

Etude sur l'impact de l'isolation dans les
bâtiments tertiaires en RT2012 : bureaux et
commerces

FILMM

Rapport intermédiaire



Membre fondateur de



Direction	Nathalie TCHANG	Date	04/06/2012
Chef de projet	Simon BARRET	N°version	1
Chargés d'études	Thomas HOUE ; Ludovic STEPHANT	Phase	-
Diffusion	FILMM		

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	3
1.1. CONTEXTE	3
1.2. METHODOLOGIE.....	3
2. BATIMENTS SIMULES	4
2.1. BATIMENT DE COMMERCE	4
2.1.1. <i>Données sur l'enveloppe</i>	5
2.1.2. <i>Données sur les systèmes</i>	5
2.2. HYPOTHESES POUR BATIMENT DE COMMERCE	5
2.2.1. <i>Les scénarii</i>	5
2.2.2. <i>Apports internes</i>	6
2.2.3. <i>Ventilation</i>	6
2.3. BATIMENT DE BUREAUX	7
2.3.1. <i>Données sur l'enveloppe</i>	7
2.3.2. <i>Données sur les systèmes</i>	8
2.4. HYPOTHESES POUR LE BATIMENT DE BUREAUX	8
2.4.1. <i>Les scénarii</i>	8
2.4.2. <i>Apports internes</i>	8
2.4.3. <i>Ventilation</i>	8
3. RESULTATS DU BESOIN BIOCLIMATIQUE (BBIO)	9
3.1. BATIMENT DE COMMERCE	9
3.2. BATIMENT DE BUREAUX	13
4. ANALYSE DES RESULTATS	16
4.1. POINT CLE N°1 : DIFFERENCES STD / RT ET ANALYSE EN VALEUR RELATIVE	16
4.2. POINT CLE N°2: ANALYSE ENTRE BBIO ET CEP	17
4.3. POINT CLE N°3: IMPORTANCE DU FACTEUR SOLAIRE DES PAROIS OPAQUES.....	17
4.4. POINT CLE N°4: LE CALCUL RT INDIQUE BIEN UNE TENDANCE A LA BAISSSE DU BBIO A MESURE QUE L'ON DEGRADE L'ENVELOPPE, NON CONFIRMEE PAR LA STD	18
4.5. POINT CLE N°5: LA DEGRADATION DE L'ENVELOPPE ENTRAINE UNE BAISSSE DES BESOINS DE FROID	20
4.6. POINT CLE N°6: LA DEGRADATION DE L'ENVELOPPE ENTRAINE UNE HAUSSE DES BESOINS DE CHAUFFAGE ; MAIS LES MODELES DIVERGENT EGALEMENT	21
4.7. POINT CLE N°7: LE BBIOMAX PRESSENTI NE JOUE PAS FORCEMENT SON ROLE DE LIMITEUR.....	22
5. CONCLUSION	23

1. Préambule

1.1. Contexte

La nouvelle réglementation thermique (RT 2012) entre prochainement en vigueur pour les bâtiments tertiaires non concernés par l'arrêté du 26 octobre 2010, et notamment pour les bâtiments d'industrie et de commerce, pour lesquels un niveau de besoin maximal (Bbiomax) et de consommation (Cepmax) sera défini.

Des simulations ont montré que pour certains bâtiments climatisés, la configuration minimisant les besoins et consommations est obtenue pour des niveaux très bas d'isolation, avec des optima allant jusqu'à U_p (murs et toiture) = $2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Ce niveau correspond à une isolation quasi inexistante. Cette problématique est réelle car actuellement de nombreux bureaux d'études utilisent l'outil réglementaire comme un outil de conception et risquent de ne plus prescrire d'isolation dans de tels bâtiments, ce qui engendrera de l'inconfort (effet paroi froide non pris en compte dans le moteur de calcul pour un tel niveau), ainsi que de forts risques de condensation.

Il y a lieu de vérifier ce que donne ce niveau de prestations avec d'autres modèles. Cette étude a donc pour triple objectif de :

- 1- confirmer que la dernière version du moteur de calcul donne toujours ce genre de résultats
- 2- confronter les résultats issus du calcul réglementaire aux résultats issus d'un autre modèle dynamique de calcul
- 3- compte tenu des résultats obtenus aux objectifs 1 et 2, proposer une action corrective réglementaire qui permettrait de limiter le problème décrit au paragraphe précédent.

1.2. Méthodologie

Les calculs ont été réalisés par combinaisons de tous les cas suivants :

- 2 types de bâtiments : bureaux climatisés et commerces climatisés
- 3 zones climatiques : H1b ; H2b et H3 (fichiers météo respectifs de Nancy, La Rochelle et Nice)
- 8 niveaux de U_p des murs et toitures (en $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) : 0.2 ; 0.3 ; 0.4 ; 0.8 ; 1.0 ; 1.5 ; 2.0 ; 3.0

Chacune des variantes a été calculée selon 2 méthodes :

- calcul RT2012, avec le moteur de calcul du CSTB v1.1.5 (version diffusée le 06/02/2012)
- calcul de simulation thermique dynamique (STD), à l'aide du logiciel Design Builder (version n°3.0.0.048), utilisant le moteur de calcul Energy+.

Le calcul de simulation dynamique a été réalisé en incorporant au maximum les scénarii conventionnels de la RT2012, de façon à obtenir des résultats comparables.

Des simulations ont également été menées sur des bâtiments non-climatisés, mais qui ne sont pas concernés par la problématique soulevée au §1.1. Les résultats sont fournis dans les tableaux joints au présent rapport, mais ne font pas l'objet d'une analyse approfondie, car il en ressort principalement que les besoins et consommations de chauffage augmentent au fur et à mesure que l'on dégrade l'isolation du bâti. L'analyse du rapport ne s'attachera donc qu'aux cas climatisés.

2. Bâtiments simulés

2.1. Bâtiment de commerce

Le bâtiment de commerce est un bâtiment à plusieurs usages :

- Un usage de bureau
- Un usage de stockage
- Un usage de commerce

La surface commerciale représente la plus grande partie du bâtiment et est étendue **sur 1894m² de surface utile.**

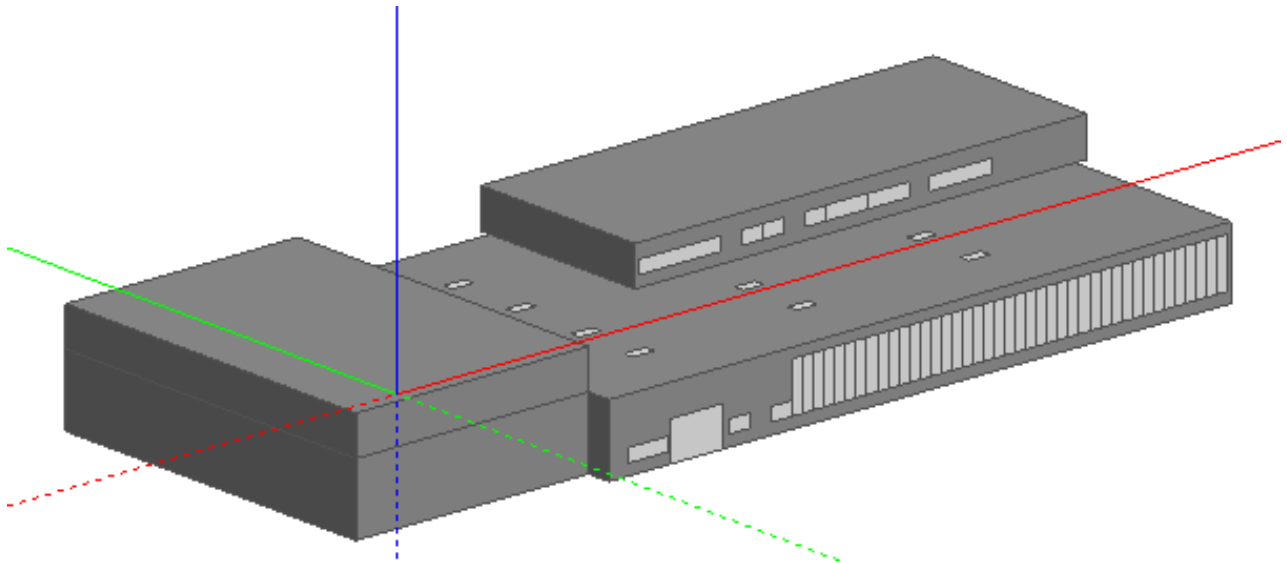


Figure 1: Vue façade Nord

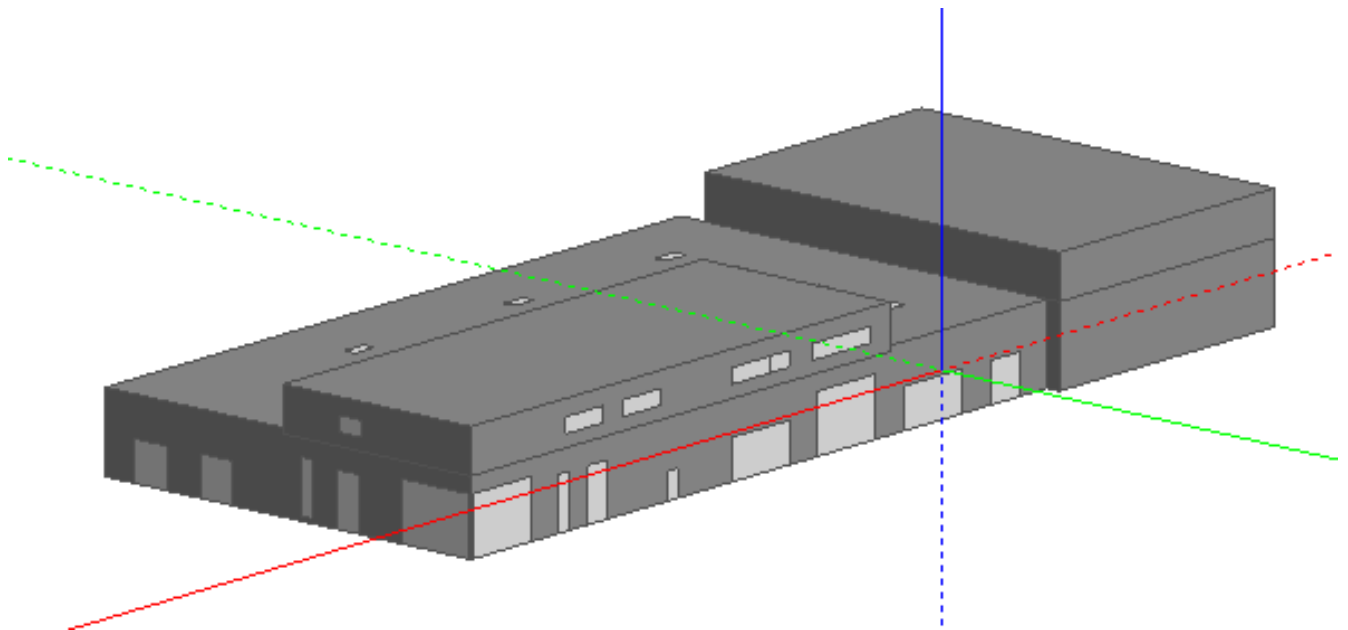


Figure 2: Vue façade Sud

Seule la partie centrale d'usage commerce a été modélisée dans la suite de cette étude.

2.1.1. Données sur l'enveloppe

Surfaces déperditives :

	Conductivité thermique	Surface
Plancher bas	$U_w = 0.151 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$	1814 m ²
Paroi opaque Ouest	Variable selon simulations	65.17 m ²
Baies Ouest	$U_w = 1.8 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ $S_w = 0.21$ $TL = 0.45$	18.86 m ²
Paroi opaque Nord	Variable selon simulations	93.38 m ²
Baies Nord	$U_w = 1.8 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ $S_w = 0.21$ $TL = 0.45$	202.7 m ²
Paroi opaque Sud	Variable selon simulations	226.3 m ²
Baies Sud	$U_w = 1.8 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ $S_w = 0.21$ $TL = 0.45$	87.46 m ²
Paroi opaque Est	Variable selon simulations	0 m ²
Baies Est	0	0 m ²
Toiture	Variable selon simulations	1091.80 m ²
Baies horizontales	$U_w = 2.5 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ $S_w = 0.52$ $TL = 0.54$	16.20 m ²

Le ratio Psi du bâtiment est de **0.046 W/ (m².K)**.

