

Expérimentation HQE Performance 2012-2013

Capitalisation des résultats - Analyse statistique

Alexandra Lebert, Sébastien Lasvaux, Francis Grannec, Sylviane Nibel, Fanny Achim, Nicoleta Schiopu, Jacques Chevalier

24 janvier 2014

- ❖ **L'expérimentation HQE Performance : tour d'horizon**
- ❖ **Méthodologie**
- ❖ **Description de l'échantillon des bâtiments modélisés**
- ❖ **Résultats tous contributeurs confondus**
- ❖ **Résultats contributeur par contributeur :**
 - Produits et équipements
 - Consommation d'énergie liée aux postes RT
 - Consommation d'énergie liée au bâti hors postes RT
 - Consommation d'énergie liée à l'activité
 - Consommation d'eau et rejets
 - Chantier
 - Déplacements des usagers
- ❖ **Discussion - synthèse**
- ❖ **Conclusion - perspectives**



L'expérimentation HQE Performance : Tour d'horizon

L'expérimentation HQE Performance : le projet



- Déroulement phase 2 : de mai 2012 à fin 2013
- Financeurs : METL, MEDDE, ADEME
- Maître d'œuvre : Association HQE
- Opérateur scientifique : CSTB (Direction Energie Environnement)
- Accompagnateurs : certificateurs, industriels, grandes entreprises, CETE
- Gouvernance : comité de pilotage multi-acteurs
- Publication / valorisation : Association HQE, CSTB, DHUP
- Retombées : cadre de référence HQE, outils ACV tels qu'ELODIE, certifications, labels, observatoires, international, etc.



L'expérimentation HQE Performance : les objectifs

Expérimenter l'utilisation de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) comme outil pour concevoir et évaluer les bâtiments neufs performants.

Objectifs:

- Tester un cadre d'évaluation orienté performance et des outils d'ACV
- Améliorer l'opérationnalité de la démarche auprès des acteurs
- Les rendre appropriables par le marché (notamment les concepteurs)
- Prendre conscience des ordres de grandeur et des leviers d'action
- Définir des échelles de référence utilisables par les acteurs
- Développer de nouvelles compétences pour la construction française
- Se préparer à de nouveaux labels et référentiels environnementaux basés sur l'ACV

Implication de divers types d'acteurs dans les tests: maîtres d'ouvrage, maitres d'œuvres, BET, AMO, CETE...

« Opération 2012 : testez vos bâtiments neufs »

- ❖ **10 mai 2012** : l'appel à tests « HQE Performance » est lancé
- ❖ **14 juin 2012** : lancement officiel de la nouvelle expérimentation HQE Performance. Le CSTB, aux côtés de l'Association HQE et de la DHUP, a présenté la démarche attendue aux participants (objectifs, calendrier, organisation)
- ❖ **Mi-octobre 2012** : date butoir pour le rendu des projets modélisés avec ELODIE
- ❖ **29 novembre 2012** : réunion de retour d'expérience avec les participants du test
- ❖ **20 juin 2013** : présentation des premiers résultats de l'expérimentation lors de la Conférence SB Alliance - Association HQE à Paris : Performance Environnementale des bâtiments - résultats du test HQE Performance 2012 et des études SB Alliance
- ❖ **16 et 17 décembre 2013** : restitution / publication des résultats
- ❖ **Fin 2013 / début 2014** : finalisation rapport scientifique CSTB et diaporama

HQE Performance phase 2 : les nouveautés

❖ Un cadre d'analyse plus complet : Règles d'application HQE Performance

- Nouveaux contributeurs

❖ De meilleurs outils

- Outils d'ACV bâtiment améliorés
- Effinergie - Ecomobilité
- Guide de l'expérimentateur

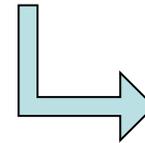
❖ Un meilleur accompagnement des acteurs

❖ De nouvelles données environnementales

- FDES : 1125 FDES sur INIES
- Intégration de 120 PEP (équipements)
- Plus de bâtiments (mais typologie plus réduite)

❖ Des résultats plus fins et consolidés

- Mieux comprendre l'influence de certains paramètres
- Mise en perspective avec l'échantillon 2011





Méthodologie

Frontières de l'évaluation

Les contributeurs

Contributeur consommation d'énergie, postes RT



Contributeur consommation d'énergie liées au bâti, hors postes RT



Contributeur consommation d'énergie, liées à l'activité



Contributeur produits et matériaux de construction ET équipements



Contributeur consommation d'eau et rejets



Contributeur chantier



Transport des usagers



Production déchets d'activité



Durée d'étude 50 ans – 100 ans

Les indicateurs

- Energie primaire Totale
- Energie primaire non renouvelable
- Changement climatique
- Déchets inertes
- Déchets non dangereux
- Déchets dangereux
- Consommation d'eau
- ...

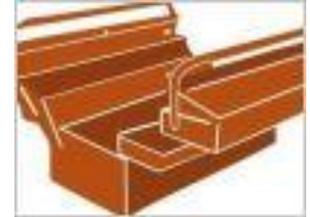
Contributeurs et phases du cycle de vie du bâtiment

CONTRIBUTEURS ↓	Phase de PRODUCTION (modules A1 à A3)	Phase de CONSTRUCTION (modules A4 à A5)	Phase d'UTILISATION (modules B1 à B7)	Phase de FIN DE VIE (module C1 à C4)
PRODUITS ET EQUIPEMENTS	Acquisition matières premières, Transport, Fabrication	Transport, Processus de construction - installation	Utilisation, Maintenance, Réparation, Remplacement, Réhabilitation	Déconstruction, Transport, Traitement, Elimination
CONSOMMATION ET PRODUCTION D'ENERGIE LIES AU BATI			Postes réglementaires (B6)	
CONSOMMATION D'ENERGIE LIEES A L'ACTIVITE			Usages spécifiques de l'électricité (B6)	
CONSOMMATION ET REJETS D'EAU			Usages spécifiques de l'électricité (B6)	
CHANTIER		Chantier de construction (A5)	Consommation d'eau et rejets (B7)	Chantier de déconstruction (C1)
TRANSPORT DES USAGERS			Transport des usagers	

Boîte à outils mise à disposition

❖ Documents cadres

- Règles d'application HQE Performance (Association HQE et CSTB, 2012)
- Norme NF EN 15978 (Afnor, 2012)



❖ Bases De Données (BDD)

- BDD principale : base de données INIES (Association HQE, 2013, FDES françaises)
- BDD interne de l'outil ELODIE (CSTB) : FDES 'génériques' qui permettent de venir compléter la base INIES ainsi que 120 PEP (équipements) mises à disposition par les industriels pour l'expérimentation.
- BDD 'utilisateur' : données issues de la littérature, FDES absentes d'INIES, données de BDD génériques telles qu'EcoInvent, etc.

❖ Outil d'ACV bâtiment :

- Outil ELODIE, développé par le CSTB, modifié pour répondre au mieux au cahier des charges HQE Performance, mis à disposition des acteurs. Structuration d'un modèle de projet « HQE Performance ».

❖ Documents d'aide à la modélisation :

- « Guide de l'expérimentateur » mis à disposition par le CSTB pour l'ensemble des acteurs utilisant Elodie. Ce guide sera complété et élargi par un GT de l'association HQE (2013-2014).

❖ Suivi et accompagnement des acteurs :

- Cerqual, Cequami, Certivéa, Association HQE, Cluster Eskal Eureka, Arcad, CETE, CSTB, entreprises...
- Forum Construction21

Règles d'application HQE Performance

(version du 14 juin 2012)

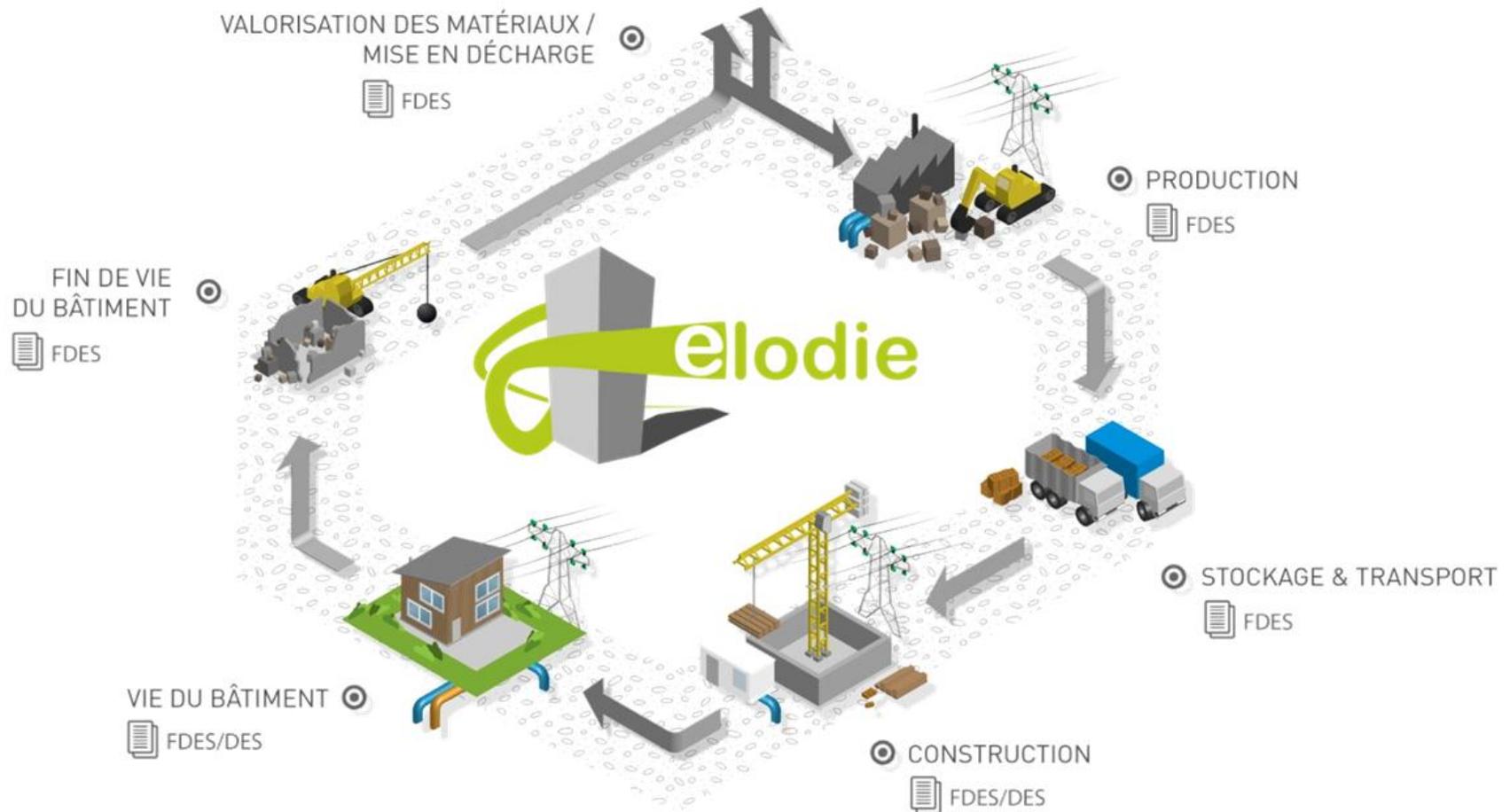
- ❖ **Le détail des exigences pour chacun des contributeurs est disponible dans les Règles d'application HQE Performance (cf. Annexe 1 du rapport détaillé du CSTB).**
- ❖ **Lien WEB Association HQE :** <http://assohqe.org/hqe/spip.php?article283>
- ❖ **Elles seront amenées à évoluer dans une certaine mesure**
- ❖ **Plan du document :**
 - Documentation du projet
 - Généralités sur la méthode HQE performance
 - Calcul des impacts de chaque contributeur :
 - Frontières de l'évaluation
 - Renseignement des quantitatifs du projet
 - Calcul des impacts environnementaux
 - Présentation des résultats
 - Annexes :
 - Précisions méthodologiques
 - Découpage du contributeur produits et équipements en 14 lots

} x 7

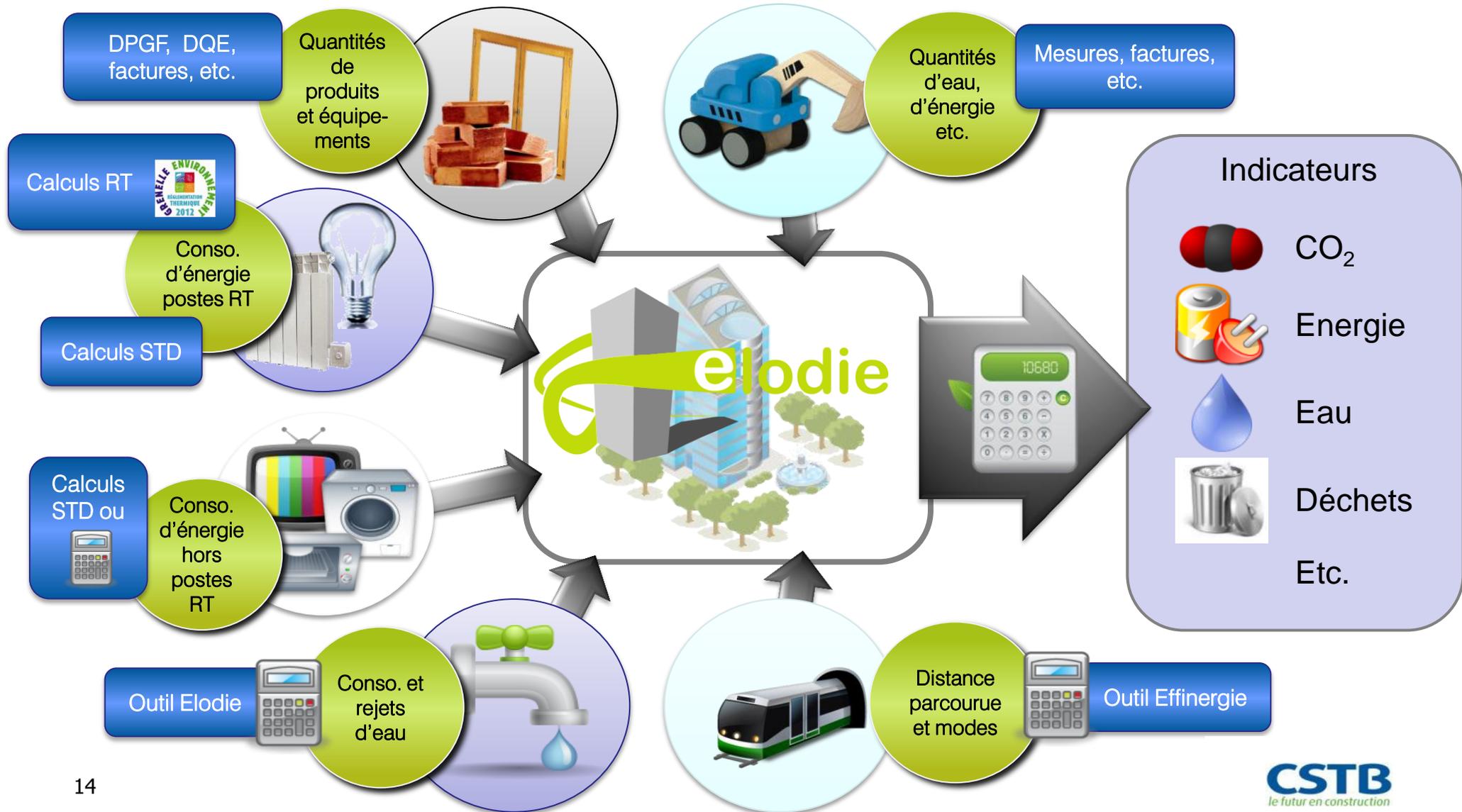


L'outil d'ACV bâtiment : ELODIE

Le cycle de vie d'un bâtiment

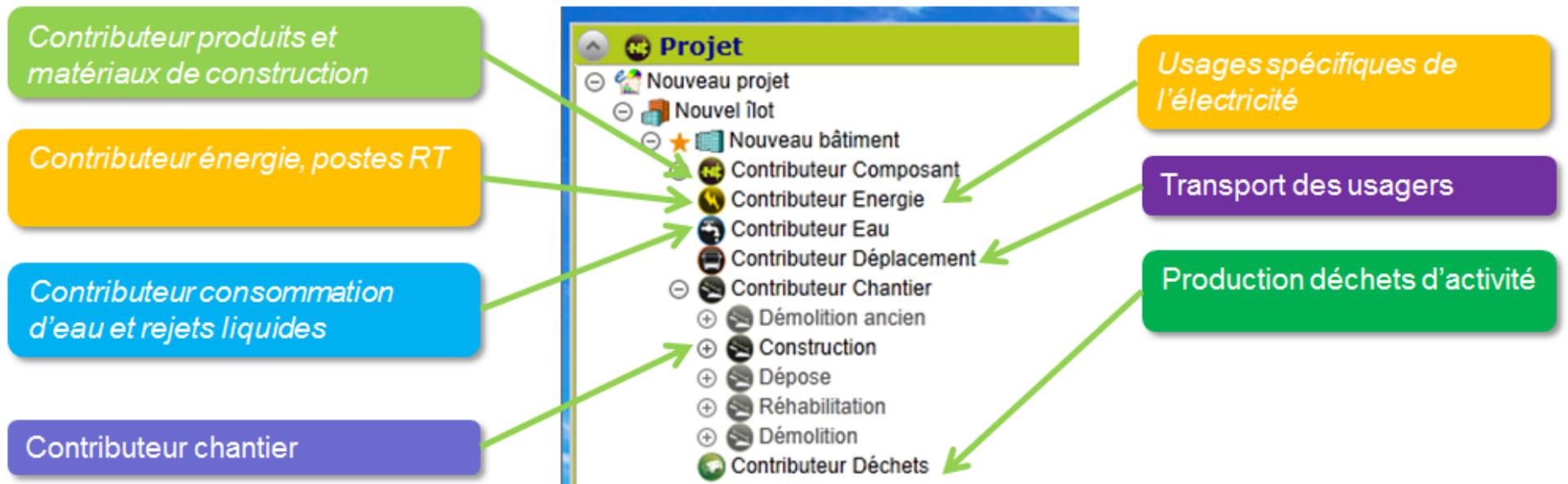


L'outil d'ACV bâtiment : ELODIE



L'outil d'ACV bâtiment : ELODIE

Les différents contributeurs pris en compte par ELODIE



Liste des lots du contributeur Composants (produits et équipements)

(construits en référence aux CCTP)

GROS-ŒUVRE (avec VRD)

1. VRD (Voirie et Réseaux Divers)
2. Fondations et infrastructure
3. Superstructure - Maçonnerie

SECOND-ŒUVRE (hors équipements)

4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie
5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
6. Façades et menuiseries extérieures
7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape - Produits de décoration

SECOND-ŒUVRE (EQUIPEMENTS)

8. CVC (Chauffage – Ventilation – Climatisation)
9. Installations sanitaires
10. Electricité (courants forts et courants faibles)
11. Sécurité des personnes et des bâtiments
12. Eclairage
13. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
14. Equipements de production locale d'électricité

Réaliser une ACV bâtiment sous ELODIE consiste à mettre en correspondance pour chaque contributeur des données relatives au projet étudié et des données environnementales.

❖ Les données d'entrée d'ELODIE

- **Bâtiment** : identification, période de référence pour le calcul (50 et 100 ans), durée de vie programmée de l'ouvrage, SHON, nombre d'occupants, principales caractéristiques...
- **Produits et équipements** :
 - Découpage recommandé : modèle « HQE Performance » en 14 lots
 - Durée de Vie Estimée (DVE) pour chaque produit/équipement : par défaut égale à sa Durée de Vie Typique (DVT)
 - Métré → Quantité de chaque produit/équipement (⚠ unité !)
 - Choix d'une FDES (INIES, ELODIE, autre) pour chaque produit
 - Choix d'un PEP (ELODIE) pour chaque équipement
- **Consommations d'énergie** : en énergie finale, par usage et source énergétique (DES)
- **Consommation d'eau et rejets** : calcul via module ELODIE ou autre source + DES
- **Processus de chantier** → estimations
- **Déplacements des usagers** → lien avec outil « éco-mobilité » d'Effinergie
- **Déchets d'activité** → estimation

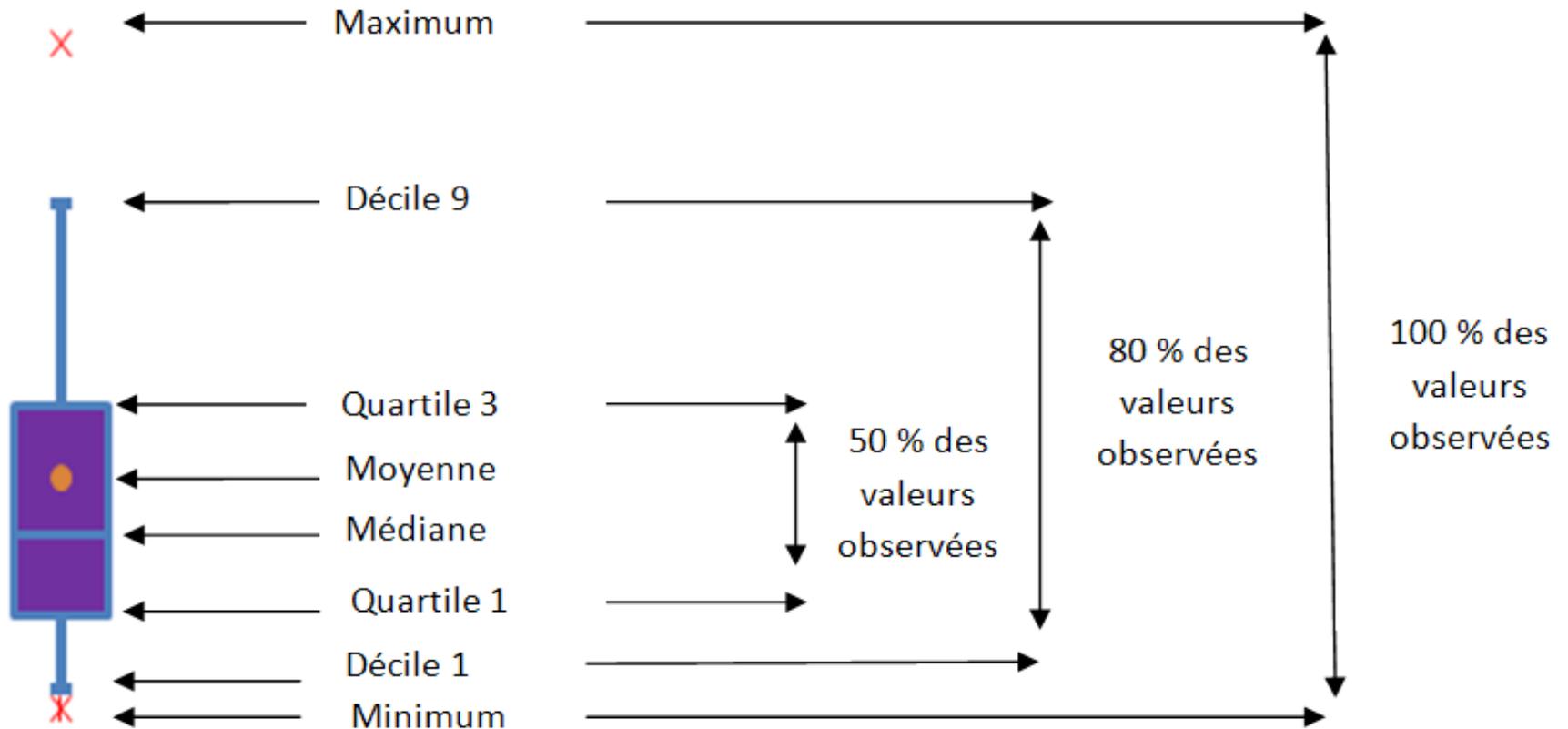
Étapes préparatoires à l'étude statistique

- ❖ **Accompagnement des modélisateurs et premières vérifications**
- ❖ **Etape de Contrôle et de consolidation (CSTB)**
- ❖ **Traitement des valeurs aberrantes (CSTB)**
- ❖ **Capitalisation des données dans un outil « Elodie Stats » (CSTB)**
- ❖ **1^{ère} analyse statistique**

→ **Étapes préparatoires assez chronophages**

→ **Echantillon « consolidé »**

Présentation d'une boxplot (1)



Signification des paramètres d'une boxplot



Description de l'échantillon des bâtiments modélisés

Echantillon 2011 - Echantillon 2012

PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE

PÉRIMÈTRE DU TEST HQE PERFORMANCE 2011

74

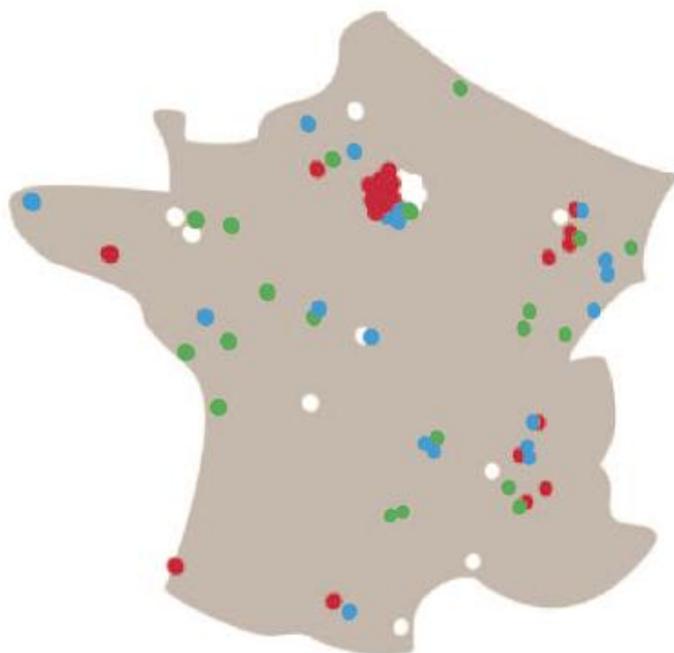
**BÂTIMENTS NEUFS
ÉTUDIÉS :**
New-build buildings studied

20
Maisons individuelles
Detached houses

19
Immeubles collectifs
Multi-residential buildings

21
Bâtiments de bureau
ou administratifs
Office or administrative buildings

14
Bâtiments tertiaires
autres (bâtiments
d'enseignement ou de
recherche, commerce...)
Other tertiary buildings (educational
or research buildings, commerce, etc.)



Ces bâtiments ont des modes constructifs variés : béton, ossature bois, terre cuite, structures mixtes.
These buildings are constructed using different construction methods: concrete, wood frame, terracotta, combined structures, etc.

PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE

PÉRIMÈTRE DU TEST HQE PERFORMANCE 2012

67

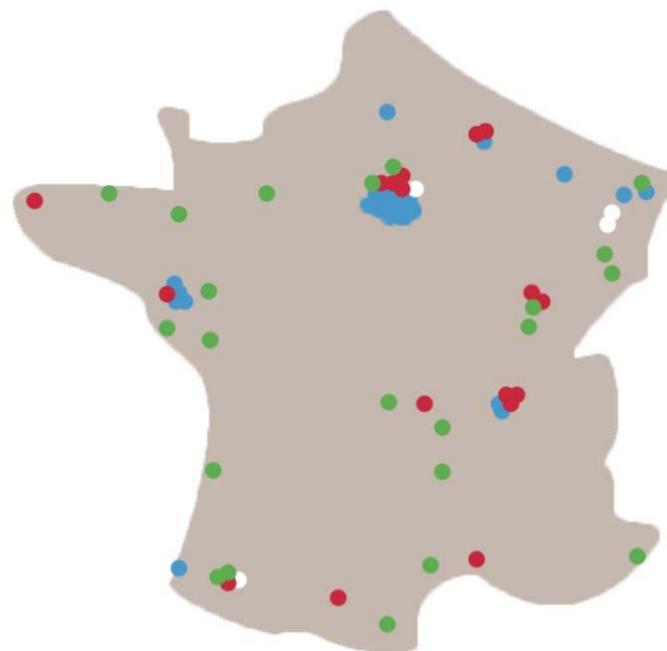
**BÂTIMENTS NEUFS
ÉTUDIÉS :**
New-build buildings studied

22
Maisons individuelles
Detached houses

17
Immeubles collectifs
Multi-residential buildings

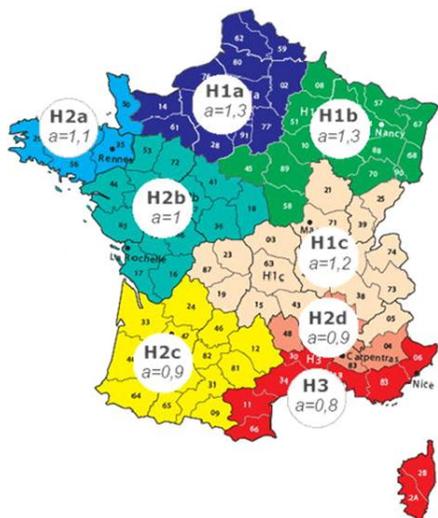
24
Bâtiments de bureau
ou administratifs
Office or administrative buildings

4
Bâtiments tertiaires
autres (bâtiments
d'enseignement ou de
recherche, commerce...)
Other tertiary buildings (educational
or research buildings, commerce, etc.)



