

Etude prospective – Calculs des besoins énergétiques pour bâtiments neufs (Bbio)

Collectif Isolons la Terre contre le CO2

Rapport intermédiaire



**TRIBU
ENERGIE** 

26 juillet 2010

AUTEUR	Thomas Houé
VALIDATION	Simon Barret

206, RUE DE BELLEVILLE 75020 PARIS

TEL : 01 43 15 00 06 FAX : 01 43 15 01 80 MAIL : mail@tribu-energie.fr

SITE WEB : www.tribu-energie.fr

SOMMAIRE

1. Préliminaires	3
2. Hypothèses d'études et méthodologies	4
2.1. Bâtiments types simulés	4
2.1.1. Maisons individuelles :	4
2.1.2. Logements collectifs :	4
2.1.3. Bureaux :	4
2.1.4. Enseignements :	4
2.2. Méthodologie	5
2.2.1 Bâtiments simulés	5
2.2.2. Les trois niveaux de performance	7
3. Maisons individuelles :	8
3.1. Résultats et sensibilités:	8
3.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :	11
4. Logements collectifs :	14
4.1. Résultats et sensibilités:	14
4.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :	16
5. Bureaux CE1 non climatisés :	19
5.1. Résultats :	19
5.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :	22
6. Bureaux CE2	23
6.1. Résultats :	23
6.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :	24
7. Enseignements secondaires	25
7.1. Résultats :	25
7.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :	26
8. Enseignements primaires	27
8.1. Résultats :	27
8.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :	28

1. Préliminaires

Dans le cadre des travaux de la RT2012, la DHUP a réuni un groupe de travail composé d'applicateurs réalisant déjà des études RT2005 afin de caler les futures exigences et tester le moteur de calcul en cours d'élaboration par le CSTB.

Les applicateurs ont simulé des projets respectant le label BBC actuel, mais il a pu être observé sur plusieurs projets qu'un niveau d'enveloppe banal pouvait être compensé par des systèmes performants. Le coefficient « Bbio » (pour Besoin BIOclimatique) a justement été introduit pour pallier à ce problème. Il vise à représenter ce qu'une enveloppe d'un bâtiment ne pourra pas dépasser en termes de demandes énergétiques à assurer par les équipements. Trois composantes de Bbio sont envisagées : chauffage, refroidissement (pour les bâtiments climatisés) et éclairage.

Le nouveau moteur de calcul du CSTB basé sur les règles THCE2012 permet d'extraire directement ces composantes. Il est donc possible d'estimer des sensibilités de ces coefficients et l'impact de l'isolation des parois opaques, vitrées et ponts thermiques.

Cette étude a donc pour objet de présenter et d'analyser les résultats de ces calculs de besoins énergétiques sur plusieurs bâtiments et sur plusieurs secteurs. Dans un premier temps seront étudiés les maisons individuelles, immeubles collectifs, bureaux, établissements primaires et secondaires d'enseignement. Les études portant notamment sur les établissements de restauration et industriels feront l'objet d'un rapport complémentaire ultérieur.

Le présent rapport a donc pour objectif de présenter les résultats des valeurs de Bbio des secteurs cités ci-dessus selon différents niveaux d'isolation, afin de visualiser quels sont les prestations requises pour la prochaine réglementation et celles qui, au contraire, seront rédhibitoires.

2. Hypothèses d'études et méthodologies

2.1. Bâtiments types simulés

L'étude porte sur les bâtiments résidentiels (maisons individuelles et immeubles collectifs) et non résidentiels (immeubles de bureaux, salle de classe). Ces bâtiments sont représentatifs des constructions réalisées.

2.1.1. Maisons individuelles

Pour la maison individuelle, il a été choisi de traiter plusieurs cas : des maisons plain pied et des maisons à étage. Un panel de 13 maisons individuelles isolées nous permet de couvrir une large gamme de surface de 78 m² à 182 m². Des modifications ont été apportées au projet dont la surface vitrée ne représentait pas 1/6^{ème} de la surface habitable, futur exigence de la nouvelle réglementation pour les bâtiments d'habitation.

2.1.2. Logements collectifs

Le panel de 12 logements collectifs regroupe des bâtiments de diverses typologies : de petits collectifs de 4 à 5 logements à de très gros collectifs à 125 logements. Des modifications ont été apportées au projet dont la surface vitrée ne représentait pas 1/6^{ème} de la surface habitable, futur exigence de la nouvelle réglementation pour les bâtiments d'habitation.

2.1.3. Bureaux

Les bureaux sont distingués en deux catégories, les bureaux non climatisés et les bureaux climatisés de catégorie CE2¹ : un ensemble de 6 bureaux représente la catégorie CE1 et un groupe de 8 bureaux la catégorie CE2. Les bureaux ont été sélectionnés afin de couvrir une large gamme de surface.

2.1.4. Enseignements

On distingue dans les enseignements, les enseignements secondaires (collège, lycée) et les enseignements primaires (élémentaire et maternelle). Un ensemble de 8 bâtiments représente les enseignements secondaires et un ensemble de 5 autres bâtiments représente les enseignements primaires

¹ Catégorie CE1/CE2 : Dans la réglementation thermique les bâtiments sont distingués en deux catégories CE1 ou CE2. Le but étant de limiter le recours à la climatisation active. On distingue donc les bâtiments pouvant avoir recours à la climatisation passive (par ventilation traversante) et ceux dont cela est plus contraignant de part leur exposition au bruit. Aucune pénalisation n'est affectée au bâtiment CE2 ne pouvant avoir accès à la climatisation passive.

2.2. Méthodologie

2.2.1 Bâtiments simulés

Au final, l'étude a permis de simuler l'ensemble des cas suivants :

Maisons individuelles :

Projet	SHORT (m ²)	Su / SHAB (m ²)	Taux de vitrage (%) $\%S_v = \frac{S_{\text{vitrée}}}{S_{\text{hab}}}$	Compacité $c = \frac{S_{\text{déperditive}}}{\text{Short}}$
Maison AET L 1	102.7	90.01	20.23 %	2.81
Maison AET L 2	78.2	62.4	16.7 %	2.71
Maison AET L 3	93.6	76.05	16.7 %	2.62
Maison AET L 4	94.79	81.14	16.7 %	2.52
Maison AET L 5	116.13	99.35	16.7 %	2.69
Maison AET L 6	128.18	109.98	16.7 %	2.20
Maison MI3 PC	150	115.6	11.1 %	1.84
Maison MI2G PC	100.1	87.45	11.4 %	2.16
Maison GDF 14	147.82	121.92	16.6 %	2.13
Maison GDF 15	107.9	88	18.3 %	2.85
Maison BB 12	110.5	91	14.6 %	2.55
Maison BB 13	181.9	150	15.5 %	1.79
Maison Klein	93.5	78.4	16.5 %	2.93

Immeubles collectifs :

Projet	SHORT (m ²)	Su / SHAB (m ²)	Taux de vitrage (%) $\%v = \frac{S_{\text{vitrée}}}{S_{\text{hab}}}$	Compacité $c = \frac{S_{\text{déperditive}}}{\text{Short}}$
21LC_1938m ² _BYCN	2408.4	1938	16.7 %	1.22
18LC_784m ² _GDF	1063	784	16.2 %	1.37
34LC_2116m ² _GDF	2836	2116	17.3 %	1.04
8LC_497m ² _Cing	605.1	497	17.3 %	1.23
5LC_254m ² _TE_HouilleA	360	254	22.4 %	1.43
7LC_467m ² _TE_HouilleB	619.2	476	24 %	1.56
34LC_2021m ² _PCs	2446	2021.16	16.7 %	1.02
4LC_201m ² _PCs	240	201.4	18.8 %	1.77
23LC_1486m ² _Clichy	1702	1458	17.7 %	1.16
27LC_1653m ² _TE	1927.8	1653	27.2 %	1.19
125LC_8526m ² _TE	10223	8526	27,1 %	0.75
LC_1206m ² _TE	1486	1206	17.8%	1.36

Nota : Toutes les nouvelles constructions à usage d'habitation (maisons + immeubles) devront avoir une surface vitrée minimum de 1/6 par rapport à la surface habitable. Pour les immeubles ayant un taux de vitrage inférieur, leurs surfaces vitrées et opaques ont été modifiées afin de satisfaire à cette exigence.

Bureaux :

Projet	SHORT (m ²)	Surface utile (m ²)	Taux de vitrage (%) $\%v = \frac{S_{\text{vitrée}}}{S_{\text{hab}}}$	Compacité $c = \frac{S_{\text{déperditive}}}{\text{Short}}$
Bureau 511m ²	511,0	488,0	18,9%	1,52
Bureau 1960m ²	2183,0	1668,6	17,0%	1,54
Bureau 9000m ²	9215,0	8755,0	21,1%	0,86
Bureau 1500m ²	1528,3	1313,2	14,6%	1,43
Bureau 17290m ²	17292,8	16469,4	18,0%	0,67
Bureau 26330m ²	26332,7	25078,7	15,3%	0,75
Bureau 730m ²	730,0	613,0	34,8%	1,45
Bureau-Fond-Nantes	3345,7	2963,0	28,7%	0,96
Bureau 2	2010,0	1885,0	25,9%	1,35
Bureau 3	174,4	160,0	17,4%	2,97
Bureau 4	7140,0	6427,0	19,4%	0,81
Bureau JE_IGH57000	62883,7	57167,0	26,6%	0,40
Bureau Iosis IGH 92000m ²	92000,0	86296,0	12,0%	0,52

Bâtiments d'enseignement secondaire:

Projet	SHORT (m ²)	Surface utile (m ²)	Taux de vitrage (%) $\%v = \frac{S_{\text{vitrée}}}{S_{\text{hab}}}$	Compacité $c = \frac{S_{\text{déperditive}}}{\text{Short}}$
Enseignement 1950 m ²	803,6	751,0	17,7%	1,53
Enseignement 2147 m ²	984,4	920,0	19,5%	1,56
Enseignement 3720 m ²	2716,5	2538,8	44,5%	1,52
Enseignement 6000 m ²	4950,9	4627,0	21,2%	1,70
Enseignement 1960 m ²	1748,4	1634,0	12,9%	1,91
Enseignement 7718 m ²	8258,8	7718,0	20,2%	1,11
Enseignement 1294 m ²	1294,0	1232,0	15,5%	1,54
Enseignement 1130 m ²	1130,0	943,6	25,6%	2,54