2.1.2. Données sur les systèmes

Postes	Commerce
Emetteurs	Bouche de soufflage d'air avec variation temporelle : 1.8°C
Génération	Roof Top Puissance = 165 kW
ECS	Effet joule : 2 ballons de 30L
Ventilation	Ventilation par DAV
Eclairage	Aire de vente : 20W/m ²
Inertie	Légère

2.2. Hypothèses pour bâtiment de commerce

2.2.1. Les scénarii

Les scénarii saisis pour le calcul de simulation thermique dynamique sont ceux les scénarii conventionnels (cf § 17.4 méthode th-BCE)

Local N°3																									
nom du local	de vente (supérieure à 30) voir typologie																								
Rat. I	0,25 ratio par défaut surface utile du local/surface utile du groupe peut-être nul si niveau P dans typologie. La somme des RatIgd du groupe est égale à 1																								
taux d'occupation																									
occupant	0,15 Noccnom valeur pour l'heure maximale de l'année, par m ²																								
	90 W/Noccnom Chaleur moyenne dégagée par un occupant																								
	0,06 kg/h/Noccnom Humidité dégagée par un occupant																								
ratio Noccnom/Noccnom valeur comprise entre 0 et 1 (= 0 en innoc)																									
jour V / heure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0,25	0,35	0,27	0,53	0,41	0,43	0,57	0,56	0,59	0,47	0,22	0,01	0,03	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0,26	0,36	0,27	0,54	0,42	0,43	0,58	0,56	0,58	0,5	0,26	0,04	0,03	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,25	0,37	0,28	0,54	0,45	0,53	0,7	0,69	0,69	0,53	0,28	0,05	0,04	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0,29	0,4	0,3	0,56	0,45	0,49	0,61	0,59	0,6	0,49	0,27	0,05	0,04	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,27	0,39	0,31	0,53	0,47	0,53	0,68	0,7	0,71	0,56	0,33	0,09	0,06	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,26	0,54	0,48	0,47	0,52	0,78	1	1	1	0,71	0,36	0,07	0,06	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
facteur correctif de la semaine (0 à 1)																									
semaine/mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
5			1		1			1			1														

Figure 3: scénario d'occupation

2.2.2. Apports internes

Les apports internes saisis sont en accord avec les apports internes conventionnels de la méthode de calcul pour l'usage commerce.

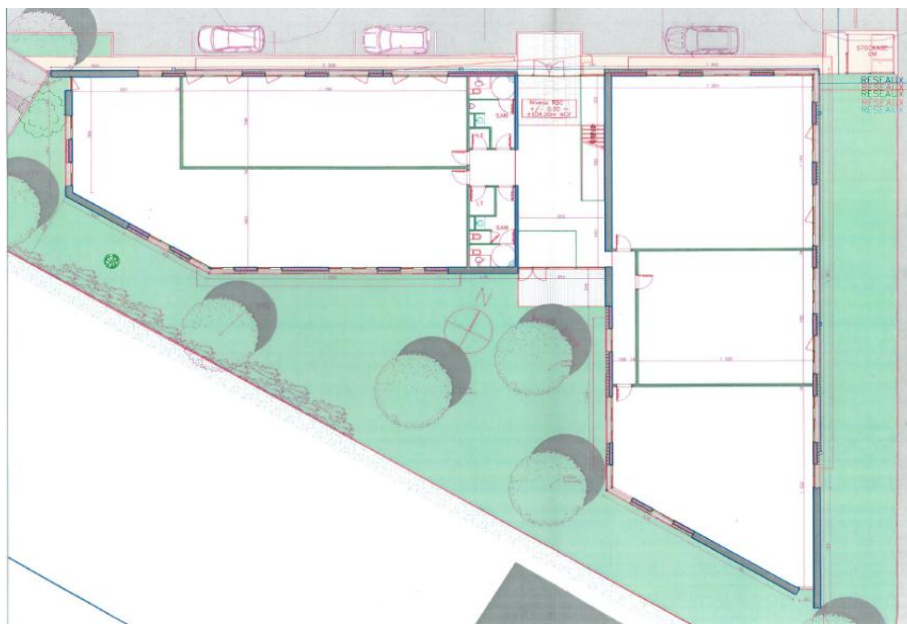
La puissance d'éclairage pour le calcul de Bbio et de Cep se distingue. Pour le Bbio la méthode de calcul impose une puissance d'éclairage de 6W/m² sur une aire de vente, pour le calcul de consommation une puissance d'éclairage de 20W/m² a été saisie. Aucune gestion de l'éclairage, hormis les horaires du scénario, n'a été saisie.

2.2.3. Ventilation

Le calcul du Bbio, prenant en compte les perte par renouvellement d'air mais aucun système prend conventionnellement une ventilation double flux avec un rendement d'échangeur à 50%. Le débit rentré est le débit d'air hygiénique suffisant pour répondre à l'occupation maximale du bâtiment soit dans notre cas 6800 m³/h.

2.3. Bâtiment de bureaux

- Bâtiment de bureaux en R+2 pour une **surface utile de 1390m²**.



2.3.1. Données sur l'enveloppe

Surfaces déperditives :

	Conductivité thermique	Surface
Plancher bas	$U = 0.27 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$	777.5 m ²
Paroi opaque Ouest	Variable selon simulations	97.7 m ²
Baies Ouest	$U_w = 1.6 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ $S_w = 0.22$ $TL = 0.40$	29.9 m ²
Paroi opaque Nord	Variable selon simulations	487.5 m ²
Baies Nord	$U_w = 1.6 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ $S_w = 0.22$ $TL = 0.40$	65 m ²
Paroi opaque Sud	Variable selon simulations	154 m ²
Baies Sud	$U_w = 1.6 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ $S_w = 0.22$ $TL = 0.40$	70 m ²
Paroi opaque Est	Variable selon simulations	108.3 m ²
Baies Est	$U_w = 1.6 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ $S_w = 0.22$ $TL = 0.40$	45.5 m ²
Toiture	-	765.7 m ²
Baies horizontales	/	0 m ²

2.3.2. Données sur les systèmes

Postes	Bureaux
Emetteurs	Ventilo convecteur avec variation temporelle : 1.8°C pour le bâtiment climatisé Radiateur pour le bâtiment non climatisé
Génération	PAC air/eau réversible pour bâtiment climatisé Puissance chaud et froid = 160 kW Pour les simulations du bâtiment non climatisé une chaudière gaz condensation a été saisie avec une puissance de 80kW.
ECS	Effet joule : 4 ballons de 30L
Ventilation	Ventilation par double flux avec un rendement de ventilateur de 80%
Eclairage	Bureaux et salle de réunion : 9W/m ² Sanitaires : 6 W/m ² Circulation : 8 W/m ²
Inertie	Moyenne
Perméabilité	1.7 m ³ /h/m ²

2.4. Hypothèses pour le bâtiment de bureaux

2.4.1. Les scénarii

Les scénarii saisis pour le calcul de simulation thermique dynamique sont ceux les scénarii conventionnels (cf § 17.4 méthode th-BCE)

2.4.2. Apports internes

Les apports internes saisis sont en accord avec les apports internes conventionnels de la méthode de calcul pour l'usage bureaux.

La puissance d'éclairage pour le calcul de Bbio et de Cep se distingue. Pour le Bbio la méthode de calcul impose une puissance d'éclairage de 10W/m² pour les bureaux, pour le calcul de consommation une puissance d'éclairage de 9W/m² a été saisie.

2.4.3. Ventilation

Le calcul du Bbio, prenant en compte les perte par renouvellement d'air mais aucun système prend conventionnellement une ventilation double flux avec un rendement d'échangeur à 50%. Le débit rentré est le débit d'air hygiénique suffisant pour répondre à l'occupation maximale du bâtiment soit dans notre cas 2895 m³/h.

3. Résultats du besoin bioclimatique (Bbio)

Tous les résultats sont fournis en annexe sur fichiers excel, et sont récapitulés ci-dessous.

3.1. Bâtiment de commerce

Zone H1b

Choix de la zone climatique

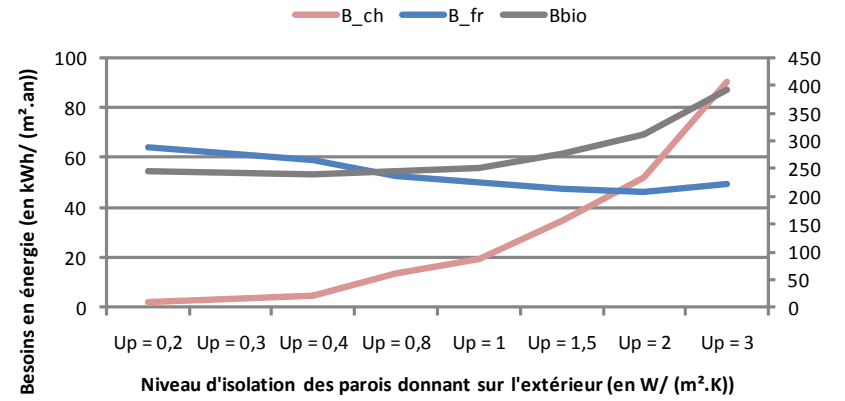
Résultats en valeurs absolues

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	Bbio MAX
Up = 0,2	RT2012	2,08	64,13	22,78	246,33	250,00
	STD	3,24	26,15	22,44	171,0	
Up = 0,3	RT2012	3,27	61,34	22,78	243,12	250,00
	STD	4,66	24,55	22,44	170,6	
Up = 0,4	RT2012	4,70	58,83	22,78	240,95	250,00
	STD	6,17	23,31	22,44	171,2	
Up = 0,8	RT2012	13,93	52,35	22,78	246,45	250,00
	STD	13,32	20,34	22,44	179,5	
Up = 1	RT2012	19,13	50,04	22,78	252,24	250,00
	STD	17,43	19,00	22,44	185,0	
Up = 1,5	RT2012	34,61	47,55	22,78	278,21	250,00
	STD	26,55	17,67	22,44	200,6	
Up = 2	RT2012	51,95	46,55	22,78	310,90	250,00
	STD	33,37	16,46	22,44	211,9	
Up = 3	RT2012	90,39	49,31	22,78	393,30	250,00
	STD	39,77	15,73	22,44	223,2	

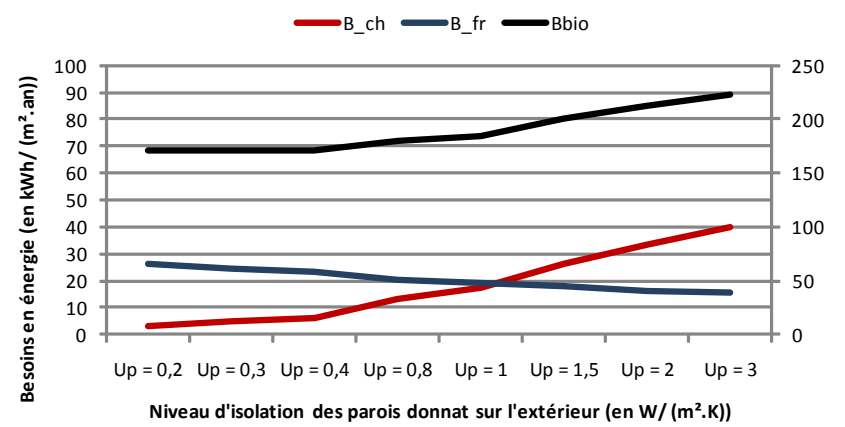
Résultats en valeurs relatives

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio
Up = 0,2	RT2012	0%	0%	0%	0%
	STD	0%	0%	0%	0%
Up = 0,3	RT2012	57%	-4%	0%	-1%
	STD	44%	-6%	0%	0%
Up = 0,4	RT2012	126%	-8%	0%	-2%
	STD	90%	-11%	0%	0%
Up = 0,8	RT2012	568%	-18%	0%	0%
	STD	311%	-22%	0%	5%
Up = 1	RT2012	818%	-22%	0%	2%
	STD	438%	-27%	0%	8%
Up = 1,5	RT2012	1560%	-26%	0%	13%
	STD	719%	-32%	0%	17%
Up = 2	RT2012	2392%	-27%	0%	26%
	STD	930%	-37%	0%	24%
Up = 3	RT2012	4236%	-23%	0%	60%
	STD	1127%	-40%	0%	31%

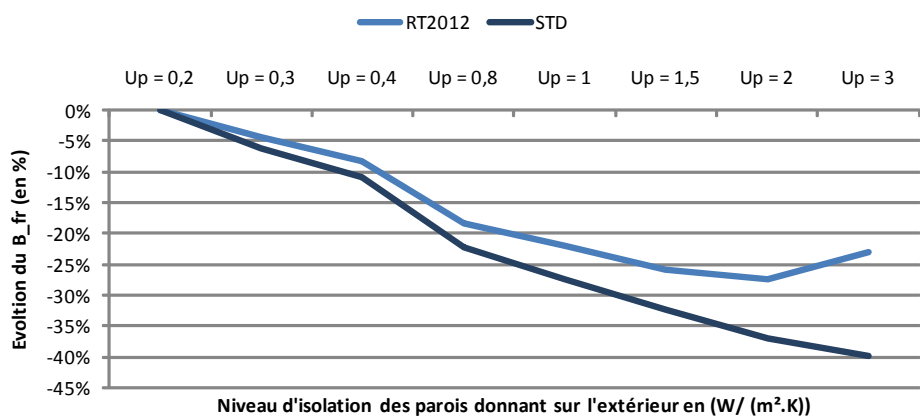
Evolution en valeur absolue (méthode Th-BCE)



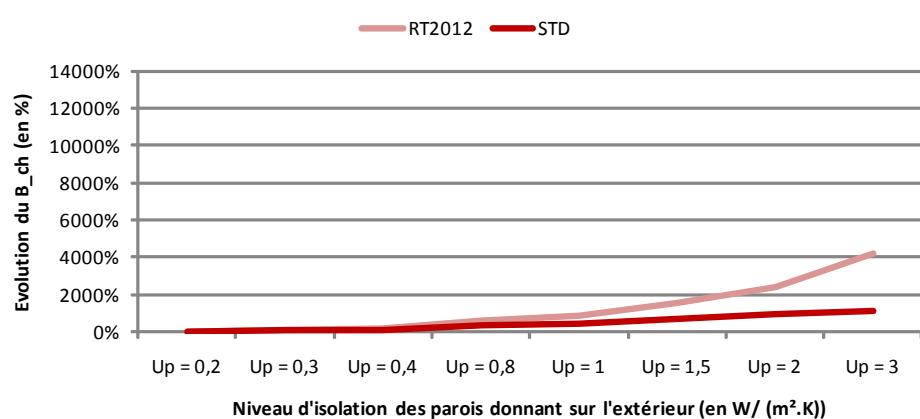
Evolution en valeur absolue (méthode Energy +)