Ces bâtiments ont des modes constructifs variés : béton, ossature bois, terre cuite, structures mixtes.
These buildings are constructed using different construction methods: concrete, wood frame, terracotta, combined structures, etc.

Zone climatique



■ H1a

■ H1b

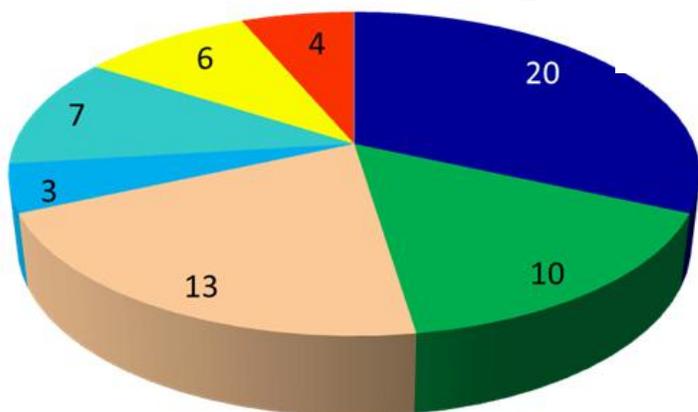
■ H1c

■ H2a

■ H2b

■ H2c

■ H3



Performance énergétique

Sur les 63 bâtiments de l'analyse statistique:

42 BBC

12 RT2012

2 Passiv'Haus

dont **4** « BEPOS »



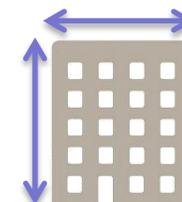
Taille moyenne des bâtiments

(en m²_{SHON})

Bureaux : 17 000 m²

Imm. collectifs : 2 600 m²

Maisons indiv. : 160 m²





63

Tous
All



24

Bâtiments de bureau
ou administratifs
Office or administrative
buildings



17

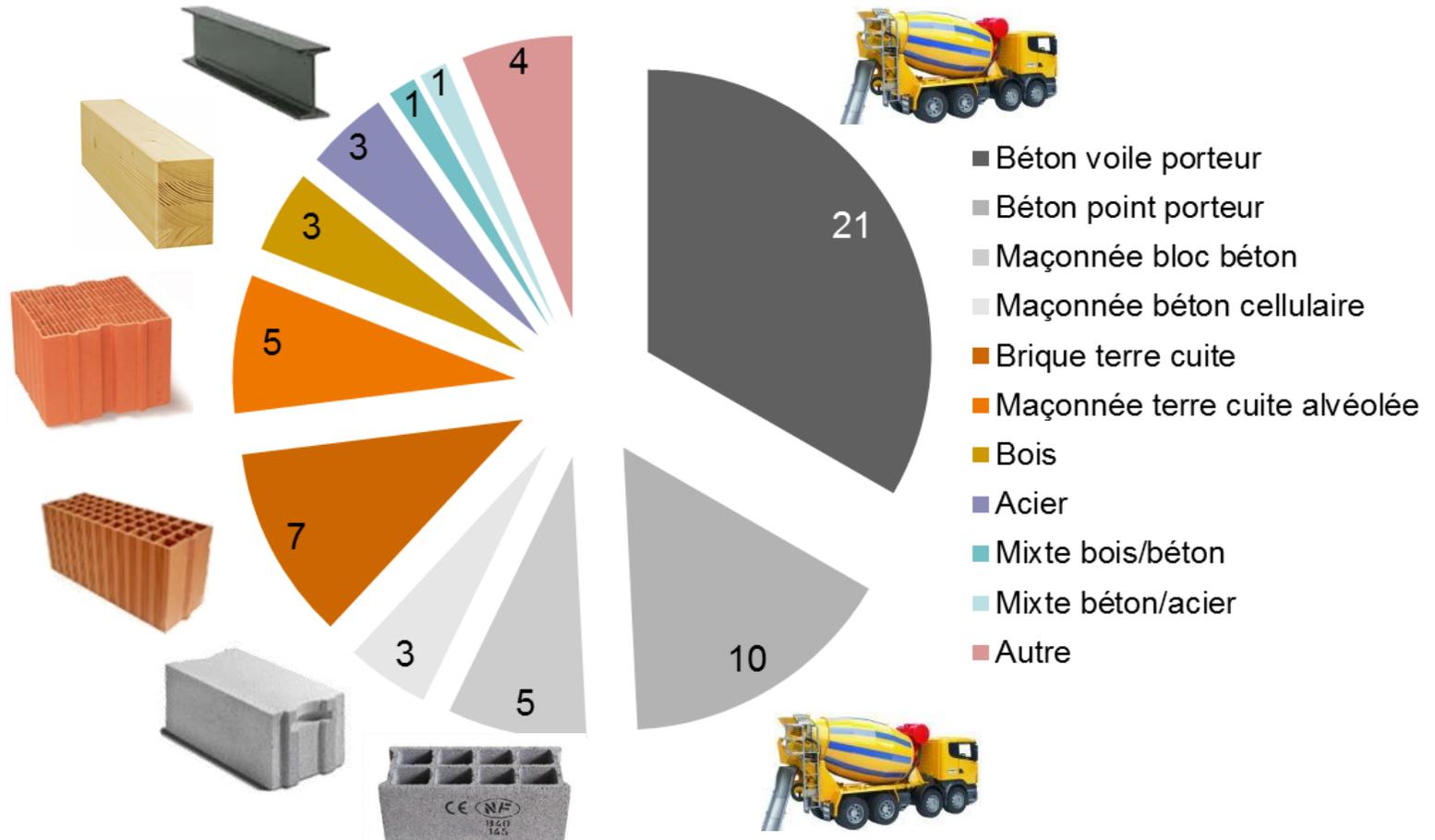
Immeubles
collectifs
Multi-residential
buildings



22

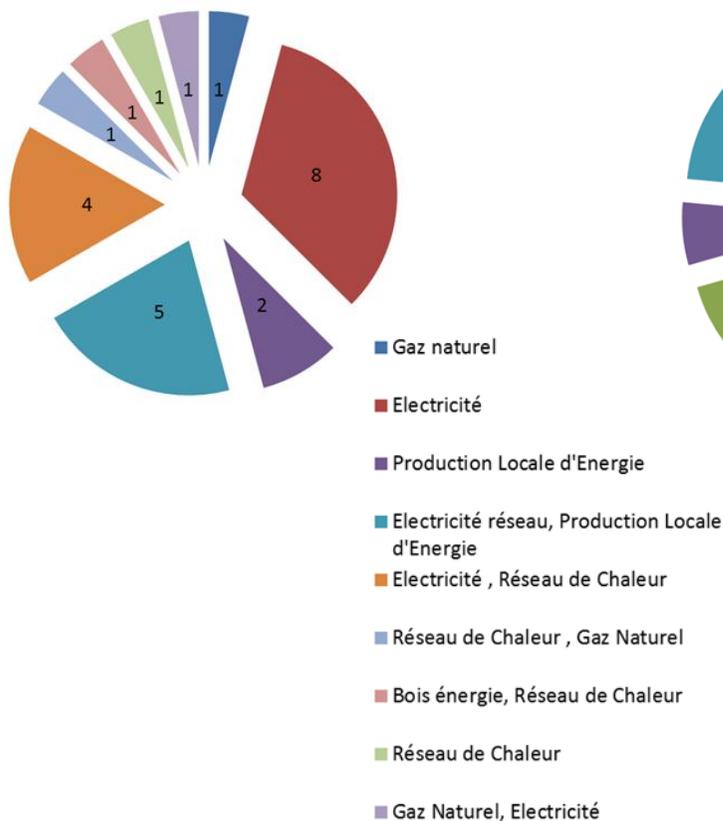
Maisons
individuelles
Detached houses

Les 63 bâtiments selon leur mode constructif

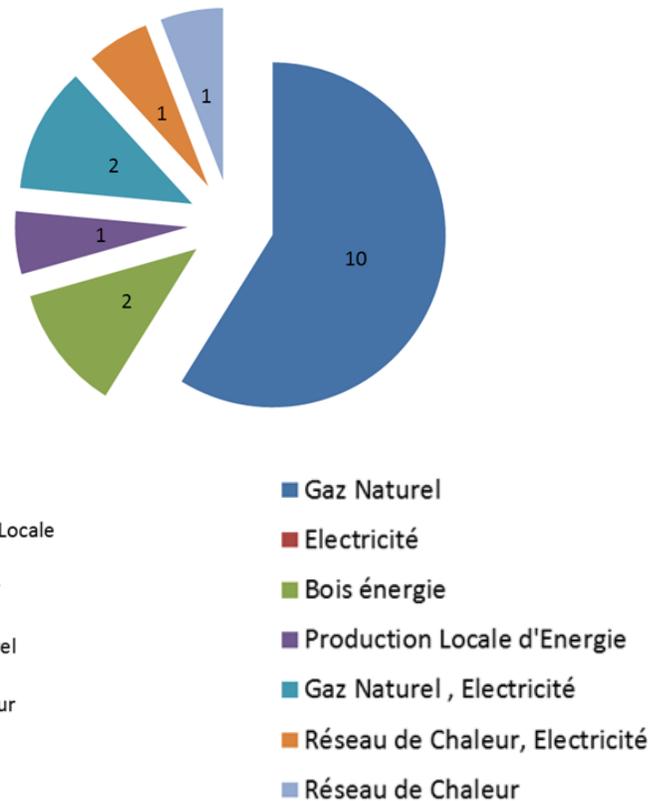


Les vecteurs énergétiques du poste « chauffage »

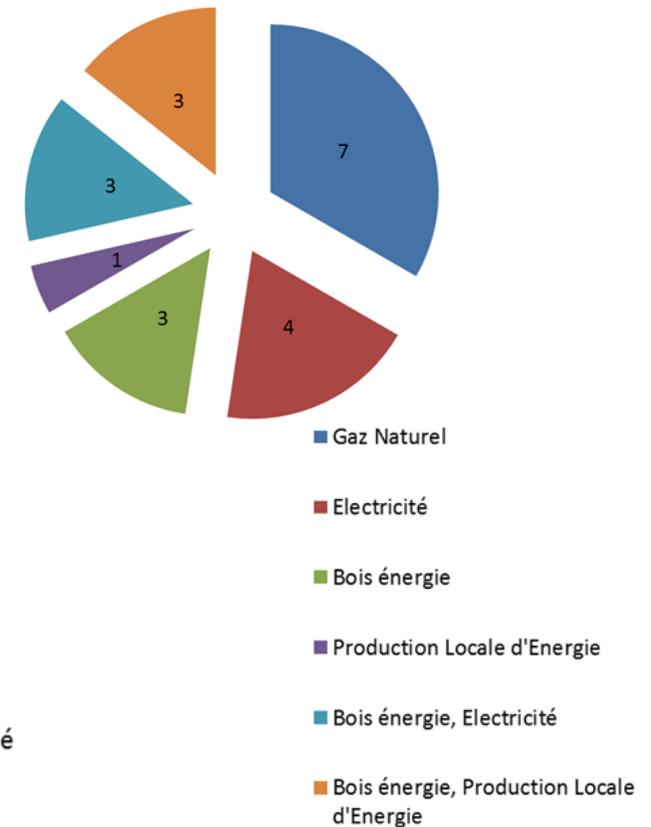
Bâtiments de bureaux



Immeubles collectifs



Maisons individuelles



Remarques sur la représentativité de l'échantillon

Par rapport à l'observatoire BBC :

- ❖ Dans notre échantillon 2012, les immeubles collectifs sont surreprésentés, en nombre d'opérations, par rapport aux maisons individuelles (d'un facteur 4), et la proportion de bâtiments de bureaux est trop importante par rapport aux logements. C'est pourquoi il conviendra, dans la suite de cette présentation, de relativiser les résultats calculés sur l'ensemble des 63 opérations, rapportés pour chaque opération au m² de SHON, représentés en valeur médiane ou en boxplot, et indiqués comme « *valeur toutes typologies confondues* ». Idem pour les résultats de l'échantillon groupé 2011 + 2012.
- ❖ Pour chaque type de bâtiment (BB, IC et MI), au regard notamment des modes constructifs, la représentativité n'est que moyennement bonne par rapport à l'observatoire BBC, mais selon les sources (certificateurs, CNDB pour le bois, etc.) l'appréciation peut varier.
- ❖ Les échantillons 2011 et 2012 d'HQE Performance ont été traités tels quels et n'ont pas été recalibrés ou pondérés pour pouvoir être davantage représentatifs des modes constructifs ou d'autres paramètres des bâtiments français neufs/récents et énergétiquement performants. De plus, la taille des échantillons est encore trop limitée pour prétendre à une bonne représentativité.



Résultats : Tous contributeurs confondus

Des modélisations aux frontières hétérogènes mais en progrès

Parmi les contributeurs à modéliser pour cette 2^{ème} édition du test HQE Performance, tous étaient obligatoires, contrairement au 1^{er} test (2011) où certains étaient optionnels.

Contributeur	Nb de bâtiments ayant modélisé ce contributeur	%
Produits et équipements*	63	100 %
Conso Energie : postes RT	63	100 %
Conso Energie : liée au bâti hors RT	24	38 %
Conso Energie : liée à l'activité	57	90 %
Conso Eau et rejets liquides	62	98 %
Chantier	49*	78 %*
Déplacements usagers	55	87 %
<i>* : de façon plus ou moins complète</i>		

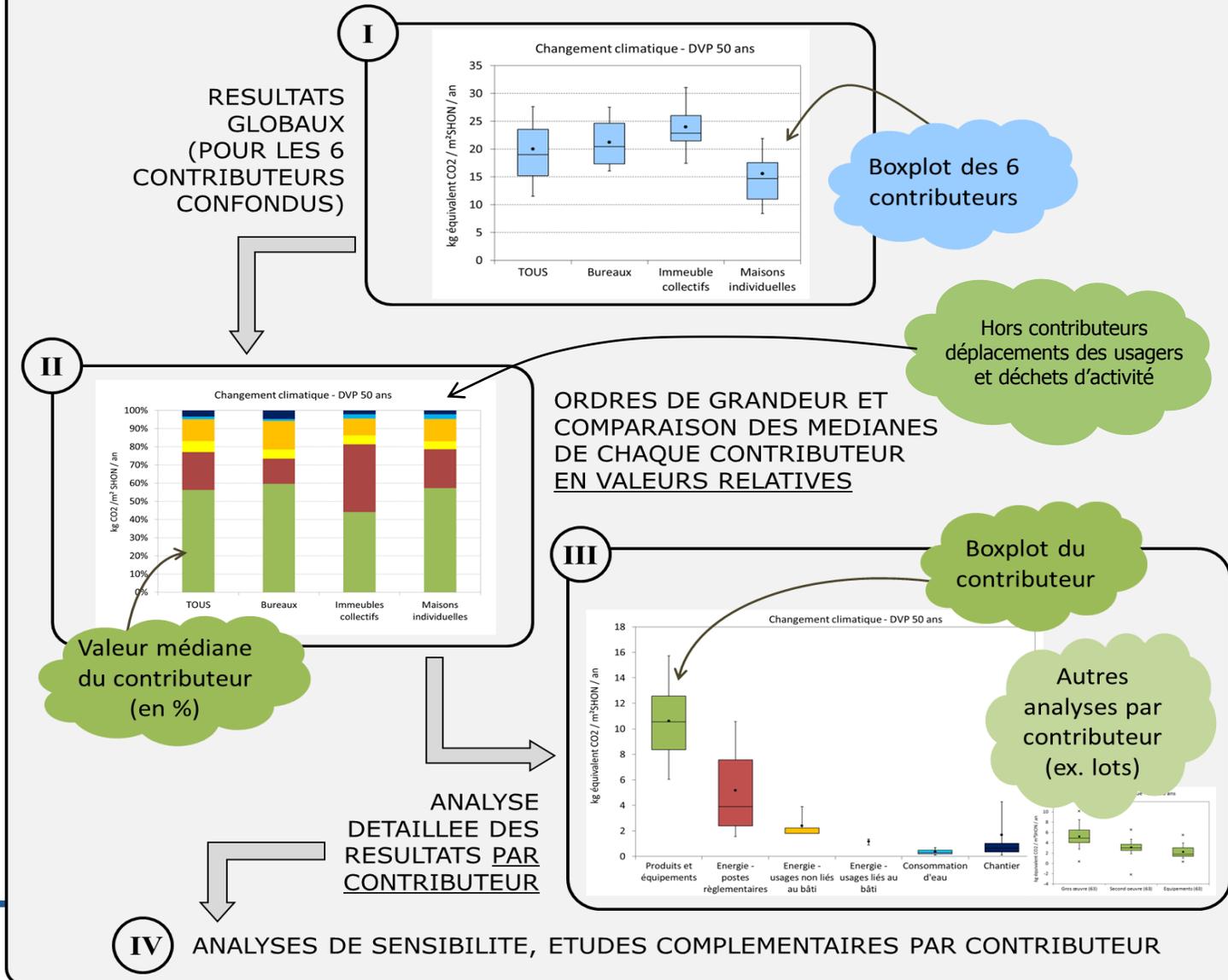
Présentation des résultats : conventions

- ❖ **Les résultats principaux sont présentés pour une période d'étude de 50 ans.**
 - Le rapport détaillé présente aussi les résultats pour une période de 100 ans, en annexe (étude de sensibilité)
- ❖ **Aide à la structuration des lots :**
 - Fourniture d'une arborescence type
 - Pré-programmation de celle-ci dans ELODIE
- ❖ **Choix pour la présentation des résultats :**
 - Période d'étude de 50 ans
 - Valeur médiane pour la somme des six contributeurs, pour sept indicateurs (3 indicateurs de consommation de ressource, 1 indicateur de changement climatique et 3 indicateurs de production de déchets)
 - Poids relatif de chacun des six contributeurs par rapport à la somme des contributeurs. Soit le rapport entre la médiane d'un contributeur et la somme des médianes.
- ❖ **CSTB : Capitalisation des données dans un outil « Elodie Stats » et analyse statistique**

Démarche d'analyse statistique

Pour chaque indicateur

DEMARCHE D'ANALYSE STATISTIQUE PAR INDICATEUR ENVIRONNEMENTAL

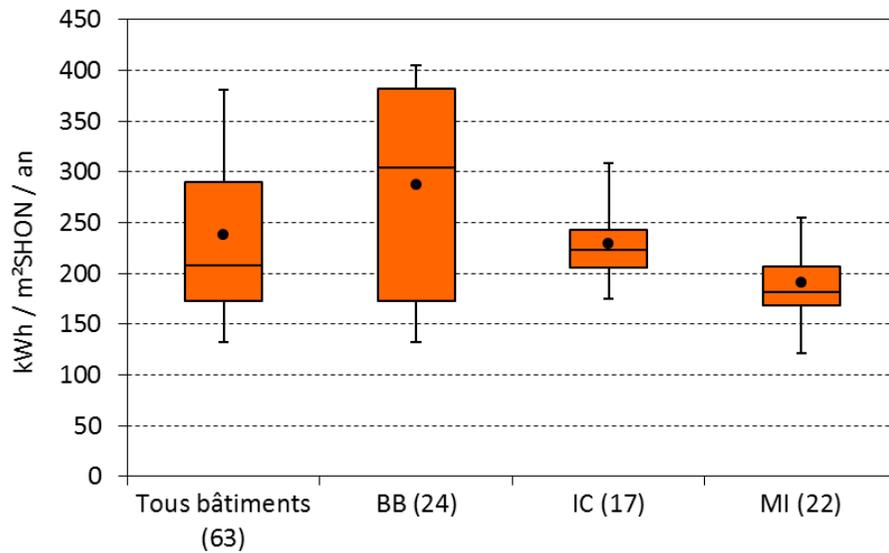


Tous contributeurs confondus

Indicateur énergie primaire totale

Par unité de surface

Energie primaire totale - DVP 50 ans

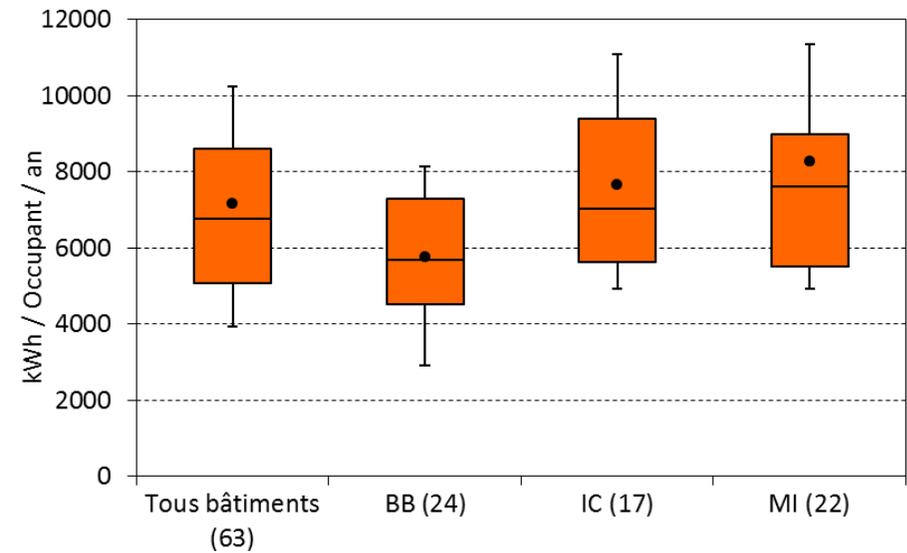


Tous	BB	IC	MI
210	300	225	180

Médianes en kWh_{ep}/m²_{SHON}/an

Par occupant

Energie primaire totale - DVP 50 ans



Tous	BB	IC	MI
6768	5675	7034	7609

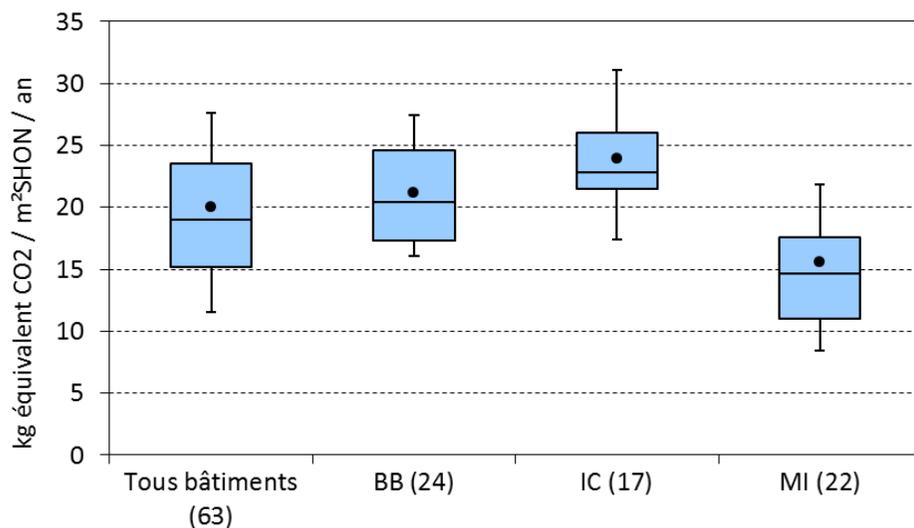
Médianes en kWh_{ep}/occupant/an

Tous contributeurs confondus

Indicateur changement climatique

Par unité de surface

Changement climatique - DVP 50 ans

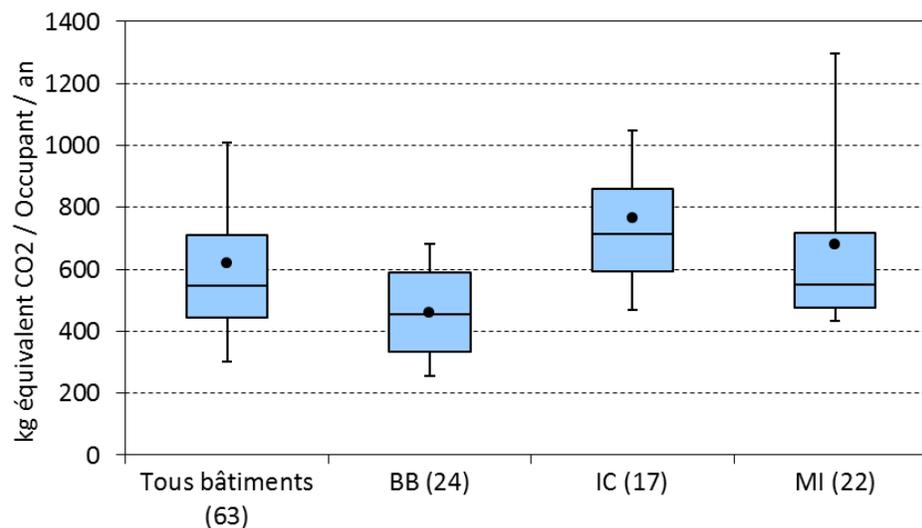


Tous	BB	IC	MI
19	20	23	15

Médianes en kg eqCO₂/m²_{SHON}/an

Par occupant

Changement climatique - DVP 50 ans



Tous	BB	IC	MI
546	454	715	550

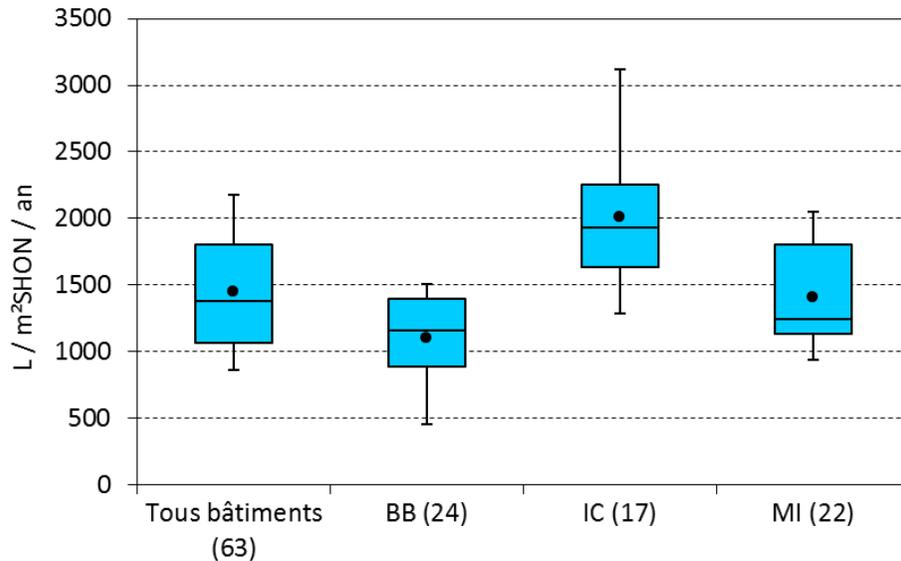
Médianes en kg eqCO₂/occupant/an

Tous contributeurs confondus

Indicateur consommation d'eau

Par unité de surface

Consommation d'eau totale - DVP 50 ans

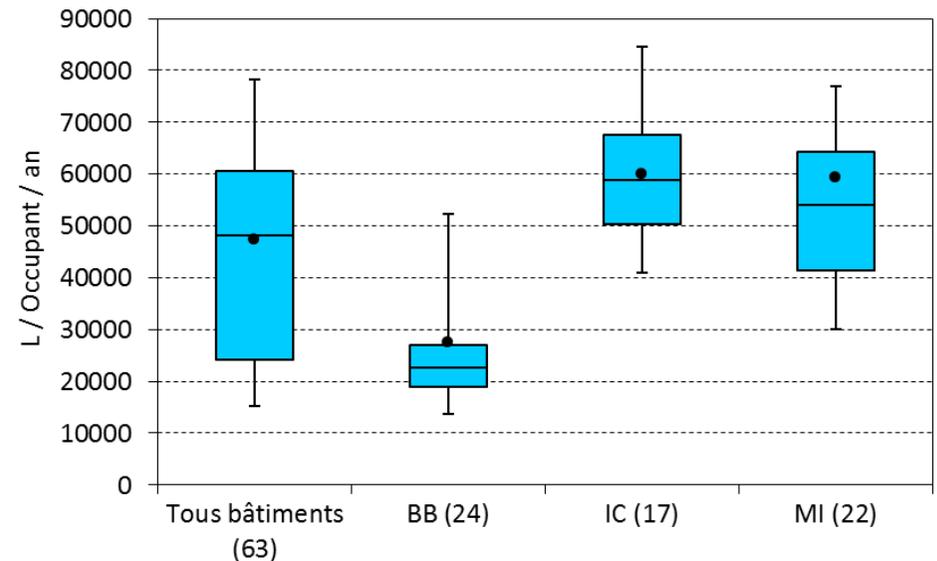


Tous	BB	IC	MI
1,38	1,17	1,93	1,25

Médianes en m³/m²_{SHON}/an

Par occupant

Consommation d'eau totale - DVP 50 ans



Tous	BB	IC	MI
48	23	59	54

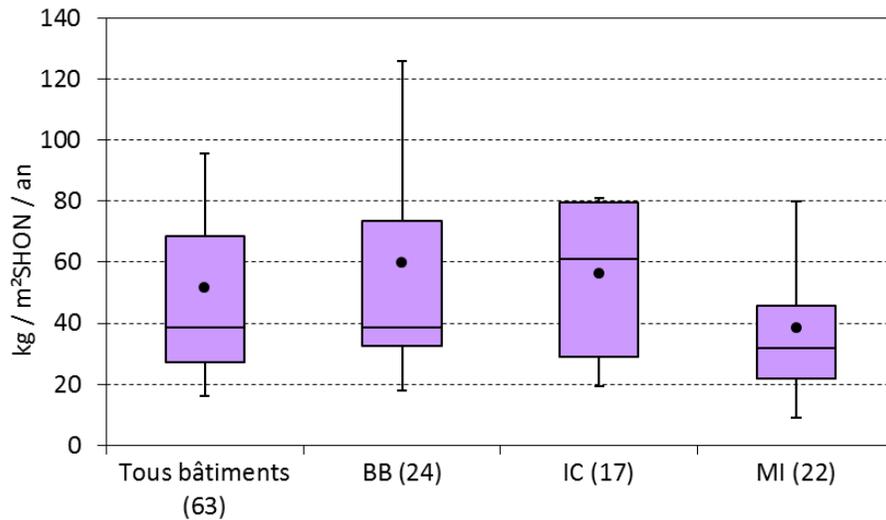
Médianes en m³/occupant/an

Tous contributeurs confondus

Indicateur déchets inertes (et sensibilité à la DVP)

