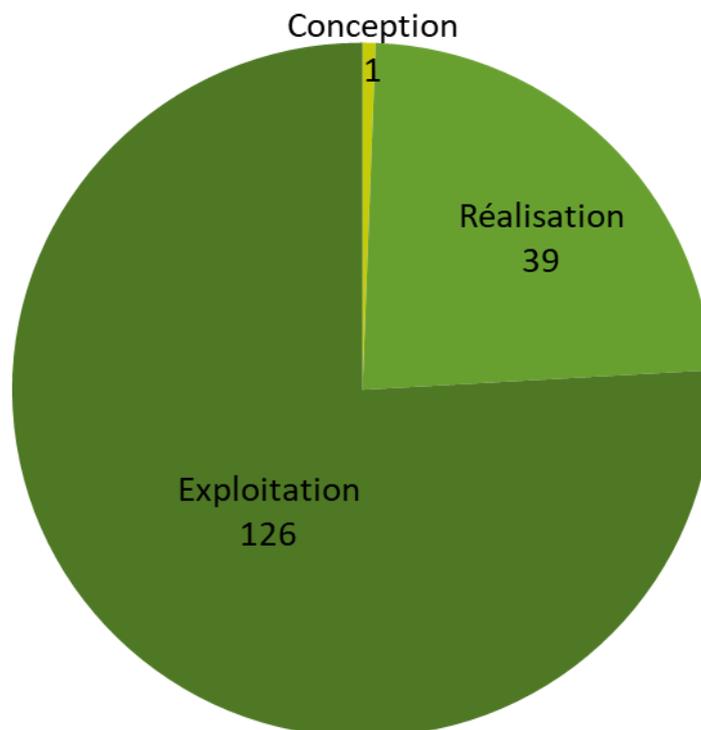


Figure 2 Phase de l'opération au moment de la réalisation du calcul E+C- par les groupements

Nous étudions les opérations pour lesquelles les groupements référents ont réalisé les études énergie-carbone ; il s'agit majoritairement de calculs de bâtiments réceptionnés, mais certaines études ont été réalisées alors que le bâtiment était en phase réalisation (39 bâtiments) voire en phase conception pour un 1 bâtiment. Les études « énergie-carbone » ont

alors été réalisées avec les données issues des étapes DCE, EXE, c'est-à-dire les CCTP, DPGF, études et plans d'exécutions. Pour ces derniers projets, il n'a pas été possible d'avoir les DOE et donc les matériaux réellement mis en œuvre.

2.2. Quelles analyses ont été faites ou transmises ?

L'objet de cette synthèse étant de présenter les résultats et indicateurs spécifiques au programme OBEC et qui n'ont pas tous été remontés dans l'observatoire, nous nous retrouvons à synthétiser des informations dont les hypothèses et méthodes de calcul peuvent varier entre les groupements. Il a donc été nécessaire de bien comprendre ces méthodes et de prendre des précautions dans l'interprétation des résultats. Les analyses ont été faites à chaque fois sur des sous-échantillons différents pour s'adapter aux résultats disponibles.

Pour cette synthèse, nous avons cherché à étudier les indicateurs spécifiques suivants :

- le taux de complétude,
- la proportion d'attribution des différentes données environnementales,
- le poids carbone relatif aux différentes données environnementales,
- les résultats d'une ACV adaptée le cas échéant,
- les résultats des variantes des projets en conception disponibles.

Le tableau ci-dessous présente les indicateurs transmis par chaque groupement.

Groupements	Taux de complétude	Part du nombre de type de DE	Poids carbone par type de DE	Résultat d'une ACV adaptée	Résultats de variante des ACV conceptions
1 Grand Est	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
2 Nouvelle Aquitaine	Oui	Oui	Oui	Non	Non
3 Auvergne Rhône Alpes	Oui	Oui	Non	Non	Non
4 Bourgogne Franche-Comté	Non	Non	Non	Non	Non
5 Bretagne	Oui	Oui	Oui	Non	Non
6 Centre-Val de Loire	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
7 Corse	Oui	Oui	Oui	Non	Non
8 Ile-de-France	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
9 Occitanie	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
10 Hauts-de-France	Oui	Oui	Oui	Non	Non
11 Normandie	Non	Non	Non	Non	Non
12 Pays de la Loire	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
13 PACA	Oui	Oui	Oui	Oui	Non

Tableau 2 Indicateurs transmis par chaque groupement

Globalement tous les groupements ont transmis les indicateurs relatifs au taux de complétude, à la proportion d'attribution des différentes données environnementales et au poids carbone associé à chaque type de donnée environnementale. Seuls 2 régions ont réalisé des ACV « adaptées » significatives (ACV adaptées pour les projets complets).

2.3. Quels niveaux ou résultats atteints ?

Les niveaux et résultats présentés dans les paragraphes ci-dessous sont issus de l'extrait de l'observatoire E+C- datant du 01/08/19 pour les opérations déposées sur l'observatoire et des tableaux ou fiches de synthèse transmis par les groupements pour les autres opérations.

2.3.1. Les niveaux Énergie et Carbone

		Niveau Carbone [nombre]				Niveau Carbone [pourcentage]			
		0	1	2	Total	0	1	2	Total
Niveau énergie	0	17	3	0	20	8%	1%	0%	9%
	1	22	12	0	34	10%	5%	0%	15%
	2	75	18	8	101	34%	8%	4%	45%
	3	42	13	1	56	19%	6%	0%	25%
	4	10	2	1	13	4%	1%	0%	6%
	Total	166	48	11	223	74%	22%	5%	100%

Tableau 3 Niveaux croisés énergie-carbone des bâtiments du programme OBEC

Le Tableau 3 présente les niveaux atteints sur 223 bâtiments des différents groupements. La grande majorité des bâtiments atteint un niveau carbone C0 (74%) et un niveau énergie E2 (45%).

En comparaison, le Tableau 4 présente les niveaux atteints sur l'ensemble des projets de l'observatoire E+C-. On observe ici que le niveau le plus fréquemment atteint est équivalent sur la partie énergie (E2 à 63%) et est plus élevé sur la partie carbone (C1 à 62%).

		Niveau Carbone [nombre]				Niveau Carbone [pourcentage]			
		0	1	2	Total	0	1	2	Total
Niveau énergie	0	59	52	1	112	6%	6%	0%	12%
	1	58	64	5	127	6%	7%	1%	13%
	2	197	355	45	597	21%	38%	5%	63%
	3	59	107	64	230	6%	11%	7%	24%
	4	10	2	4	16	1%	0%	0%	2%
	Total	383	580	119	1082	41%	62%	13%	115%

Tableau 4 Niveaux croisés énergie-carbone des bâtiments de l'observatoire E+C- (Extrait du 30/08/19)

Bien que les informations disponibles ne permettent pas de conclure, il peut être noté que les opérations OBEC n'avaient pas nécessairement d'obligation ou de contrainte dans l'atteinte d'un niveau (le label E+C- n'était pas un critère de sélection des opérations par exemple). Par ailleurs, une analyse plus précise des dates de réalisation des calculs (et donc d'utilisation de la base de données INIES) pourrait sans doute apporter des éléments de compréhension. Enfin, une application plus stricte du référentiel « Énergie-Carbone » et notamment de la méthode par rapport à la sélection des données environnementales (données spécifiques / données par défaut) a sans doute été plébiscitée par les groupements OBEC.

2.3.2. Les résultats : Énergie

L'indicateur $Bilan_{BEPOS}$

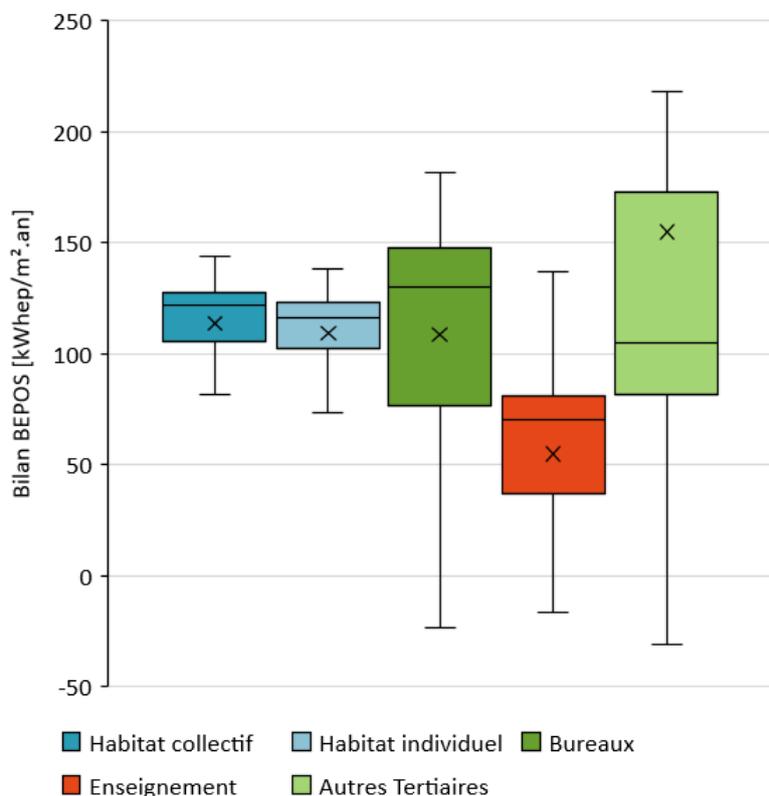


Figure 3 Diagramme en boîte du $Bilan_{BEPOS}$ selon l'usage du bâtiment.

	Globale	Habitat collectif	Habitat individuel	Bureaux	Enseignement	Autres Tertiaires
Nombre de bâtiments	221	56	50	36	52	27
Minimum	-94	30	27	-94	-36	-31
1 ^{er} quartile	75	106	103	78	37	82
Médiane	107	122	116	130	70	105
3 ^e quartile	126	127	123	146	80	166
Maximum	558	171	138	182	137	558
Moyenne	103	113	109	109	55	155
Écart-type	69	25	22	59	41	148

Tableau 5 Statistique du $Bilan_{BEPOS}$ selon l'usage du bâtiment.

Les résultats du $Bilan_{BEPOS}$ obtenus pour les bâtiments résidentiels sont resserrés variant entre 105 et 125 kWh_{ép}/(m²S_{RT}.an) pour 50% de l'échantillon. Pour les bâtiments tertiaires, les résultats sont plus variables : les bureaux ont un $Bilan_{BEPOS}$ médian à 130 kWh_{ép}/(m²S_{RT}.an) alors que les bâtiments d'enseignement ont les valeurs de $Bilan_{BEPOS}$ les plus faibles (médiane à 70 kWh_{ép}/(m²S_{RT}.an)). En effet, les consommations « autres usages » sont faibles sur ces usages. L'usage des autres tertiaires étant très variable, leur niveau $Bilan_{BEPOS}$ l'est aussi : variation de 82 à 166 kWh_{ép}/(m²S_{RT}.an) pour 50% de l'échantillon.

L'indicateur $Bilan_{BEPOS}$ Normalisé

Pour essayer de mieux comparer les opérations entre elles sachant qu'elles ont des contraintes climatiques et d'usage différentes, nous avons cherché à normaliser l'indicateur $Bilan_{BEPOS}$. Pour cela, nous avons fixé des niveaux maximaux universels à partir des moyennes de différents niveaux maximaux d'un niveau fixé (ex. moyenne des $Bilan_{BEPOS,max,1}$). Puis, le $Bilan_{BEPOS}$ de chaque projet a été ramené, à distance proportionnelle du niveau maximal inférieur¹.

Nous obtenons alors le graphique suivant :

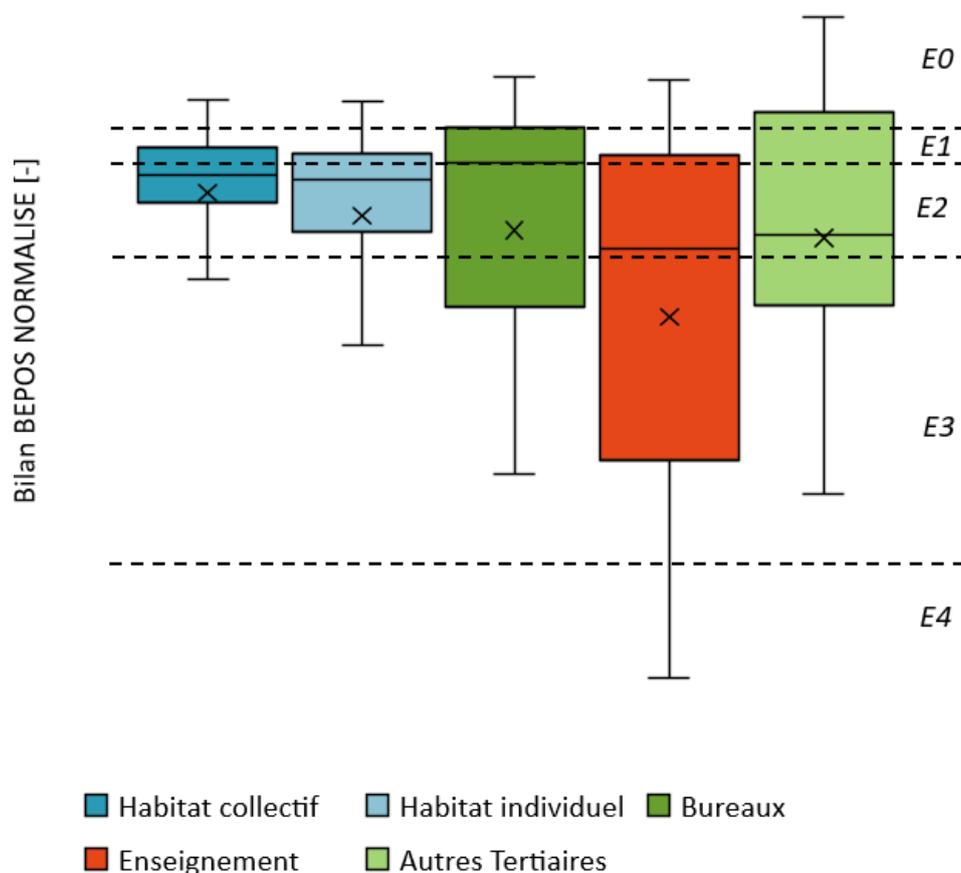


Figure 4 Diagramme en boîte du $Bilan_{BEPOS}$ Normalisé selon l'usage du bâtiment.

On observe bien que le niveau atteint est, généralement, le niveau E2. Pour les opérations résidentielles, plus de 50% de l'échantillon se trouve dans le niveau E2. Pour les tertiaires, la variabilité est plus importante, les 50% médians de l'échantillon de bureaux varient entre le niveau E1 et le niveau E3. Par contre les opérations d'enseignement atteignent plus facilement le E3 : 50% de l'échantillon se situe entre les niveaux E2 et E3.

¹ La méthode de calcul est détaillée en annexe 0.