Bâtiments d'enseignement primaire :

Projet	SHORT (m ²)	Surface utile (m ²)	Taux de vitrage (%) $\%v = \frac{S_{\text{vitrée}}}{S_{\text{hab}}}$	Compacité $c = \frac{S_{\text{déperditive}}}{\text{Short}}$
Enseignement 900 m ²	801,0	675,0	14,4%	2,14
Enseignement 2132 m ²	2132,0	1895,0	24,3%	2,11
Enseignement 1465 m ²	1465,0	1331,2	37,4%	2,15
Enseignement 1085 m ²	1085,0	941,0	17,6%	2,29
Enseignement 915 m ²	915,0	832,0	22,3%	1,46

2.2.2. Les trois niveaux de performance

Pour chacune des versions de chaque bâtiment, trois niveaux de prestations ont été calculés :

- Le niveau très performant = BBC+
- Le niveau performant = BBC
- Le niveau moyen = BBC-

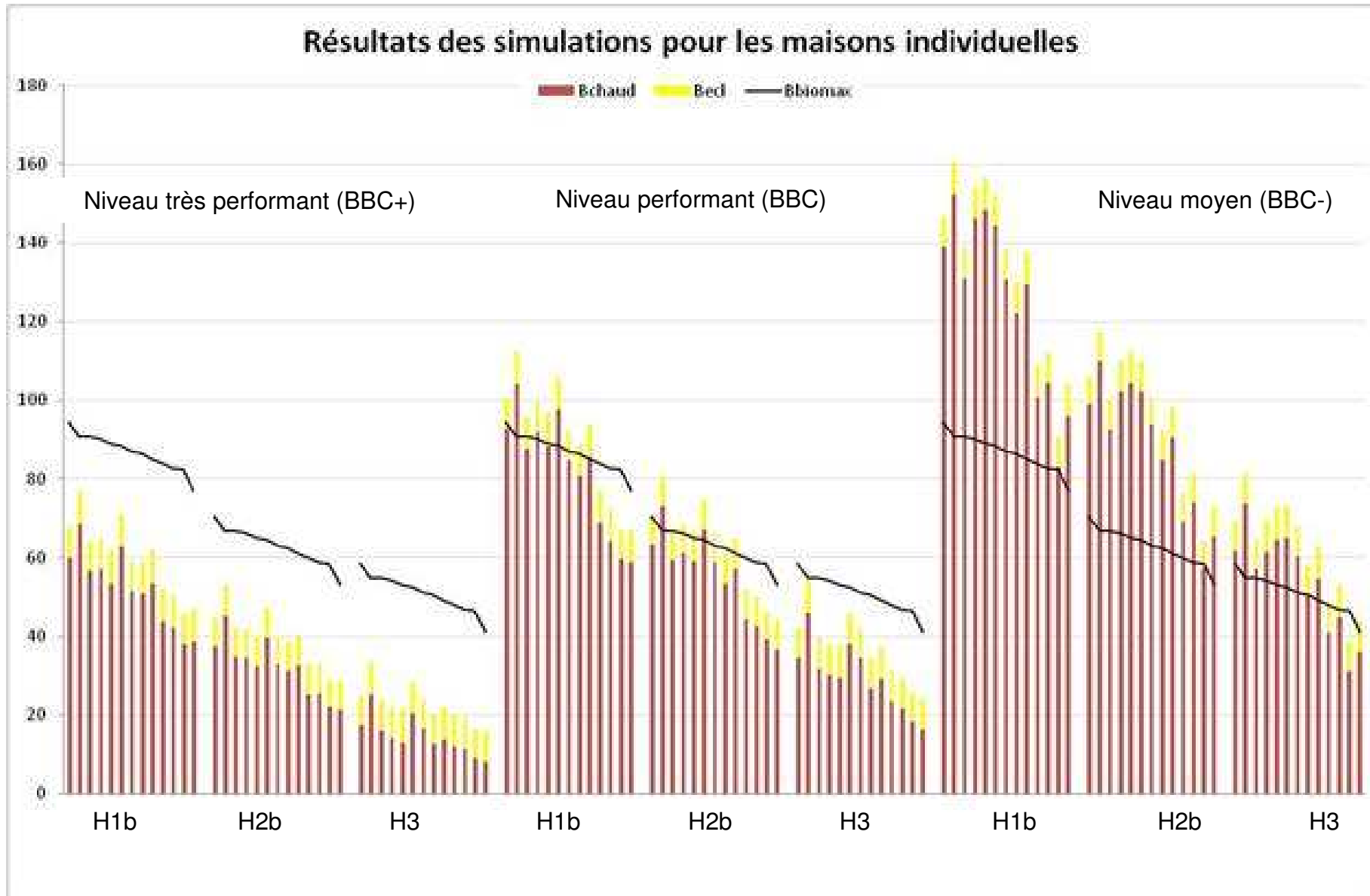
Pour ces différents niveaux, des valeurs ont été attribuées pour les coefficients des parois et des vitrages, pour les Ψ des ponts thermiques et pour la perméabilité.

Le tableau ci-dessous récapitule toutes les valeurs utilisées pour les différents niveaux.

	Niveau très performant (BBC+)	Niveau performant (BBC)	Niveau moyen (BBC-)
U mur	0.2	0.28	0.36
U toiture	0.1	0.15	0.2
U plancher bas	0.2	0.25	0.3
U fenêtres (Uw/Ujn)	1.4 / 1.2	1.6 / 1.4	1.8 / 1.6
<i>-Facteur solaire sans PM</i>	0.4	0.4	0.4
<i>-Transmission lumineuse sans PM</i>	0.5	0.5	0.5
<i>-Facteur solaire avec PM</i>	0.1	0.1	0.1
<i>-Transmission lumineuse avec PM</i>	0.12	0.12	0.12
U coffres volets roulants	0.5	1	1.5
U portes	1	1.5	2
Ponts thermiques	Traitements complet	Traitement moyen	Pas de traitement
PB / VS	0.1 entrevous duo	0.3	0.65 (planelle)
PB / TP	0.1 entrevous duo	0.3	0.65 (planelle)
PI	0.23 rupteur	0.23	0.65 (planelle)
Combles	0.06	0.06	0.06
Pignons	0.11	0.11	0.11
Terrasse	0.2	0.65	0.65 (planelle)
Mur / RFD	0.12	0.2	0.70
Perméabilité (m ³ /h.m ² sous 4 Pa)	. 0.6 pour les MI . 1 pour les immeubles collectifs . 1.7 pour les bureaux, enseignement		

3. Maisons individuelles

3.1. Résultats et sensibilités



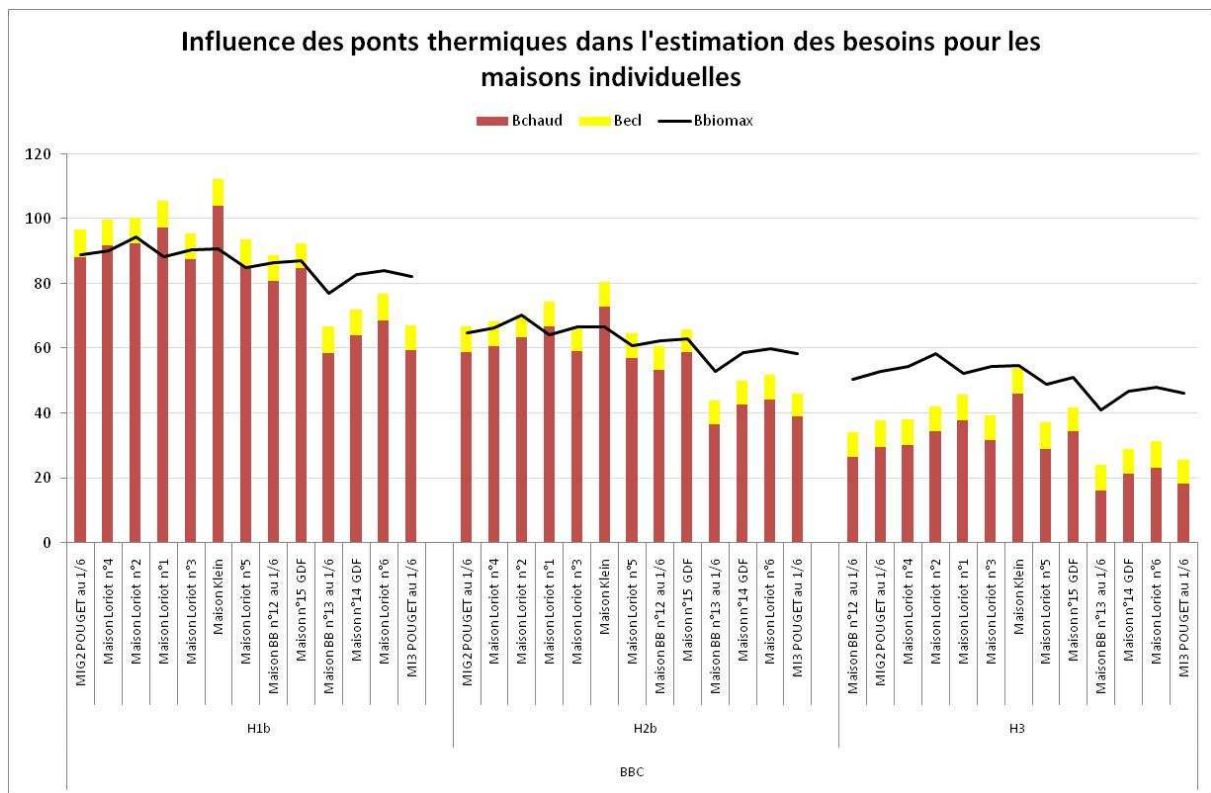
Nota : Les maisons ont été classées sur le graphique ci-dessus par surface habitable croissante (pour chaque zone climatique, la maison la plus petite se trouve à gauche, et la plus grande à droite).

Observation :

Ce graphique nous informe sur plusieurs points :

- Il n'y a aucune difficulté à respecter l'exigence avec un bâti très performant (BBC+).
- Les bâtiments performants ont plus d'aisance à passer l'exigence en zone H3 que en zone H1b, malgré la modulation géographique.
- Les bâtis dont le niveau d'isolation correspond à la référence RT2005 ne respecteront certainement pas l'exigence, sauf éventuellement dans de rares cas en zone H3. A fortiori, ce constat vaut pour les niveaux d'isolation niveau garde fou RT2005 (non représentés sur le graphique), où mêmes les bâtiments en zone H3 ne pourront être réglementaires.
- La modulation de surface est bien nécessaire, on observe en effet les valeurs des Bbio ont tendance à décroître sensiblement au fur et à mesure que les surfaces habitables augmentent.