DVP = **50** ans

Déchets inertes - DVP 50 ans

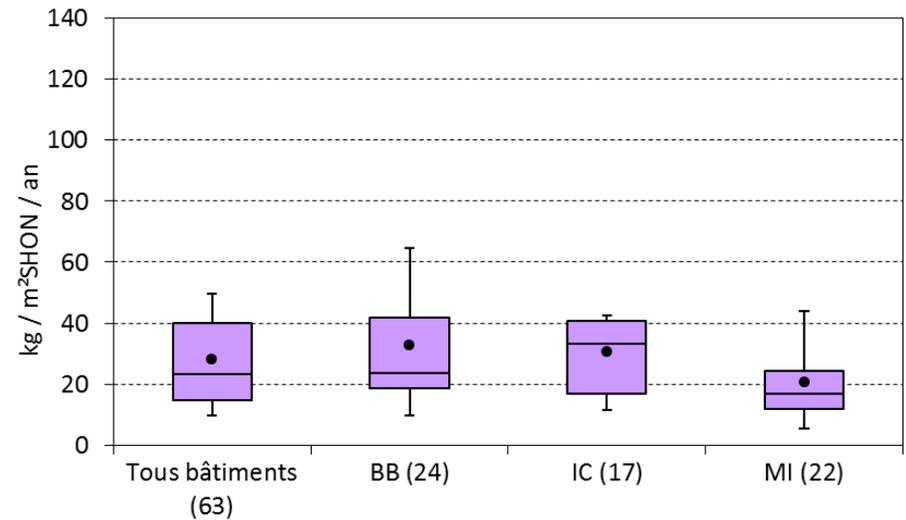


Médianes en kg/m²_{SHON}/an

Tous	BB	IC	MI
40	40	60	32

DVP = **100** ans

Déchets inertes - DVP 100 ans



Médianes en kg/m²_{SHON}/an

Tous	BB	IC	MI
23	23	33	17

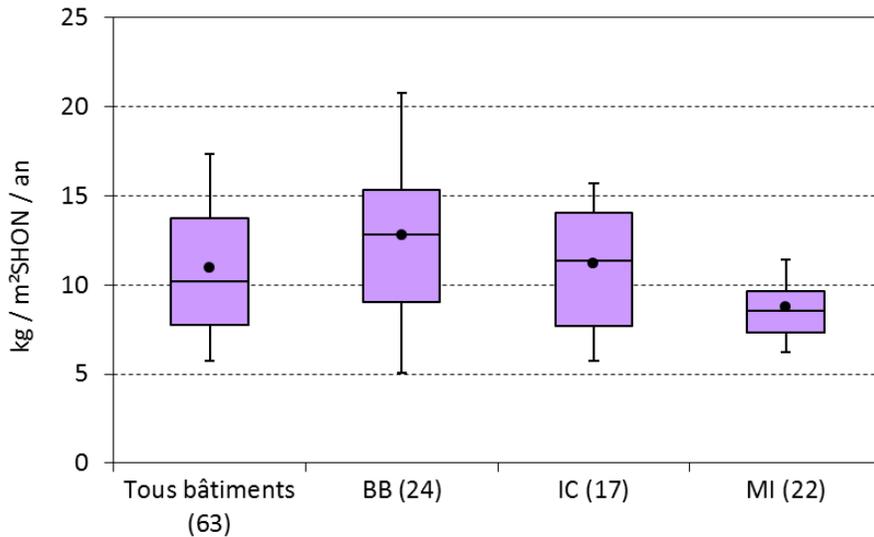
→ Influence très forte de la DVP (-40%), due au contributeur Produits et équipements

Tous contributeurs confondus

Indicateur déchets non dangereux (et sensibilité à la DVP)

DVP = **50** ans

Déchets non dangereux - DVP 50 ans

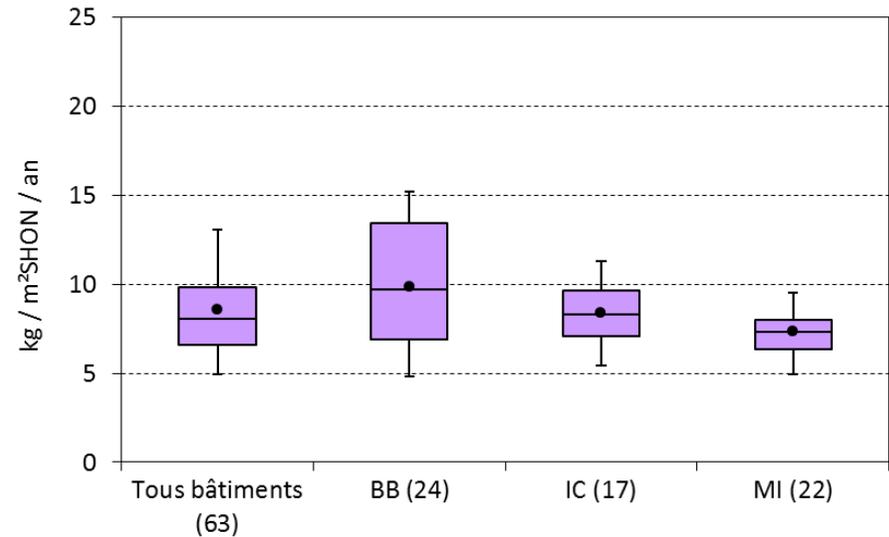


Médianes en $\text{kg/m}^2_{\text{SHON}}/\text{an}$

Tous	BB	IC	MI
10	13	11	9

DVP = **100** ans

Déchets non dangereux - DVP 100 ans



Médianes en $\text{kg/m}^2_{\text{SHON}}/\text{an}$

Tous	BB	IC	MI
8	10	8	7

→ Influence assez forte à la DVP (-20%)

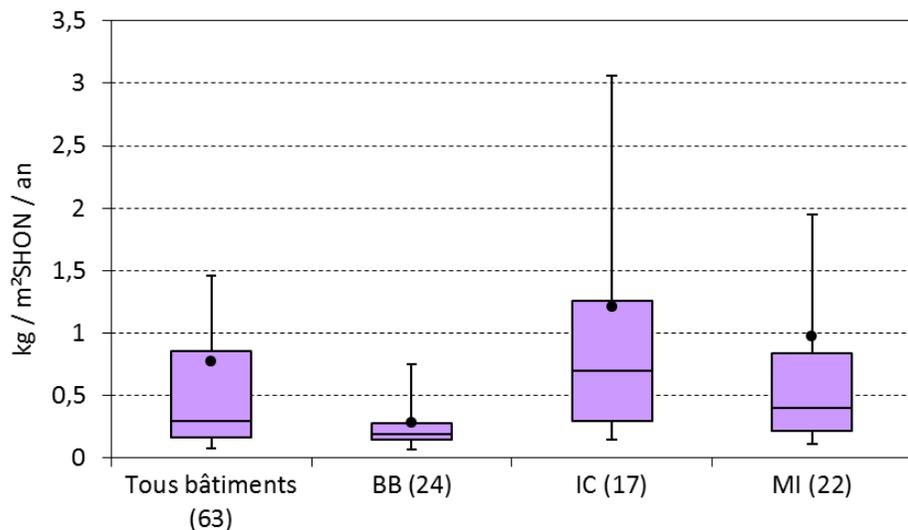
Tous contributeurs confondus

Indicateur déchets dangereux (et sensibilité à la DVP)

DVP = **50** ans

DVP = **100** ans

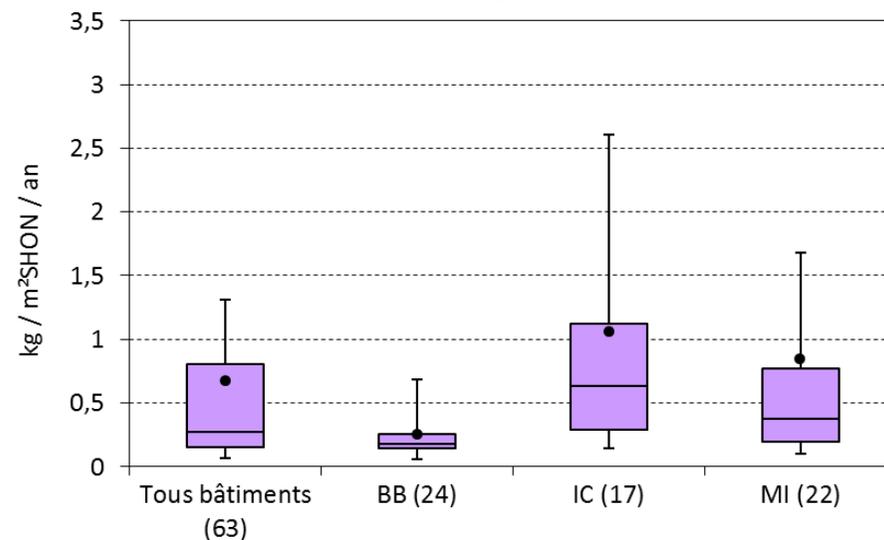
Déchets dangereux - DVP 50 ans



Médianes en $\text{kg}/\text{m}^2_{\text{SHON}}/\text{an}$

Tous	BB	IC	MI
0,3	0,2	0,7	0,4

Déchets dangereux - DVP 100 ans



Médianes en $\text{kg}/\text{m}^2_{\text{SHON}}/\text{an}$

Tous	BB	IC	MI
0,3	0,2	0,6	0,4

→ Influence très faible de la DVP (entre 0 et -5%) sur l'indicateur déchets dangereux

Médianes des indicateurs par contributeur : ordres de grandeur et comparaison

Les résultats sont à présent décomposés en valeur médiane par contributeur

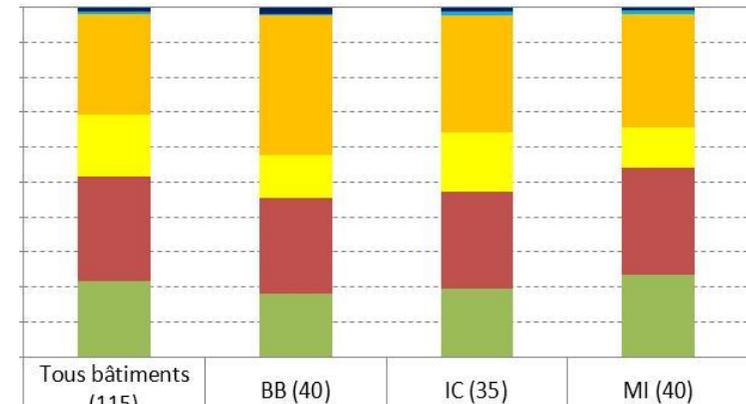
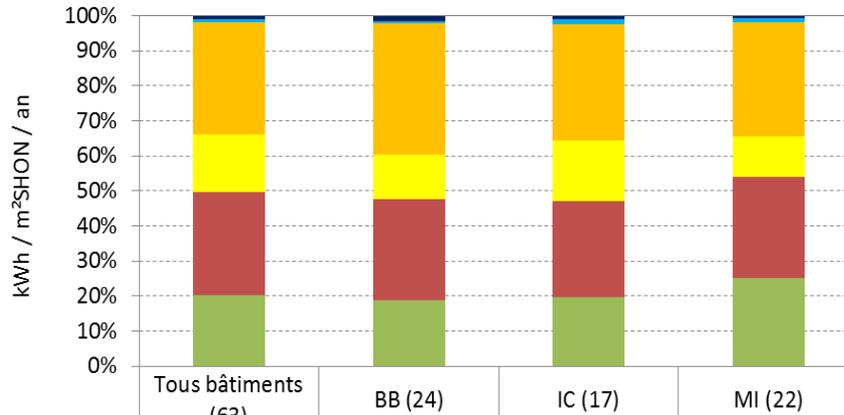
Avertissement :

- Dans les tableaux de valeurs sous chaque histogramme empilé, **la médiane est considérée comme l'ordre de grandeur** de l'impact environnemental du contributeur pour l'indicateur considéré.
- La **médiane** a été préférée à la moyenne dans la mesure il existe dans l'échantillon de bâtiments des valeurs extrêmes.
- Nous insistons également sur le fait qu'il ne faut pas sommer les valeurs médianes de chaque contributeur dans les tableaux de résultats présentés dans cette partie.
- Les ordres de grandeur des contributeurs sont présentés en **contributions relatives** dans les figures suivantes.
- Le graphique de gauche représente l'échantillon 2012, celui de droite le groupement des échantillons 2011 + 2012.

Energie primaire totale (DVP 50 ans)

Echantillon 2012

Echantillons 2011 + 2012



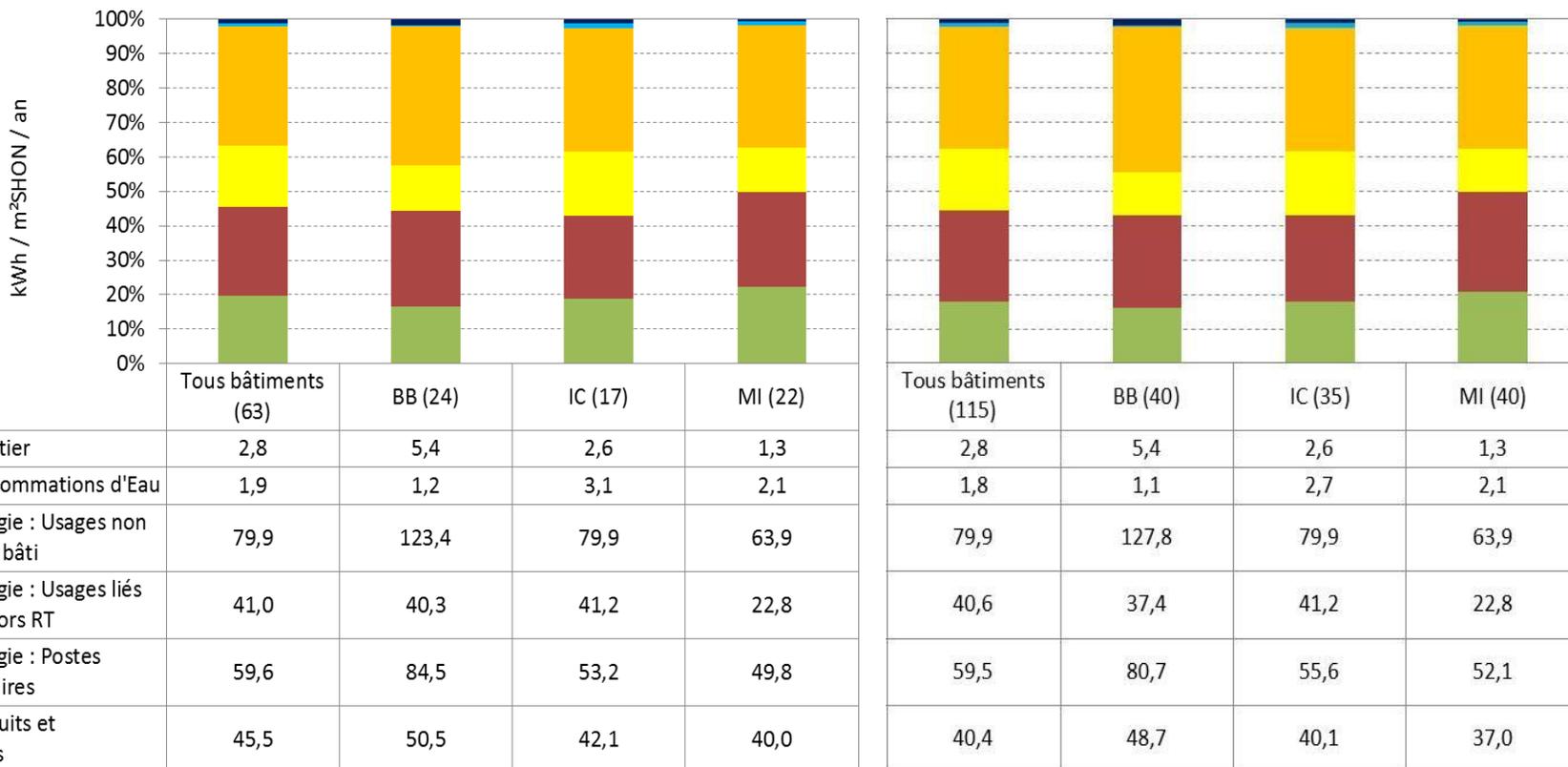
Contributeur	Tous bâtiments (63)	BB (24)	IC (17)	MI (22)	Tous bâtiments (115)	BB (40)	IC (35)	MI (40)
■ Contributeur chantier	2,9	5,6	2,7	1,5	2,9	5,6	2,7	1,5
■ Contributeur Consommations d'Eau	2,1	1,4	3,4	2,3	1,9	1,2	3,0	2,3
■ Contributeur Energie : Usages non liés au bâti	83,3	124,2	83,3	66,7	67,5	128,8	83,3	66,7
■ Contributeur Energie : Usages liés au bâti hors RT	42,8	42,0	43,0	23,8	42,0	39,0	42,9	23,8
■ Contributeur Energie : Postes réglementaires	76,5	95,3	68,8	59,4	70,6	87,5	69,2	62,9
■ Contributeur Produits et Equipements	52,5	62,8	49,7	51,4	50,6	57,2	48,1	48,0

- Fort enjeu sur les consommations d'énergie liées à l'activité (électroménager, bureautique...)
- Contribution des produits et équipements : proche de $50 \text{ kWh}_{ep}/\text{m}^2_{SHON}/\text{an}$
- Enjeu sur les usages liés au bâti hors postes RT (à creuser car résultats pas assez fiables)

Energie primaire non renouvelable (DVP 50 ans)

Echantillon 2012

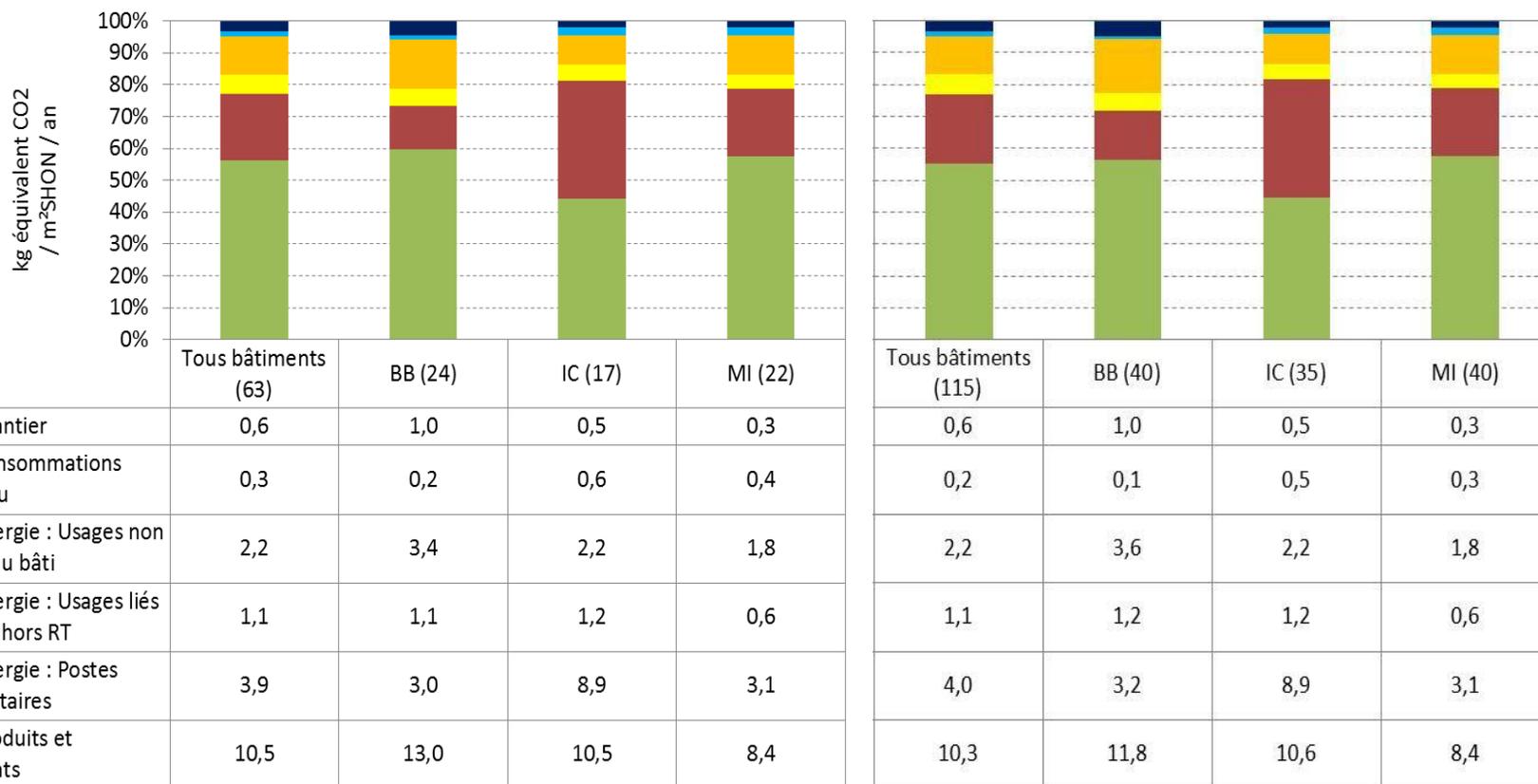
Echantillons 2011 + 2012



Changement climatique (DVP 50 ans)

Echantillon 2012

Echantillons 2011 + 2012

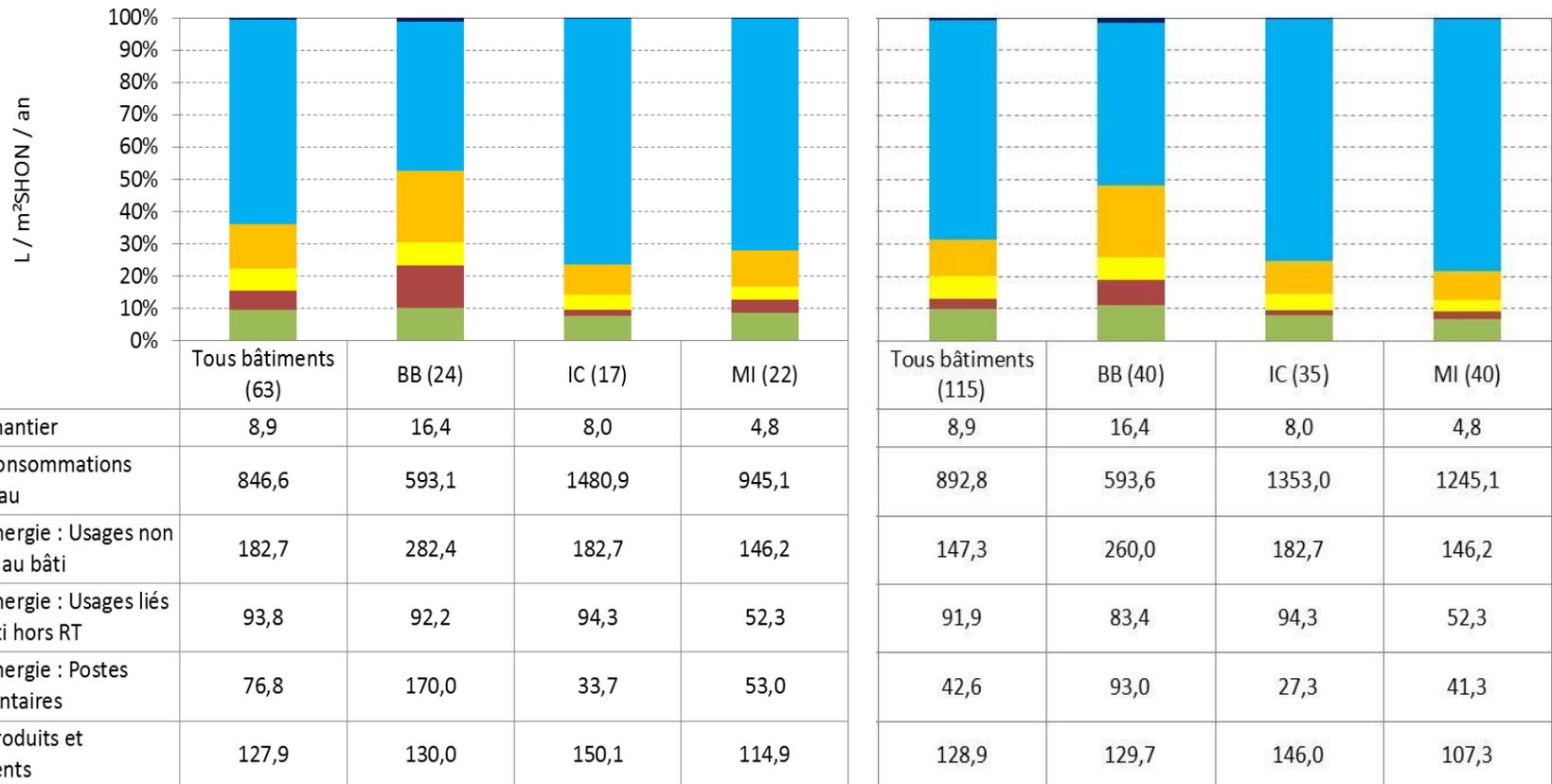


■ Contribution prédominante des produits et équipements

Consommation d'eau (DVP 50 ans)

Echantillon 2012

Echantillons 2011 + 2012

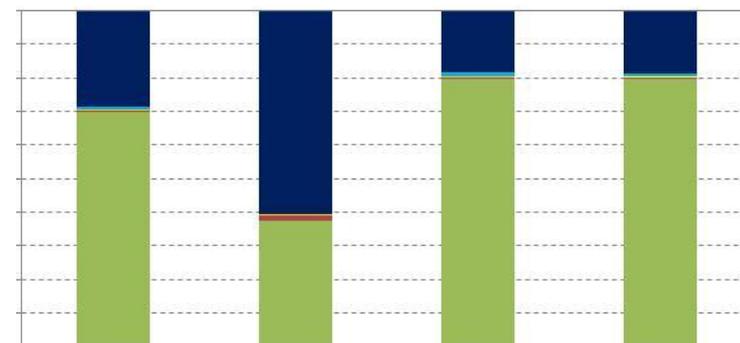
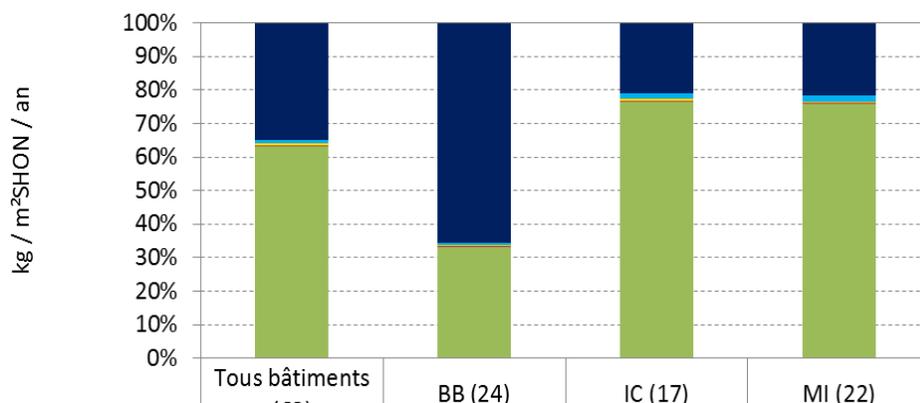


- Contribution prédominante de la phase d'utilisation (usages de l'eau mais aussi consommations d'électricité)

Déchets inertes (DVP 50 ans)

Echantillon 2012

Echantillons 2011 + 2012



	Tous bâtiments (63)	BB (24)	IC (17)	MI (22)
■ Contributeur chantier	13,0	40,5	8,9	6,5
■ Contributeur Consommations d'Eau	0,4	0,3	0,7	0,5
■ Contributeur Energie : Usages non liés au bâti	0,1	0,2	0,1	0,1
■ Contributeur Energie : Usages liés au bâti hors RT	0,1	0,1	0,1	0,0
■ Contributeur Energie : Postes réglementaires	0,1	0,2	0,1	0,1
■ Contributeur Produits et Equipements	23,5	20,4	32,4	22,5