2.3.3. Les résultats : Carbone

Indicateur Eges

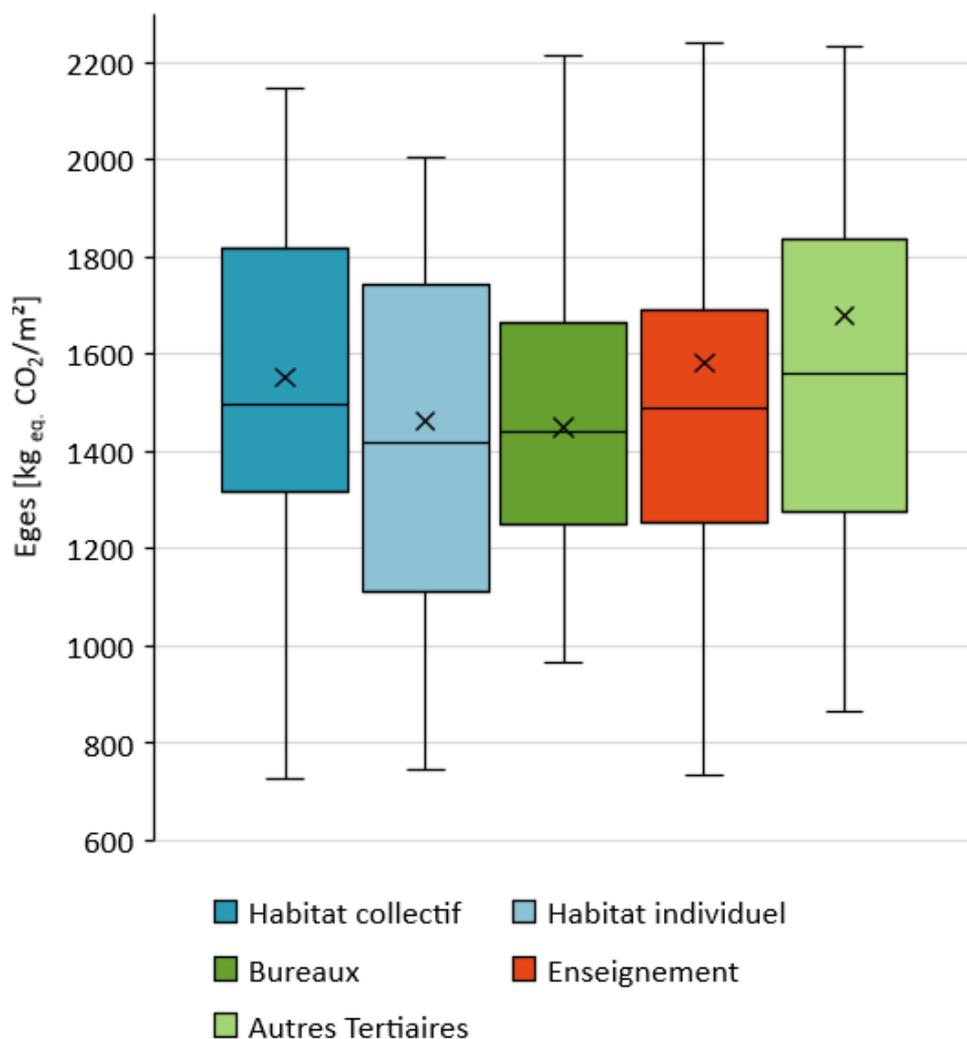


Figure 5 Diagramme en boîte de Eges selon l'usage du bâtiment.

	Globale	Habitat collectif	Habitat individuel	Bureaux	Enseignement	Autres Tertiaires
Nombre de bâtiments	221	56	50	36	52	27
Minimum	726	726	747	966	736	866
1 ^{er} quartile	1 258	1 327	1 130	1 265	1 260	1 280
Médiane	1 459	1 496	1 420	1 441	1 487	1 561
3 ^e quartile	1 756	1 813	1 738	1 659	1 680	1 828
Maximum	4 342	3 262	3 773	2 214	3 925	4 342
Moyenne	1 537	1 553	1 463	1 450	1 583	1 680
Écart-type	505	411	470	294	593	732

Tableau 6 Statistique de Eges selon l'usage du bâtiment.

La valeur médiane de l'indicateur $Eges$ de l'échantillon de 221 bâtiments se situe autour des 1 500 $kg_{eq. CO_2}/(m^2_{SdP}.an)$. Cette médiane est quasiment équivalente quel que soit l'usage du bâtiment. Par contre les résultats $Eges$ sont assez variables : ils évoluent facilement de 500 $kg_{eq. CO_2}/(m^2_{SdP}.an)$ entre quartile.

Indicateur $Eges_{PCE}$

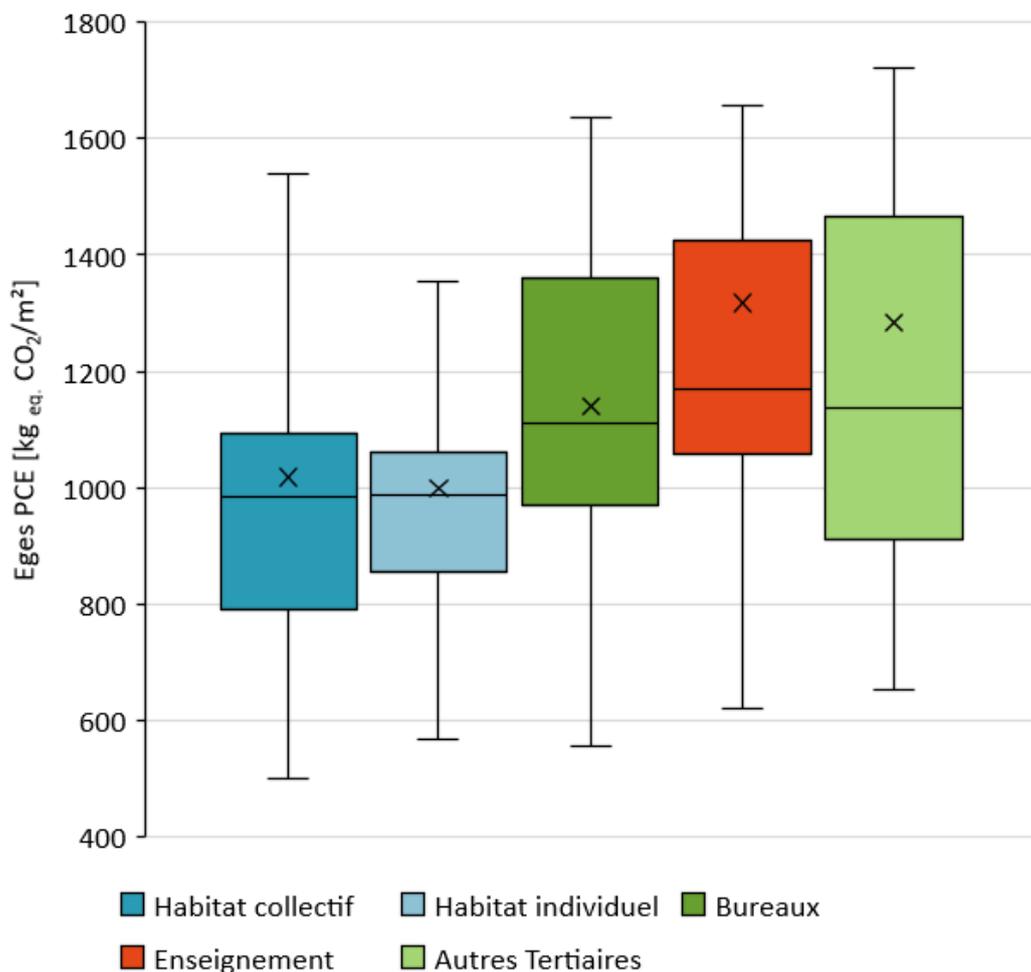


Figure 6 Diagramme en boîte de $Eges_{PCE}$ selon l'usage du bâtiment.

	Globale	Habitat collectif	Habitat individuel	Bureaux	Enseignement	Autres Tertiaires
Nombre de bâtiments	221	56	50	36	52	27
Minimum	499	499	569	556	622	652
1 ^{er} quartile	876	793	859	984	1 073	925
Médiane	1 055	985	986	1 112	1 168	1 138
3 ^e quartile	1 222	1 087	1 059	1 360	1 420	1 422
Maximum	3 780	2 947	2 810	1 636	3 780	3 715
Moyenne	1 135	1 018	999	1 140	1 318	1 284
Écart-type	458	357	323	268	566	658

Tableau 7 Statistique de $Eges_{PCE}$ selon l'usage du bâtiment.

La valeur médiane de $E_{ges_{PCE}}$ se situe autour des 1 050 kg eq. CO₂/(m²SdP.an) et varie entre le 1^{er} quartile et 3^e quartile de 200 kg eq. CO₂/(m²SdP.an) autour de cette valeur.

Les résultats $E_{ges_{PCE}}$ des bâtiments résidentiels sont plus faibles que ceux des bâtiments tertiaires : médiane à 985 kg eq. CO₂/(m²SdP.an) contre 1 140 kg eq. CO₂/(m²SdP.an) respectivement.

Nous ne développerons pas davantage l'analyse des résultats car le CSTB le fait dans son rapport d'analyse des projets de l'observatoire.

Indicateur *Eges* Normalisé

, L'indicateur *Eges* a été normalisé de la même manière que pour l'indicateur $Bilan_{BEPOS}$.

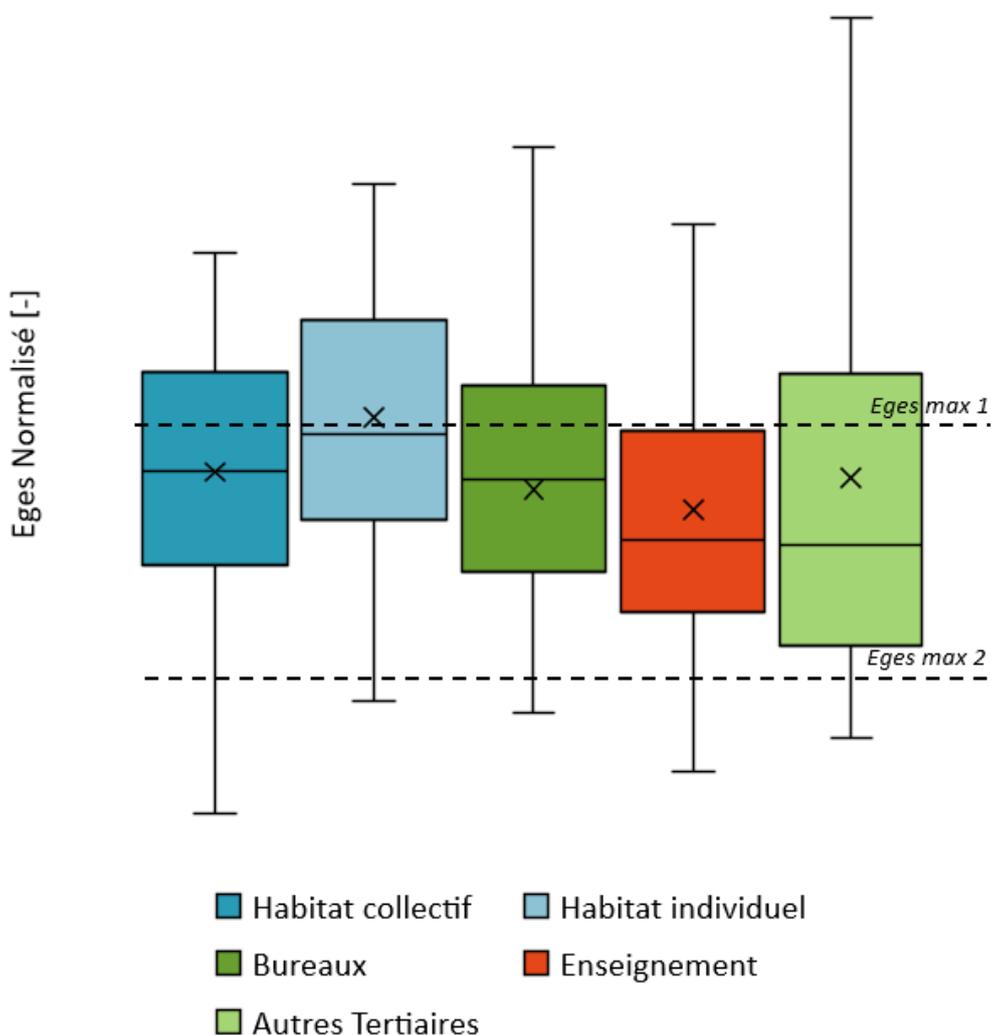


Figure 7 Diagramme en boîte de *Eges* Normalisée selon l'usage du bâtiment.

La médiane des valeurs *Eges* normalisées se situe entre les niveaux C1 et C2. Les 50% médians de l'échantillon se situent entre les niveaux C0 et C1, seul l'enseignement présente l'ensemble de son intervalle interquartile entre le niveau C1 et le niveau C2.

Indicateur $Eges_{PCE}$ Normalisé

De la même manière que pour l'indicateur $Bilan_{BEPOS}$, l'indicateur $Eges_{PCE}$ a été normalisé.

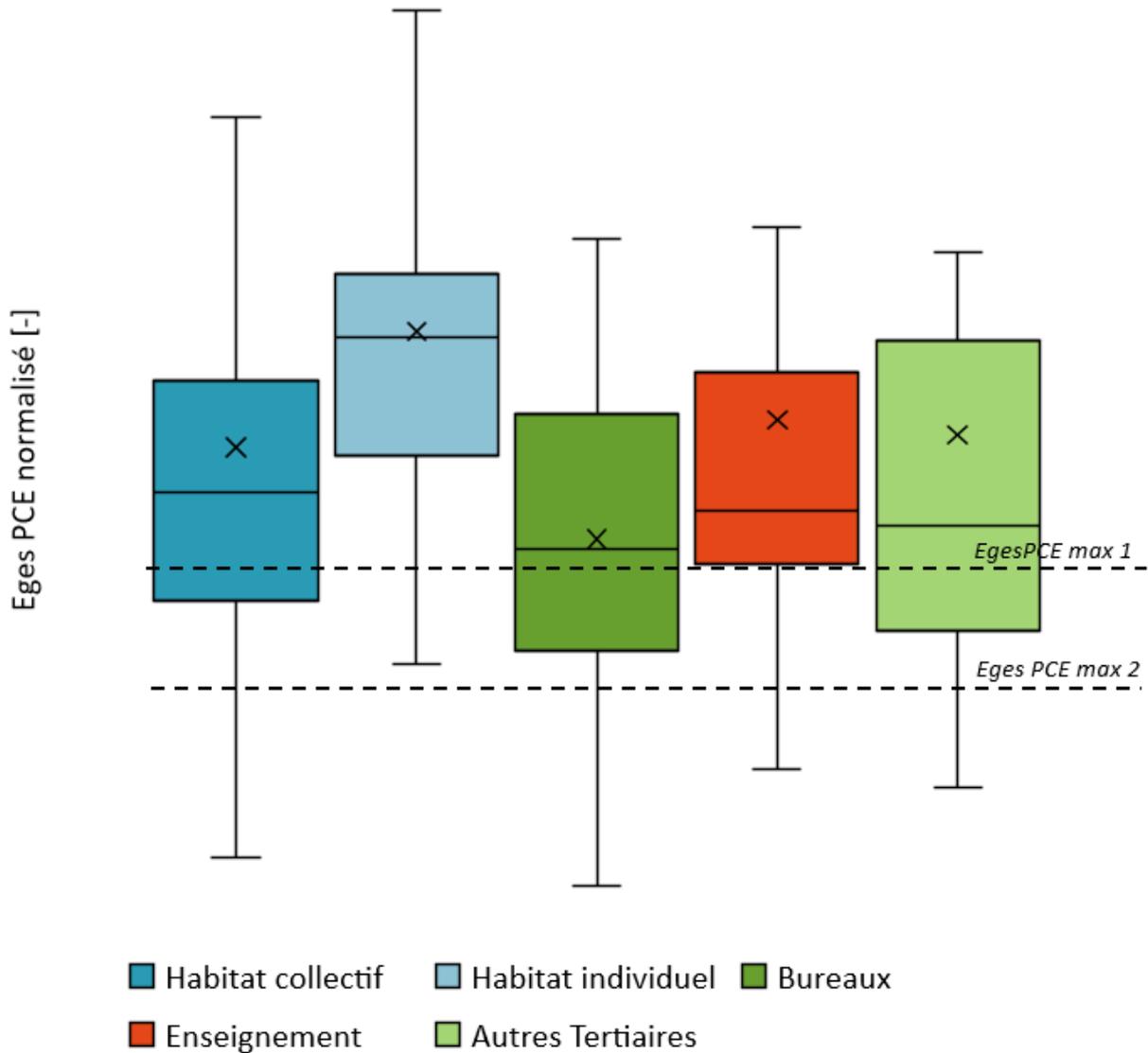


Figure 8 Diagramme en boîte de $Eges_{PCE}$ Normalisée selon l'usage du bâtiment.

La médiane des valeurs $Eges_{PCE}$ normalisées se situe au-dessus du niveau C1. Les 50% médians de l'échantillon se situent globalement au niveau C0 et pour les habitats individuels et les bâtiments d'enseignement, l'intervalle interquartile est au niveau C0.