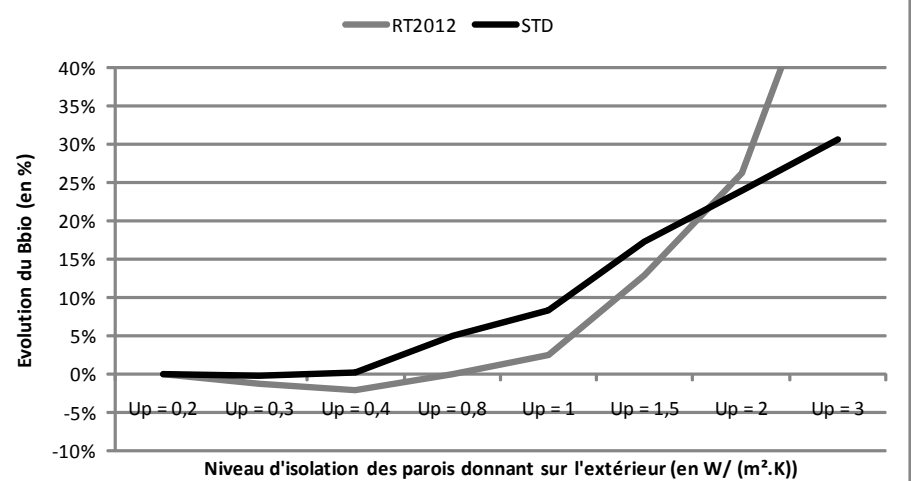
Comparaison des évolutions de la composante froid en valeurs relatives



Comparaison des évolutions de la composante chaud en valeurs relatives



Comparaison des évolutions du Bbio en valeurs relatives

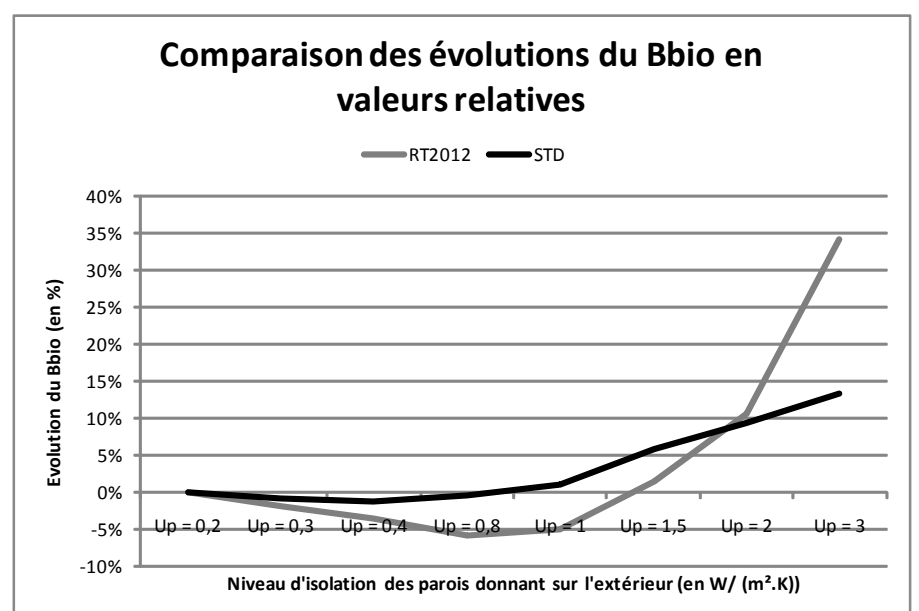
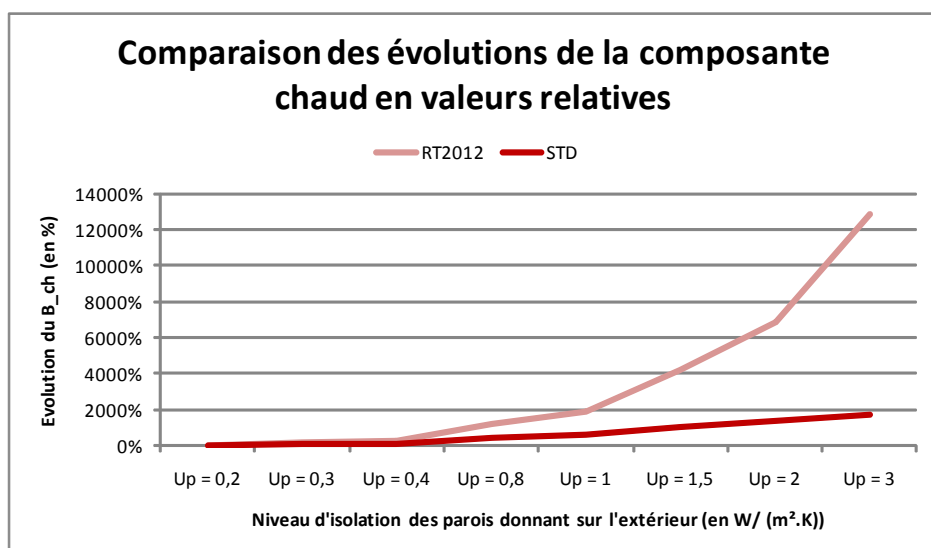
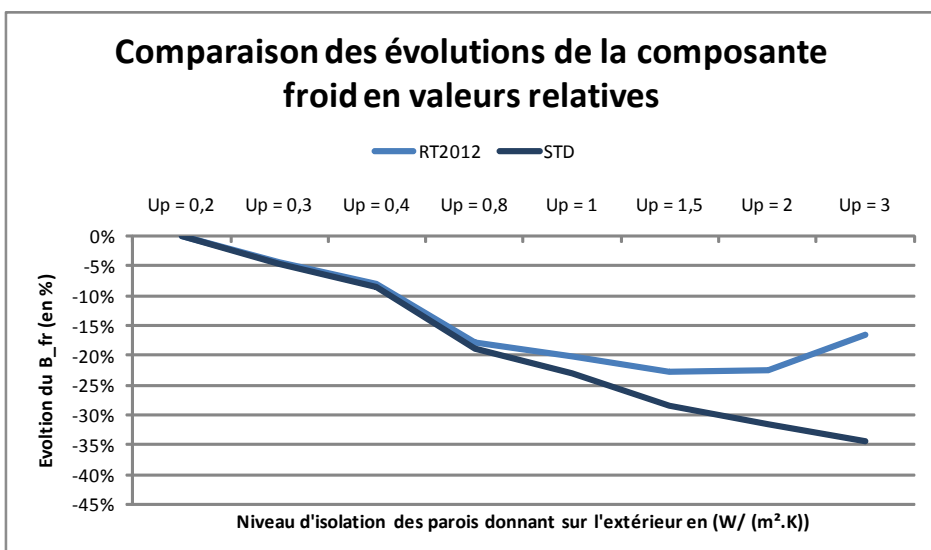
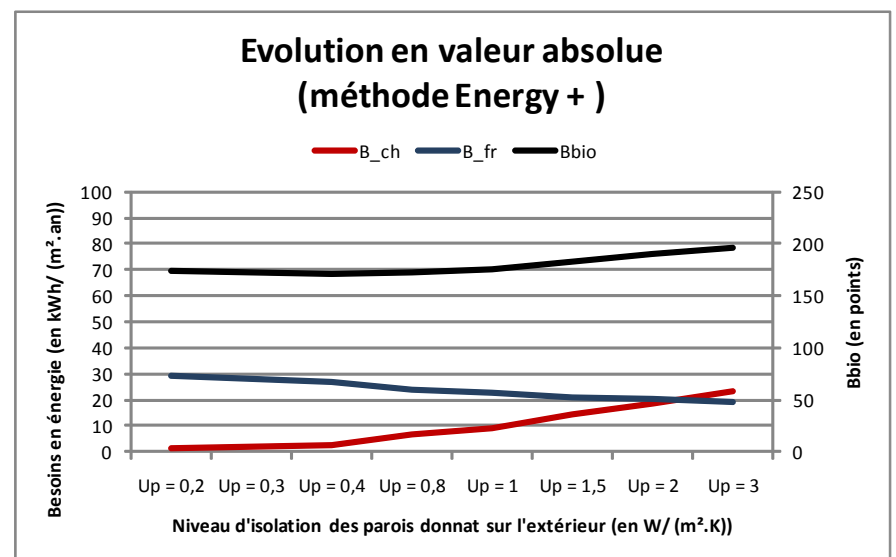
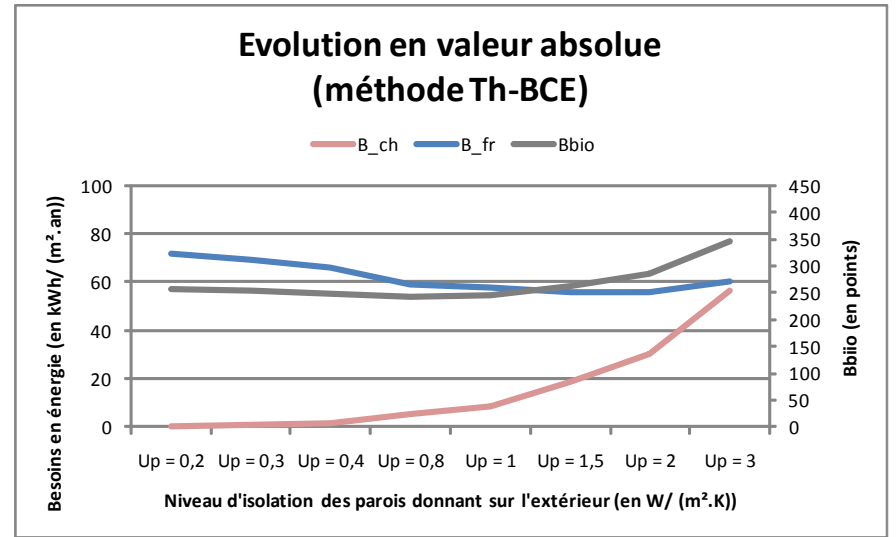


Zone H2b

Choix de la zone climatique

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	Bbio MAX	
Résultats en valeurs absolues	Up = 0,2	RT2012	0,43	72,12	22,59	258,07	250,00
		STD	1,29	29,35	22,44	173,5	
	Up = 0,3	RT2012	1,09	68,99	22,59	253,13	250,00
		STD	1,96	27,97	22,44	172,0	
	Up = 0,4	RT2012	1,67	66,28	22,59	248,86	250,00
		STD	2,70	26,83	22,44	171,2	
	Up = 0,8	RT2012	5,57	59,32	22,59	242,74	250,00
		STD	6,43	23,79	22,44	172,6	
	Up = 1	RT2012	8,62	57,56	22,59	245,32	250,00
		STD	8,87	22,62	22,44	175,2	
	Up = 1,5	RT2012	18,70	55,71	22,59	261,79	250,00
		STD	14,61	21,01	22,44	183,5	
	Up = 2	RT2012	30,33	55,95	22,59	285,54	250,00
		STD	18,73	20,08	22,44	189,8	
	Up = 3	RT2012	56,37	60,22	22,59	346,15	250,00
		STD	23,01	19,23	22,44	196,7	

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	
Résultats en valeurs relatives	Up = 0,2	RT2012	0%	0%	0%	0%
		STD	0%	0%	0%	0%
	Up = 0,3	RT2012	151%	-4%	0%	-2%
		STD	52%	-5%	0%	-1%
	Up = 0,4	RT2012	284%	-8%	0%	-4%
		STD	109%	-9%	0%	-1%
	Up = 0,8	RT2012	1182%	-18%	0%	-6%
		STD	399%	-19%	0%	0%
	Up = 1	RT2012	1885%	-20%	0%	-5%
		STD	588%	-23%	0%	1%
	Up = 1,5	RT2012	4208%	-23%	0%	1%
		STD	1034%	-28%	0%	6%
	Up = 2	RT2012	6887%	-22%	0%	11%
		STD	1353%	-32%	0%	9%
	Up = 3	RT2012	12885%	-16%	0%	34%
		STD	1685%	-34%	0%	13%