	Tous bâtiments (115)	BB (40)	IC (35)	MI (40)
■ Contributeur chantier	13,0	40,5	8,9	6,5
■ Contributeur Consommations d'Eau	0,3	0,2	0,6	0,2
■ Contributeur Energie : Usages non liés au bâti	0,1	0,2	0,1	0,1
■ Contributeur Energie : Usages liés au bâti hors RT	0,1	0,1	0,1	0,0
■ Contributeur Energie : Postes réglementaires	0,2	0,8	0,2	0,1
■ Contributeur Produits et Equipements	31,5	25,2	38,7	27,5

- En valeurs absolues : forte réduction des déchets inertes dus aux produits et équipements dans l'étude 2012 par rapport à la 1^{ère} étude

Déchets non dangereux (DVP 50 ans)

Echantillon 2012

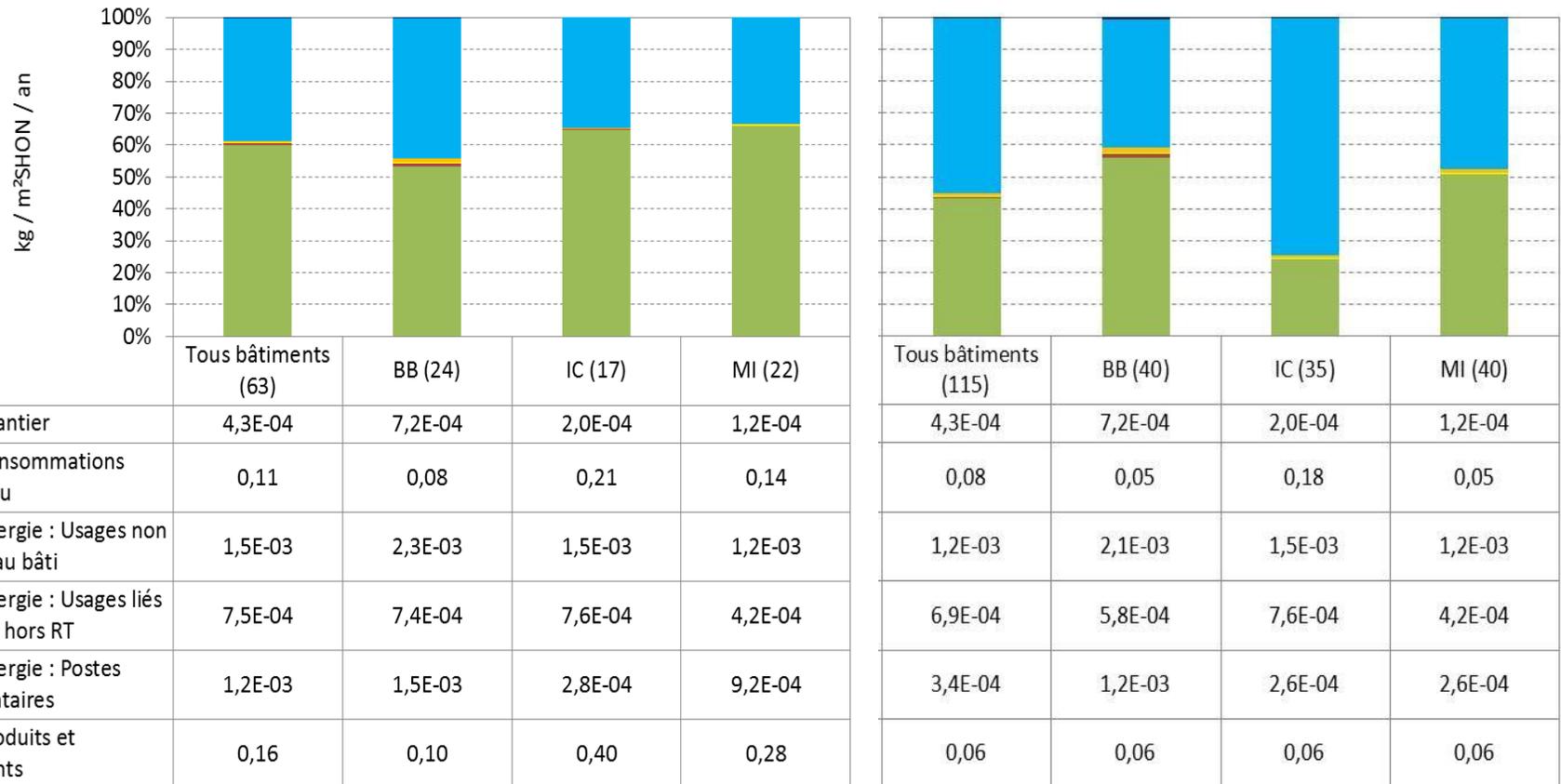
Echantillons 2011 + 2012



Déchets dangereux (DVP 50 ans)

Echantillon 2012

Echantillons 2011 + 2012



- En valeurs absolues : forte augmentation des déchets dangereux dus aux produits et équipements dans l'étude 2012 par rapport à la 1^{ère} étude (modélisation des équipements)

Synthèse des résultats par contributeur

❖ Bureaux (échantillon 2012-2013)

Expérimentation HQE Performance (synthèse des résultats pour l'échantillon 2012-2013 de 63 bâtiments)

Durée d'analyse / Période d'étude référence / DVP: 50 ans



CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU

EMISSIONS DE POLLUANT

PRODUCTION DE DECHETS

Contributeur	Correspondance EN 15978	E.primaire.totale [KWh/m ² SHON/an]	E.non.renov [KWh/m ² SHON/an]	Conso.eau [L/m ² SHON/an]	Chgt Clim. [kg-eqCO ₂ /m ² SHON/an]	D.inertes [kg/m ² SHON/an]	D.non.dang [kg/m ² SHON/an]	D.dang. [kg/m ² SHON/an]
TOTAL 6 CONTRIBUTEURS	[modules A-B-C]	300	290	1165	20	40	13	0,2
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
CHANTIER	[module A5]	1%	1%	1%	3%	33%	0%	0%
EAU	[module B7]	1%	1%	46%	1%	1%	1%	44%
ENERGIE - postes RT	[module B6]	29%	26%	13%	14%	0%	7%	1%
ENERGIE - spécifique (bâti)	[module B6]	13%	18%	7%	5%	0%	4%	0%
ENERGIE - spécifique (activité)	[module B6]	37%	35%	22%	16%	0%	11%	1%
PRODUITS et EQUIPEMENTS	[modules A-B-C]	19%	20%	10%	60%	66%	77%	53%

Synthèse des résultats par contributeur

❖ Bureaux (regroupement des 2 échantillons)

Expérimentations HQE Performance (synthèse des résultats pour les échantillons 2010-2011 et 2012-2013)

Durée d'analyse / Période d'étude référence / DVP: 50 ans



CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU

EMISSIONS DE POLLUANT

PRODUCTION DE DECHETS

Contributeur	Correspondance EN 15978	E.primaire.totale [KWh/m ² SHON/an]	E.non.renov [KWh/m ² SHON/an]	Conso.eau [L/m ² SHON/an]	Chgt Clim. [kg-eqCO ₂ /m ² SHON/an]	D.inertes [kg/m ² SHON/an]	D.non.dang [kg/m ² SHON/an]	D.dang. [kg/m ² SHON/an]
TOTAL 6 CONTRIBUTEURS	[modules A-B-C]	319	301	1176	21	67	12	0,1
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
CHANTIER	[module A5]	2%	2%	1%	5%	60%	0%	1%
EAU	[module B7]	0%	0%	50%	1%	0%	0%	40%
ENERGIE - postes RT	[module B6]	27%	27%	8%	15%	1%	4%	1%
ENERGIE - spécifique (bâti)	[module B6]	12%	12%	7%	6%	0%	3%	1%
ENERGIE - spécifique (activité)	[module B6]	40%	42%	22%	17%	0%	12%	2%
PRODUITS et EQUIPEMENTS	[modules A-B-C]	18%	16%	11%	56%	38%	80%	56%

Synthèse des résultats par contributeur

❖ Immeubles collectifs (échantillon 2012-2013)

Expérimentation HQE Performance (synthèse des résultats pour l'échantillon 2012-2013 de 63 bâtiments)								
Durée d'analyse / Période d'étude référence / DVP: 50 ans								
		CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU			EMISSIONS DE POLLUANT	PRODUCTION DE DECHETS		
Contributeur	Correspondance EN 15978	E.primaire.totale [KWh/m²SHON/an]	E.non.renov [KWh/m²SHON/an]	Conso.eau [L/m²SHON/an]	Chgt Clim. [kg-eqCO2/m²SHON/an]	D.inertes [kg/m²SHON/an]	D.non.dang [kg/m²SHON/an]	D.dang. [kg/m²SHON/an]
TOTAL 6 CONTRIBUTEURS	[modules A-B-C]	225	210	1930	23	60	11	0,7
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
CHANTIER	[module A5]	1%	1%	0%	2%	21%	0%	0%
EAU	[module B7]	1%	1%	76%	2%	2%	2%	33%
ENERGIE - postes RT	[module B6]	27%	24%	2%	37%	0%	2%	0%
ENERGIE - spécifique (bâti)	[module B6]	17%	19%	5%	5%	0%	4%	0%
ENERGIE - spécifique (activité)	[module B6]	33%	36%	9%	9%	0%	8%	0%
PRODUITS et EQUIPEMENTS	[modules A-B-C]	20%	19%	8%	44%	76%	84%	66%

Synthèse des résultats par contributeur

❖ Immeubles collectifs (regroupement des 2 échantillons)

Expérimentations HQE Performance (synthèse des résultats pour les échantillons 2010-2011 et 2012-2013)

Durée d'analyse / Période d'étude référence / DVP: 50 ans



CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU

EMISSIONS DE POLLUANT

PRODUCTION DE DECHETS

Contributeur	Correspondance EN 15978	E.primaire.totale [KWh/m²SHON/an]	E.non.renov [KWh/m²SHON/an]	Conso.eau [L/m²SHON/an]	Chgt Clim. [kg-eqCO2/m²SHON/an]	D.inertes [kg/m²SHON/an]	D.non.dang [kg/m²SHON/an]	D.dang. [kg/m²SHON/an]
TOTAL 6 CONTRIBUTEURS	[modules A-B-C]	249	222	1811	24	49	13	0,2
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
CHANTIER	[module A5]	1%	1%	0%	2%	18%	0%	0%
EAU	[module B7]	1%	1%	75%	2%	1%	1%	75%
ENERGIE - postes RT	[module B6]	28%	25%	2%	37%	0%	1%	0%
ENERGIE - spécifique (bâti)	[module B6]	17%	19%	5%	5%	0%	4%	0%
ENERGIE - spécifique (activité)	[module B6]	33%	36%	10%	9%	0%	8%	1%
PRODUITS et EQUIPEMENTS	[modules A-B-C]	19%	18%	8%	45%	80%	85%	24%

Synthèse des résultats par contributeur

❖ Maisons individuelles (échantillon 2012-2013)

Expérimentation HQE Performance (synthèse des résultats pour l'échantillon 2012-2013 de 63 bâtiments)

Durée d'analyse / Période d'étude référence / DVP: 50 ans



CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU

EMISSIONS DE POLLUANT

PRODUCTION DE DECHETS

Contributeur	Correspondance EN 15978	E.primaire.totale [KWh/m²SHON/an]	E.non.renov [KWh/m²SHON/an]	Conso.eau [L/m²SHON/an]	Chgt Clim. [kg-eqCO2/m²SHON/an]	D.inertes [kg/m²SHON/an]	D.non.dang [kg/m²SHON/an]	D.dang. [kg/m²SHON/an]
TOTAL 6 CONTRIBUTEURS	[modules A-B-C]	180	150	1245	15	32	9	0,4
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
CHANTIER	[module A5]	1%	1%	0%	2%	22%	0%	0%
EAU	[module B7]	1%	1%	72%	3%	2%	1%	33%
ENERGIE - postes RT	[module B6]	29%	28%	4%	21%	0%	3%	0%
ENERGIE - spécifique (bâti)	[module B6]	12%	13%	4%	4%	0%	3%	0%
ENERGIE - spécifique (activité)	[module B6]	33%	36%	11%	12%	0%	9%	0%
PRODUITS et EQUIPEMENTS	[modules A-B-C]	25%	22%	9%	57%	76%	83%	66%

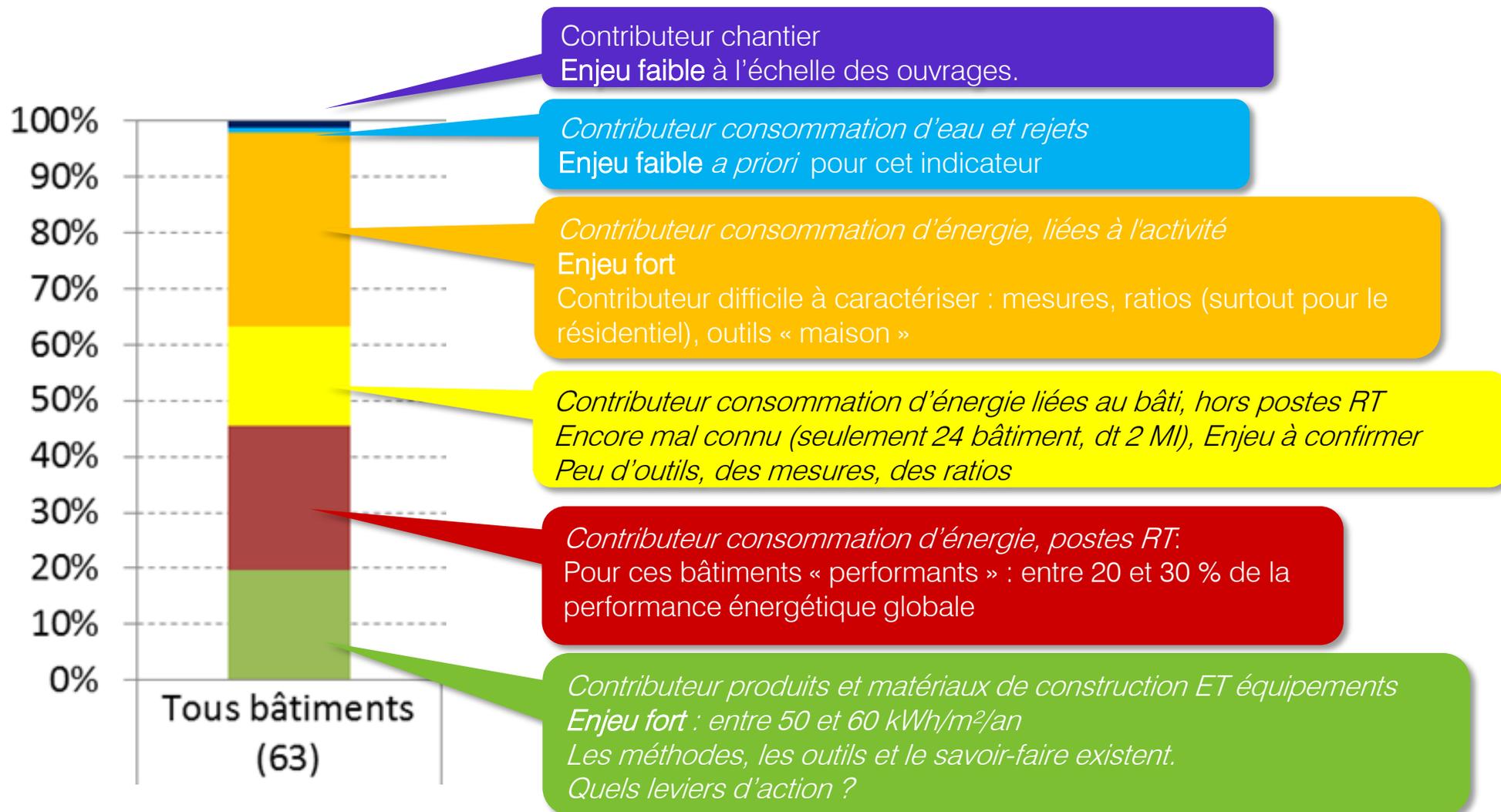
Synthèse des résultats par contributeur

❖ Maisons individuelles (regroupement des 2 échantillons)

Durée d'analyse / Période d'étude référence / DVP: 50 ans								
		CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU			EMISSIONS DE POLLUANT	PRODUCTION DE DECHETS		
Contributeur	Correspondance EN 15978	E.primaire.totale [KWh/m²SHON/an]	E.non.renov [KWh/m²SHON/an]	Conso.eau [L/m²SHON/an]	Chgt Clim. [kg-eqCO2/m²SHON/an]	D.inertes [kg/m²SHON/an]	D.non.dang [kg/m²SHON/an]	D.dang. [kg/m²SHON/an]
TOTAL 6 CONTRIBUTEURS	[modules A-B-C]	205	179	1597	15	35	9	0,1
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
CHANTIER	[module A5]	1%	1%	0%	2%	19%	0%	0%
EAU	[module B7]	1%	1%	78%	2%	1%	0%	47%
ENERGIE - postes RT	[module B6]	31%	29%	3%	21%	0%	2%	0%
ENERGIE - spécifique (bâti)	[module B6]	12%	13%	3%	4%	0%	3%	0%
ENERGIE - spécifique (activité)	[module B6]	32%	36%	9%	12%	0%	9%	1%
PRODUITS et EQUIPEMENTS	[modules A-B-C]	23%	21%	7%	57%	80%	86%	51%

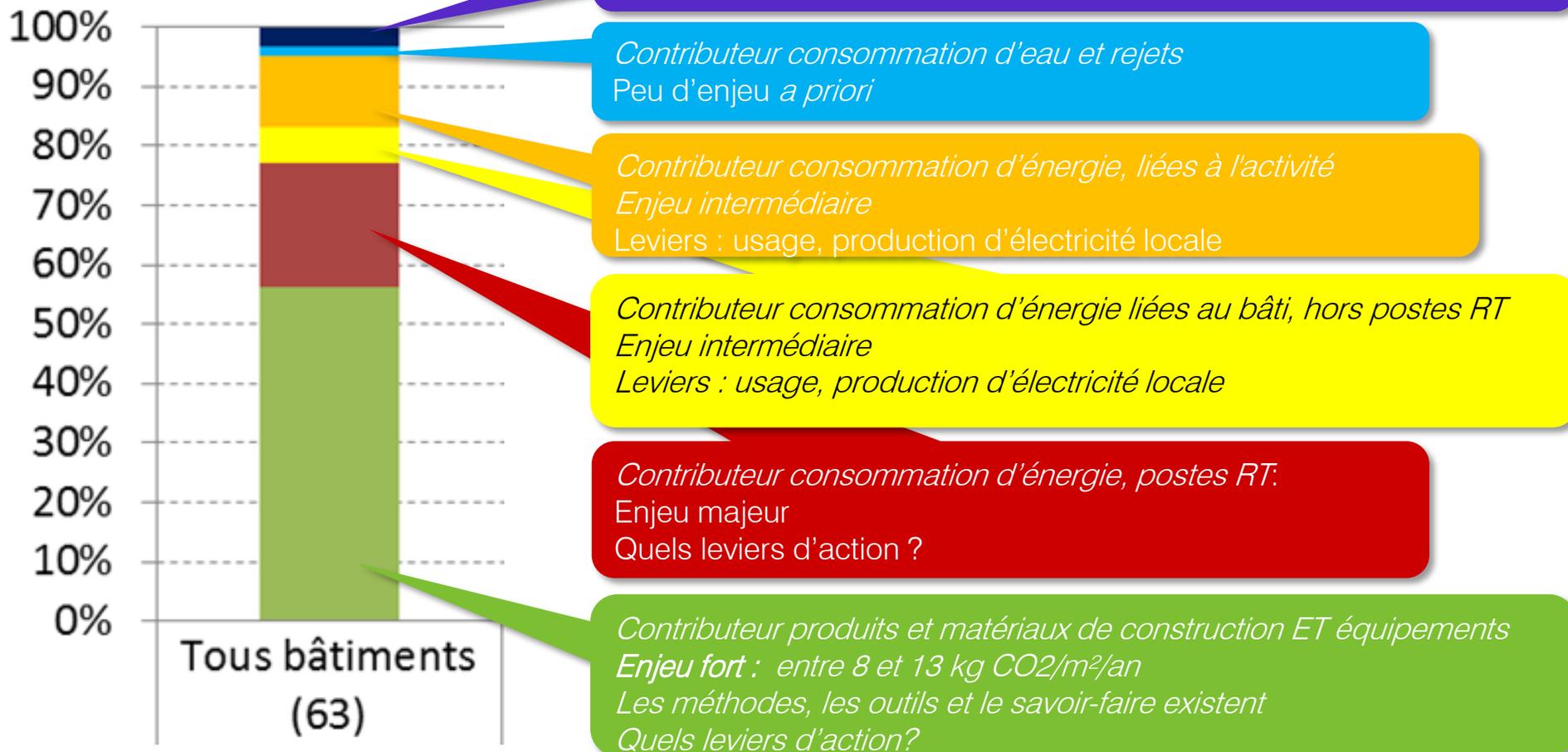
Quels apprentissages ? Quels leviers d'action ?

Energie non renouvelable kWh/m²/an



Quels apprentissages ? Quels leviers d'action ?

Changement climatique kg CO₂/m²/an





Résultats : Contributeur produits et équipements



Etude du contributeur Produits & Equipements : Plan détaillé

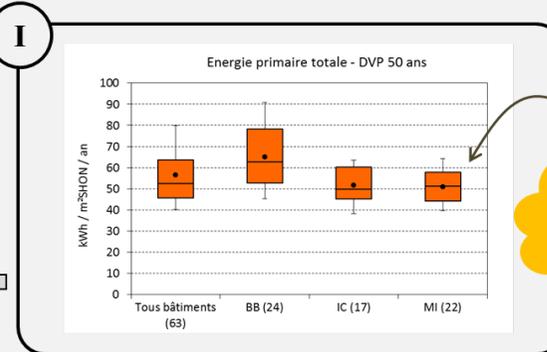
- ❖ **Démarche d'analyse statistique**
- ❖ **Structuration en lots et macro-lots**
- ❖ **Energie primaire totale**
- ❖ **Energie primaire non renouvelable**
 - Analyse de sensibilité sur la DVP
 - Résultats selon les macro-lots
 - Résultats lot par lot
 - L'essentiel
- ❖ **Changement climatique**
 - Détails idem indicateur précédent
- ❖ **Déchets : inertes, non dangereux, dangereux**
- ❖ **Influence du système constructif** *(non présenté car statistiquement non valide, à approfondir sur la base d'échantillons plus larges et d'études plus poussées)*
- ❖ **Tableaux de synthèse par typologie**

Démarche d'analyse statistique

Pour chaque indicateur

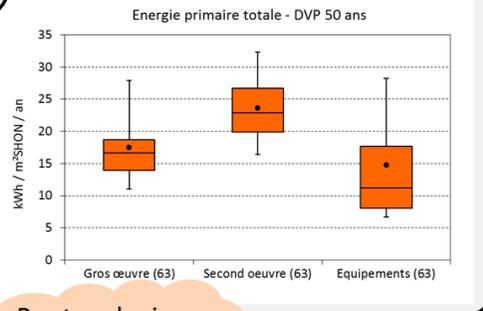
DEMARCHE D'ANALYSE STATISTIQUE PAR INDICATEUR ENVIRONNEMENTAL

RESULTATS A L'ECHELLE DU CONTRIBUTEUR



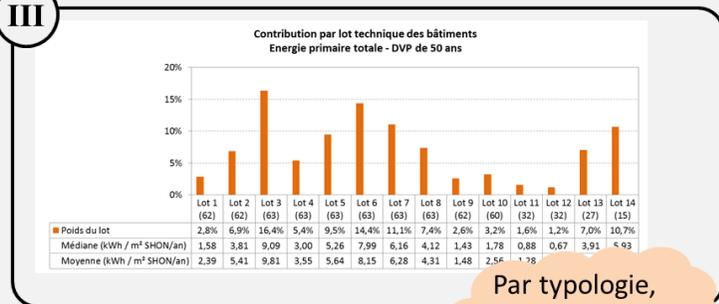
Analyses pour 50 ans

II RESULTATS PAR LOT TECHNIQUE



Par typologie, pour chaque indicateur

III ANALYSE DETAILLEE LOT PAR LOT



Par typologie, pour chaque indicateur

IV ANALYSES DE SENSIBILITE, ETUDES COMPLEMENTAIRES

Structuration en 14 lots et 3 macro-lots

Décomposition des lots pour le gros-œuvre, le second-œuvre et les équipements

GROS-ŒUVRE (avec VRD)

1. VRD (Voirie et Réseaux Divers)
2. Fondations et infrastructure
3. Superstructure - Maçonnerie

Macro-lot Gros-Œuvre : lots 1 à 3

SECOND-ŒUVRE (hors équipements)

4. Couverture – Etanchéité - Charpente - Zinguerie
5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
6. Façades et menuiseries extérieures
7. Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape - Produits de décoration

Macro-lot Second-Œuvre : lots 4 à 7

SECOND-ŒUVRE (EQUIPEMENTS)

8. CVC (Chauffage – Ventilation – Climatisation)
9. Installations sanitaires
10. Electricité (courants forts et courants faibles)
11. Sécurité des personnes et des bâtiments
12. Eclairage
13. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
14. Equipements de production locale d'électricité

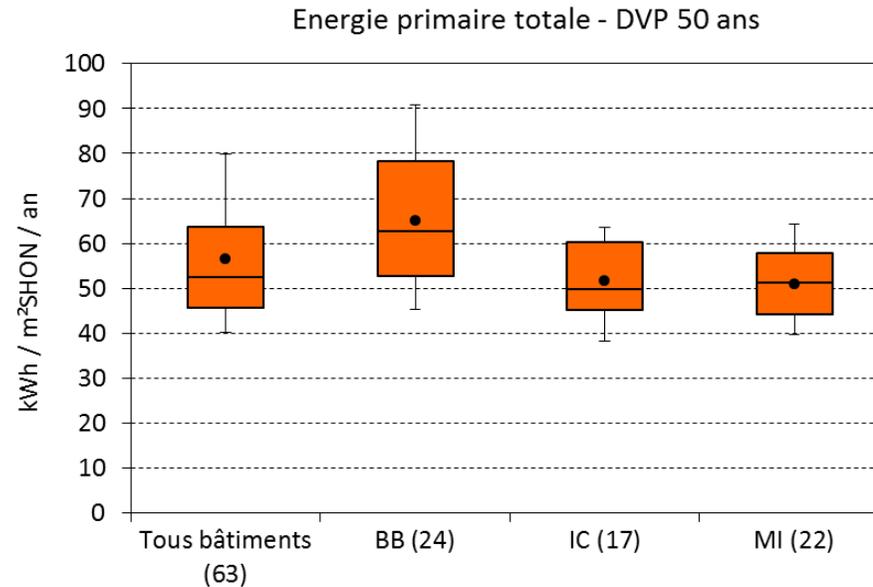
Macro-lot Equipements : lots 8 à 14



Remarque sur la complétude de la modélisation du contributeur produits et équipements

- ❖ **Produits** – macro-lot gros-œuvre lots 1-3 et macro-lot second-œuvre lots 4-7
 - Bonne complétude de la modélisation, due à l’augmentation du nombre de FDES de la base INIES et du développement d’une base de données génériques incluse dans ELODIE.
- ❖ **Équipements** – macro-lot équipements lots 8-14
 - La complétude est plutôt mauvaise, car suite à l’examen des 63 projets 2012 par Uniclimate, 13 projets seulement ont été recensés comme ayant modélisé correctement les équipements techniques et énergétiques. Des progrès sont donc à faire sur ce point.
 - En conséquence, les impacts dus aux équipements sont très probablement sous-estimés.