Eges_{PCE} et Eges Normalisés

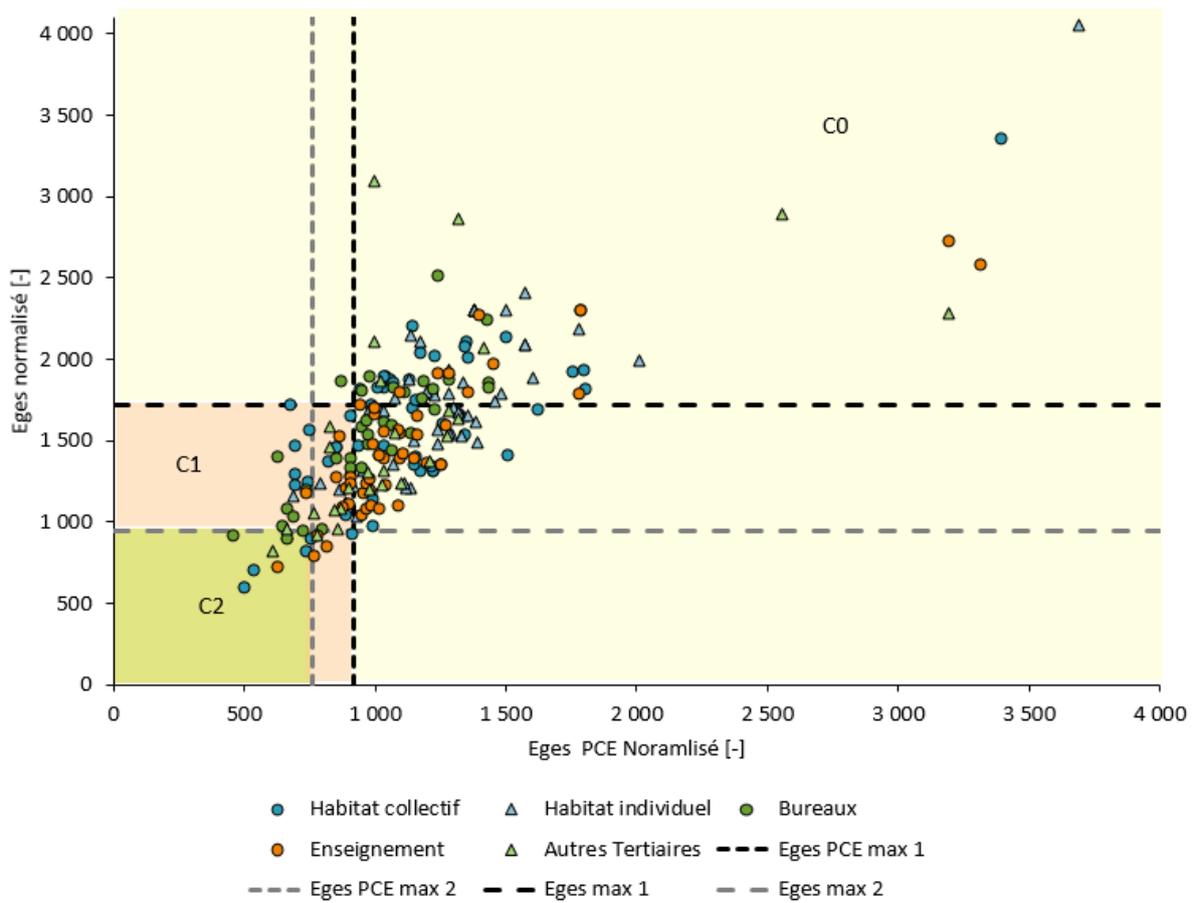


Figure 9 Niveau Eges Normalisé en fonction du niveau Eges_{PCE} normalisé à par usage de bâtiments

Comme vu dans le paragraphe 2.3.1, la grande majorité de l'échantillon n'atteint pas le premier niveau C1. De la figure ci-dessus, on observe que le niveau C1 n'est pas atteint à cause des résultats de l'indicateur Eges_{PCE} et de la non atteinte du niveau C1 sur ce sous-indicateur.

3. Analyses

3.1. L'ACV et ses données d'entrées

Attention :

Dans tout ce paragraphe, nous regardons les données en partant des DPGF et CCTP. Or il peut y avoir une variabilité importante de ces documents d'une opération à l'autre :

- Un matériau ou équipement peut être détaillé ou non.
Ex. une ligne pour la charpente comprenant tous les matériaux à l'intérieur ou plusieurs lignes détaillant les différents matériaux
- Nous ne savons pas si l'opérateur a pris les comptes les équipements pour le calcul des indicateurs « nombre de matériaux », « taux d'incomplétude », « Proportion du nombre de MDEGD » et l'« émission carbone issue des MDEGD ».

3.1.1. Le nombre de matériaux à remplir

Quelques groupements (8) ont transmis le nombre de produits et équipement de construction à saisir. Ce nombre correspond dans la plupart des cas au nombre de lignes des DPGF.

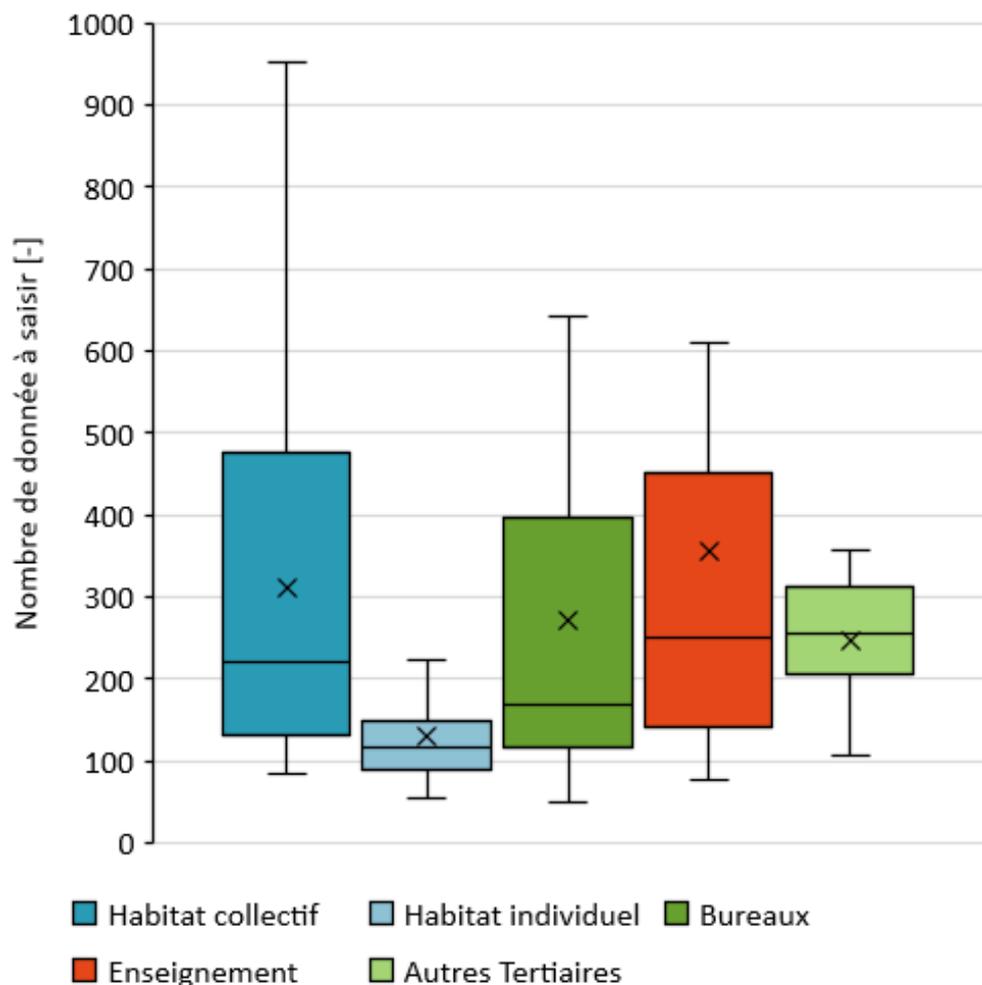


Figure 10 Diagramme en boîte du nombre de produits / équipements à saisir selon l'usage du bâtiment.

	Globale	Habitat collectif	Habitat individuel	Bureaux	Enseignement	Autres Tertiaires
Nombre de bâtiments	119	39	24	17	28	11
Minimum	49	83	54	49	77	106
1 ^{er} quartile	123	130	94	126	147	207
Médiane	187	221	116	167	249	254
3 ^e quartile	337	446	146	357	448	295
Maximum	1 230	1 075	338	847	1 230	356
Moyenne	274	311	129	271	356	246
Écart-type	242	264	62	219	314	75

Tableau 8 Statistique du nombre de produits / équipements à saisir selon l'usage du bâtiment.

Le nombre de produits de construction à saisir est disponible pour 119 bâtiments. La valeur médiane vaut 187. Mais le nombre de produits de construction à saisir est très variable selon les projets : 50% de l'échantillon se situe entre 123 et 337 produits à saisir, mais cela peut monter jusqu'à 1230 et descendre à 49 produits à saisir. Les maisons individuelles et les bureaux présentent un nombre de produits à saisir médian plus faible à 116 et 167 respectivement, mais ces chiffres sont à relativiser au vu de la taille de l'échantillon (24 maisons individuelles et 17 bureaux). Les opérations d'habitat collectif et les bâtiments d'enseignement présentent un nombre de produits à saisir médian plus important : 221 et 249 produits de construction respectivement.

La forte variabilité du nombre de produits à saisir pose question :

- Pour les opérations avec un faible nombre de produits à saisir, est-ce que tous les produits ont bien été pris en compte ? Certains produits ont-ils été oubliés ? Les accessoires / éléments de pose ont-ils bien été intégrés ? Ou peut-on considérer qu'il y a des opérations sobres en produits de construction ?
- Pour les opérations avec un nombre élevé de produits à saisir, est-ce qu'il n'y aurait pas des lignes avec des produits identiques qui pourraient être regroupées ?
- Est-ce que les différences observées sont simplement liées à la variabilité d'écriture des DPGF et à la prise en compte ou non des équipements complets dans le nombre de PCE ?

Nous retrouvons ici une remarque présentée dans le rapport de synthèse partie qualitative : la variabilité de la complétude des ACV entre les opérations de l'observatoire.

Zoom 1 – Durée d'une étude ACV ?

Sans pouvoir prédire la durée d'étude pour réaliser une ACV, le nombre de produits / équipements à considérer peut donner une image de cette dernière.

En effet, pour choisir une donnée environnementale adaptée au produit de construction mis en œuvre à partir des DPGF détaillées, il est nécessaire de :

1. Lire la ligne dans les DPGF ;
2. Aller chercher les informations complémentaires dans les CCTP, DOE, plan ...
3. Identifier sur la base INIES les données environnementales pouvant correspondre
4. Ouvrir les données environnementales pour vérifier les informations sur le périmètre couvert :
 - Pour une donnée spécifique (FDES / PEP) individuelle, rechercher le ou les modèles couverts, les caractéristiques du produit ou de l'équipement (son épaisseur, sa résistance thermique, sa puissance, etc.)
 - Pour une donnée spécifique (FDES / PEP) collective, rechercher les « Références commerciales couvertes et fabricants » et les « Preuves d'aptitude à l'usage »
 - Pour une donnée par défaut (MDEGD), évaluer le périmètre couvert à partir du nom de la donnée par défaut, de son unité fonctionnelle ou, pour les données par défaut de catégories 1 et 2, les données environnementales utilisées pour réaliser cette donnée par défaut
5. Effectuer une recherche complémentaire dans les documents du projet pour trouver des précisions manquantes
6. Choisir et associer la donnée environnementale au produit / équipement dans le bon lot et sous-lot
7. Saisir la quantité.

Or il a été observé que le nombre de produit / équipement à prendre en compte est important (187 en valeur médiane). Ainsi avec les étapes à réaliser pour chaque produit/équipement, la durée de saisie d'une ACV est importante.

Pour chiffrer cette durée, on peut utiliser les estimations du groupement en Pays de la Loire qui sont proposées dans son document [« Conduite d'une opération à faible impact carbone- Repères méthodologiques »](#) :

- 7 jours en réalisant les métrés en phase APD
- 5 jours en utilisant les métrés de DPGF, en phase PRO

Zoom 2 – Combien de produits de construction sont nécessaires pour estimer l'Eges_{PCE}

En région Grand Est, il a été possible d'analyser les produits de construction les plus impactants et leur poids relatif par rapport la valeur Eges_{PCE}. Ce travail a été fait sur les macro-lots gros œuvre et second œuvre et en ne prenant pas en compte les lots techniques qui sont évalués de manière différente (lots forfaitaires ou détaillés).

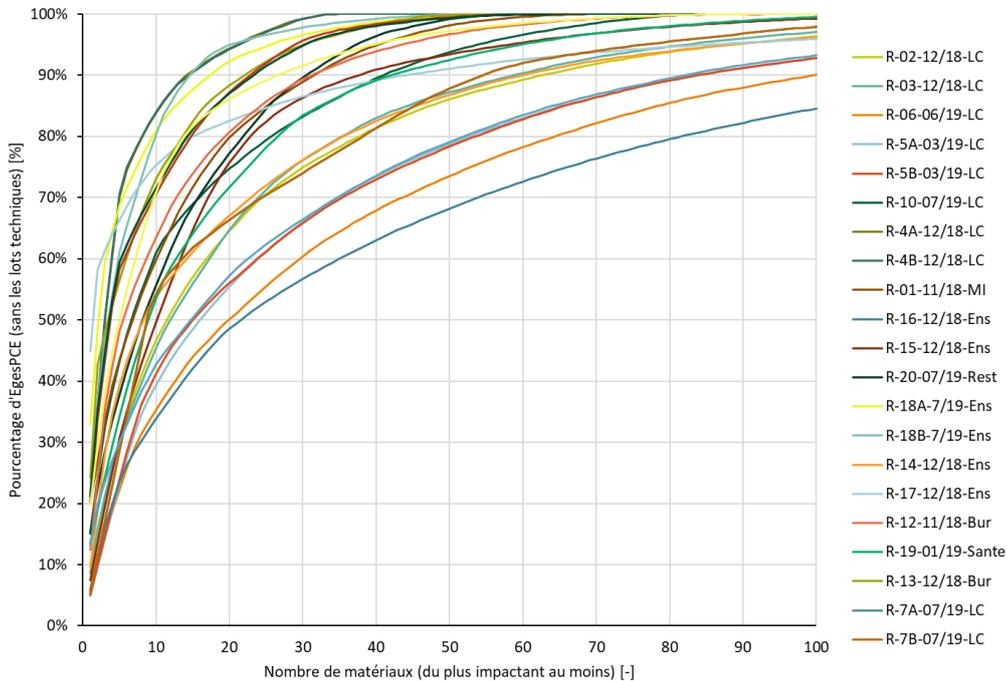


Figure 11 Pourcentage d'Eges_{PCE} (sans impact des lots techniques) en fonction du nombre de matériaux pris en compte (du plus impactant au moins impactant)

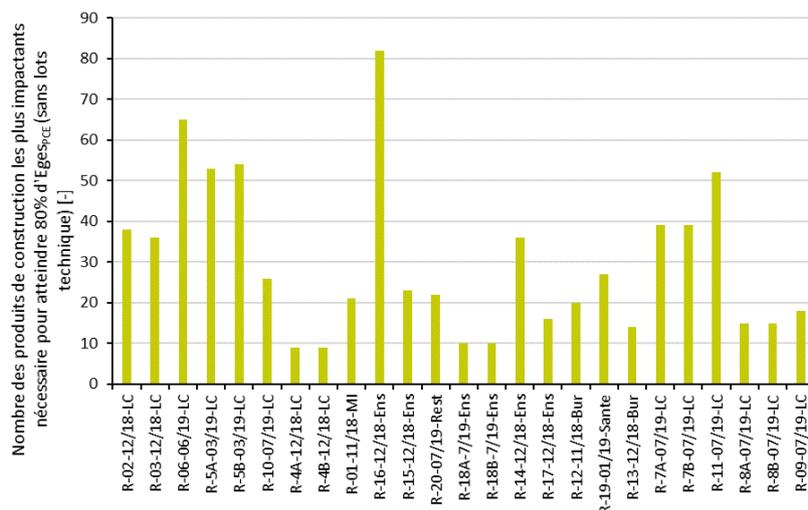


Figure 12 Nombre des produits de construction les plus impactant nécessaire pour atteindre les 80% d'Eges_{PCE}(sans lots techniques)

Selon la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, avec les 100 produits de construction les plus impactant, la valeur Eges_{PCE} est atteinte à 90% sur 24 des 25 bâtiments. Les 80% d'Eges_{PCE} sont en moyenne atteints avec 30 des produits de construction les plus impactants, mais cette valeur est très fluctuante variant de 9 à 82 produits de constructions.