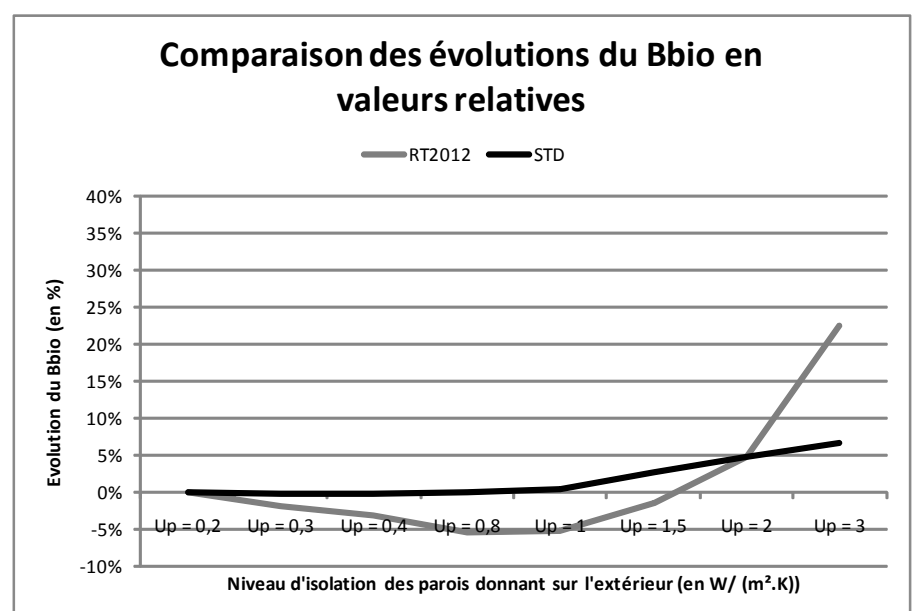
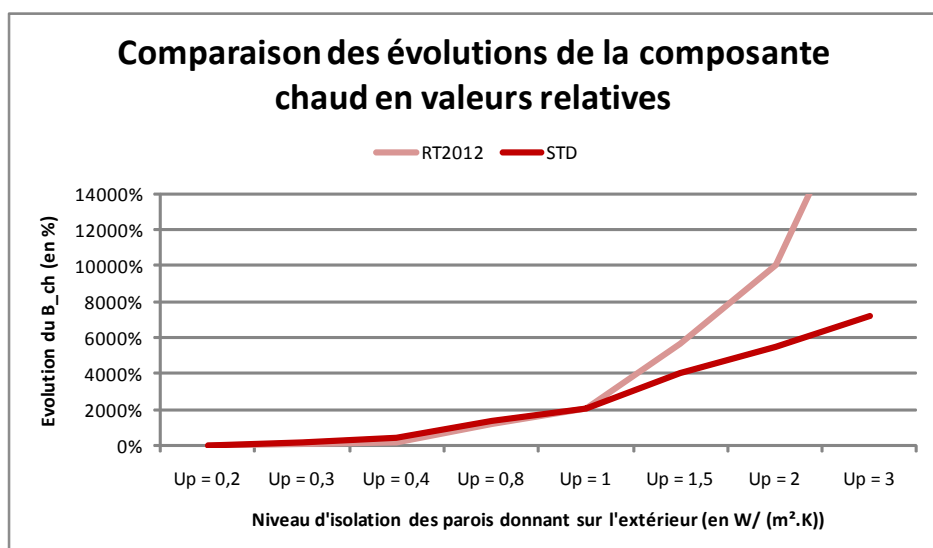
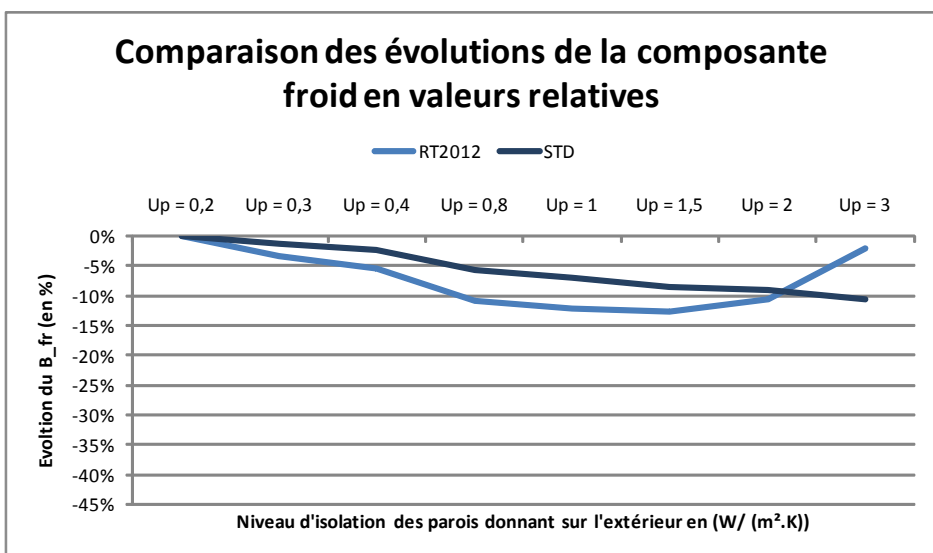
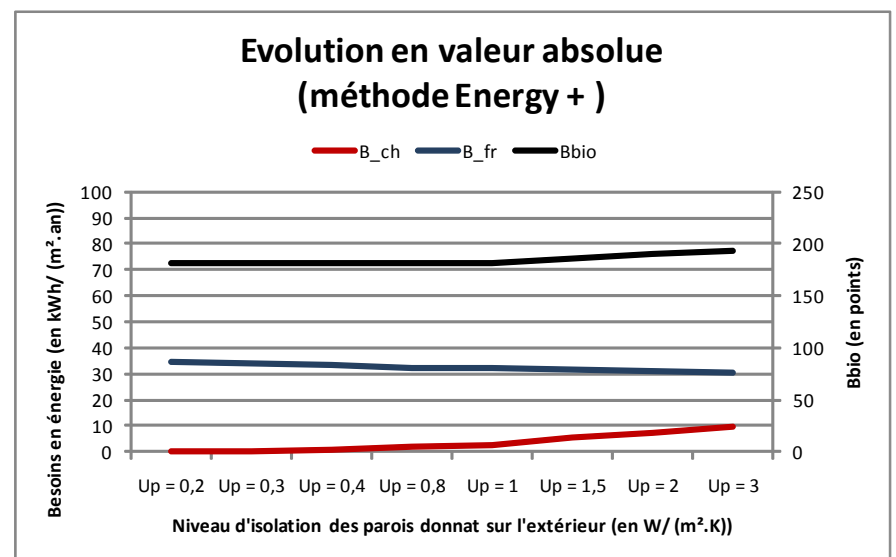
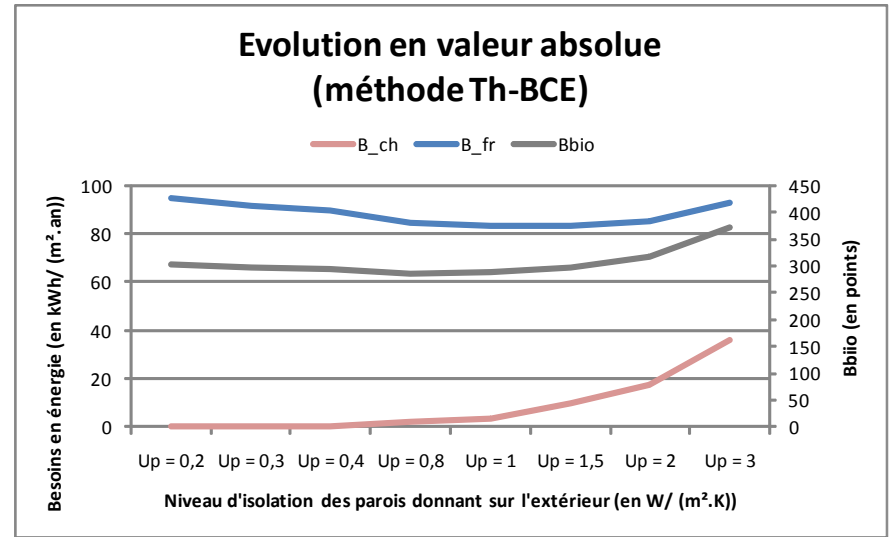


Zone H3

Choix de la zone climatique

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	Bbio MAX	
Résultats en valeurs absolues	Up = 0,2	RT2012	0,17	94,94	22,62	303,31	275,00
		STD	0,13	34,35	22,44	181,2	
	Up = 0,3	RT2012	0,26	91,84	22,62	297,30	275,00
		STD	0,38	33,93	22,44	180,8	
	Up = 0,4	RT2012	0,44	89,80	22,62	293,58	275,00
		STD	0,67	33,57	22,44	180,7	
	Up = 0,8	RT2012	2,24	84,65	22,62	286,87	275,00
		STD	2,02	32,40	22,44	181,0	
	Up = 1	RT2012	3,72	83,36	22,62	287,25	275,00
		STD	2,83	31,99	22,44	181,8	
	Up = 1,5	RT2012	9,75	83,03	22,62	298,65	275,00
		STD	5,47	31,42	22,44	186,0	
	Up = 2	RT2012	17,24	84,98	22,62	317,53	275,00
		STD	7,49	31,21	22,44	189,6	
	Up = 3	RT2012	36,11	92,94	22,62	371,21	275,00
		STD	9,81	30,69	22,44	193,2	

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	
Résultats en valeurs relatives	Up = 0,2	RT2012	0%	0%	0%	0%
		STD	0%	0%	0%	0%
	Up = 0,3	RT2012	55%	-3%	0%	-2%
		STD	180%	-1%	0%	0%
	Up = 0,4	RT2012	161%	-5%	0%	-3%
		STD	403%	-2%	0%	0%
	Up = 0,8	RT2012	1219%	-11%	0%	-5%
		STD	1407%	-6%	0%	0%
	Up = 1	RT2012	2091%	-12%	0%	-5%
		STD	2010%	-7%	0%	0%
	Up = 1,5	RT2012	5644%	-13%	0%	-2%
		STD	3980%	-9%	0%	3%
	Up = 2	RT2012	10053%	-10%	0%	5%
		STD	5484%	-9%	0%	5%
	Up = 3	RT2012	21171%	-2%	0%	22%
		STD	7215%	-11%	0%	7%

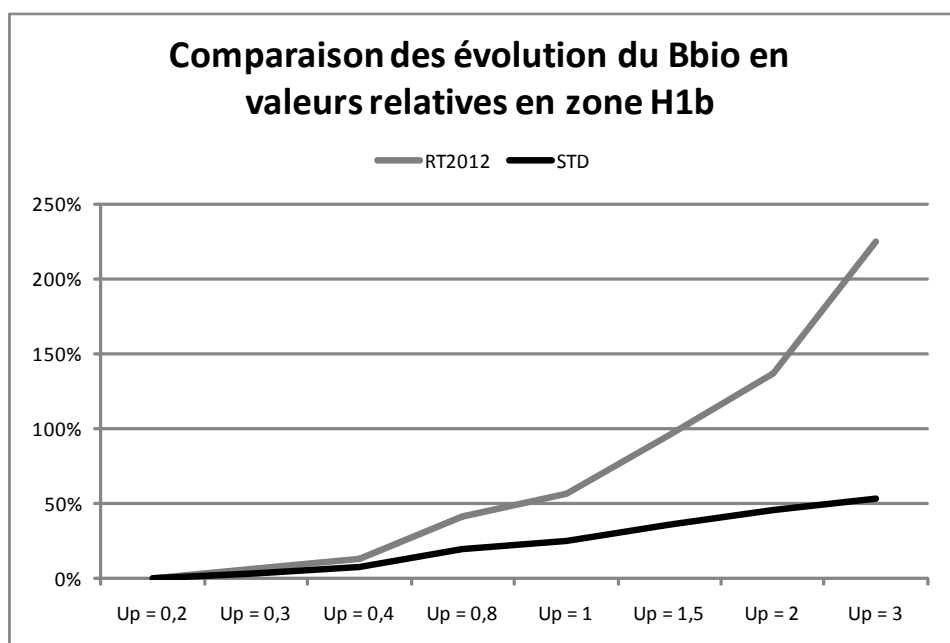
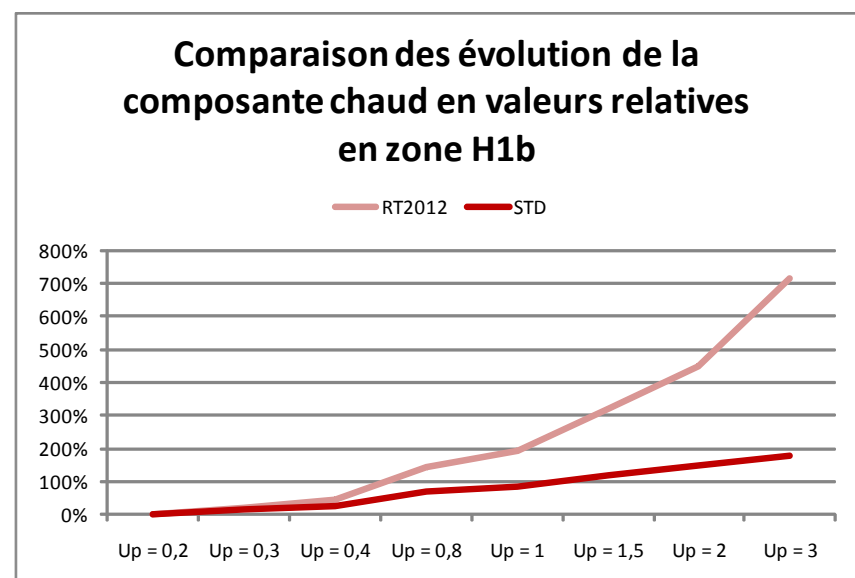
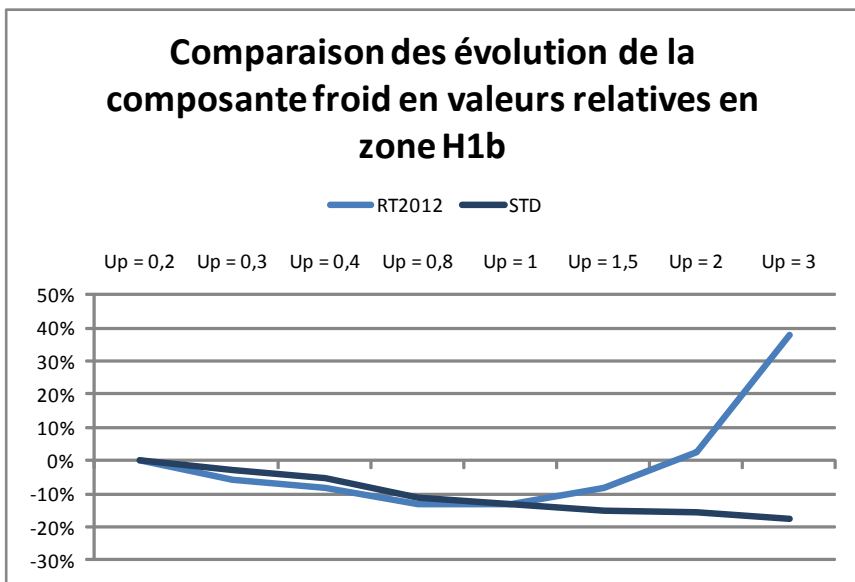
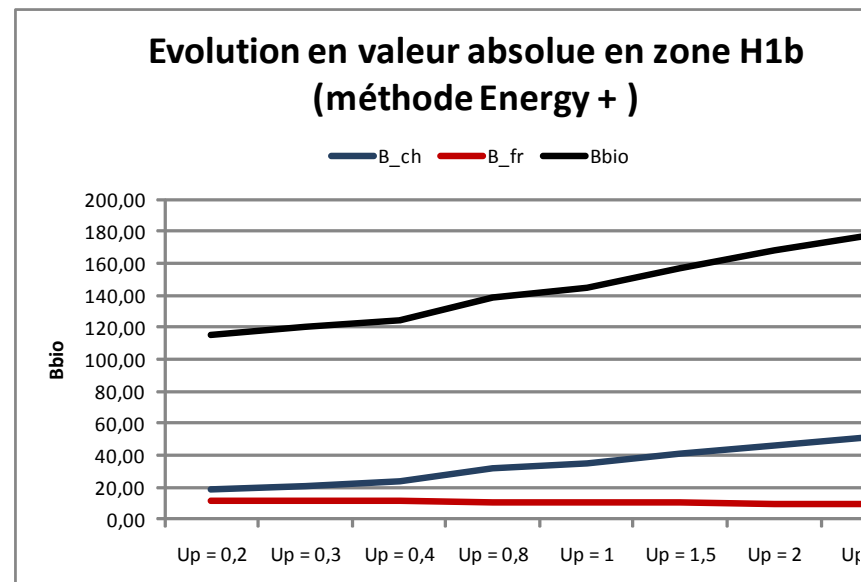
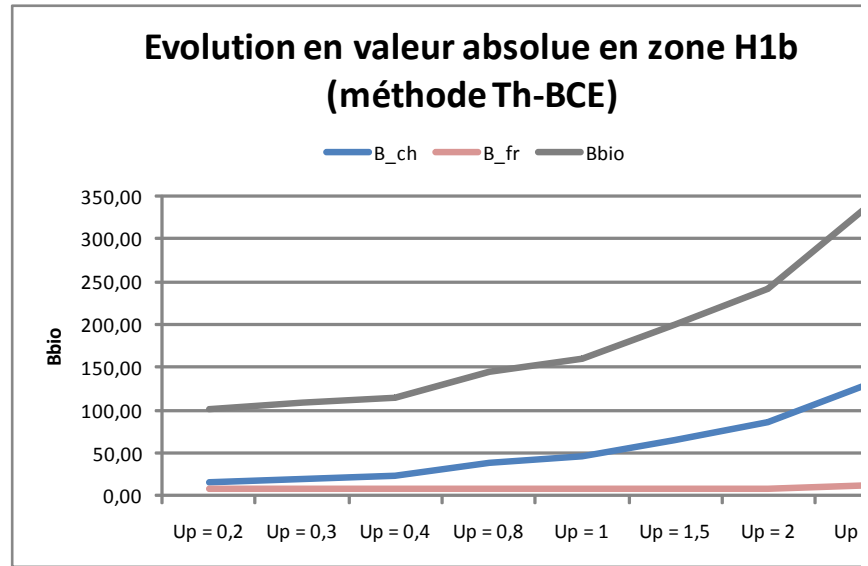