On peut se rendre compte de l'impact de la compacité sur la valeur du Bbio à travers le graphique suivant, la compacité traduisant la quantité de surfaces déperditives pour un volume chauffé donné. Plus la valeur de compacité est faible, plus le bâti est compact, et la quantité de déperditions par unité de volume chauffé est faible. Le niveau d'isolation commun à tous ces bâtiments est le niveau dit BBC :

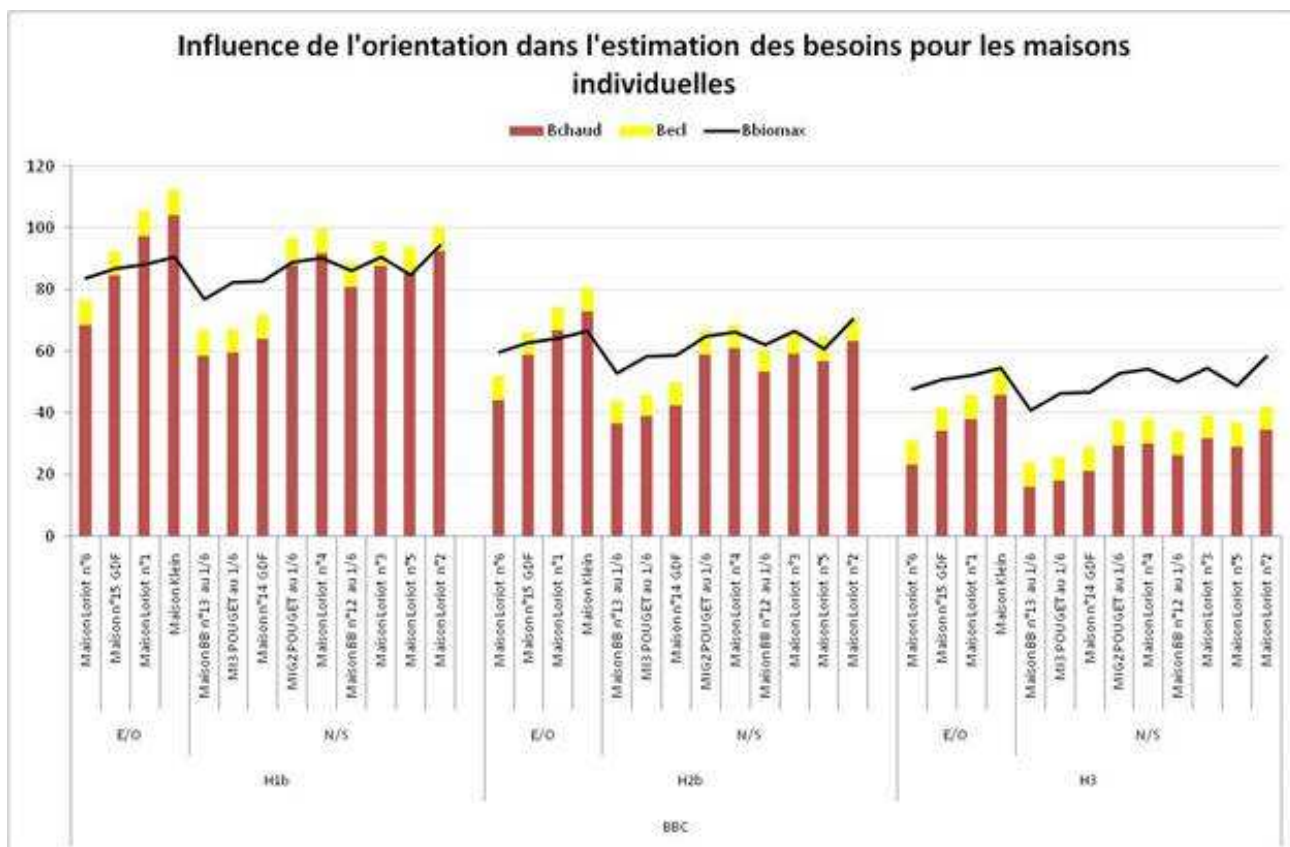


Pour chaque zone climatique, les maisons de mauvaise compacité se trouvent sur la gauche du graphique (classement en ordre décroissant des compacités)

Il est indéniable que la compacité est un facteur jouant au premier ordre sur le Bbio. Pour des prestations d'isolation équivalentes, le classement des bâtiments par compacité décroissante est quasi identique au classement des bâtiments par Bbio décroissant.

On s'aperçoit aussi que les maisons de mauvaise compacité passent difficilement l'exigence Bbiomax même en zone H3.

L'orientation de la maison semble avoir un rôle non négligeable dans l'estimation des besoins. Le graphique ci-dessous est présenté avec un classement des maisons selon leur orientation principale. Pour chaque zone climatique, les 4 maisons individuelles de gauche ont des surfaces vitrées principalement orientées 'Est/Ouest'; les autres ayant une surface vitrée principalement orientée 'Sud/Nord'. Le niveau d'isolation commun à tous ces bâtiments est le niveau dit BBC :



Les 4 maisons orientées Est/Ouest sont celles qui ont les Bbio les plus importants. Elles ont aussi cependant une mauvaise compacité. Il n'est donc pas évident de déterminer la part de chacun de ces paramètres dans le mauvais résultat affiché.

3.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :

Dans la future réglementation une exigence portera sur la valeur moyenne des ponts thermiques rapportée au m^2 de Short. Les bâtiments devront respecter un Ψ_{moy} inférieur à $0.28 \text{ W}/(\text{K} \cdot \text{m}^2_{\text{SHORT}})$.

Niveau très performant (BBC+)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	$\Psi_{\text{moy}} (\text{W}/(\text{K} \cdot \text{m}^2_{\text{SHORT}}))$
Maison Klein	93,4	88,7	78,0	0,076
Maison AET L n°1	102,7	98,0	90,0	0,088
Maison AET L n°2	78,2	74,1	60,1	0,091
Maison AET L n°3	93,6	88,9	76,1	0,084
Maison AET L n°4	94,8	93,4	81,1	0,111
Maison AET L n°5	116,1	112,4	99,4	0,085
Maison AET L n°6	128,2	120,0	110,0	0,065
MI3 PC	150,0	142,5	115,6	0,056
MIG2 PC	100,1	95,1	87,5	0,150
Maison BB n°12	110,5	105,0	91,0	0,078
Maison BB n°13	181,9	172,8	150,0	0,089
Maison n°14 GDF	147,8	136,0	121,9	0,077
Maison n°15 GDF	107,9	98,0	88,0	0,056

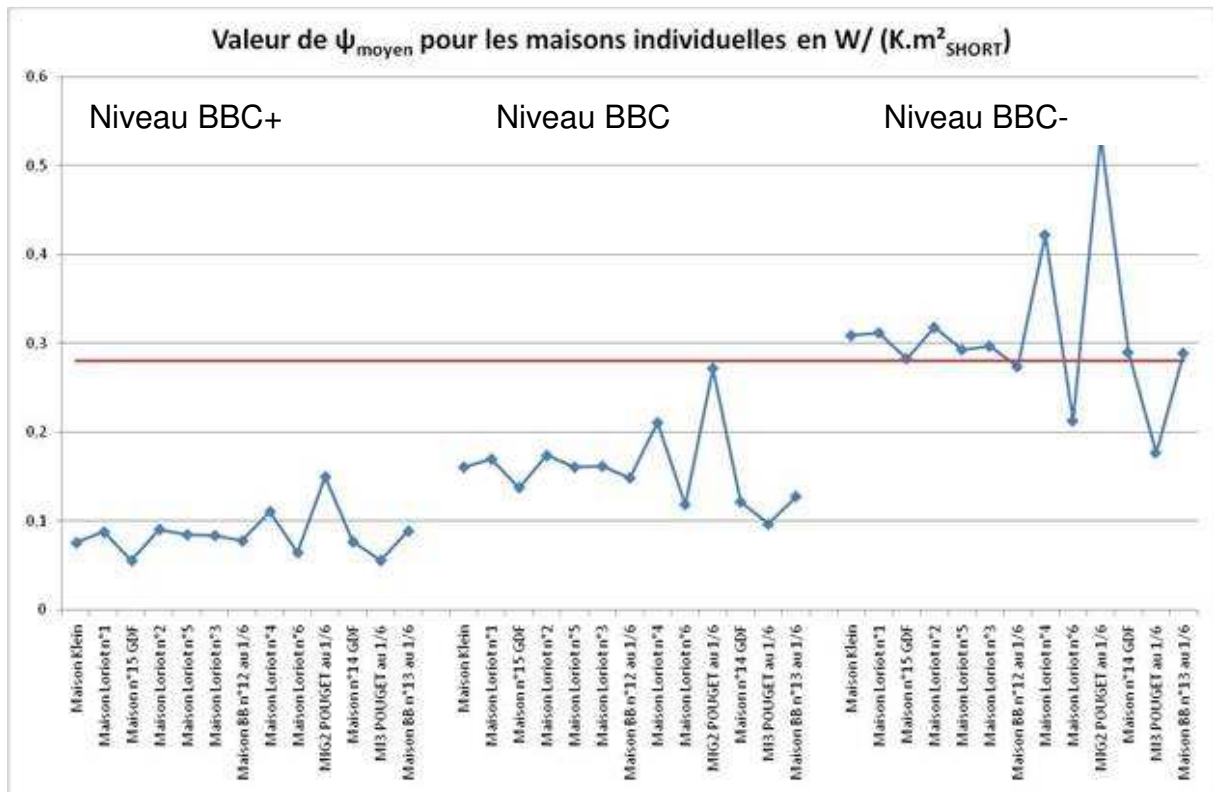
Niveau performant (BBC)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	$\Psi_{\text{moy}} (\text{W}/(\text{K} \cdot \text{m}^2_{\text{SHORT}}))$
Maison Klein	93,4	88,7	78,0	0,161
Maison AET L n°1	102,7	98,0	90,0	0,170
Maison AET L n°2	78,2	74,1	60,1	0,174
Maison AET L n°3	93,6	88,9	76,1	0,162
Maison AET L n°4	94,8	93,4	81,1	0,211
Maison AET L n°5	116,1	112,4	99,4	0,161
Maison AET L n°6	128,2	120,0	110,0	0,119
MI3 PC	150,0	142,5	115,6	0,097
MIG2 PC	100,1	95,1	87,5	0,272
Maison BB n°12	110,5	105,0	91,0	0,149
Maison BB n°13	181,9	172,8	150,0	0,128
Maison n°14 GDF	147,8	136,0	121,9	0,122
Maison n°15 GDF	107,9	98,0	88,0	0,138