Il serait alors peut être possible d'évaluer l'Eges_{PCE} par un nombre limité de produits de construction en arrivant à cibler les produits de construction les plus impactants.

Nombre de produits et impact carbone

Le graphique ci-dessous présente les valeurs de l'indicateur $Eges_{PCE}$ obtenues sur les différents projets en fonction du nombre de produits auxquels une donnée environnementale a été attribuée.

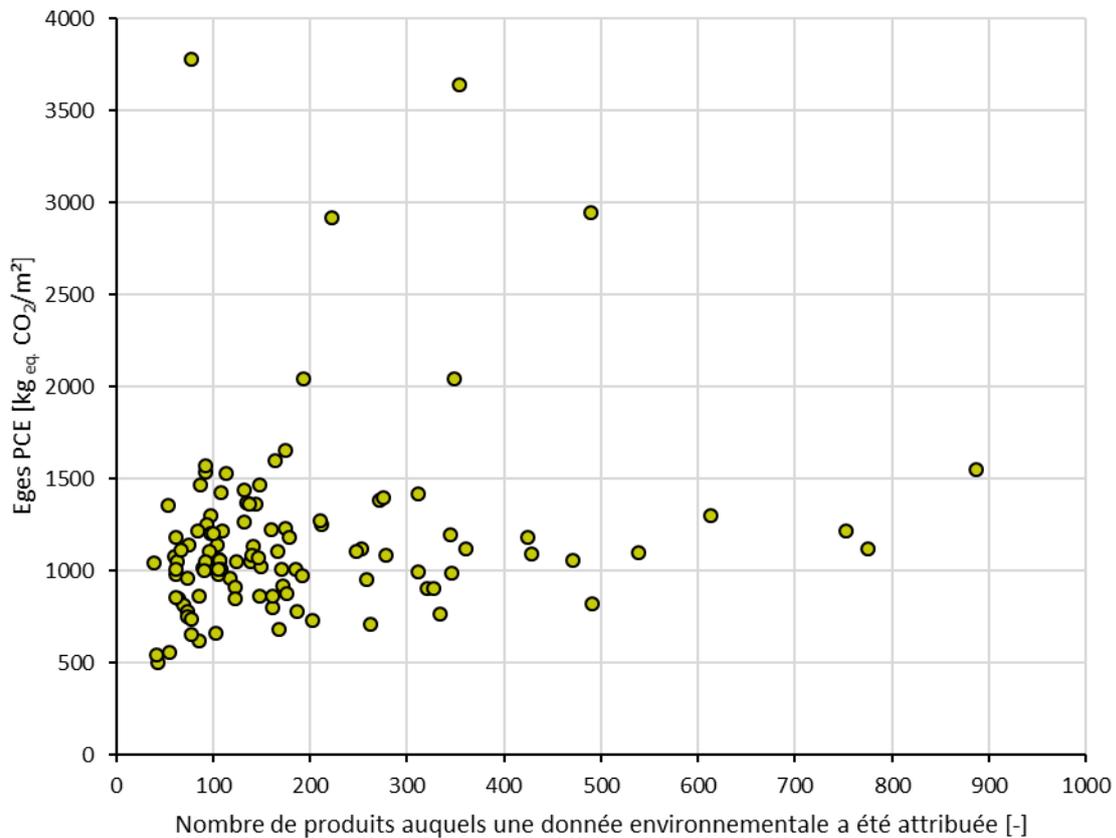


Figure 13 $Eges_{PCE}$ et le nombre de produit ayant une donnée environnementale associée.

On pourrait s'attendre, lorsqu'on augmente le nombre de matériaux saisis dans l'analyse de cycle de vie, à une valeur de $Eges_{PCE}$ supérieure. Or, selon la Figure 13, il n'est pas possible de dire que la valeur de $Eges_{PCE}$ augmente avec le nombre de produits ayant une donnée environnementale attribuée.

Cela pose alors la question de la nécessité de prendre en compte l'ensemble des produits et équipements de construction dans une analyse de cycle de vie de bâtiment. Est-ce qu'en ne prenant en compte que les principaux matériaux (Gros œuvre, VRD, Isolant, revêtements ...) il ne serait pas possible d'avoir une modélisation suffisante, au regard des incertitudes existantes, pour évaluer convenablement l'indicateur $Eges_{PCE}$?

Pour répondre, à cette question, il serait nécessaire de comprendre d'où vient cette variabilité dans le nombre de matériaux pris en compte : sommes-nous bien sur une variabilité de niveau de détails ? Ou est-ce que cela est dû à la démultiplication des lignes de DPGF ?

3.1.2. Taux d'incomplétude

Nous définissons le taux d'incomplétude comme le rapport entre le nombre de produits / équipements pour lesquels une donnée environnementale n'a pas été attribuée (que ce soit une donnée spécifique ou une donnée par défaut) et le nombre total de produits / équipements du bâtiment (*ie.* le nombre de lignes des DPGF). Cette définition n'a pas été cadrée et partagée en amont des études réalisées par les groupements et peut donc varier selon les groupements.

Un des éléments qui n'a pas pu être pris en compte dans cet indicateur est l'utilisation ou non des lots forfaitaires pour les lots techniques. En effet, si un ou plusieurs lots forfaitaires sont utilisés, les équipements de ces lots ne sont pas pris en compte dans notre indicateur d'incomplétude. Il y a donc nécessairement inégalité de traitement entre les opérations.

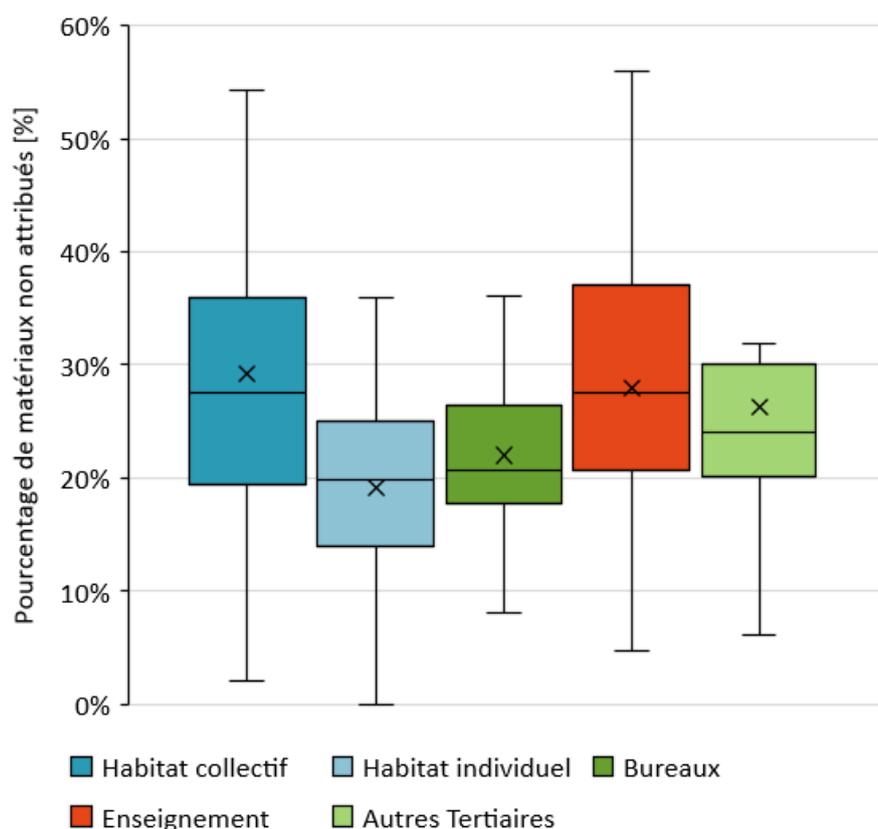


Figure 14 Diagramme en boîte du pourcentage de produits / équipements sans donnée environnementale saisie.

	Globale	Habitat collectif	Habitat individuel	Bureaux	Enseignement	Autres Tertiaires
Nombre de bâtiments	181	50	39	26	43	23
Minimum	0%	2%	0%	8%	5%	6%
1 ^{er} quartile	18%	20%	14%	18%	21%	21%
Médiane	24%	28%	20%	21%	28%	24%
3 ^e quartile	31%	36%	25%	26%	36%	29%
Maximum	79%	79%	36%	43%	56%	59%
Moyenne	25%	29%	19%	22%	28%	26%
Écart-type	12%	16%	9%	8%	11%	12%

Tableau 9 Statistiques du pourcentage de produits / équipements sans donnée environnementale saisie selon l'usage.

Le pourcentage médian de produits / équipements sans donnée environnementale saisie pour l'ensemble des usages est égal à 24% et 50% de l'échantillon (sur un total de 181 opérations) présente un pourcentage de produits / équipements sans donnée environnementale saisie compris entre 18% et 31%. Quel que soit l'usage, le pourcentage de produits / équipements sans donnée environnementale saisie varie peu : la médiane évolue de 20% pour l'habitat individuel à 28% pour l'habitat collectif et l'enseignement.

On peut donc considérer que, globalement, **¼ des produits / équipements ne se sont pas vus attribuer de données environnementales.**

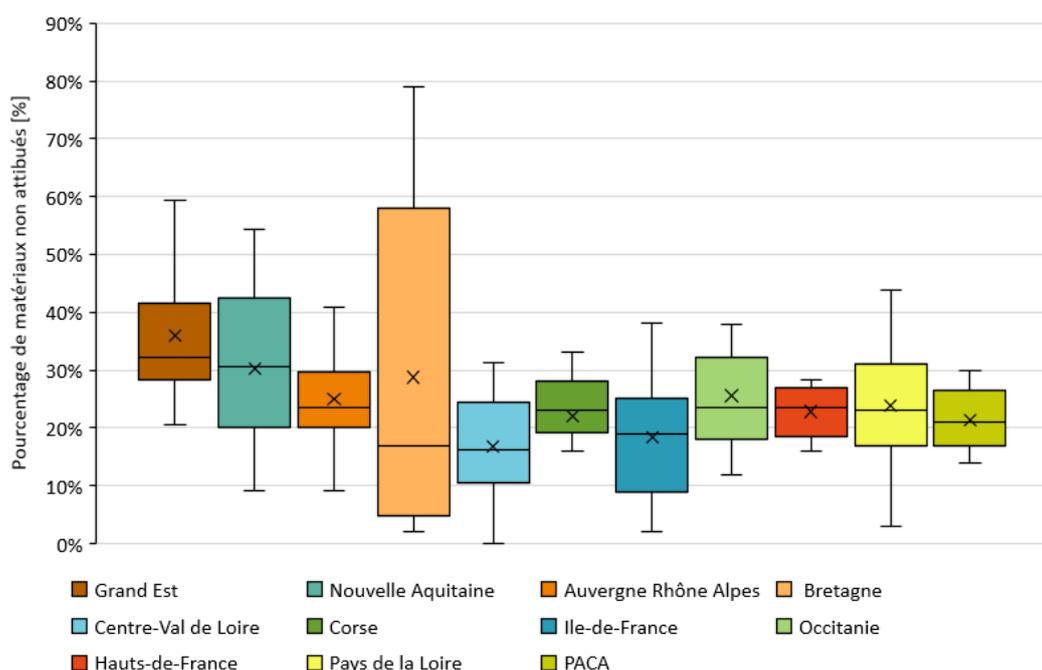


Figure 15 Diagramme en boîte du pourcentage de produits / équipements sans donnée environnementale saisie selon la région.

	Nombre de bâtiments	Minimum	1 ^{er} quartile	Médiane	3 ^e quartile	Maximum	Moyenne	Écart-type
Grand Est	24	21%	29%	32%	40%	68%	36%	13%
Nouvelle Aquitaine	18	9%	21%	31%	41%	54%	30%	13%
Auvergne Rhône Alpes	19	9%	20%	24%	29%	41%	25%	8%
Bretagne	7	2%	5%	17%	47%	79%	29%	30%
Centre-Val de Loire	10	0%	12%	16%	23%	31%	17%	9%
Corse	16	16%	20%	25%	28%	42%	25%	7%
Ile-de-France	20	2%	15%	19%	25%	38%	18%	10%
Occitanie	22	12%	18%	24%	31%	56%	26%	10%
Hauts-de-France	7	16%	21%	24%	25%	28%	23%	4%
Pays de la Loire	23	3%	18%	23%	31%	44%	24%	12%
PACA	16	14%	17%	21%	26%	30%	21%	5%

Tableau 10 Statistique du pourcentage de produits / équipements sans donnée environnementale saisie selon la région

En comparant les différentes régions, sans oublier que les échantillons sont faibles, le pourcentage de produits/équipements sans donnée environnementale attribuée est assez équivalent, à l'exception des opérations de Bretagne où l'indicateur présente une très grande variabilité.

Zoom 3 – Pourquoi une donnée environnementale n'est pas attribuée à un matériau ?

En région Corse, Occitanie et PACA, le groupement a distingué pour chaque produit la cause de non attribution d'une donnée environnementale :

- Par insuffisance d'information de description du produit dans les documents du projet
- Par inexistence de donnée environnementale dans la base INIES

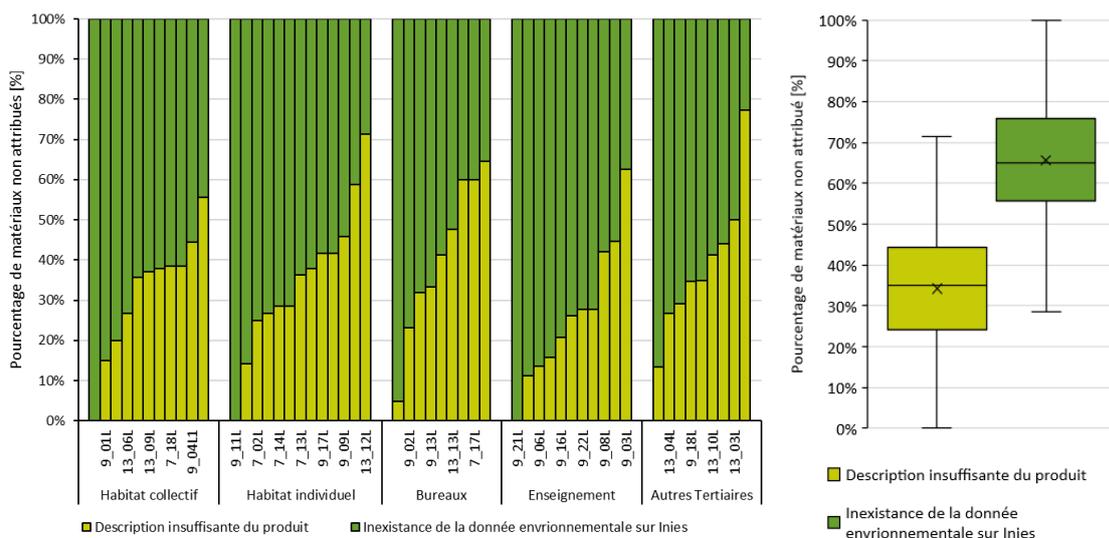


Figure 16 Cause de la non attribution de données environnementales aux produits

	Description insuffisante du produit	Inexistence de la donnée environnementale sur INIES
Nombre de bâtiments	53	53
Minimum	0%	23%
1 ^{er} quartile	25%	56%
Médiane	35%	65%
3 ^e quartile	44%	75%
Maximum	77%	100%
Moyenne	34%	66%
Écart-type	18%	18%

Dans la majorité des cas, la non attribution de la donnée environnementale a été causée par un manque de donnée environnementale disponible dans la base Inies : valeur médiane à 65%
Cependant, pour de nombreux produits / équipements, la description n'était pas suffisante pour attribuer une donnée environnementale.