3.2. Bâtiment de bureaux

En zone H1b bâtiment climatisé
(météo de la ville de Nancy)

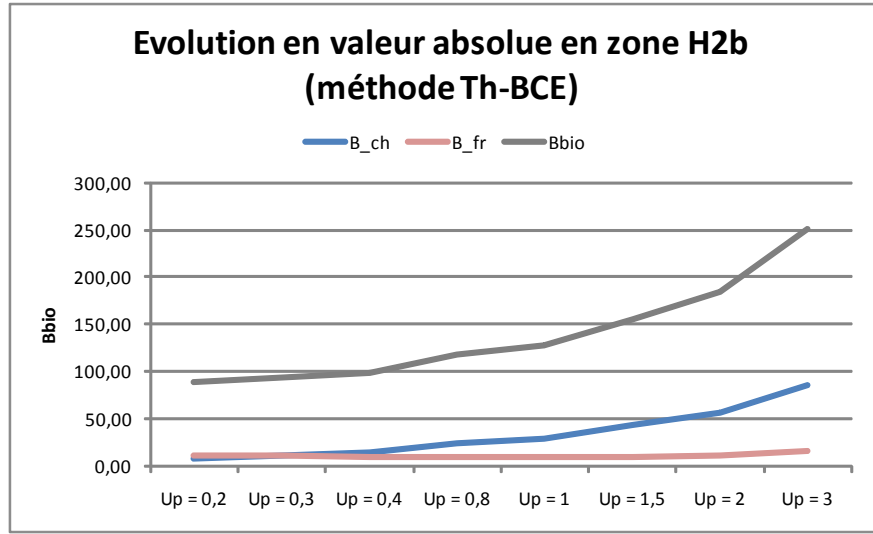
			B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	Bbio max
Résultats en valeurs absolues	Up = 0,2	RT2012	15,60	8,50	10,80	102,2	140,0
		STD	18,65	11,91	10,88	115,5	/
	Up = 0,3	RT2012	19,20	8,00	10,80	108,4	140,0
		STD	21,21	11,56	10,88	119,9	/
	Up = 0,4	RT2012	22,90	7,80	10,80	115,4	140,0
		STD	23,61	11,27	10,88	124,2	/
	Up = 0,8	RT2012	37,90	7,40	10,80	144,6	140,0
		STD	31,45	10,59	10,88	138,5	/
	Up = 1	RT2012	45,60	7,40	10,80	160,0	140,0
		STD	34,76	10,37	10,88	144,7	/
	Up = 1,5	RT2012	65,40	7,80	10,80	200,4	140,0
		STD	41,26	10,12	10,88	157,2	/
	Up = 2	RT2012	85,60	8,70	10,80	242,6	140,0
		STD	46,59	10,06	10,88	167,7	/
	Up = 3	RT2012	127,50	11,70	10,80	332,4	140,0
		STD	51,63	9,82	10,88	177,3	/

			B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio
Résultats en valeurs relatives	Up = 0,2	RT2012	0%	0%	0%	0%
		STD	0%	0%	0%	0%
	Up = 0,3	RT2012	23%	-6%	0%	6%
		STD	14%	-3%	0%	4%
	Up = 0,4	RT2012	47%	-8%	0%	13%
		STD	27%	-5%	0%	7%
	Up = 0,8	RT2012	143%	-13%	0%	41%
		STD	69%	-11%	0%	20%
	Up = 1	RT2012	192%	-13%	0%	57%
		STD	86%	-13%	0%	25%
	Up = 1,5	RT2012	319%	-8%	0%	96%
		STD	121%	-15%	0%	36%
	Up = 2	RT2012	449%	2%	0%	137%
		STD	150%	-16%	0%	45%
	Up = 3	RT2012	717%	38%	0%	225%
		STD	177%	-18%	0%	53%

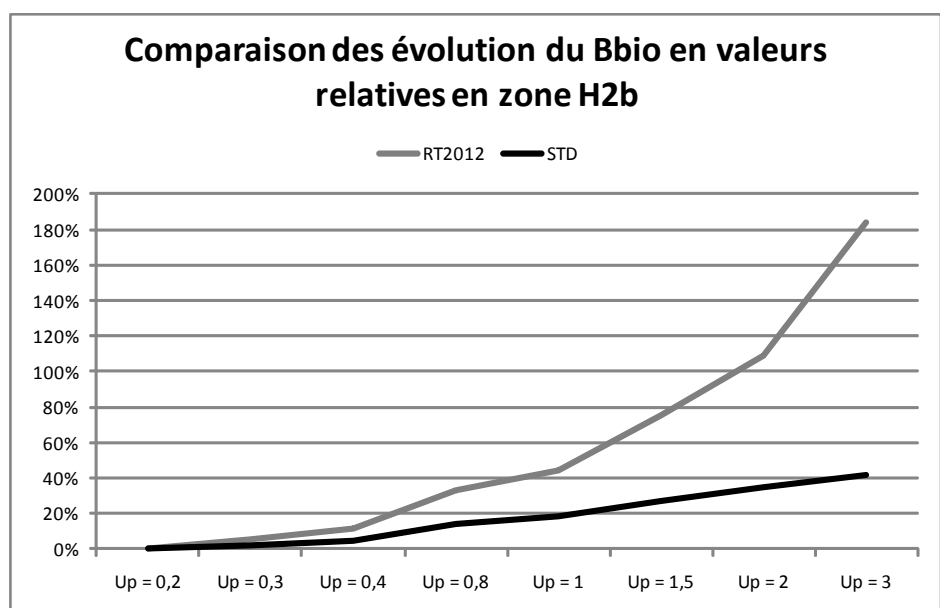
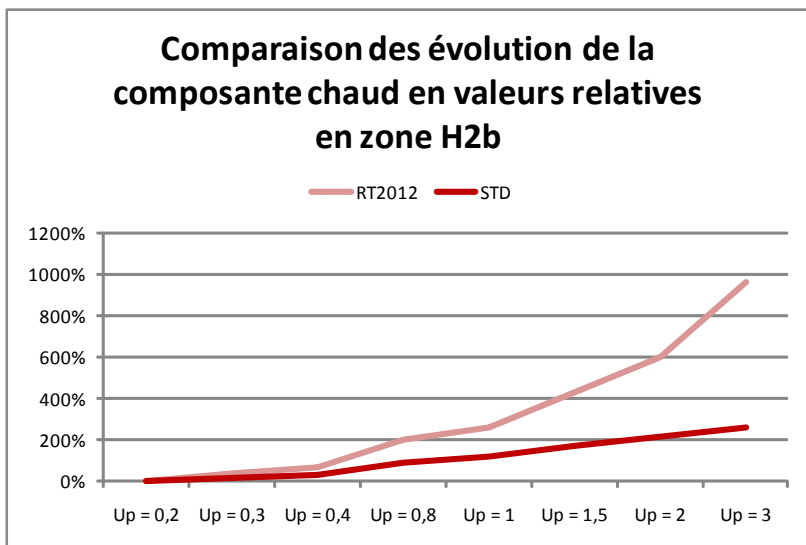
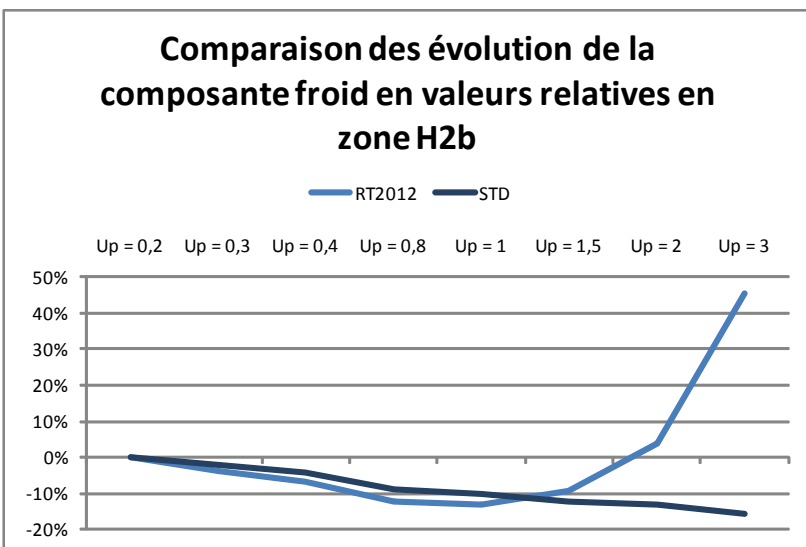
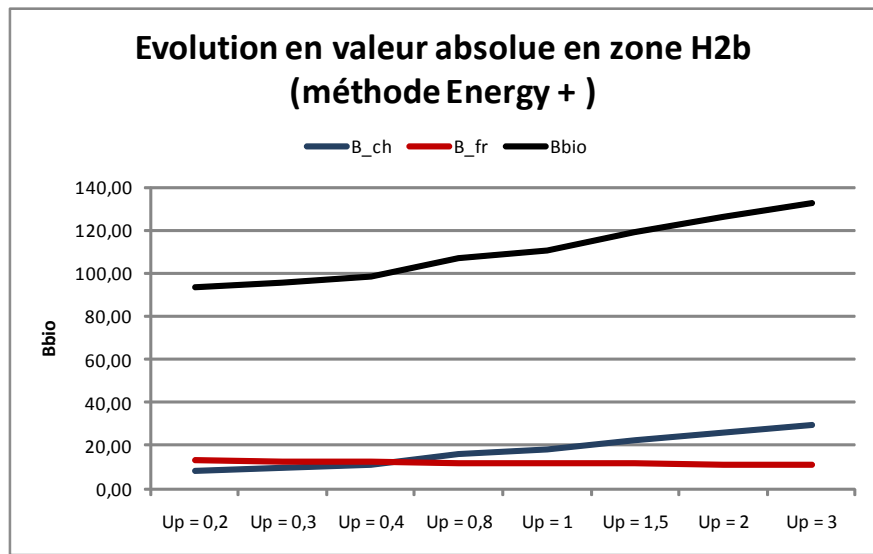