Niveau moyen (BBC-)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	$\Psi_{\text{moy}} (\text{W}/(\text{K} \cdot \text{m}^2_{\text{SHORT}}))$
Maison Klein	93,4	88,7	78,0	0,309
Maison AET L n°1	102,7	98,0	90,0	0,312
Maison AET L n°2	78,2	74,1	60,1	0,318
Maison AET L n°3	93,6	88,9	76,1	0,297
Maison AET L n°4	94,8	93,4	81,1	0,422

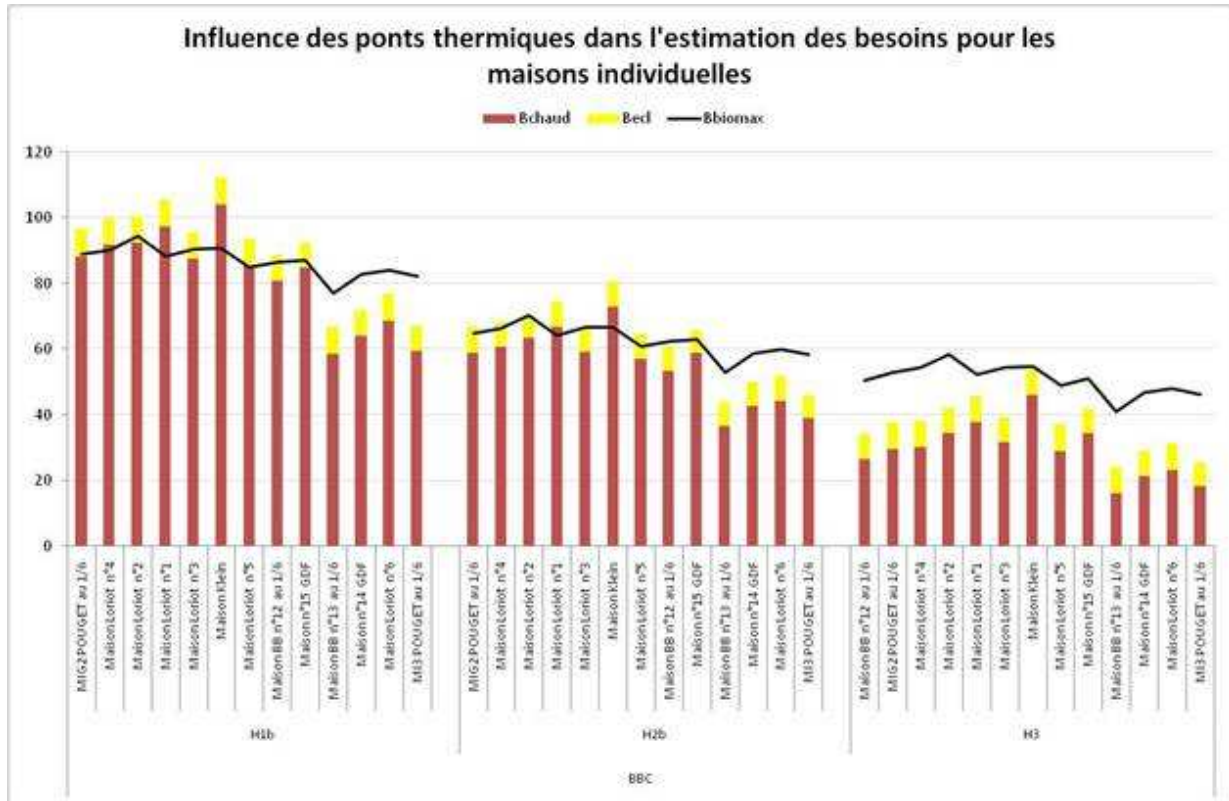
Maison AET L n°5	116,1	112,4	99,4	0,293
Maison AET L n°6	128,2	120,0	110,0	0,213
MI3 PC	150,0	142,5	115,6	0,177
MIG2 PC	100,1	95,1	87,5	0,534
Maison BB n°12	110,5	105,0	91,0	0,274
Maison BB n°13	181,9	172,8	150,0	0,289
Maison n°14 GDF	147,8	136,0	121,9	0,290
Maison n°15 GDF	107,9	98,0	88,0	0,283

Nota : les valeurs en rouge sont celles qui ne permettent pas de respecter l'exigence.

Les bâtiments à l'enveloppe thermique de performance moyenne (niveau BBC-) ne respecteront pas l'exigence sur la valeur du pont thermique maximale, comme le montre le graphique ci-dessous :



Le graphique suivant, dans lequel les maisons ont été classées par valeur de ψ_{moyen} décroissant, illustre l'importance du traitement des ponts thermiques pour respecter l'exigence de Bbio pour les trois zones climatiques (niveau d'isolation commun = BBC):



Les premières maisons, donc celles ayant un ψ_{moyen} élevé, ne respectent l'exigence que dans la zone H3.

Toutefois, le traitement des ponts thermique n'assure pas le respect de l'exigence comme le montre le cas de la maison Klein. Ayant une valeur de ψ_{moyen} raisonnable elle ne passe pas l'exigence même en zone méditerranéenne, vraisemblablement à cause d'une compacité mauvaise (la plus importante de tout le panel de maisons individuelles).

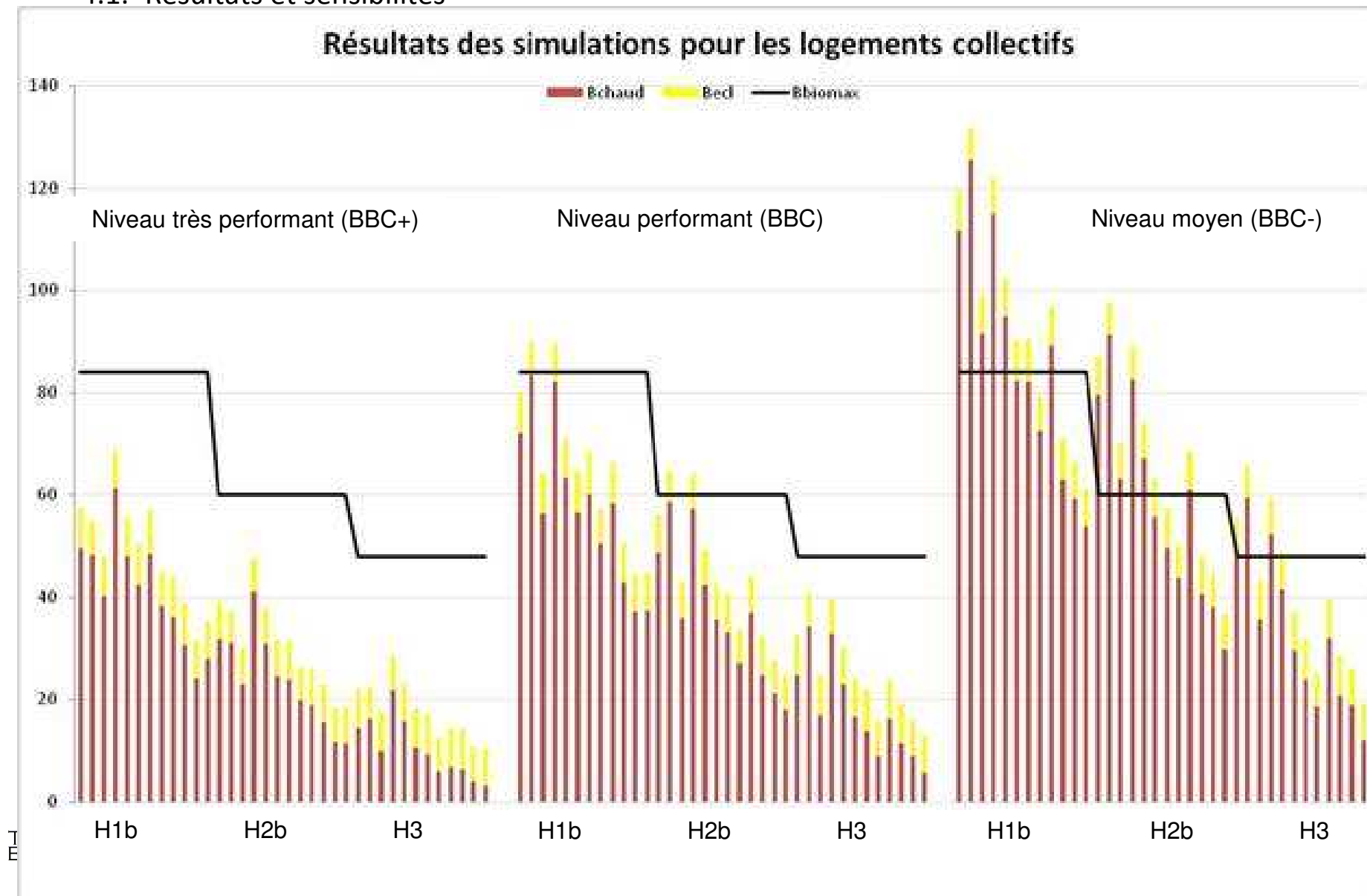
En conclusion :

Les maisons individuelles avec un bâti performant peuvent tout à fait respecter l'exigence de la réglementation à venir. Il faut toutefois veiller à un bon traitement des ponts thermiques et à ce que le bâtiment ait une bonne compacité.

En revanche il sera quasiment impossible de respecter l'exigence avec des bâtis type BBC-.