Ces deux explications sont à relativiser :

- La base INIES a fortement évolué durant l'expérimentation et le nombre de données environnementales disponibles a augmenté en particulier pour les données par défaut ;
- Les opérations ont été choisies après que l'ensemble des études a été réalisé. Les équipes des opérations n'avaient donc pas intégré les besoins de description des produits nécessaires à l'ACV. Sur des nouveaux projets, un travail de description des produits pourra être fait.

Zoom 4 – Quels sont les matériaux de construction pour lesquels il n'a pas été possible d'attribuer une donnée environnementale ?

Le groupement de la région Grand Est a réalisé une synthèse des matériaux non saisis, sur les lots (hors lots techniques) présentant les taux d'incomplétude les plus importants.

Pour les opérations OBEC du Grand Est, les lots présentant les taux d'incomplétudes les plus importants sont :

- 1- Lot 1 : VRD
- 2- Lot 4 : Couverture étanchéité
- 3- Lot 5 Cloisonnement/ doublage
- 4- Lot 6 : Façade et menuiserie

Pour ces quatre lots, les principaux matériaux n'ayant pas de données environnementales attribuables à la période de réalisation des ACV sont les suivants :

Lot	Matériaux	Donnée environnementale disponible sur la base en Inies en date du 17/09/19
1 VRD	bouche d'égout	
	limiteur de débit	non disponible
	siphon de sol	disponible
	marquage au sol	non disponible
	séparateur d'hydrocarbure	non disponible
	fosse de relevage	non disponible
	muret de soutènement en L	Disponible
4 Couverture étanchéité	éléments de zinguerie	~ disponible
	lanterneau	disponible
	étanchéité bitumineuse	disponible
	dauphin en fonte	non disponible
	trop plein	non disponible
5 Cloisonnement doublage	planche Médium	non disponible
	colle pour plaque de plâtre	non disponible
	trappe d'accès	disponible grâce à une FDES collective
	placard coulissant	non disponible
	baguette de finition	non disponible

6 Façade et menuiserie	<i>brise soleil orientable</i>	<i>disponible</i>
	<i>poignée, fenêtre de toit</i>	<i>disponible</i>
	<i>porte de garage</i>	<i>disponible</i>

Sur cet échantillon, on observe que :

- soit les matériaux non trouvés sont, a priori, à faible impact carbone (ex : baguette de finition),
- soit la donnée environnementale est aujourd'hui disponible. Le nombre de références couvertes par la base INIES a augmenté.

3.1.3. Proportion du nombre de MDEGD utilisés

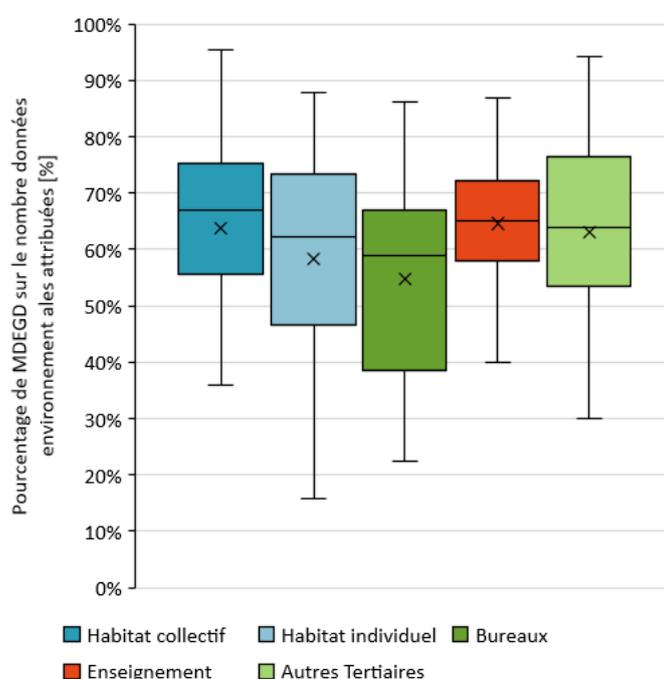


Figure 17 Diagramme en boîte du pourcentage de MDEGD utilisés selon l'usage du bâtiment.

	Globale	Habitat collectif	Habitat individuel	Bureaux	Enseignement	Autres Tertiaires
Nombre de bâtiments	189	51	41	27	45	25
Minimum	16%	23%	16%	23%	29%	30%
1 ^{er} quartile	52%	56%	49%	41%	58%	57%
Médiane	64%	67%	62%	59%	65%	64%
3 ^e quartile	74%	75%	73%	67%	72%	76%
Maximum	100%	95%	88%	86%	96%	94%
Moyenne	62%	64%	58%	55%	65%	63%
Écart-type	17%	16%	19%	17%	13%	17%

Tableau 11 Statistique du pourcentage de MDEGD utilisés selon l'usage du bâtiment.

Le pourcentage de MDEGD utilisés varie pour 50% de l'échantillon (sur un total de 189 opérations) entre 52% et 74% parmi l'ensemble des données environnementales attribuées. La valeur médiane se situe à 64%. Ce niveau est important : plus de 50% des produits / équipements dans chacun des projets de bâtiment modélisé ont été associés à une donnée environnementale par défaut, à priori surévaluée.

Comme pour le taux d'incomplétude, deux principales causes peuvent expliquer l'utilisation importante de MDEGD :

- Les documents du projet ne permettent pas de décrire assez précisément le produit pour lui associer une donnée spécifique
Ex : la marque et le modèle ne sont pas connus ou les informations pour vérifier les preuves d'aptitude à l'usage² ne sont pas disponibles
- Aucune donnée environnementale spécifique (FDES, PEP) n'existe dans la base INIES pour le produit et les configurateurs n'ont pas permis de pallier cette non disponibilité de donnée environnementale spécifique.

L'utilisation de MDEGD varie peu selon l'usage du bâtiment : la médiane du pourcentage de MDGED attribués varie entre 59% pour les Bureaux et 67% pour les logements collectifs. Par contre, le pourcentage MDEGD varie davantage selon la région : les médianes vont de 48% en Auvergne Rhône-Alpes à 79% en Grand Est. Cette variabilité permet d'illustrer les différences de méthodologie entre les différents groupements, à toutefois modérer en fonction des dates de réalisation des calculs (évolution de la base INIES par exemple).

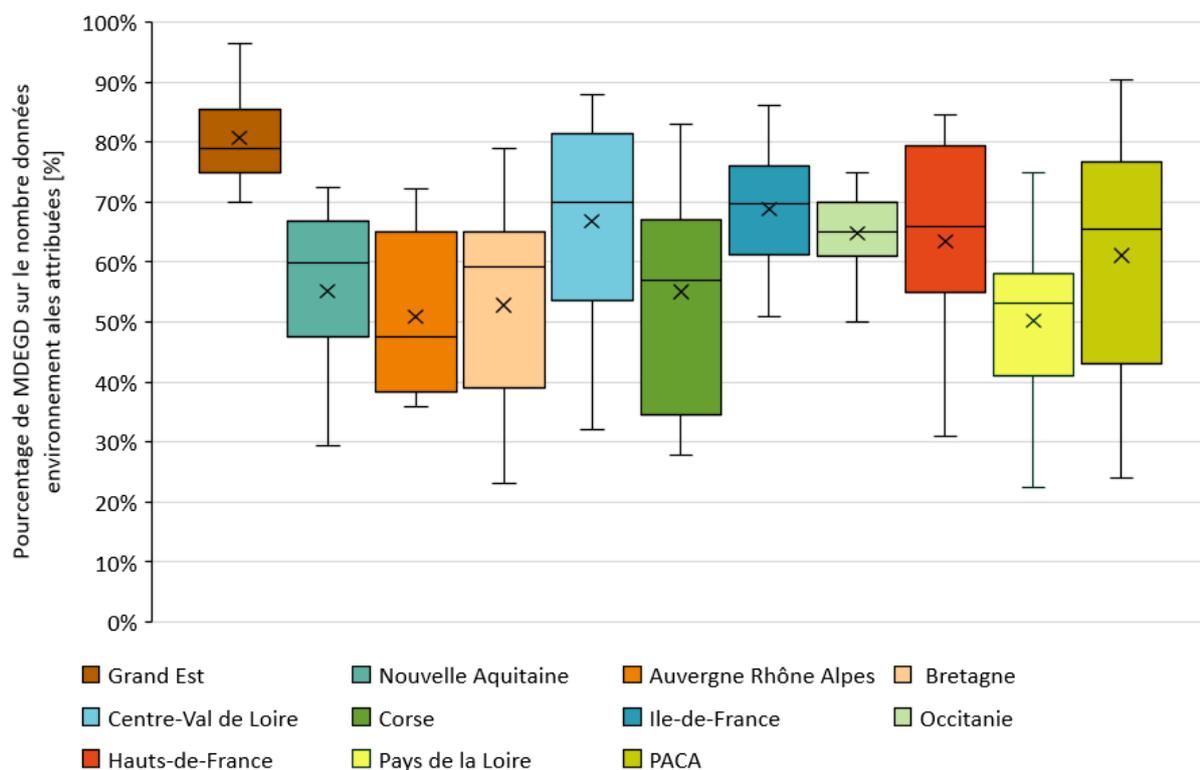


Figure 18 Diagramme en boîte du pourcentage de MDEGD utilisés selon la région.

² Ce champ présent dans la FDES/PEP précise les caractéristiques que doivent satisfaire les produits pour être couvert par la FDES/PEP

	Nombre de bâtiments	Minimum	1 ^{er} quartile	Médiane	3 ^e quartile	Maximum	Moyenne	Écart-type
Grand Est	24	70%	75%	79%	84%	96%	81%	7%
Nouvelle Aquitaine	18	16%	53%	60%	66%	72%	55%	17%
Auvergne Rhône Alpes	19	36%	39%	48%	65%	72%	51%	13%
Bretagne	12	23%	39%	59%	65%	79%	53%	18%
Centre-Val de Loire	13	32%	55%	70%	81%	88%	67%	16%
Corse	15	28%	42%	57%	66%	83%	55%	17%
Ile-de-France	23	51%	61%	70%	75%	86%	69%	9%
Occitanie	19	50%	62%	65%	70%	75%	65%	7%
Hauts-de-France	7	31%	58%	66%	73%	84%	63%	18%
Pays de la Loire	23	23%	41%	53%	58%	75%	50%	13%
PACA	16	24%	47%	66%	76%	90%	61%	19%

Tableau 12 Statistique du pourcentage de MDEGD utilisé selon la région.

Zoom 5 – FDES/PEP individuels ou collectifs ?

	FDES /PEP individuel	FDES/PEP collectif
Nombre d'opérations	78	78
Minimum	0%	0%
1 ^{er} quartile	7%	14%
Médiane	12%	21%
3 ^e quartile	17%	32%
Maximum	77%	58%
Moyenne	14%	23%
Écart-type	12%	13%

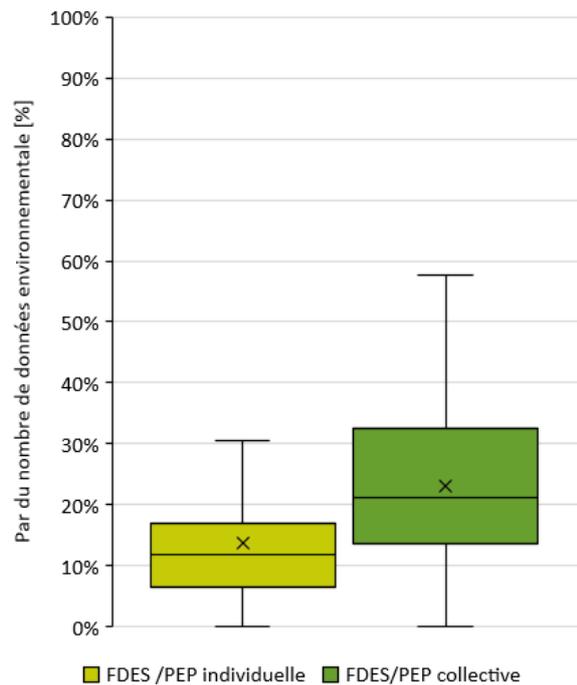


Figure 19 Statistique du nombre de donnée environnementales spécifiques individuelles ou collectives

Nous présentons ci-dessus, sur un sous échantillon de 78 opérations, le pourcentage de données environnementales spécifiques (FDES/PEP) individuelles ou collectives³ utilisées..

Une plus grande proportion de FDES/PEP collectifs est attribuée par rapport aux FDES/PEP individuels : la valeur médiane est de 21% pour les FDES/PEP collectifs contre 12% pour les FDES/PEP individuels.

Ce résultat n'est pas surprenant car les données environnementales collectives sont plus faciles à utiliser puisqu'elles regroupent un grand nombre de matériaux et sont même utilisées dans certains cas comme des données génériques.

Ex : « Chaussée en enrobé bitumineux à chaud représentative du marché français (v.1.2) » ;
« Charpente traditionnelle 100% résineux complexe fabriquée en France (v.1.2) »

Rappel :

- Pour utiliser une donnée environnementale (FDES/PEP) collective, il est nécessaire de vérifier que l'unité fonctionnelle, les références commerciales couvertes et fabricants et preuves d'aptitude à l'usage sont bien adaptées au produit ou à l'équipement mis en œuvre..
- Pour utiliser une donnée environnementale (FDES/PEP) individuelle, il est nécessaire de vérifier que la marque et le modèle du produit sont indentiques à ceux de la donnée environnementale.

Zoom 6 – FDES/PEP individuels ou collectifs ou configurateurs

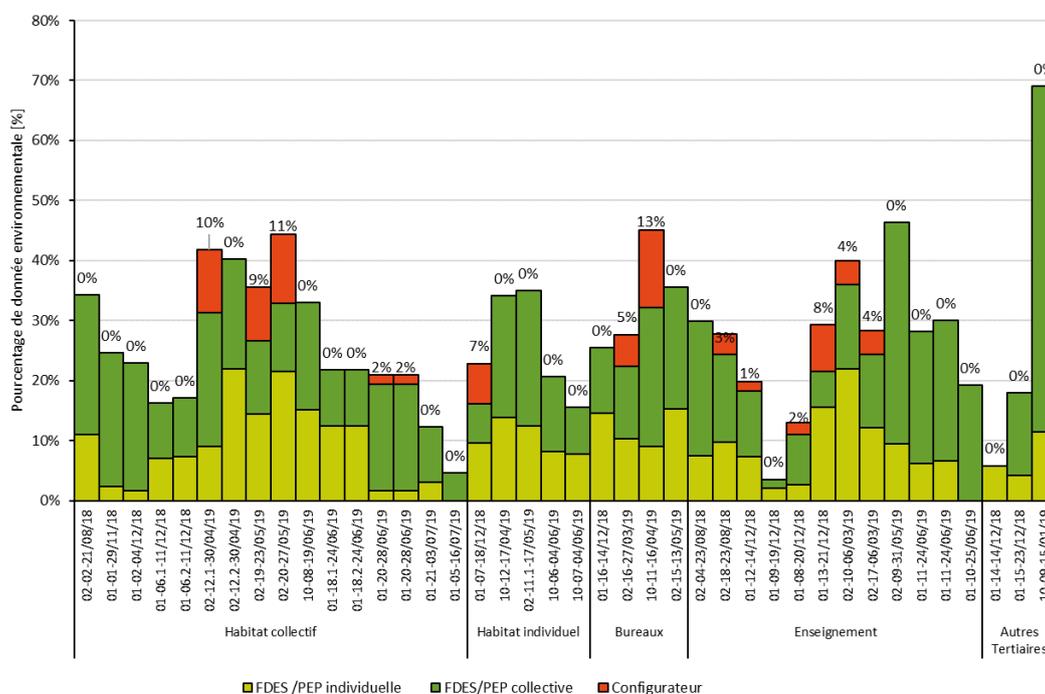


Figure 20 Pourcentage de donnée environnementale utilisée par bâtiment (ordonnée par usage et date de réalisation de l'ACV)

³ Les FDES issues des configurateurs sont considérées comme des FDES collectives dans ce paragraphe.