En zone H2b bâtiment climatisé
(météo de la ville de Nantes STD et La Rochelle RT)

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	Bbio max	
Résultats en valeurs absolues	Up = 0,2	RT2012	8,00	10,50	10,30	88,5	140,0
		STD	8,26	13,11	10,23	93,9	/
	Up = 0,3	RT2012	10,90	10,10	10,30	93,5	140,0
		STD	9,53	12,82	10,23	95,8	/
	Up = 0,4	RT2012	13,60	9,80	10,30	98,3	140,0
		STD	10,96	12,57	10,23	98,2	/
	Up = 0,8	RT2012	23,90	9,20	10,30	117,7	140,0
		STD	15,89	11,96	10,23	106,9	/
	Up = 1	RT2012	29,10	9,10	10,30	127,9	140,0
		STD	18,08	11,76	10,23	110,8	/
	Up = 1,5	RT2012	42,40	9,50	10,30	155,3	140,0
		STD	22,49	11,49	10,23	119,1	/
	Up = 2	RT2012	55,80	10,90	10,30	184,9	140,0
		STD	26,20	11,37	10,23	126,3	/
	Up = 3	RT2012	84,80	15,30	10,30	251,7	140,0
		STD	29,78	11,08	10,23	132,9	/



		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	
Résultats en valeurs relatives	Up = 0,2	RT2012	0%	0%	0%	
		STD	0%	0%	0%	
	Up = 0,3	RT2012	36%	-4%	0%	6%
		STD	15%	-2%	0%	2%
	Up = 0,4	RT2012	70%	-7%	0%	11%
		STD	33%	-4%	0%	5%
	Up = 0,8	RT2012	199%	-12%	0%	33%
		STD	92%	-9%	0%	14%
	Up = 1	RT2012	264%	-13%	0%	45%
		STD	119%	-10%	0%	18%
	Up = 1,5	RT2012	430%	-10%	0%	75%
		STD	172%	-12%	0%	27%
	Up = 2	RT2012	598%	4%	0%	109%
		STD	217%	-13%	0%	35%
	Up = 3	RT2012	960%	46%	0%	184%
		STD	261%	-16%	0%	42%

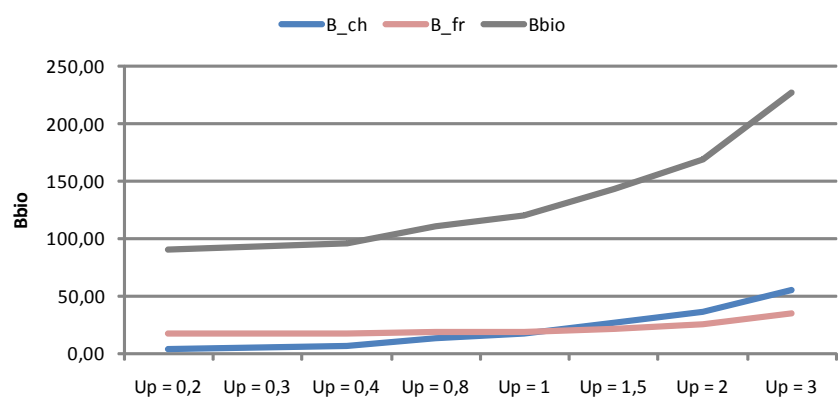


**En zone H3 bâtiment climatisé
(météo de la ville de Nice)**

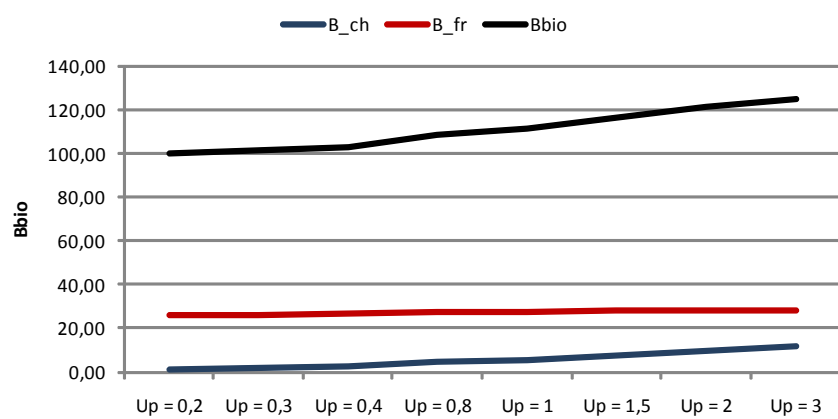
		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	Bbio max	
Résultats en valeurs absolues	Up = 0,2	RT2012	3,80	17,20	9,50	89,5	168,0
		STD	1,31	25,80	9,15	100,0	/
	Up = 0,3	RT2012	5,20	17,30	9,50	92,5	168,0
		STD	1,76	26,13	9,15	101,5	/
	Up = 0,4	RT2012	6,80	17,40	9,50	95,9	168,0
		STD	2,27	26,41	9,15	103,1	/
	Up = 0,8	RT2012	13,60	18,10	9,50	110,9	168,0
		STD	4,30	27,15	9,15	108,7	/
	Up = 1	RT2012	17,60	18,80	9,50	120,3	168,0
		STD	5,31	27,38	9,15	111,1	/
	Up = 1,5	RT2012	26,69	21,00	9,50	142,9	168,0
		STD	7,51	27,83	9,15	116,4	/
	Up = 2	RT2012	35,80	24,60	9,50	168,3	168,0
		STD	9,53	28,21	9,15	121,2	/
	Up = 3	RT2012	55,10	34,30	9,50	226,3	168,0
		STD	11,64	28,03	9,15	125,1	/

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	
Résultats en valeurs relatives	Up = 0,2	RT2012	0%	0%	0%	0%
		STD	0%	0%	0%	0%
	Up = 0,3	RT2012	37%	1%	0%	3%
		STD	34%	1%	0%	2%
	Up = 0,4	RT2012	79%	1%	0%	7%
		STD	73%	2%	0%	3%
	Up = 0,8	RT2012	258%	5%	0%	24%
		STD	227%	5%	0%	9%
	Up = 1	RT2012	363%	9%	0%	34%
		STD	304%	6%	0%	11%
	Up = 1,5	RT2012	602%	22%	0%	60%
		STD	472%	8%	0%	16%
	Up = 2	RT2012	842%	43%	0%	88%
		STD	626%	9%	0%	21%
	Up = 3	RT2012	1350%	99%	0%	153%
		STD	786%	9%	0%	25%

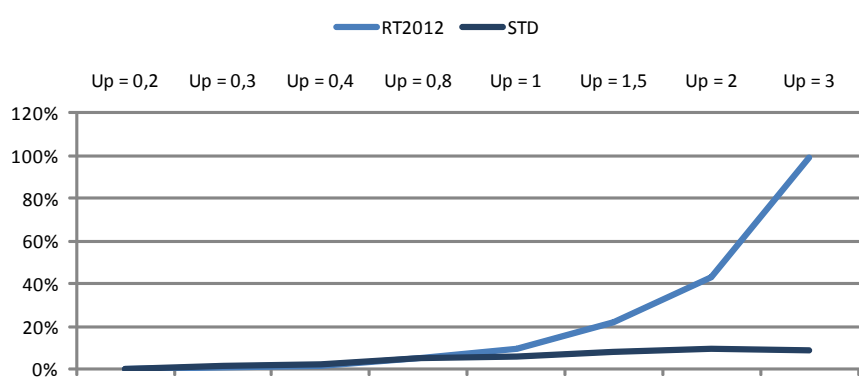
**Evolution en valeur absolue en zone H3
(méthode Th-BCE)**



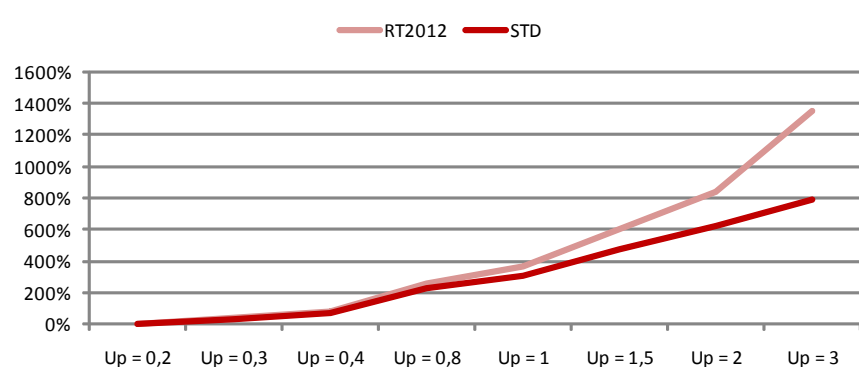
**Evolution en valeur absolue en zone H3
(méthode Energy +)**



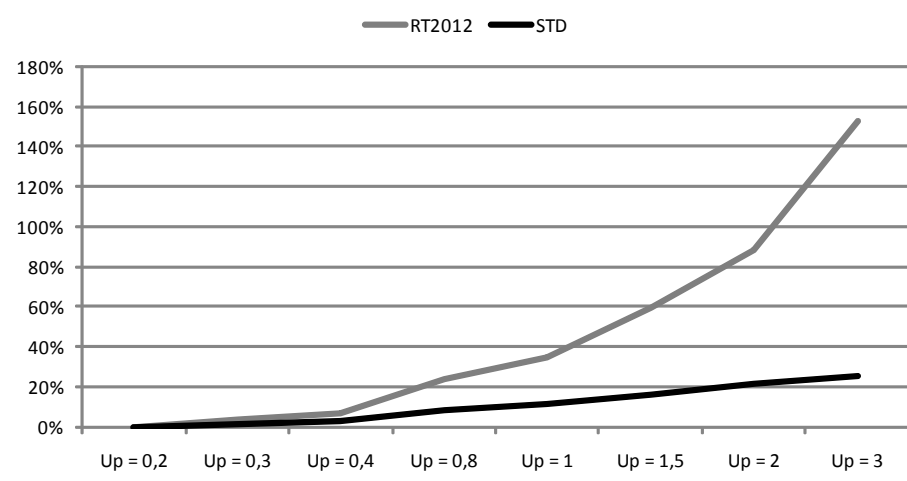
**Comparaison des évolution de la
composante froid en valeurs relatives en
zone H3**



**Comparaison des évolution de la
composante chaud en valeurs relatives en
zone H3**



**Comparaison des évolution du Bbio en valeurs
relatives en zone H3**



4. Analyse des résultats

Il ressort 7 points clés des précédentes simulations, récapitulés dans les paragraphes ci-après.

4.1. Point clé n°1 : différences STD / RT et analyse en valeur relative

Les tableaux de valeurs obtenus rendent compte de différences non négligeables quant aux valeurs absolues en termes de consommations et besoins de chaud et de froid. Les écarts entre STD et RT sont d'autant plus importants que les U_p sont grands (voir points clés n° 5 et 6), et sont plus marqués pour les besoins de froid. Les besoins de chauffage (tant que l'on reste au-dessous d'un certain niveau de U_p) et d'éclairage sont toutefois très comparables entre STD et RT, comme l'illustre l'exemple ci-dessous ;

			B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	Bbio max
Résultats en valeurs absolues	$U_p = 0,2$	RT2012	8,00	10,50	10,30	88,5	140,0
		STD	8,26	13,11	10,23	93,9	/
	$U_p = 0,3$	RT2012	10,90	10,10	10,30	93,5	140,0
		STD	9,53	12,82	10,23	95,8	/
	$U_p = 0,4$	RT2012	13,60	9,80	10,30	98,3	140,0
		STD	10,96	12,57	10,23	98,2	/
	$U_p = 0,8$	RT2012	23,90	9,20	10,30	117,7	140,0
		STD	15,89	11,96	10,23	106,9	/
	$U_p = 1$	RT2012	29,10	9,10	10,30	127,9	140,0
		STD	18,08	11,76	10,23	110,8	/
	$U_p = 1,5$	RT2012	42,40	9,50	10,30	155,3	140,0
		STD	22,49	11,49	10,23	119,1	/
	$U_p = 2$	RT2012	55,80	10,90	10,30	184,9	140,0
		STD	26,20	11,37	10,23	126,3	/
	$U_p = 3$	RT2012	84,80	15,30	10,30	251,7	140,0
		STD	29,78	11,08	10,23	132,9	/

Tableau 1 : résultats en valeurs absolues des besoins de chaud, froid et éclairage pour un bâtiment de bureau en zone H2b

On constate en effet dans l'exemple ci-dessus que l'écart de besoins en chauffage est faible à des niveaux de U_p faibles, mais augmentent à mesure que l'on dégrade le U_p . Les besoins de froid sont assez différents (environ 30 % d'écart, mais écart très variable), et que les besoins d'éclairage sont quasiment les mêmes entre RT et STD..

Par contre, la forte différence de besoins en froid calculés selon la RT ou la STD peut s'expliquer au moins partiellement par une gestion des ouvertures des baies qu'il a été impossible de modéliser de façon analogue entre les 2 méthodes de calculs.