4. Logements collectifs

4.1. Résultats et sensibilités



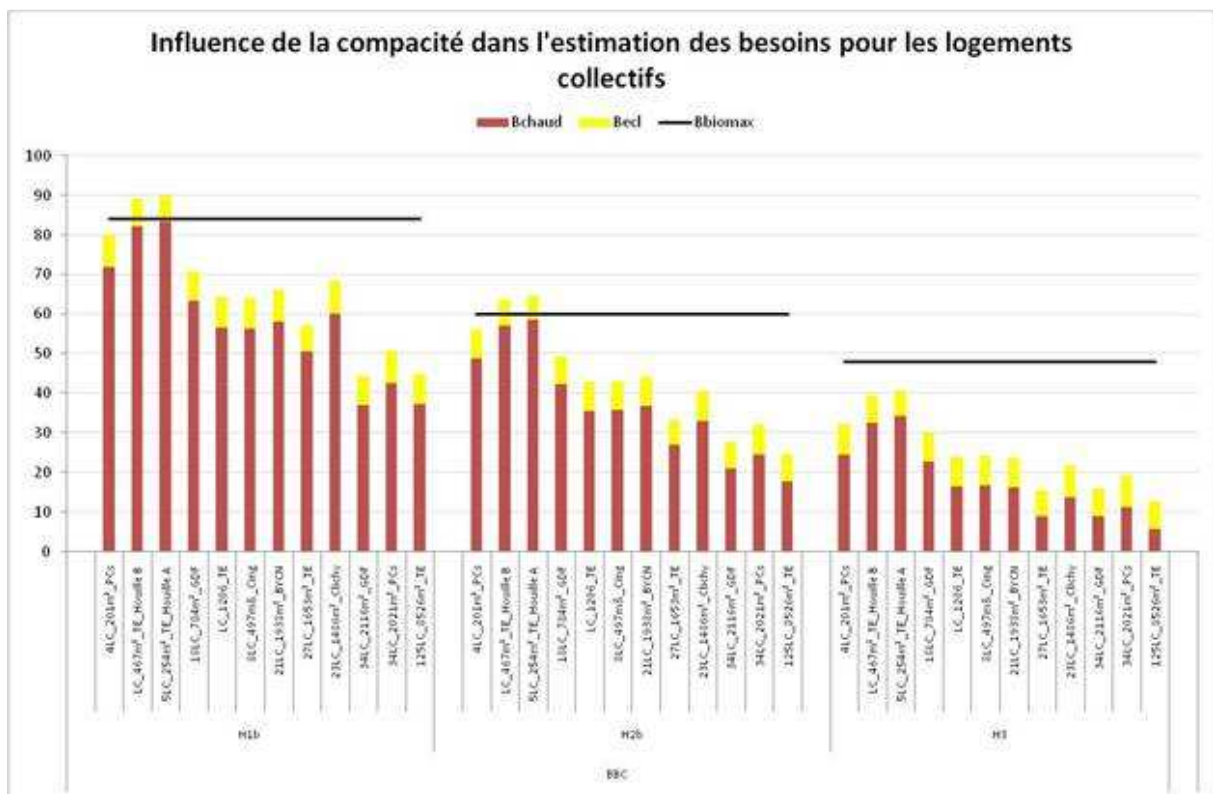
Nota : Les logements collectifs ont été classés par surface habitable croissante.

Observation :

On peut noter deux points essentiels à la lecture de ce graphique :

- L'exigence est atteignable pour les bâtis performants et très performants. Les bâtiments qui ne respectent pas l'exigence avec un bâti performant sont les bâtiments A et B des logements Houilles. Ils peinent par leurs mauvaises compacités, qui impliquent une surface déperditive et des ponts thermiques rapportés au mètre carré importants.
- L'exigence reste aussi atteignable pour quelques bâtiments avec une enveloppe de performance moyenne (type BBC-).

Sensibilités :



Sur le graphique ci-dessus les bâtiments ont été classés par compacité décroissante, à niveau d'isolation équivalent (en l'occurrence le niveau BBC). Il ressort que les bâtiments ayant les plus mauvaises compacités, donc les premiers de chaque série, respectent avec difficulté l'exigence.

On remarque que la compacité a une influence non négligeable sur l'estimation des besoins. Elle semble être le principal paramètre en cause pour les bâtiments ne respectant pas l'exigence. Les bâtiments avec une mauvaise compacité devront donc compenser par de meilleures performances d'isolation ; en effet le niveau BBC+ permet à tous les bâtiments de passer l'exigence.

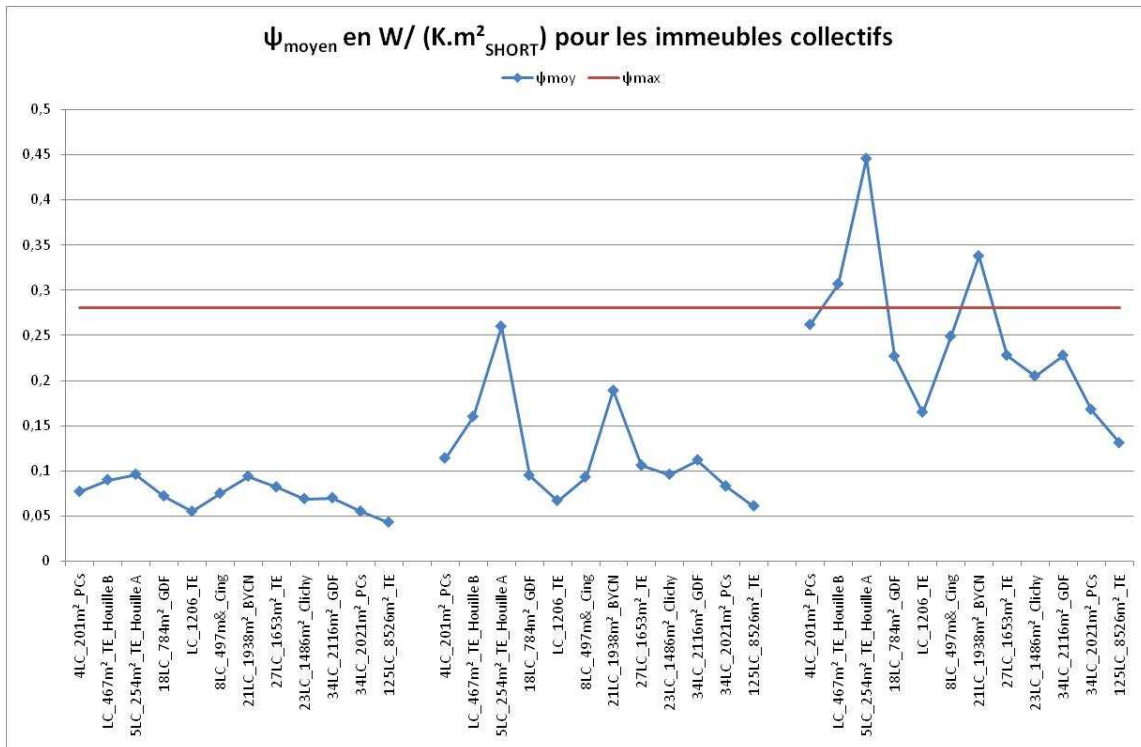
4.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :

Niveau très performant (BBC+)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
21LC_1938m ² _BYCN	2408,4	2188,2	1938,0	0,094
18LC_784m ² _GDF	1063,0	927,0	784,0	0,072
34LC_2116m ² _GDF	2836,0	2540,0	2116,0	0,070
8LC_497m&_Cing	605,1	557,5	497,0	0,075
5LC_254m ² _TE_Houille A	360,00	360,0	254,0	0,096
LC_467m ² _TE_Houille B	619,20	619,2	476,0	0,090
34LC_2021m ² _PCs	2446,0	2323,7	2021,6	0,055
4LC_201m ² _PCs	240,0	228,0	201,4	0,077
23LC_1486m ² _Clichy	1702,0	1702,0	1458,0	0,069
27LC_1653m ² _TE	1927,8	1927,8	1653,0	0,082
125LC_8526m ² _TE	10233,00	10233,0	8526,0	0,043
LC_1206_TE	1486,0	1350,9	1206,0	0,055

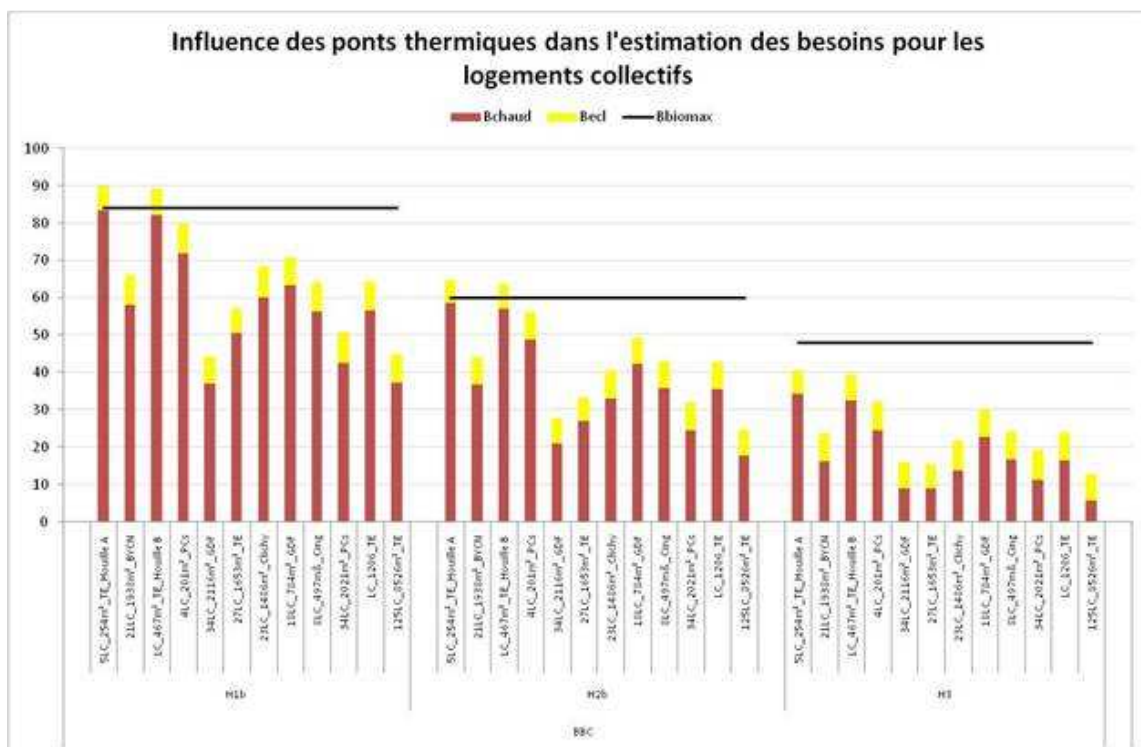
Niveau performant (BBC)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
21LC_1938m ² _BYCN	2408,4	2188,2	1938,0	0,189
18LC_784m ² _GDF	1063,0	927,0	784,0	0,095
34LC_2116m ² _GDF	2836,0	2540,0	2116,0	0,112
8LC_497m&_Cing	605,1	557,5	497,0	0,093
5LC_254m ² _TE_Houille A	360,00	360,0	254,0	0,260
LC_467m ² _TE_Houille B	619,20	619,2	476,0	0,160
34LC_2021m ² _PCs	2446,0	2323,7	2021,6	0,083
4LC_201m ² _PCs	240,0	228,0	201,4	0,114
23LC_1486m ² _Clichy	1702,0	1702,0	1458,0	0,096
27LC_1653m ² _TE	1927,8	1927,8	1653,0	0,106
125LC_8526m ² _TE	10233,00	10233,0	8526,0	0,061
LC_1206_TE	1486,0	1350,9	1206,0	0,067