Sur l'échantillon de 40 bâtiments où l'on a les informations sur l'utilisation de configurateur, 16 bâtiments (40%) ont utilisé des données environnementales issues de configurateurs. Sur ces 16 bâtiments, le pourcentage moyen des données environnementales issues des configurateurs représente 5% des données environnementales utilisées. Les émissions de carbone issues des données environnementales obtenues par des configurateurs représentent, en moyenne, 6% des émissions de carbone totales du contributeur PCE, et varient de 1% à 17%.

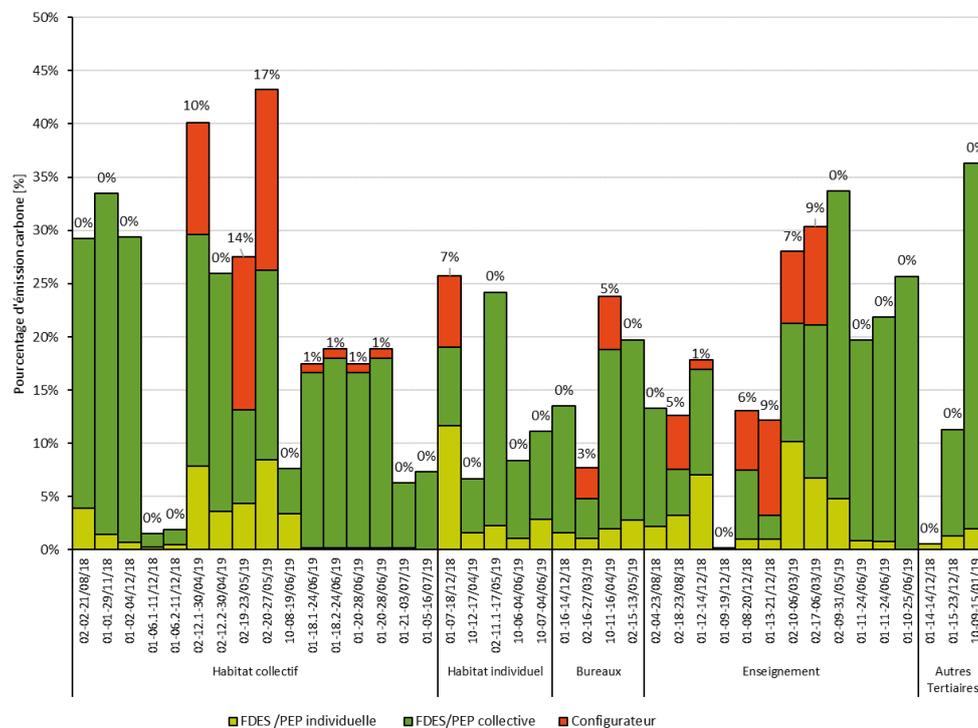


Figure 21 Pourcentage d'émission carbone des données environnementales utilisées par bâtiment (ordonnée par usage et date de réalisation de l'ACV)

Eges_{PCE} et pourcentage de MDEGD utilisés

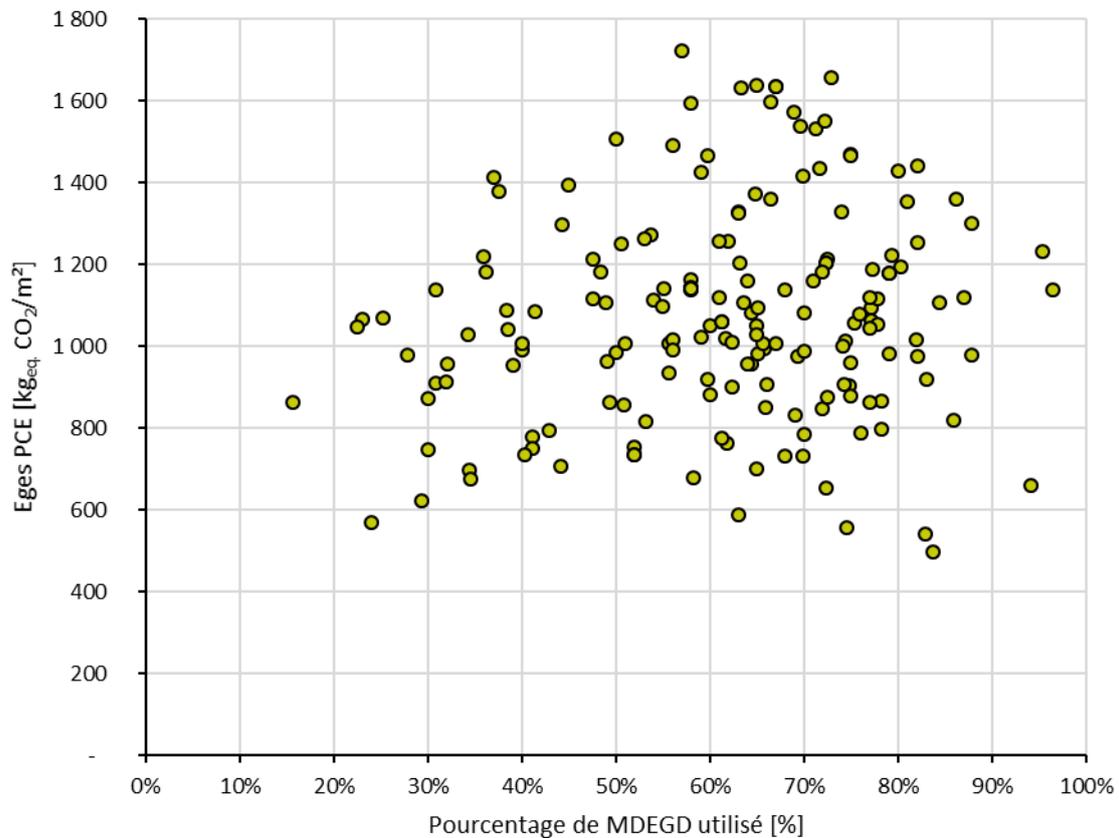


Figure 22 Valeur de Eges_{PCE} en fonction du pourcentage de MDEGD utilisé

La Figure 22 présente les valeurs de l'indicateur Eges_{PCE} en fonction du pourcentage de MDEGD utilisé, en masquant les 7 bâtiments où le résultat Eges_{PCE} explose en dépassant 2 000 kg_{eq.} CO₂/m²SdP.

A priori, puisque les données par défaut sont majorées, on devrait observer que le nuage de points augmente avec le pourcentage de MDEGD. Ce n'est pas tout à fait le cas : malgré une grande variabilité, le nuage de points semble augmenter jusqu'à environ 60% de MDEGD utilisés, puis les valeurs de Eges_{PCE} semble stagner voire diminuer.

Une explication serait que la valeur Eges_{PCE} est déterminée par un nombre limité de produits de construction (voir Zoom 2).

3.1.4. L'émission carbone issue des MDEGD

Après avoir regardé le pourcentage du nombre de données par défaut utilisées, la Figure 23 et le Tableau 13 Statistique du pourcentage d'émission de carbone issue des MDEGD selon l'usage du bâtiment. Tableau 13 présente le pourcentage d'émission de carbone issues des données par défaut.

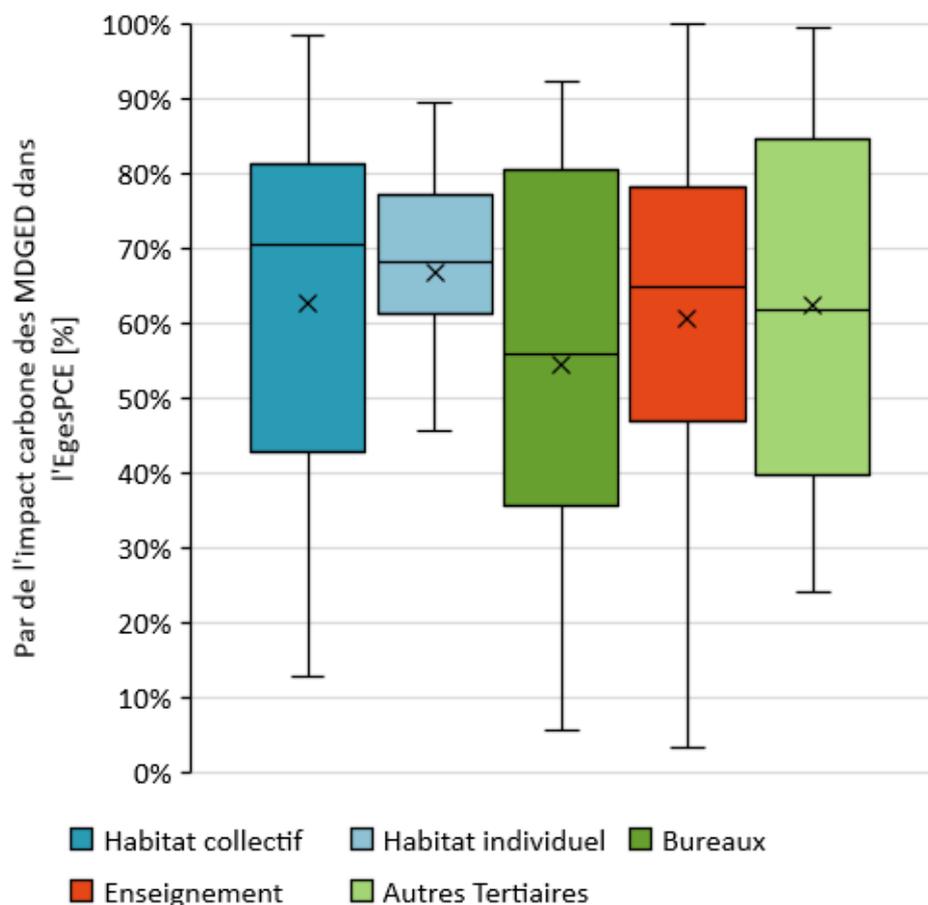


Figure 23 Diagramme en boîte du pourcentage d'émission de carbone issue des MDEGD utilisé selon l'usage du bâtiment.

	Globale	Habitat collectif	Habitat individuel	Bureaux	Enseignement	Autres Tertiaires
Nombre	169	46	38	22	42	21
Minimum	0%	0%	20%	5%	3%	24%
1 ^{er} quartile	45%	46%	61%	38%	44%	40%
Médiane	63%	63%	67%	54%	55%	60%
3 ^e quartile	77%	77%	77%	69%	72%	80%
Maximum	95%	95%	90%	86%	90%	90%
Moyenne	59%	60%	66%	52%	55%	61%
Écart-type	21%	23%	14%	24%	20%	23%

Tableau 13 Statistique du pourcentage d'émission de carbone issue des MDEGD selon l'usage du bâtiment.

La médiane du pourcentage d'émission carbone issue des MDEGD est égale à 63%. Le pourcentage d'émission carbone issue des données par défaut varie peu selon l'usage du

bâtiment : la médiane varie de 54% pour les 22 bureaux de l'échantillon et jusqu'à 67% pour les maisons individuelles.

On remarque que le pourcentage d'émission carbone issue des données par défaut est équivalent au pourcentage du nombre de donnée environnementale par défaut utilisé. Or les données par défaut étant majorantes, nous nous attendions à ce que le pourcentage d'émission carbone issue des données par défaut soit plus élevé. Nous pouvons donc en déduire que les données par défaut ne sont globalement pas utilisées pour les produits ayant l'impact carbone le plus important.

Zoom 7 – Les équipements : lots forfaitaires ou lots détaillés qu'est ce qui est le plus impactant ?

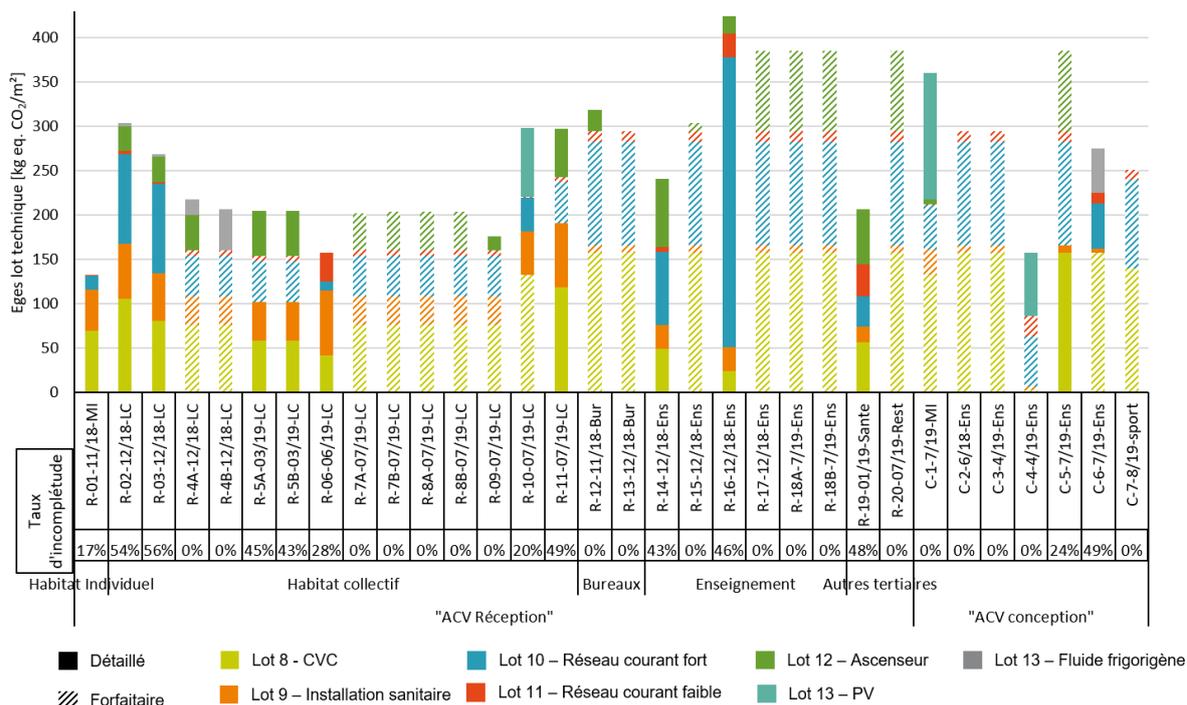


Figure 24 Impact carbone des lots techniques différenciés entre "lot détaillé" et "lot forfaitaire"

Le groupement en région Grand Est a comparé l'impact carbone des lots techniques entre une saisie détaillée ou une saisie simplifiée avec l'utilisation des lots forfaitaires.

Sur le petit échantillon de 32 bâtiments, il n'est pas possible de dire si une saisie simplifiée avec les lots forfaitaires est plus ou moins impactante qu'une saisie détaillée. Par contre, en analysant les taux d'incomplétude sur les bâtiments avec une saisie détaillée, on observe que cet indicateur est élevé : en moyenne à 45%. Ainsi, on peut imaginer que si l'ensemble des équipements était pris en compte dans l'ACV, la saisie détaillée serait plus impactante que la saisie avec les lots forfaitaires.

3.2. ACV Stricte VS ACV Adaptée

Deux régions (Occitanie et PACA) ont réalisé et exploité une deuxième ACV en adaptant le référentiel pour s'approcher d'une évaluation plus « juste » de l'impact carbone des opérations. Dans ces modélisations, les opérateurs ont modifié les 5 matériaux ou équipements de construction les plus impactants, modélisés avec des données par défaut, par des données environnementales spécifiques équivalentes. L'objectif était de donner une « note d'espoir » aux maîtres d'ouvrage sur l'évolution possible des résultats obtenus par leurs bâtiments avec une base INIES plus complète.