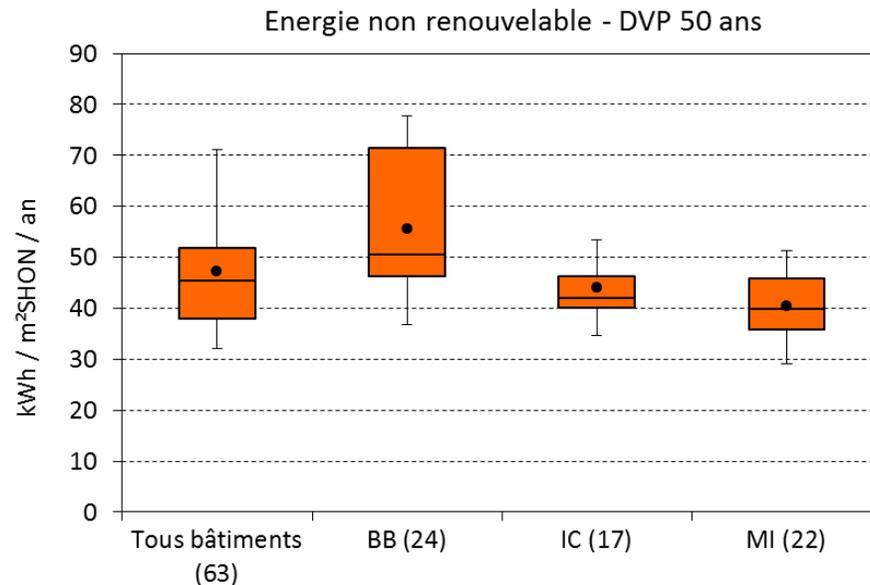
Résultats par type de bâtiment



Pour une durée d'étude de 50 ans, les impacts pour le contributeur « produits et équipements », pour l'indicateur énergie primaire totale, sont de l'ordre de :

- **52,5 kWh_{ep}/m²SHON/an** toutes typologies confondues [46 – 64]
- **63 kWh_{ep}/m²SHON/an** pour les bâtiments de bureaux [53 – 78]
- **50 kWh_{ep}/m²SHON/an** pour les immeubles collectifs [45 – 60]
- **51 kWh_{ep}/m²SHON/an** pour les maisons individuelles [44 – 58]

Résultats par type de bâtiment



Pour une durée d'étude de 50 ans, les impacts pour le contributeur « produits et équipements », pour l'indicateur énergie primaire non renouvelable, sont de l'ordre de :

- **45,5 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** toutes typologies confondues [38 – 52]
- **50,5 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les bâtiments de bureaux [46 – 71]
- **42 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les immeubles collectifs [40 – 46]
- **40 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les maisons individuelles [36 – 46]

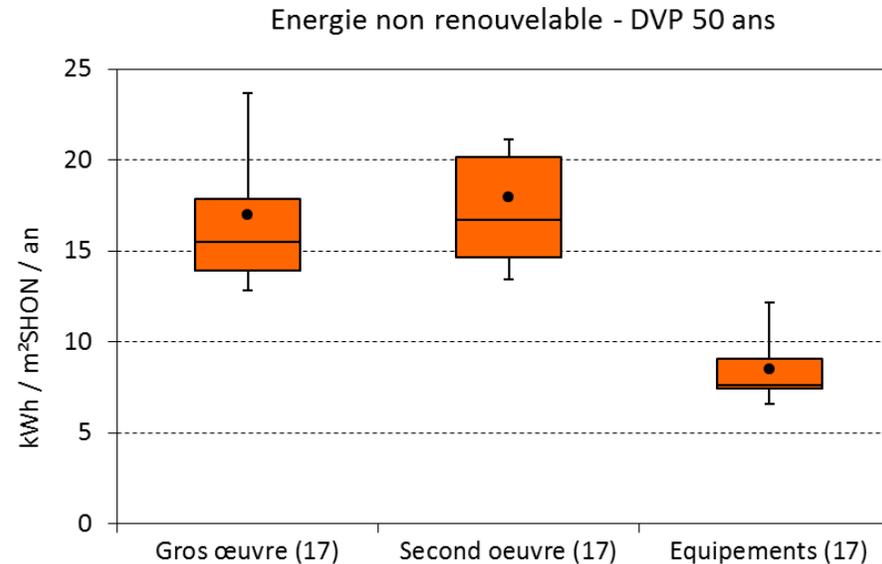
❖ **Analyse de sensibilité sur la DVP**

Type	DVP 50 ans	DVP 100 ans
Bâtiments de bureaux	50,5	42
Immeubles collectifs	42	35
Maisons individuelles	40	33

Macro-lot	DVP 50 ans	DVP 100 ans
Gros-œuvre	15	9
Second-œuvre	18	17,5
Equipements	9	8

Valeurs médianes en $\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}/\text{an}$

Cas des immeubles collectifs : résultats selon les 'macro-lots'



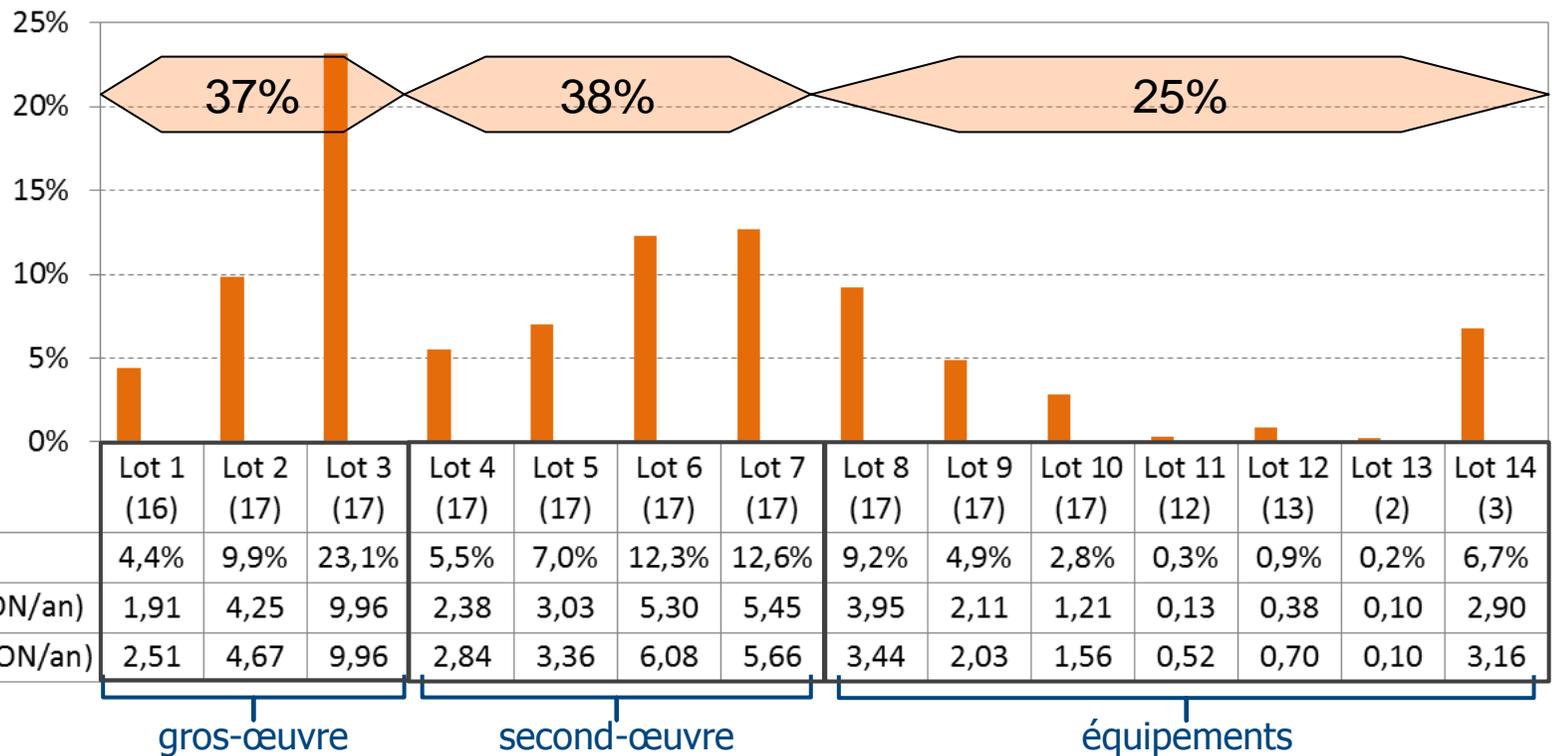
Pour une durée d'étude de 50 ans, les impacts pour le gros œuvre, le second œuvre et les équipements, pour les immeubles collectifs, pour l'indicateur énergie primaire non renouvelable, sont de l'ordre de :

- **15,5 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour le **gros œuvre** [14 – 18].
- **17 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour le **second œuvre** (hors équipements) [15 – 20]
- **7,5 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les **équipements techniques** [7 – 9]

❖ Cas des immeubles collectifs : résultats lot par lot



Contribution par lot technique des immeubles collectifs (IC)
Energie non renouvelable- DVP de 50 ans

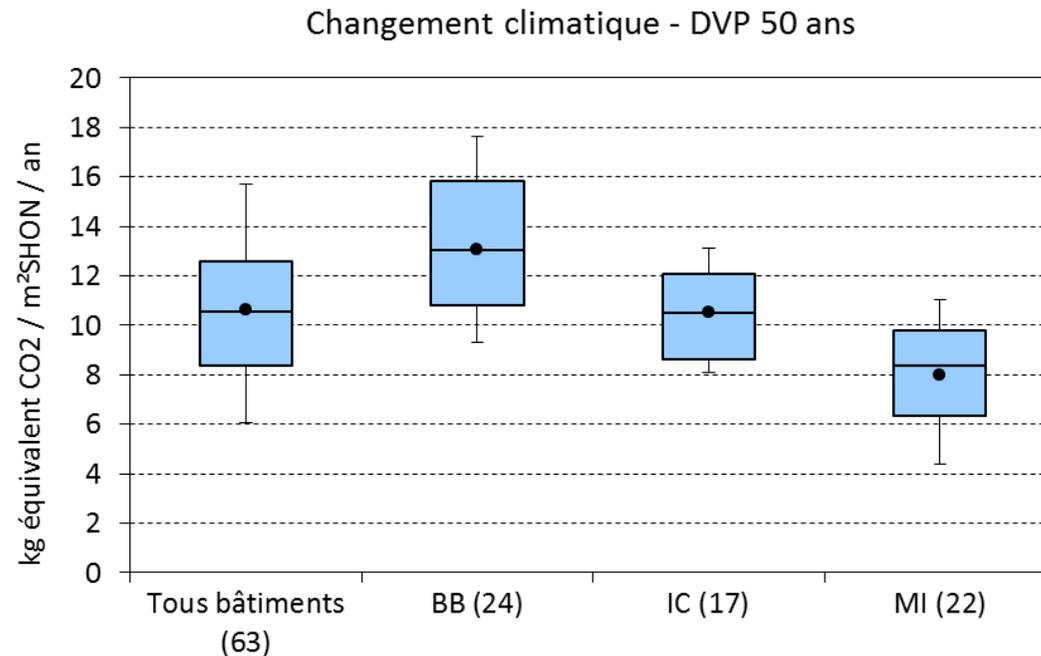


Energie primaire non renouvelable... L'essentiel

L'étude de cet indicateur montre :

- Importance relative (en termes de médianes) des macro-lots relativement stable d'une typologie à l'autre
- Mais dispersions et valeurs absolues différentes d'une typologie à l'autre pour les macro-lots
- Macro-lot « équipements » : deux fois plus important pour les bâtiments de bureaux que les bâtiments résidentiels
- Macro-lot « équipements » : renseigné de façon incomplète dans la majorité des projets, donc indicateur sous-estimé
- Poids des panneaux PV (17%) à peine moins important que celui de la structure (fondations + superstructure : 23%) pour les maisons individuelles
- Evolutions sensibles des valeurs entre la première et la seconde expérimentation : Si à l'échelle de chacun des lots, les évolutions sont majoritairement inférieures à 1 kWh/m²de_{SHON}/an, les évolutions considérées au niveau des macro-lots (gros œuvre, second œuvre et équipements) sont relativement importantes (jusqu'à 8 kWh/m²de_{SHON}/an) confirmant notamment la sensibilité des valeurs à l'élargissement du périmètre d'étude (p. ex. équipements).
- Afin d'identifier les lots sur lesquels il faut s'intéresser en priorité, il serait nécessaire de mener une étude de la somme des contributeurs Energie RT + Produits et équipements. Néanmoins, cette partie nous apporte les pistes suivantes :
 - Toutes typologies : lots relatifs à la structure (lot 3), aux façades (lot 6), aux revêtements (lot 7), panneaux PV (lot 14) et CVC (lot 8) pour cet indicateur.
 - En particulier pour les maisons individuelles : le lot 14 (panneaux PV) et le lot structure
 - En particulier pour les bâtiments de bureaux : le lot 12 (éclairage).

Résultats par type de bâtiment



Pour une durée d'étude de 50 ans, les impacts pour le contributeur « produits et équipements », pour l'indicateur changement climatique, sont de l'ordre de :

- **10,5 kg eq-CO₂/m²SHON/an** toutes typologies confondues [8 – 12,5]
- **13 kg eq-CO₂/m²SHON/an** pour les bâtiments de **bureaux** [11 – 16]
- **10,5 kg eq-CO₂/m²SHON/an** pour les **immeubles collectifs** [8,5 – 12]
- **8,5 kg eq-CO₂/m²SHON/an** pour les **maisons individuelles** [6 – 10]

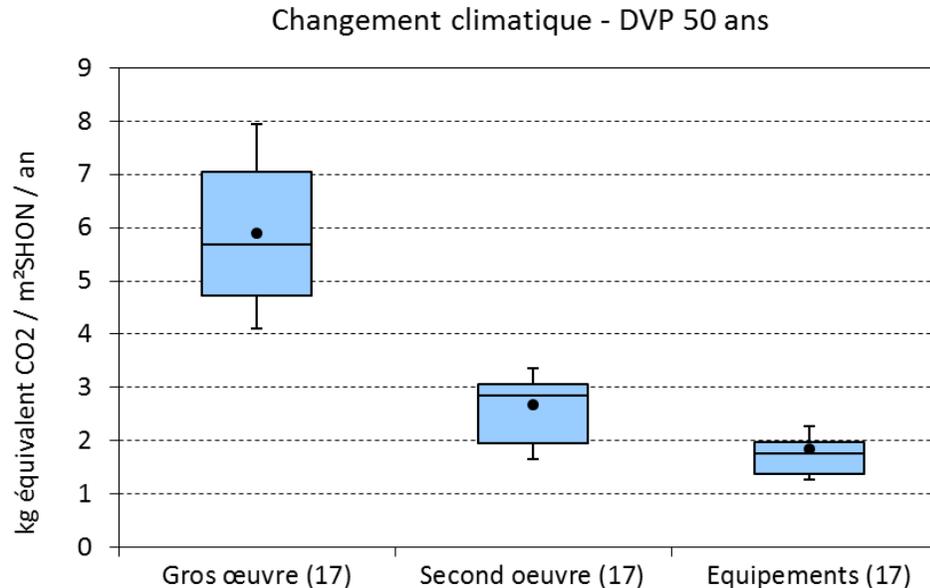
❖ **Analyse de sensibilité sur la DVP**

Type	DVP 50 ans	DVP 100 ans
Bâtiments de bureaux	13	9,1
Immeubles collectifs	10,5	7,7
Maisons individuelles	8,5	6,6

Macro-lot	DVP 50 ans	DVP 100 ans
Gros-œuvre	5	2,8
Second-œuvre	3	2,8
Équipements	1,8	1,6

Valeurs médianes en kg eq-CO₂/m²_{SHON}/an

Cas des immeubles collectifs : résultats selon les 'macro-lots'



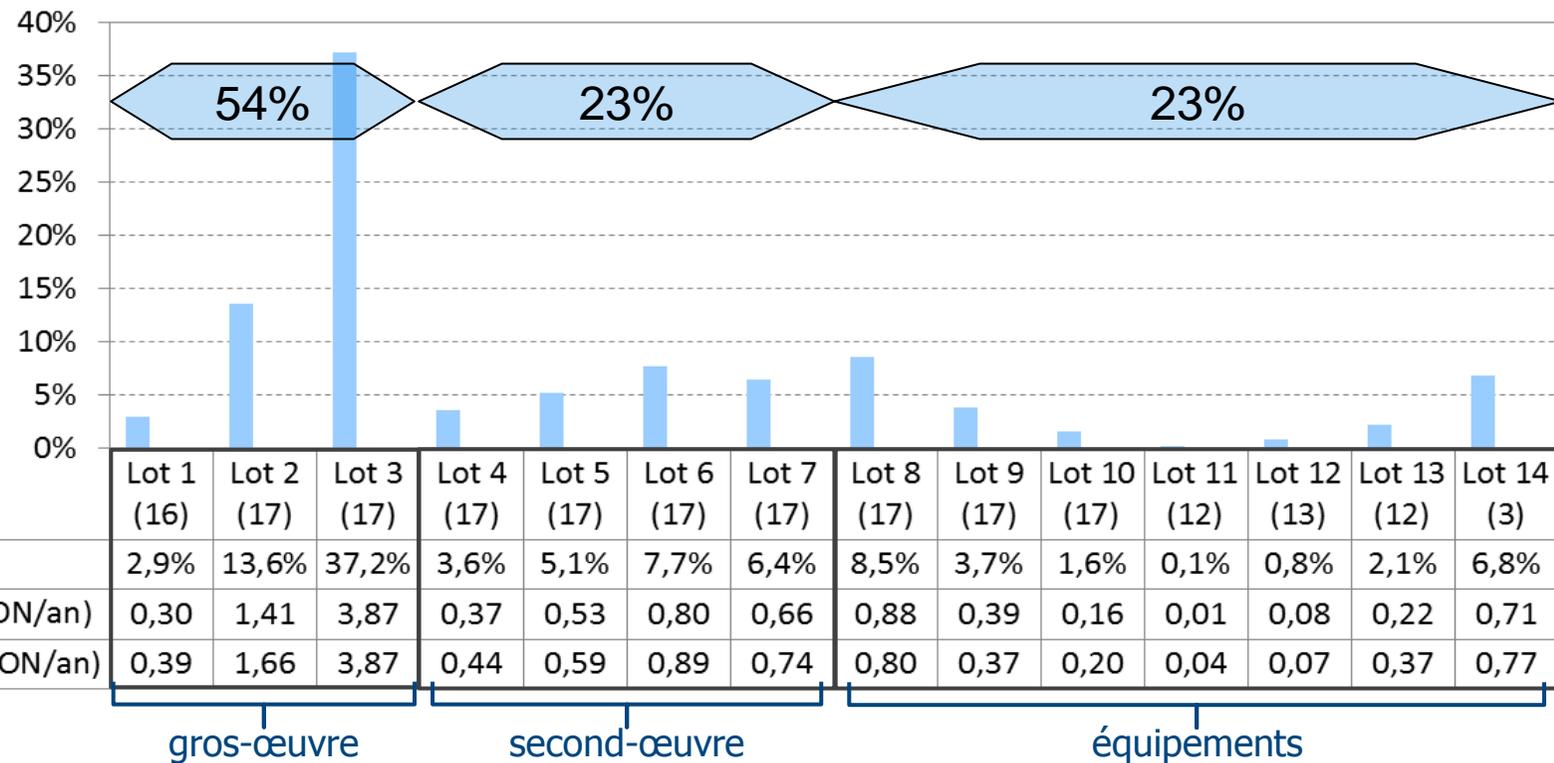
Pour une durée d'étude de 50 ans, les impacts pour le gros œuvre, le second œuvre et les équipements, pour les immeubles collectifs, pour l'indicateur changement climatique, sont de l'ordre de :

- **5,7 kg eq-CO₂/m²_{SHON}/an** pour le **gros œuvre** [4,7 – 7,04]
- **3 kg eq-CO₂/m²_{SHON}/an** pour le **second œuvre** [1,9 – 3,1]
- **1,8 kg eq-CO₂/m²_{SHON}/an** pour les **équipements techniques** [1,4 – 2,0]

Cas des immeubles collectifs : résultats lot par lot



Contribution par lot technique des immeubles collectifs (IC)
Changement climatique - DVP de 50 ans



A retenir : le poids considérable de la structure dans le bilan CO₂ :

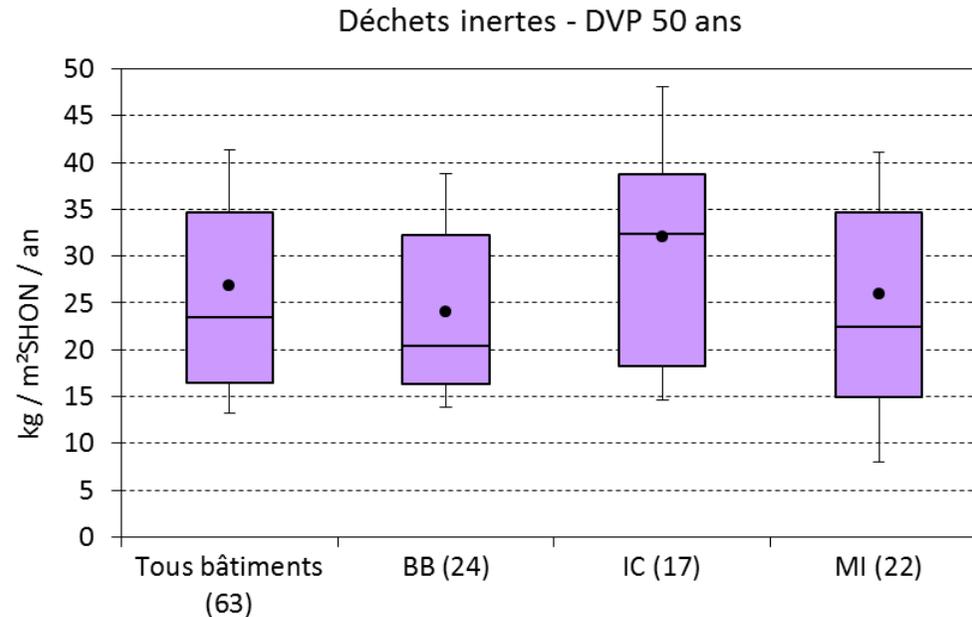
- Toutes typologies : la structure engendre plus de **40%** des émissions de CO₂.
- Maisons individuelles : **35%** des émissions de CO₂ engendrées par la structure
- Immeubles collectifs : **50%** des émissions de CO₂ engendrées par la structure.
- Immeubles de bureaux : Un peu moins de **50%** des émissions de CO₂ engendrées par la structure.

A retenir également : le poids considérable des panneaux photovoltaïques sur le bilan des **maisons individuelles : 20%**, soit autant que les lots 4, 5, 6 et 7 réunis (le « second-œuvre »).

Evolutions entre l'échantillon 2010 et 2012 :

- Les évolutions entre les deux échantillons, au niveau des macro-lots sont disparates d'une typologie à l'autre : alors que l'indicateur changement climatique pour le GO diminue pour les immeubles collectifs et maisons individuelles, il augmente d'autant pour les bâtiments de bureaux. Quant aux équipements, c'est encore pour la typologie bâtiment de bureaux que l'accroissement de la médiane est le plus importante.
- A l'échelle des lots, nous noterons l'évolution des lots 2-fondation et 5-cloisonnement certainement dus à l'évolution de données environnementales et l'apparition des lots 8-CVC et 14-PV avec une évolution de 5% des valeurs pour ces lots (inexistants lors de la 1ere expérimentation).

Résultats par type de bâtiment



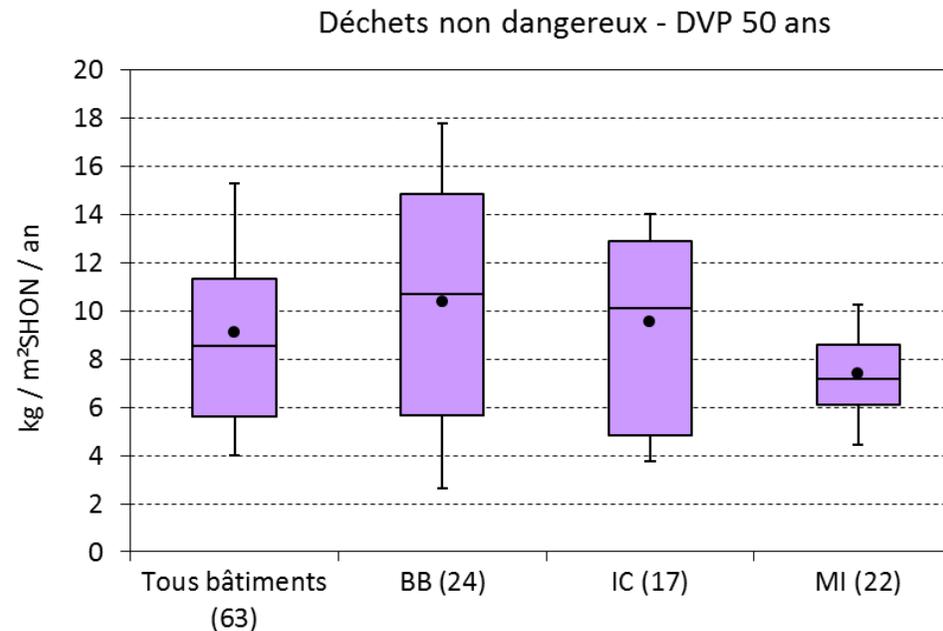
En valeur médiane, **78 à 92%** de l'indicateur proviennent des lots de gros-œuvre (lots 2 et 3)

Pour une durée d'étude de 50 ans, les impacts pour le contributeur « produits et équipements », pour l'indicateur déchets inertes, sont de l'ordre de :

- **23,5 kg/m²_{SHON}/an** toutes typologies confondues [16 – 35]
- **20 kg/m²_{SHON}/an** pour les bâtiments de **bureaux** [16 – 32].
- **32 kg/m²_{SHON}/an** pour les **immeubles collectifs** [18 – 39]
- **22,5 kg/m²_{SHON}/an** pour les **maisons individuelles** [15 – 35]

- **Indicateur déchets inertes : essentiellement constitué de la contribution des lots 1, 2 et 3** quelle que soit la typologie. Explication : volume important de **béton armé** utilisé pour le gros œuvre (dallages sur terre-plein ou vide sanitaire même pour les maisons à ossature bois). Lots 2 et 3 : pourcentages divergents certainement liés au mode constructif et à la présence d'infrastructures de parkings. → **Cet indicateur est donc fortement impacté par le système constructif.**
- **En valeur absolue** et ramenée au m² de SHON, ce sont les **immeubles collectifs** qui engendrent le plus de déchets inertes (+59% par rapport aux maisons individuelles, + 67% par rapport aux immeubles de bureaux). Une comparaison avec les résultats par occupant confirme cette tendance.
- **Forte évolution des ordres de grandeur entre 2010 et 2012** : la médiane toute typologie confondues a chuté de 38%. Les **scénarios de fin de vie du béton ayant changé**, il est fort probable que cette évolution soit liée à ce changement. Pour la fin de vie du béton, le scénario est désormais le suivant : **75% de la matière est recyclée** (recyclage matière sous forme de granulats concassés) et 25% envoyé en centre de stockage. Alors que dans la 1^{ère} étude, la totalité de la matière était considérée comme un déchet inerte et envoyé en centre de stockage.
- **Le passage d'une DVP de 50 à 100 ans** entraîne une **diminution de près de 42%** de la valeur médiane, toutes typologies confondues (soient respectivement pour les BB, IC et MI : -40, 44 et 45%). Cette diminution s'explique par un **amortissement** de près de 45% des composants du **gros œuvre**.

Résultats par type de bâtiment



Les % par macro-lots sont très variables selon le type de bâtiment et le système constructif

Pour une durée d'étude de 50 ans, les impacts pour le contributeur « produits et équipements », pour l'indicateur déchets non dangereux, sont de l'ordre de :

- **8,5 kg/m²_{SHON}/an** toutes typologies confondues [6 – 11]
- **11 kg/m²_{SHON}/an** pour les bâtiments de **bureaux** [6 – 15].
- **10 kg/m²_{SHON}/an** pour les **immeubles collectifs** [5 – 13]
- **7 kg/m²_{SHON}/an** pour les **maisons individuelles** [6 – 9]

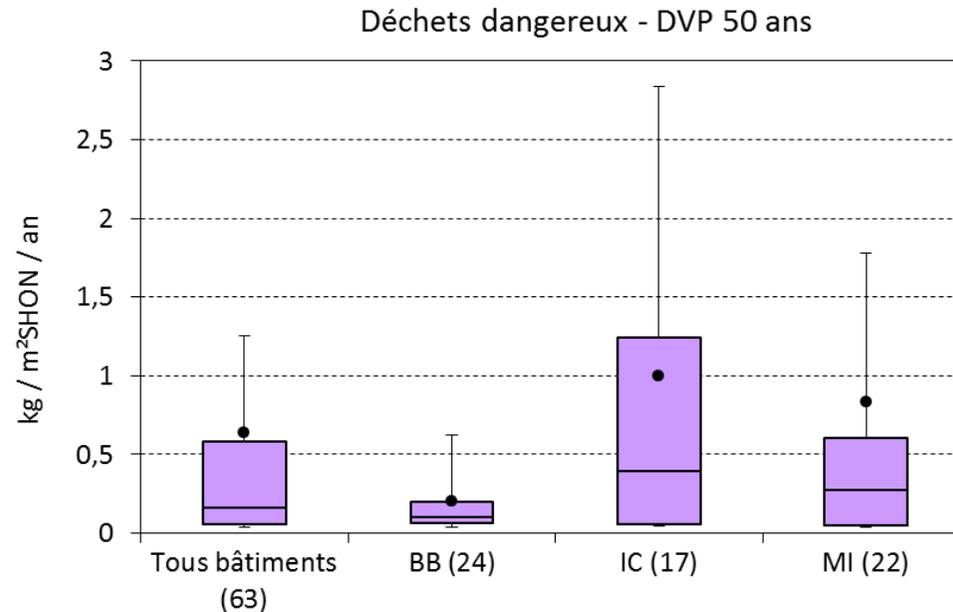


Contributeur produits et équipements

Déchets non dangereux... **L'essentiel**

- **Bâtiments de bureaux** : c'est là que le **gros-œuvre** est le plus important en termes de contribution relative vis-à-vis des autres macro-lots, mais c'est également pour les BB que la dispersion est la plus importante.
- **Maison individuelle**, c'est le **second-œuvre** qui prend le pas devant le gros œuvre.
- **Toutes typologies confondues**, c'est le **lot 3 – structure** qui est **dominant**. Ce qui est également le cas pour les immeubles collectifs et les bâtiments de bureaux. D'ailleurs, pour ces derniers, le **lot 2- infrastructure** est également un contributeur important.
- **Lot 14- équipement de production locale d'électricité** : poids considérable pour les **maisons individuelles** (1^{er} contributeur) et les bâtiments de **bureaux**.
- Alors que le lot **second-œuvre** est **considérable pour les maisons individuelles** (53%), celui-ci est faiblement impactant pour les immeubles collectifs et surtout les bureaux (dont les modélisations sont incomplètes si les bâtiments sont livrés en blanc).
- Enfin, par rapport à la **première expérimentation**, on remarque une évolution des chiffres de l'ordre de **10 à 20%** des valeurs initiales.
- Le **passage d'une DVP de 50 à 100 ans** entraîne une diminution de près de **30%** de la valeur médiane, toutes typologies confondues (respectivement, pour les BB, IC et MI, des diminutions de 39%, 31% et 16%). Cette diminution s'explique notamment par un amortissement des composants du **gros œuvre**.