Niveau moyen (BBC-)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
21LC_1938m ² _BYCN	2408,4	2188,2	1938,0	0,338
18LC_784m ² _GDF	1063,0	927,0	784,0	0,227
34LC_2116m ² _GDF	2836,0	2540,0	2116,0	0,228
8LC_497m&_Cing	605,1	557,5	497,0	0,249
5LC_254m ² _TE_Houille A	360,00	360,0	254,0	0,446
LC_467m ² _TE_Houille B	619,20	619,2	476,0	0,307
34LC_2021m ² _PCs	2446,0	2323,7	2021,6	0,168
4LC_201m ² _PCs	240,0	228,0	201,4	0,262
23LC_1486m ² _Clichy	1702,0	1702,0	1458,0	0,205
27LC_1653m ² _TE	1927,8	1927,8	1653,0	0,228
125LC_8526m ² _TE	10233,0	10233,0	8526,0	0,131
LC_1206_TE	1486,0	1350,9	1206,0	0,165

On remarque que l'exigence sur le Psi moyen est plus facilement atteignable pour les logements collectifs que pour les maisons, comme l'illustre le graphique ci-dessous :



Le graphique suivant, dans lequel les immeubles ont été classés par valeur de Ψ_{moyen} décroissant, illustre l'importance du traitement des ponts thermiques pour respecter l'exigence de Bbio pour les immeubles collectifs pour les trois zones climatiques (niveau d'isolation commun = BBC):



Ce paramètre semble être moins primordial que pour les maisons, puisque seuls 2 bâtiments dépassent l'exigence à cause (en partie) de l'importance prise par les ponts thermiques. Mais cela n'est pas réhilitoire puisque le 2^{ème} immeuble ayant le ψ_{moyen} le plus important passe allègrement l'exigence de Bbio.

5. Bureaux CE1 non climatisés

5.1. Résultats

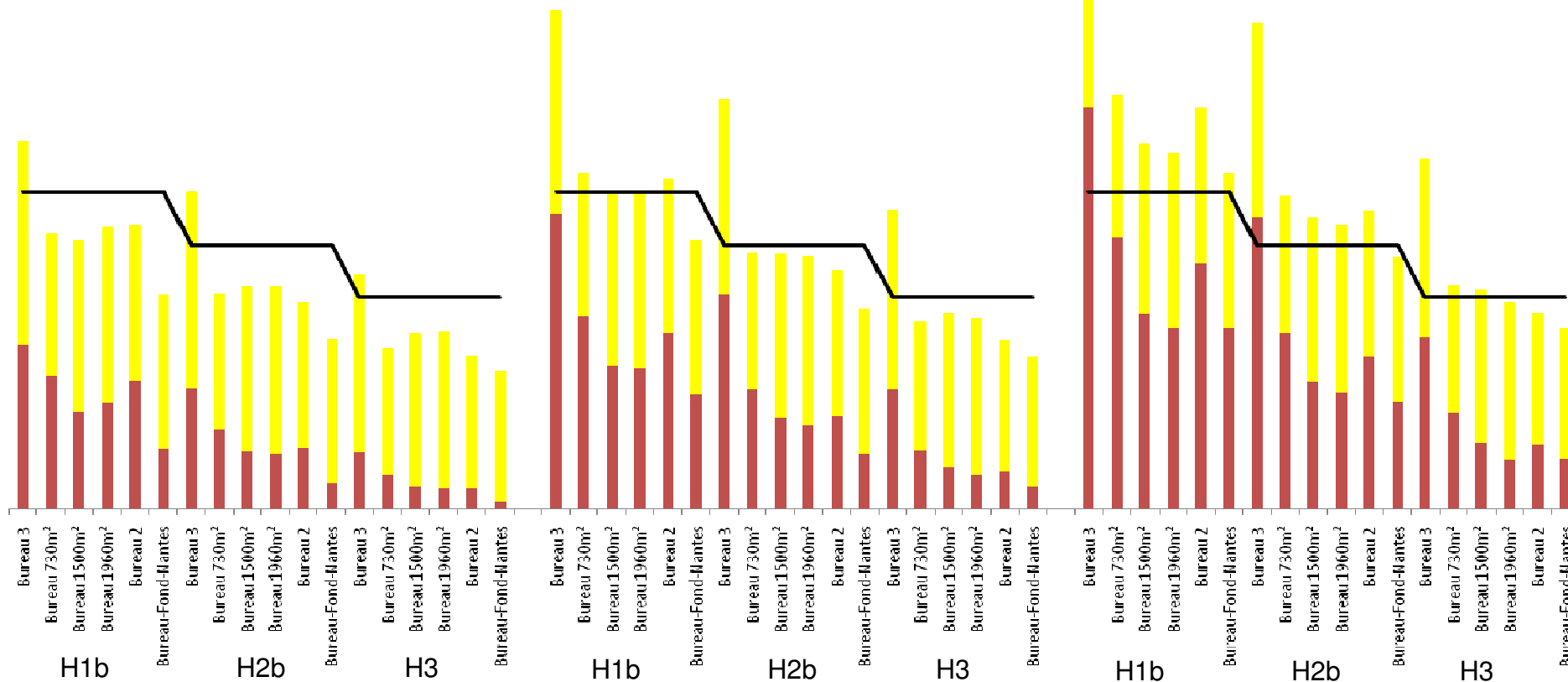
Résultats des simulations pour les bureaux CE1 non climatisés

Bchaud Becl Bbiomax

Niveau très performant (BBC+)

Niveau performant (BBC)

Niveau moyen (BBC-)



Nota : les bureaux ont été classés par surface utile croissante.

Observations :

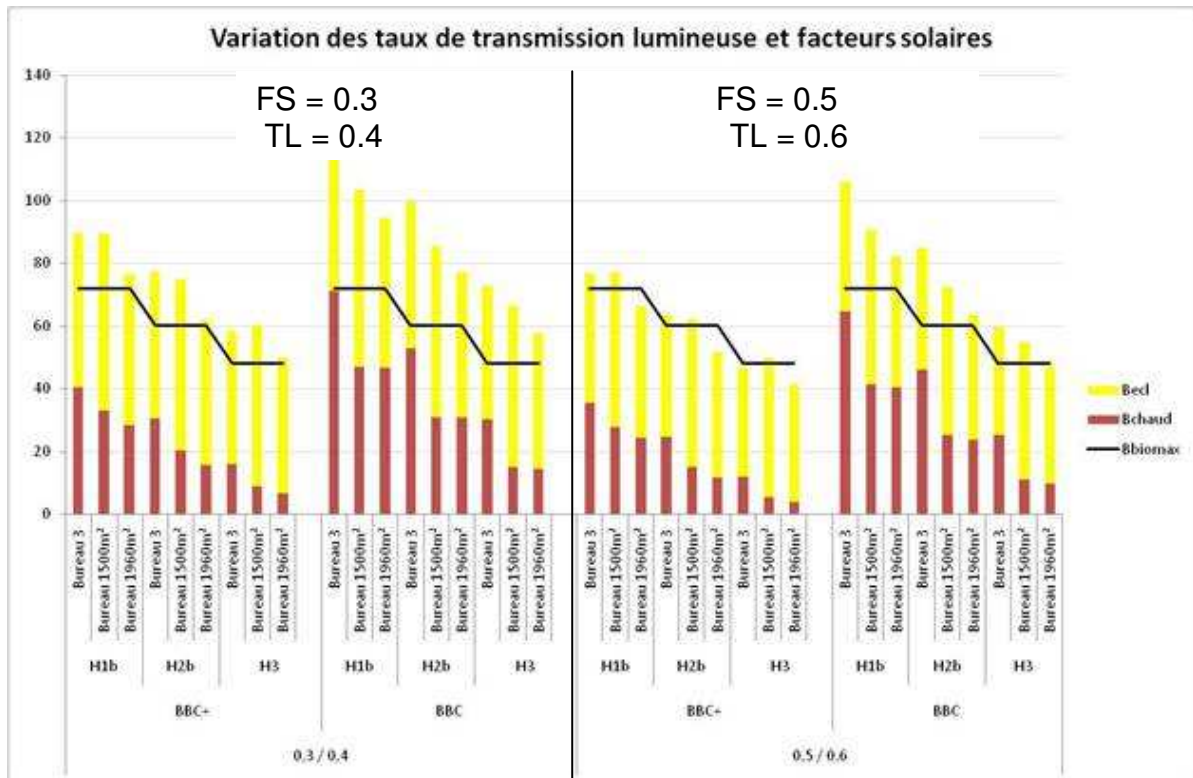
- Mis à part le bureau 3, les bureaux aux bâtis performants et très performants respectent l'exigence. Le bureau 3 est pénalisé par une faible surface, seulement 174m², ce qui le rend très peu compact par rapport aux autres bureaux. Il a de plus un faible taux de vitrage.
- Les bureaux avec un bâti moyen (niveau BBC-) ne peuvent pas respecter l'exigence.
- On note aussi la part importante de l'éclairage dans les valeurs des Bbio, à savoir que cette valeur est difficilement compressible. Seuls les taux de transmission lumineuse et les taux de vitrage peuvent permettre de réduire la part de l'éclairage.
- L'exigence est relativement difficile à atteindre, puisque la marge restante n'est pas très grande en niveau BBC.
- Le niveau BBC+ offre un peu plus de marge, mais la problématique du confort d'été dans des bâtiments de bureau très isolés risque d'être un enjeu fort ; or le moteur de calcul utilisé pour cette étude ne permet pas de sortir un indicateur de confort d'été. Il faut donc prendre garde à qu'une surisolation ne compromette pas le confort d'été, même si les besoins calculés par le moteur donnent de meilleurs résultats (car le besoin en refroidissement n'est pas pris en compte pour les bâtiments non climatisés).