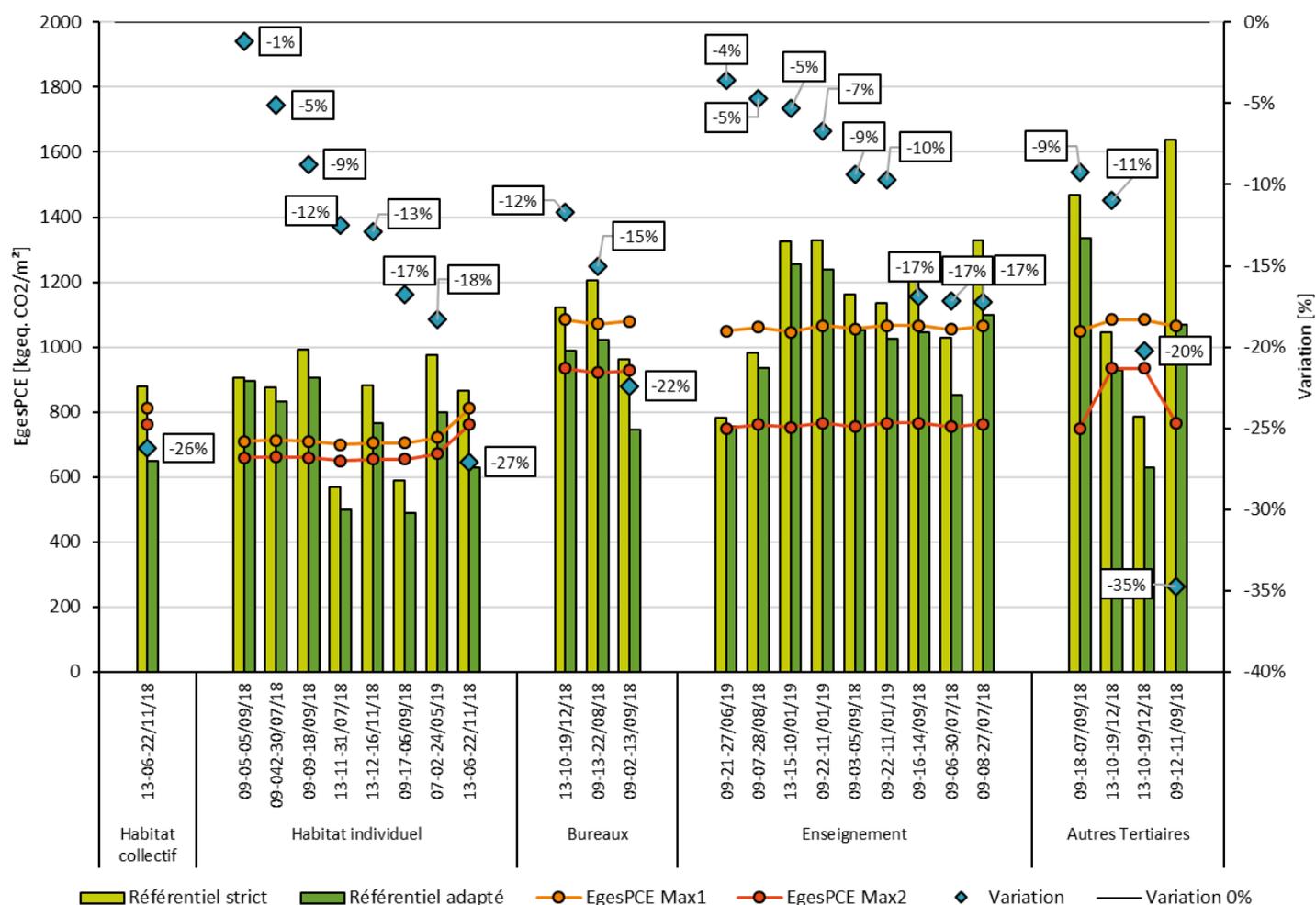


Figure 25 Histogramme des valeurs de EgesPCE entre une modélisation respectant strictement le référentiel et une modélisation adaptée.

Sur les 22 bâtiments présentés, le pourcentage de variation entre les deux modélisations évolue entre -35% et -1% et vaut en moyenne -14%. La réduction de la valeur de l'indicateur EgesPCE varie entre 10,8 et 233,9 kg_{eq.} CO₂/m²SdP et vaut en moyenne 127,4 kg_{eq.} CO₂/m²SdP.

Cette variation a permis de faire gagner un ou deux niveaux à 10 bâtiments.

3.3. Analyse des variantes des ACV « conception »

Dans le programme OBEC, 10 opérations par régions étaient accompagnées par les groupements mandataires de telle sorte que les équipes de maîtrise d'œuvre ont réalisé les calculs E+C- sur leur projet en conception en pouvant questionner leur groupement référent sur la méthode, les résultats, les données, etc. Sur ces projets, la convention entre l'Ademe et le maître d'ouvrage imposait que plusieurs variantes soient calculées et notamment :

- 1- Une variante énergétique
- 2- Une variante faisant évoluer des matériaux du gros œuvre ou du seconde œuvre
- 3- Une variante « forte amélioration »

Lot	Région	Usage	Identifiant	Bilan Bepos	Niveau	Eges	Eges PCE	Niveau
1	Grand Est	Maison individuel	01_1_MI_base	103,5	E1	1 677	1 365	C0
1	Grand Est	Enseignement	01_2_Ens_base	98,4	E3	1 528	822	C1
1	Grand Est	Enseignement	01_3_Ens_base	41,5	E3	942	803	C2
1	Grand Est	Enseignement	01_4_Ens_base	97,3	E2	1 008	741	C2
1	Grand Est	Enseignement	01_5_Ens_base	54,3	E3	1 322	1 205	C1
1	Grand Est	Enseignement	01_6_Ens_base	16,7	E3	2 277	2 104	C0
1	Grand Est	Gymnase	01_7_Sport_base	111,1	E2	1 573	1 028	C1
6	Centre-Val de Loire	Logement collectif	06_1_LC_base	137,9	E2	1 030	707	C1
8	Ile-de-France	Enseignement	08_1_Ens_base	69,8	E3	1 107	951	C1
8	Ile-de-France	Accueil petite enfance	08_2_Ens_base	74,2	E3	1 137	946	C1
8	Ile-de-France	Bureaux	08_3_Bur_base	88,8	E2	1 389	1 183	C0
9	Occitanie	Logement collectif	09_1_LC_base	106	E2	1 570	878	C0
12	Pays de la Loire	Logements collectifs	12_1_LC_base			1 262	1 062	
12	Pays de la Loire	Logements collectifs	12_2_LC_base	-0,7		1 217	1 163	
12	Pays de la Loire	Logements collectifs	12_3_LC_base	121		1 066	684	
12	Pays de la Loire	Ecole	12_4_Ens_base			871	772	
12	Pays de la Loire	Enseignement - Restauration	12_5_Ens_base			1 180	960	
12	Pays de la Loire	Pôle enfance	12_6_Ens_base	113,5		1 212	1 015	
12	Pays de la Loire	Logements collectifs	12_7_LC_base	128		1 340	751	
12	Pays de la Loire	Maisons individuel	12_8_MI_base	120		1 619	904	
12	Pays de la Loire	Ecole	12_9_Ens_base			871	772	
12	Pays de la Loire	Logements collectifs	12_10_LC_base	97,9		1 555	794	
12	Pays de la Loire	Logements collectifs	12_11_LC_base	132,9		1 317	830	

Tableau 14 Liste des opérations "conception" analysées

Les résultats des variantes ont été récupérés sur 23 opérations, présentées dans le Tableau 14. Avec ces opérations, nous allons analyser 123 variantes différentes. Selon les projets, 2 à 8 variantes ont été réalisées.

3.3.1. Regard général sur l'impact des variantes

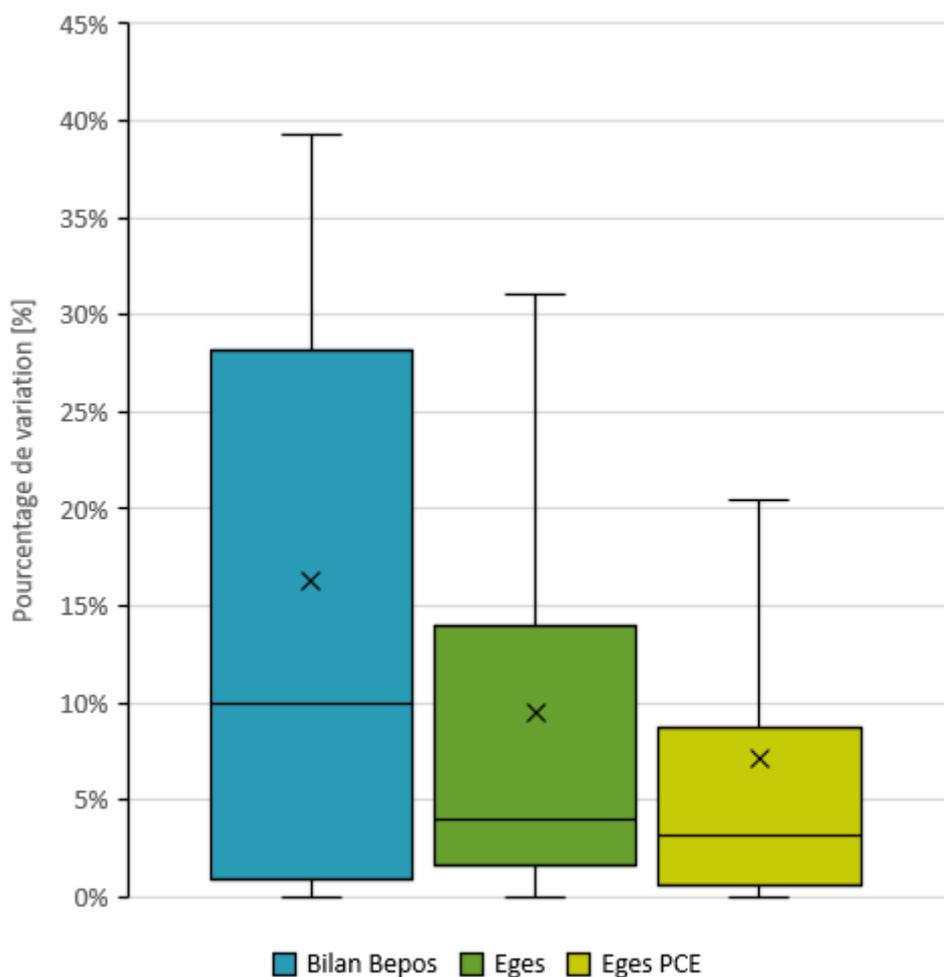


Figure 26 diagramme en boîte de la valeur absolue des variations sur les indicateurs E+C- pour l'ensemble des variantes.

	Bilan Bepos	Eges	Eges _{PCE}
Nombre de bâtiments	58	97	97
Minimum	0%	0%	0%
1 ^{er} quartile	1%	2%	1%
Médiane	10%	4%	3%
3 ^e quartile	28%	14%	8%
Maximum	93%	47%	51%
Moyenne	17%	10%	7%
Écart-type	20%	12%	11%

Tableau 15 Statistique des valeurs absolues des variations sur les indicateurs E+C- pour l'ensemble des variantes.

Les variations sur l'indicateur $Bilan_{BEPOS}$ sont les plus importantes : de 1% à 28% pour les opérations entre quartiles. L'indicateur $Eges$ varie globalement entre 2% et 14%, mais avec une médiane assez faible à 4%. L'indicateur $Eges_{PCE}$ varie entre 1 et 8%.

3.3.2. Les principales variantes évaluées

Pour les 17 opérations qui ont testé un changement de système énergétique, les principales variantes étudiées sont les suivantes :

- 14 opérations ont testé le recours à une production de chaleur à bois,
- 6 opérations ont testé le recours à une production photovoltaïque,
- 7 opérations ont testé le recours à une production de chaleur avec une PAC,
- 9 opérations ont testé le recours à une production de chaleur avec une chaudière gaz.

Pour les 21 opérations qui ont testé des changements de matériaux de constructions, les principales variantes étudiées sont les suivantes :

- 13 opérations ont testé le recours à une ossature bois
- 11 opérations ont testé le recours à une isolation en matériaux biosourcés,
- 9 opérations ont testé le recours à un autre revêtement de sol,
- 6 opérations ont testé le recours à d'autres menuiseries,
- 5 opérations ont testé le recours à un autre bardage,
- 2 opérations ont testé le recours à une sur-isolation.

3.3.3. Vers l'énergie Bois ?

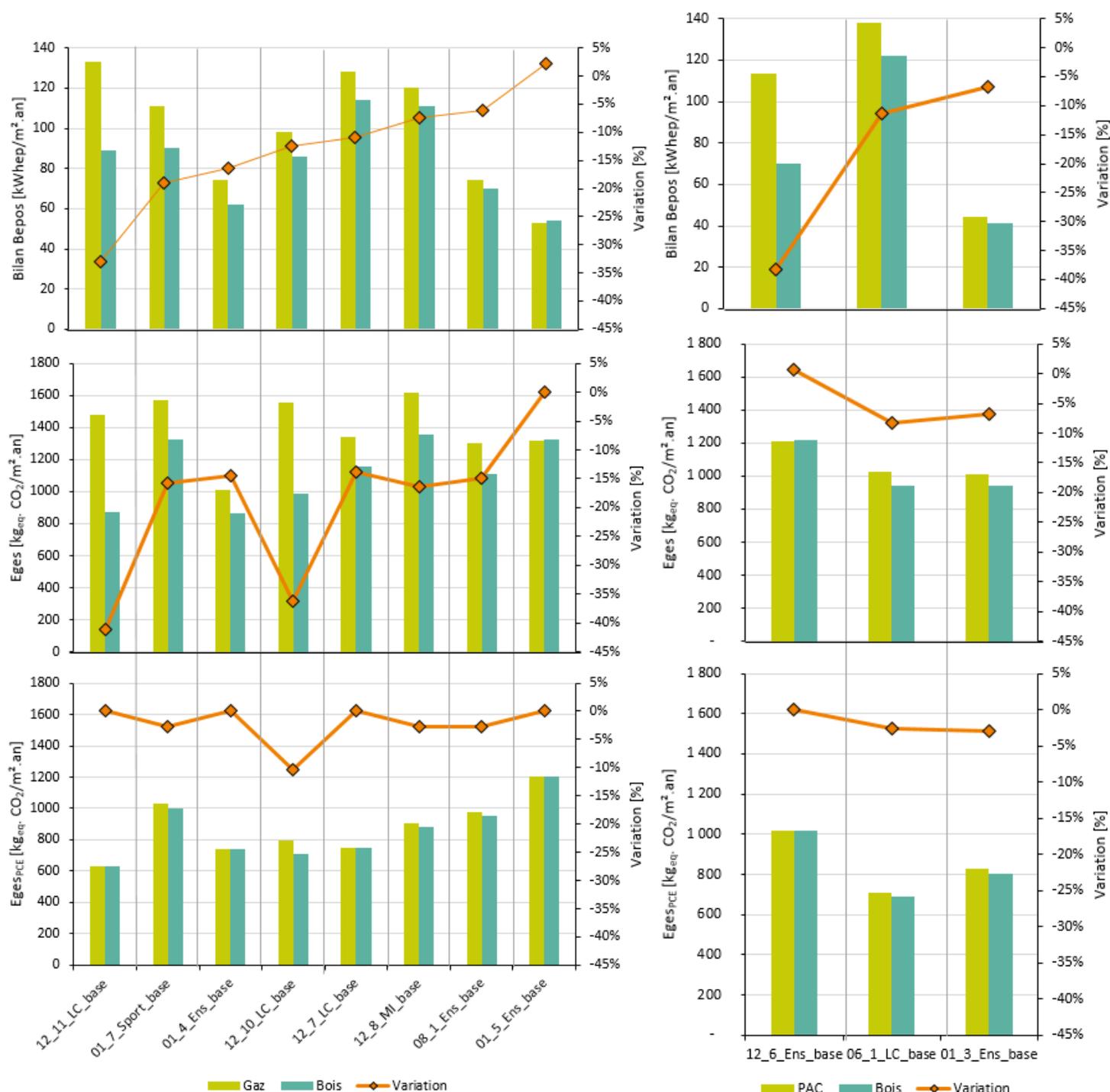


Figure 27 Variantes utilisant le Bois énergie

Plusieurs projets ont testé une variante avec la mise en place d'une production de chaleur avec de l'énergie Bois. Les gains sont globalement assez importants :