Résultats par type de bâtiment



Le second-œuvre et les équipements dominant, avec une très forte dispersion sur les équipements

Pour une durée d'étude de 50 ans, les impacts pour le contributeur « produits et équipements », pour l'indicateur déchets dangereux, sont de l'ordre de :

- **0,16 kg/m²_{SHON}/an** toutes typologies confondues [0,06 – 0,58]
- **0,10 kg/m²_{SHON}/an** pour les bâtiments de **bureaux** [0,06 – 0,20].
- **0,40 kg/m²_{SHON}/an** pour les **immeubles collectifs** [0,06 – 1,25]
- **0,28 kg/m²_{SHON}/an** pour les **maisons individuelles** [0,05 – 0,60]



Contributeur produits et équipements

Déchets dangereux... **L'essentiel**

- **Gros-œuvre** : représente **au maximum 7%** des déchets dangereux produits, quelle que soit la typologie. Contributeur majeur : **soit les équipements (51%** pour la maison individuelle) **soit le second-œuvre** (entre **60 et 70%** pour les immeubles collectifs et bâtiments de bureaux).
- **Second-œuvre** : le **cloisonnement** et les **revêtements de sols** représentent jusqu'à 40% des impacts globaux du contributeur produits et équipement et ce pour les bâtiments de bureaux (mais dont la médiane est bien en deçà de la médiane toutes typologies confondues). Cette proportion décroît pour les immeubles collectifs (30%) et les maisons individuelles (20%).
- **Équipements** : le **lot 8 CVC** est toujours prédominant, quelle que soit la typologie. Pour les maisons individuelles, ce sont les **panneaux PV** qui arrivent en seconde place, alors que cette place est occupée par **l'éclairage** pour les bâtiments de bureaux et les **réseaux électriques** pour les immeubles collectifs.
- La **forte évolution des ordres de grandeurs entre 2010 et 2012** s'explique par la prise en compte des **équipements** et certainement de données actualisées pour le **second-œuvre**.
- Le **passage d'une DVP de 50 à 100 ans** entraîne une diminution comprise entre 7 et 17% des valeurs médianes (respectivement toutes typologies confondues, CBB, IC et MI : 16.5%, 6.9%, 8.3% et 9.7%).

Synthèse des résultats pour le contributeur « produits et équipements » (3 macro-lots)

Synthèse des résultats HQE Performance pour l'échantillon 2012-2013 (24 bâtiments de bureaux)								
		CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU			EMISSIONS DANS L'AIR		PRODUCTION DE DECHETS	
Contributeurs	Correspondance modules de la norme EN 15978	E. primaire totale [KWh/m²SHON/an]	E. non renouvelable [KWh/m²SHON/an]	Conso d'eau [L/m²SHON/an]	Changement climatique [kg-eqCO2/m²SHON/an]	Inertes [kg/m²SHON/an]	Non dangereux [kg/m²SHON/an]	Dangereux [kg/m²SHON/an]
DVP = 50 ans								
PRODUITS et EQUIPEMENTS		63	50,5	130	13	20	11	0,1
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
Gros œuvre (lots 1-3)	[modules A-B-C]	26%	26%	38%	45%	93%	54%	4%
Second œuvre (lots 4 à 7)	[modules A-B-C]	34%	31%	45%	26%	5%	28%	58%
Equipements (lots 8 à 14)	[modules A-B-C]	40%	43%	17%	29%	2%	18%	38%
DVP = 100 ans								
PRODUITS et EQUIPEMENTS		53,5	41,7	102	9,1	12,3	6,5	0,09
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
Gros œuvre (lots 1-3)	[modules A-B-C]	22%	25%	26%	34%	89%	53%	3%
Second œuvre (lots 4 à 7)	[modules A-B-C]	44%	46%	54%	37%	10%	43%	62%
Equipements (lots 8 à 14)	[modules A-B-C]	34%	29%	19%	30%	1%	4%	35%

Synthèse des résultats pour le contributeur « produits et équipements » (3 macro-lots)

Synthèse des résultats HQE Performance pour l'échantillon 2012-2013 (17 immeubles collectifs)								
		CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU			EMISSIONS DANS L'AIR	PRODUCTION DE DECHETS		
Contributeurs	Correspondance modules de la norme EN 15978	E. primaire totale [KWh/m²SHON/an]	E. non renouvelable [KWh/m²SHON/an]	Conso d'eau [L/m²SHON/an]	Changement climatique [kg-eqCO2/m²SHON/an]	Inertes [kg/m²SHON/an]	Non dangereux [kg/m²SHON/an]	Dangereux [kg/m²SHON/an]
DVP = 50 ans								
PRODUITS et EQUIPEMENTS		50	42	150	10,5	32	10	0,4
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
Gros œuvre (lots 1-3)	[modules A-B-C]	34%	37%	46%	54%	94%	52%	4%
Second œuvre (lots 4 à 7)	[modules A-B-C]	38%	38%	37%	23%	5%	24%	70%
Equipements (lots 8 à 14)	[modules A-B-C]	28%	25%	17%	23%	1%	24%	26%
DVP = 100 ans								
PRODUITS et EQUIPEMENTS		41,5	34,8	102	7,7	18,2	7	0,36
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
Gros œuvre (lots 1-3)	[modules A-B-C]	26%	30%	32%	46%	91%	43%	1%
Second œuvre (lots 4 à 7)	[modules A-B-C]	53%	49%	46%	32%	8%	38%	81%
Equipements (lots 8 à 14)	[modules A-B-C]	21%	22%	22%	22%	1%	19%	18%

Synthèse des résultats pour le contributeur « produits et équipements » (3 macro-lots)

Synthèse des résultats HQE Performance pour l'échantillon 2012-2013 (22 maisons individuelles)								
		CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU			EMISSIONS DANS L'AIR	PRODUCTION DE DECHETS		
Contributeurs	Correspondance modules de la norme EN 15978	E. primaire totale [KWh/m²SHON/an]	E. non renouvelable [KWh/m²SHON/an]	Conso d'eau [L/m²SHON/an]	Changement climatique [kg-eqCO2/m²SHON/an]	Inertes [kg/m²SHON/an]	Non dangereux [kg/m²SHON/an]	Dangereux [kg/m²SHON/an]
DVP = 50 ans								
PRODUITS et EQUIPEMENTS		51	40	115	8,5	22,5	7	0,28
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
Gros œuvre (lots 1-3)	[modules A-B-C]	26%	26%	38%	36%	86%	22%	7%
Second œuvre (lots 4 à 7)	[modules A-B-C]	40%	30%	40%	30%	13%	39%	42%
Equipements (lots 8 à 14)	[modules A-B-C]	34%	44%	22%	34%	1%	39%	51%
DVP = 100 ans								
PRODUITS et EQUIPEMENTS		39,6	32,8	87,4	6,6	12,3	6,1	0,25
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
Gros œuvre (lots 1-3)	[modules A-B-C]	21%	23%	27%	33%	83%	21%	3%
Second œuvre (lots 4 à 7)	[modules A-B-C]	56%	55%	46%	44%	15%	61%	24%
Equipements (lots 8 à 14)	[modules A-B-C]	23%	22%	27%	22%	1%	18%	73%

Synthèse des résultats pour le contributeur « produits et équipements » (14 lots)

Synthèse des résultats HQE Performance pour l'échantillon 2012-2013 (24 bâtiments de bureaux)

		CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU			EMISSIONS DANS L'AIR	PRODUCTION DE DECHETS		
Contributeurs	Correspondance modules de la norme EN 15978	E. primaire totale [kWh/m²SHON/an]	E. non renouvelable [kWh/m²SHON/an]	Conso d'eau [L/m²SHON/an]	Changement climatique [kg-eqCO2/m²SHON/an]	Inertes [kg/m²SHON/an]	Non dangereux [kg/m²SHON/an]	Dangereux [kg/m²SHON/an]
DVP = 50 ans								
PRODUITS et EQUIPEMENTS		63	50,5	130	13	20	11	0,1
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
Lot 1 - VRD	[modules A-B-C]	1%	1%	1%	1%	1%	2%	0%
Lot 2 - Fondations et infra.	[modules A-B-C]	10%	10%	15%	19%	40%	15%	2%
Lot 3 - Superstructure	[modules A-B-C]	15%	15%	17%	25%	52%	37%	2%
Lot 4 - Couverture	[modules A-B-C]	3%	3%	2%	2%	1%	3%	2%
Lot 5 - Cloisonnement intérieurs	[modules A-B-C]	7%	5%	6%	2%	0%	13%	21%
Lot 6 - Façades extérieures	[modules A-B-C]	13%	12%	12%	12%	2%	7%	20%
Lot 7 - Revêtements	[modules A-B-C]	11%	11%	20%	10%	2%	6%	16%
Lot 8 - CVC	[modules A-B-C]	7%	7%	4%	9%	0%	2%	19%
Lot 9 - Installations sanitaires	[modules A-B-C]	1%	1%	1%	1%	0%	0%	1%
Lot 10 - Réseaux électriques	[modules A-B-C]	2%	2%	3%	2%	0%	0%	4%
Lot 11 - Sécurité	[modules A-B-C]	3%	3%	2%	1%	0%	0%	2%
Lot 12 - Eclairage	[modules A-B-C]	12%	23%	7%	3%	1%	0%	8%
Lot 13 - Ascenseurs	[modules A-B-C]	7%	0%	0%	5%	0%	0%	0%
Lot 14 - Equipements de PLE	[modules A-B-C]	9%	8%	10%	9%	0%	16%	4%

Synthèse des résultats pour le contributeur « produits et équipements » (14 lots)

Synthèse des résultats HQE Performance pour l'échantillon 2012-2013 (17 immeubles collectifs)

		CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU			EMISSIONS DANS L'AIR	PRODUCTION DE DECHETS		
		E. primaire totale [kWh/m²SHON/an]	E. non renouvelable [kWh/m²SHON/an]	Conso d'eau [L/m²SHON/an]	Changement climatique [kg-eqCO2/m²SHON/an]	Inertes [kg/m²SHON/an]	Non dangereux [kg/m²SHON/an]	Dangereux [kg/m²SHON/an]
Contributeurs	Correspondance modules de la norme EN 15978							
DVP = 50 ans								
PRODUITS et EQUIPEMENTS		50	42	150	10,5	32	10	0,4
		<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>	<i>soit en %</i>
Lot 1 - VRD	[modules A-B-C]	4%	4%	2%	2%	8%	3%	1%
Lot 2 - Fondations et infra.	[modules A-B-C]	9%	10%	14%	14%	36%	13%	1%
Lot 3 - Superstructure	[modules A-B-C]	21%	23%	25%	28%	43%	36%	2%
Lot 4 - Couverture	[modules A-B-C]	5%	6%	5%	2%	4%	3%	4%
Lot 5 - Cloisonnement intérieurs	[modules A-B-C]	9%	7%	5%	6%	0%	9%	10%
Lot 6 - Façades extérieures	[modules A-B-C]	12%	12%	15%	10%	2%	8%	37%
Lot 7 - Revêtements	[modules A-B-C]	12%	13%	9%	7%	7%	4%	20%
Lot 8 - CVC	[modules A-B-C]	8%	9%	8%	9%	1%	13%	11%
Lot 9 - Installations sanitaires	[modules A-B-C]	5%	5%	3%	2%	1%	1%	3%
Lot 10 - Réseaux électriques	[modules A-B-C]	3%	3%	1%	2%	0%	0%	6%
Lot 11 - Sécurité	[modules A-B-C]	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Lot 12 - Eclairage	[modules A-B-C]	1%	1%	1%	1%	0%	0%	2%
Lot 13 - Ascenseurs	[modules A-B-C]	5%	0%	3%	4%	0%	0%	0%
Lot 14 - Equipements de PLE	[modules A-B-C]	7%	7%	9%	12%	0%	9%	3%

Synthèse des résultats pour le contributeur « produits et équipements » (14 lots)

Synthèse des résultats HQE Performance pour l'échantillon 2012-2013 (22 maisons individuelles)



CONSOMMATION D'ENERGIE et D'EAU

EMISSIONS DANS L'AIR

PRODUCTION DE DECHETS

Contributeurs	Correspondance modules de la norme EN 15978	E. primaire totale [kWh/m²SHON/an]	E. non renouvelable [kWh/m²SHON/an]	Conso d'eau [L/m²SHON/an]	Changement climatique [kg-eqCO2/m²SHON/an]	Inertes [kg/m²SHON/an]	Non dangereux [kg/m²SHON/an]	Dangereux [kg/m²SHON/an]
---------------	---	------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------	--	------------------------	------------------------------	--------------------------

DVP = 50 ans

PRODUITS et EQUIPEMENTS		51	40	115	8,5	22,5	7	0,28
		<i>soit en %</i>						
Lot 1 - VRD	[modules A-B-C]	4%	3%	6%	2%	8%	1%	1%
Lot 2 - Fondations et infra.	[modules A-B-C]	6%	7%	14%	12%	36%	6%	1%
Lot 3 - Superstructure	[modules A-B-C]	15%	16%	15%	22%	43%	15%	4%
Lot 4 - Couverture	[modules A-B-C]	8%	6%	7%	2%	4%	5%	8%
Lot 5 - Cloisonnement intérieurs	[modules A-B-C]	12%	11%	7%	10%	0%	16%	14%
Lot 6 - Façades extérieures	[modules A-B-C]	16%	15%	15%	12%	2%	14%	16%
Lot 7 - Revêtements	[modules A-B-C]	6%	7%	7%	6%	7%	4%	5%
Lot 8 - CVC	[modules A-B-C]	7%	8%	6%	9%	1%	10%	28%
Lot 9 - Installations sanitaires	[modules A-B-C]	3%	3%	3%	3%	1%	1%	3%
Lot 10 - Réseaux électriques	[modules A-B-C]	5%	6%	4%	2%	0%	0%	4%
Lot 11 - Sécurité	[modules A-B-C]	1%	1%	0%	0%	0%	0%	1%
Lot 12 - Eclairage	[modules A-B-C]	1%	2%	1%	1%	0%	0%	3%
Lot 13 - Ascenseurs	[modules A-B-C]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lot 14 - Equipements de PLE	[modules A-B-C]	16%	17%	14%	20%	0%	28%	13%

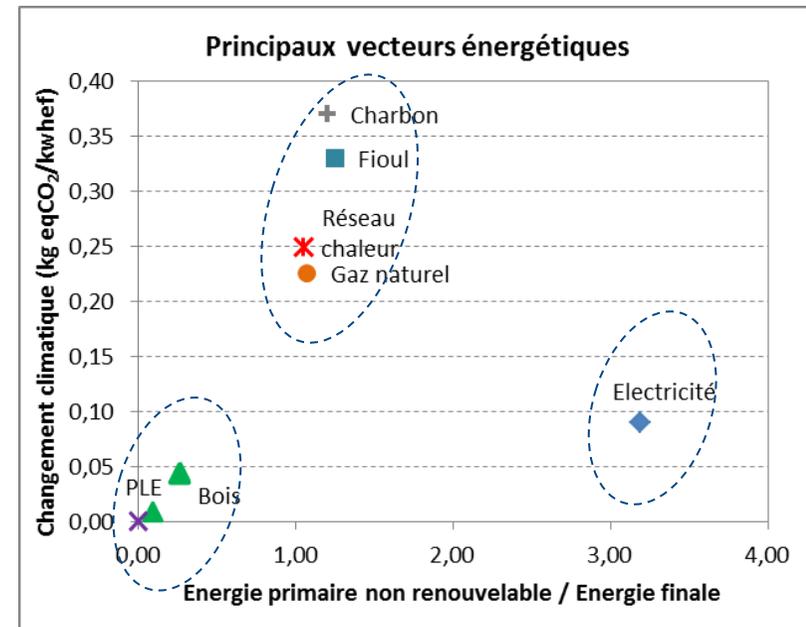


Résultats : Contributeur Consommation d'énergie liée aux postes RT

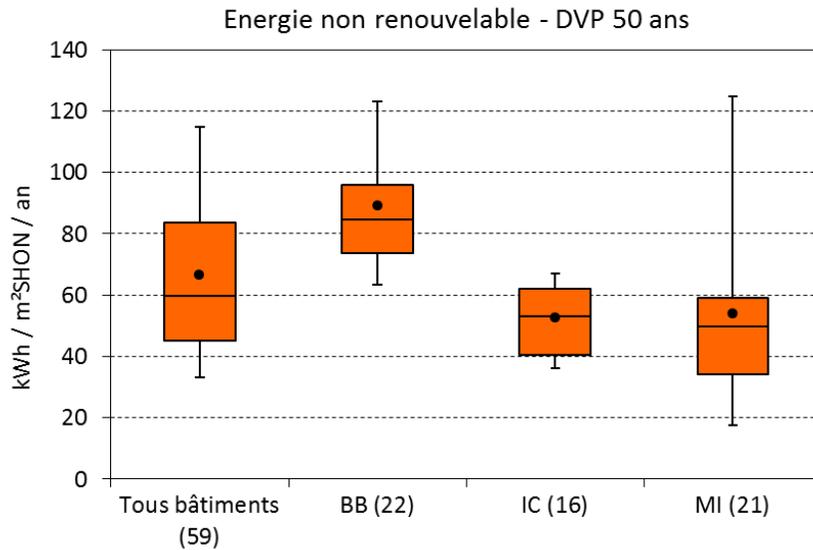
Vecteurs énergétiques

Association des consommations d'énergie finale par poste à des profils environnementaux de vecteurs énergétiques (DES Elodie, profils issus d'ACV génériques)

Vecteur énergétique	Coeff. Eprim. totale / Efinale	Coeff. Eprim. non-renouv. / Efinale	kg eqCO ₂ / kWh _{ef}
Electricité (mix moyen français)	3,33	3,19	0,089
Gaz naturel	1,08	1,07	0,225
Fioul	1,25	1,25	0,330
Charbon	1,20	1,20	0,371
Bois (granulés) P=15kW	1,60	0,27	0,0457
Bois (granulés) P=50kW	1,55	0,26	0,0435
Bois (plaquettes forestières) P=1000kW	1,45	0,09	0,0085
Réseau de chaleur (moyenne française)	1,20	1,05	0,249
Production locale d'énergie	1,00	0	0

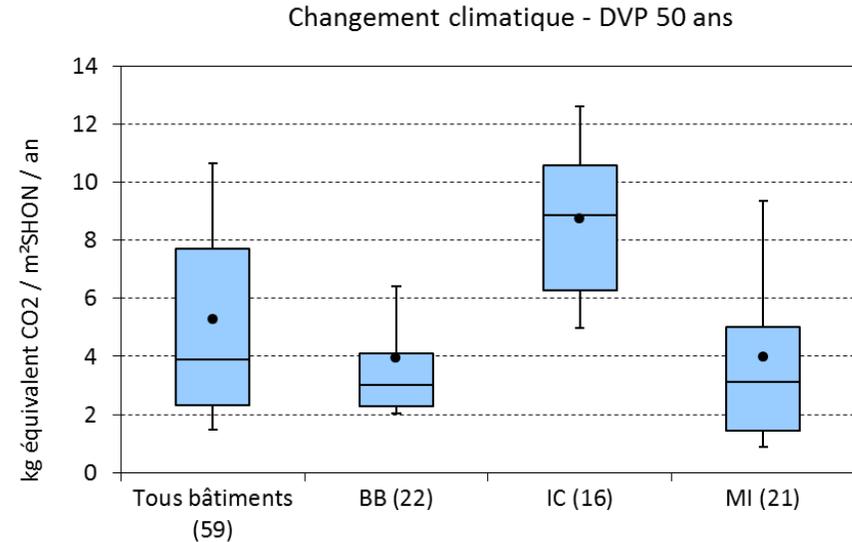


Contributeur consommation d'énergie liée aux postes RT



Tous	BB	IC	MI
60	85	53	50

Médianes en kWh_{ep}/m²_{SHON}/an

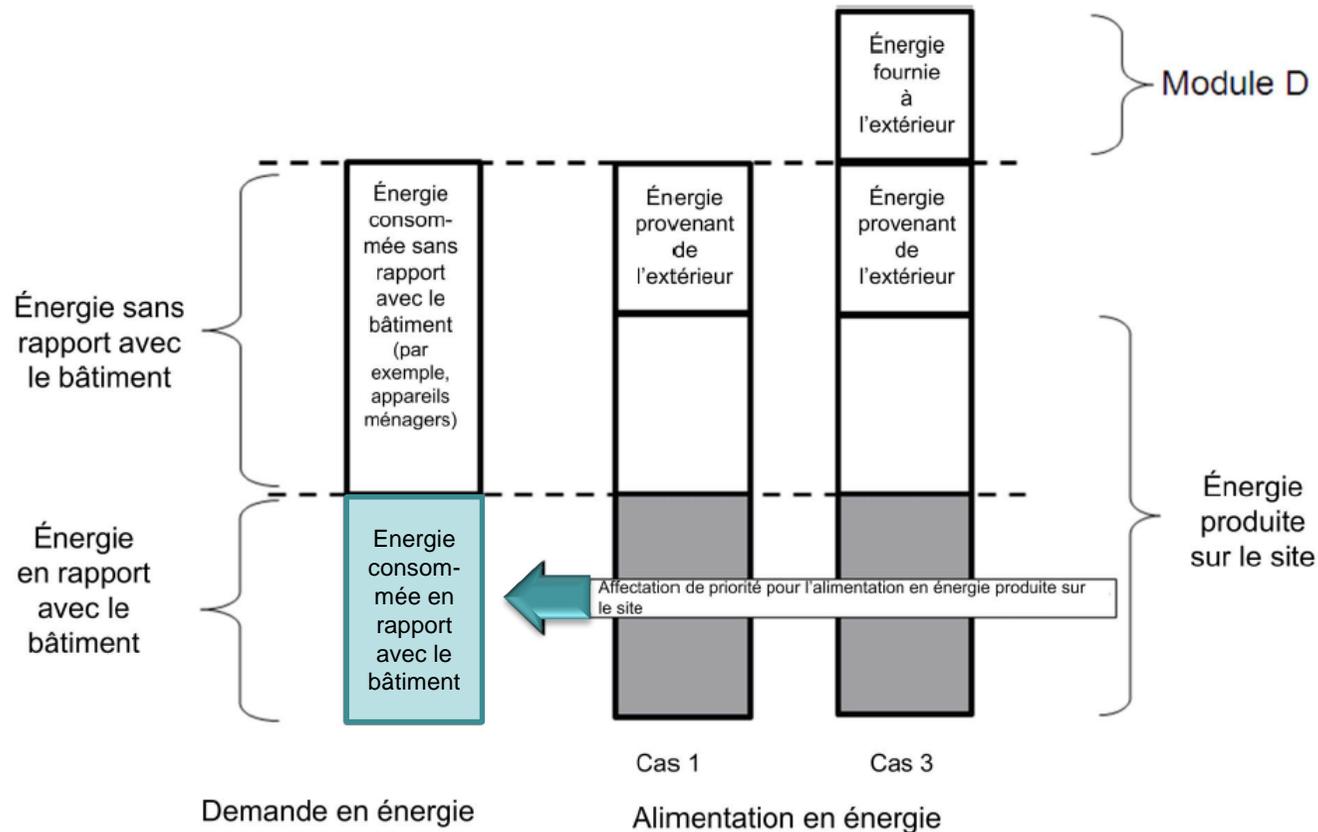


Tous	BB	IC	MI
3,9	3,0	8,9	3,1

Médianes en kg eq.CO₂/m²_{SHON}/an

- Sensibilité des résultats à la zone climatique, à la performance énergétique et aux vecteurs énergétiques
- Disparités assez fortes entre typologies de bâtiments, dues notamment aux vecteurs énergétiques

Production locale d'énergie (PLE) : convention

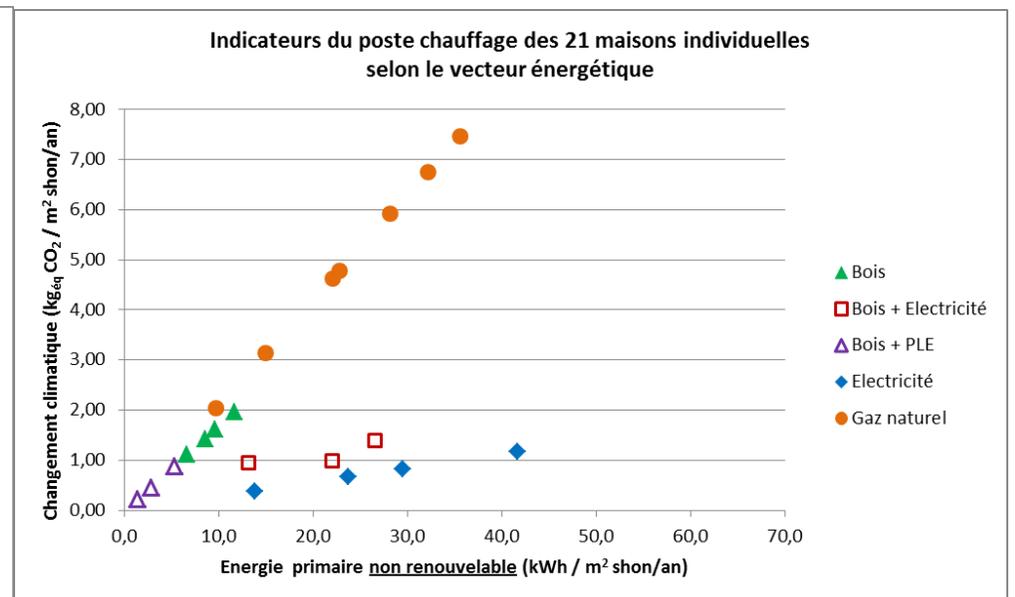
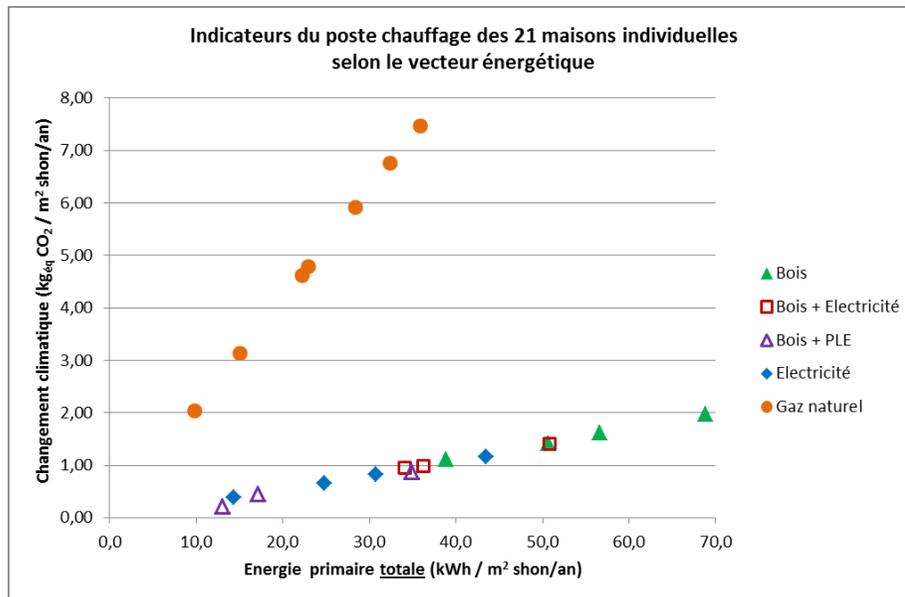


← : affectation prioritaire de l'énergie produite sur le site (extrait NF EN 15978:2012)