Ainsi, les Bbio obtenus sont à analyser en écart relatif et non en valeur absolue. Pour répondre aux objectifs de l'étude, il faudra s'attacher aux évolutions relatives des besoins en fonction de la variation des U_p , et non à une comparaison des valeurs absolues, et vérifier ainsi si cette variation relative est la même entre calcul RT et calcul STD.

4.2. Point clé n°2: analyse entre Bbio et Cep

Les résultats obtenus montrent que les variations de Bbio et Cep sont à peu près équivalentes pour le calcul STD aussi bien que pour le calcul RT. Tous les phénomènes et points clés exposés ci-après peuvent être démontrés via l'analyse du Bbio et du Cep, puisqu'ils observent les mêmes tendances et réagissent dans des proportions similaires.

Pour des raisons de simplification, l'ensemble des résultats seront donc démontrés via des observations sur les variations de Bbio ; mais un raisonnement appliqué au Cep arriverait aux mêmes tendances et donc à de conclusions sensiblement identiques.

4.3. Point clé n°3: importance du facteur solaire des parois opaques

L'étude a mis en évidence l'importance d'un paramètre, conventionnel en RT2005 : celui du facteur solaire des parois opaques. Ce paramètre est à saisir en RT2012, mais les bureaux d'études n'ont pas l'habitude de les saisir et risquent de passer outre.

La formule permettant de calculer le facteur solaire des parois opaques est issue des règles ThS 2012 (chap 5) : $FS = \alpha \times U_p / h_e$ (α représentant le coefficient d'absorption solaire de la paroi, dépendant notamment de sa couleur, et h_e l'inverse de la résistance thermique superficielle extérieure de la paroi).

Pour une paroi de couleur brune ($\alpha = 0.8$), $U_p = 0.2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $1/h_e = 0.04$, on obtient un facteur solaire $FS = 0.8 \times 0.2 \times 0.04 = 0.0064$, approximé à 0.007.

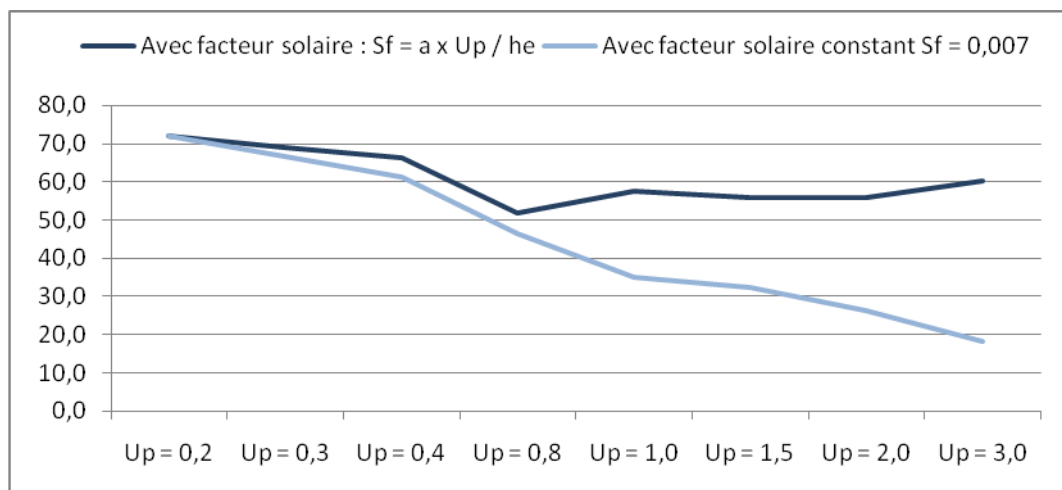


Figure1: besoins de froid (kWh/m².an) calculés selon le moteur de calcul RT2012 avec calcul du facteur solaire en fonction du U_p et à facteur solaire constant

La figure ci-dessus montre un écart important entre un calcul avec calcul du facteur solaire en fonction du U_p et à facteur solaire constant. ($FS = 0.007$ correspondant au cas pré-cité) . A mesure que le U_p augmente, le calcul avec facteur solaire constant montre une forte chute des besoins de froid, qui n'est pas observée sur le calcul avec mise à jour du facteur solaire selon le U_p . **Cela est dû à la forte sous-estimation des apports solaires par les parois opaques quand on raisonne à facteur solaire constant.**

4.4. Point clé n°4: le calcul RT indique bien une tendance à la baisse du Bbio à mesure que l'on dégrade l'enveloppe, non confirmée par la STD

Ce constat permet de répondre à l'objectif n°1 de l'étude, à savoir confirmer que la dernière version du moteur de calcul donne une tendance à la baisse du Bbio calculé par le moteur de calcul RT2012 quand le niveau d'enveloppe est dégradé. Cette conclusion n'est toutefois valable que pour les bâtiments de commerce. En effet, **ce phénomène s'explique par la compétition qui s'opère à mesure que l'on dégrade l'enveloppe entre la baisse des besoins de froid et la hausse des besoins de chauffage**. Les bâtiments de commerce présentent de très faibles besoins de chauffage et de forts besoins de froid : la tendance à la baisse l'emporte au global. Cela est moins vrai sur les bâtiments de bureaux, où le rapport entre besoins de chauffage et de froid est plus équilibré, et les pertes en chauffage compensent (voire dépassent) les gains en froid quand on dégrade les valeurs de Up.

Cette tendance à la baisse du froid est évidemment plus marquée dans les zones climatiques chaudes, où la part de froid est importante.

Il est par ailleurs important de souligner que cette baisse des besoins totaux n'est pas confirmée par le calcul de STD (ou dans une mesure bien plus faible).

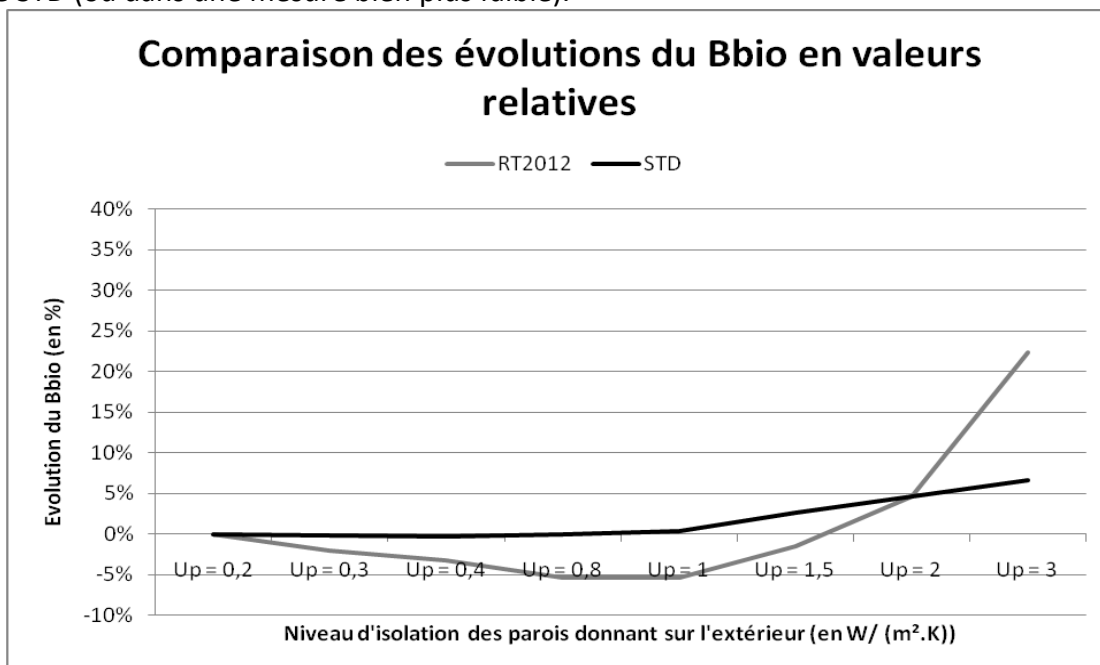


Figure2 : Evolution du Bbio par rapport au cas initial (en %) en fonction de la dégradation du Up, calculés selon le moteur de calcul RT2012 et la STD, pour un bâtiment de commerce en zone H3

On remarque ainsi sur la figure ci-dessus la baisse puis la remontée des besoins calculés selon la RT, alors que la STD donne un besoin stagnant puis remontant (mais qui ne baisse jamais).

Cette configuration se répète pour la zone H1b :

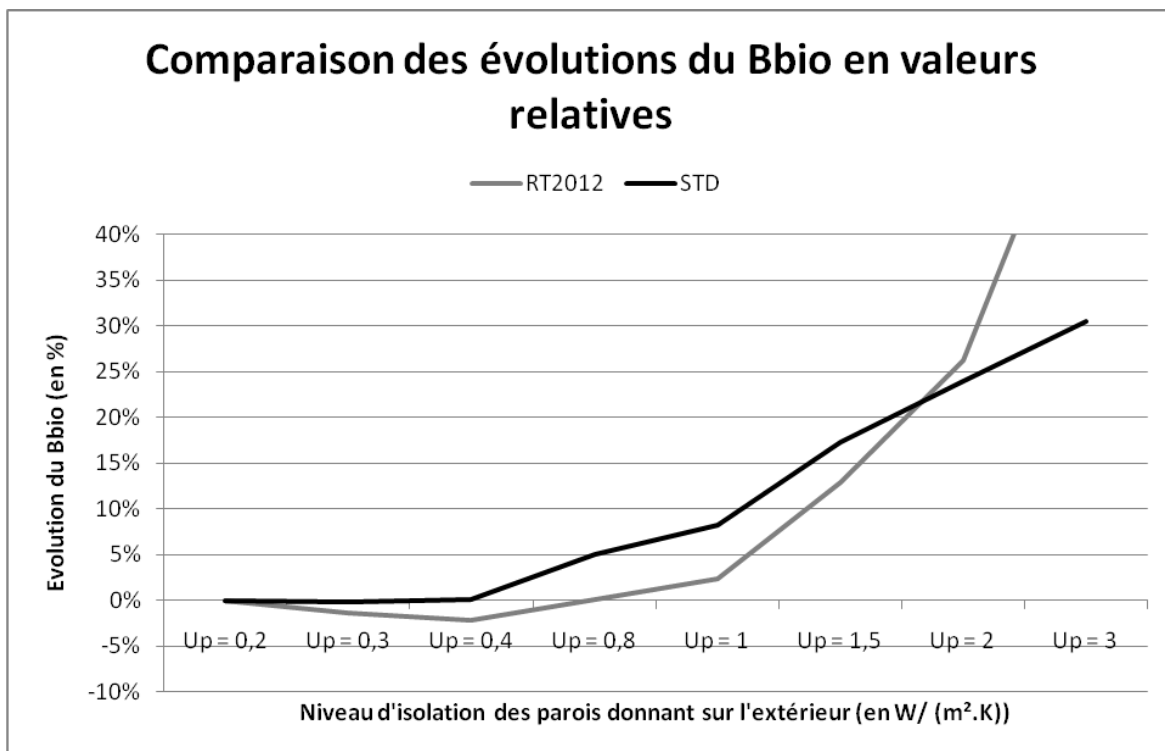


Figure3 : Evolution du Bbio par rapport au cas initial (en %) en fonction de la dégradation du Up, calculés selon le moteur de calcul RT2012 et la STD, pour un bâtiment de commerce en zone H1b

En zone H2b, le calcul STD indique également une baisse, moindre que celle du calcul RT, avec une remontée plus précoce :

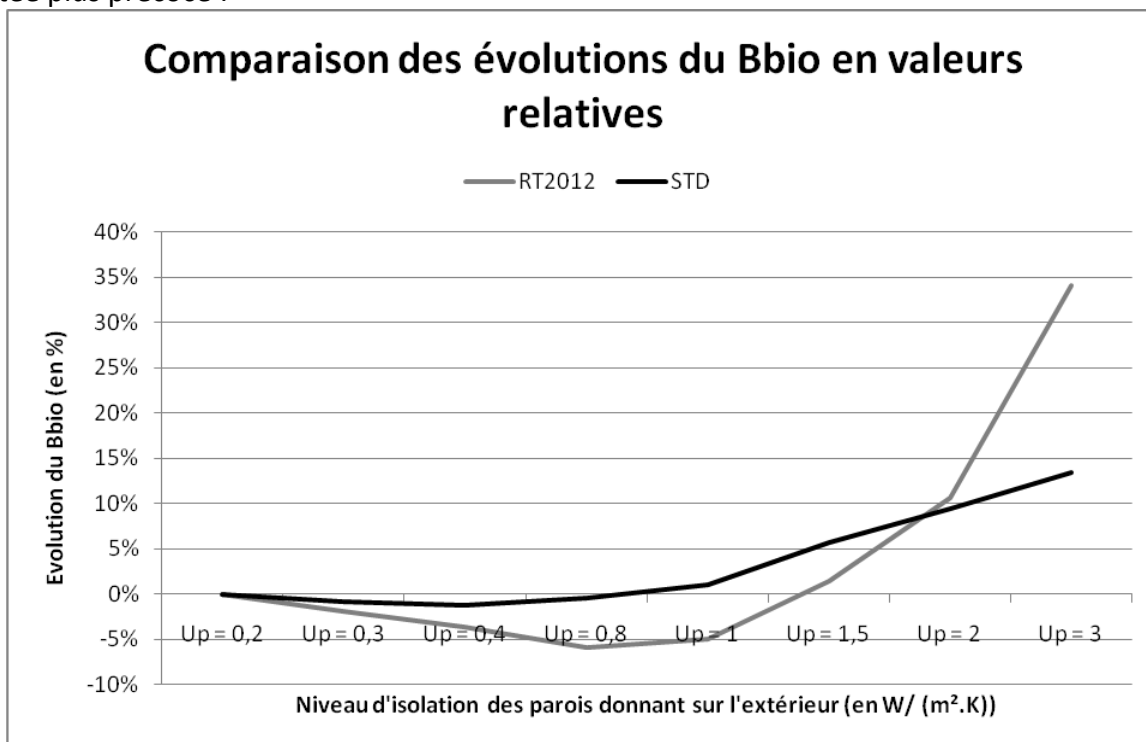


Figure4: Evolution du Bbio par rapport au cas initial (en %) en fonction de la dégradation du Up, calculés selon le moteur de calcul RT2012 et la STD, pour un bâtiment de commerce en zone H2b

Le calcul RT indique donc une baisse des besoins (chaud + froid + éclairage) à mesure de la dégradation des valeurs de Up pour les locaux à forts besoins de froid, que ne justifie pas le calcul STD (ou dans une ampleur bien moindre, et uniquement pour certains cas).