Sensibilités :

Le graphique suivant met en valeur l'influence des taux de transmission lumineuses (TL) et facteurs solaires (FS) sur le Bbio. Il s'agit en effet des seuls éléments sur lesquels on peut faire levier et baisser le Bbio éclairage qui représente la majeure partie du Bbio calculé.

Trois bâtiments ont été simulés (les 3 les plus critiques en matière de respect du Bbio). Pour 2 niveaux d'isolation (BBC+ et BBC), les valeurs de facteurs solaires et transmission lumineuse sont respectivement de 0.3 et 0.4 dans un cas et de 0.5 et 0.6 dans l'autre cas.

On remarque que la variante avec les meilleurs FS et TL permet à ces 3 bâtiments critiques de passer tout juste l'exigence avec un niveau d'isolation BBC+, mais que pour les autres cas, l'exigence n'est pas respectée. Encore une fois, il est important de rappeler que la problématique de confort d'été n'a pas été étudiée sur ces bâtiments.



5.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :

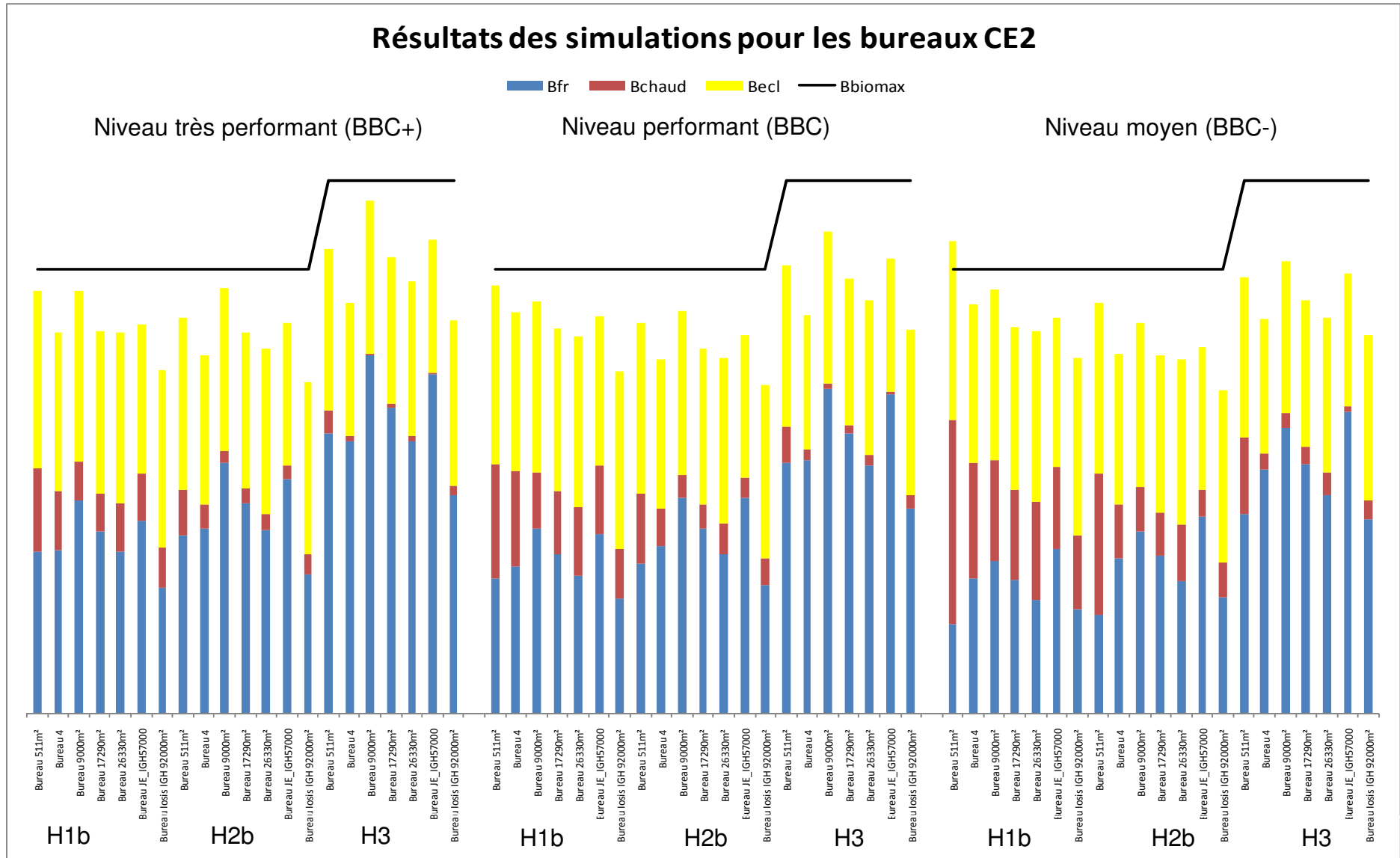
Niveau très performant (BBC+)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² _{SHORT}))
Bureau 1960m ²	2183,0	2183,0	1668,6	0,047
Bureau 1500m ²	1528,3	1528,3	1313,2	0,039
Bureau 730m ²	730,0	730,0	613,0	0,030
Bureau-Fond-Nantes	3345,7	3345,7	2963,0	0,041
Bureau 2	2010,0	2010,0	1885,0	0,059
Bureau 3	174,4	174,4	160,0	0,084

Niveau performant (BBC)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² _{SHORT}))
Bureau 1960m ²	2183,0	2183,0	1668,6	0,128
Bureau 1500m ²	1528,3	1528,3	1313,2	0,077
Bureau 730m ²	730,0	730,0	613,0	0,088
Bureau-Fond-Nantes	3345,7	3345,7	2963,0	0,072
Bureau 2	2010,0	2010,0	1885,0	0,092
Bureau 3	174,4	174,4	160,0	0,265

Niveau moyen (BBC-)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² _{SHORT}))
Bureau 1960m ²	2183,0	2183,0	1668,6	0,180
Bureau 1500m ²	1528,3	1528,3	1313,2	0,123
Bureau 730m ²	730,0	730,0	613,0	0,193
Bureau-Fond-Nantes	3345,7	3345,7	2963,0	0,142
Bureau 2	2010,0	2010,0	1885,0	0,169
Bureau 3	174,4	174,4	160,0	0,362

6. Bureaux CE2

6.1. Résultats



Observations :

- Le niveau d'isolation n'a que peu d'impact sur les valeurs des Bbio, les besoins de chauffage étant compensés par les besoins de rafraichissement au fur et à mesure que le niveau d'isolation augmente.
- Quoi qu'il en soit, le niveau est atteint pour tous les bâtiments (toutes zones climatiques et niveaux d'isolation confondus).

6.2. Les valeurs des Ψ_{moy}

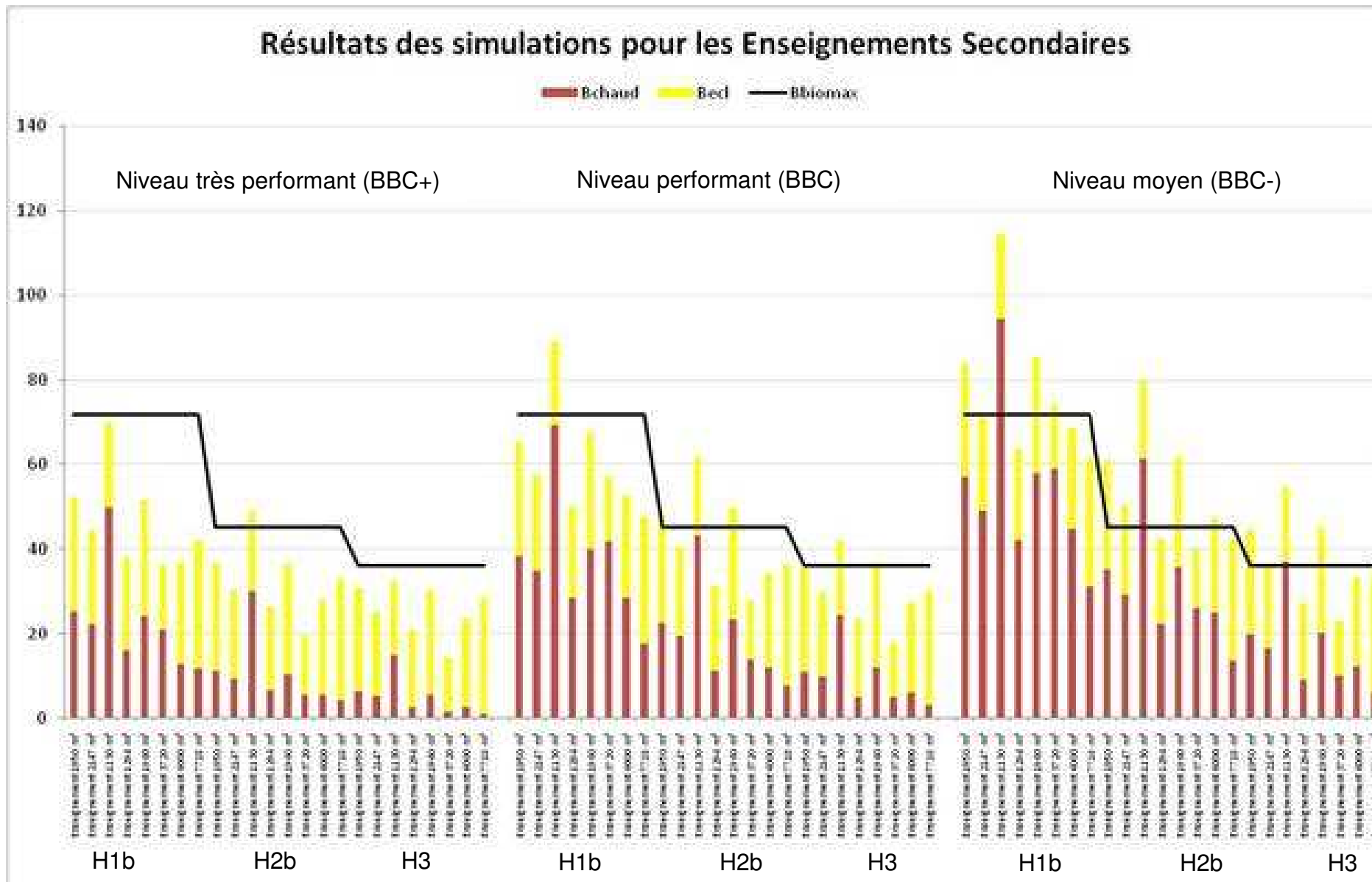
Niveau très performant (BBC+)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Bureau 511m ²	511,0	511,0	488,0	0,092
Bureau 9000m ²	9215,0	9215,0	8755,0	0,038
Bureau 17290m ²	17292,8	17292,8	16469,4	0,025
Bureau 26330m ²	26332,7	26332,7	25078,7	0,028
Bureau 4	7140,0	7140,0	6427,0	0,073
Bureau JE_IGH57000	62883,7	62883,7	57167,0	0,053
Bureau Iosis IGH 92000m ²	92000,0	92000,0	86296,0	0,080