- Sur le $Bilan_{BEPOS}$, le gain se situe autour des 5-20% et peut aller jusqu'à 30%,
- Sur l'indicateur $Eges$, le gain se situe autour des 10-15%,
- Sur l'indicateur $Eges_{PCE}$, le gain est moins important et oscille entre 0% à 5%

3.3.4. Variante Photovoltaïque : Quels résultats ?

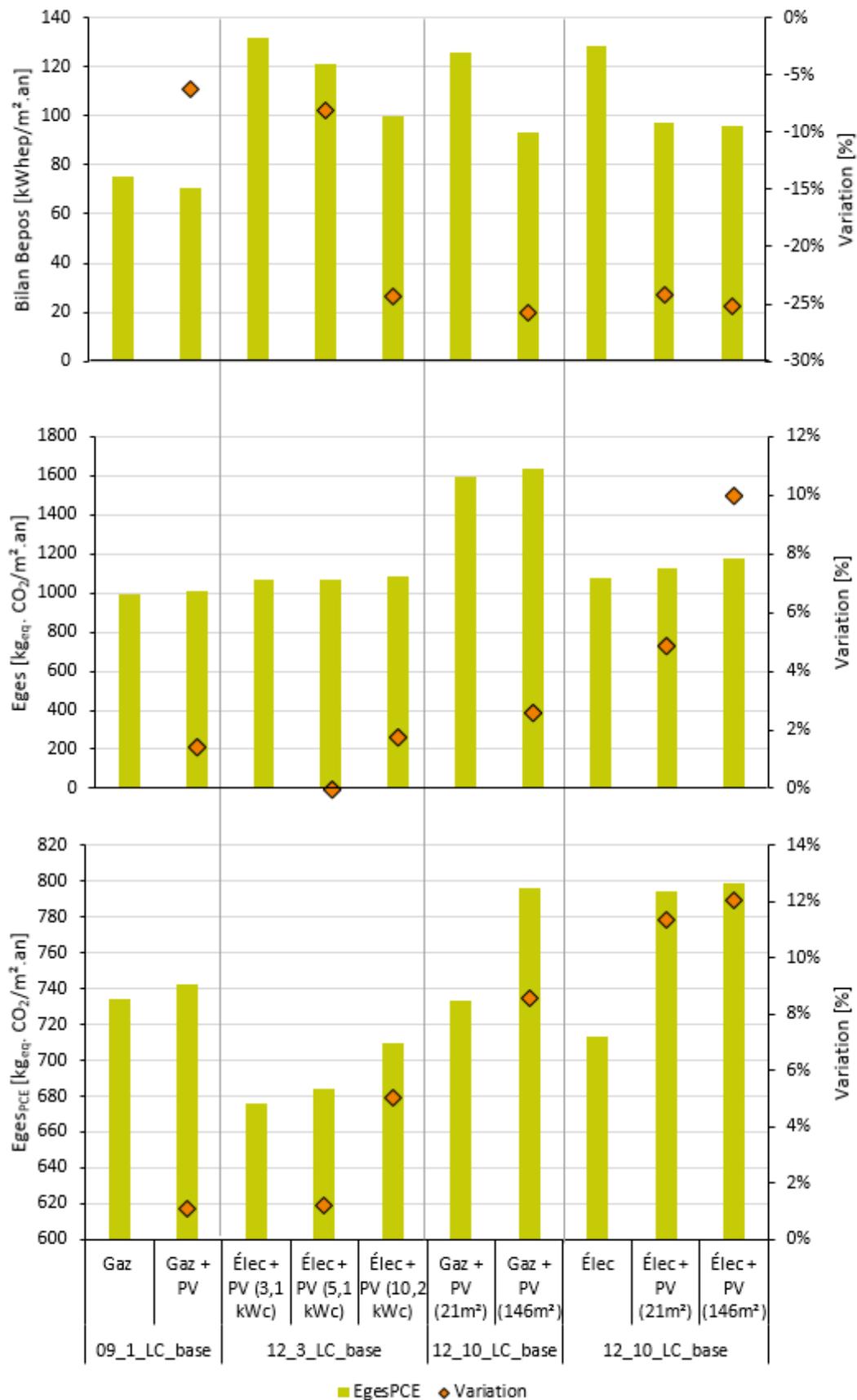


Figure 28 Variante ajoutant du photovoltaïque

Sur les 4 opérations ayant testé une variante avec ajout de panneaux photovoltaïques, le gain sur l'indicateur *Bilan*_{BEPOS} se situe entre 7% et 25%, selon la quantité de panneaux prévus.

L'indicateur *Eges*_{SPE} est bien entendu dégradé de 1% à 12%. Le gain sur le contributeur énergie ne permet pas de rattraper l'augmentation d'émission du contributeur « produit de construction et équipement ». L'indicateur *Eges* est donc également dégradé de 0% à 10%.

Attention : Lors de l'ajout de panneaux photovoltaïques, seules des données environnementales par défaut étaient généralement disponibles. Les résultats pourraient donc être différents lorsque davantage de données spécifiques seront disponibles

3.3.5. Ossature Bois : Quel impact carbone ?

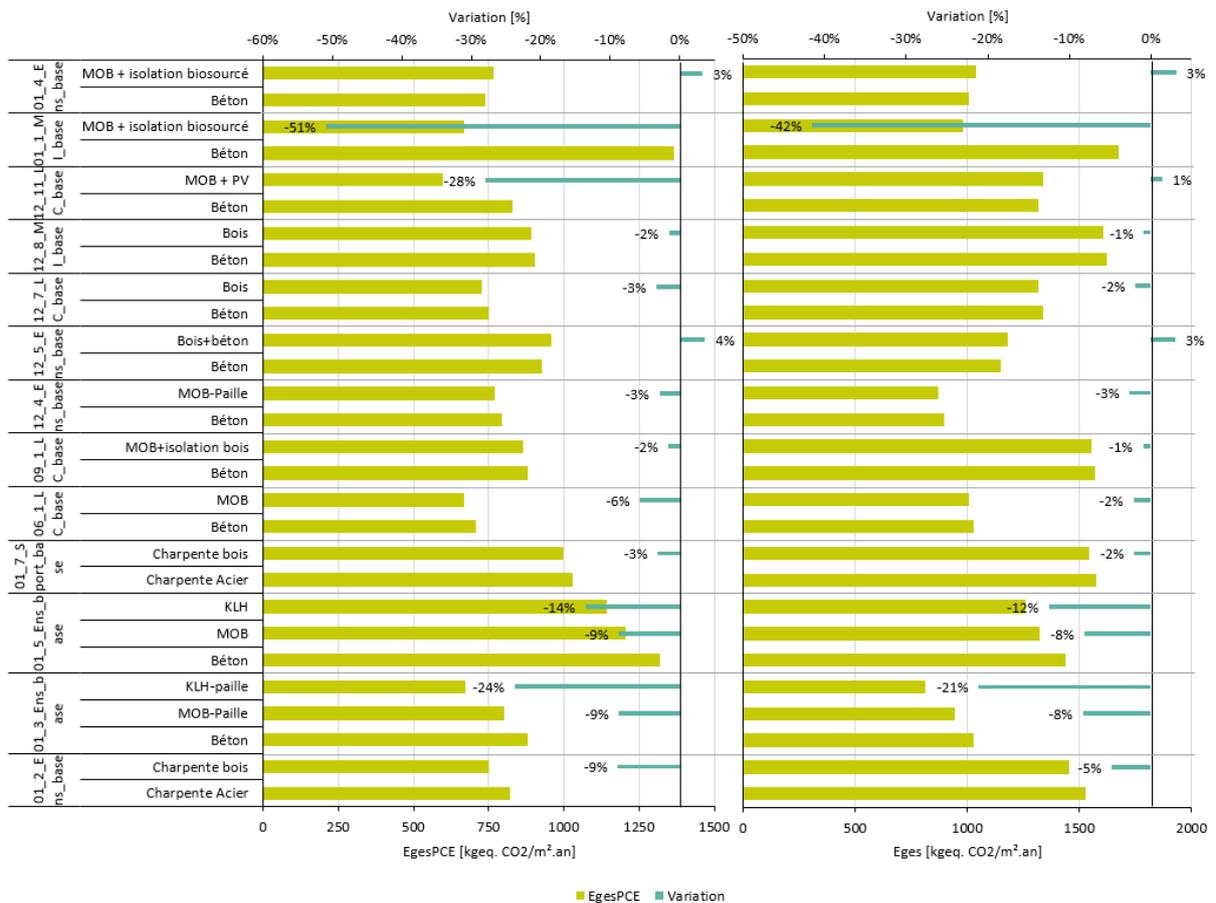


Figure 29 Variante Ossature Bois

13 opérations ont réalisé une variante avec une ossature bois. A l'inverse de certains retours, les variantes à ossature bois sont en générale moins impactantes que les projets avec une structure traditionnelle, avec toutefois une grande variabilité du gain apporté (de -51% à -2% pour l'*Eges*_{SPE}). Pour deux opérations, la variante se retrouve légèrement plus impactante que la situation initiale.

Ces résultats mériteraient d'être analysés au regard des données environnementales utilisées pour les structures traditionnelles et les ossatures bois.

4. Conclusion

Ce rapport s'est attelé à synthétiser les résultats transmis par les différents groupements référents du programme OBEC. Au total, 229 bâtiments ont été étudiés : 50% de bâtiments résidentiels et une bonne proportion de bâtiments de bureau et d'enseignement.

La majorité de l'échantillon OBEC obtient un niveau E2C0, soit un niveau énergie équivalent à la majorité des projets de l'observatoire E+C- mais un niveau carbone inférieur au niveau C1 principalement obtenu par les projets de l'observatoire. Le niveau E3 pour l'indicateur *Bilan_{BEPOS}* semble être plus facilement atteignable pour les bâtiments tertiaires en particulier les bâtiments d'enseignement. Le niveau carbone moyen pour l'indicateur *Eges* est équivalent entre chaque usage et se situe autour des $1\,500\text{ kg}_{\text{eq.CO}_2}/(\text{m}^2_{\text{SDP.an}}) \pm 500\text{ kg}_{\text{eq.CO}_2}/(\text{m}^2_{\text{SDP.an}})$, mais il est très variable. Les résultats de l'indicateur *Eges_{PCE}* sont légèrement plus faibles pour les bâtiments résidentiels, mais la valeur médiane est similaire pour les différentes typologies de bâtiments étudiés et vaut $1\,050\text{ kg}_{\text{eq.CO}_2}/(\text{m}^2_{\text{SDP.an}})$. De manière générale, le seuil sur les produits de construction est le facteur limitant pour atteindre le niveau carbone supérieur.

En approfondissant certaines analyses, il est apparu que le nombre de produits / équipements à prendre en compte pour réaliser une ACV de bâtiment est très variable et peut être assez important (la modélisation de certains bâtiments pouvant nécessiter plus de 500 produits / équipements à saisir). Par ailleurs, il a été montré que, contrairement aux attentes, la valeur de l'indicateur *Eges_{PCE}* n'augmente pas nécessairement avec le nombre de matériaux pris en compte. Cela pose donc la question du niveau de détail de la saisie à effectuer.

Le taux d'incomplétude médian pour l'ensemble des usages vaut 24% et varie peu (18-30%). On peut donc considérer que pour l'ensemble des projets, environ 1/4 des produits et équipements n'est pas pris en compte lors de la réalisation de leur ACV. Deux raisons expliquent l'incomplétude : l'insuffisance d'information de description du produit dans les documents du projet et/ou l'inexistence de donnée environnementale dans la base INIES. Sur 53 bâtiments de Corse, d'Occitanie et de PACA, il a été montré que l'incomplétude est majoritairement due au manque de données dans la base INIES. Cependant, en Grand Est, il a été remarqué que les données manquantes sont globalement soit disponibles à présent dans la base INIES, soit à faible impact carbone.

Par contre le taux d'utilisation de données par défaut est très important, sa valeur médiane étant de **63%**. Ceci démontre **le manque de précision de la description des produits choisis pour le projet ou le manque de données spécifiques adaptées aux produits et équipements mis en œuvre dans les bâtiments**. La variabilité du taux de MDEGD est très importante entre régions : le taux se situe autour des 80% en Grand Est et descend autour des 50% en Pays de la Loire. Cette variabilité illustre **l'hétérogénéité des méthodes de choix des données environnementales entre les différents groupements**, cette hétérogénéité étant probablement encore plus importante entre opérateurs hors programme OBEC.

Par ailleurs, en région Grand Est, il a été observé que, sur les lots équipements, la méthode simplifiée (lots forfaitaires) et la méthode détaillée n'aboutissaient pas à des résultats très différents. Par contre, avec la méthode détaillée, le taux d'incomplétude est important et vaut en moyenne 47%. Ainsi les valeurs forfaitaires des lots des équipements semblent aujourd'hui sous-estimées.

Les régions Occitanie et PACA ont réalisé des ACV « adaptées » en remplaçant par des données spécifiques équivalentes, les 5 produits ou équipements les plus impactants modélisés avec des données par défaut. Le gain sur l'indicateur *Eges_{PCE}* vaut environ 15% et permet de gagner un ou deux niveaux « carbone » pour un peu moins de la moitié des bâtiments.

L'analyse des variantes réalisées sur les opérations permet de tirer plusieurs enseignements :

- l'utilisation de l'énergie bois par rapport à des énergies non renouvelables permet des gains sur les différents indicateurs énergétiques et environnementaux (10-20%),
- l'utilisation de panneaux photovoltaïques ne donne un bénéfice que sur l'indicateur *Bilan_{BEPOS}*. L'impact carbone des panneaux photovoltaïques n'est pas compensé par les gains sur les émissions des consommations énergétiques, ce qui induit un indicateur *Eges* des projets plus important avec l'augmentation du recours aux panneaux photovoltaïque,
- les variantes avec ossature bois par rapport à une structure traditionnelle présentent globalement des légers gains sur les émissions de carbone, à conforter en fonction des données environnementales utilisées.

Pour conclure, les résultats du programme OBEC, croisés avec ceux de l'expérimentation E+C-, soulignent la diversité d'application de la méthode d'évaluation des bâtiments en ce qui concerne le nombre de données par défaut utilisées et le nombre de produits saisis. Il montre l'importance de disposer de plus de données environnementales spécifiques, pour certains produits en particulier.

5. Annexe : Méthode de calcul de la normalisation des indicateurs

Prenons l'indicateur I qui pourra représenter les indicateurs $Bilan_{BEPOS}$, $Eges$ et $Eges_{PCE}$. Cet indicateur est noté I_p pour chaque opération p . Pour cet indicateur, et pour chaque opération, plusieurs seuils j sont définis et notés $I_{p,max,j}$.

Pour normaliser cet indicateur et comparer les différentes opérations sur un même graphique, nous fixons, pour l'ensemble des opérations, des seuils normalisés notés $IN_{max,j}$. Ces seuils sont calculés selon la formule suivante :

$$IN_{max,j} = \sum_p I_{p,max,j} / \sum_p p$$

Pour calculer l'indicateur normalisé IN_p , nous utilisons alors la formule suivante :

$$IN_p = \frac{I_p - I_{p,max,j}}{I_{p,max,j-1} - I_{p,max,j}} \times (IN_{max,j-1} - IN_{max,j}) + I_{p,max,j}$$

Pour $I_{p,max,j} < I_p < I_{p,max,j-1}$

Pour réaliser le calcul, il est nécessaire de calculer un niveau normalisé 0 ($IN_{max,0}$). Or aucun niveau 0 ($I_{p,max,0}$) n'a été défini par le référentiel E+C-. Le niveau $IN_{max,0}$ a été déterminé selon la formule suivante :

$$IN_{max,0} = \max_p(I_p)$$