4.5. Point clé n°5: la dégradation de l'enveloppe entraîne une baisse des besoins de froid

Les calculs RT et STD montrent de manière générale¹ que la dégradation de l'enveloppe entraîne une baisse des besoins de froid, que l'on explique par une favorisation des apertures : l'enveloppe a moins tendance à confiner les apports internes.

Pour les bâtiments de commerce, à forts besoins de froid, cette tendance est d'ailleurs plus marquée en STD qu'en RT, comme le montrent la courbes ci-dessous (courbe de la zone H2b, mais conclusion valable également pour les autres zones climatiques) :

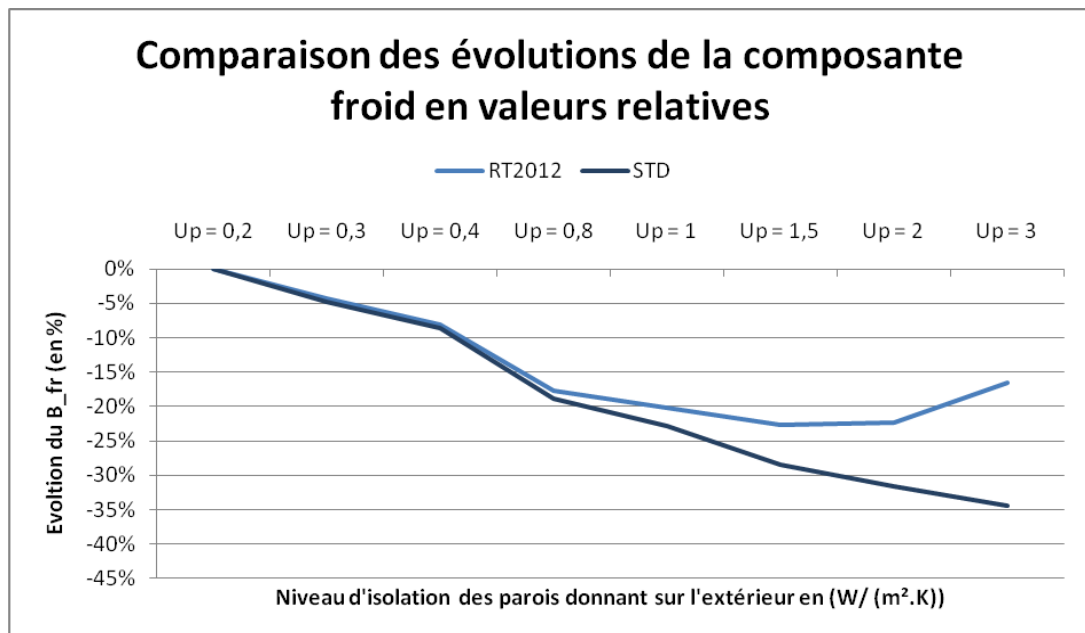


Figure5 : Evolution du Besoin de froid par rapport au cas initial (en %) en fonction de la dégradation du U_p , calculés selon le moteur de calcul RT2012 et la STD, pour un bâtiment de commerce en zone H2b

¹ L'évolution des besoins de froid par la réduction de l'isolation ne tend pas inéluctablement vers une diminution. Car plus on diminue l'isolation plus on favorise les apertures mais aussi plus on augmente les facteurs solaires par la loi $S_f = a \times U_p / h_e$. On voit par exemple en zone H3 une augmentation des besoins de froid pour un $U_p = 3.0$ par rapport un $U_p = 2.0$.

Pour les bâtiments de bureaux, on observe une même tendance mais aussi un décrochage inexplicable aux alentours de $Up=1 \text{ W/m}^2.K$ entre calcul STD et RT :

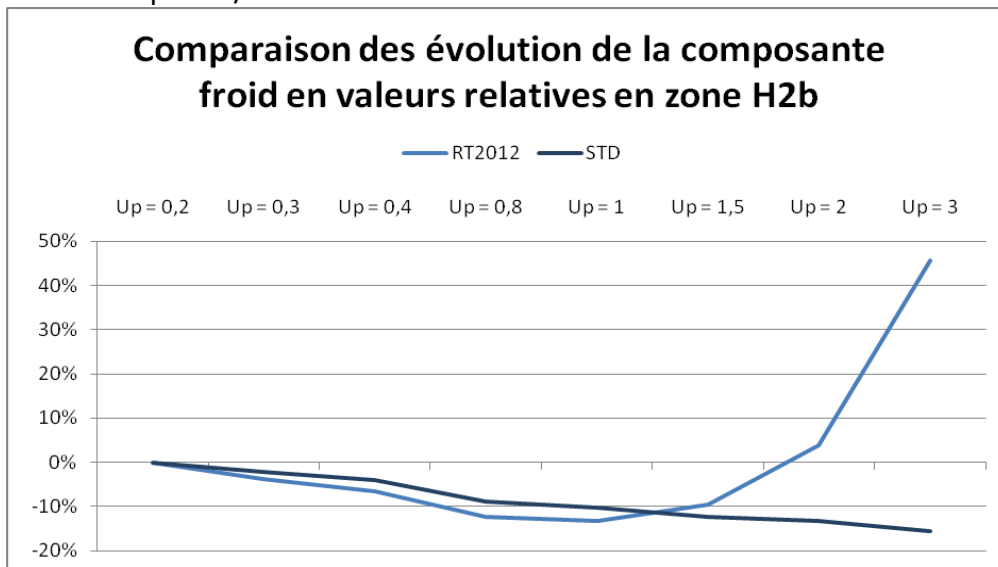


Figure 6 : Evolution du Besoin de froid par rapport au cas initial (en %) en fonction de la dégradation du Up , calculés selon le moteur de calcul RT2012 et la STD, pour un bâtiment de bureaux en zone H2b

La tendance est comparable entre calcul RT et STD mais au-delà d'une certaine valeur de Up (environ $1 \text{ W/m}^2.K$ selon les cas), les modèles divergent pour une raison non connue.

4.6. Point clé n°6: la dégradation de l'enveloppe entraîne une hausse des besoins de chauffage ; mais les modèles divergent également

Sans surprise, la dégradation du Up entraîne une hausse des besoins de chauffage. **Mais comme pour les besoins de froid, les évolutions des besoins entre STD et RT se mettent à diverger très fortement, à partir d'une valeur qui varie entre $Up=0.4 \text{ W/m}^2.K$ et $Up=1 \text{ W/m}^2.K$.** Ce phénomène est illustré par la courbe ci-dessous. Les courbes des autres cas sont toutes semblables à celle-ci dans leur forme.

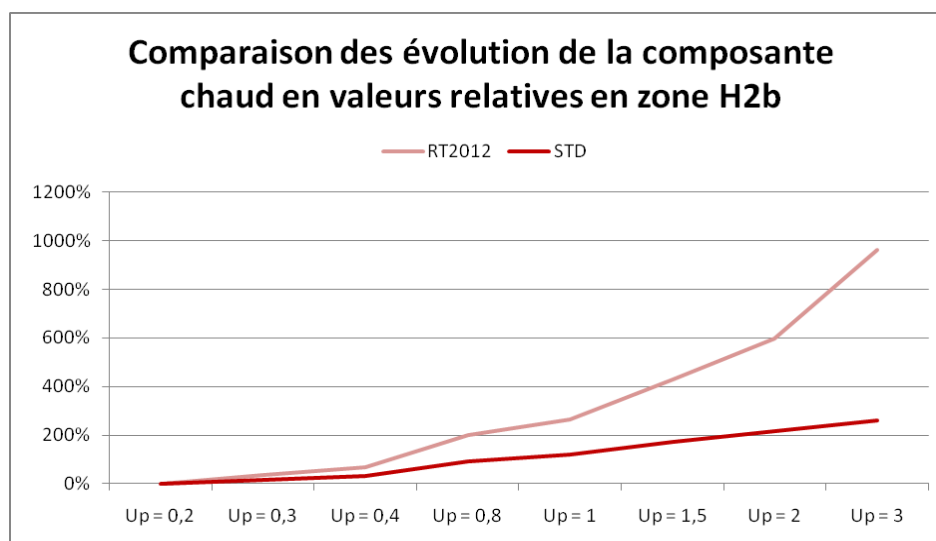


Figure 7 : Evolution du Besoin de chauffage par rapport au cas initial (en %) en fonction de la dégradation du Up , calculés selon le moteur de calcul RT2012 et la STD, pour un bâtiment de bureaux en zone H2b

4.7. Point clé n°7: le Bbiomax pressenti ne joue pas forcément son rôle de limiteur

Le cas du bâtiment de commerce en zone H1b est un exemple illustrant le fait que **le Bbiomax (tel que pressenti) peut ne pas jouer son rôle de garant d'isolation minimale** car on s'aperçoit que les cas jusqu'à $Up=0.8 \text{ W/m}^2.K$) permettent d'être réglementaire. Par ailleurs, il ne servirait à rien de renforcer ce coefficient car cela reviendrait à interdire de forte isolation.

		B_ch	B_fr	B_ecl	Bbio	Bbio MAX	
Résultats en valeurs absolues	Up = 0,2	RT2012	2,08	64,13	22,78	246,33	250,00
		STD	3,24	26,15	22,44	171,0	
	Up = 0,3	RT2012	3,27	61,34	22,78	243,12	250,00
		STD	4,66	24,55	22,44	170,6	
	Up = 0,4	RT2012	4,70	58,83	22,78	240,95	250,00
		STD	6,17	23,31	22,44	171,2	
	Up = 0,8	RT2012	13,93	52,35	22,78	246,45	250,00
		STD	13,32	20,34	22,44	179,5	
	Up = 1	RT2012	19,13	50,04	22,78	252,24	250,00
		STD	17,43	19,00	22,44	185,0	
	Up = 1,5	RT2012	34,61	47,55	22,78	278,21	250,00
		STD	26,55	17,67	22,44	200,6	
	Up = 2	RT2012	51,95	46,55	22,78	310,90	250,00
		STD	33,37	16,46	22,44	211,9	
	Up = 3	RT2012	90,39	49,31	22,78	393,30	250,00
		STD	39,77	15,73	22,44	223,2	

Tableau 2 : résultats Bbio bâtiments de commerce en zone H1b, à comparer au Bbiomax pressenti

5. Conclusions

Il ressort de cette étude plusieurs points clés qui peuvent être synthétisés et résumés ainsi :

- **le rôle de la réduction des apports solaires liée à une bonne isolation des parois opaques a été relevé, mais, même s'il est pris en compte par le calcul réglementaire, risque de passer à la trappe lors de calculs effectués rapidement. De plus, le facteur solaire est également lié à l'absorption solaire de la paroi (couleur) qui risque d'être modifiée au cours de la vie du bâtiment. Seul le U_p reste garant d'un certain niveau de protection solaire.**
- **Le calcul RT indique une baisse des besoins (chaud + froid + éclairage) à mesure de la dégradation des valeurs de U_p pour les locaux à forts besoins de froid, que ne justifie pas le calcul STD (ou dans une ampleur bien moindre, et uniquement pour certains cas particuliers).**
- **la dégradation de l'enveloppe entraîne de manière générale une baisse des besoins de froid et une hausse des besoins de chauffage, confirmés par les calculs STD et RT. Toutefois, au-delà d'une certaine valeur, les modèles divergent, signe d'incertitude sur au moins un des 2 modèles adoptés.**
- **le B_{biomax} (tel que pressenti) peut ne pas jouer son rôle de garant d'isolation minimale.**

Pour toutes les raisons évoquées ci-dessus, il semble pertinent qu'un garde-fou sur les performances d'isolation des parois opaques soit mis en place, notamment pour les locaux à fort besoin de froid (commerces, etc...). Ce garde-fou pourrait être différencié selon les types de parois opaques, mais pour des raisons de simplicité de la réglementation, une valeur unique pourrait être plus facilement acceptée. Le modèle RT pouvant diverger notablement de la STD à partir de valeurs de U_p de $0.40 \text{ W/m}^2.\text{K}$ dans certains cas, il apparaît logique que le garde-fou soit en dessous de cette valeur.

C'est pourquoi un garde fou concernant les parois extérieures est proposé : $U_p < 0.35 \text{ W/m}^2.\text{K}$. Cette valeur a en outre l'avantage d'être cohérente avec le garde-fou des parois séparant les locaux à occupation continue des locaux à occupation discontinue, fixé à $0.36 \text{ W/m}^2.\text{K}$. Il semble en effet plus pertinent que le garde fou concernant les parois extérieures soit plus contraignant que celui concernant des parois donnant sur d'autres locaux chauffés