Niveau performant (BBC)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Bureau 511m ²	511,0	511,0	488,0	0,109
Bureau 9000m ²	9215,0	9215,0	8755,0	0,054
Bureau 17290m ²	17292,8	17292,8	16469,4	0,036
Bureau 26330m ²	26332,7	26332,7	25078,7	0,040
Bureau 4	7140,0	7140,0	6427,0	0,096
Bureau JE_IGH57000	62883,7	62883,7	57167,0	0,057
Bureau Iosis IGH 92000m ²	92000,0	92000,0	86296,0	0,150

Niveau moyen (BBC-)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Bureau 511m ²	511,0	511,0	488,0	0,282
Bureau 9000m ²	9215,0	9215,0	8755,0	0,103
Bureau 17290m ²	17292,8	17292,8	16469,4	0,075
Bureau 26330m ²	26332,7	26332,7	25078,7	0,081
Bureau 4	7140,0	7140,0	6427,0	0,158
Bureau JE_IGH57000	62883,7	62883,7	57167,0	0,153
Bureau Iosis IGH 92000m ²	92000,0	92000,0	86296,0	0,280

7. Enseignements secondaires

7.1. Résultats



Observations :

- L'exigence paraît être bien atteignable pour le niveau de prestation BBC, voire pour certains projets en niveau BBC-.
- Le niveau BBC+ permet de faire passer facilement quasiment tous les projets, mais encore une fois subsiste la problématique de confort d'été, à étudier pour ces bâtiments.
- Un seul bâtiment présente des résultats très mauvais par rapport au reste du panel. Il s'agit d'un bâtiment qui présente une compacité très grande par rapport aux autres bâtiments : elle est plus de 2 fois supérieure à la compacité du bâtiment le plus défavorisé du reste du panel.

7.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :

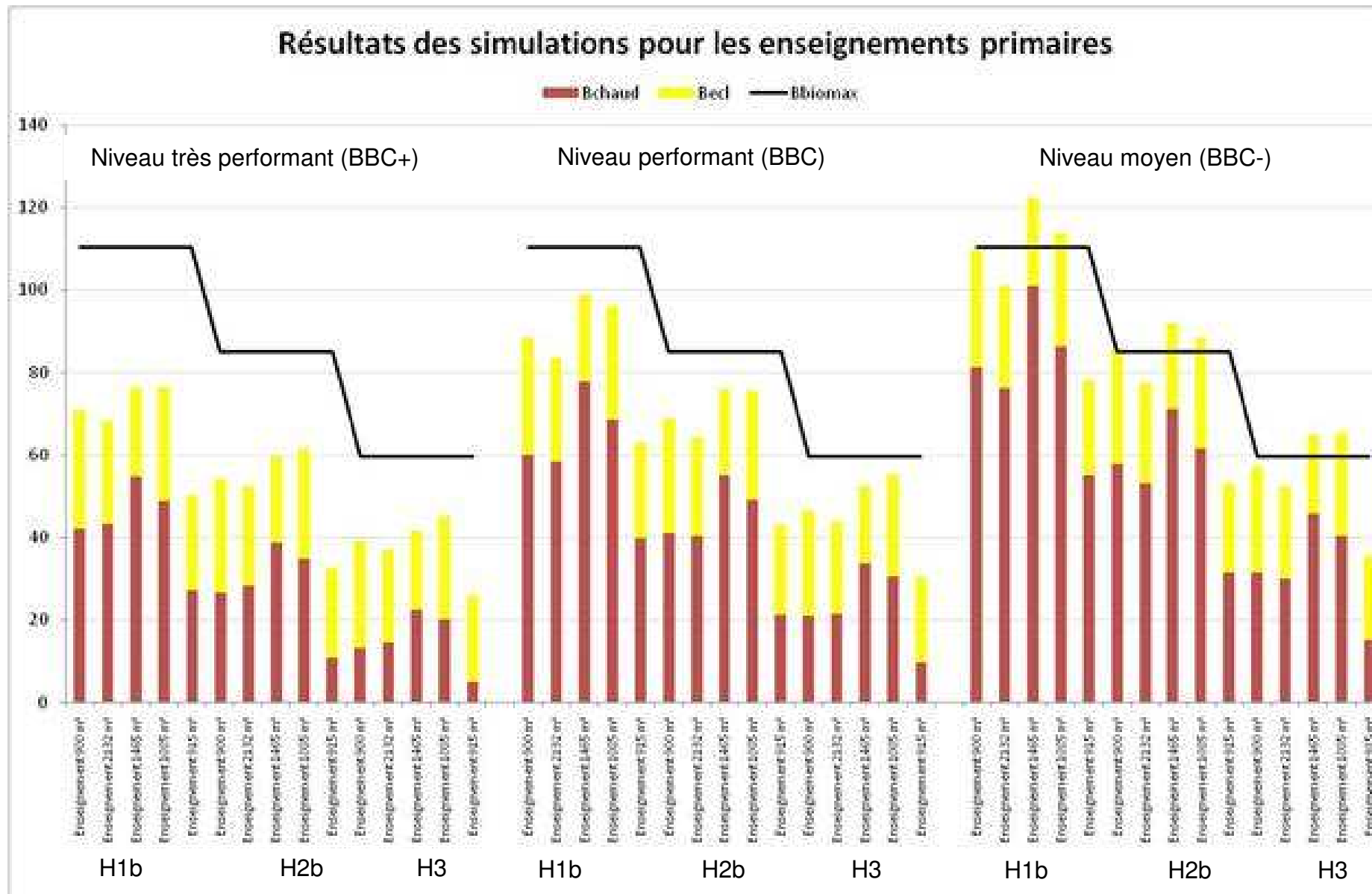
Niveau très performant (BBC+)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Enseignement 1950 m ²	803,6	803,6	751,0	0,080
Enseignement 2147 m ²	984,4	984,4	920,0	0,051
Enseignement 3720 m ²	2716,5	2716,5	2538,8	0,075
Enseignement 6000 m ²	4950,9	4950,9	4627,0	0,063
Enseignement 1960 m ²	1748,4	1748,4	1634,0	0,070
Enseignement 7718 m ²	8258,8	8258,8	7718,0	0,030
Enseignement 1294 m ²	1294,0	1294,0	1232,0	0,031
Enseignement 1130 m ²	1130,0	1130,0	943,6	0,046

Niveau performant (BBC)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Enseignement 1950 m ²	803,6	803,6	751,0	0,140
Enseignement 2147 m ²	984,4	984,4	920,0	0,110
Enseignement 3720 m ²	2716,5	2716,5	2538,8	0,183
Enseignement 6000 m ²	4950,9	4950,9	4627,0	0,141
Enseignement 1960 m ²	1748,4	1748,4	1634,0	0,140
Enseignement 7718 m ²	8258,8	8258,8	7718,0	0,055
Enseignement 1294 m ²	1294,0	1294,0	1232,0	0,048
Enseignement 1130 m ²	1130,0	1130,0	943,6	0,096

Niveau moyen (BBC-)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Enseignement 1950 m ²	803,6	803,6	751,0	0,250
Enseignement 2147 m ²	984,4	984,4	920,0	0,167
Enseignement 3720 m ²	2716,5	2716,5	2538,8	0,260
Enseignement 6000 m ²	4950,9	4950,9	4627,0	0,234
Enseignement 1960 m ²	1748,4	1748,4	1634,0	0,210
Enseignement 7718 m ²	8258,8	8258,8	7718,0	0,101
Enseignement 1294 m ²	1294,0	1294,0	1232,0	0,110
Enseignement 1130 m ²	1130,0	1130,0	943,6	0,197

8. Enseignements primaires

8.1. Résultats



Observations :

- L'exigence est facilement atteignable pour le niveau de prestation BBC, voire pour certains projets en niveau BBC-.

8.2. Les valeurs des Ψ_{moy} :

Niveau très performant (BBC+)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Enseignement 900 m ²	801,0	801,0	675,0	0,045
Enseignement 2132 m ²	2132,0	2132,0	1895,0	0,062
Enseignement 1465 m ²	1465,0	1465,0	1331,2	0,065
Enseignement 1085 m ²	1085,0	1085,0	941,0	0,044
Enseignement 915 m ²	915,0	915,0	832,0	0,047

Niveau performant (BBC)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Enseignement 900 m ²	801,0	801,0	675,0	0,085
Enseignement 2132 m ²	2132,0	2132,0	1895,0	0,095
Enseignement 1465 m ²	1465,0	1465,0	1331,2	0,157
Enseignement 1085 m ²	1085,0	1085,0	941,0	0,134
Enseignement 915 m ²	915,0	915,0	832,0	0,103

Niveau moyen (BBC-)				
Projet	SHORT	SHON	SHAB	Ψ_{moy} (W/ (K.m ² SHORT))
Enseignement 900 m ²	801,0	801,0	675,0	0,166
Enseignement 2132 m ²	2132,0	2132,0	1895,0	0,157
Enseignement 1465 m ²	1465,0	1465,0	1331,2	0,235
Enseignement 1085 m ²	1085,0	1085,0	941,0	0,188
Enseignement 915 m ²	915,0	915,0	832,0	0,169