Energie et CO₂ liés au poste chauffage



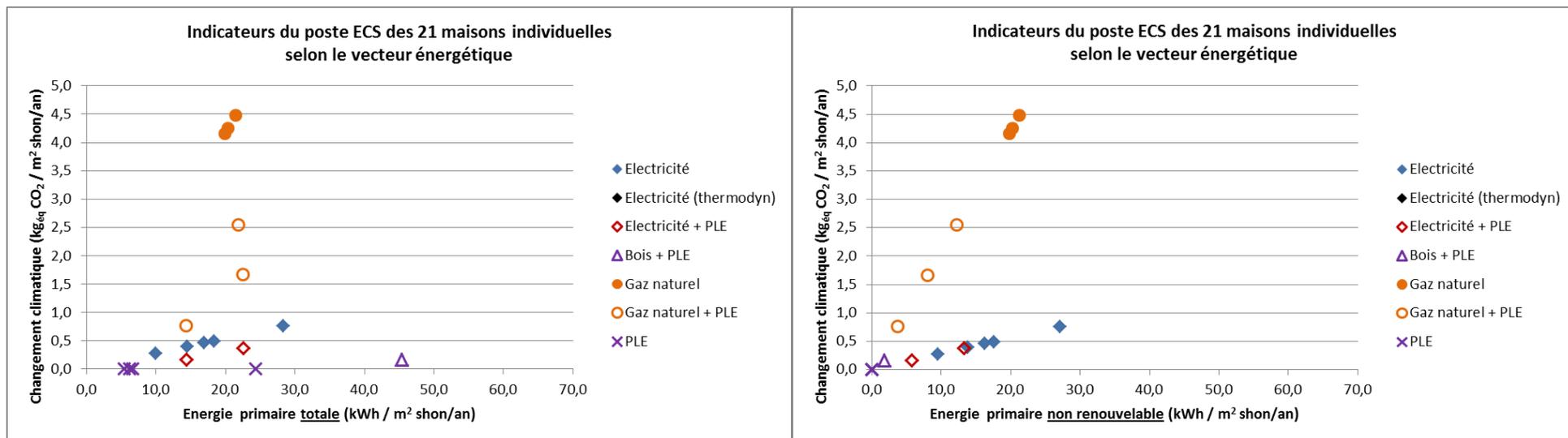
Maisons individuelles



Energie et CO₂ liés au poste ECS



Maisons individuelles

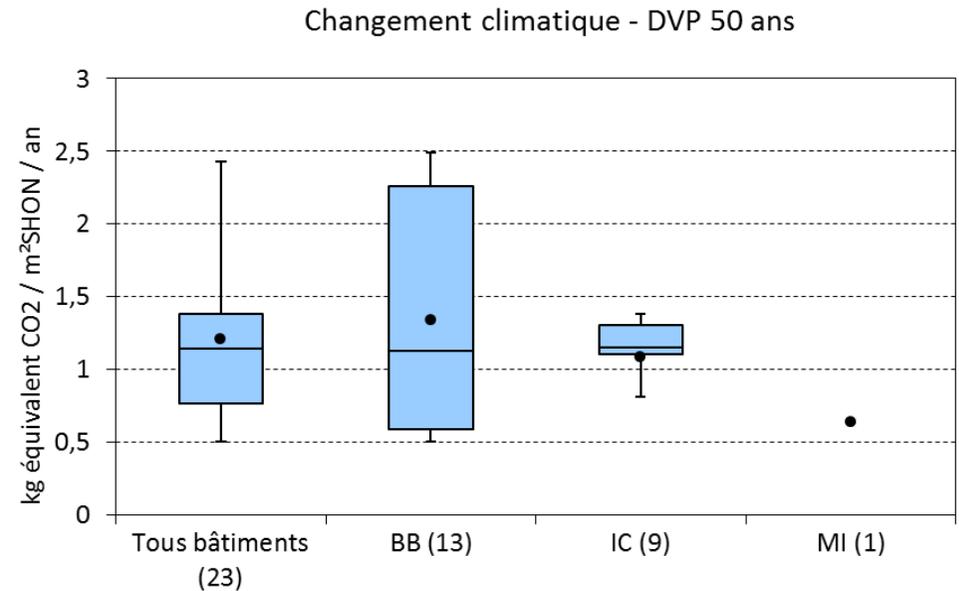
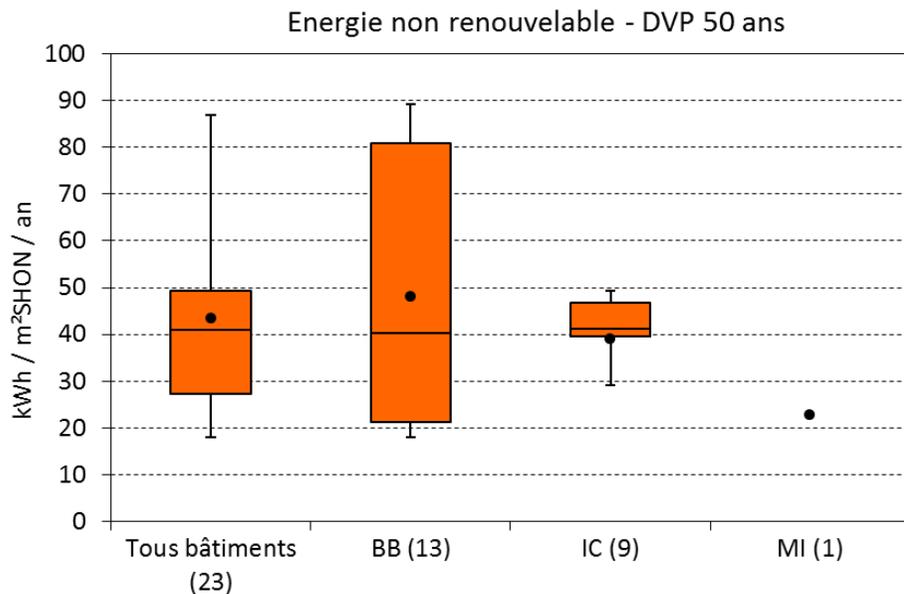




Résultats : Contributeur Consommation d'énergie liée au bâti hors postes RT

Contributeur consommation d'énergie liée au bâti hors postes RT

- ❖ **Contributeur renseigné dans 38% seulement des cas**
- ❖ **Usages concernés : ascenseurs, automatismes, éclairage et ventilation des parkings, etc.**



Contributeur consommation d'énergie liée au bâti hors postes RT

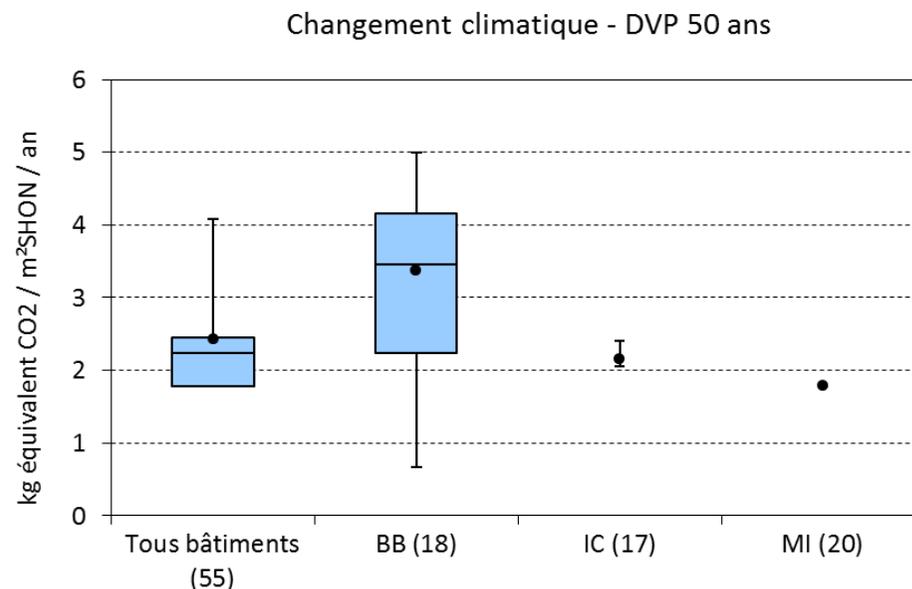
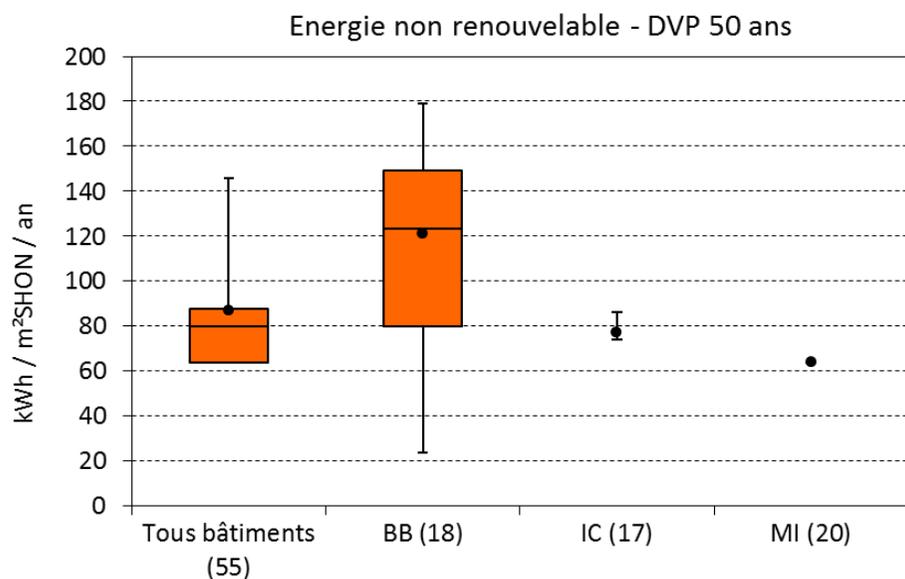
- ❖ **Pour les bâtiments de bureaux et les immeubles collectifs, le contributeur représente :**
 - 42 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an pour l'indicateur Energie primaire totale
 - 40 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an pour l'indicateur Energie primaire non renouvelable
 - Moins de 2 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an pour l'indicateur Energie primaire renouvelable
 - 1.1 kg eq.CO₂/m²_{SHON}/an pour l'indicateur Changement climatique
- ❖ **Maisons individuelles : en raison de la faible taille de l'échantillon, aucun ordre de grandeur ne peut être déterminé. Manque de méthode partagée.**
- ❖ **Immeubles collectifs : ratios, bibliographie**
- ❖ **Bureaux : la liberté laissée aux expérimentateurs, de par l'absence de méthodes conventionnelles ou partagée de calcul et de par l'absence de définition précise des sous-contributeurs pris en compte, se traduit par une très grande diversité dans les valeurs obtenues pour les estimations des consommations d'énergie. On peut supposer que ces chiffres seront sans doute amenés à évoluer.**
- ❖ **Il faudra à l'avenir disposer d'une méthode homogène pour pouvoir évaluer les consommations d'énergie liées au bâti hors RT pour le résidentiel et le tertiaire.**



Résultats : Contributeur Consommation d'énergie liée à l'activité

Contributeur Consommation d'énergie liée à l'activité

- ❖ **Contributeur renseigné dans 90% des cas**
- ❖ **Usages concernés : électroménager, cuisson, bureautique, serveurs, etc.**
- ❖ **Absence de méthode partagée : recours à des ratios, retours statistiques, mesures in situ → besoin d'une méthode reconnue et partagée**



Valeurs médianes :

❖ Pour l'indicateur énergie primaire totale :

- 83 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an toutes typologies confondues [67 – 83]
- **124 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les bâtiments de **bureaux [83 – 155]**.
- **83 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les **immeubles collectifs [83 – 83]**
- **67 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les **maisons individuelles [67 – 67]**

❖ Pour l'indicateur énergie primaire non renouvelable :

- 80 kWh/m²_{SHON}/an toutes typologies confondues [64 – 88]
- **124 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les bâtiments de **bureaux [80 – 149]**.
- **80 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les **immeubles collectifs [80 – 80]**
- **64 kWh_{ep}/m²_{SHON}/an** pour les **maisons individuelles [64 – 64]**

❖ Pour l'indicateur changement climatique :

- 2.2 kg eq-CO₂/m²_{SHON}/an toutes typologies confondues [1.8 – 2.45]
- **3.4 kg eq-CO₂/m²_{SHON}/an** pour les bâtiments de **bureaux [2.2 – 4.2]**.
- **2.2 kg eq-CO₂/m²_{SHON}/an** pour les **immeubles collectifs [2.2 – 2.2]**
- **1.8 kg eq-CO₂/m²_{SHON}/an** pour les **maisons individuelles [1.8 – 1.8]**



Résultats : Contributeur Consommation d'eau et rejets

Contributeur Consommation d'eau et rejets

❖ Ce contributeur englobe les impacts

- des consommations d'eau (mise à disposition d'eau potable de réseau)
- et du traitement des eaux usées (assainissement autonome ou collectif) pendant la vie en œuvre du bâtiment

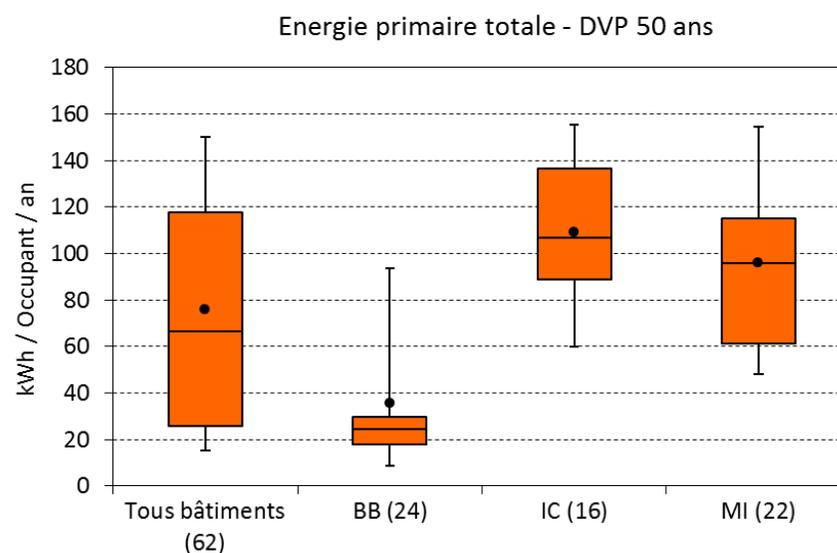
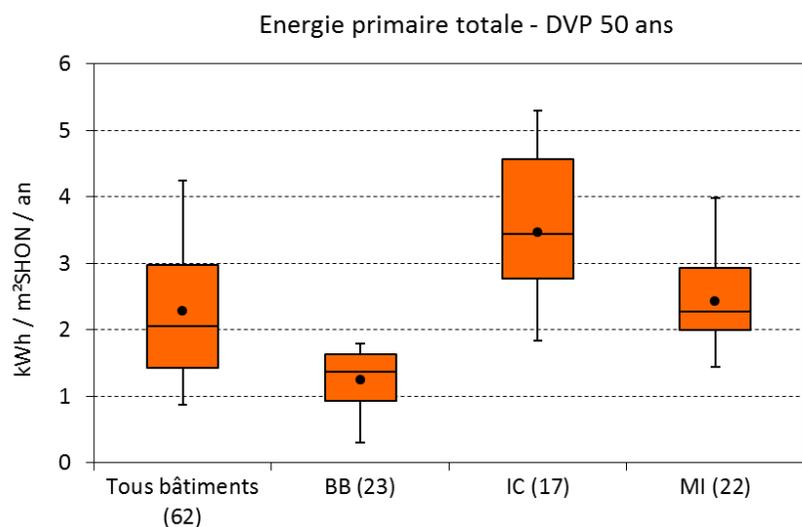
❖ Volumes d'eau consommés et rejetés : ratios (cf. règles HQE Performance) ou module de calcul Elodie

Consommation d'eau, par typologie de bâtiment	BB	IC	MI
Moyenne, m ³ /personne/an	8	38	40
Médiane, m ³ /personne/an	8	41	34
Moyenne, m ³ /m ² _{SHON} /an	0.43	1.2	0.90
Médiane, m ³ /m ² _{SHON} /an	0.45	1.2	0.80

❖ Traitement des eaux usées : sur-représentation de l'assainissement non collectif dans l'échantillon

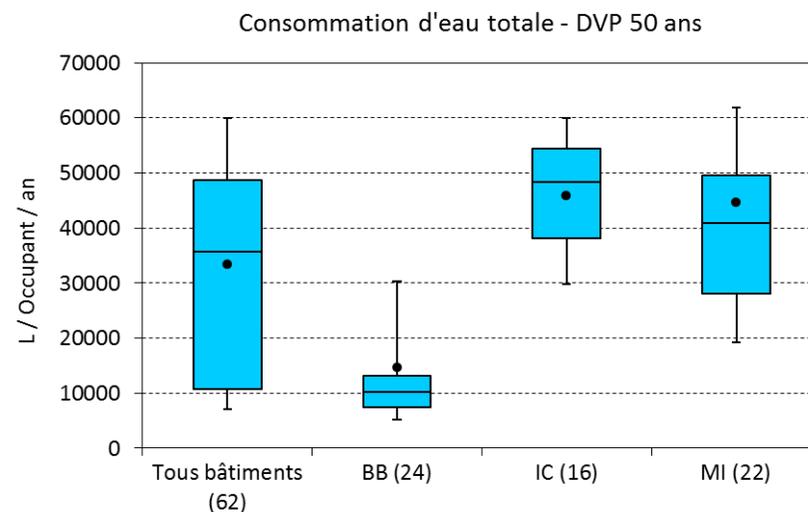
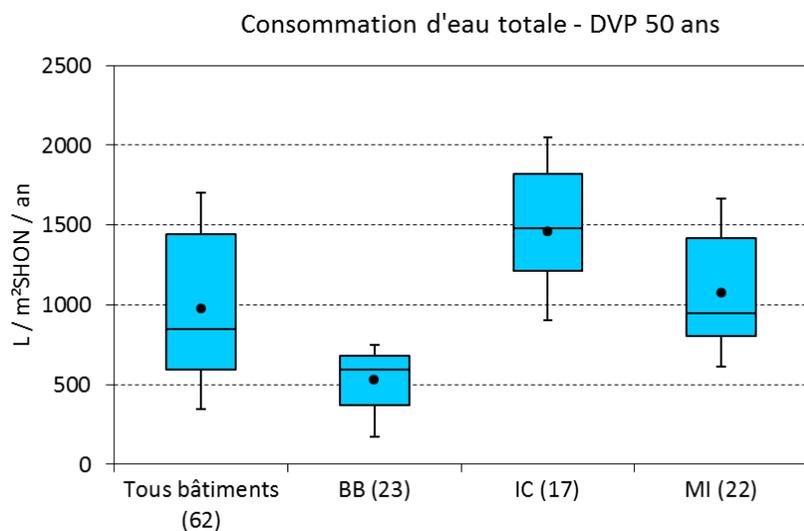
Contributeur Consommation d'eau et rejets

❖ Indicateur Energie primaire totale (par unité de surface et par occupant)



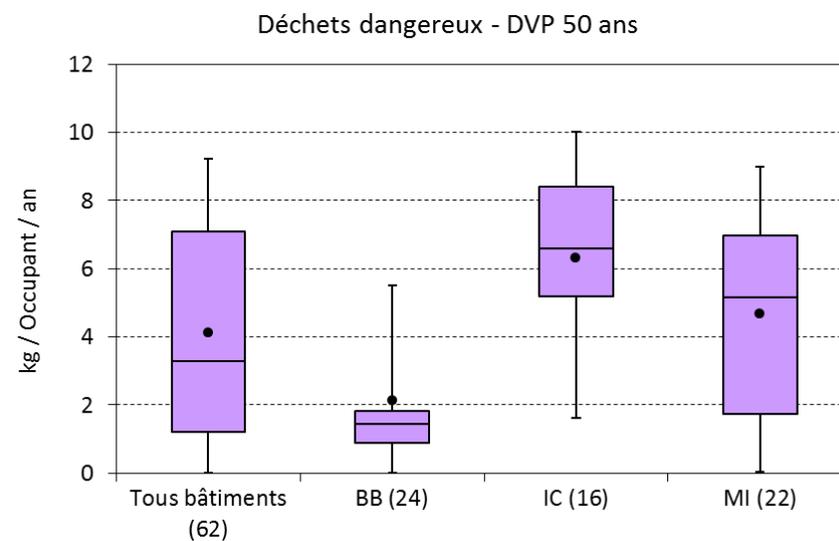
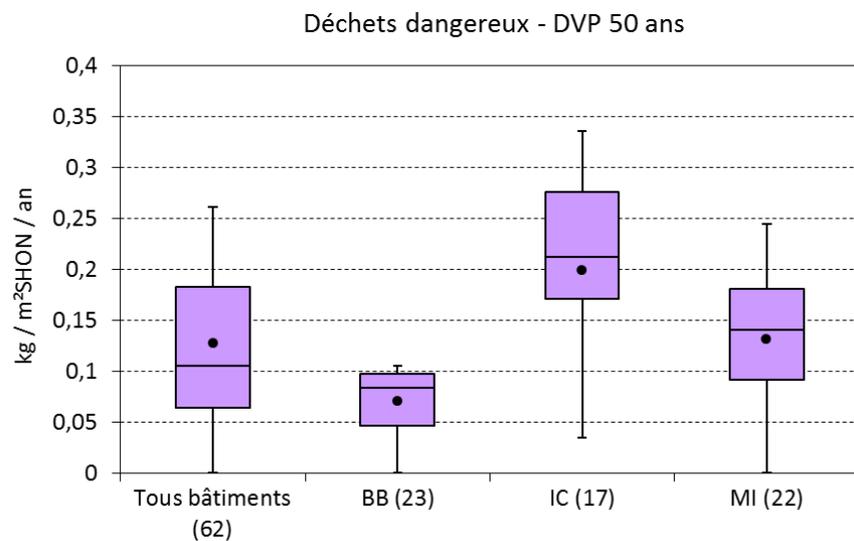
Contributeur Consommation d'eau et rejets

❖ Indicateur Consommation d'eau (par unité de surface et par occupant)



Contributeur Consommation d'eau et rejets

❖ Indicateur Déchets dangereux (par unité de surface et par occupant)



Contributeur Consommation d'eau et rejets

A retenir :

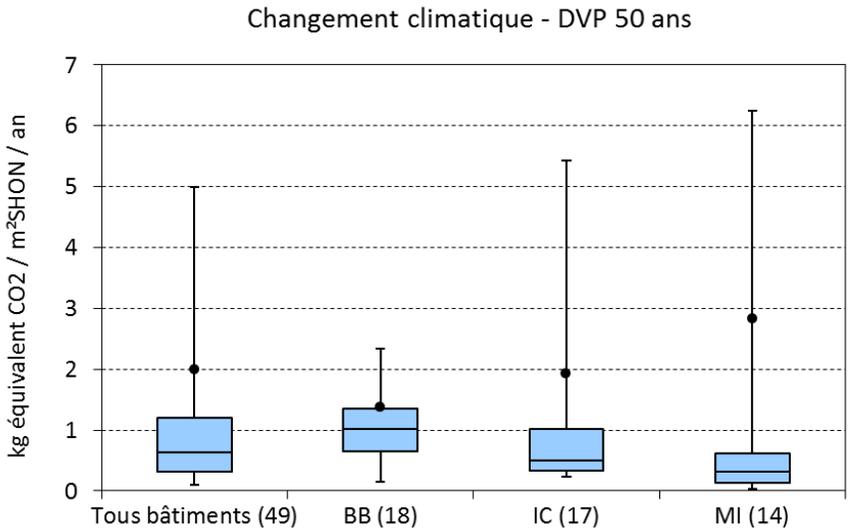
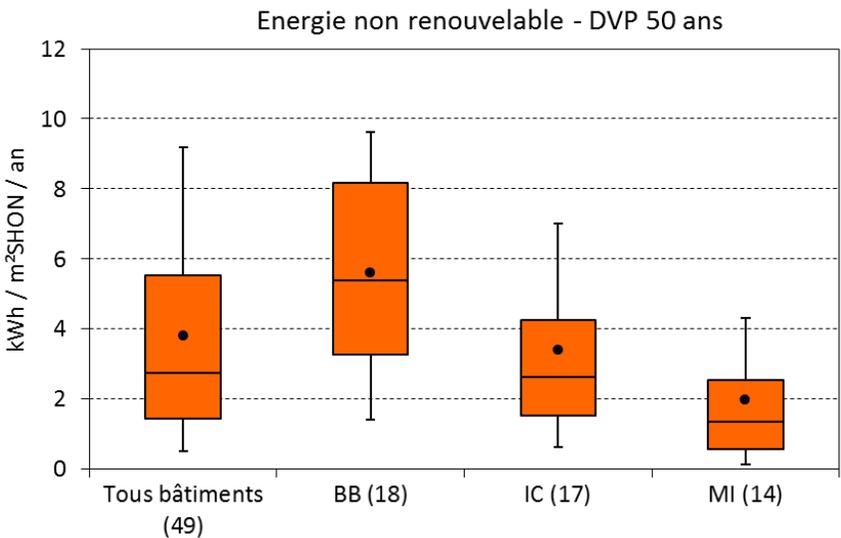
- ❖ **La consommation d'eau pendant la vie en œuvre est un contributeur peu influent sur l'indicateur d'énergie primaire totale.**
 - Il représente seulement $2 \text{ kWh}_{ep}/\text{m}^2_{SHON}/\text{an}$ (médiane toutes typologies), ou plus précisément environ $100 \text{ kWh}_{ep}/\text{personne}/\text{an}$ pour les bâtiments résidentiels et $25 \text{ kWh}_{ep}/\text{personne}/\text{an}$ pour les bâtiments de bureaux.
- ❖ **Pour l'indicateur de consommation d'eau, sans surprise, le contributeur **Consommations et Rejets d'Eau** est le plus important à l'échelle du bâtiment.**
 - Il représente de 40 à $48 \text{ m}^3/\text{personne}/\text{an}$ pour les bâtiments résidentiels (respectivement MI et IC) et environ $10 \text{ m}^3/\text{personne}/\text{an}$ pour les bâtiments de bureaux.
 - Attention, ces chiffres sous-estiment fortement les pertes des réseaux de distribution (souvent évalués à 5% alors qu'un réseau considéré comme bon a un taux de perte proche de 40%).
- ❖ **Pour l'indicateur déchets dangereux, le contributeur **Consommations et Rejets d'Eau** est fortement impactant à l'échelle du bâtiment.**
 - Il représente de 5 à $7 \text{ kg}/\text{personne}/\text{an}$ pour les bâtiments résidentiels (respectivement MI et IC) et environ $1.5 \text{ kg}/\text{personne}/\text{an}$ pour les bâtiments de bureaux.
 - Pour cet indicateur, les chiffres ont beaucoup évolué entre les expérimentations 2010 et 2012. Ces évolutions sont notamment liées aux données environnementales. Ainsi, il serait pertinent de comparer ces chiffres à des études tierces et de les faire valider par la filière épuration des eaux.

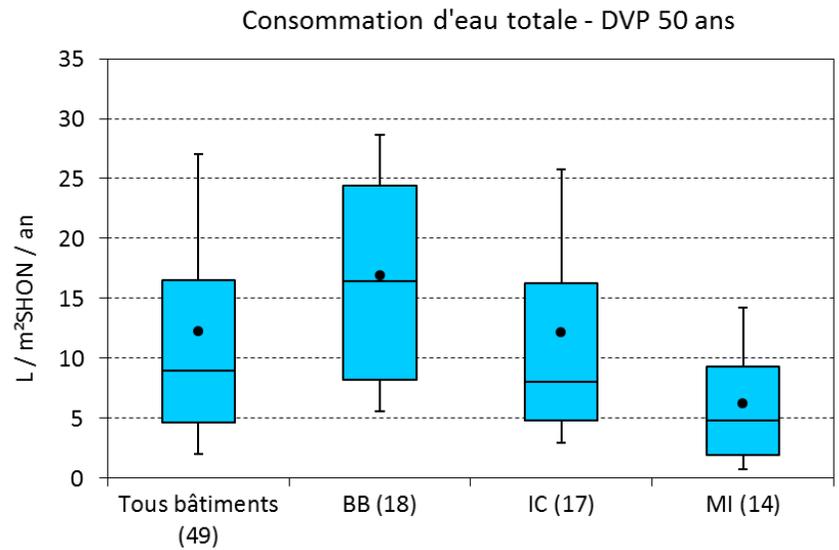
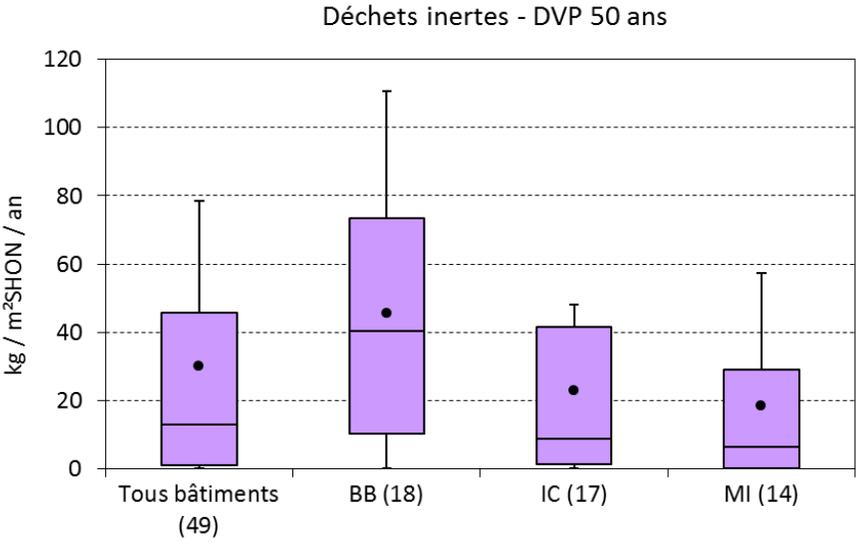


Résultats : Contributeur Chantier

❖ **Contributeur renseigné dans 78% des cas, mais de façon plus ou moins complète** (49% de l'ensemble des bâtiments intègrent le poste énergie, 46% le poste eau, 78% le transport, 46% l'immobilisation et 68% les déchets)

 Il ne s'agit pas ici de présenter les impacts de la phase chantier. Certains flux et impacts de la phase chantier sont déjà inclus dans les FDES des produits et équipements, et ne sont pas repris ici. Le « contributeur chantier » inclut des processus autres, utiles au chantier dans sa globalité, et n'engendre donc pas tous les impacts de la phase chantier.





NB : A ne pas confondre avec les déchets inertes déjà inclus dans les FDES des produits et équipements.

- ❖ **Poids du contributeur chantier suivant différents indicateurs environnementaux : toutes typologies confondues et pour une DVP de 50 ans, ce contributeur représente environ* :**
 - **3 kWh** d'énergie primaire non renouvelable/m²_{SHON}/an, représentant la quasi-totalité de l'énergie primaire totale
 - **0,6 kg** d'équivalent CO₂/m²_{SHON}/an
 - **9 L** d'eau consommée/m²_{SHON}/an
- ❖ **Pour ces indicateurs, l'influence des processus de chantier à l'échelle du bâtiment apparaît comme très minime, mais d'une part elle est sous-évaluée (car les processus sont renseignés de façon incomplète, difficulté dans la collecte des données) et d'autre part les impacts de la phase chantier des produits et équipements ne sont pas inclus ici.**
- ❖ **Déchets inertes : le contributeur chantier représente une part importante* :**
 - **13 kg** de déchets inertes/m²_{SHON}/an, toutes typologies confondues
 - **40 kg** /m²_{SHON}/an pour les bâtiments de bureaux (le double du contributeur produits et équipements !)
 - **9 kg** /m²_{SHON}/an pour les immeubles collectifs
 - **7 kg** /m²_{SHON}/an pour les maisons individuelles
- ❖ **Les autres types de déchets sont insignifiants pour ce contributeur.**
- ❖ **Pour l'ensemble des indicateurs, on remarque une incidence plus forte du contributeur chantier pour la typologie bâtiments de bureaux que pour les immeubles collectifs. Les impacts environnementaux du contributeur chantier semblent toujours moins importants pour la typologie maison individuelle.**

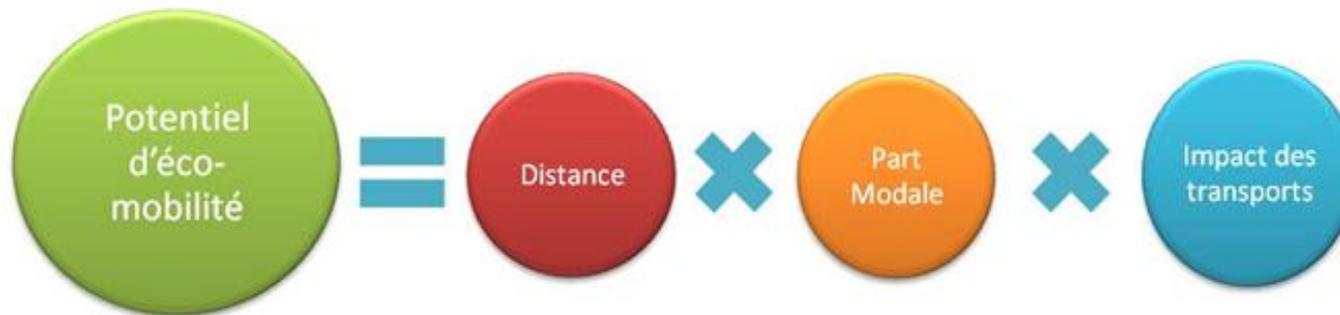
* : En valeurs médianes



Résultats : Contributeur Déplacements des usagers

Contributeur Déplacements des usagers

- ❖ **Contributeur renseigné dans 87% des cas (55 bâtiments sur 63)**
- ❖ **Distances parcourues par occupant, par mode et par an : outil « éco-mobilité » d'Effinergie (www.effinergie-ecomobilite.fr)**

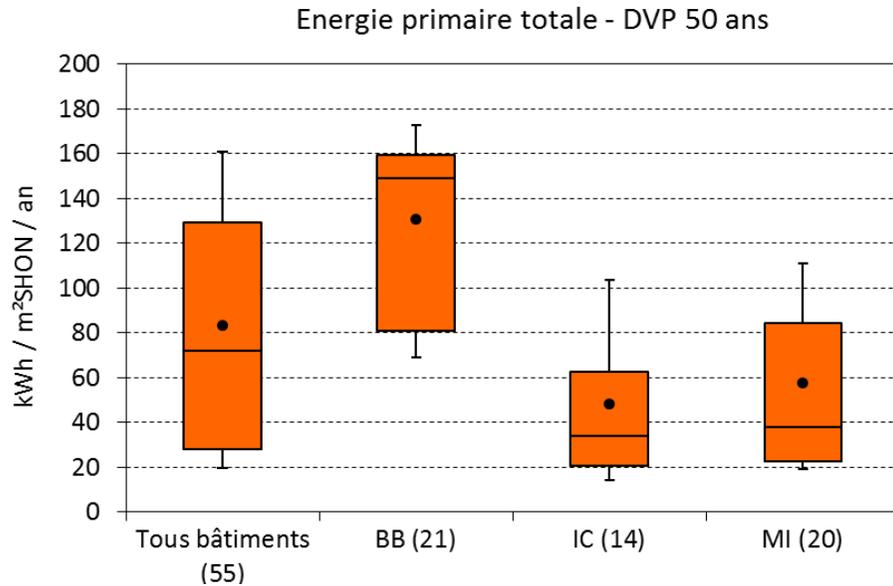


- ❖ **Intérêt de raisonner par occupant et par an**
- **En termes d'impacts, que représente ce contributeur par rapport aux autres ?**

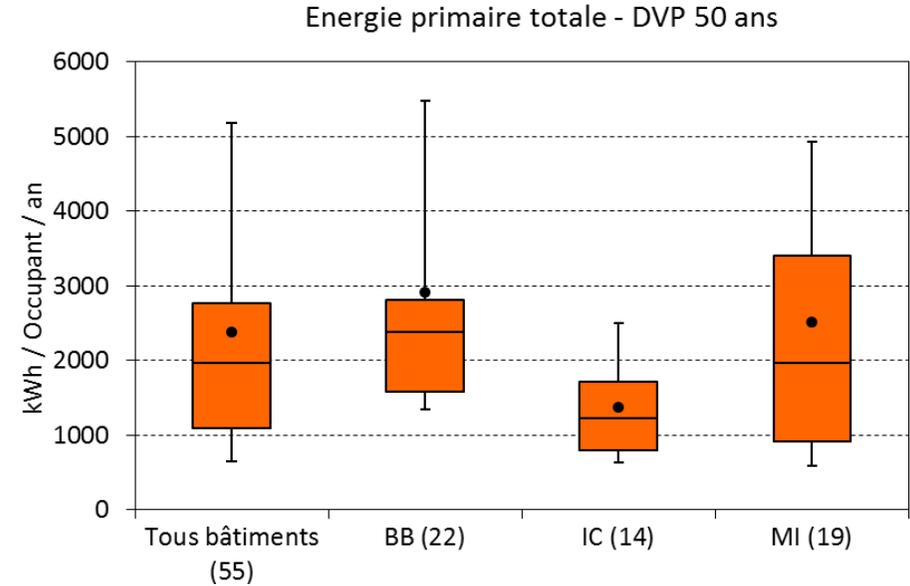
Contributeur Déplacements

Indicateur Energie primaire totale

Par unité de surface



Par occupant



Pour l'indicateur Energie primaire totale, (en quasi-totalité de l'énergie primaire non renouvelable) :

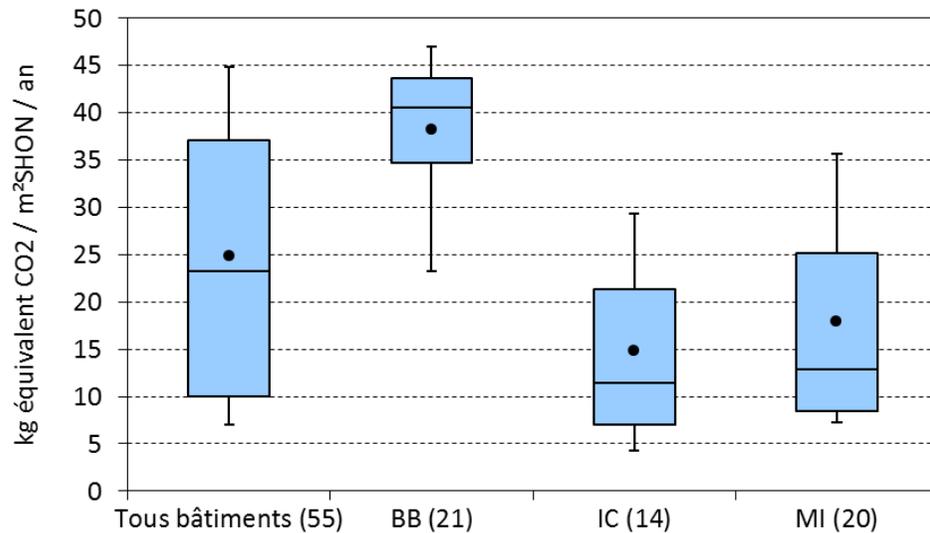
- **2000 kWh/occupant/an** toutes typologies confondues

L'interprétation peut être assez différente selon que l'on exprime les résultats par m² de SHON ou par occupant.

Contributeur Déplacements Indicateur Changement climatique

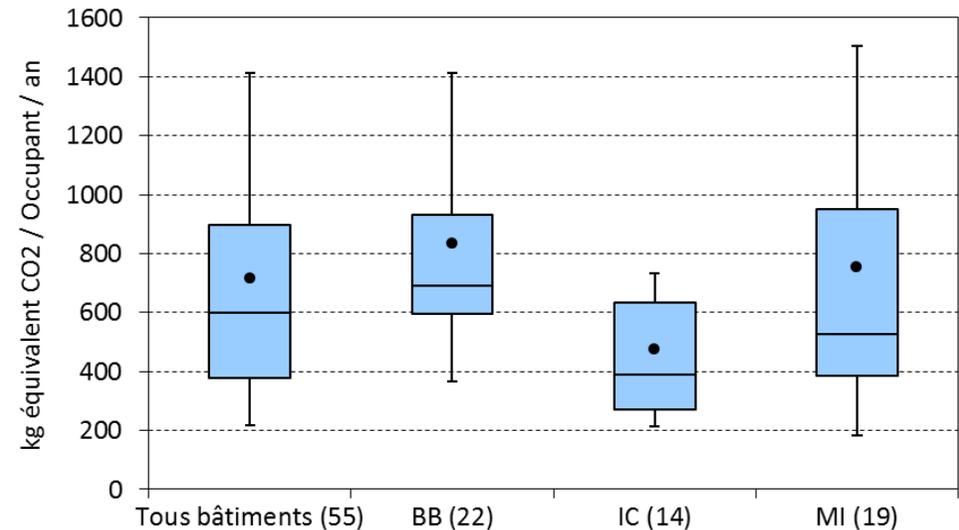
Par unité de surface

Changement climatique - DVP 50 ans



Par occupant

Changement climatique - DVP 50 ans

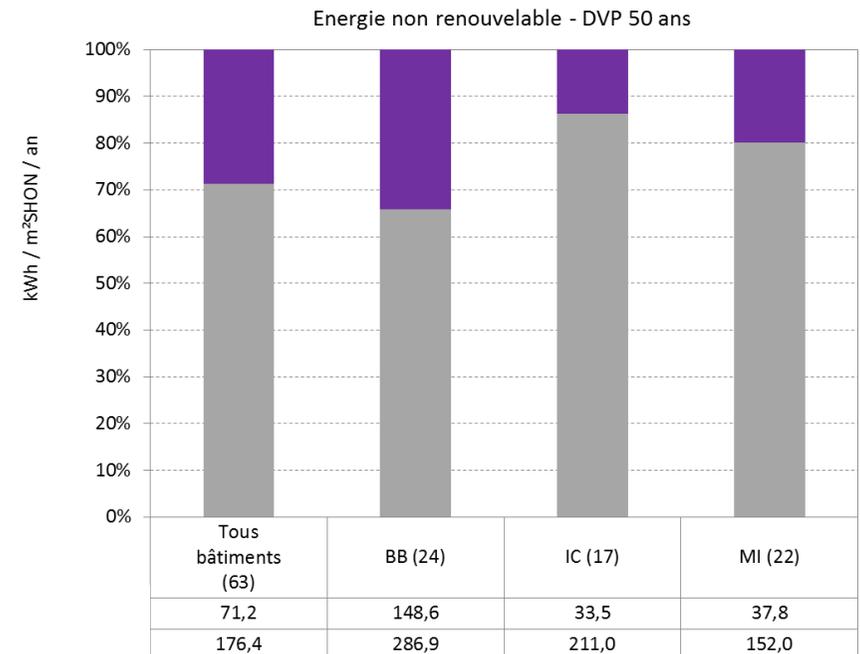
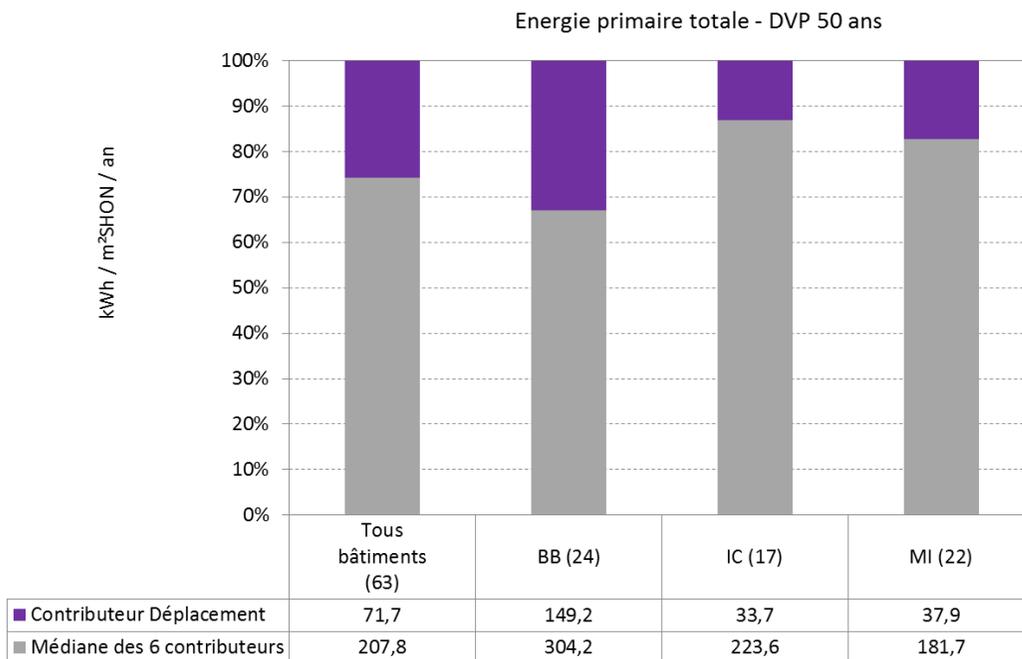


Pour l'indicateur Changement climatique :

- **600 kg équivalent CO2/occupant/an** toutes typologies confondues

Part relative du contributeur Déplacements

Part relative du contributeur **Déplacements** à l'échelle du bâtiment pour plusieurs indicateurs
 NB : en **gris** sont représentés les **6 autres contributeurs** (sans distinction)

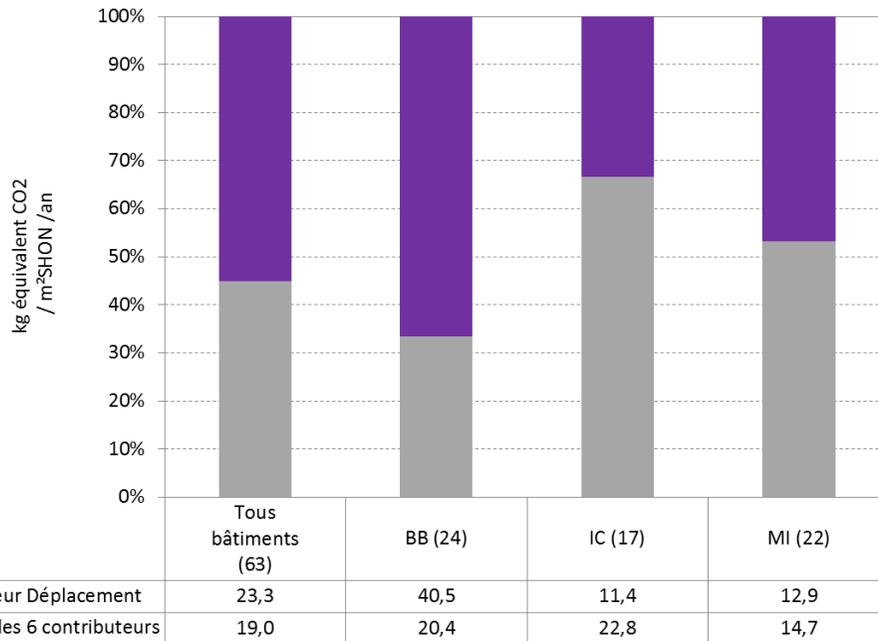


Les déplacements des usagers du bâtiment représentent, toutes typologies confondues :

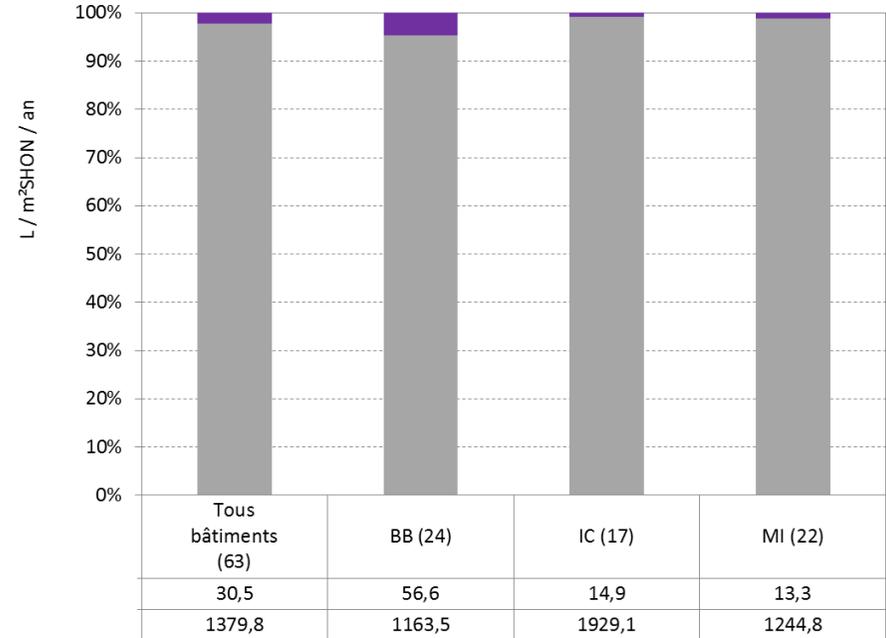
- **25 %** de l'indicateur **Energie primaire totale**
- **29 %** de l'indicateur **Energie primaire non renouvelable**

Part relative du contributeur Déplacements

Changement climatique - DVP 50 ans



Consommation d'eau - DVP 50 ans



Les déplacements des usagers du bâtiment représentent, toutes typologies confondues :

- **55 %** de l'indicateur **Changement climatique** : part relative la plus importante, très fort impact sur les bâtiments de bureaux (les 2/3)
- **2 %** de l'indicateur **Consommation d'eau**



Discussion Synthèse

❖ Evaluation de l'échantillon d'étude (représentativité)

- Type de bâtiment par type de bâtiment, l'échantillon n'est pas bien représentatif de la construction neuve/récente française, donc prudence dans les extrapolations d'une « *photo d'un échantillon donné à l'instant t* »

❖ Evaluation de la qualité des modélisations

- Le processus de modélisation
 - Les données relatives au bâtiment
 - Les données environnementales
 - « Guide de l'expérimentateur » à élargir
- Synthèse : voir tableau page suivante pour le contributeur produits et équipements

Qualité des modélisations

Contributeur Produits et équipements

Expérimentation HQE Performance (qualité des modélisations)

Contributeur Produits et équipements, lots techniques

	1. VRD (Voirie et Réseaux Divers)	2. Fondations et infrastructure	3. Superstructure - Maçonnerie	4. Couverture – Etanchéité -	5. Cloisonnement - Doublage - Plafonds	6. Façades et menuiseries	7. Revêtements des sols, murs et	8. CVC (Chauffage – Ventilation –	9. Installations sanitaires	10. Réseaux d'énergie électrique et de	11. Sécurité des personnes et des	12. Éclairage	13. Appareils élévateurs et autres	14. Équipement de production locale
Typo.	Cohérence des Frontières													
Bâtiment de Bureaux	—	—	—	—	—	✓	✓	—	—	—	—	✗	—	—
Immeuble Collectif	—	—	✓	—	—	✓	✓	—	✓	—	—	—	—	—
Maison Individuelle	—	—	✓	✓	✓	—	—	—	✓	—	✗	✗		—
	Type de quantitatifs													
Bâtiment de Bureaux	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Immeuble Collectif	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Maison Individuelle	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Type de données Environnementales													
Bâtiment de Bureaux	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Immeuble Collectif	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Maison Individuelle	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Association Données environnementales/Quantitatif													
Bâtiment de Bureaux	—	—	✓	—	✓	—	✓	—	—	—	—	✗	—	—
Immeuble Collectif	✓	—	✓	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	✓
Maison Individuelle	—	✓	✓	✓	✓	—	—	—	✓	—	✗	✗		—

Frontières		Quantitatif		Données environnementales		Association	
✓	Cohérentes	●	Spécifique au projet	●	Usage majoritaire de données spécifiques	✓	Plutôt cohérente
—	Approximatives	●	Plutôt spécifique au projet	●	Usage majoritaire de données génériques	—	Mix de données cohérentes
✗	Ne sont pas au niveau attendu	●	Plutôt générique	●	Absence de données environnementales	✗	Impossible de trouver des données cohérentes
		●	Absence de quantitatif				

Tableau de synthèse du niveau de renseignement des différents lots du contributeur Produits et Equipements suivant la typologie des projets modélisés



Conclusion Perspectives

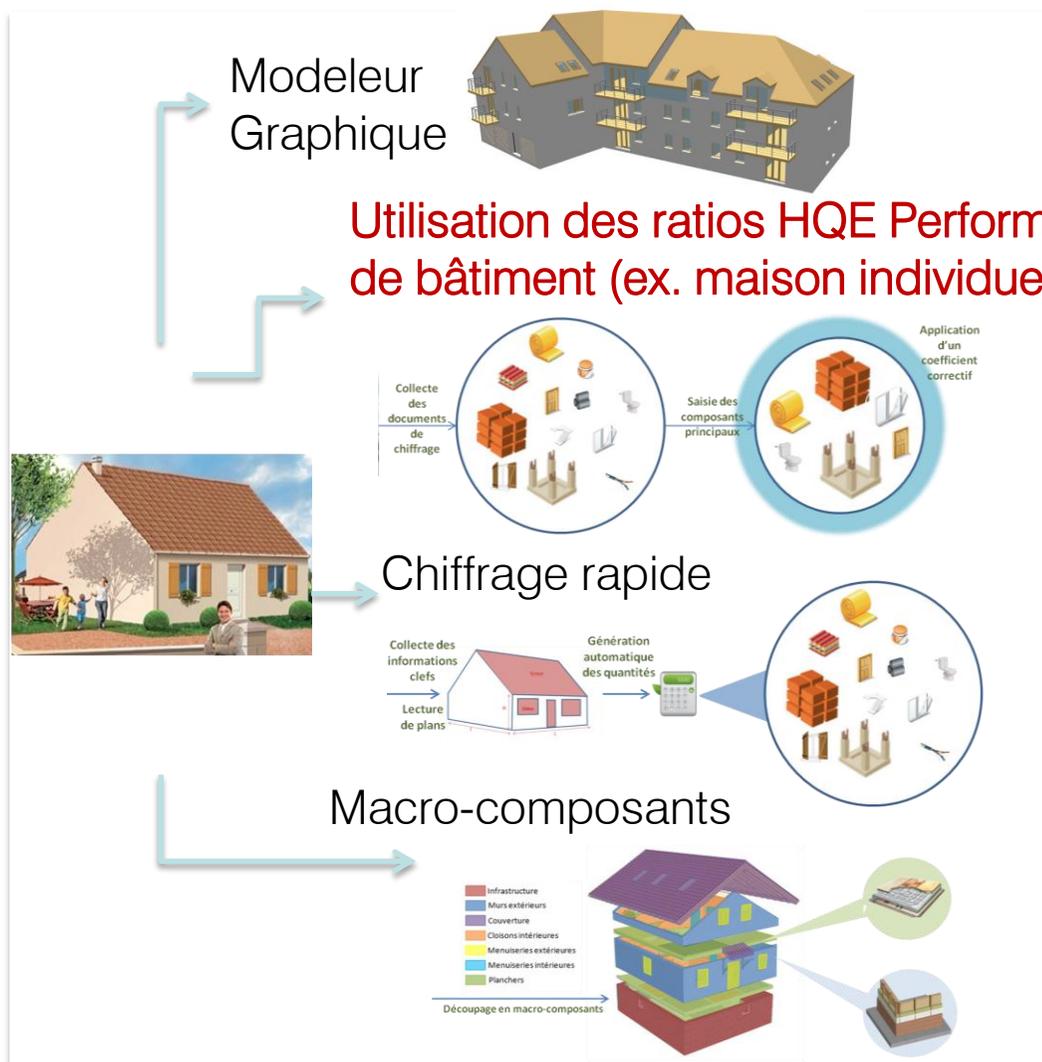
- ❖ **Des résultats qui nous fixent les priorités**
- ❖ **Des résultats qui nous orientent dans la recherche de solutions**
- ❖ **Un cadre d'évaluation rigoureux et partagé**
- ❖ **Une qualité de modélisation en net progrès**
- ❖ **Un apprentissage réussi**
- ❖ **Une meilleure maturité des données et des outils**

- ❖ **Valeurs médianes/moyennes et dispersion statistique pour chaque indicateur**
 - Valeurs repères pour les filières et les producteurs (matériaux, énergie)
 - Possibilité de définir des classes ou des seuils en vue d'un label environnemental

- ❖ **Aller à l'essentiel (contributeurs peu influents sur certains indicateurs)**
 - Possibilité de simplification de la modélisation (voir page suivante)

- ❖ **Passer sans encombre le cap de la EN 15804 / EN 15978**
 - Mise à jour future des résultats selon les nouvelles exigences (indicateurs, périmètre d'étude, etc.)

Possibilité de simplification pour les données d'entrée des outils d'ACV bâtiment (ex. logiciel ELODIE)



- ❖ **Faciliter la réalisation des ACV**
 - Identification des priorités. Outils ACV bâtiments en évolution.
- ❖ **Sophistiquer**
 - Projets de recherche en cours (e.g. BENEFIS) ou à venir.
- ❖ **Adapter.... aux acteurs, aux phases des projets, aux objectifs**
 - BENEFIS, Cerqual, etc.
- ❖ **Disséquer**
 - Distinguer les facteurs impactants, etc.
- ❖ **Encourager/valoriser la réalisation des ACV bâtiments**
 - Via la certification des ouvrages HQE, etc.
- ❖ **Capitaliser**
 - Vers un nouveau cadre HQE performantiel
 - Vers un observatoire de la performance environnementale ?
- ❖ **Aller de l'évaluation à la conception**
 - Mutation des pratiques. Communauté ACV Ile de France
- ❖ **Communiquer**
 - Communication scientifiques, techniques, etc.

❖ **Titre et auteurs du rapport scientifique CSTB :**

Capitalisation des résultats de l'expérimentation HQE Performance – Analyse statistique

LEBERT Alexandra, LASVAUX Sébastien, GRANNEC Francis, NIBEL Sylviane, ACHIM Fanny,
SCHIOPU Nicoleta, CHEVALIER Jacques

❖ **Contacts :**

- CSTB - Alexandra Lebert : alexandra.lebert@cstb.fr
- Association HQE : Anne-Sophie Perrissin-Fabert
- METL-MEDDE / DHUP : Hadjira Schmitt-Foudhil

❖ **Web : Association HQE, projet HQE Performance**

- <http://assohqe.org/hqe/spip.php?rubrique10>

Merci de votre attention



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ÉGALITÉ
DES TERRITOIRES
ET DU LOGEMENT

MINISTÈRE DE
L'ÉCOLOGIE, DU
DÉVELOPPEMENT
DURABLE ET DE
L'ÉNERGIE



ASSOCIATION
RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie