

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'écologie, du
développement durable, des transports
et du logement

NOR :

Arrêté

portant approbation de la méthode de calcul Th-B-C-E prévue aux articles 4, 5 et 6 de l'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments

La ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement

Vu la directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments (refonte) ;

Vu la directive 98/34/CE du 22 juin 1998 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques ;

Vu l'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments neufs et des parties nouvelles de bâtiments ;

ARRETE

Article 1

La méthode de calcul Th-B-C-E, jointe en annexe au présent arrêté et prévue aux articles 4, 5 et 6 de l'arrêté susvisé, est approuvée.

Article 2

Le directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature et le directeur général de l'énergie et du climat sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Bulletin officiel* du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

Fait le

La ministre de l'écologie, du développement durable,
des transports et du logement,
pour la ministre et par délégation :
le directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages,

Etienne Crépon

La ministre de l'écologie, du développement durable,
des transports et du logement,
pour la ministre et par délégation :
le directeur général de l'énergie et du climat,

Pierre-Franck Chevet

ANNEXE

A l'arrêté portant approbation de la méthode de calcul Th-BCE 2012

Méthode de calcul Th-BCE 2012

**La méthode de calcul Th-BCE 2012 a été développée par le Centre
Scientifique et Technique du Bâtiment**

SOMMAIRE

1. GENERALITES.....	13
1.1 INTRODUCTION.....	13
1.2 STRUCTURATION DU BATI	14
1.2.1 LE NIVEAU « BATIMENT ».....	14
1.2.2 LE NIVEAU « ZONE ».....	14
1.2.3 LE NIVEAU « GROUPE »	14
1.2.4 LE NIVEAU « LOCAL »	15
1.3 STRUCTURATION DES SYSTEMES.....	15
1.3.1 GENERALITES.....	15
1.3.2 CHAUFFAGE REFROIDISSEMENT	16
1.3.3 VENTILATION.....	16
1.3.4 L'EAU CHAUDE SANITAIRE	16
1.3.5 L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL	17
2. LES PRINCIPALES DONNEES CONVENTIONNELLES.....	18
2.1 LES DONNEES CLIMATIQUES CONVENTIONNELLES	18
2.2 LES DONNEES CONVENTIONNELLES D'OCCUPATION ET D'USAGE	19
2.2.1 LES SCENARIOS CONVENTIONNELS	20
2.2.2 LES AUTRES CONVENTIONS D'USAGE.....	29
3. DESCRIPTION DE LA METHODE DE CALCUL.....	30
3.1 SCHEMA GLOBAL	30
3.2 LES DONNÉES D'ENTRÉE.....	30
3.2.1 LE CLIMAT	30
3.2.2 L'ENVIRONNEMENT PROCHE.....	30
3.2.3 LES SCENARIOS LIES A L'OCCUPATION DES LOCAUX.....	31
3.2.4 L'ENVELOPPE DU BATIMENT	31
3.2.5 L'ORGANISATION INTERIEURE DU BATIMENT	31
3.2.6 L'INERTIE THERMIQUE	32
3.2.7 LE CHAUFFAGE ET LE REFROIDISSEMENT	32
3.2.8 L'EAU CHAUDE SANITAIRE	32
3.2.9 LA PRODUCTION D'ELECTRICITE.....	33
3.2.10 LA VENTILATION	33
3.2.11 L'ECLAIRAGE.....	33
3.3 LES CALCULS INTERMÉDIAIRES	34
3.3.1 LES SAISONS	34
3.4 LES SORTIES REGLEMENTAIRES ET LES INDICATEURS	34
3.4.1 LES SORTIES REGLEMENTAIRES.....	34
3.4.2 LES INDICATEURS PEDAGOGIQUES	34
3.4.3 Règle d'arrondis.....	34
4. MODE DE DESCRIPTION DE LA METHODE	35
4.1 MODE DE DESCRIPTION D'UN OBJET	35
FICHES ALGORITHME DES COMPOSANTS ET DES ASSEMBLAGES	36
5. METEO ET ENVIRONNEMENT EXTERIEUR.....	36
5.1 C_Eex_Climat extérieur	36
5.1.1 Introduction.....	36

5.1.2	Nomenclature	37
5.1.3	Description mathématique	39
5.2	C_Eex_environnement_proche	41
5.2.1	Introduction	41
5.2.2	Nomenclature	42
5.2.3	Description mathématique	45
6.	SCENARIOS ET ENVIRONNEMENT INTERIEUR.....	56
6.1	C_EIN_Scénarios conventionnels	56
6.1.1	Introduction	56
6.1.2	Nomenclature	57
6.1.3	Description mathématique	61
6.2	C_Ein_Indicateurs de confort.....	69
6.2.1	Introduction	69
6.2.2	Nomenclature	70
6.2.3	Description mathématique	73
6.3	C_Ein_Détermination des saisons	78
6.3.1	Introduction	78
6.3.2	Nomenclature	79
6.3.3	Description mathématique	82
7.	BATI	93
7.1	S3_BAT-Assemblage_Batiment.....	93
7.1.1	Introduction	93
7.1.2	Nomenclature	94
7.1.3	Assemblage des composants	96
7.2	C_CALC_Calculs_bâtiment	99
7.2.1	Introduction	99
7.2.2	Nomenclature	100
7.2.3	Description mathématique	106
7.3	C-Dist-Assemblage des espaces tampons	114
7.3.1	Nomenclature	114
7.3.2	Description mathématique	117
7.4	Gestion/Régulation des espaces tampons solarisés	118
7.4.1	Introduction	118
7.4.2	Nomenclature	119
7.4.3	Description mathématique	122
7.5	Espaces tampons.....	129
7.5.1	Introduction	129
7.5.2	Nomenclature	130
7.5.3	Description mathématique	135
7.6	S2_BAT-assemblage_zone.....	140
7.6.1	Introduction	140
7.6.2	Nomenclature	141
7.6.3	Assemblage des composants	143
7.7	C_CALC_calculs_zone	148
7.7.1	Introduction	148
7.7.2	Nomenclature	149
7.7.3	Description mathématique	158
7.8	C_VEN_Débits_d'air_Cep	171
7.8.1	Introduction	171

7.8.2	Nomenclature	172
7.8.3	Description mathématique	177
7.9	S2_BAT_assemblage_groupe	195
7.9.1	Introduction	195
7.9.2	Nomenclature	196
7.9.3	Assemblage des composants	203
7.10	C_CALC_calculs_groupe	208
7.10.1	Introduction	208
7.10.2	Nomenclature	209
7.10.3	Description mathématique	217
7.11	S1_BAT_assemblage_baies.....	228
7.11.1	Introduction	228
7.11.2	Nomenclature	229
7.11.3	Assemblage des composants	232
7.12	C_BAT_gestion/régulation de l'ouverture des baies	234
7.12.1	Introduction	234
7.12.2	Nomenclature	236
7.12.3	Description mathématique	240
7.13	C_BAT_Gestion_protections mobiles	247
7.13.1	Introduction	247
7.13.2	Nomenclature	249
7.13.3	Description mathématique	254
7.14	C_BAT_Baie vitrée.....	287
7.14.1	Introduction	287
7.14.2	Nomenclature	288
7.14.3	Description mathématique	296
7.15	C_BAT_Calcul des débits d'air entrant liés à l'ouverture des baies	310
7.15.1	Introduction	310
7.15.2	Nomenclature	311
7.15.3	Description mathématique	314
7.16	C_BAT_ensemble_baies	320
7.16.1	Introduction	320
7.16.2	Nomenclature	321
7.16.3	Description mathématique	323
7.17	S1_BAT_assemblage_parois opaques	326
7.17.1	Introduction	326
7.17.2	Nomenclature	327
7.17.3	Assemblage des composants	328
7.18	C_BAT_ensemble_parois opaques	329
7.18.1	Introduction	329
7.18.2	Nomenclature	330
7.18.3	Description mathématique	331
7.19	C_BAT_paroie opaque.....	333
7.19.1	Introduction	333
7.19.2	Nomenclature	334
7.19.3	Description mathématique	336
7.20	S1_BAT_assemblage_ponts thermiques	339
7.20.1	Introduction	339
7.20.2	Nomenclature	340
7.20.3	Description mathématique	341

7.20.4	Assemblage des composants	342
7.21	C_BAT_pont thermique	343
7.21.1	Introduction	343
7.21.2	Nomenclature	344
7.21.3	Description mathématique	346
7.22	C_BAT_ensemble_ponts_thermiques	348
7.22.1	Introduction	348
7.22.2	Nomenclature	349
7.22.3	Description mathématique	350
7.23	C_BAT_comportement thermique d'un groupe	351
7.23.1	Introduction	351
7.23.2	Nomenclature	352
7.23.3	Description mathématique	356
8.	VENTILATION.....	363
8.1	C_VEN_BBIO	363
8.1.1	Introduction	363
8.1.2	Nomenclature	364
8.1.3	Description mathématique	366
8.2	C_VEN_Bouche_conduit	368
8.2.1	Introduction	368
8.2.2	Nomenclature	369
8.2.3	Description mathématique	372
8.3	C_VEN_CTA_DAV	382
8.3.1	Introduction	382
8.3.2	Nomenclature	383
8.3.3	Description mathématique	387
8.4	C_VEN_Mécanique_double_flux	401
8.4.1	Introduction	401
8.4.2	Nomenclature	402
8.4.3	Description mathématique	408
8.5	C_VEN_Mécanique_Basse-Pression	426
8.5.1	Introduction	426
8.5.2	Définition	426
8.5.3	Nomenclature	428
8.5.4	Description mathématique	430
8.6	C_VEN_Mécanique_SF	431
8.6.1	Introduction	431
8.6.2	Nomenclature	432
8.6.3	Description mathématique	435
8.7	C_VEN_Ventilation naturelle et hybride par conduits	439
8.7.1	Introduction et définition	439
8.7.2	Nomenclature	440
8.7.3	Description mathématique	445
8.8	C_VEN_Aération.....	457
8.8.1	Introduction	457
8.8.2	Nomenclature	458
8.8.3	Description mathématique	459
8.9	C_BAT_Puits climatique	460
8.9.1	Introduction	460

8.9.2	Nomenclature	461
8.9.3	Description mathématique	463
8.10	C_VEN_gestion_régulation_Puits_climatique	466
8.10.1	Introduction	466
8.10.2	Nomenclature	467
8.10.3	Description mathématique	469
8.11	S1_BAT_assemblage_puits_climatique	471
8.11.1	Introduction	471
8.11.2	Nomenclature	472
8.11.3	Assemblage des composants	474
9.	ECLAIRAGE.....	478
9.1	C_ECL_éclairage.....	478
9.1.1	Introduction	478
9.1.2	Nomenclature	481
9.1.3	Description mathématique	485
10.	CHAUFFAGE, REFROIDISSEMENT	502
10.1	C-Emi-Systèmes Emissions du groupe en chaud et en froid.....	502
10.1.1	Introduction	502
10.1.2	Nomenclature	503
10.1.3	Description mathématique	511
10.2	C_Emi_Bilan hydrique	526
10.2.1	Introduction	526
10.2.2	Nomenclature	527
10.2.3	Description mathématique	529
10.3	C_Ein_Détermination des saisons de fonctionnement des systèmes de chaud et de froid.....	534
10.3.1	Introduction	534
10.3.2	Nomenclature	535
10.3.3	Description mathématique	537
10.4	C_Ein_Programmation des relances des systèmes	539
10.4.1	Introduction	539
10.4.2	Nomenclature	540
10.4.3	Description mathématique	542
10.5	S1_Dist_Assemblage des systèmes de chauffage et de refroidissement	545
10.5.1	Introduction	545
10.5.2	Nomenclature	546
10.5.3	Description mathématique	549
10.6	C-DIST-Gestion/régulation des distributions de chauffage et de refroidissement du groupe	552
10.6.1	Introduction	552
10.6.2	Nomenclature	553
10.6.3	Description mathématique	556
10.7	C-Dist-Distribution de chauffage et de refroidissement du groupe.....	564
10.7.1	Introduction	564
10.7.2	Nomenclature	565
10.7.3	Description mathématique	568
10.8	C-DIST-Gestion/régulation des distributions intergroupes de chaud et de froid	571
10.8.1	Introduction	571
10.8.2	Nomenclature	572
10.8.3	Description mathématique	576
10.9	C-Dist-Distribution intergroupes de chaud et de froid.....	583

10.9.1	Introduction	583
10.9.2	Nomenclature	584
10.9.3	Description mathématique	587
10.10	C-DIST-Gestion/régulation Des réseaux de distribution des CTA.....	590
10.10.1	Introduction	590
10.10.2	Nomenclature	591
10.10.3	Description mathématique	595
10.11	C-Dist-Distributions intergroupes des CTA	599
10.11.1	Nomenclature	599
10.11.2	Description mathématique	602
10.12	S1_Syst_Asemblage de la génération	603
10.12.1	Introduction	603
10.12.2	Nomenclature	604
10.12.3	Description mathématique	607
10.13	C_Gen_Transferts Entre Generateurs Sur Boucle D'eau	609
10.13.1	Introduction	609
10.13.2	Nomenclature	610
10.13.3	Description mathématique	615
10.14	C_GEN_Transferts entre locaux par les générateurs DRV ou thermofrigopompes.....	623
10.14.1	Introduction	623
10.14.2	Nomenclature	624
10.14.3	Description mathématique	626
10.15	C_GEN_Gestion/régulation de la génération.....	629
10.15.1	Introduction	629
10.15.2	Nomenclature	632
10.15.3	Description mathématique	641
10.16	C_GEN_Générateur direct à effet joule	671
10.16.1	Introduction	671
10.16.2	Nomenclature	671
10.16.3	Description mathématique	673
10.17	C_GEN_Générateurs à combustion	675
10.17.1	Introduction	675
10.17.2	Nomenclature	676
10.17.3	Description mathématique	680
10.18	C_GEN_PERFORMANCE_COMBUSTION_par_défaut	699
10.18.1	Introduction	699
10.18.2	Nomenclature	699
10.18.3	Description mathématique	700
10.19	C_GEN_Systèmes de cogénération	703
10.19.1	Introduction	703
10.19.2	Nomenclature	704
10.19.3	Description mathématique	706
10.20	C_GEN_poêles et inserts.....	709
10.20.1	Introduction	709
10.20.2	Nomenclature	709
10.20.3	Description mathématique	711
10.21	C_GEN_THERMODYNAMIQUE_Elec	713
10.21.1	Introduction	713
10.21.2	Nomenclature	714
10.21.3	Description mathématique	719

10.22	C_GEN_THERMODYNAMIQUE_GAZ.....	792
10.22.1	Introduction	792
10.22.2	Nomenclature	793
10.22.3	Description mathématique	798
10.23	C_Gen_Sources amont des générateurs thermodynamiques	864
10.23.1	Introduction	864
10.23.2	Nomenclature	867
10.23.3	Description mathématique	873
10.24	C_gen_Réseau de chaleur et de froid.....	884
10.24.1	Introduction	884
10.24.2	Nomenclature	884
10.24.3	Description mathématique	886
10.25	C_GEN_Calculs génération	890
10.25.1	Introduction	890
10.25.2	Nomenclature	891
10.25.3	Description mathématique	897
II.	ECS.....	912
11.1	S1_BAT_production_instantanée_ECS_(dé)centralisée	912
11.1.1	Introduction	912
11.1.2	Nomenclature	913
11.1.3	Assemblage des composants de la production d'ECS instantanée, centralisée ou décentralisée.....	915
11.2	S3_BAT_production_stockage_ECS_(dé)centralisée	918
11.2.1	Introduction	918
11.2.2	Nomenclature	919
11.2.3	Assemblage des composants de la production d'ECS centralisée ou décentralisée avec stockage(s)	921
11.3	S3_BAT_production_ECS_centralisée_appoints_décentralisés	924
11.3.1	Introduction	924
11.3.2	Nomenclature	925
11.3.3	Assemblage des composants de la production d'ECS centralisée avec appoints décentralisés	928
11.4	S3_BAT_production_mixte	930
11.4.1	Introduction	930
11.4.2	Nomenclature	931
11.4.3	Assemblage des composants de la production mixte.....	933
11.5	C_EMI_Emission_ECS	935
11.5.1	Introduction	935
11.5.2	Nomenclature	936
11.5.3	Description mathématique	938
11.6	C_EIN_besoins_ECS.....	943
11.6.1	Introduction	943
11.6.2	Nomenclature	944
11.6.3	Description mathématique	946
11.7	C_DIS_Distribution_ECS_du_groupe	951
11.7.1	Introduction	951
11.7.2	Nomenclature	952
11.7.3	Description mathématique	954
11.8	C_DIS_Distribution_ECS_intergroupe.....	958
11.8.1	Introduction	958

11.8.2	Nomenclature	959
11.8.3	Description mathématique	962
11.9	C_STO_Ballon_de_stockage	969
11.9.1	Introduction	969
11.9.2	Nomenclature	970
11.9.3	Description mathématique	972
11.10	C_STO_gestion_régulation_base ballon	979
11.10.1	Introduction	979
11.10.2	Nomenclature	980
11.10.3	Description mathématique	982
11.11	C_STO_gestion_régulation_appoint_ballon.....	986
11.11.1	Introduction	986
11.11.2	Nomenclature	987
11.11.3	Description mathématique	989
11.12	C_STO_échangeur_ballon.....	990
11.12.1	Introduction	990
11.12.2	Nomenclature	991
11.12.3	Description mathématique	992
11.13	S1_GEN_générateur_pour_ballon.....	993
11.13.1	Introduction	993
11.13.2	Nomenclature	994
11.13.3	Assemblage des composants du générateur pour stockage.....	995
11.14	C_GEN_Boucle solaire.....	998
11.14.1	Introduction	998
11.14.2	Nomenclature	999
11.14.3	Description mathématique	1001
11.15	S2_GEN_ballon_base_seule	1005
11.15.1	Introduction	1005
11.15.2	Nomenclature	1006
11.15.3	Assemblage des composants	1008
11.16	S2_GEN_ballon_base_solaire_AI.....	1012
11.16.1	Introduction	1012
11.16.2	Nomenclature	1013
11.16.3	Assemblage des composants	1016
11.17	S2_GEN_ballon_base_echangeur_AI	1021
11.17.1	Introduction	1021
11.17.2	Nomenclature	1022
11.17.3	Assemblage des composants	1024
11.18	S2_GEN_ballon_base_solaire_AS_ballon	1030
11.18.1	Introduction	1030
11.18.2	Nomenclature	1031
11.18.3	Assemblage des composants	1033
11.19	S2_GEN_ballon_base_échangeur_AS_ballon	1039
11.19.1	Introduction	1039
11.19.2	Nomenclature	1040
11.19.3	Assemblage des composants	1042
11.20	S2_GEN_ballon_base_solaire_AS_instantané	1048
11.20.1	Introduction	1048
11.20.2	Nomenclature	1049
11.20.3	Assemblage des composants	1052

11.21	S2_GEN_ballon_base_échangeur_AS_instantané	1060
11.21.1	Introduction	1060
11.21.2	Nomenclature	1061
11.21.3	Assemblage des composants	1063
11.22	S1_GEN_CESCI.....	1071
11.22.1	Introduction	1071
11.22.2	Nomenclature	1072
11.22.3	Assemblage des composants	1075
11.23	S2_GEN_CESCAI.....	1085
11.23.1	Introduction	1085
11.23.2	Nomenclature	1086
11.23.3	Assemblage des composants du CESCAI.....	1090
11.24	C_STO_Gestion-régulation_de_la_Boucle_de_Chauffage.....	1101
11.24.1	Introduction	1101
11.24.2	Nomenclature	1102
11.24.3	Description mathématique	1104
11.25	S2_GEN_Système_Solaire_Combiné_appoint_Chauffage_indépendant	1106
11.25.1	Introduction	1106
11.25.2	Nomenclature	1107
11.25.3	Assemblage des composants	1109
11.26	S2_GEN_Système_Solaire_Combiné_appoint_chauffage_raccordé	1115
11.26.1	Introduction	1115
11.26.2	Nomenclature	1116
11.26.3	Assemblage des composants	1118
12.	<i>PERTES.....</i>	<i>1124</i>
12.1	C_PER_Pertes et consommations électriques récupérables.....	1124
12.1.1	Introduction	1124
12.1.2	Nomenclature	1125
12.1.3	Description mathématique	1128
13.	<i>PHOTOVOLTAIQUE.....</i>	<i>1130</i>
13.1	S1_PV_installation_PV	1130
13.1.1	Introduction	1130
13.1.2	Nomenclature	1131
13.1.3	Assemblage des composants	1132
13.2	S2_PV_global_PV	1133
13.2.1	Introduction	1133
13.2.2	Nomenclature	1134
13.2.3	Assemblage des composants	1135
13.3	C_PV_capteur_PV	1136
13.3.1	Introduction	1136
13.3.2	Nomenclature	1137
13.3.3	Description mathématique	1139
13.4	C_PV_onduleurs_PV	1141
13.4.1	Introduction	1141
13.4.2	Nomenclature	1142
13.4.3	Description mathématique	1143
14.	<i>SORTIES.....</i>	<i>1144</i>
14.1	PO_I1235_sorties_fiche_xml_Bbio	1144
14.1.1	Introduction	1144

14.1.2	Nomenclature	1145
14.1.3	Description mathématique	1147
14.2	PO_I1235_sorties_fiche_XML_Cep_Tic	1151
14.2.1	Introduction	1151
14.2.2	Nomenclature	1152
14.2.3	Description mathématique	1153
15.	CONFORT D'ÉTÉ.....	1157
15.1	Sn_METHODE TH E.....	1157
15.1.1	Introduction	1157
15.1.2	Nomenclature	1158
15.1.3	Description mathématique	1160
16.	ENR	1166
16.1	C_Enr_Calcul de la part ENR	1166
16.1.1	Introduction	1166
16.1.2	Nomenclature	1167
16.1.3	Description mathématique	1169
17.	SCENARIOS CONVENTIONNELS.....	1172
17.1	BATIMENT A USAGE D'HABITATION - MAISON INDIVIDUELLE OU ACCOLEE.....	1172
17.2	BATIMENT A USAGE D'HABITATION - LOGEMENT COLLECTIF	1174
17.3	BUREAUX	1178
17.4	COMMERCE, MAGASIN, ZONES COMMERCIALES.....	1185
17.5	ETABLISSEMENT D'ACCUEIL DE LA PETITE ENFANCE (CRECHE, HALTE-GARDERIE)	1194
17.6	ENSEIGNEMENT PRIMAIRE	1202
17.7	ENSEIGNEMENT SECONDAIRE (PARTIE JOUR).....	1210
17.8	ENSEIGNEMENT SECONDAIRE (PARTIE NUIT)	1221
17.9	ENSEIGNEMENT - UNIVERSITE.....	1227
17.10	BATIMENT A USAGE D'HABITATION - ETABLISSEMENT SANITAIRE AVEC HEBERGEMENT 1237	
17.11	ETABLISSEMENT SPORTIF SCOLAIRE	1244
17.12	ETABLISSEMENT SPORTIF MUNICIPAL ou PRIVE.....	1250
17.13	BATIMENT A USAGE D'HABITATION - FOYER DE JEUNES TRAVAILLEURS.....	1256
17.14	BATIMENT A USAGE D'HABITATION - CITE UNIVERSITAIRE	1265
17.15	HOPITAL (PARTIE JOUR)	1273
17.16	HOPITAL (PARTIE NUIT).....	1283
17.17	HOTEL 0 1* ET 2* (PARTIE JOUR).....	1291
17.18	HOTEL 0 ET 1* (PARTIE NUIT).....	1297
17.19	HOTEL 2* (PARTIE NUIT)	1303
17.20	HOTEL 3*, 4* et 5* (PARTIE JOUR)	1309
17.21	HOTEL 3* (PARTIE NUIT)	1320
17.22	HOTEL 4* et 5* (PARTIE NUIT).....	1329
17.23	INDUSTRIE - 3 x 8h	1338
17.24	INDUSTRIE 8h à 18h	1348
17.25	RESTAURATION SCOLAIRE - 1 REPAS / JOUR, 5j/7	1359
17.26	RESTAURATION - 1 REPAS / JOUR, 5j/7.....	1365

Méthode de calcul Th-BCE 2012

17.27	RESTAURATION - 2 REPAS / JOUR, 6j/7	1371
17.28	RESTAURATION - 2 REPAS / JOUR 7j/7	1379
17.29	RESTAURATION SCOLAIRE - 3 REPAS / JOUR, 5j/7	1385
17.30	RESTAURATION COMMERCIALE EN CONTINUE (18h/j 7j/7)	1393
17.31	TRIBUNAL	1398
17.32	TRANSPORT - AEROGARE.....	1410

1. GENERALITES

1.1 INTRODUCTION

La méthode de calcul Th-B-C-E 2012 a pour objet le calcul réglementaire des coefficients Bbio, Cep et Tic. Elle n'a pas pour vocation de faire un calcul de consommation réelle compte tenu des conventions retenues.

Cette méthode de calcul utilise comme données d'entrée tous les éléments descriptifs du bâtiment et de ses équipements qui sont définis de façon opposable.

Ces données d'entrée des éléments descriptifs du bâtiment et de ses équipements sont constituées de deux types de paramètres différents :

- Des paramètres dits intrinsèques qui correspondent aux caractéristiques propres du composant,
- Des paramètres dits d'intégration correspondants à la mise en œuvre dans le projet étudié.

Par exemple, le coefficient U d'une baie est un paramètre intrinsèque alors que son orientation est un paramètre d'intégration.

Les éléments apportés après la réception du bâtiment ainsi que les paramètres indépendants du bâtiment intervenant dans la méthode de calcul sont définis de façon conventionnelle.

Le coefficient Bbio exprimé en points caractérise l'efficacité énergétique du bâti. Il permet d'apprécier celui-ci par rapport aux besoins de chauffage, de refroidissement et de consommations futures d'éclairage artificiel. Il s'appuie sur la valorisation des éléments suivants :

- La conception architecturale du bâti (implantation, forme, aires et orientation des baies, accès à l'éclairage naturel des locaux ...),
- Les caractéristiques de l'enveloppe en termes d'isolation, de transmission solaire, de transmission lumineuse, d'ouverture des baies et d'étanchéité à l'air,
- Les caractéristiques d'inertie du bâti.

Le coefficient Cep exprimé en kWh/(m².SHON_{RT}) d'énergie primaire représente les consommations d'énergie de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire, d'auxiliaires et d'éclairage des bâtiments. Ce coefficient Cep ajoute au coefficient Bbio l'impact des systèmes énergétiques suivants :

- Systèmes de chauffage et de refroidissement, y compris les auxiliaires,
- Systèmes d'eau chaude sanitaire y compris les auxiliaires,
- Auxiliaires de ventilation (l'impact des débits d'air étant pris en compte dans les consommations des systèmes de chauffage et de refroidissement).
- Systèmes d'éclairage,
- Systèmes de production locale d'énergie, y compris les auxiliaires.

Le coefficient Tic exprimé en °C est la température opérative (correspondant à la sensation de l'occupant) maximale horaire calculée en période d'occupation pour un jour chaud d'été conventionnel, associée à une séquence chaude représentative.

1.2 STRUCTURATION DU BATI

Un bâtiment est décrit dans cette méthode de calcul suivant quatre niveaux :

- 1) le niveau « Bâtiment »,
- 2) le niveau « Zone »,
- 3) le niveau « Groupe »,
- 4) le niveau « Local ».

1.2.1 *LE NIVEAU « BATIMENT »*

C'est le niveau où s'expriment les exigences réglementaires en matière de coefficient Bbio et C. Les éléments communs à tout le bâtiment (par exemple la situation géographique ou l'altitude) sont définis à ce niveau.

1.2.2 *LE NIVEAU « ZONE »*

Ce niveau correspond à un regroupement des parties de bâtiment pour lesquels les scénarios d'utilisation sont identiques. A titre d'illustration, les scénarios des locaux de la zone nuit d'un hôtel, ou l'ensemble des logements d'un immeuble collectif auront les mêmes scénarios d'occupation.

Conventionnellement, tous les locaux d'une zone sont considérés comme étant en connexion aéraulique. L'impact des défauts d'étanchéité est donc calculé à la frontière d'une zone. C'est donc également à ce niveau que sont définies les possibilités de ventilation traversante, ou entre niveaux, relativement à l'impact des défauts d'étanchéité.

1.2.3 *LE NIVEAU « GROUPE »*

Ce niveau regroupe la quasi-totalité des informations requises. C'est en particulier à ce niveau que s'effectue le calcul des températures intérieures (et donc la vérification de l'exigence réglementaire afférente) ainsi que des besoins de chauffage, de refroidissement et d'éclairage.

Une même zone sera séparée en différents groupes pour les raisons suivantes :

- 1) Les locaux principaux ont des évolutions de température très différentes : c'est par exemple le cas si une partie des locaux principaux d'une même zone est refroidie et les autres non,
- 2) Les locaux ont des températures proches mais on veut séparer des besoins de chauffage et / ou de refroidissement.

L'éclairage intérieur est calculé au niveau du groupe après distinction entre parties ayant ou non accès à l'éclairage naturel.

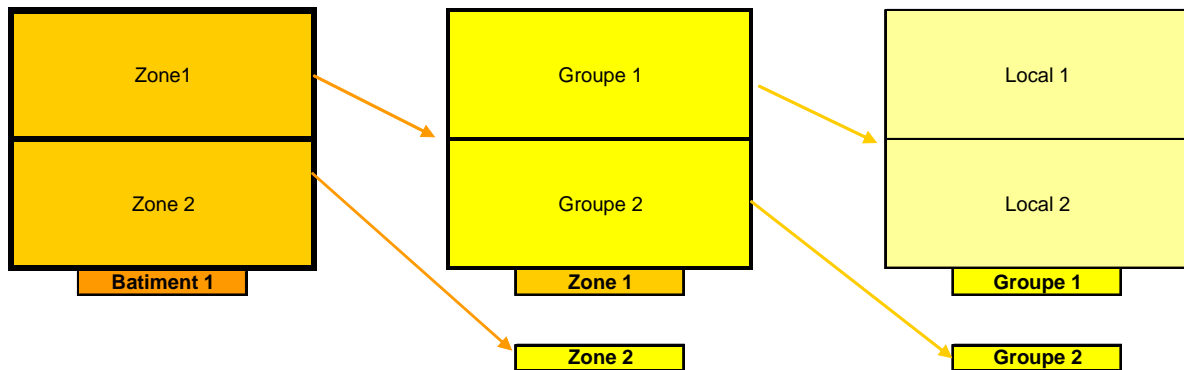
Du fait de la définition de la zone, les différents groupes d'une même zone sont en connexion aéraulique. La structuration des groupes par rapport à ces échanges est la suivante :

- Une zone peut comporter un ou plusieurs groupes dits « standards »,
- Une zone peut comporter 0 ou 1 groupe dit de « circulation ».

Conventionnellement, si on définit un groupe de circulation, les autres groupes sont connectés aérauliquement avec lui, et seulement avec lui.

1.2.4 LE NIVEAU « LOCAL »

Au sens de la présente méthode de calcul le niveau « Local » permet d'affiner les apports internes de chaleur et d'humidité, pris en compte ensuite au niveau du groupe.



1.3 STRUCTURATION DES SYSTEMES

1.3.1 GENERALITES

Cette présente méthode de calcul distingue les systèmes correspondant aux usages suivants :

- 1) Chauffage,
- 2) Refroidissement,
- 3) Ventilation,
- 4) ECS,
- 5) Eclairage,
- 6) Production d'énergie non liée aux systèmes précédents.

Hormis le dernier, les autres systèmes sont directement liés à la satisfaction du confort des occupants.

Pour chacun des systèmes 1 à 5, cette méthode de calcul distingue les trois niveaux suivants :

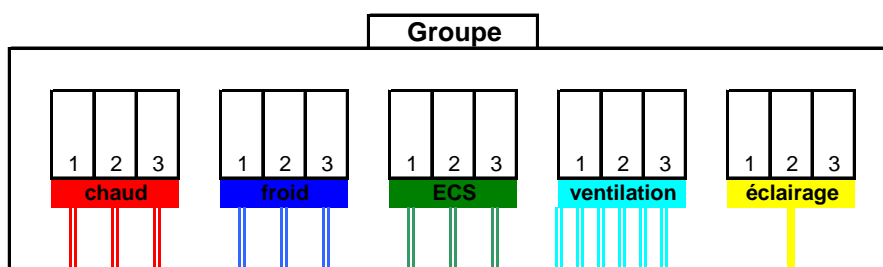
- 1) L'émission correspondant à la satisfaction du besoin de l'occupant : chaleur, froid, débits (soufflés et/ou extraits), eau chaude sanitaire, lumière artificielle,
- 2) La distribution correspondant aux réseaux alimentant les émetteurs,
- 3) La génération, correspondant à l'alimentation énergétique des réseaux de distribution.

Du fait qu'un même générateur peut être commun à plusieurs bâtiments, il est nécessaire de prévoir un niveau correspondant, appelé projet.

En cohérence avec sa définition, tous les émetteurs 1 à 5 sont définis au niveau « Groupe ».

Du fait de la définition du groupe, différents émetteurs de même fonction peuvent coexister dans

un même groupe.



1.3.2 CHAUFFAGE REFROIDISSEMENT

Chaque émetteur présent dans un groupe est caractérisé par sa fonction (chauffage ou refroidissement), son ratio d'émission par rapport au groupe (basé sur la surface relative desservie), et ses caractéristiques propres d'émission et de régulation.

La distribution est séparée en une part secondaire et une part primaire pouvant présenter des taux de pertes récupérables différentes. Les caractéristiques principales d'un réseau sont ses pertes (en W/K), sa température et les consommations d'auxiliaires.

La génération regroupe l'ensemble des dispositifs de stockage, de génération et de composant amonts à la génération (énergie renouvelable, tours de refroidissement, boucle primaire, ...).

1.3.3 VENTILATION

Les entrées d'air, les défauts d'étanchéité et l'ouverture des baies pour le confort thermique sont traités dans la partie "bâti". Cette méthode de calcul traite dans cette partie des différents systèmes de ventilation spécifique, que ce soit pour l'hygiène ou le confort thermique.

Les "émetteurs" sont les bouches, ou équivalents, connectés aux débits requis (fournis ou extraits) pour le groupe.

Les "réseaux de distribution" sont caractérisés par des pertes aérauliques.

Les "générateurs" sont les moteurs : extracteurs, centrales de traitement d'air, dispositifs d'aspiration statique ou hybride.

1.3.4 L'EAU CHAUDE SANITAIRE

Les émetteurs sont les dispositifs finaux de fourniture d'eau chaude sanitaire (robinets, mitigeurs) qui traduisent la transformation du besoin d'eau chaude sanitaire à une demande de couple quantité - température.

Les réseaux de distribution et les générateurs sont pris en compte de façon analogue au chauffage.

1.3.5 L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Contrairement aux usages chauffage et eau chaude sanitaire, il n'y a pas formellement de distribution et de génération pour l'éclairage. Seule l'émission est prise en compte et correspond aux différents systèmes d'éclairage dont la consommation est calculée en fonction de l'éclairement naturel, de la régulation des systèmes et de leurs puissances.

Pour ce qui concerne les usages maison individuelle ou accolée et logements collectifs et les chambres des usages : enseignement secondaire (partie nuit), établissements sanitaires avec hébergement, foyer de jeunes travailleurs, cité universitaire et hôtel (partie nuit), autant les émetteurs de chauffage, d'eau chaude sanitaire et de ventilation peuvent être caractérisés au moment du projet de construction et ainsi correspondre à des éléments descriptifs du bâtiment définis par le concepteur et opposables, autant en ce qui concerne l'éclairage, il est impossible de connaître les « émetteurs » qui seront mis en place par le futur occupant. C'est la raison pour laquelle, cet éclairage est conventionnel puisque la méthode de calcul considère que la puissance installée d'éclairage est identique quel que soit le type de bâtiment.

Pour les autres usages, le concepteur définit lui-même les systèmes d'éclairage qui seront installés dans le bâtiment. Ils sont donc caractérisés au moment du projet. Par conséquent, cette méthode de calcul laisse la possibilité au concepteur de valoriser la régulation des systèmes d'éclairage ainsi que leurs puissances.

Quelle que soit la catégorie de bâtiment, les éclairages suivants ne doivent pas être pris en compte lors de l'application de cette méthode de calcul:

- l'éclairage extérieur,
- l'éclairage des parkings,
- l'éclairage de sécurité,
- l'éclairage destiné à mettre en valeur des objets ou des marchandises.

Cette dernière catégorie couvre :

- les objets d'art tels que les peintures, les sculptures, les objets d'art avec un éclairage incorporé (lustres...),
- l'éclairage localisé destiné à mettre en valeur les tables de restaurant.

2. LES PRINCIPALES DONNEES CONVENTIONNELLES

Dans cette méthode de calcul, les données climatiques et celles relatives à l'occupation et l'usage des bâtiments sont définies de façon conventionnelle.

Ces différentes conventions ne sont pas adaptées à la prédiction des consommations énergétiques futures d'un bâtiment donné pour les années suivant sa mise en service. Ces données climatiques et ces conventions d'occupation et d'usage ont été définies de façon à être les plus proches possibles des conditions moyennes sur le segment de bâtiment visé.

2.1 LES DONNEES CLIMATIQUES CONVENTIONNELLES

Les variables climatiques prises en compte dans cette méthode de calcul sont les suivantes :

- Le rayonnement solaire : il permet de calculer les apports de chaleur pour le bâti, ainsi que l'efficacité des capteurs solaires thermiques ou photovoltaïques spécifiques. De façon à permettre son calcul pour toute orientation et inclinaison et pour la prise en compte des effets de masques, il est fourni sous forme d'une composante directe et d'une composante diffuse,
- Le rayonnement lumineux : utilisé pour calculer l'éclairement naturel dans les locaux, il est décrit sous la même forme que le rayonnement solaire et à partir de celui-ci,
- Le rayonnement froid vers la voûte céleste,
- Les températures et humidité de l'air,
- La vitesse du vent pour une altitude de 10 m en zone ouverte,
- La température de l'eau froide du réseau.

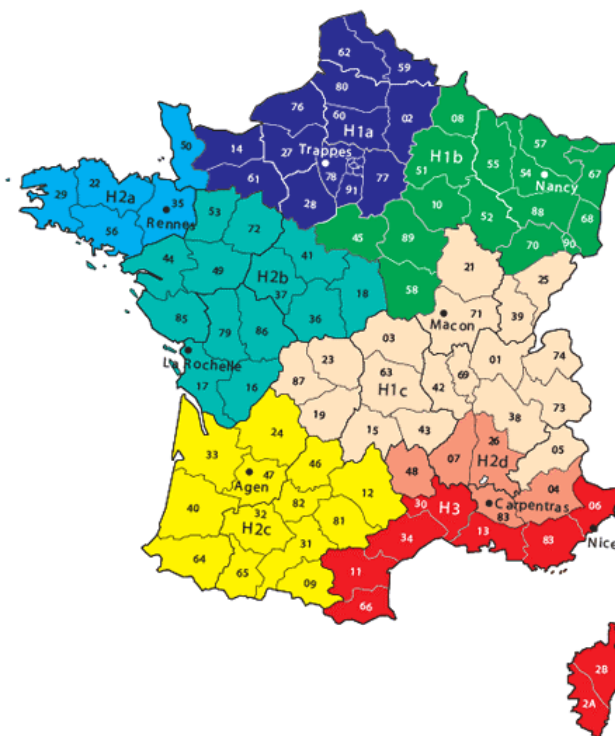
Les années type se veulent représentatives, pour chaque paramètre, des valeurs moyennes ainsi que des extrêmes, à minima sur une base mensuelle.

Ces années type de référence ont été définies à partir de la norme Européenne NF EN ISO 15927-4 « Performance hygrothermique des bâtiments. Calcul et présentation des données climatiques ; Données horaires pour l'évaluation du besoin énergétique annuel de chauffage et de refroidissement » en suivant une procédure basée sur le choix de mois représentatifs, qui sont ensuite raccordés aux limites afin d'éviter des sauts brusques de variables.

La constitution de ces années type de référence a été effectuée sur la base de fichiers annuels des données mesurées par Météo-France sur la période de janvier 1994 à décembre 2008.

Ces données climatiques ont ensuite été post-traitées de façon à ramener les données à une altitude nulle et à effectuer la séparation des rayonnements directs et diffus. La température du sol à 1m de profondeur a été prise en référence comme température d'entrée de l'eau froide du réseau. Les données climatiques sont en heure solaire.

En matière de segmentation géographique, il a été retenu 8 zones climatiques dont les stations de référence sont précisées sur la figure ci-après, en cohérence avec les exigences réglementaires.



2.2 LES DONNEES CONVENTIONNELLES D'OCCUPATION ET D'USAGE

Les conditions d'occupation des bâtiments sont définies de façon conventionnelle puisqu'elles ne peuvent être vérifiées sur la base des caractéristiques du bâtiment et de ses équipements énergétiques.

Afin de se rapprocher des données « moyennes », cette méthode de calcul prend en compte la destination des locaux du bâtiment de manière générale (habitat, école, bureau...) et de manière plus précise au niveau des différents locaux (salle de réunion, circulations...). Cela signifie que des scénarios conventionnels sont définis au niveau de la zone et d'autres au niveau du local.

Ces données sont décrites sous forme de scénarios temporels horaires. Elles représentent les usages et comportements moyens des occupants d'un bâtiment. L'unité de base est la semaine, avec des modifications liées aux périodes de vacances. Cette méthode de calcul prévoit par exemple pour les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs une absence des occupants pendant deux semaines au mois d'août et une semaine au mois de décembre.

Les données relatives à l'occupation sont en temps légal. Le temps légal est le temps en usage en France, il est égal au temps solaire avec une heure de plus en hiver et deux heures de plus en été. Cette méthode de calcul gère le passage de l'un à l'autre.

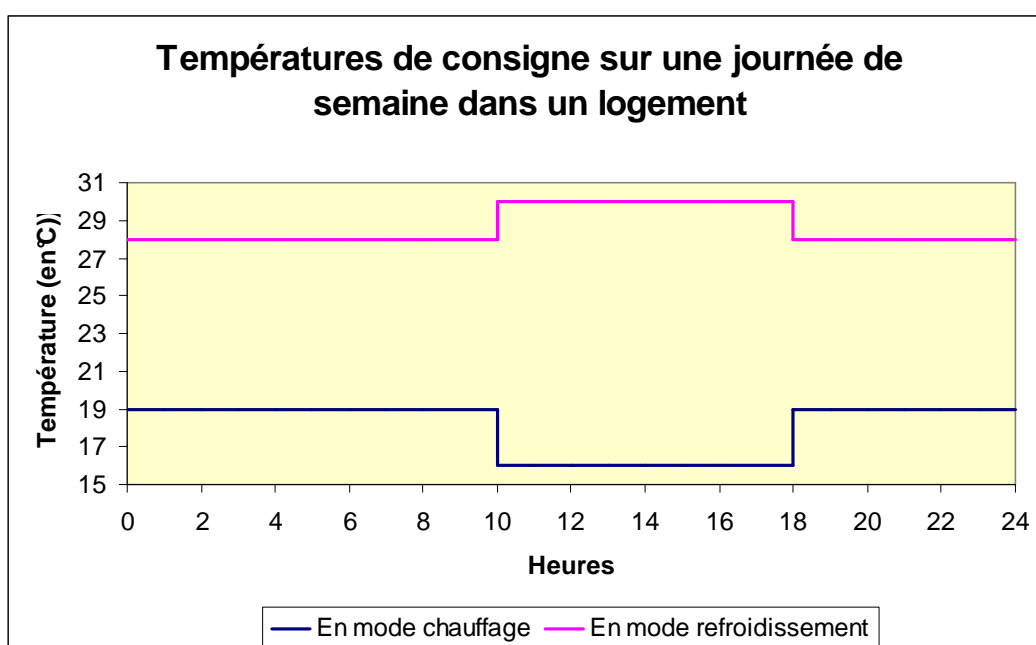
2.2.1 LES SCENARIOS CONVENTIONNELS

2.2.1.1 Scénarios conventionnels définis au niveau de la zone

Les scénarios conventionnels définis au niveau de la zone sont les suivants :

- **Les scénarios de présence** qui indiquent si la zone est ou non occupée. A cette occupation sont liées des températures de consigne en chauffage et en refroidissement, basées sur le réglage par les occupants du thermostat pour les périodes d'occupation, et du gestionnaire (ou d'un système de programmation) pour les périodes d'inoccupation.

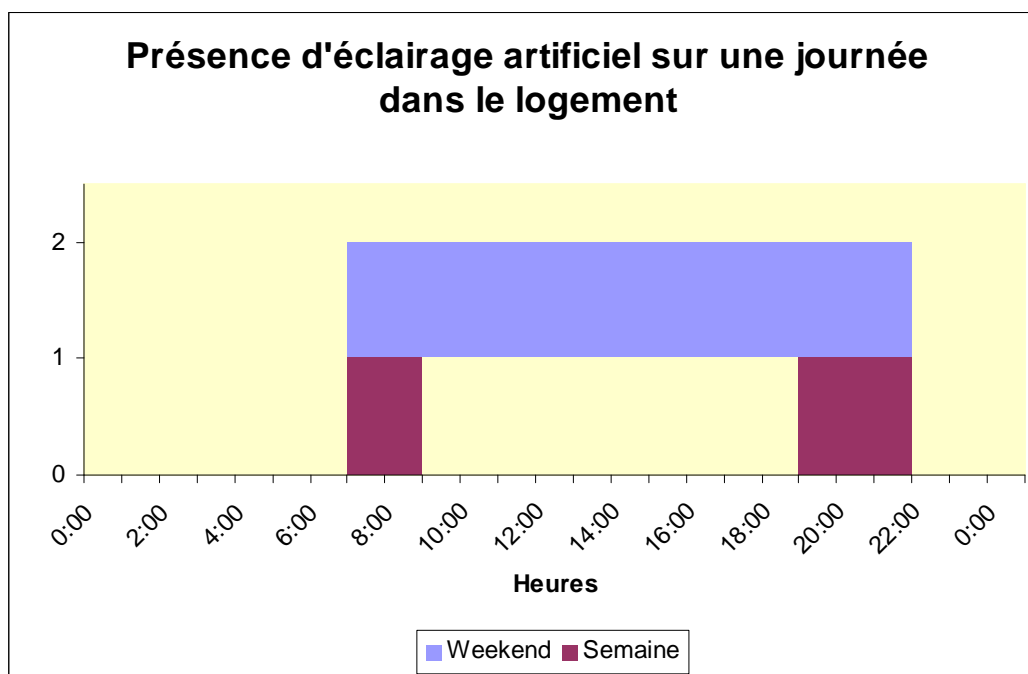
Ci-dessous une représentation des températures de consigne dans les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs (chauffage et refroidissement) un jour de semaine. Ces scénarios sont différents le mercredi (présence des occupants l'après-midi) et le week-end (présence continue des occupants).



- **Les scénarios de ventilation** (nécessité ou pas de ventilation pour les occupants), proches des précédents, mais qui permettent une remise en route de la ventilation avant l'occupation, conformément aux réglementations en vigueur pour les usages autres que d'habitation.
- **Les scénarios d'éclairage** (nécessité ou pas d'éclairage artificiel) qui sont basés sur les scénarios de présence en prenant en compte les périodes de sommeil.

Pour ce qui concerne les usages maison individuelle ou accolée et logements collectifs et les chambres des usages : enseignement secondaire (partie nuit), établissements sanitaires avec hébergement, foyer de jeunes travailleurs, cité universitaire et hôtel (partie nuit), le système d'éclairage est entièrement conventionnel. Cela signifie que l'impact sur les consommations énergétiques ne résulte donc que des caractéristiques des baies. Pour les usages « maison individuelle ou accolée » et « logements collectifs », la puissance d'éclairage conventionnelle est prise égale à 1.4 W/m² dans cette méthode de calcul. Cette valeur résulte d'une puissance totale installée dans le bâtiment de 14 W/m² et d'un facteur de non-simultanéité d'utilisation des différents points d'éclairage. Cette puissance de 14 W/m² correspond à l'installation d'un point lumineux (lampe fluo-compacte de 11 W) par tranche de 8 m² environ. De plus cette méthode de calcul considère que seulement 10 % des points lumineux sont allumés simultanément.

Ci-dessous une représentation de la présence d'éclairage artificiel pour les usages « maisons individuelles ou accolées » et « logements collectifs » sur une journée. Cela ne signifie pas que la méthode prend en compte systématiquement une consommation énergétique d'éclairage durant ces heures. Une consommation énergétique est calculée uniquement lorsque l'éclairage naturel est insuffisant.



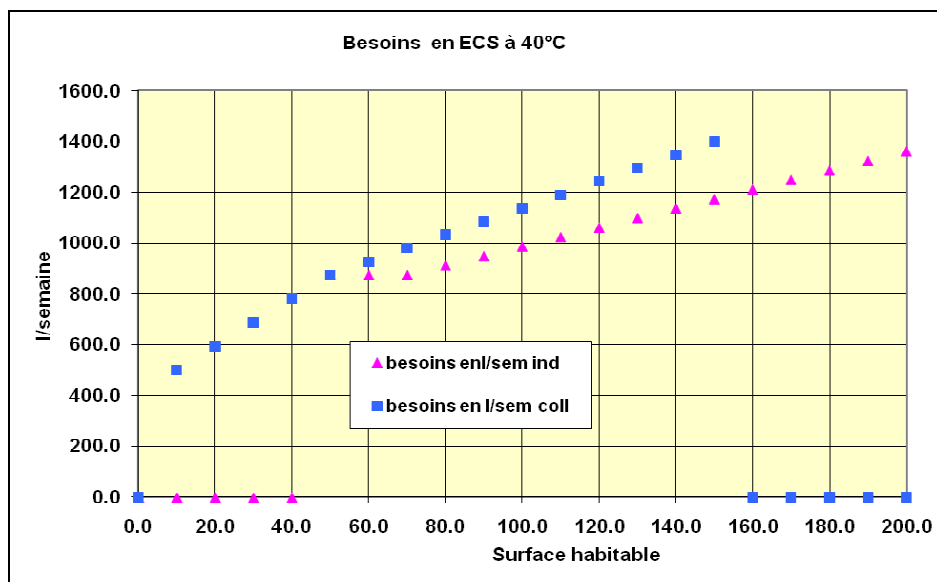
- **Les besoins d'eau chaude sanitaire**, qui répartissent en profils horaires le besoin hebdomadaire exprimé en litres d'eau à 40 °C qui correspond à la température moyenne d'utilisation finale.

En ce qui concerne les usages autres que « maison individuelle ou accolée » et « logements collectifs », ces besoins sont calculés en fonction du nombre d'équipements (par exemple le nombre de chambres pour une cité universitaire ou pour un hôtel).

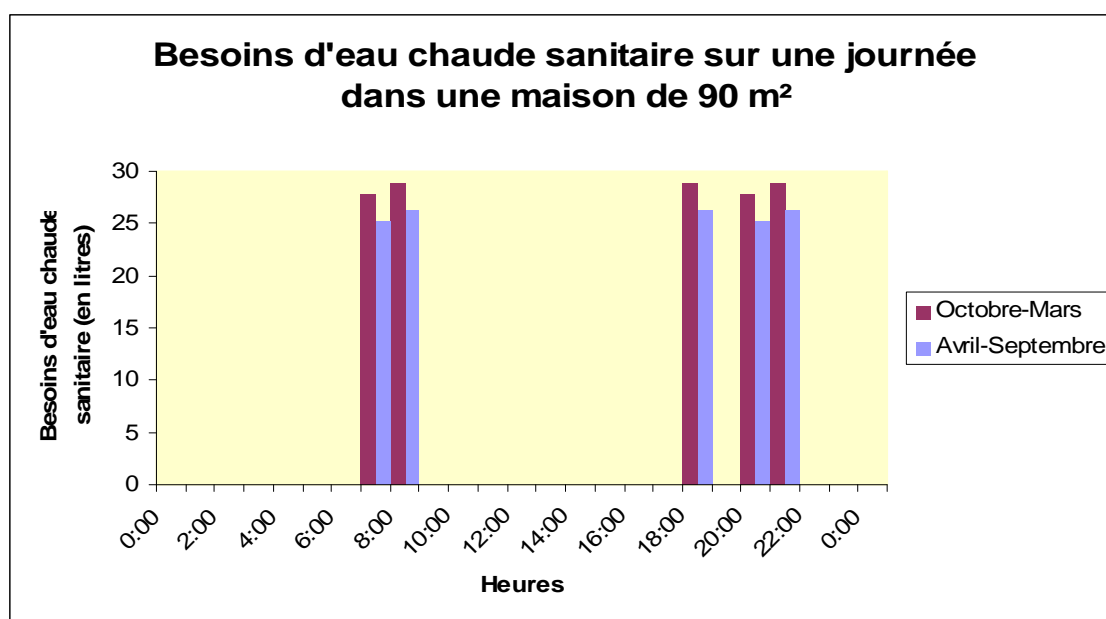
Pour les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs, ces besoins sont calculés en fonction de la densité d'occupation conventionnelle. Ce besoin d'eau chaude sanitaire est pris égal à 500 litres à 40°C/adulte/ semaine en moyenne. Il est modulé suivant les périodes d'occupation/inoccupation et la période de l'année (été/hiver et périodes de vacances).

Ces besoins sont exprimés par unité de surface. C'est la raison pour laquelle, en ce qui concerne les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs, le besoin hebdomadaire est calculé en reliant la densité d'occupation à la surface habitable.

Afin de prendre en compte le fait que les enfants possèdent une demande en eau chaude inférieure à celle des adultes, la notion de nombre d'adultes équivalents a été introduite. Les résultats obtenus sont illustrés par le graphe suivant pour les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs :



Ci-dessous une représentation de la répartition du besoin d'eau chaude sanitaire sur une journée dans une maison individuelle de 90 m² habitable.



2.2.1.2 Scénarios conventionnels définis au niveau des locaux

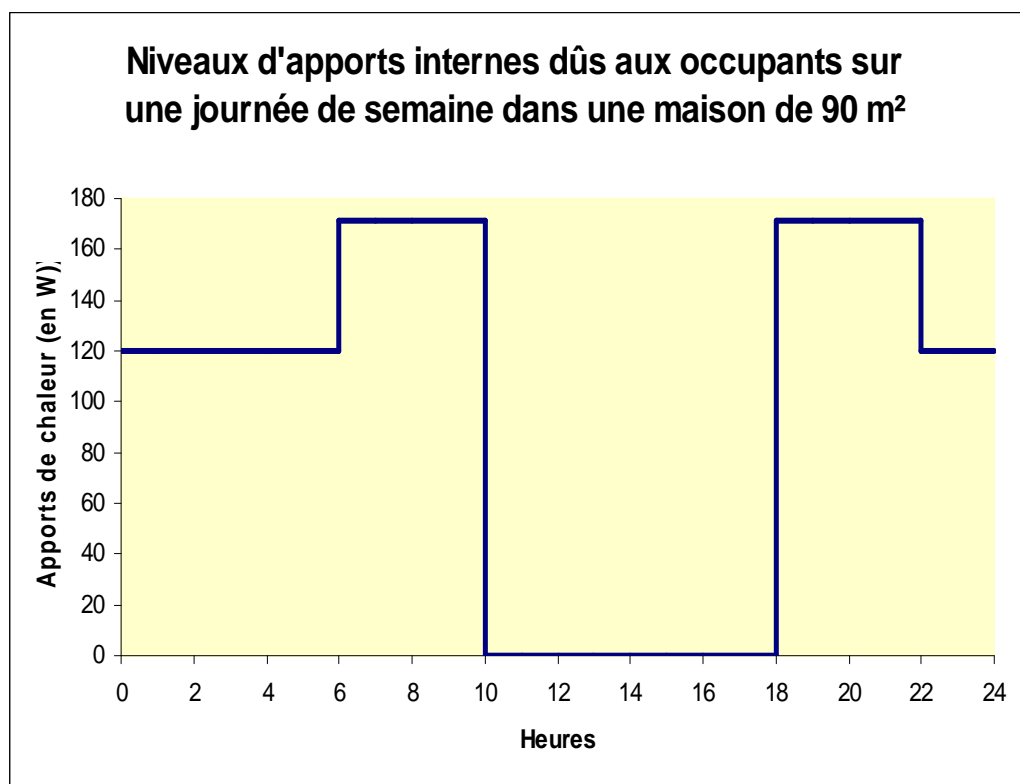
Les scénarios conventionnels définis au niveau des locaux sont les suivants :

- **Apports internes de chaleur liés à la présence humaine** qui dépendent du nombre d'occupants du bâtiment et des scénarios de présence. Cette méthode de calcul prend en compte le fait que, dans les « maisons individuelles ou accolées » et les « logements collectifs », les apports soient différents pour les adultes et les enfants, et, pour les deux, plus faibles durant la période de sommeil en introduisant également la notion du nombre d'adultes équivalents. En ce qui concerne les autres usages, suivant le type de bâtiments, le taux d'occupation (nombre de personnes par m²) est déterminé conventionnellement par cette méthode de calcul, ce qui permet d'en déduire directement les niveaux d'apports internes de chaleur.

Cette méthode de calcul considère conventionnellement que le corps d'un adulte au repos

dégage une puissance de 90 W et celui d'un adulte en période de sommeil dégage 63 W.

Ci-dessous une représentation des niveaux d'apports internes dus à la présence humaine sur une journée dans une maison individuelle de 90 m² habitable.



- **Apports internes d'humidité liés à la présence humaine** qui dépendent du nombre d'occupants du bâtiment et des scénarios de présence. Cette méthode de calcul prend en compte le fait que, dans les « maisons individuelles ou accolées » et « les logements collectifs », les apports soient différents pour les adultes et les enfants, et, pour les deux, plus faibles durant la période de sommeil en introduisant également la notion du nombre d'adultes équivalents. En ce qui concerne les autres usages, suivant le type de bâtiments, le taux d'occupation (nombre de personnes par m²) est déterminé conventionnellement par cette méthode de calcul, ce qui permet d'en déduire directement les niveaux d'apports internes d'humidité.

Cette méthode de calcul considère conventionnellement que le corps d'un adulte au repos dégage une humidité de 0.055 kg/heure et celui d'un adulte en période de sommeil dégage 0.0385 kg/heure.

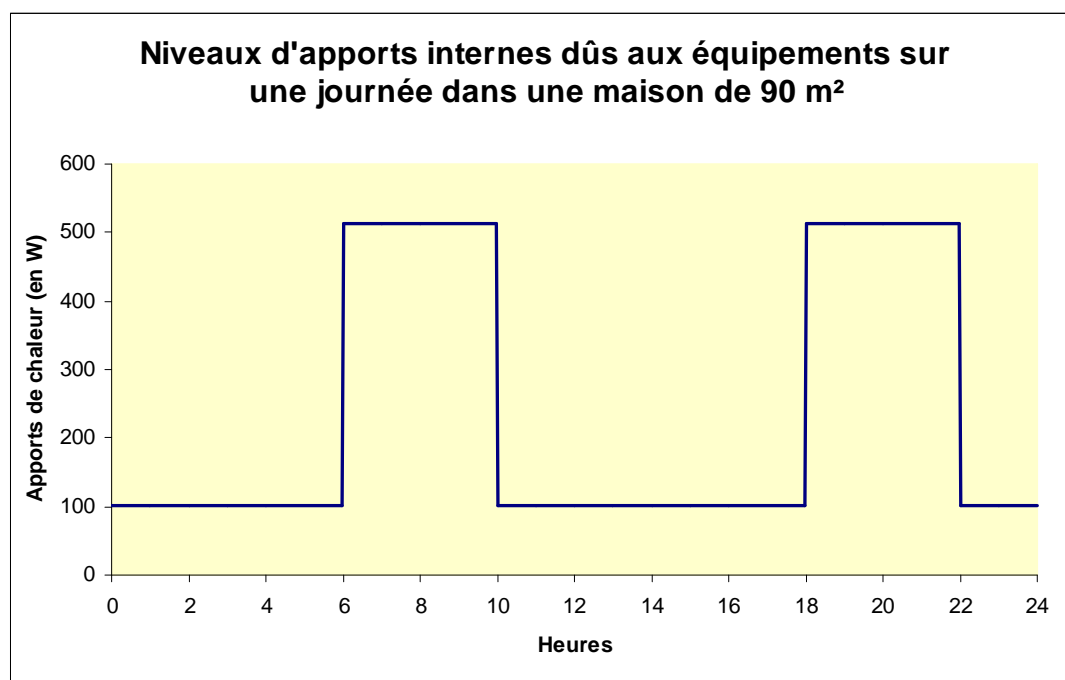
- **Apports internes de chaleur dus aux équipements** qui représentent la chaleur dégagée par l'ensemble des équipements « mobiliers » (électroménagers, ordinateurs ...) qui ont un impact important sur les besoins énergétiques de chaleur et de refroidissement. Ces apports internes dépendent du taux d'équipement des bâtiments. Cette méthode de calcul distingue les apports internes de chaleur liés aux équipements en fonctionnement permanent et ceux liés aux équipements qui fonctionnent uniquement lors des périodes de présence des occupants.

En ce qui concerne les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs, conventionnellement, la puissance de chaleur dégagée par l'ensemble des équipements en occupation est prise égale à 5,7 W/m² et celle dégagée par les équipements en période de sommeil et en inoccupation est prise égale à 1,1 W/m². Cette puissance moyenne a été définie en prenant en compte la présence des équipements suivants :

Equipements pris en compte	Apports internes de chaleur en kWh/(m².an)
Cuisson	3,7
Audiovisuel	6,8
Informatique	5,0
Lavage	0,6
Froid (fonctionnement continu)	8,0
Appareils ménagers	2,2
Total	26.3

En ce qui concerne les autres usages, chaque catégorie de bâtiment possède son propre taux d'équipement donc des niveaux d'apports internes de chaleur définis séparément et de façon conventionnelle également.

Ci-dessous une représentation des niveaux d'apports internes dus aux divers équipements présents dans une maison individuelle de 90 m² habitable sur une journée.



- **Apports internes d'humidité dus aux équipements** qui représentent l'humidité dégagée par l'ensemble des équipements « mobiliers » (électroménagers, ordinateurs ...) qui ont un impact sur l'efficacité énergétique de certains équipements de refroidissement. Ces apports internes dépendent du taux d'équipement des bâtiments. Conventionnellement, les bâtiments à usage d'habitation ont des apports internes d'humidité nuls. En ce qui concerne les bâtiments à usage autre que d'habitation, ces apports internes sont dépendants du type de bâtiments et des périodes d'occupation/inoccupation.

2.2.1.3 Synthèse des scénarios

Zone	Plage d'occupation /zone - Horaire chauffage/climatisation	Température de consigne chaud/zone			Température de consigne froid/zone			Horaire éclairage zone	Horaire ventilation zone	Locaux	Ratio par défaut surface utile du local/surface utile du groupe (%)	Nombre occupants nominal /m² utile par local	Chaleur : apports interne en occupation (hors éclairage) W/m² utile	Chaleur : Apports interne équipement hors occupation (hors éclairage) W/m² utile	Besoin unitaire hebdomadaire en ECS à 40°C
Bâtiment à usage d'habitation - logement collectif	24h/24; 7j/7 (innocupée 2 semaines en août et une en décembre)	19	16	7	28	30	30	Eclairé de 7h à 9h et de 19h à 22h	idem occupation	logements	90	Voir fiche algo	5,7	1,14	
Bâtiment à usage d'habitation - maison individuelle ou accolée	24h/24; 7j/7 (innocupée 2 semaines en août et une en décembre)	19	16	7	28	30	30	Eclairé de 7h à 9h et de 19h à 22h	idem occupation	circulation	10		0	0	
Bureaux	Lun - Ven 8h-18h	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	maison individuelle	100	Voir fiche algo	5,7	1,14	1,25 L/m² de surface utile
Etablissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte-garderie)	Lun-Ven 7h-19h	21	18	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Bureau	60	0,1	16	1,6	52.5 L/nb de lits
										salle de réunion	10	0,42	10	0	
										Circulation Accueil	26	0	0	0	
										Sanitaires collectifs	3	0	0	0	
										salles de jeux	30	0,25	0	0	
										salle de repos	20	0,67	0	0	
Enseignement Primaire	Lun - Ven 8h-17h innocupée en vacances scolaires	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Bureau	15	0,067	16	1,6	0,2 L/m² de surface utile
										salle de réunion	10	0,42	10	0	
										Circulation Accueil	15	0	0	0	
										Sanitaires vestiaire	10	0	0	0	
										salles de classe	55	0,66	0	0	
										Bureau	10	0,067	16	1,6	
Enseignement secondaire (partie jour)	Lun - Ven 8h-18h; Sam 8h-12h - innocupée en vacances (vacances lycée)	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	salle de réunion	5	0,42	10	0	0,2 L/m² de surface utile
										salle de repos	15	0,67	0	0	
										Circulation Accueil	10	0	0	0	
										Sanitaires vestiaire	5	0	0	0	
										salles de classes	25	1	0	0	
										salle de réunion	10	0	10	0	
Enseignement secondaire (partie nuit)	Lun-Ven 18h-8h; Sam : présence jusqu' à 12h; Dim : présence à partir de 18h; innocupée en vacances (vacances lycée)	19	16	7	26	30	30	Eclairé de 7h à 9h et de 19h à 22h	idem occupation	salles enseignement informatique	5	0	26	2,60	330 L/nb de lit
										Salle de conférence salle polyvalente	15	0,33	10	0	
										Bureau standard	10	0,1	16	1,60	
										centre de documentation	5	0,1	5	0,05	
										Salle des professeurs	5	0,67	0	0	
										Circulation Accueil	20	0	0	0	
Enseignement - université	Lun-Ven 8h-18h; Sam 8h-12h	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Sanitaire collectifs	5	0	0	0	0,2 L/m² de surface utile
										douches collectives	10	0	0	0	
										Sanitaire collectifs	10	0	0	0	
										Circulation	20	0	0	0	
										chambre sans cuisine ni salle de bain	60	0,17	0	0	
										salles de classe	35	1	0	0	
										amphithéâtres, salle de conférence	15	0,33	10	0	0,2 L/m² de surface utile
										salles enseignement informatique	5	0	26	2,60	
										centre de documentation	5	0,1	5	0,05	
										Bureaux	10	0,1	16	1,60	
										salle de réunion	5	0,42	10	0	
										Accueil hall d'entrée circulation	20	0	0	0	
										Sanitaires collectifs	5	0	0	0	

Zone	Plage d'occupation /zone - Horaire chauffage/climatisation	Température de consigne chaud/zone			Température de consigne froid/zone			Horaire éclairage zone	Horaire ventilation zone	Locaux	Ratio par défaut surface utile du local/surface utile du groupe (%)	Nombre occupants nominal /m² utile par local	Chaleur : apports interne en occupation (hors éclairage) W/m² utile	Chaleur : Apports interne équipement hors occupation (hors éclairage) W/m² utile	Besoin unitaire hebdomadaire en ECS à 40°C
------	---	---------------------------------------	--	--	---------------------------------------	--	--	---------------------------	-----------------------------	--------	--	---	---	---	--

Méthode de calcul Th-BCE 2012

Bâtiment à usage d'habitation - Foyer de jeunes travailleurs	24h/24h; 7j/7	19	16	7	28	30	30	semaine : 7h-9h et 19h-22h	idem occupation	Salle de conférence	10	0,33	10	0	330 L/nb de lit
										Chambre sans cuisine avec salle de bain	50	0,17	6,8	0	
										Bureau standard	5	0,1	16	1,60	
										Circulation Accueil	15	0	0	0	
										Sanitaires collectifs	5	0	0	0	
										Foyer	10	0,1	6	0	
										Douches collectives	5	0	0	0	
Bâtiment à usage d'habitation - Cité universitaire	24h/24h; 7j/7	19	16	7	28	30	30	semaine : 7h-9h et 19h-22h	Idem occupation	Chambre sans cuisine avec salle de bain	60	0,17	6,8	0	330 L/nb de lit
										Bureau standard	5	0,1	16	1,60	
										Circulation/Accueil	15	0	0	0	
										Sanitaires collectifs	10	0	0	0	
										Douches collectives	10	0	0	0	
										chambre sans cuisine avec salle de bain	73	0,075	5,3	0,80	
										sanitaires collectifs	1	0	0	0	
Hôtel 0 étoile et 1 étoile (partie nuit)	18h-9h ; 7j/7 ; pas de vacance	19	16	7	26	30	30	7h à 9h et 19h à 23h y compris le WE	Ventilé 24h/24h	Locaux de services	3	0	0	0	420,6 L/chambre
										Circulation	23	0	0	0	
										chambre sans cuisine avec salle de bain	73	0,05	4	0,60	
										sanitaires collectifs	1	0	0	0	
										Locaux de services	3	0	0	0	
										Circulation	23	0	0	0	
										chambre sans cuisine avec salle de bain	73	0,0428	4,428	1,67	
Hôtel 2 étoiles (partie nuit)	18h-9h ; 7j/7 ; pas de vacance	19	16	7	26	30	30	7h à 9h et 19h à 23h y compris le WE	Ventilé 24h/24h	sanitaires collectifs	1	0	0	0	586,2 L/chambre
										Locaux de services	3	0	0	0	
										Circulation	23	0	0	0	
										chambre sans cuisine avec salle de bain	73	0,0375	4,625	1,57	
										sanitaires collectifs	1	0	0	0	
										Locaux de services	3	0	0	0	
										Circulation	23	0	0	0	
Hôtel 3 étoiles (partie nuit)	18h-9h ; 7j/7 ; pas de vacance	19	16	7	26	30	30	7h à 9h et 19h à 23h y compris le WE	Ventilé 24h/24h	chambre sans cuisine avec salle de bain	73	0,0375	4,625	1,57	902,7 L/chambre
										sanitaires collectifs	1	0	0	0	
										Locaux de services	3	0	0	0	
										Circulation	23	0	0	0	
										Bureau standard	12	0,067	16	0	
										sanitaires collectifs	5	0	0	0	
										Circulation Accueil	43	0	0	0	
Hôtel 4 étoiles 5 étoiles (partie nuit)	18h-9h ; 7j/7 ; pas de vacance	19	16	7	26	30	30	7h à 9h et 19h à 23h y compris le WE	Ventilé 24h/24h	Salle petits déjeuners	40	0,5	88,9	7	0,24 L/m² de surface utile
										Bureau standard	10	0,067	16	0	
										sanitaires collectifs	4	0	0	0	
										Circulation Accueil	17	0	0	0	
										Bar	9	0,1	34,4	4,7	
										Salle petits déjeuners	17	0,5	44,3	2,3	
										salle de séminaires réunion	43	0,42	10	0	
Hôtel 0 étoile, 1 étoile et 2 étoiles (partie jour)	6h-20h ; 7j/7	19	16	7	26	30	30	Idem occupation	Idem occupation	Salle restaurant	70	0,77	0	0	0,24 L/m² de surface utile
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	0,77	0	0	
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	1,11	0	0	
Hotel 3 étoiles, 4 étoiles et 5 étoiles (partie jour)	6h-20h ; 7j/8	19	16	7	26	30	30	Idem occupation	Idem occupation	Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	95 L/nombre de repas servis pour un self
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	0,77	0	0	
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	1,11	0	0	
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
Restauration - 1repas/jour, 5j/7	Lun-Ven : 9h -15h - innocupée dernière semaine de décembre	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Locaux de services	10	0	0	0	45 L/nombre de repas servis pour un self
										Salle restaurant	70	0,77	0	0	
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	1,11	0	0	
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
Restauration scolaire - 1repas/jour, 5j/7	Lun-Ven : 9h -15h - innocupée vacances scolaires	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Salle restaurant	70	0,77	0	0	45 L/nombre de repas servis pour un self
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	1,11	0	0	
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	1,11	0	0	
Restauration scolaire 3 repas/jour, 5j/7	Lun - Ven 6h-15h + 16h-20h - innocupée en vacances lycée	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	95 L/nombre de repas servis pour un self
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	0,77	0	0	
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
										Salle restaurant	70	1,11	0	0	
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	

Méthode de calcul Th-BCE 2012

Zone	Plage d'occupation /zone - Horaire chauffage/climatisation	Température de consigne chaud/zone			Température de consigne froid/zone			Horaire éclairage zone	Horaire ventilation zone	Locaux	Ratio par défaut surface utile du local/surface utile du groupe (%)	Nombre occupants nominal /m² utile par local	Chaleur : apports interne en occupation (hors éclairage) W/m² utile	Chaleur : Apports interne équipement hors occupation (hors éclairage) W/m² utile	Besoin unitaire hebdomadaire en ECS à 40°C
Restauration 2 repas/jour, 6j/7	Lun-Sam : 10h-15h + 17h-23h	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Salle restaurant	70	0,59	0	0	306 L/nb de repas servis
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
Restauration 2 repas/jour, 7j/7	Lun-Dim : 9h-15h + 17h-23h	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Salle restaurant	70	0,59	0	0	357 L/nb de repas servis
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
Restauration commerciale en continue (18h/j 7j/7)	Lun-Dim : 6h-24h	19	16	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Salle restaurant	70	0,59	0	0	189 L/nb de repas servis
										Cuisine	20	négligé*	négligé*	négligé*	
										Locaux de services	10	0	0	0	
Etablissement sportif scolaire	Lun - Ven 8h-18h; innocupée en vacances (vacances lycée)	15	7	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	salle de sport	75	0,1	0	0	1,25 L/m² de surface chauffée
										Circulation Accueil	10	0	0	0	
										Sanitaires collectifs	5	0	0	0	
Etablissement sportif municipal ou privé	Lun-Ven 8h-22h et Sam-Dim 8h- 17h	15	7	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Douches collectives	10	0	0	0	1200 L/nb de douche
										salle de sport	75	0,1	0	0	
										Circulation Accueil	10	0	0	0	
Bâtiment à usage d'habitation - Etablissement sanitaire avec hébergement	24h/24h ; 7j/7 ; pas de vacance	21	18	7	26	30	30	6h-10h et 16h-20h	Idem occupation	Sanitaires collectifs	5	0	0	0	600 L/lit
										Douches collectives	10	0	0	0	
										chambres sans cuisine avec salle d'eau	50	0,063	6,8	1,20	
Hôpital partie nuit	24h/24h - 7j/7	21	18	7	26	30	30	100% (de la puissance installée) d'éclairage de 8h à 19h puis diminution à 35% de 19h à 8h	Idem occupation	Circulation accueil	20	0	0	0	820 L/lit
										Douches collectives	10	0	0	0	
										sanitaires collectifs	10	0	0	0	
Hôpital partie jour	8h-19h;6j/7	21	18	7	26	30	30	Idem occupation	Idem occupation	bureau	10	0,1	16	1,60	0,24 L/m² de surface utile
										Chambres sans cuisine avec	20	0,08	6,8	1,20	
										Douches collectives	5	0	0	0	
Industrie - 3x8h	0h-24h 7j/7	15	7	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	sanitaires collectifs	5	0	0	0	0,2 L/m² de surface utile
										Circulation accueil	15	0	0	0	
										Douches collectives	5	0	0	0	
										Salle d'attente et consultation	25	0,4	0	0	
										Bureau	20	0,57	16	1,60	
										salle de réunion	15	0,42	10	0	
										Bureaux standard	10	0,1	16	1,60	
										Circulation Accueil	10	0	0	0	
										Aire de production	60	0,05	2	0	
										Sanitaire vestiaire	5	0	0	0	
										Douches collectives	5	0	0	0	
										Locaux de services	10	0	0	0	

Méthode de calcul Th-BCE 2012

Zone	Plage d'occupation /zone - Horaire chauffage/climatisation	Température de consigne chaud/zone			Température de consigne froid/zone			Horaire éclairage zone	Horaire ventilation zone	Locaux	Ratio par défaut surface utile du local/surface utile du groupe (%)	Nombre occupants nominal /m² utile par local	Chaleur : apports interne en occupation (hors éclairage) W/m² utile	Chaleur : Apports interne équipement hors occupation (hors éclairage) W/m² utile	Besoin unitaire hebdomadaire en ECS à 40°C
Industrie - 8h à 18h	8h18h;5j/7 (pas de vacances)	15	7	7	26	30	30	idem occupation	idem occupation	Bureaux standard	10	0,1	16	1,60	0,2 L/m² de surface utile
										Circulation Accueil	10	0	0	0	
										Aire de production	60	0,05	2	0	
										Sanitaire vestiaire	5	0	0	0	
										Douches collectives	5	0	0	0	
										Locaux de services	10	0	0	0	
Tribunal	5j/7; 8h-21h - pas de vacances	19	16	16	26	30	30	idem occupation	idem occupation	bureaux standards	58	0,1	16	0,00	0,24 L/m² de surface utile
										Accueil salle des pas perdus	8	0,2	0	0	
										Attente gardée	4	0	0	0	
										Salle d'audience correctionnelle	7	0,33	0	0	
										Salle d'audience civile	7	0,33	0	0	
										bibliothèque	2	0,1	5	0	
										circulation	6	0	0	0	
										Locaux de services	5	0	0	0	
										sanitaires vestiaires	3	0	0	0	
										Voyageurs	42	0,25	5	0	
Transport - Aéroport	6h-24h;7j/7	19	7	7	26	30	30	Idem occupation sauf réduit à 33% de 0h à 5h	Idem occupation	Galeries de circulation	17,9	0,08	2	0	0,24 L/m² de surface utile
										Commerces	10,9	0,12	5	0	
										Bureaux	14,3	0,1	16	1,6	
										Inspection filtrage	4,3	0,33	10	0	
										Sanitaire vestiaire	10,5	0	0	0	
										Petit magasin de vente (inférieure à 300m²)	40	0,25	48 (éclairage scénique)	0	
Commerce, magasin, zones commerciales	Lun-sam : 7h-22h 6j/7	19	16	7	26	30	30	idem occupation sauf 50% de 7h à 8h	idem occupation	Aire de vente (supérieure à 300m²)	25	0,15	8 de 8h à 13h et 2 de 13h à 22h	0	0,24 L/m² de surface utile
										Circulation (mail)	28	0,2	8	0	
										sanitaires collectifs	1	0	0	0	
										douches collectives	1	0	0	0	
										Locaux de services	5	0	0	0	

2.2.2 LES AUTRES CONVENTIONS D'USAGE

En parallèle aux scénarios décrits ci-avant, certains aspects de l'impact de l'occupant sont directement intégrés dans cette méthode de calcul. Pour certains cas ces actions manuelles sont mises en relation avec les automatismes correspondant aux mêmes actions.

On décrit ci après quelques-uns des ces impacts et les données conventionnelles correspondantes.

2.2.2.1 La gestion des protections mobiles

La gestion des protections mobiles par l'occupant résulte de son action par rapport à la maîtrise de l'éclairage (fermeture de ces protections dans les chambres en période de sommeil), de l'éblouissement (mise en place en cas de rayonnement indirect important), du confort thermique (fermeture de ces protections en journée en période estivale) et de la sécurité.

La gestion manuelle définie dans cette méthode de calcul varie donc selon le type d'utilisation des locaux et selon la période de l'année.

2.2.2.2 La gestion des baies

En mi-saison et en période estivale, selon les niveaux de température intérieure, la méthode de calcul prévoit un scénario d'ouverture des baies dans les bâtiments de catégorie CE1 qui ne sont pas équipés de systèmes actifs de refroidissement afin de limiter les surchauffes. Dans les bâtiments de catégorie CE1 qui sont équipés d'un système actif de refroidissement, la méthode de calcul prévoit uniquement un scénario d'ouverture des baies en mi-saison.

Dans les bâtiments de catégorie CE2, la méthode de calcul ne prévoit aucune ouverture de baies.

2.2.2.3 La gestion des débits d'air dans l'habitat

L'occupant a en général la possibilité de passer en grand débit en cuisine lors de la préparation des repas. Ce comportement est pris en compte dans cette méthode de calcul par une durée d'utilisation hebdomadaire conventionnelle de ce grand débit. Ces valeurs conventionnelles sont définies dans le tableau suivant :

		Durée d'Utilisation du Grand Débit exprimée en nombre d'heures/semaine
Ventilation mécanique	Dispositifs à gestion manuelle (par défaut)	14
	Dispositifs avec temporisation	7
Ventilation naturelle par conduit et ventilation hybride	Maison Individuelle ou accolée	14
	Logement Collectif	28

3. DESCRIPTION DE LA METHODE DE CALCUL

3.1 SCHEMA GLOBAL

Le schéma global de structuration des données d'entrée de la méthode est le suivant :

ThBCE 2012 vu des entrées utilisateurs				
Projet	situation géographique : département, altitude..			
batiment	SHOrt		Photovoltaïque	
zones	type de zone (liste)	perméabilité interne pour les débits au travers de l'enveloppe		
groupes	indicateur gpe standard ou circulation			
	Surface utile			
	inertie			
bati	baies	masques	vérandas	
	parois opaques	masques	vérandas	
	ponts thermiques	masques	vérandas	
	bouches d'air			
	perméabilité			
	débits d'air requis	bouches ou équivalent	réseaux	centrales
systèmes	émetteurs chauds	réseaux (sec. ; primaire)	générateurs	sources amont éventuelles (solaire, air...)
	émetteurs froid	réseaux (sec. ; primaire)		
	robinets d'ECS	réseaux (sec. ; primaire)		
	éclairage artificiel			
	locaux (liste conv)	surface utiles et accès à l'éclairage naturel		

3.2 LES DONNÉES D'ENTRÉE

3.2.1 LE CLIMAT

Les données d'entrée correspondantes sont la zone climatique (qui fait appel à l'année type de référence associée) et l'altitude (qui corrige ces données).

3.2.2 L'ENVIRONNEMENT PROCHE

Il permet de modifier les caractéristiques climatiques précédentes pour prendre en compte l'environnement local du bâtiment.

Pour la prise en compte des masques, la méthode de calcul distingue les masques lointains (définis par une hauteur de masque par tranche azimutale, ou par un profil de type rue), les masques végétaux et les masques proches horizontaux et verticaux.

En ce qui concerne les masques proches, des masques de géométrie complexe doivent être assimilés à la représentation simplifiée de la méthode de calcul et traduit en matière de masques horizontaux ou verticaux équivalents.

Il permet également de prendre en compte l'impact local en matière de vitesse du vent et de réflexion de l'environnement proche (valeurs conventionnelles).

3.2.3 LES SCENARIOS LIES A L'OCCUPATION DES LOCAUX

Les seules données d'entrée sont le type de zone et la répartition des locaux pour le calcul des apports de chaleur et d'humidité.

3.2.4 L'ENVELOPPE DU BATIMENT

Les baies transparentes sont décrites en matière de caractéristiques énergétiques et lumineuses : isolation, transmission solaire, transmission lumineuse ainsi que d'ouverture liée au confort d'été. La gestion des protections mobiles et des ouvertures peut être manuelle (avec un comportement conventionnel) ou automatique (avec prise en compte des caractéristiques propres du système de régulation).

Les parois opaques et les ponts thermiques sont pris en compte de façon analogue aux baies en considérant uniquement les aspects d'isolation et de transmission solaire.

Les données d'entrée sont, en ce qui concerne les caractéristiques physiques ci-dessus, définies dans les règles Th-Bat.

Toute valeur utilisée comme donnée d'entrée du calcul doit pouvoir être justifiée.

Cependant pour simplifier l'application des règles, des valeurs par défaut sont définies pour un certain nombre de données d'entrée. Elles peuvent être utilisées sans qu'il soit alors besoin de les justifier. Ces valeurs par défaut sont pénalisantes par rapport aux valeurs courantes.

Les ouvertures spécifiques intentionnelles liées à la ventilation et/ou à l'air comburant sont décrites en matière de caractéristiques débit-pression.

La perméabilité est décrite en matière de débit sous 4 Pa par m² de paroi.

3.2.5 L'ORGANISATION INTERIEURE DU BATIMENT

Elle est prise en compte sous les aspects suivants :

- Le type et la surface des locaux pour les apports internes avec en complément la part en accès à l'éclairage naturel (ceci étant lié au système d'éclairage utilisé). Si le local bénéficie d'une baie transparente, le ratio est supérieur à 0 et inférieur ou égal à 1 suivant sa profondeur et la hauteur de la partie supérieure de la baie. Si le local est aveugle, la part est nulle.
- Le caractère de perméabilité intérieure pour l'impact de la perméabilité des façades : ceci permet de distinguer, au niveau d'une zone, l'impact du vent entre façades opposées, ou pour le tirage thermique, entre étages.
- Le caractère de perméabilité intérieure pour l'ouverture des baies en confort thermique. De même nature que la précédente, ce critère permet de prendre en compte les potentialités, les débits en jeu étant largement supérieurs au cas précédent. Il est conventionnel excepté pour les logements collectifs.

3.2.6 L'INERTIE THERMIQUE

Elle est calculée conformément aux Th-Bat (partie Th-I), et permet de définir les caractéristiques d'inertie C_m et de surface d'échange équivalent A_m .

Conformément à ces règles, différentes approches sont possibles :

- Détermination en matière de classe d'inertie (très légère, légère, moyenne, lourde, très lourde) soit forfaitaire, soit par une méthode à point permettant une approche plus fine en fonction des caractéristiques des parois intérieures et extérieures du local. A chaque classe d'inertie est associée une valeur conventionnelle pour A_m et pour C_m ,
- Calcul direct de A_m et C_m à partir des caractéristiques détaillées des parois intérieures et extérieures.

3.2.7 LE CHAUFFAGE ET LE REFROIDISSEMENT

Les émetteurs sont caractérisés par leur variation spatiale (différence entre la température dans la zone d'occupation et la température moyenne du local), essentiellement liée aux phénomènes de stratification et par la part convective radiative de l'émission.

La régulation des émetteurs est caractérisée par une variation temporelle (K) exprimant la différence entre la température moyenne de la zone d'occupation et la température de consigne ainsi que par les parts convective et radiative "vue" par la sonde de régulation.

Les cas échéant, est également décrit le ventilateur de recyclage local, avec la possibilité de définir différentes valeurs de puissances liées à la régulation.

Les circuits de distribution sont caractérisés par leurs pertes thermiques, les puissances et la régulation des circulateurs en distinguant deux niveaux d'arborescence : réseau du groupe et réseau intergroupes. Ces pertes sont fonction des déperditions des réseaux et de l'écart température moyenne du réseau-température d'ambiance. Les températures des réseaux sont fonction du type d'émetteur et varient au fil du temps en fonction du système de gestion régulation. Du fait de leur nature répartie, les pertes des réseaux du groupe sont considérées comme intégralement récupérables.

Les générateurs sont caractérisés par des modèles de fonctionnement dépendant de la puissance appelée par le réseau de distribution, de la température de source aval (distribution) et éventuellement de la température amont. Chaque matrice associée au système de gestion régulation du générateur permet de calculer les énergies consommées et éventuellement produites par nature et par zone ainsi que les énergies récupérables (vers l'ambiance ou vers d'autres systèmes de génération).

Les systèmes de génération sont constitués d'un ou de plusieurs générateurs, éventuellement associés à des sources amont, air extérieur, sol, tours de refroidissement, des dispositifs de stockage et des systèmes solaires thermiques.

3.2.8 L'EAU CHAUDE SANITAIRE

La structuration est identique aux systèmes de chauffage et de refroidissement :

La nature des équipements terminaux (douche, bain, robinets...) permet de moduler les besoins d'ECS initiaux.

Les réseaux de distribution secondaire prennent en compte la quantité d'eau chaude sanitaire perdue à chaque puisage, fonction du volume d'eau dans le conduit. Les réseaux primaires sont caractérisés soit par des pertes thermiques à l'instar des réseaux de chauffage soit par l'énergie

requis pour leur maintien en température.

Les ballons de stockage sont décrits par leurs caractéristiques thermiques (isolation, volume en particulier) et par leur mode de gestion régulation, l'ensemble se traduisant par des pertes que le générateur doit compenser, pertes qui peuvent également être récupérables dans l'ambiance.

Les générateurs sont décrits de façon analogue aux systèmes de chauffage.

3.2.9 LA PRODUCTION D'ELECTRICITE

La production d'électricité peut être de deux natures :

- Production photovoltaïque
- Production associée aux systèmes de cogénération (micro-cogénérateur avec appoint intégré, ou cogénérateur avec appoint séparé).

Les systèmes de production photovoltaïque sont caractérisés par les panneaux photovoltaïques (caractéristiques énergétiques, surface, orientation et inclinaison en degrés, masques) et les circuits électriques associés. La production est calculée au niveau du bâtiment. L'orientation est prise en compte de façon continue en degrés.

3.2.10 LA VENTILATION

Du fait de la cohérence requise entre réglementation thermique et réglementations d'hygiène, les débits de ventilation à assurer (soit repris soit extraits) sont systématiquement des données d'entrée du calcul. L'utilisateur définit donc les débits de ventilation de son projet, qui doivent respecter à minima les valeurs liées aux réglementations d'hygiène. Pour certains systèmes régulés (hygro-réglables dans les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs, par sonde CO₂ ou de présence pour les autres usages), les débits énergétiques équivalents sont fournis par les Avis Techniques relatifs à ces systèmes.

Quand les réglementations d'hygiène l'autorisent, la ventilation par seule ouverture des baies est prise en compte en intégrant un facteur comportemental par rapport aux exigences en matière de débit. Elle n'est pas prise en compte pour les autres cas.

Ces débits ont un impact sur les besoins et les consommations de chauffage, de refroidissement et sur le confort thermique.

Les éléments terminaux (hors bouches d'air en façade définies précédemment) permettent de prendre en compte les systèmes de gestion régulation soit par un débit équivalent, soit par un facteur correctif des débits initiaux portant soit sur les débits soit sur les durées d'utilisation selon différents modes.

Les conduits sont séparés en partie située à l'intérieur du volume chauffé, valorisés par leur étanchéité, et en partie externe où l'étanchéité est complétée par l'isolation.

Les ventilateurs et centrales de traitement d'air sont définis par leurs caractéristiques propres (ventilateur (s), échangeur, batteries chaude et froide, recyclage..) et les systèmes de gestion régulation associés. Leurs impacts sont traduits en matière de températures et humidités d'air entrant (pour les systèmes apportant de l'air aux locaux) et par les consommations de ventilateurs, ces consommations étant prises en compte dans le calcul du coefficient Cep.

3.2.11 L'ECLAIRAGE

Les systèmes d'éclairage sont définis par leurs puissances et leur mode de gestion régulation (manuel et/ou automatique). Chaque système est associé à la part en éclairage naturel des locaux desservis, ce qui permet de calculer sa consommation énergétique au fil du temps. Ces consommations sont considérées comme source de chaleur intégralement récupérable.

3.3 LES CALCULS INTERMÉDIAIRES

On décrit ici uniquement les aspects complémentaires aux algorithmes de calcul liés aux points précédents, ou à celui des sorties.

3.3.1 *LES SAISONS*

Dans de nombreux cas, le fonctionnement des équipements (qu'ils concernent le bâti ou les systèmes) présente un aspect saisonnier. Ceci peut être lié à la présence d'automatismes mais également à des comportements conventionnels du gestionnaire ou de l'occupant.

On distingue 3 saisons : hiver, mi-saison, été, le chauffage n'étant opérationnel qu'en hiver.

Ceci correspond donc à 4 dates intermédiaires pour chaque année, qui sont calculées par rapport au fonctionnement simulé au niveau de chaque groupe : si un système de chauffage ou de refroidissement est en fonctionnement, la fin de la période est calculée sur la base de l'énergie consommée lors des 3 semaines précédentes. Si aucun système n'est en fonctionnement, la fin de la saison est basée sur un indicateur d'inconfort cumulé.

3.4 LES SORTIES REGLEMENTAIRES ET LES INDICATEURS

3.4.1 *LES SORTIES REGLEMENTAIRES*

Elles sont relatives aux exigences réglementaires : coefficient Bbio, coefficient Cep, Tic et contribution des énergies renouvelables (Aepenr).

3.4.2 *LES INDICATEURS PEDAGOGIQUES*

Ils ont pour objectif d'aider à la compréhension des résultats obtenus et de permettre ainsi d'identifier les postes à éventuellement améliorer.

Une première série d'indicateurs permet une analyse plus fine des valeurs Bio et Cep en matière d'usage, de type d'énergie, de discrétisation spatiale (bâtiment > zones > groupes) et temporelle (valeurs mensuelles). Ils nécessitent évidemment que le calcul ait été effectué.

Une seconde série permet une appréciation concaténée des données d'entrée du projet pour le bâti et les systèmes. Ces indicateurs peuvent être disponibles avant d'effectuer un calcul (par exemple les caractéristiques géométriques du bâti) ou nécessitent que le calcul ait été effectué (par exemple l'efficacité moyenne annuelle d'un générateur).

Une troisième série d'indicateurs (pouvant être optionnels) nécessitent un nouveau calcul permettant une comparaison avec le projet étudié (par exemple les apports solaires récupérés).

3.4.3 *REGLE D'ARRONDIS*

Les résultats de calculs, intermédiaires ou finaux, doivent être fournis avec un chiffre après la virgule.

4. MODE DE DESCRIPTION DE LA METHODE

Cette méthode de calcul est basée sur une approche orientée « objet » dont le principe est de décrire chaque composant en termes de paramètres, d'entrée, et de sorties.

Cette méthode de calcul est structurée de la façon suivante :

- Un cœur de calcul qui effectue les calculs annuels au pas de temps horaire pour les coefficients Bbio, Cep et Tic,
- Des pré processeurs utilisés en amont du cœur de calcul, et permettant d'alimenter les objets le composant,
- Des post processeurs d'intégration et traitement des résultats horaires.

Les calculs sont menés pour une année civile non bissextile allant du lundi 1^{er} janvier au 31 décembre et non bissextile.

4.1 MODE DE DESCRIPTION D'UN OBJET

Un objet au sens de la présente méthode de calcul permet un traitement de l'information par l'intermédiaire d'algorithmes de calcul.

Une fiche objet est structurée de la façon suivante :

- Des paramètres qui permettent de décrire les caractéristiques à prendre en compte. Ces valeurs sont les données à fournir par l'utilisateur de la méthode de calcul. On distingue des paramètres dit intrinsèques qui correspondent aux caractéristiques propres du composant, de paramètres dit d'intégration correspondants à la mise en œuvre dans le projet étudié (Par exemple, le coefficient U d'une baie est un paramètre intrinsèque alors que son orientation est un paramètre d'intégration),
- Des entrées et des sorties qui font le lien avec les autres objets du cœur de calcul,
- Une description mathématique des algorithmes, pouvant faire appel à des variables internes ou des constantes.

FICHES ALGORITHME DES COMPOSANTS ET DES ASSEMBLAGES

5. METEO ET ENVIRONNEMENT EXTERIEUR

5.1 C Eex Climat extérieur

5.1.1 INTRODUCTION

La présente fiche a pour objet de mettre à disposition du moteur de calcul les données météorologiques d'entrée nécessaires au calcul réglementaire.

La procédure décrite ici vise à attribuer à chaque pas de temps les données météorologiques relatives à chaque projet en fonction :

- Du département
- De l'altitude

Une fois ces informations renseignées, la procédure permet d'attribuer à chaque pas de temps :

- Les données relatives au temps
- la température extérieure de l'air sec et son humidité,
- les données solaires (position du soleil, rayonnement direct normal et diffus horizontal)
- les données d'éclairement
- la donnée de rayonnement froid vers la voute céleste,
- le poids d'eau,
- la vitesse du vent
- la direction du vent.

Le Ministère de la Construction tient les données climatiques par zone climatique à disposition.

5.1.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 1 donne la nomenclature des différentes variables du modèle.

Entrées du composant						
Nom	Description	Unité				
Htsm	Heure pour le calcul annuel (UTC+1)					
Paramètres intrinsèques du composant						
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.	
Htsmd	heure de début du pas de temps en UTC		0	8759	-	
Htsmf	heure de fin du pas de temps en temps UTC		1	8760	-	
Jour_mois	Le jour du mois		1	31	-	
jsem	Numéro du jour de la semaine, 1 correspond au lundi		1	7	-	
EHLO	Nombre d'heure de décalage entre l'heure légale et l'heure UTC		1	2	-	
IHJ	L'heure du jour		1	24	-	
IHS	L'heure de la semaine		1	168	-	
ISEM	Le numéro de la semaine		1	52	-	
IMOIS	Le numéro du mois		1	12	-	
Jour_année	Le numéro du jour de l'année		1	365	-	
Te0	Température extérieure d'air sec au niveau de la mer	°C	-20	50	-	
Hr0	Humidité relative	%	0	100	-	
we0	Poids d'eau au niveau de la mer	g/kg as	0	25	-	
Rdirn _{Dn}	Rayonnement direct normal au rayonnement solaire	W/m ²	0	1370	-	
Rdiff	Rayonnement diffus horizontal	W/m ²	0	1370	-	
Te _{ciel}	Température du ciel	°C	-	-	-	
dT _{ciel}	différence température du ciel – température d'air	K	-	-	-	
Vent	La vitesse du vent à 10 m de hauteur	m/s	0	-	-	
dirVent	Direction du vent	deg	-	-	-	
γ	Hauteur du soleil	rd	0	π/2	-	
ψ	Orientation du soleil par rapport au sud (lever négatif)	rd	-π	+π	-	
Lat	Latitude	deg	-	-	-	
Long	Longitude	deg	-	-	-	
Teau0	Température d'alimentation en ECS à l'altitude zéro	°C	-	-	-	
Paramètres d'intégration du composant						
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.	
département	Numéro du département		1	95	-	
Alt	Altitude du projet	m	0	-	-	
Dmer	Distance à la mer	km	0	-	-	
Durb	Distance à l'îlot urbain	km	0	-	-	

Sorties

Nom	Description	Unité
Htsmd	heure de début du pas de temps en temps UTC	
Htsmf	heure de fin du pas de temps en temps UTC	
Jour_mois	Le jour du mois	
jsem	Numéro du jour de la semaine, 1 correspond au lundi	
EHLO	Nombre d'heure de décalage entre l'heure légale et l'heure UTC	
IHJ	L'heure du jour en temps UTC	
IHS	L'heure de la semaine	
ISEM	Le numéro de la semaine	
IMOIS	Le numéro du mois	
Jourannée	Le numéro du jour de l'année	
Te	Température extérieure d'air sec pour le site	°C
we	Poids d'eau pour le site	kg/kg as
I _{Dn}	Rayonnement direct normal au rayonnement solaire	W/m ²
I _{di}	Rayonnement diffus horizontal	W/m ²
Te _{ciel}	Température du ciel	K
Vent	La vitesse du vent à 10 m de hauteur	m/s
dirVent	direction du vent	deg
γ	Hauteur angulaire du soleil au dessus de l'horizon	radian
ψ	Angle horaire du soleil avec le midi pour origine, sens horaire (négatif au lever, positif au coucher)	radian
Lat	Latitude	deg
Long	Longitude	deg
Teau	Température d'alimentation en ECS	°C
E _{Dn}	Eclairement normal au rayonnement	Lux
E _{di}	Eclairement diffus horizontal	Lux
Hleg	Heure légale	h
θ _{base_ext}	Température extérieure de base (corrigée par l'altitude)	°C

Variables internes

Nom	Description	Unité
θ _{base_ext_0}	Température de base pour le département associé à l'altitude 0m.	°C
Pvs	Pression de vapeur saturante	hpa

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
P	Pression atmosphérique	hpa	1013

Tableau 1 : Nomenclature du modèle

5.1.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

Les données de sortie de même nom que les données d'entrée ont la même valeur.

Pour les autres données de sortie, les calculs sont les suivants

Calcul de la température de base extérieure

En fonction du département il est affecté une température de base à chaque département selon le tableau suivant :

Département	Température de base $\theta_{base_ex_0}$
01, 02, 03, 05, 08, 10, 14, 15, 19, 21, 23, 25, 27, 28, 38, 39, 42, 43, 45, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95.	-9
04, 07, 09, 12, 16, 17, 18, 22, 24, 26, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 40, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 56, 64, 65, 72, 79, 82, 81, 84, 85, 86.	-6
06, 11, 13, 2A, 2B, 30, 34, 66, 83	-3

La température de base est constante pour toute la simulation. Elle fait également l'objet d'une correction d'altitude.

Calcul de l'heure légale

Il est bien entendu que cette heure doit être strictement inférieure à 24h.

En hiver, le décalage est d'une heure. Lorsque l'heure solaire est de 12h alors l'heure légale est de 13h. L'heure solaire de 23 à 0 de la veille est donc l'heure légale de 0 à 1h du jour.

En été, le décalage est de deux heures. Lorsque l'heure solaire est de 12h l'heure légale est de 14 heures. L'heure solaire de 22 à 23h la veille est donc l'heure légale de 0 à 1h du jour et l'heure solaire de 23 à 0h de la veille est l'heure légale du jour de 1h à 2h.

$$H_{leg} = IH_j + EH_{LO}$$

Correction d'altitude.

La correction d'altitude se fait en appliquant les formules suivantes :

$$\theta_{base_ext} = \theta_{base_ext_0} - 0.005 * alt_{corr}$$

$$T_e = T_{e0} - 0.005 * alt_{corr}$$

$$w_e = (w_{e0} - 0.0025 * alt_{corr}) / 1000$$

$$T_{eau} = T_{eau0} - 0.005 * alt_{corr}$$

Le paramètre alt_{corr} prend les valeurs suivantes :

- Si l'altitude est inférieure ou égale à 400m, le site est considéré à 300m et $alt_{corr} = 300m$.

- Si l'altitude est comprise entre 400m et 800m inclus, le site est considéré à 500m, $alt_{corr} = 500m$.
- Si l'altitude est supérieure à 800m, le site est considéré à 900m, $alt_{corr} = 900m$.

Calcul des données E_{Dn} et E_{di}

$$E_{Dn} = I_{Dn} * (-1.03753210E-08x\gamma^6 + 2.90312257E-06x\gamma^5 - 3.31804423E-04x\gamma^4 + 1.99283162E-02x\gamma^3 - 6.72171072E-01x\gamma^2 + 1.24650445E+01x\gamma + 2.38954889E+00)$$

Si $I_{Dn} < 1 \text{ W/m}^2$ $E_{di} = 124 \text{ ldi}$

Si $I_{Dn} > 120 \text{ W/m}^2$ $E_{di} = 128 \text{ ldi}$

Sinon $E_{di} = 116 \text{ ldi}$

5.2 C Eex environnement proche

5.2.1 INTRODUCTION

Cette fiche algorithmne concerne le calcul du rayonnement solaire et le calcul de l'éclairement naturel sur une paroi compte tenu de la présence éventuelle de masques, architecturaux ou lointains.

Les masques lointains sont applicables sur l'ensemble des composants parois opaques, ponts thermiques et baies, ainsi que les parois d'espace tampon, les capteurs solaires photovoltaïques et les capteurs solaires thermiques, quelle que soient leur inclinaison.

Les masques proches ne sont applicables que sur les parois opaques, les ponts thermiques, les baies et les parois vitrées d'espace tampon verticaux (inclinaison égale à 90°).

Les phases du calcul sont les suivantes :

- calcul du rayonnement solaire direct sur la paroi, sans masques,
- calcul du rayonnement solaire diffus sur la paroi, sans masques,
- calcul du rayonnement solaire réfléchi par le sol sur la paroi, sans masques,
- calcul de l'éclairement naturel direct sur la paroi, sans masques,
- calcul de l'éclairement naturel diffus sur la paroi, sans masques,
- calcul de l'éclairement naturel réfléchi par le sol sur la paroi, sans masques,
- prise en compte des masques solaires. Six types de masques sont considérés :
 - masque lointain défini par tranches azimutales,
 - masque lointain constitué d'arbres à feuilles caduques,
 - masque lointain de type plan vertical éloigné, caractérisé par l'angle sous lequel le masque est vu,
 - masques proches verticaux droite et/ou gauche ; considérés comme infinis, caractérisés par leur débord et leur distance à la paroi étudiée,
 - masque proche horizontal ; considéré comme infini, caractérisé par son débord et sa distance à la paroi étudiée,

Il est possible de prendre en compte une combinaison d'un masque proche horizontal et de masques proches verticaux.

- Calcul du rayonnement direct, du rayonnement diffus et réfléchi par le sol, sur la paroi compte tenu des masques.
- Calcul de l'éclairement direct, de l'éclairement diffus et réfléchi par le sol, sur la paroi compte tenu des masques.

On calcule également la correction locale de la vitesse du vent, le rayonnement froid de la voûte céleste et la température d'eau froide utilisée pour l'ECS.

Dans tous les calculs les angles sont en radians.

5.2.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 2 donne la nomenclature des différentes variables du composant.

Entrées du composant					
Nom	Description	Unité			
I_{Dn}	Rayonnement solaire direct normal	W/m ²			
I_{di}	Rayonnement solaire diffus horizontal isotrope	W/m ²			
ψ	Azimut du soleil (Angle du soleil par rapport au sud)	rd			
γ	Hauteur du soleil	rd			
E_{Dn}	Eclairement naturel direct normal	Lux			
E_{di}	Eclairement naturel diffus horizontal	Lux			
$T_{e_{ciel}}$	Température du ciel	°C			
T_e	Température extérieure d'air sec	°C			
w_e	Poids d'eau	kg/kg			
Vent	La vitesse du vent à 10 m de hauteur	m/s			
Dir_{vent}	Direction du vent	°			

Paramètres intrinsèques du composant					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.

Paramètres d'intégration du composant					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
α	Azimut de la paroi considérée, ev, (0° : Sud ; 90° : Ouest ; 180° : Nord ; 270° : Est) Orientation du masque, dans le cas d'un masque vertical lointain pour une paroi horizontale	°	0°	360	-
β	Inclinaison de la paroi considérée, ev, (0° : horizontale vers le haut ; 90° : verticale, 180° : horizontal vers le bas)	°	0°	180	-
l_{pb}	Largeur de la paroi	m	0	$+\infty$	-
h_{pb}	Hauteur de la paroi	m	0	$+\infty$	-
alb	Albédo du sol pour le rayonnement solaire	-	0	1	0,2
alb_{ecl}	Albédo du sol pour l'éclairement naturel <i>Pour masque vertical droit</i>	-	0	1	0,2
d_{vd}	Profondeur du masque proche vertical droit	m	0	$+\infty$	
d_{pd}	Distance entre la paroi et le masque proche vertical droit	m	0	$+\infty$	
	<i>Pour masque vertical gauche</i>				
d_{vg}	Profondeur du masque proche vertical gauche	m	0	$+\infty$	
d_{pg}	Distance entre la paroi et le masque proche vertical gauche	m	0	$+\infty$	
	<i>Pour masque proche horizontal</i>				
d_{hm}	Profondeur du masque proche horizontal	m	0	$+\infty$	
d_{hp}	Distance entre la paroi et le masque proche horizontal	m	0	$+\infty$	
	<i>Pour masque vertical lointain</i>				
d_E	Distance entre le masque vertical lointain et la paroi	m	0	$+\infty$	

hp _E	Hauteur du masque lointain vertical par rapport au centre de la paroi	m	0	+∞	
<i>Pour masque vertical par tranches azimutales</i>					
Az	Angle des différentes tranches Azimutales	°	-	-	
Y _i	Hauteur en (°) de l'horizon vu du centre de la paroi intégrant les masques naturels et urbains existants et futurs pour chaque tranche azimutale	°	0	90	
T _{simul_déb} _veg	Heure de simulation à partir de laquelle on considère que les arbres à feuilles caduques portent des feuilles (début de saison végétative)	h	0	876 0	3216
T _{simul_fin} _veg	Heure de simulation à partir de laquelle on considère que les arbres à feuilles caduques ne portent plus de feuilles (fin de saison végétative)	h	0	876 0	6889
N _{masque}	Nombre de masques protégeant la paroi k	-	0	7	-
Id _{masque} [N _{masque}]	Identifiant des masques	-	-	-	-

Sorties

Nom	Description	Unité
Te	Température extérieure d'air sec	°C
we	Poids d'eau	kg/kg
Ventc	La vitesse du vent corrigée à 10 m de hauteur	m/s
Dirvent	Direction du vent	°
Te _{ciel}	Température du ciel	°C
Θ _{ev}	Angle entre le soleil et la normale à la paroi considérée	rd
Drp [*] _{ev}	Rayonnement direct atteignant une paroi	W/m ²
Dfp [*] _{ev}	Rayonnement diffus atteignant une paroi	W/m ²
Rrp [*] _{ev}	Rayonnement réfléchi atteignant une paroi	W/m ²
Erp [*] _{ev}	Eclairement direct atteignant une paroi	Lux
Efp [*] _{ev}	Eclairement diffus atteignant une paroi	Lux
Errp [*] _{ev}	Eclairement réfléchi atteignant une paroi	Lux
ETp [*] _{ev}	Eclairement total atteignant une paroi	Lux
Q _{er} [*]	Densité de flux de chaleur de l'environnement extérieur vers la voûte céleste, compte tenu de l'inclinaison de la paroi	W/m ²
Jour_ast ro	Période du jour pendant laquelle le soleil est au dessus de l'horizon	-

Variables internes

Nom	Description	Unité
ev	Indice de l'élément d'enveloppe	-
Cvent	Correction locale de la vitesse du vent. Valeur conventionnelle fixée à 0,9	-
Drp	Rayonnement direct incident	W/m ²
Dfp	Rayonnement diffus incident	W/m ²
Rrp	Rayonnement réfléchi incident	W/m ²
Erp	Eclairement direct incident	Lux
Efp	Eclairement diffus incident	Lux
Errp	Eclairement réfléchi incident	Lux
FfDir	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct	-
FfDiff	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire diffus	-

F_{fRp}	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire réfléchi	-
$F_{vd,dir}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct dû au masque proche vertical droit	-
$F_{vg,dir}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct dû au masque proche vertical gauche	-
$F_{vd,dif}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire diffus dû au masque proche vertical droit	-
$F_{vg,dif}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire diffus dû au masque proche vertical gauche	-
F_{h-dir}	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct dû au masque proche horizontal	-
F_{h-dif}	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire diffus dû au masque proche horizontal	-
$F_{E-LV-dir}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct dû au masque lointain défini par un plan vertical	-
$F_{E-LV-dif}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire diffus dû au masque lointain défini par un plan vertical	-
$F_{E-Az,dir}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct dû aux masques lointains définis par tranches azimutales	-
$F_{E-Az,dif}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire diffus dû aux masques lointains définis par tranches azimutales	-
$F_{E-Az_cad,dir}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct dû aux masques lointains constitués d'arbres à feuilles caduques définis par tranches azimutales	-
$F_{E-Az_cad,dif}$	Facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire diffus dû aux masques lointains constitués d'arbres à feuilles caduques définis par tranches azimutales	-
Φ	Angle azimutal entre le soleil et la paroi	°

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
h_{re}	Coefficient d'échange radiatif extérieur	W/m ² /K	5.5

Tableau 2 : Nomenclature des différentes variables du modèle

5.2.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

Conversion des angles en radians

Orientation du masque	$\alpha \cdot \pi / 180$
Inclinaison de la paroi	$\beta \cdot \pi / 180$
Hauteur sur l'horizon des masques par tranches azimutale γ_i	$\gamma_i \cdot \pi / 180$

Prise en compte des masques

Le composant 'environnement proche' calcule les rayonnements solaires et les éclairagements dans la direction de la paroi, prend en compte les masques éventuels, pour finalement aboutir aux rayonnements et aux éclairagements incidents sur la paroi.

Chaque paroi protégée peut être protégée par un à six types de masques :

- masque proche vertical, droite et gauche,
- masque proche horizontal,
- masque vertical lointain,
- masque vertical lointain par tranche d'azimut,
- masque constitué d'arbres à feuilles caduques.

Il est possible de prendre en compte une combinaison d'un masque proche horizontal et de masques proches verticaux.

Pour décrire un masque il convient de décrire ses paramètres d'intégration.

Avant le calcul des masques tous les facteurs d'affaiblissement sont forcés à 1, ainsi seuls les masques décrits ont un impact sur les calculs.

Cas particulier des ponts thermiques

Les ponts thermiques peuvent se voir appliquer des masques lointains quels que soient leur inclinaison et leur profil. Il conviendra alors d'adopter une description détaillée de ses derniers (voir fiche « *C_Bat_Ponts thermiques* »).

Pour les masques proches, seuls les ponts thermiques « verticaux » (par exemple les linéaires entre deux façades) sont concernés. Le pont thermique est alors modélisé sous la forme d'une paroi opaque verticale dont l'orientation est celle définie au niveau du pont thermique et dont la largeur est conventionnellement fixée à 30 cm.

5.2.3.1 Calcul du rayonnement solaire direct

La donnée d'entrée étant le rayonnement direct normal, I_{Dn} , on calcule l'angle entre ce rayonnement et la normale à la paroi. On en déduit le rayonnement sur le plan étudié, Drp

- Calcul de l'angle entre le soleil et la normal à la paroi étudiée :

$$\theta = \min \left[\frac{\pi}{2}; \text{Arc cos}(\cos(\gamma) \cdot \sin(\beta) \cdot \cos(\psi - \alpha) + \sin(\gamma) \cdot \cos(\beta)) \right] \quad (1)$$

- Calcul de Drp sur le plan étudié :

$$Drp = \cos(\theta) \cdot I_{Dn} \quad (2)$$

5.2.3.2 Calcul du rayonnement solaire diffus

Compte tenu de l'hypothèse d'isotropie du rayonnement diffus, le rayonnement atteignant l'orientation considérée, D_{fp} , n'est fonction que de son inclinaison et du rayonnement diffus isotrope I_{di} :

$$D_{fp} = I_{di} \cdot 0,5 \cdot (1 + \cos(\beta)) \quad (3)$$

5.2.3.3 Calcul du rayonnement solaire réfléchi par le sol

Le rayonnement solaire réfléchi par le sol est supposé isotrope. Le rayonnement réfléchi atteignant l'orientation considérée, R_{rp} , n'est fonction que de son inclinaison, de l'albédo du sol et du rayonnement global horizontal ($I_{Dh} + I_{di}$) :

$$R_{rp} = (I_{Dh} + I_{di}) \cdot alb \cdot 0,5 \cdot (1 - |\cos(\beta)|) \quad (4)$$

Avec :

$$I_{Dh} = I_{Dn} \cdot \sin(\gamma) \quad (5)$$

5.2.3.4 Calcul de l'éclairement naturel direct

La donnée d'entrée étant l'éclairement direct normal, E_{Dn} , on calcule l'angle entre cet éclairement et la normale à la paroi. On en déduit l'éclairement sur le plan étudié, E_{rp} .

- Calcul de l'angle entre le soleil et la normale à la paroi étudiée :

$$\theta = \min \left[\frac{\pi}{2}; \text{Arc cos}(\cos(\gamma) \cdot \sin(\beta) \cdot \cos(\psi - \alpha) + \sin(\gamma) \cdot \cos(\beta)) \right] \quad (6)$$

- Calcul de E_{rp} sur le plan étudié :

$$E_{rp} = \cos(\theta) \cdot E_{Dn} \quad (7)$$

5.2.3.5 Calcul de l'éclairement naturel diffus

Compte tenu de l'hypothèse d'isotropie de l'éclairement diffus, l'éclairement atteignant l'orientation considérée, E_{fp} , n'est fonction que de son inclinaison et de l'éclairement diffus isotrope E_{di} :

$$E_{fp} = E_{di} \cdot 0,5 \cdot (1 + \cos(\beta)) \quad (8)$$

5.2.3.6 Calcul de l'éclairement naturel réfléchi par le sol

L'éclairement réfléchi par le sol est supposé isotrope. L'éclairement réfléchi atteignant l'orientation considérée, E_{rrp} , n'est fonction que de son inclinaison, de l'albédo du sol et de l'éclairement global horizontal ($E_{Dh} + E_{di}$) :

$$E_{rrp} = (E_{Dh} + E_{di}) \cdot alb_{ecl} \cdot 0,5 \cdot (1 - |\cos(\beta)|) \quad (9)$$

Avec :

$$E_{Dh} = E_{Dn} \cdot \sin(\gamma) \quad (10)$$

5.2.3.7 Correction locale de la vitesse du vent à 10 m de hauteur

$$V_{entc} = V_{ent} \cdot C_{vent}$$

Avec conventionnellement : $C_{vent} = 0,9$

5.2.3.8 Calcul du rayonnement froid vers la voûte céleste

$$Q_{er}^* = h_{re} \cdot (T_{eciel} - T_e) \cdot \max(\cos(\beta), 0) \quad (11)$$

5.2.3.9 Calcul de la durée du jour

Si $\gamma \geq 0.0001$, alors,

$$Jour_{astro} = 1$$

Sinon,

$$Jour_{astro} = 0$$

(12)

5.2.3.10 Masques proches verticaux¹

Ce type de masques est associé uniquement aux parois opaques, baies, parois d'espace tampon et ponts thermiques verticaux (voir Figure 1).

5.2.3.10.1 Rayonnement solaire direct et éclairage naturel direct

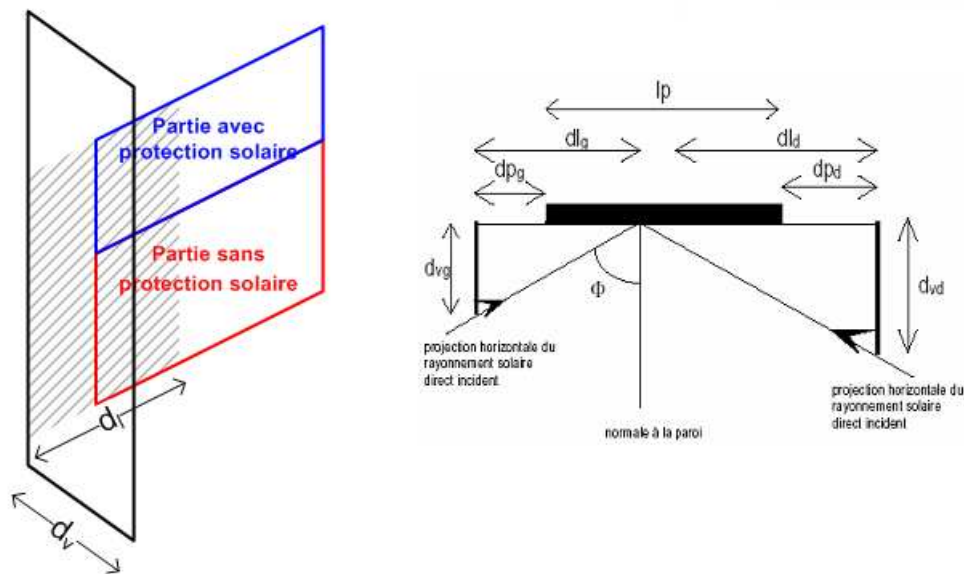


Figure 1 : Masques proches verticaux

¹ L'indice d indique la partie droite et l'indice g indique la partie gauche

Les facteurs d'affaiblissement du rayonnement solaire direct incident, $F_{vg,dir}$ et $F_{vd,dir}$, sont calculés comme suit :

$$\begin{aligned}
 & -si \beta = \frac{\pi}{2} \quad (\text{paroi verticale}) \\
 & \phi = \psi - \alpha \\
 & -si \cos(\phi) \geq 10^{-5} \quad (\text{si entrée du soleil dans le plan concerné}) \\
 & -si d_{vg} > 0 \\
 & d_{lg} = \text{Max} \left(0 ; d_{vg} \times \text{tg}(\phi) \right) \\
 & F_{vg,dir} = \text{Min} \left[\text{Max} \left(0 ; 1 - \frac{d_{lg} - d_{pg}}{l_p} \right) ; 1 \right] \\
 & -si d_{vg} \leq 0 \\
 & F_{vg,dir} = 1 \\
 & -si d_{vd} > 0 \\
 & d_{ld} = \text{Max} \left(0 ; -d_{vd} \times \text{tg}(\phi) \right) \\
 & F_{vd,dir} = \text{Min} \left[\text{Max} \left(0 ; 1 - \frac{d_{ld} - d_{pd}}{l_p} \right) ; 1 \right] \\
 & -si d_{vd} \leq 0 \\
 & F_{vd,dir} = 1 \\
 & -si \cos(\phi) < 10^{-5} \\
 & \begin{cases} F_{vg,dir} = 1 \\ F_{vd,dir} = 1 \end{cases} \\
 & -si \beta \neq \frac{\pi}{2} \quad (\text{paroi non verticale}) \\
 & \begin{cases} F_{vg,dir} = 1 \\ F_{vd,dir} = 1 \end{cases}
 \end{aligned} \tag{13}$$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairement naturel direct que pour le rayonnement solaire.

5.2.3.10.2 Rayonnement solaire diffus et éclairement naturel diffus

Les facteurs d'affaiblissement pour le rayonnement solaire diffus et pour l'éclairement diffus ne sont pas pris en compte.

$$F_{vg,dif} = 1$$

$$F_{vd,dif} = 1$$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairement naturel diffus que pour le rayonnement solaire.

5.2.3.11 Masque proche horizontal

Ce type de masques est associé uniquement aux parois opaques, baies, parois d'espace tampon et ponts thermiques verticaux.

5.2.3.11.1 Rayonnement solaire direct et éclairage naturel direct

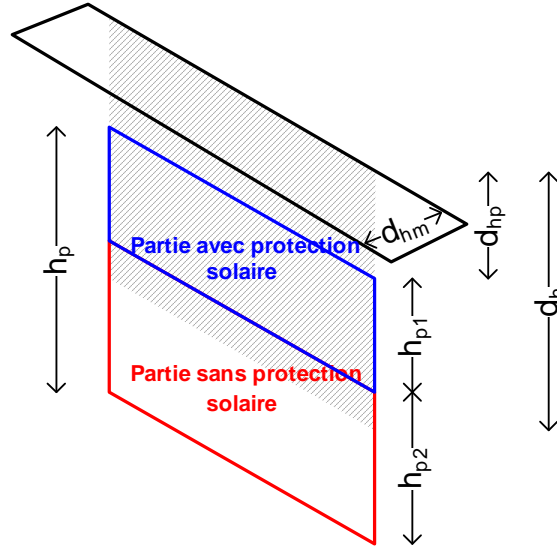


Figure 2 : Masque proche horizontal

Le facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct F_{h-dir} est calculé comme suit :

$$\begin{aligned}
 & - \text{si } \beta = \frac{\pi}{2} \text{ (paroi verticale)} \\
 & \quad \phi = \psi - \alpha \\
 & \quad - \text{si } \cos(\phi) \geq 10^{-5} \text{ (si entrée du soleil dans le plan concerné)} \\
 & \quad - \text{si } d_{hm} > 0 \\
 & \quad d_h = \text{Max} \left(0 ; d_{hm} \frac{\text{tg}(\gamma)}{\cos(\phi)} \right) \\
 & \quad F_{h-dir} = \text{Min} \left[\text{Max} \left(0 ; 1 - \frac{d_h - d_{hp}}{h_p} \right) ; 1 \right] \\
 & \quad - \text{si } d_{hm} \leq 0 \\
 & \quad \{ F_{h-dir} = 1 \\
 & \\
 & \quad - \text{si } \cos(\phi) < 10^{-5} \\
 & \quad \{ F_{h-dir} = 1 \\
 & \\
 & - \text{si } \beta \neq \frac{\pi}{2} \text{ (paroi non verticale)} \\
 & \quad \{ F_{h-dir} = 1
 \end{aligned} \tag{14}$$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairage naturel direct que pour le rayonnement solaire.

5.2.3.11.2 Rayonnement solaire diffus et éclairage naturel diffus

Soit θ_g l'angle sous lequel le point central de la paroi voit le ciel.

Le facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire diffus, F_{h-dif} , est déterminé selon l'équation suivante :

$$\begin{aligned}
 & - \text{si } \beta = \frac{\pi}{2} \quad (\text{paroi verticale}) \\
 & \quad - \text{si } d_{hm} > 0 \\
 & \quad \theta_g = \frac{180}{\pi} \cdot \arctan \left(\frac{d_{hp} + \frac{h_p}{2}}{d_{hm}} \right) \\
 & \quad F_{h-dif} = \frac{\theta_g}{90} \\
 & \quad - \text{si } d_{hm} \leq 0 \\
 & \quad \quad \{ F_{h-dif} = 1 \\
 & - \text{si } \beta \neq \frac{\pi}{2} \quad (\text{paroi non verticale}) \\
 & \quad \{ F_{h-dif} = 1
 \end{aligned} \tag{15}$$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairage naturel diffus que pour le rayonnement solaire diffus.

5.2.3.12 Masque lointain défini par un plan vertical

5.2.3.12.1 Rayonnement solaire direct et éclairage naturel direct

Ces masques sont applicables à une paroi opaque, une baie, un pont thermique, une paroi d'espace tampon, un capteur photovoltaïque ou un capteur solaire thermique dont les dimensions sont considérées négligeables par rapport à celles du masque et quelle que soit l'inclinaison du composant, (voir Figure 3).

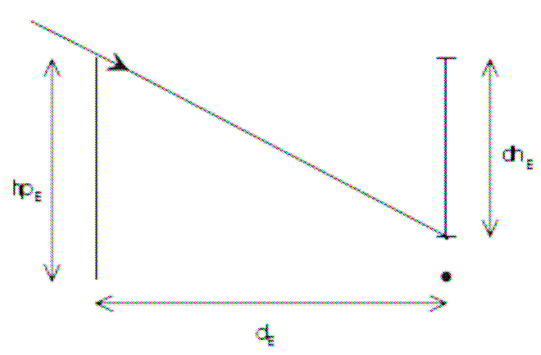


Figure 3 : Masque lointain défini par un plan vertical

Le facteur d'affaiblissement du rayonnement solaire direct dû au masque lointain vertical, $f_{E-LV,dir}$ est calculé de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 &\forall \beta \\
 &\phi = \psi - \alpha \\
 &- \text{si } \cos(\phi) \geq 10^{-5} \quad (\text{si entrée du soleil dans le plan concerné}) \\
 &\quad - \text{si } h_{pE} > 0 \\
 &\quad \quad dh_E = d_E \cdot \frac{\tan(\gamma)}{\cos(\phi)} \\
 &\quad \quad \text{si } dh_E > h_{pE} \Rightarrow F_{E-LV} = 1 \\
 &\quad \quad \text{si } dh_E < h_{pE} \Rightarrow F_{E-LV} = 0 \\
 &\quad - \text{si } h_{pE} \leq 0 \\
 &\quad \quad F_{E-LV} = 1 \\
 &\quad - \text{si } \cos(\phi) < 10^{-5} \\
 &\quad \quad F_{E-LV} = 1
 \end{aligned} \tag{16}$$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairage naturel direct que pour le rayonnement solaire.

5.2.3.12.2 Rayonnement solaire diffus et éclairage naturel diffus

Pour toute inclinaison $F_{E-LV,dif} = 1$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairage naturel diffus que pour le rayonnement solaire diffus.

5.2.3.13 Masques lointains définis par tranches azimutales

Ces masques sont applicables à une paroi opaque, une baie, un pont thermique, une paroi d'espace tampon, un capteur photovoltaïque ou un capteur solaire thermique dont les dimensions sont considérées négligeables par rapport à celles du masque (voir Figure 3), et quelle que soit l'inclinaison du composant.

5.2.3.13.1 Rayonnement solaire direct et éclairage naturel direct

On définit 18 tranches azimutales d'une amplitude de 10°. Dans chaque tranche, on considère un angle γ_i ($i = 1, 2, \dots, 18$) correspondant à la hauteur de l'horizon vu du centre de la paroi intégrant les masques naturels et urbains existants et futurs.

Lorsque l'azimut du soleil par rapport à la normale à la paroi (Φ) se situe dans une tranche donnée, si γ est supérieur à l'angle γ_i de cette tranche, la paroi est éclairée ($F_{E_Az,dir} = 1$), sinon elle est à l'ombre ($F_{E_Az,dir} = 0$) (voir Figure 4).

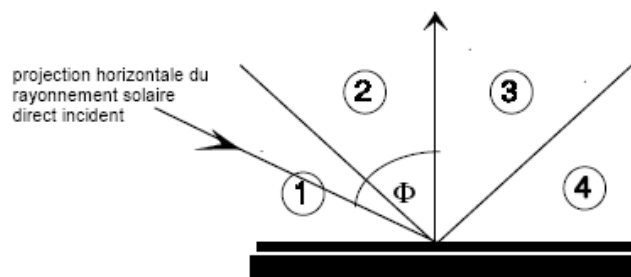


Figure 4 : Exemple : masques lointains définis par 4 tranches azimutales

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairage naturel direct que pour le rayonnement solaire.

5.2.3.13.2 Rayonnement solaire diffus et éclairage naturel diffus

$$F_{E-Az,dif} = 1$$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairage naturel diffus que pour le rayonnement solaire diffus.

5.2.3.14 Masques lointains constitués d'arbres à feuilles caduques

5.2.3.14.1 Rayonnement solaire direct et éclairage naturel direct pour les arbres à feuilles caduques

Les arbres à feuilles caduques ne portent des feuilles, donc constituent un masque, qu'une partie de l'année définie par :

$$T_{simul_deb_veg} < T_{simul} < T_{simul_fin_veg}$$

Ainsi :

Si $T_{simul_deb_veg} < T_{simul} < T_{simul_fin_veg}$

$F_{E_Az_cad,dir}$ calculé comme en 5.2.3.13.1.

Sinon $F_{E_Az_cad,dir} = 1$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairage naturel direct que pour le rayonnement solaire.

5.2.3.14.2 Rayonnement solaire diffus et éclairage naturel diffus pour les arbres à feuilles caduques

Si $T_{simul_deb_veg} < T_{simul} < T_{simul_fin_veg}$

$F_{E_Az_cad,dif}$ calculé comme en 5.2.3.13.2

Sinon $F_{E_Az_cad,dif} = 1$

Les facteurs d'affaiblissement sont les mêmes pour l'éclairement naturel diffus que pour le rayonnement solaire diffus.

5.2.3.15 Facteurs d'affaiblissement globaux

Une paroi peut être protégée par plusieurs masques dont le nombre est déterminé dans le paramètre d'intégration N_{masque} .

Un indentifiant, $Id_masque[N_{masque}]$ de dimension N_{masque} , permet de connaître les masques en œuvre sur la paroi.

$Id_masque[]$ contient autant d'identifiant que de masques en œuvre, chaque masque étant identifié par :

Masque constitué d'arbres à feuilles caduques :	E_Az_cad
Masque lointain par tranches azimutales :	E_AZ
Masque lointain par un plan vertical :	E_LV
Masque proche horizontal :	h
Masque vertical gauche :	vg
Masque vertical droit :	vd

Le calcul proposé convient pour les combinaisons de masques proches de type loggia.

- Facteurs d'affaiblissement globaux pour le rayonnement direct et l'éclairement direct

Le facteur d'affaiblissement global du rayonnement solaire direct ou de l'éclairement direct de la partie protégée de la paroi dû aux masques proches et aux masques lointains verticaux, $FfDir$, est calculé comme suit :

$$FfDir_{ev} = \prod_{n=1}^{N_{masque}} F_{Id_masque[n],dir} \quad (17)$$

- Facteurs d'affaiblissement globaux pour le rayonnement diffus et l'éclairement diffus

Le facteur d'affaiblissement global du rayonnement solaire diffus ou de l'éclairement diffus de la partie protégée de la paroi dû aux masques proches et aux masques lointains verticaux, $FfDir$, est calculé comme suit :

$$FfDif_{ev} = \prod_{n=1}^{N_{masque}} F_{Id_masque[n],dif} \quad (18)$$

- Facteurs d'affaiblissement globaux pour le rayonnement réfléchi et l'éclairement réfléchi

Le facteur d'affaiblissement global du rayonnement solaire réfléchi ou de l'éclairement réfléchi de la partie protégée de la paroi dû aux masques proches et au masque lointain vertical, $FfDir$, est calculé comme suit :

$$FfRp_{,ev} = 1 \quad (19)$$

5.2.3.16 *Rayonnement atteignant une paroi*

$$Drp^*_{,ev} = Drp.FfDir_{,ev}$$

$$Dfp^*_{,ev} = Dfp.FfDiff_{,ev}$$

$$Rrp^*_{,ev} = Rrp.FfRp_{,ev}$$

5.2.3.17 *Eclairement atteignant une paroi*

$$Erp^*_{,ev} = Erp.FfDir_{,ev}$$

$$Efp^*_{,ev} = Efp.FfDiff_{,ev}$$

$$Errp^*_{,ev} = ERrp.FfRp_{,ev}$$

$$ETp^*_{,ev} = Erp^*_{,ev} + Efp^*_{,ev} + Errp^*_{,ev}$$

6. SCENARIOS ET ENVIRONNEMENT INTERIEUR

6.1 C EIN Scénarios conventionnels

6.1.1 INTRODUCTION

Cette fiche présente le préprocesseur de fabrication des scénarios d'usage, de températures et d'apport internes (occupant, matériels ...).

Le scénario d'occupation à proprement parlé se définit au niveau de la zone, indépendamment du bâtiment. **La zone est divisée en locaux.** Les *apports internes* sont définis au niveau des locaux.

Le détail des scénarios est fourni au chapitre 17.

6.1.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 3 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de C-Ein-Scenario-conventionnel.

Paramètres intrinsèques du composant					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
$Usage_{zone}$	Type d'usage de la zone.	-	-	-	-
$Type_{local}$	Type d'usage d'un local de la zone.	-	-	-	-
Rat_{loc}^l	Ratio de surface utile du local l / surface utile de la zone	-	0	1	-
N_{occ_nom}	Occupation surfacique maximale	-	0	$+\infty$	-
$Q_{max_occ}^l$	Apport maximal de chaleur interne du aux occupants, par occupant, du local l	W/occ	$-\infty$	$+\infty$	-
$\omega_{max_occ}^l$	Apport maximal d'humidité interne du aux occupants, par occupant, du local l	Kg/h/occ	0	$+\infty$	-
$Q_{max_proc}^l$	Apport maximal de chaleur interne du local l	W/m ²	$-\infty$	$+\infty$	-
$\omega_{max_proc}^l$	Apport maximal d'humidité interne du local l	Kg/h/m ²	0	$+\infty$	-
V_{ECS_nom}	Volume requis par unité	L/semaine	0	$+\infty$	-
θ_{iich}^+	Température de consigne de chauffage en occupation normale (confort)	°C	$-\infty$	$+\infty$	-
θ_{iifr}^+	Température de consigne de refroidissement en occupation normale (confort)	°C	$-\infty$	$+\infty$	-
θ_{iich}^0	Température de consigne de chauffage si réduit de moins de 48h	°C	$-\infty$	$+\infty$	-
θ_{iifr}^0	Température de consigne de refroidissement si réduit de moins de 48h	°C	$-\infty$	$+\infty$	-
θ_{iich}^-	Température de consigne de chauffage si réduit de plus de 48h	°C	$-\infty$	$+\infty$	-
θ_{iifr}^-	Température de consigne de refroidissement si réduit de plus de 48h	°C	$-\infty$	$+\infty$	-
$p_{occ}^a(m, s)$	Indicateur d'occupation de la zone par mois/semaine	bool	0	1	-
$p_{occ}^s(j, h)$	Indicateur d'occupation de la zone par jour/heure	Bool	0	1	-
$p_{ch}^a(m, s)$	Indicateur de consigne de chauffage (vacances ou non) par mois/semaine	Bool	0	1	-
$p_{ch}^s(j, h)$	Indicateur de consigne de chauffage (confort, réduit de moins de 48h, réduit de plus de 48 heure)par jour/heure	Bool	-1	1	-
$p_{fr}^a(m, s)$	Indicateur de consigne de refroidissement (vacances ou non) par mois/semaine	Bool	0	1	-
$p_{fr}^s(j, h)$	Indicateur de consigne de refroidissement (confort, réduit de moins de 48h, réduit de plus de 48 heure)par jour/heure	Bool	-1	1	-
$p_{vent}^a(m, s)$	Indicateur d'utilisation de la ventilation en occupation ou inoccupation mois/semaine	Bool	0	1	-
$p_{vent}^s(j, h)$	Indicateur d'utilisation de la ventilation en occupation ou inoccupation par jour/heure	Bool	0	1	-

Méthode de calcul Th-BCE 2012

$p_{light}^a(m, s)$	Indicateur de fonctionnement de l'éclairage mois/semaine	Bool	0	1	-
$p_{light}^s(j, h)$	Indicateur de fonctionnement de l'éclairage par jour/heure	Bool	0	1	-
$p_{ECS}^a(m, s)$	Indicateur de fonctionnement de l'ECS par mois/semaine	Bool	0	1	-
$p_{ECS}^s(j, h)$	Indicateur de fonctionnement de l'ECS par jour/heure	Bool	0	1	-
$t_{occ}^a(m, s)$	Facteur correctif du taux d'occupation du local / par mois/semaine	Réel	0	1	-
$t_{occ}^s(j, h)$	Facteur correctif du taux d'Occupation du local / par jour/heure	Réel	0	1	-
$t_{ch}^a(m, s)$	Ratio d'apports internes de chaleurs du local par mois/semaine	Réel	0	1	-
$t_{ch}^s(j, h)$	Ratio d'apports internes de chaleurs du local par jour/heure	Réel	0	1	-
$t_{\omega}^a(m, s)$	Ratio d'apports internes d'humidité du local par mois/semaine	Réel	0	1	-
$t_{\omega}^s(j, h)$	Ratio d'apports internes d'humidité du local par jour/heure	Réel	0	1	-
α_{conv}	Part des apports internes sous forme convective	-			0.5

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
A^{gr}	Surface utile du groupe g de la zone	m ²	0	$+\infty$	-
$Nb_{lg\ t}$	Nombre de logement en logement collectif et pour les maisons accolées	Entier	0	$+\infty$	-

Sorties

Nom	Description	Unité
N_{occ}	Nombre d'occupants d'un groupe	-
$\phi_{int, conv}^g$	Apports internes convectifs hors-occupants et éclairage d'un groupe g	W
$\phi_{int, rad}^g$	Apports internes radiatifs hors-occupants et éclairage d'un groupe g	W
ω_{int}^g	Apport d'humidité hors-occupants au groupe g	Kg/h
$\phi_{int_occ, conv}^g$	Apports internes convectifs dus aux occupants d'un groupe g	W
$\phi_{int_occ, rad}^g$	Apports internes radiatifs dus aux occupants d'un groupe g	W
$\omega_{int_occ}^g$	Apport d'humidité dus aux occupants au groupe g	Kg/h
ah	Clé de répartition horaire pour le calcul des besoins d'ECS	-
I_{vent}	Indicateur de ventilation de la zone (Occ / Inocc)	Bool
I_{ecl}	Indicateur d'éclairage de la zone (Occ / Inocc)	Bool
θ_{iich}	Température de consigne initiale de chauffage commune à tous les groupes de la zone	°C
θ_{iifr}	Température de consigne initiale de refroidissement commune à tous les groupes de la zone	°C
I_{occ_zone}	Indicateur d'occupation de la zone (Occ / Inocc)	Bool

Usage	I_{vac}	Indicateur de vacances de la zone (=0 en période de vacances)	Bool
	$i_{ecs}(j)$	Indicateur qui précise si le jour j est inclu dans la période de fonctionnement de la génération ECS.	entier
	I_{occ_gpm}	Indicateur d'occupation pour la gestion des protections mobiles. -1 : inoccupation de nuit ou de vacances. 0 : inoccupation de jour. 1 : occupation.	entier
	$i_{herbergement}$	Indicateur d'usage habitation ou hébergement. 0 : usage non-habitation et non-hébergement. 1 : usage habitation ou hébergement.	entier
	$i_{enseignement}$	Indicateur d'usage associé à l'enseignement : 0 : usage non affilié à l'enseignement 1 : usage d'enseignement ou affilié.	entier
Relance	$p_{ch_s}(h)$	Indicateur de consigne de chauffage (confort, réduit de moins de 48h, réduit de plus de 48 heures) par jour/heure	entier
	$p_{fr_s}(h)$	Indicateur de consigne de refroidissement (confort, réduit de moins de 48h, réduit de plus de 48 heures) par jour/heure	entier

Variables internes

Nom	Description	Unité
h	Heure de la journée	-
j	Jour de la semaine	-
s	Semaine de du mois	-
m	Mois de l'année	-
A_z	Surface utile de la zone	m ²
Rat_{gr}^g	Ratio de surface utile d'un groupe g sur la surface de la zone	m ²
N_{occ}^l	Nombre d'occupants du local /	-
$\phi_{int,conv}^l$	Apports internes convectifs au local /	W
$\phi_{int,rad}^l$	Apports internes radiatifs au local /	W
ω_{int}^l	Apport d'humidité interne du local /	Kg/h
N_{max}	Nombre maximal d'occupation du local /	-
N_{adeq}	Nombre d'adultes équivalents	-
A_{hab}	Surface habitable de la zone	m ²
A_{lgt}	Surface moyenne d'un logement	m ²
Rat_{hab}	Ratio de surface habitable	-
$p_{occ_gpm}^a(m, s)$	Indicateur d'occupation de la zone par mois/semaine pour la gestion des protections mobiles	Entier

$p_{occ_gpm}^s(j,h)$	Indicateur d'occupation de la zone par jour/heure pour la gestion des protections mobiles	Entier
-----------------------	--	--------

Tableau 3 : Nomenclature du modèle

6.1.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

6.1.3.1 Calendrier

Au niveau des scenarios d'occupation, la date est donnée par

1. Le mois de l'année m de 1 à 12
2. La semaine du mois s de 1 à 4 ou 5 suivant le mois
3. Le jour de la semaine j entre 1 et 7
4. l'heure du jour h entre 1 et 24

qui se déduisent de l'heure $h_{année}$ de la simulation par incrémentations successives. Il faut connaître le nombre de semaine pour chaque mois défini conventionnellement :

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nombre de semaines	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4

On suppose que l'année commence un Lundi. Chaque caractéristique d'occupation sera fonction de ces 4 paramètres. Les fichiers descriptifs sont décrits en heure légale. La correspondante entre les itérations, l'heure UTC, l'heure légale, et le numéro de la case est comme suit :

	Itération (à partir de 0)	UTC début	UTC fin	Hleg début	Hleg fin	Numéro case scénario (à partir de 1)
	0	0H	1H	1H	2H	2
	1	1H	2H	2H	3H	3
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Passage à l'heure d'été	1895	23H	0H	0H	1H	1
	1896	0H	1H	2H	3H	3
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Passage à l'heure d'hiver	7031	23H	0H	1H	2H	2
	7032	0H	1H	1H	2H	2
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	8759	23H	0H	1H	2H	2

0H UTC / 1H Leg — 1H UTC / 2H Leg 2H UTC / 3H Leg — 3H UTC / 4H Leg ►
 Case 1 Case 2 Case 3 Cases scenario

6.1.3.2 Liste d'usages prévus pour une zone

L'usage est défini au niveau de la zone. Chaque zone est associée à un usage unique parmi les possibilités suivantes :

N° d'usage	Type d'usage associé	Valeur de <i>i</i> _{hébergement}	Valeur de <i>i</i> _{enseignement}
1	Bâtiment à usage d'habitation - maison individuelle ou accolée	1	0
2	Bâtiment à usage d'habitation - logement collectif	1	0
3	Etablissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte-garderie)	0	0
4	Enseignement primaire	0	1
5	Enseignement secondaire (partie jour)	0	1
6	Enseignement secondaire (partie nuit)	1	1
7	Enseignement - université	0	1
8	Bâtiment à usage d'habitation - Foyer de jeunes travailleurs	1	0
10	Hôtel 0* et 1* (partie nuit)	1	0
11	Hôtel 2* (partie nuit)	1	0
12	Hôtel 3* (partie nuit)	1	0
13	Hôtel 4* et 5* (partie nuit)	1	0
14	Hôtel 0*, 1* et 2* (partie jour)	0	0
15	Hôtel 3*, 4* et 5* (partie jour)	0	0
16	Bureaux	0	0
17	Restauration commerciale en continue (18h/j 7j/7)	0	0
18	Restauration - 1 repas/jour, 5j/7	0	0
19	Restauration - 2 repas/jour, 7j/7	0	0
20	Restauration - 2 repas/jour, 6j/7	0	0
22	Commerce, magasin, zones commerciales	0	0
24	Etablissement sportif scolaire	0	1
26	Bâtiment à usage d'habitation - Etablissement sanitaire avec hébergement	1	0
27	Hôpital (partie nuit)	1	0
28	Hôpital (partie jour)	0	0
29	Transport - aéroport	0	0
30	Bâtiment à usage d'habitation - Cité universitaire	1	1
32	Industrie - 3x8h	0	0
33	Industrie - 8h à 18h	0	0
34	Tribunal	0	0
36	Etablissement sportif municipal ou privé	0	0
37	Restauration scolaire - 1 repas/jour, 5j/7	0	1
38	Restauration scolaire - 3 repas/jour, 5j/7	0	1

Tableau 4 : Liste des usages de la zone

6.1.3.3 Surface utile de la zone

On définit la variable intermédiaire suivante pour chaque groupe :

$$Rat_{gr}^g = \frac{A_{gr}^g}{A_z}, \quad (20)$$

Sachant que la surface utile de la zone est :

$$A_z = \sum_{g \in zone} A_{gr}^g. \quad (21)$$

On définit la surface utile de chaque local :

$$A_l = A_z Rat_{loc}^l. \quad (22)$$

6.1.3.4 Scenarios d'occupation : la zone

Au niveau de la zone, on définit

1. **L'occupation** : la zone peut être occupée ou pas
2. **Le chauffage** : les températures de consigne en chauffage à choisir parmi 3 possibles : normales, en arrêt de moins de 48h, en arrêt de plus de 48h.
3. **Le refroidissement** : les températures de consigne en refroidissement à choisir parmi 3 possibles : normales, en arrêt de moins de 48h, en arrêt de plus de 48h
4. **La ventilation** : Arrêt ou marche des systèmes spécifiques de ventilation
5. **L'éclairage** : Arrêt ou marche de l'éclairage

Chacune de ces 5 grandeurs que l'on dénomme génériquement ici $p_{occ}(m, s, j, h)$ est définie **comme un produit** d'une valeur $p_{occ}^s(j, h)$ qui décrit le comportement hebdomadaire et d'une valeur $p_{occ}^a(m, s)$ qui décrit le comportement annuel. Ce *produit* peut être de deux type : \times et \otimes qui sont décrits par leurs tables de vérité Tableau 5 et Tableau 6.

\otimes		$p_{ch,fr}^s(j, h)$		
		-1	0	1
$p_{ch,fr}^a(m, s)$	-1	-1	-1	-1
	0	-1	0	0
	1	-1	0	1

Tableau 5 : Algèbre de Bool modifiée pour les autorisations de chauffage/refroidissement symbolisée par \otimes

\times		$p_{ch,fr}^s(j, h)$	
		0	1
$p_{ch,fr}^a(m, s)$	0	0	0
	1	0	1

Tableau 6 : Algèbre de bool ET symbolisée par \times

6.1.3.5 Apports internes : le local

Les renseignements au niveau de la zone sont qualitatifs uniquement. Ils ne définissent pas *combien* de personnes occupent une zone, mais uniquement si elle est occupée. Ce type d'information est rentré au niveau du *local*. Un local est caractérisé par un ratio de surface utile,

une valeur maximale du nombre d'occupants par unité de surface, une valeur maximale d'apport de chaleur par unité de surface lié aux usages et une valeur maximale d'apport d'humidité par unité de surface lié aux usages.

La stratégie est similaire à la zone. On définit de manière générique un réel, pouvant varier de 0 à 1, $t_{\text{int}}(m, s, j, h)$ qui dénote les pondérations pour chacune des trois grandeurs de manière générique. Il est le *produit standard* d'un $t_{\text{int}}(j, h)$ pouvant varier de 0 à 1 et d'un $t_{\text{int}}(m, s)$ valant 0 ou 1 qui décrit un comportement moins fin.

6.1.3.6 Calcul des sorties

Le cœur de calcul a besoin des sorties suivantes :

1. Indicateurs relatifs au type d'usage
2. Températures de consignes de chauffage
3. Température de consigne de refroidissement
4. Nombre d'occupants
5. Apports internes de chaleur hors occupants et éclairage
6. Apports d'humidité hors occupants et éclairage
7. Indice d'occupation de la zone
8. Indicateur de ventilation en occupation ou inoccupation
9. La mise en marche du système d'éclairage.

6.1.3.7 Températures de consignes

On dispose d'un jeu de 3 températures de consignes en chauffage et de trois températures de consigne en refroidissement définies au niveau de la zone. Un jeu pour l'occupation standard, un jeu pour l'inoccupation de moins de 48h, et un jeu pour une inoccupation de plus de 48h. L'algèbre de calcul de $p_{ch,fr}(m, s, j, h)$ est la suivante :

$$\begin{cases} \theta_{iich} = \theta_{iich}^- & si & p_{ch}(m, s, j, h) = p_{ch}^a(m, s) \otimes p_{ch}^s(j, h) = -1 \\ \theta_{iifr} = \theta_{iifr}^- & si & p_{fr}(m, s, j, h) = p_{fr}^a(m, s) \otimes p_{fr}^s(j, h) = -1 \\ \theta_{iich} = \theta_{iich}^0 & si & p_{ch}(m, s, j, h) = p_{ch}^a(m, s) \otimes p_{ch}^s(j, h) = 0 \\ \theta_{iifr} = \theta_{iifr}^0 & si & p_{fr}(m, s, j, h) = p_{fr}^a(m, s) \otimes p_{fr}^s(j, h) = 0 \\ \theta_{iich} = \theta_{iich}^+ & si & p_{ch}(m, s, j, h) = p_{ch}^a(m, s) \otimes p_{ch}^s(j, h) = 1 \\ \theta_{iifr} = \theta_{iifr}^+ & si & p_{fr}(m, s, j, h) = p_{fr}^a(m, s) \otimes p_{fr}^s(j, h) = 1 \end{cases} \quad (23)$$

6.1.3.7.1 Calcul de N_{occ}

6.1.3.7.1.1 Calcul en maison individuelle ou accolée et logement collectif

Pour ces deux usages particuliers, on effectue alors le calcul suivant du nombre d'adultes équivalents N_{adeq} comme suit :

- En usage « Bâtiment à usage d'habitation – maison individuelle ou accolée » :

$$N_{max} = \begin{cases} 1 & \text{si } A_{gr} < 30m^2 \\ 1.75 - 0.01875 \times (70 - A_{gr}) & \text{si } 30m^2 \leq A_{gr} < 70m^2 \\ 0.025 A_{gr} & \text{si } A_{gr} \geq 70m^2 \end{cases} \quad (24)$$

Et

$$N_{adeq} = \begin{cases} N_{max} & \text{si } N_{max} < 1.75 \\ 1.75 + 0.3 \times (N_{max} - 1.75) & \text{si } N_{max} \geq 1.75 \end{cases}$$

- En usage « Bâtiment à usage d'habitation – logement collectif » :

Dans ces usages, il ne peut y avoir que deux locaux, un d'habitation, et un autre de circulation. On calcule la surface habitable qui est la surface du local d'habitation :

$$A_{hab} = Rat_{hab} A_z, \quad (25)$$

où Rat_{hab} correspond au Rat_1 du local d'habitation. On calcule ensuite la surface moyenne par logement :

$$A_{lgt} = \frac{A_{hab}}{Nb_{lgt}}. \quad (26)$$

Cette surface est utilisée pour calculer N_{max} comme suit :

$$N_{max} = \begin{cases} 1 & \text{si } A_{lgt} < 10m^2 \\ 1.75 - 0.01875 \times (50 - A_{lgt}) & \text{si } 10m^2 < A_{lgt} < 50m^2 \\ 0.035 A_{lgt} & \text{si } A_{lgt} > 50m^2 \end{cases} \quad (27)$$

Le nombre maximal d'adultes équivalents est défini par

$$N_{adeq} = Nb_{lgt} \times \begin{cases} N_{max} & \text{si } N_{max} < 1.75 \\ 1.75 + 0.3 \times (N_{max} - 1.75) & \text{si } N_{max} \geq 1.75 \end{cases} \quad (28)$$

Le nombre d'adultes équivalents est défini au niveau du *local*. On commence par calculer la possibilité d'occupation au niveau de la zone en suivant l'algèbre \times .

Le nombre d'occupants du local d'habitation *hab* est donné par :

$$N_{occ}^{hab}(m, s, j, h) = N_{adeq} \cdot (p_{occ}^a(m, s) \times p_{occ}^s(j, h)) (t_{occ}^a(m, s) t_{occ}^s(j, h)), \quad (29)$$

et est nul pour l'autre local.

6.1.3.7.2 Calcul dans les autres usages

$$N_{occ}^l(m, s, j, h) = A_l N_{occ_nom}^l (p_{occ}^a(m, s) \times p_{occ}^s(j, h)) (t_{occ}^a(m, s) t_{occ}^s(j, h)) \quad (30)$$

6.1.3.7.3 Calcul des apports internes dus aux occupants

Les apports internes de chaleur sont :

$$\begin{aligned} \phi_{int_occ, conv}^g(m, s, j, h) &= Rat_{gr}^g \alpha_{conv} \sum_l N_{occ}^l(m, s, j, h) \times Q_{max_occ}^l \\ \phi_{int_occ, rad}^g(m, s, j, h) &= Rat_{gr}^g (1 - \alpha_{conv}) \sum_l N_{occ}^l(m, s, j, h) \times Q_{max_occ}^l \end{aligned} \quad (31)$$

Les apports internes d'humidité sont :

$$\omega_{int_occ}^g(m, s, j, h) = Rat_{gr}^g \sum_l N_{occ}^l(m, s, j, h) \times \omega_{max_occ}^l \quad (32)$$

6.1.3.7.4 Apports internes de chaleur dus aux usages

Le calcul des apports internes de chaleurs se fait uniquement au niveau du local :

$$\begin{aligned} \phi_{int, conv}^l(m, s, j, h) &= A_l \alpha_{conv} Q_{max_proc}^l (t_{ch}^a(m, s) t_{ch}^s(j, h)) \\ \phi_{int, rad}^l(m, s, j, h) &= A_l (1 - \alpha_{conv}) Q_{max_proc}^l (t_{ch}^a(m, s) t_{ch}^s(j, h)) \end{aligned} \quad (33)$$

On calcule aussi les apports internes de chaleur au groupe g en sommant sur l'ensemble des locaux des groupes :

$$\begin{aligned} \phi_{int, conv}^g(m, s, j, h) &= Rat_{gr}^g \sum_l \phi_{int, conv}^l(m, s, j, h) \\ \phi_{int, rad}^g(m, s, j, h) &= Rat_{gr}^g \sum_l \phi_{int, rad}^l(m, s, j, h) \end{aligned} \quad (34)$$

6.1.3.7.5 Apports internes d'humidité dus aux usages

Le calcul des apports internes d'humidité se fait uniquement au niveau du local :

$$\omega_{int}^l(m, s, j, h) = A_l \omega_{max_proc}^l (t_{\omega}^a(m, s) t_{\omega}^s(j, h)) \quad (35)$$

Et

$$\omega_{int}^g(m, s, j, h) = Rat_{gr}^g \sum_l \omega_{int}^l(m, s, j, h) \quad (36)$$

6.1.3.7.6 Ventilation

L'indicateur de ventilation en occupation ou inoccupation se décide au niveau de la zone :

$$I_{vent}(m, s, j, h) = (p_{vent}^a(m, s) \times p_{vent}^s(j, h)) \quad (37)$$

6.1.3.7.7 Clé de répartition horaire pour les besoins d'ECS

La clé de répartition ah , pour attribuer à chaque pas de temps un pourcentage des besoins d'ECS hebdomadaires, se décide au niveau de la zone :

$$ah(m, s, j, h) = (p_{ECS}^a(m, s) \times p_{ECS}^s(j, h)) \quad (38)$$

6.1.3.7.8 Indicateur de fonctionnement de l'ECS

Pendant les vacances des zones dont l'usage est affilié à l'enseignement, l'éventuel réseau primaire d'ECS est arrêté.

$$\begin{aligned} \text{Si } i_{enseignement} = 1 \text{ et } i_{vac} = 0, \text{ alors} \\ i_{ecs}(j) = 0 \\ \text{Sinon} \\ i_{ecs}(j) = 1 \end{aligned} \quad (39)$$

6.1.3.7.9 Indicateur de vacances

$$I_{vac}(m, s, j, h) = (p_{occ}^a(m, s)) \quad (40)$$

6.1.3.7.10 Indicateur d'occupation de la zone

$$I_{occ_zone}(m, s, j, h) = (p_{occ}^a(m, s) \times p_{occ}^s(j, h)) \quad (41)$$

6.1.3.7.11 Indicateur d'occupation pour la gestion des protections mobiles

$$p_{occ_gpm}^a(m, s) = \begin{cases} 1 & \text{si } p_{occ}^a(m, s) = 1 \\ -1 & \text{si } p_{occ}^a(m, s) = 0 \end{cases} \quad (42)$$

$$p_{occ_gpm}^s(j, h) = \begin{cases} 1 & \text{si } p_{occ}^s(j, h) = 1 \\ -1 & \text{si } p_{occ}^s(j, h) = 0 \end{cases} \quad (43)$$

Pour tout j

Pour h_{deb} de 7 à 22

$$\text{Si } p_{occ}^s(j, h_{deb}) = 0 \text{ et } p_{occ}^s(j, h_{deb} - 1) = 1$$

Pour h_{fin} de h_{deb} à 22 (44)

$$\text{Si } p_{occ}^s(j, h_{fin}) = 0 \text{ et } p_{occ}^s(j, h_{fin} + 1) = 1$$

Pour h de h_{deb} à h_{fin}

$$p_{occ_gpm}^s(j, h) = p_{occ}^s(j, h)$$

$$I_{occ_gpm}(m, s, j, h) = (p_{occ_gpm}^a(m, s) \otimes p_{occ_gpm}^s(j, h)) \quad (45)$$

Dans l'équation (45), on utilise l'algèbre de Bool du Tableau 5.

6.1.3.7.12 Eclairage

La mise en marche de l'éclairage se décide au niveau de la zone

$$I_{ecl}(m, s, j, h) = (p_{light}^a(m, s) \times p_{light}^s(j, h)) \quad (46)$$

6.1.3.7.13 Renvois des indicateurs nécessaires pour la relance

L'information d'arrêt de plus ou moins 48h permet de déterminer les scénarios de relance en distinguant les cas de relance quotidienne en semaine et de relance après une période d'absence prolongée.

$$\begin{aligned} p_{ch_s}(h) &= p_{ch}^s(j, h) \\ P_{fr_s}(h) &= p_{fr}^s(j, h) \end{aligned} \quad (47)$$

6.2 C Ein Indicateurs de confort

6.2.1 INTRODUCTION

Le présent composant a pour objectif de déterminer à chaque pas si la température opérative intérieure du groupe se trouve dans l'intervalle correspondant au confort des occupants.

La limite basse de cet intervalle correspondant à la température de consigne de chauffage telle que définie dans les scénarios de la zone d'appartenance du groupe.

La limite haute de cet intervalle peut prendre des valeurs différentes selon qu'on considère la situation d'un groupe refroidi par un système de climatisation ou rafraîchi par surventilation naturelle. Dans ce deuxième cas de surventilation naturelle, 3 catégories d'ambiance intérieure échelonnées sont distinguées : la limite haute en température, notée $\theta_{op_inc_max}$, est alors dépendante de la moyenne glissante de la température extérieure θ_{rm} pour le jour j .

Ci-dessous une représentation des différentes zones de températures opératives en fonction de θ_{rm} pour des températures de consigne classiques de 19°C et 28°C.

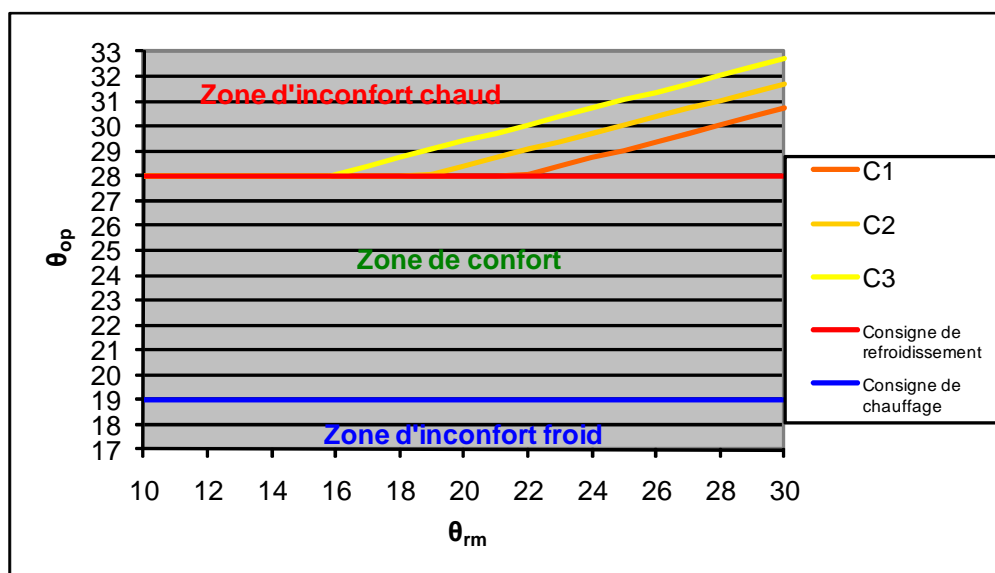


Figure 5: Confort et inconfort thermique de l'occupant

Les sorties de la présente fiche sont de deux natures : indicateurs d'inconfort d'une part, et écarts aux limites de température d'inconfort d'autre part.

6.2.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 7 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de calcul.

Dans toute la suite de la fiche, on notera h le pas de temps de simulation, et j le jour de simulation correspondant.

Entrées du composant						
	Nom	Description	Uni			
Zone	IHJ	Heure du jour.	h			
	$\{\theta_{ei}(h)\}_{j-1}$	Valeurs des températures extérieures sur l'ensemble du jour précédent.	°C			
	$i_{occ_zone}(h)$	Indicateur traduisant l'occupation au temps h : <i>1 : en occupation</i> <i>0 : en inoccupation</i>	Ent			
	$\theta_{iich}(h)$	Température de consigne de chauffage du groupe au pas de temps h .	°C			
	$\theta_{iifr}(h)$	Température de consigne de refroidissement du groupe au pas de temps h .	°C			
	$\theta_{op,moy(0;0)}(h)$	Température intérieure opérative moyenne ressentie, du groupe considéré, à puissances des systèmes nulles, au pas de temps h .	°C			
Paramètres intrinsèques						
	Nom	Description	Uni	Min	Max	Conv.
	$\Delta\theta_{op_inc_C1}$	Paramètres conventionnels intervenant dans la définition de $\theta_{op_inc_max}$, en catégorie d'ambiance 1, 2 et 3.	°C	$-\infty$	$+\infty$	2
	$\Delta\theta_{op_inc_C2}$					3
	$\Delta\theta_{op_inc_C3}$					4
Sorties						
	Nom	Description	Uni			
Groupe	$i_{inconf_cons,ch}(h)$	Indicateur d'inconfort froid déterminé par rapport à la température de consigne de chauffage θ_{iich} . <i>1 : occupation, inconfort froid,</i> <i>0 : occupation, pas d'inconfort froid,</i> <i>-1 : inoccupation.</i>	Ent			
	$i_{inconf_cons,fr}(h)$	Indicateur d'inconfort chaud déterminé par rapport à la température de consigne de refroidissement θ_{iifr} . <i>1 : occupation, inconfort chaud,</i> <i>0 : occupation, pas d'inconfort chaud,</i> <i>-1 : inoccupation.</i>	Ent			

$i_{inconf_C1,fr}(h)$	Indicateur d'inconfort chaud déterminé par rapport au seuil d'inconfort en catégorie d'ambiance 1. 1: occupation, inconfort chaud, 0 : occupation, pas d'inconfort chaud, -1: inoccupation.	Ent
$i_{inconf_C2,fr}(h)$	Indicateur d'inconfort chaud déterminé par rapport au seuil d'inconfort en catégorie d'ambiance 2. 1: occupation, inconfort chaud, 0 : occupation, pas d'inconfort chaud, -1: inoccupation.	Ent
$i_{inconf_C3,fr}(h)$	Indicateur d'inconfort chaud déterminé par rapport au seuil d'inconfort en catégorie d'ambiance 3. 1: occupation, inconfort chaud, 0 : occupation, pas d'inconfort chaud, -1: inoccupation.	Ent
$\Delta\theta_{op_inc_cons,ch}(h)$	Ecart à la température de consigne de refroidissement en situation d'inconfort chaud.	°C
$\Delta\theta_{op_inc_cons,fr}(h)$	Ecart à la température de consigne de chauffage en situation d'inconfort froid.	°C
$\Delta\theta_{op_inc_C1,fr}(h)$ $\Delta\theta_{op_inc_C2,fr}(h)$ $\Delta\theta_{op_inc_C3,fr}(h)$	Ecart à la température de confort, en situation d'inconfort froid, et en catégorie d'ambiance 1, 2 et 3	°C
$Nbh_{inc_cons,ch}$	Nombre d'heures d'inconfort froid (en période d'occupation) déterminé par rapport à la température de consigne de chauffage θ_{iich} .	h
$Nbh_{inc_cons,fr}$	Nombre d'heures d'inconfort chaud en période d'occupation déterminé par rapport à la température de consigne de chauffage θ_{iifr} .	h
$Nbh_{inc_C1,fr}$ $Nbh_{inc_C2,fr}$ $Nbh_{inc_C3,fr}$	Nombre d'heures d'inconfort chaud en période d'occupation déterminé par rapport au seuil d'inconfort en catégorie d'ambiance 1, 2 et 3.	h
$DH_{inc_cons,ch}$	Nombre de degrés-heures d'inconfort froid en période d'occupation déterminé par rapport à la température de consigne de chauffage θ_{iich} .	K.h
$DH_{inc_cons,fr}$	Nombre de degrés-heures d'inconfort chaud en période d'occupation déterminé par rapport à la température de consigne de chauffage θ_{iifr} .	K.h
$DH_{inc_C1,fr}$ $DH_{inc_C2,fr}$ $DH_{inc_C3,fr}$	Nombre de degrés-heures d'inconfort chaud en période d'occupation déterminé par rapport au seuil d'inconfort en catégorie d'ambiance 1, 2 et 3	K.h

Variables internes		
Nom	Description	Uni
$\theta_{rm}(j)$	Température extérieure moyenne journalière glissante valable au jour j.	°C
$\theta_{rm}(j-1)$	Température extérieure moyenne journalière glissante valable au jour j-1.	°C
$\theta_{ei,moy}(j)$	Température moyenne extérieure journalière valable au jour j (calculée sur l'ensemble des températures horaires du jour j-1).	°C
$\theta_{op_inc_max_C1}(h)$ $\theta_{op_inc_max_C2}(h)$ $\theta_{op_inc_max_C3}(h)$	Seuil de température opérative d'inconfort chaud en catégorie d'ambiance 1, 2 et 3.	°C

Tableau 7 : Nomenclature du modèle

6.2.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

6.2.3.1 Inconfort froid

On considère que l'état d'inconfort froid est atteint lorsque la température opérative moyenne ressentie par les occupants, à puissances des systèmes nulles, devient inférieure à la température de consigne de chauffage θ_{ich} pour le groupe.

La notion d'inconfort ne concerne que les périodes d'occupation du groupe.

$$\begin{aligned}
 & \text{Si } i_{occ_zone}(h) = 1, \\
 & \quad \text{Si } \theta_{op,moy(0;0)}(h) < \theta_{ich}(h) \text{ (en occupation et en inconfort froid), alors,} \\
 & \quad \quad i_{inconf,ch}(h) = 1 \\
 & \quad \text{Sinon, (en occupation mais sans inconfort froid)} \\
 & \quad \quad i_{inconf,ch}(h) = 0
 \end{aligned} \tag{48}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Sinon, (en inoccupation)} \\
 & \quad i_{inconf,ch}(h) = -1
 \end{aligned}$$

6.2.3.2 Inconfort chaud

On considère que l'état d'inconfort chaud est atteint lorsque la température opérative moyenne ressentie par les occupants, à puissances des systèmes nulles, devient supérieure à une valeur seuil.

Ce seuil maximal peut être déterminé par deux méthodes différentes :

- Soit il est égal à la température de consigne de refroidissement $\theta_{iifr}(h)$ du groupe au pas de temps considéré,
- Soit il est calculé en prenant en compte les aspects psychosociologiques (capacité d'agir manuellement sur les conditions intérieures, « mémoire » thermique...), l'adaptation de la vêtue et le possible impact des vitesses de circulation d'air. La méthode employée pour tenir compte de ces facteurs exploite la moyenne glissante journalière des températures extérieures $\theta_{m}(j)$, et fait appel à une classification du groupe en catégorie d'ambiance thermique (1, 2 ou 3), telle que définie dans la norme NF EN 15251. Cette méthode donne ainsi lieu à 3 calculs de seuil maximal de confort, différant d'une constante.

La présente fiche réalise les tests pour les quatre situations, et renvoie donc quatre informations différentes sur l'inconfort chaud.

6.2.3.2.1 Calculs intermédiaires pour l'inconfort chaud en surventilation naturelle

Dans un premier temps, on calcule $\theta_{rm}(j)$, la moyenne glissante au jour j de la température extérieure. Cette moyenne est calculée au premier pas de temps du jour j (h tel que $IHJ=1$) et reprise pour l'ensemble des autres pas de temps du jour.

Si $j = 1$,

$$\theta_{rm}(j) = 0$$

Sinon,

$$\theta_{ei,moy}(j) = \frac{\sum_{h=1}^{j-1} \theta_{ei}(h)}{24}$$

$$\theta_{rm}(j) = 0.8 \times \theta_{rm}(j-1) + 0.2 \times \theta_{ei,moy}(j)$$
(49)

Dans un second temps, on détermine les valeurs de $\Delta\theta_{op_inc}$ à utiliser dans le calcul des $\theta_{op_inc_max}$, seuil d'inconfort maximal de température opérative ressentie pour les trois catégories d'ambiance. Les formules de calcul des $\theta_{op_inc_max}$ sont les suivantes :

$$\theta_{op_inc_max_C1}(h) = MAX(\theta_{iifr}(h); 0.33 \times \theta_{rm}(j) + 18.8 + \Delta\theta_{op_inc_C1})$$

$$\theta_{op_inc_max_C2}(h) = MAX(\theta_{iifr}(h); 0.33 \times \theta_{rm}(j) + 18.8 + \Delta\theta_{op_inc_C2})$$

$$\theta_{op_inc_max_C3}(h) = MAX(\theta_{iifr}(h); 0.33 \times \theta_{rm}(j) + 18.8 + \Delta\theta_{op_inc_C3})$$
(50)

Ci-dessous une représentation graphique de l'évolution de $\theta_{op_inc_max}$ en fonction de θ_{rm} , pour une température de consigne de refroidissement de 28°C.

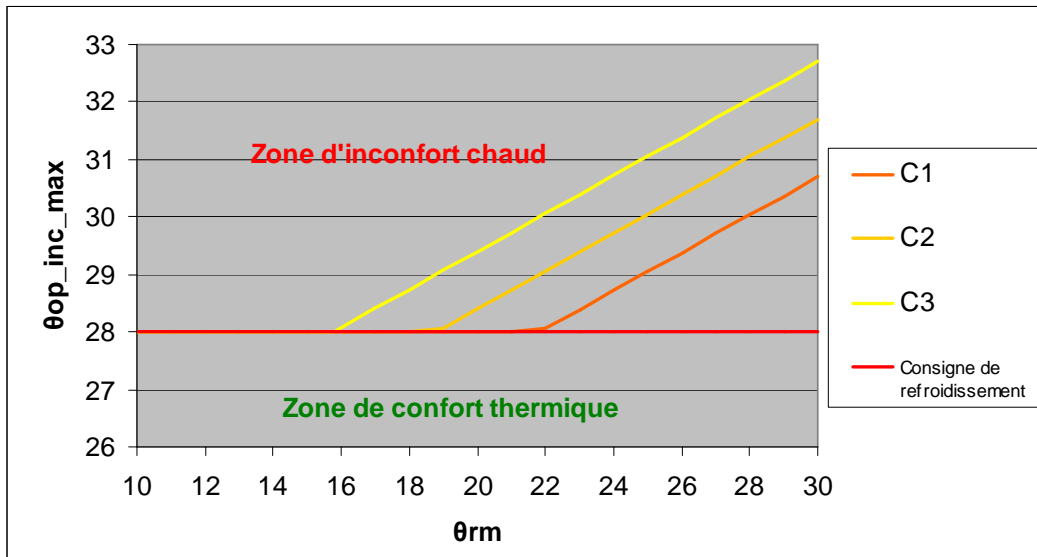


Figure 6: Limite haute de la zone de confort thermique en fonction des catégories d'ambiance

6.2.3.2.2 Test par rapport aux critères d'inconfort chaud

Si $i_{occ_zone}(h) = 1$, alors, (en occupation)

Si $\theta_{op,moy(0;0)}(h) > \theta_{iifr}(h)$,

$i_{inconf_cons,fr}(h) = 1$

Sinon,

$i_{inconf_cons,fr}(h) = 0$

Si $\theta_{op,moy(0;0)}(h) > \theta_{op_inc_max_C1}(h)$,

$i_{inconf_C1,fr}(h) = 1$

Sinon,

$i_{inconf_C1,fr}(h) = 0$

Si $\theta_{op,moy(0;0)}(h) > \theta_{op_inc_max_C2}(h)$,

$i_{inconf_C2,fr}(h) = 1$

Sinon,

$i_{inconf_C2,fr}(h) = 0$

Si $\theta_{op,moy(0;0)}(h) > \theta_{op_inc_max_C3}(h)$,

$i_{inconf_C3,fr}(h) = 1$

Sinon,

$i_{inconf_C3,fr}(h) = 0$

(51)

Sinon, (en inoccupation)

$i_{inconf_cons,fr}(h) = -1$

$i_{inconf_C1,fr}(h) = -1$

$i_{inconf_C2,fr}(h) = -1$

$i_{inconf_C3,fr}(h) = -1$

6.2.3.3 Calcul des écarts aux critères d'inconfort

Les écarts aux critères d'inconfort ne sont non-nuls que lorsque les conditions d'inconfort chaudes ou froides sont remplies. Ces écarts servent de base à la définition des périodes d'autorisation de chauffage et de refroidissement.

$$\Delta\theta_{op_inc_cons,ch}(h) = i_{inconf_cons,ch} \times \frac{i_{inconf_cons,ch} + 1}{2} \times |\theta_{iich}(h) - \theta_{op,moy(0;0)}(h)| \quad (52)$$

$$\Delta\theta_{op_inc_cons,fr}(h) = i_{inconf_cons,fr} \times \frac{i_{inconf_cons,fr} + 1}{2} \times |\theta_{iifr}(h) - \theta_{op,moy(0;0)}(h)|$$

$$\Delta\theta_{op_inc_C1,fr}(h) = i_{inconf_C1,fr} \times \frac{i_{inconf_C1,fr} + 1}{2} \times |\theta_{op_inc_max_C1}(h) - \theta_{op,moy(0;0)}(h)| \quad (53)$$

$$\Delta\theta_{op_inc_C2,fr}(h) = i_{inconf_C2,fr} \times \frac{i_{inconf_C2,fr} + 1}{2} \times |\theta_{op_inc_max_C2}(h) - \theta_{op,moy(0;0)}(h)|$$

$$\Delta\theta_{op_inc_C3,fr}(h) = i_{inconf_C3,fr} \times \frac{i_{inconf_C3,fr} + 1}{2} \times |\theta_{op_inc_max_C3}(h) - \theta_{op,moy(0;0)}(h)|$$

6.2.3.4 Calcul du nombre d'heures d'inconfort

Le nombre d'heures d'inconfort est calculé pour les cinq critères d'inconfort. La variable Nbh est incrémentée de 1 à chaque pas de temps durant lequel l'occupant est en inconfort.

En inconfort froid :

Initialisation : $Nbh_{inc_cons, ch} = 0$

A chaque pas de temps h ,

$$\begin{aligned}
 & \text{- si } i_{inconf_cons, ch}(h) = 1 \\
 & \quad Nb h_{inc_cons, ch} = Nb h_{inc_cons, ch} + 1 \\
 & \text{- sinon } (i_{inconf_cons, ch}(h) = 0 \text{ ou } -1) \\
 & \quad Nb h_{inc_cons, ch} = Nb h_{inc_cons, ch}
 \end{aligned} \tag{54}$$

En inconfort chaud :

Initialisation : $Nbh_{inc_cons, fr} = 0$

$$Nb h_{inc_C1, fr} = 0$$

$$Nb h_{inc_C2, fr} = 0$$

$$Nb h_{inc_C3, fr} = 0$$

A chaque pas de temps h ,

$$\begin{aligned}
 & \text{- si } i_{inconf_cons, fr}(h) = 1 \\
 & \quad Nb h_{inc_cons, fr} = Nb h_{inc_cons, fr} + 1 \\
 & \text{- sinon } (i_{inconf_cons, fr}(h) = 0 \text{ ou } -1) \\
 & \quad Nb h_{inc_cons, fr} = Nb h_{inc_cons, fr}
 \end{aligned}$$

A chaque pas de temps h ,

$$\begin{aligned}
 & \text{- si } i_{inconf_C1, fr}(h) = 1 \\
 & \quad Nb h_{inc_C1, fr} = Nb h_{inc_C1, fr} + 1 \\
 & \text{- sinon } (i_{inconf_C1, fr}(h) = 0 \text{ ou } -1) \\
 & \quad Nb h_{inc_C1, fr} = Nb h_{inc_C1, fr}
 \end{aligned} \tag{55}$$

A chaque pas de temps h ,

$$\begin{aligned}
 & \text{- si } i_{inconf_C2, fr}(h) = 1 \\
 & \quad Nb h_{inc_C2, fr} = Nb h_{inc_C2, fr} + 1 \\
 & \text{- sinon } (i_{inconf_C2, fr}(h) = 0 \text{ ou } -1) \\
 & \quad Nb h_{inc_C2, fr} = Nb h_{inc_C2, fr}
 \end{aligned}$$

A chaque pas de temps h ,

$$\begin{aligned}
 & \text{- si } i_{inconf_C3, fr}(h) = 1 \\
 & \quad Nb h_{inc_C3, fr} = Nb h_{inc_C3, fr} + 1 \\
 & \text{- sinon } (i_{inconf_C3, fr}(h) = 0 \text{ ou } -1) \\
 & \quad Nb h_{inc_C3, fr} = Nb h_{inc_C3, fr}
 \end{aligned}$$

6.2.3.5 Calcul de la somme des degrés-heures d'inconfort

Cette somme exprime les écarts entre la température d'inconfort et la température réelle du groupe sans systèmes de chauffage ni de refroidissement (températures en évolution libre), sur l'ensemble des pas de temps de l'année (8760 heures ici).

En inconfort froid :

$$DH_{inc_cons,ch} = \sum_h \Delta\theta_{op_inc_cons,ch}(h) \quad (56)$$

En inconfort chaud :

$$\begin{aligned} DH_{inc_cons,fr} &= \sum_h \Delta\theta_{op_inc_cons,fr}(h) \\ DH_{inc_C1,fr} &= \sum_h \Delta\theta_{op_inc_C1,fr}(h) \\ DH_{inc_C2,fr} &= \sum_h \Delta\theta_{op_inc_C2,fr}(h) \\ DH_{inc_C3,fr} &= \sum_h \Delta\theta_{op_inc_C3,fr}(h) \end{aligned} \quad (57)$$

Note : les résultats fournissent le nombre de degrés-heures d'inconfort en période d'occupation, les écarts de températures étant nuls en période d'inoccupation.

6.3 C Ein Détermination des saisons

6.3.1 INTRODUCTION

La fiche détermination des saisons intervient en amont de l'ensemble des calculs du groupe.

Pour un groupe donné, deux saisons différentes interviennent dans le moteur RT 2012 :

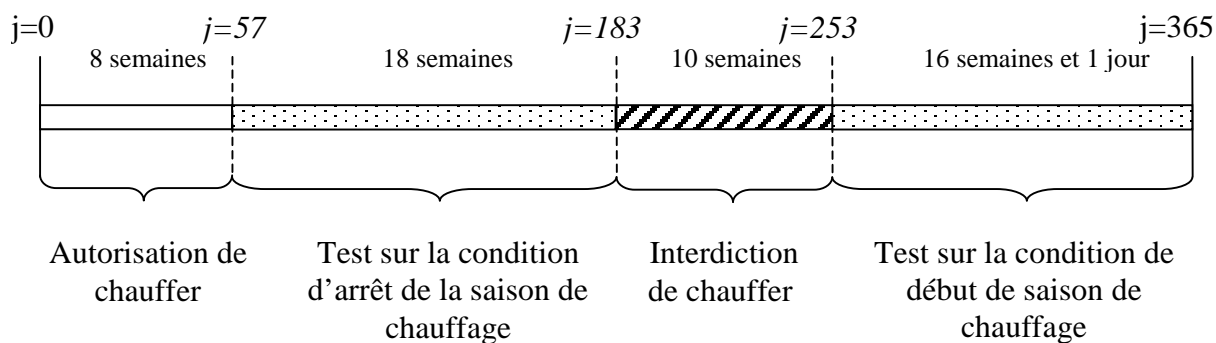
- **Saison propre** : elle conditionne les algorithmes de gestion et de régulation des différents composants du groupe.
- **Saison effective** : elle conditionne le fonctionnement des émetteurs, réseaux de distribution et générateurs de chauffage et/ou refroidissement du groupe. En dehors de la saison effective de chauffage (de refroidissement), l'ensemble des systèmes de chauffage (de refroidissement) sont désactivés : les besoins éventuels transmis par les émetteurs ne sont pas pris en compte.

La présente fiche ne traite que la procédure relative aux saisons propres.

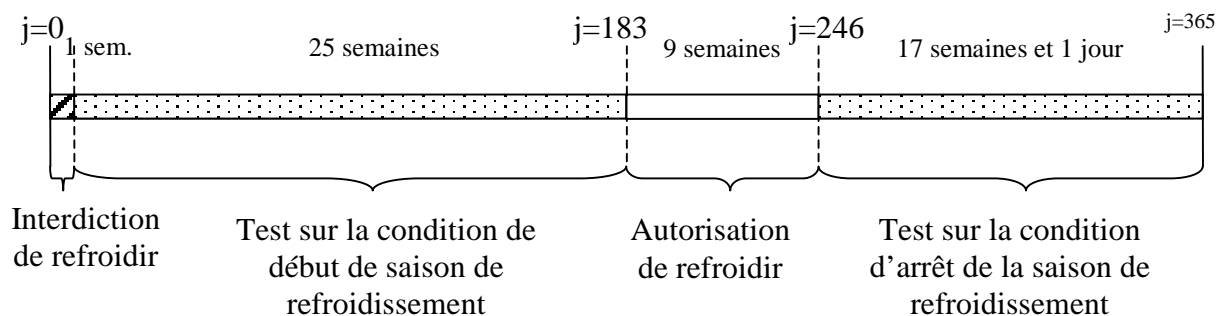
La saison effective est une combinaison des saisons propres des différents groupes connectés à une même génération au travers de leurs réseaux de distribution. Elle peut être commune à plusieurs groupes ou non, selon les isolations hydrauliques possibles au niveau de la génération.

Les saisons propres sont déterminées aux travers de tests logiques menées à chaque début de jour de simulation. L'initiation d'une saison propre repose sur la comparaison du total cumulé des degrés-heures d'inconfort thermique à un seuil de 40 °C.h. L'achèvement d'une saison propre est quant à lui associé sur une comparaison de la moyenne glissante des besoins en chaud et en froid du groupe à une valeur limite de 2 Wh/m².

En chauffage, l'année de simulation se décompose ainsi :



En refroidissement, l'année de simulation se décompose ainsi :



6.3.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 8 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de calcul.

Dans toute la suite de la fiche, on notera h le pas de temps de simulation, j le jour de simulation, s la semaine de simulation et m le mois au sens de la décomposition faite pour les scénarios.

Entrées du composant		
Nom	Description	Uni
IHJ	Heure du jour.	-
Zone	$\{i_{occ_zone}(h)\}_{(j-28;j-1)}$	Ent
	Ensemble des valeurs de l'indicateur traduisant l'occupation du jour j-28 au jour j-1 inclus.	
Groupe	$\{Q_{sys_ch}(h)\}_{(j-28;j-1)}$	kWh
	Ensemble des valeurs des besoins de chauffage du groupe, hors prise en compte des saisons, du jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	
	$\{Q_{sys_fr}(h)\}_{(j-28;j-1)}$	kWh
	Ensemble des valeurs des besoins de refroidissement du groupe, hors prise en compte des saisons, du jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	
Calculs groupe	$\{\Delta\theta_{op_inc_cons, ch}(h)\}_{(j-28;j-1)}$	°C
	Ensemble des valeurs des degrés-heures $\Delta\theta_{op_inc_cons, ch}(h)$ lié à l'inconfort froid du jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	
	$\{\Delta\theta_{op_inc, fr}(h)\}_{(j-28;j-1)}$	°C
	Ensemble des valeurs des degrés-heures $\Delta\theta_{op_inc, fr}(h)$ liés à l'inconfort chaud du jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	
Calculs groupe	$\{Q_{req, genr, ch}(h)\}_{j-28 ; j-1}$	Wh
	Ensemble des sommes des différentes valeurs des demande en énergie de chauffage au niveau des générations du projet, jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	
Calculs groupe	$\{Q_{req, genr, fr}(h)\}_{j-28 ; j-1}$	Wh
	Ensemble des sommes des différentes valeurs des demande en énergie de refroidissement au niveau des générations du projet, du jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	

Sorties						
Gestion/régulation des ouvertures et protections mobiles	Nom	Description	Uni.			
	$Saison(j)$	La saison propre du groupe au jour j , sous forme d'entier : 1 : saison de refroidissement, 2 : mi-saison, 3 : saison de chauffage, 4 : saison mixte de chauffage et refroidissement.	Ent.			
	$Aut_{ch,pro}(j)$	Indicateur de saison de chauffage. 1 : le groupe est en saison de chauffage.	Ent.			
	$Aut_{fr,pro}(j)$	Indicateur de saison de refroidissement. 1 : le groupe est en saison de refroidissement.	Ent.			
	$j_{debut_ch}^{gr}$	Jour de début de la saison de chauffage propre au bâtiment.	j			
	$j_{fin_ch}^{gr}$	Jour de fin de la saison de chauffage propre au bâtiment.	j			
	Bâtiment	$j_{debut_fr}^{gr}$	Jour de début de la saison de refroidissement propre au bâtiment.	j		
$j_{fin_fr}^{gr}$		Jour de fin de la saison de refroidissement propre au bâtiment.	j			
Paramètres d'intégration						
Nom	Description	Uni.	Min	Max	Conv.	
A^{gr}	Surface utile du groupe en m ² .	m ²	0	$+\infty$	-	
Paramètres intrinsèques						
Nom	Description	Uni.	Min	Max	Conv.	
Cat_amb	Catégorie d'ambiance du groupe considéré au regard des catégories 1, 2 et 3 définies dans la fiche « Indicateurs de confort ».	Ent	0	3		Voir Tableau 10
$Seuil_{debut_ch}$	Seuil de début de la saison de chauffage, à comparer à la moyenne glissante des degrés-heures $\Delta\theta_{op_inc,ch}(h)$.	°C.h	0	$+\infty$	40	
$Seuil_{fin_ch}$	Seuil de fin de saison de chauffage, à comparer à la moyenne glissante des besoins de chauffage	Wh/m ²	0	$+\infty$	2	
$Seuil_{debut_fr}$	Seuil de début de la saison de refroidissement, à comparer à la moyenne glissante des degrés-heures $\Delta\theta_{op_inc,fr}(h)$.	°C.h	0	$+\infty$	40	

$Seuil_{fin_fr}$	Seuil de fin de saison de refroidissement, à comparer à la moyenne glissante des besoins de froid.	Wh/ m ²	0	$+\infty$	2
-------------------	--	-----------------------	---	-----------	---

Variables internes

	Nom	Description	Uni.
	$Nb_{h_occ_ref}$	Nombre d'heures d'occupation de référence correspondant à une semaine d'occupation type pour l'usage considéré.	h
	$Nb_{h_occ_somme}(j)$	Nombre d'heures d'occupation cumulé sur la période de sommation des °C.h d'inconfort.	h
Repris du jour j-1	$Aut_{ch,pro}^{gr}(j-1)$	Autorisation de chauffer propre au groupe, au jour précédent.	Ent.
	$Aut_{fr,pro}^{gr}(j-1)$	Autorisation de refroidir propre au groupe, au jour précédent.	Ent.
	$MG_{bch}^{gr}(j)$	Moyenne glissante sur 4 semaines des besoins bruts de chauffage du groupe.	Wh/ m ²
	$MG_{bfr}^{gr}(j)$	Moyenne glissante sur 4 semaines des besoins bruts de refroidissement du groupe.	Wh/ m ²
	$MG_{dh_ch}^{gr}(j)$	Moyenne glissante sur 4 semaines des degrés-heures $\Delta\theta_{op_diff,ch}(h)$ liés à l'inconfort froid.	°C.h
	$MG_{dh_fr}^{gr}(j)$	Moyenne glissante sur 4 semaines des degrés-heures $\Delta\theta_{op_diff,fr}(h)$ liés à l'inconfort chaud.	°C.h
	$Nb_{j_intégration,ch}$ $Nb_{j_intégration,fr}$	Nombre de jour d'intégration pour le calcul des °C.h d'inconfort.	Ent

Tableau 8 : Nomenclature du modèle

6.3.3 DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

6.3.3.1 Calcul de $Aut_{ch,pro}^{gr}(j)$

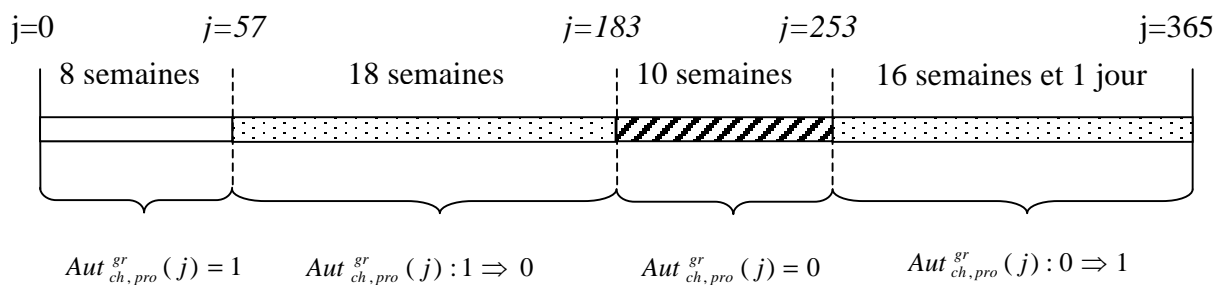
La variable $Aut_{ch,pro}^{gr}(j)$ prend la valeur 1 à partir du jour de l'année où la condition d'initiation est remplie jusqu'au jour où la condition d'arrêt est remplie. L'ensemble des jours entre ces deux dates constituent la saison de chauffage propre au groupe, unique pour une simulation.

La définition de ces deux dates se fonde sur:

- Pour le début de la saison de chauffage, une somme glissante sur une durée de 4 semaines précédant le jour actuel j des degrés-heures en situation d'inconfort thermique froid (telle que définie dans la fiche « Indicateurs de confort »),
- Pour la fin de la saison de chauffage, une moyenne glissante sur une durée de 4 semaines précédant le jour actuel j des besoins en chaud du groupe,

Elle repose sur les hypothèses suivantes :

- Au pas de temps initial et tout au long des 8 premières semaines de simulations, $Aut_{ch,pro}^{gr}(j)=1$ (valeur initiale),
- La saison d'autorisation de chauffage ne peut se terminer qu'entre le 57^{ème} jour de simulation (1^{er} mars au sens des scénarios) et le 183^{ème} jour de simulation (1^{er} juillet au sens des scénarios).
- La saison d'autorisation de chauffage ne peut redébuter qu'entre le 253^{ème} jour de simulation (1^{er} jour de la 2^{ème} semaine de septembre, au sens des scénarios) et la fin de la simulation. Cette restriction repose sur l'hypothèse que la première semaine de septembre au sens des scénarios est une semaine d'occupation, et ce quelques soient les usages.



6.3.3.1.1 Calcul de $MG_{dh,ch}$

$MG_{dh,ch}^{gr}(j)$ est calculé pour chaque jour de simulation à partir du 253^{ème} jour de simulation. Le calcul est effectué au premier pas de temps de chaque jour j de simulation, ce qui correspond à chaque pas de temps h tel que $IHJ = 1$. La valeur obtenue est conservée pour l'ensemble des pas de temps du jour j (h tels que $2 \leq IHJ \leq 24$).

- Pour le 253^{ème} jour de simulation, on calcule le nombre d'heures d'occupation hebdomadaire de référence correspondant au type d'usage $Nb_{h_occ_ref}$.

$$Nb_{h_occ_ref} = \sum_{h \in s-1} i_{occ_zone}(h)$$

$$Nb_{h_occ_somme}(j) = Nb_{h_occ_ref} \quad (58)$$

$$MG_{dh,ch}^{gr}(j) = \sum_{h \in s-1} \Delta \theta_{op_inc_cons,ch}(h)$$

- Pour les trois semaines suivantes, on étend progressivement la moyenne glissante à une durée de 4 semaines. La relation ne consiste plus qu'en une addition à la somme glissante :

$$Nb_{h_occ_somme}(j) = Nb_{h_occ_somme}(j-1) + \sum_{h \in j-1} i_{occ_zone}(h) \quad (59)$$

$$MG_{dh,ch}^{gr}(j) = MG_{dh,ch}^{gr}(j-1) + \sum_{h \in j-1} \Delta \theta_{op_inc_cons,ch}(h)$$

- Enfin, une fois ce délai passé, la relation ne consiste plus qu'en un décalage de la somme glissante :

$$Nb_{h_occ_somme}(j) = Nb_{h_occ_somme}(j-1) + \sum_{h \in j-1} i_{occ_zone}(h) - \sum_{h \in j-28} i_{occ_zone}(h) \quad (60)$$

$$MG_{dh,ch}^{gr}(j) = MG_{dh,ch}^{gr}(j-1) + \sum_{h \in j-1} \Delta \theta_{op_inc_consf,ch}(h) - \sum_{h \in j-28} \Delta \theta_{op_inc_consf,ch}(h)$$

6.3.3.1.2 Calcul de MGBch en calcul BBio

Le processus suivant n'est à appliquer que dans le cadre d'un calcul du coefficient BBio.

$MG_{bch}^{gr}(j)$ est calculé pour chaque jour de simulation à partir du 57^{ème} jour de simulation et jusqu'au 183^{ème} jour de simulation non-inclus. Le calcul est effectué au premier pas de temps de chaque jour j de simulation, ce qui correspond à chaque pas de temps h tel que $IHJ = 1$. La valeur obtenue est conservée pour l'ensemble des pas de temps du jour j (h tels que $2 \leq IHJ \leq 24$).

- Pour le 57^{ème} jour de simulation :

$$MG_{bch}^{gr}(j) = \frac{1}{672} \frac{\sum_{j-28}^{j-1} Q_{sys_ch}(t)}{A^{gr}} \quad (61)$$

- Ensuite, jusqu'au 183^{ème} jour non-inclu, la relation ne consiste plus qu'en un « décalage » de la moyenne glissante :

Pour h tel quel $IHJ = 1$ (début du jour j),

$$MG_{bch}^{gr}(j) = MG_{bch}^{gr}(j-1) + \frac{1}{672} \frac{\sum_{j-1}^{j-1} Q_{sys_ch}(t) - \sum_{j-28}^{j-28} Q_{sys_ch}(t)}{A^{gr}} \quad (62)$$

6.3.3.1.3 Calcul de MG_{bch}^{gr} en calcul des consommations

Le processus suivant n'est à appliquer que dans le cadre d'un calcul des consommations du projet.

$MG_{bch}^{gr}(j)$ est calculé pour chaque jour de simulation à partir du 57^{ème} jour de simulation et jusqu'au 183^{ème} jour de simulation non-inclus. Le calcul est effectué au premier pas de temps de chaque jour j de simulation, ce qui correspond à chaque pas de temps h tel que $IHJ = 1$. La valeur obtenue est conservée pour l'ensemble des pas de temps du jour j (h tels que $2 \leq IHJ \leq 24$).

- Pour le 57^{ème} jour de simulation :

$$MG_{bch}^{gr}(j) = \frac{1}{672} \frac{\sum_{h \in [j-28; j-1]} Q_{req_gen_ch}(h)}{A^{gr}} \quad (63)$$

- Ensuite, jusqu'au 183^{ème} jour non-inclus, la relation ne consiste plus qu'en un « décalage » de la moyenne glissante :

Pour h tel quel $IHJ = 1$ (début du jour j),

$$MG_{bch}^{gr}(j) = MG_{bch}^{gr}(j-1) + \frac{1}{672} \frac{\sum_{h \in j-1} Q_{req_gen_ch}(h) - \sum_{h \in j-28} Q_{req_gen_ch}(h)}{A^{gr}} \quad (64)$$

6.3.3.1.4 Assemblage des calculs

- Pour les 8 premières semaines de simulation (jour 1 à 56), on applique conventionnellement une valeur de 1 :

$$Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = 1 \quad (65)$$

- Pour la période allant du 57^{ème} jour au 182^{ème} jour de simulation :

Si $Aut_{ch,pro}^{gr}(j-1) = 1$,

Si $MG_{bch}^{gr}(j) \leq Seuil_{fin,ch}$

$$Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = 0$$

Sinon,

$$Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = 1$$

Sinon,

$$Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = Aut_{ch,pro}^{gr}(j-1)$$

(66)

- Pour la période allant du 183^{ème} jour au 252^{ème} jour de simulation, le chauffage est conventionnellement interdit :

$$Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = 0 \quad (67)$$

- Pour la période allant du 253^{ème} jour à la fin de la simulation :

$$\text{Si } Aut_{ch,pro}^{gr}(j-1) = 0,$$

$$\text{Si } MG_{dh_ch}^{gr}(j) \geq Seuil_{debut,ch} \times MAX(0.5; \frac{Nb_{h_occ_somme}(j)}{4 \times Nb_{h_occ_ref}})$$

$$Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = 1$$

Sinon,

$$Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = 0$$

Sinon,

$$Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = Aut_{ch,pro}^{gr}(j-1)$$

(68)

6.3.3.2 Calcul de $Aut_{fr,pro}^{gr}(j)$

La variable $Aut_{fr,pro}^{gr}(j)$ est équivalente à $Aut_{ch,pro}^{gr}(j)$, mais pour l'aspect refroidissement.

Dans le cas où le groupe ne dispose pas de système de refroidissement ($i_{clim}=0$), la variable $Aut_{fr,pro}^{gr}(j)$ est nulle toute l'année.

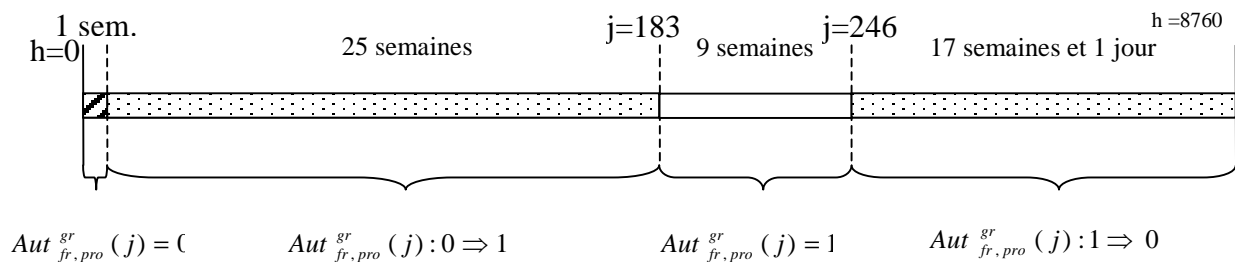
La définition de ces deux dates se fonde sur:

- Pour le début de la saison de refroidissement, une somme glissante sur une durée de 1 à 4 semaines précédant le jour actuel j des degrés-heures en situation d'inconfort thermique chaud (telle que définie dans la fiche « Indicateurs de confort »),
- Pour la fin de saison de refroidissement, une moyenne glissante sur une durée de 4 semaines précédent le jour actuel j des besoins bruts en froid du groupe,

Dans une première approche, on considèrera les hypothèses suivantes :

- La première semaine de simulation est utilisée pour la détermination d'une valeur initiale de $Aut_{fr,pro}^{gr}(j)$. **Cette restriction repose sur l'hypothèse que cette première semaine n'est pas une semaine d'occupation, et ce quels que soient les usages.** Durant cette première semaine de simulation, on applique une valeur nulle : $Aut_{fr,pro}^{gr}(j)=0$.
- La saison d'autorisation de refroidissement débute avant le 183^{ème} jour de simulation (1^{er} juillet au sens des scénarios).
- Entre le 183^{ème} et le 246^{ème} jour (non-inclus), on autorise le refroidissement quelques soient les cas.
- La saison d'autorisation de refroidissement se termine dans la période allant du 246^{ème} jour de simulation à la fin de la simulation.

Pour $i_{clim}=1$:



6.3.3.2.1 Catégories d'ambiance du groupe

Les valeurs de $\Delta \theta_{op_inc,fr}(h)$ à récupérer de la fiche « Indicateurs de confort » dépendent de la valeur du paramètre intrinsèque Cat_amb attribuée au groupe.

Cat_amb	$\Delta \theta_{op_inc,fr}(h)$
0	$\Delta \theta_{op_inc_cons,fr}(h)$
1	$\Delta \theta_{op_inc_C1,fr}(h)$
2	$\Delta \theta_{op_inc_C2,fr}(h)$
3	$\Delta \theta_{op_inc_C3,fr}(h)$

Tableau 9: Correspondance entre Cat_amb et les valeurs de $\Delta \theta_{op_inc,fr}(h)$ à récupérer

La valeur de catégorie d'ambiance retenue dépend du type d'usage du projet :

USAGE de la zone au sens des scénarios	Valeur de Cat_amb
Bâtiments à usage d'habitation	3
Autres usages	1

Tableau 10: Relation entre les catégories d'ambiance et le type d'usage

6.3.3.2.2 Calcul de $MG_{dh,fr}$ pour le groupe

$MG_{dh,fr}^{gr}(j)$ est calculé pour chaque jour de simulation à partir du 8^{ème} jour de simulation et jusqu'au 183^{ème} jour de simulation non-inclus. Le calcul est effectué au premier pas de temps de chaque jour j de simulation, ce qui correspond à chaque pas de temps h tel que $IHJ = 1$. La valeur obtenue est conservée pour l'ensemble des pas de temps du jour j (h tels que $2 \leq IHJ \leq 24$).

- Pour le 8^{ème} jour de simulation :

$$\begin{aligned}
 Nb_{h_occ_ref} &= \sum_{h \in s-1} i_{occ_zone}(h) \\
 Nb_{h_occ_somme}(j) &= Nb_{h_occ_ref} \\
 MG_{dh,fr}^{gr}(j) &= \sum_{h \in s-1} \Delta \theta_{op_inc,fr}(h)
 \end{aligned} \tag{69}$$

- Pour les trois semaines suivantes, on étend progressivement la moyenne glissante à une durée de 4 semaines. La relation ne consiste plus qu'en une addition à la somme glissante :

$$\begin{aligned}
 Nb_{h_occ_somme}(j) &= Nb_{h_occ_somme}(j-1) + \sum_{h \in j-1} i_{occ_zone}(h) \\
 MG_{dh,fr}^{gr}(j) &= MG_{dh,fr}^{gr}(j-1) + \sum_{h \in j-1} \Delta \theta_{op_inc,fr}(h)
 \end{aligned} \tag{70}$$

- Ensuite, jusqu'au 183^{ème} jour de simulation non-inclus, la relation ne consiste plus qu'en un « décalage » de la somme glissante :

$$\begin{aligned}
 Nb_{h_occ_somme}(j) &= Nb_{h_occ_somme}(j-1) + \sum_{h \in j-1} i_{occ_zone}(h) - \sum_{h \in j-28} i_{occ_zone}(h) \\
 MG_{dh,fr}^{gr}(j) &= MG_{dh,fr}^{gr}(j-1) + \sum_{h \in j-1} \Delta \theta_{op_inc,fr}(h) - \sum_{h \in j-28} \Delta \theta_{op_inc,fr}(h)
 \end{aligned} \tag{71}$$

6.3.3.2.3 Calcul de MG_{bfr}^{gr} en calcul BBio

Le processus suivant n'est à appliquer que dans le cadre d'un calcul du coefficient BBio.

$MG_{bfr}^{gr}(j)$ est calculé pour chaque jour de simulation à partir du 246^{ème} jour et jusqu'à la fin de la simulation. Le calcul est effectué au premier pas de temps de chaque jour j de simulation, ce qui correspond à chaque pas de temps h tel que $IHJ = 1$. La valeur obtenue est conservée pour l'ensemble des pas de temps du jour j (h tels que $2 \leq IHJ \leq 24$).

- Pour le 246^{ème} jour de simulation :

Au premier pas de temps du jour ($IHJ = 1$) :

$$MG_{bfr}^{gr}(j) = \frac{1}{672} \frac{\sum_{t=j-28}^{j-1} Q_{sys_fr}(t)}{A^{gr}} \quad (72)$$

- Ensuite, et jusqu'à la fin de la simulation, la relation ne consiste plus qu'en un « décalage » de la moyenne glissante :

Pour h tel quel $IHJ = 1$ (début du jour j),

$$MG_{bfr}^{gr}(j) = MG_{bfr}^{gr}(j-1) + \frac{1}{672} \frac{\sum_{t=j-1} Q_{sys_fr}(t) - \sum_{t=j-28} Q_{sys_fr}(t)}{A^{gr}} \quad (73)$$

6.3.3.2.4 Calcul de MG_{bfr} en calcul des consommations

Le processus suivant n'est à appliquer que dans le cadre d'un calcul des consommations du projet.

$MG_{bfr}^{gr}(j)$ est calculé pour chaque jour de simulation à partir du 246^{ème} jour et jusqu'à la fin de la simulation. Le calcul est effectué au premier pas de temps de chaque jour j de simulation, ce qui correspond à chaque pas de temps h tel que $IHJ = 1$. La valeur obtenue est conservée pour l'ensemble des pas de temps du jour j (h tels que $2 \leq IHJ \leq 24$).

- Pour le 246^{ème} jour de simulation :

Au premier pas de temps du jour ($IHJ = 1$) :

$$MG_{bfr}^{gr}(j) = \frac{1}{672} \frac{\sum_{h \in [j-28; j-1]} Q_{req_gen_fr}(h)}{A^{gr}} \quad (74)$$

- Ensuite, et jusqu'à la fin de la simulation, la relation ne consiste plus qu'en un « décalage » de la moyenne glissante :

Pour h tel quel $IHJ = 1$ (début du jour j),

$$MG_{bfr}^{gr}(j) = MG_{bfr}^{gr}(j-1) + \frac{1}{672} \frac{\sum_{h \in j-1} Q_{req_gen_fr}(h) - \sum_{h \in j-28} Q_{req_gen_fr}(h)}{A^{gr}} \quad (75)$$

6.3.3.2.5 Assemblage des calculs

- Pour la première semaine de simulation, jusqu'au 8^{ème} jour non-inclus :

$$Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = 0 \quad (76)$$

- Pour la période allant du 8^{ème} jour au 182^{ème} jour:

$$\text{Si } Aut_{fr,pro}^{gr}(j-1) = 0,$$

$$\text{Si } MG_{dh_fr}^{gr}(j) \geq Seuil_{debut_fr} \times MAX(0.5; \frac{Nb_{h_occ_somme}(j)}{4 \times Nb_{h_occ_ref}})$$

$$Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = 1 \quad (77)$$

Sinon,

$$Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = 0$$

Sinon,

$$Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = Aut_{fr,pro}^{gr}(j-1)$$

- Pour la période allant du 183^{ème} au 245^{ème} jour :

$$Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = 1 \quad (78)$$

- Pour la période allant du 246^{ème} jour à la fin de la simulation :

$$\text{Si } Aut_{fr,pro}^{gr}(j-1) = 1,$$

$$\text{Si } MG_{bfr}^{gr}(j) \leq Seuil_{fin_fr}$$

$$Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = 0 \quad (79)$$

Sinon,

$$Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = 1$$

Sinon,

$$Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = Aut_{fr,pro}^{gr}(j-1)$$

6.3.3.3 Cas particulier du calcul du BBio

Dans le cadre du calcul du BBio la méthode de calcul des autorisations propres décrites ci-dessus est appliquée.

Les autorisations effectives sont prises égales aux autorisations propres du groupe :

$$\begin{cases} Aut_{ch,eff}^{gr}(j) = Aut_{ch,pro}^{gr}(j) \\ Aut_{fr,eff}^{gr}(j) = Aut_{fr,pro}^{gr}(j) \end{cases} \quad (80)$$

6.3.3.4 Cas particulier du calcul de la température intérieur de confort (méthode Th-E)

Dans le cadre de la méthode Th-E, on applique conventionnellement les valeurs suivantes, de manière à simuler les conditions d'été, sans pour autant activer les systèmes d'émissions :

$$\begin{cases} Aut_{fr,pro}^{gr}(j) = 1 \\ Aut_{ch,pro}^{gr}(j) = 0 \end{cases} \quad (81)$$

$$\begin{cases} Aut_{ch,eff}^{gr}(j) = 0 \\ Aut_{fr,eff}^{gr}(j) = 0 \end{cases} \quad (82)$$

6.3.3.5 Passage des variables d'autorisation à la saison propre

Le passage des variables d'autorisation déterminées ci-dessus à la valeur de $Saison^{gr}(j)$ se fait selon le tableau suivant :

	Saison de refroidissement	Mi-saison	Saison de chauffage	Saison mixte
$Aut_{ch,pro}^{gr}(j)$	0	0	1	1
$Aut_{fr,pro}^{gr}(j)$	1	0	0	1
$Saison^{gr}(j)$	1	2	3	4

Tableau 12: Relations entre $Aut_{ch,pro}^{gr}(j)$, $Aut_{fr,pro}^{gr}(j)$ et les saisons propres de groupe

6.3.3.5.1 Détermination des dates de début et fin de saisons propres

Les dates de début et de fin pour la saison propre de chauffage et la saison propre de refroidissement sont uniques pour un groupe. Elles sont déterminées pour une exploitation dans le fiche de sortie du projet.

Pour chaque bâtiment (d'indice *bat*) du projet,

Si $Aut_{ch,pro}^{gr}(j-1) < Aut_{ch,pro}^{gr}(j)$, alors,

$$j_{debut_ch}^{gr} = j$$

Si $Aut_{ch,pro}^{gr}(j-1) > Aut_{ch,pro}^{gr}(j)$, alors,

$$j_{fin_ch}^{gr} = j \tag{83}$$

Si $Aut_{fr,pro}^{gr}(j-1) < Aut_{fr,pro}^{gr}(j)$, alors,

$$j_{debut_fr}^{gr} = j$$

Si $Aut_{fr,pro}^{gr}(j-1) > Aut_{fr,pro}^{gr}(j)$, alors,

$$j_{fin_fr}^{gr} = j$$

7. BATI

7.1 **S3 BAT-Assemblage Batiment**

7.1.1 INTRODUCTION

Un bâtiment est décrit suivant 4 niveaux :

- 1) le niveau "Bâtiment",
- 2) le niveau "Zone",
- 3) le niveau "Groupe",
- 4) le niveau "Local".

Le niveau bâtiment est le niveau où s'exprime l'exigence réglementaire en termes de coefficient Bbio et C.

Les éléments communs à tout le bâtiment (par exemple la situation géographique) sont définis à ce niveau².

Cette fiche décrit les assemblages au niveau "bâtiment".

² En cas de calcul simultané sur plusieurs bâtiments, le niveau projet sera être utilisé pour les données géographiques

7.1.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 13 donne la nomenclature des différentes variables du modèle

Entrées du système					
Nom	Description	Unité			
Paramètres intrinsèques du système					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
Paramètres d'intégration du système					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
département	Numéro du département		1	95	
Alt	Altitude du projet	m	0		
Dmer	Distance à la mer	Km	0		
Durb	Distance à l'îlot urbain	Km	0		
Sorties					
Nom	Description	Unité			
$Bch_m^{bât}$	Besoins mensuels en chaud d'un bâtiment	kWh/m²S HON			
$Bch^{bât}$	Besoins annuels en chaud d'un bâtiment	kWh/m²S HON			
$Bfr_m^{bât}$	Besoins mensuels en froid d'un bâtiment	kWh/m²S HON			
$Bfr^{bât}$	Besoins annuels en froid d'un bâtiment	kWh/m²S HON			
$Becl_m^{bât}$	Besoin mensuel en éclairage artificiel d'un bâtiment	kWh/m²S HON			
$Becl^{bât}$	Besoin annuel en éclairage artificiel d'un bâtiment	kWh/m²S HON			
$Bbio_m$	Besoin bioclimatique mensuel du bâtiment	kWh/m²S HON			
$Bbio$	Besoin bioclimatique annuel du bâtiment	kWh/m²S HON			
$Becs_m^b$ <i>at</i>	Besoins mensuels bruts d'ECS du bâtiment	Wh/m²SH ON _{RT} ^{gr}			
$Becs^{bat}$	Besoins annuels bruts d'ECS du bâtiment	Wh/m²SH ON _{RT} ^{gr}			
$Ratio_{psi}$	Ratio de transmission linéique moyen global des ponts thermiques du bâtiment	W/m²SH ONRT.K			
$Ratio_{baies}$ <i>es</i>	Surface totale des baies d'un bâtiment, rapportée à sa surface habitable	m²/m²			
	Pour le bâtiment				
	Energie finale mensuelle et annuelle				
	Energie primaire mensuelle et annuelle				
	Energie finale par énergie				

Energie primaire par énergie

Variables internes

Nom	Description	Unité
-----	-------------	-------

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
-----	-------------	-------	-------

Tableau 13 : Nomenclature des différentes variables du modèle de bâtiment

7.1.3 ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

Le schéma de la figure ci-dessous présente l'organisation des composants pour l'ensemble d'un bâtiment pour le calcul de Cep.

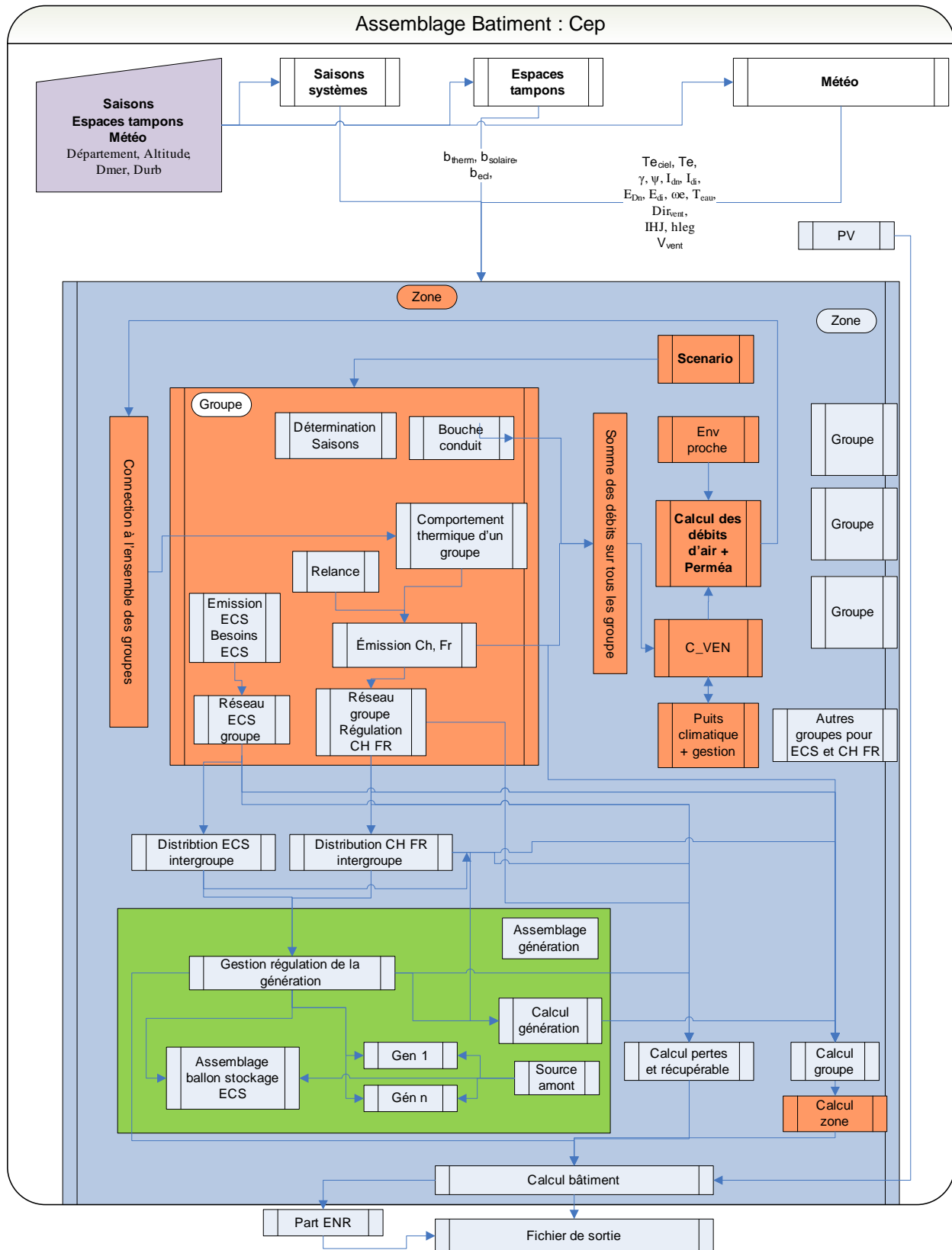


Figure 7 : Assemblage des composants d'un bâtiment

Le niveau 'bâtiment' rassemble d'une part l'ensemble des zones, celles-ci correspondant à un regroupement des parties de bâtiment pour lesquelles les usages, donc les scénarios d'utilisation, sont identiques et d'autre part les composants qui concernent le bâtiment dans son ensemble :

- le climat extérieur,
- les espaces tampons : vérandas, serres...
- les saisons pour les systèmes,

Les saisons sont définies d'abord au niveau de chaque groupe, fiche 'détermination des saisons', en considérant les besoins propres à chaque groupe et ensuite harmonisées pour l'ensemble du bâtiment. L'information harmonisée est renvoyée aux groupes, notamment pour le fonctionnement de l'émission.

La fiche algorithme est organisée en trois parties :

- en haut à gauche, on trouve les paramètres d'intégration des différents composants ou des assemblages intervenant, entrés au niveau de l'interface utilisateurs, les paramètres intrinsèques étant définis dans les fiches algorithmes,
- dans la partie en couleur, on trouve l'organisation proprement dite des différents composants. Chaque composant est relié aux autres par des flèches symbolisant les échanges de données.
- dans la partie supérieure, on distingue les composants amont.

Le détail de chaque composant ou de chaque assemblage est au niveau de chaque fiche algorithme.

Pour la détermination du coefficient Bbio, les calculs sont conduits au niveau de chaque groupe, les résultats étant dirigés vers le module de 'calcul groupe' puis 'calcul zone' et enfin 'calcul bâtiment'.

Le calcul du coefficient Cep fait appel à des composants supplémentaires :

- les systèmes aérauliques, pouvant être en relation avec un puits climatique selon les cas,
- les réseaux de distribution de chaleur et de froid,
- les réseaux de distribution d'ECS,
- la génération, constituée des différents générateurs de chaleur, de froid, de chaleur ou de froid, d'ECS, de chaleur et d'ECS ainsi que de leur gestion régulation. Il s'agit notamment d'organiser les priorités de fonctionnement.

L'enchaînement des calculs est le suivant :

'Climat extérieur'

Les données météorologiques du pas de temps sont rendues disponibles.

'Espaces tampons'

Les coefficients de réduction des déperditions thermiques, de réduction des flux solaires et de réduction de l'éclairement naturel dus à la présence de l'espace tampon sont déterminés.

'Zones'

Les zones sont traitées comme présenté dans la fiche 'assemblage zone'.

'Groupes'

Les groupes sont traités comme présenté dans la fiche 'assemblage groupe'.

'PV installation PV' :

La production d'énergie d'origine photovoltaïque est calculée.

'Part-ENR' :

La contribution ENR des générateurs et de la production locale d'énergie électrique utilisant les ENR est déterminée. L'apport dû aux ENR est exprimé en énergie primaire.

'Calculs bâtiment'

On effectue un post traitement des sorties du bâtiment : cumuls mensuels et annuels, Bbio, Cep.

7.2 **C CALC Calculs bâtiment**

7.2.1 *INTRODUCTION*

Cette fiche a pour objet de recenser tous les calculs de résultats ramenés au niveau du bâtiment.

7.2.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 14 donne la nomenclature des différentes variables nécessaires pour effectuer les calculs au niveau du bâtiment.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Unité
Emissio n	$Q_{sys_ch}^{gr}(h)$	Energie requise pour le chauffage totale du groupe.	Wh
	$Q_{sys_fr}^{gr}(h)$	Energie requise pour le refroidissement totale du groupe.	Wh
Ecl.	$C_{ECL_GR}(h)$	Consommation d'énergie finale pour l'éclairage d'un groupe sur une heure	Wh
PV	$P_{ond}^{PV}(h)$	Puissance électrique délivré par l'onduleur de l'installation PV sur le réseau en énergie finale, au pas de temps h .	W
	$Q_{w_bruts}^{gr}(h)$	Besoins horaires bruts d'ECS	Wh
	A_{baies}^z	Surface totale des baies de la zone	m ²
	$C_{ef_ch}^{zn}$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fr}^{zn}$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
Cef annuels	$C_{ef_ecs}^{zn}$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ecl}^{zn}$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_auxv}^{zn}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_auxs}^{zn}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ch_m}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_fr_m}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
Cef mensuels	$C_{ef_ecs_m}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_ecl_m}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_auxv}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_auxs}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour le mois m .	Wh/m ² par mois

Cep annuels	$C_{ep_ch}^{zn}$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fr}^{zn}$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ecs}^{zn}$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ecl}^{zn}$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux de la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxv}^{zn}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) de la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxs}^{zn}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution de la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
Cef mensuels	$C_{ep_ch_m}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_fr_m}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecs_m}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecl_m}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_auxv}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_auxs}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
Cef par énergie	$C_{ef_gaz}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation du gaz pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fod}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation du fioul domestique pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_cha}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation du charbon pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_boi}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation du bois pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ele}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation de l'électricité pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_rdc}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
Cep par énergie	$C_{ep_gaz}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du gaz pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fod}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du fioul domestique pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an

Calculs génération	$C_{ep_cha}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du charbon pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_boi}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du bois pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ele}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation de l'électricité pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_rdc}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_rdch}^{gen,gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour la zone sur l'année entière.	Wh/ep
	$C_{ep_rdfr}^{gen,gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de froid pour la zone sur l'année entière.	Wh/ep
	$C_{ep_ch}^{gnr,gr}$, $C_{ep_fr}^{gnr,gr}$, $C_{ep_ecs}^{gnr,gr}$	Consommations annuelles en énergie primaire par générateur thermodynamique et par groupe.	Wh/ep
	$E_{ep_sol_tot}^{gen,gr}$	Energie solaire thermique annuelle cumulée pour la génération <i>gen</i> , répartie par groupe.	Wh/ep
	$E_{ep_aux_tot}^{gen,gr}$	Energie électrique primaire consommée par les auxiliaires de boucles solaires pour la génération <i>gen</i> , répartie par groupe.	Wh/ep
	$E_{ef_prelec}^{gen,gr}$	Energie électrique finale annuelle totale produite par la génération attribuée au groupe <i>gr</i> .	Wh
	$E_{ep_prelec}^{gen,gr}$	Energie électrique primaire annuelle totale produite par la génération attribuée au groupe <i>gr</i> .	Wh
	C_{ef}^{zn}	Energie finale totale consommée par la zone pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an
	C_{ep}^{zn}	Energie finale totale consommée par la zone pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an
	L_{PT}^{gr}	Longueur des ponts thermiques déperditifs du groupe	m
	ψ_l	Coefficient de transmission thermique du pont thermique vertical l	W/m. K

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
$Usage_{zone}$	Usage de la zone	-	1	31	-
$SHON_{RT}^z$	Surface Hors Œuvre Nette au sens de la RT de la zone	m ²	0	+∞	-

Sorties

Nom	Description	Unité
$SHON_{RT}$	Surface Hors Œuvre Nette au sens de la RT du bâtiment	m ²
$Bch_m^{bât}$	Besoin mensuel en chaud d'un bâtiment par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² SHON _R
$Bch^{bât}$	Besoin annuel en chaud d'un bâtiment par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT}

	Bfr_m^{bat}	Besoin mensuel en froid d'un bâtiment par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT}
	Bfr^{bat}	Besoin annuel en froid d'un bâtiment par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT}
	Bec_m^{bat}	Besoin mensuel en éclairage artificiel d'un bâtiment par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT}
	Bec^{bat}	Besoin annuel en éclairage artificiel d'un bâtiment par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT}
	$Bbio_m$	Besoin bioclimatique mensuel du bâtiment par m ² de SHON _{RT}	points
	$Bbio$	Besoin bioclimatique annuel du bâtiment par m ² de SHON _{RT}	points
	$Becs_m^{bat}$	Besoin mensuel bruts d'ECS du bâtiment	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	$Becs^{bat}$	Besoin annuel bruts d'ECS du bâtiment	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
Cef annuels	$C_{ef_ch}^{bat}$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans le bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fr}^{bat}$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans le bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ecs}^{bat}$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ecl}^{bat}$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux du bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_auxv}^{bat}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) du bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_auxs}^{bat}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution du bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ch_m}^{bat}(m)$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_fr_m}^{bat}(m)$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
Cef mensuels	$C_{ef_ecs_m}^{bat}(m)$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_ecl_m}^{bat}(m)$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_auxv}^{bat}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_auxs}^{bat}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
Cep annuels	$C_{ep_ch}^{bat}$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans le bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fr}^{bat}$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans le bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ecs}^{bat}$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans le bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an

Cep mensuels	$C_{ep_ecl}^{bat}$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux du bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxv}^{bat}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) du bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxs}^{bat}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution du bâtiment pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ch_m}^{bat}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_fr_m}^{bat}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecs_m}^{bat}(m)$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecl_m}^{bat}(m)$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
Cef par énergie	$C_{ep_auxv}^{bat}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_auxs}^{bat}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution du bâtiment pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_gaz}^{bat}$	Energie finale totale fournie par utilisation du gaz pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fod}^{bat}$	Energie finale totale fournie par utilisation du fioul domestique pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_cha}^{bat}$	Energie finale totale fournie par utilisation du charbon pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_boi}^{bat}$	Energie finale totale fournie par utilisation du bois pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ele}^{bat}$	Energie finale totale fournie par utilisation de l'électricité pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
Cep par énergie	$C_{ef_rdc}^{bat}$	Energie finale totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_gaz}^{bat}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du gaz pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fod}^{bat}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du fioul domestique pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_cha}^{bat}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du charbon pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_boi}^{bat}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du bois pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ele}^{bat}$	Energie primaire totale fournie par utilisation de l'électricité pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an

Part ENR	$C_{ep_rdc}^{bat}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_rdch}^{bat}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_rdfr}^{bat}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de froid pour le bâtiment sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ch}^{gnr,bat}$, $C_{ep_fr}^{gnr,bat}$, $C_{ep_ecs}^{gnr,bat}$	Consommations annuelles en énergie primaire par poste et par générateur.	Wh/ep
	$E_{ep_sol_tot}^{bat}$	Energie solaire thermique annuelle cumulée pour le bâtiment <i>bat</i> .	Wh/ep
	$E_{ep_auxst_tot}^{bat}$	Energie électrique annuelle cumulée des auxiliaires des boucles solaires pour le bâtiment <i>bat</i> .	Wh/ep
	$E_{ef_PV}^{bat}$	Energie finale totale produite par les panneaux photovoltaïques du bâtiment.	Wh/m ² par an
	$E_{ep_PV}^{bat}$	Energie primaire totale produite par les panneaux photovoltaïques du bâtiment.	WhEP/m ² par an
	$E_{ef_PV_m}^{bat}$	Energie finale mensuelle produite par les panneaux photovoltaïques du bâtiment.	Wh/m ² par mois
	$E_{ep_PV_m}^{bat}$	Energie primaire mensuelle produite par les panneaux photovoltaïques du bâtiment.	WhEP/m ² par mois
PV	$E_{ef_prelec}^{bat}$	Energie électrique finale totale produite par les générateurs du bâtiment (cogénération).	Wh
	$E_{ep_prelec}^{bat}$	Energie électrique primaire totale produite par les générateurs du bâtiment (cogénération).	Wh
	C_{ef}^{bat}	Energie finale totale consommée par le bâtiment pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an
	C_{ep}^{bat}	Energie finale totale consommée par le bâtiment pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
$\alpha 1$	Constante associée aux besoins de chaud	-	2
$\alpha 2$	Constante associée aux besoins de froid	-	2
β	Constante associée aux besoins d'éclairage	-	5
$Coef_{ep(i), i=10 \text{ à } 60}$	Coefficients d'énergie primaire correspondant aux différents types d'énergie.	Réel	-
Duree_simul	Durée de la simulation en heures	h	8760

Tableau 14 : Nomenclature des différentes variables nécessaires à divers calculs au niveau du bâtiment

7.2.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

Les calculs s'effectuant au niveau du bâtiment sont détaillés ci-dessous.

7.2.3.1 La surface du bâtiment

La $SHON_{RT}$ du bâtiment s'exprime de la manière suivante :

$$SHON_{RT} = \sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \quad (84)$$

7.2.3.2 Calculs dynamiques au niveau du bâtiment

Les besoins de chaud, de froid, d'éclairage sont exprimés en Wh/m² $SHON_{RT}$ du bâtiment.

7.2.3.2.1 Calcul des besoins de chaud

- mensuels par bâtiment

$$Bch_m^{bat} = \frac{\sum_{gr \in bat} \sum_{h \in mois} Q_{sys_ch}^{gr}}{SHON_{RT}} \quad (85)$$

- annuels par bâtiment

$$Bch^{bat} = \sum_{mois=1}^{12} Bch_m^{bat} \quad (86)$$

7.2.3.2.2 Calcul des besoins de froid

- mensuels par bâtiment

$$Bfr_m^{bat} = \frac{\sum_{gr \in bat} \sum_{h \in mois} Q_{sys_fr}^{gr}}{SHON_{RT}} \quad (87)$$

- annuels par bâtiment

$$Bfr^{bat} = \sum_{mois=1}^{12} Bfr_m^{bat} \quad (88)$$

7.2.3.2.3 Calcul des besoins d'éclairage

- mensuels par bâtiment

$$Becl_m^{bât} = \frac{\sum_{gr \in bât} \sum_{h \in mois} Cecl_{GR}}{SHON_{RT}} \quad (89)$$

- annuels par bâtiment

$$Becl^{bât} = \sum_{mois=1}^{12} Becl_m^{bât} \quad (90)$$

7.2.3.2.4 Calcul du besoin bioclimatique Bbio

- mensuels

$Bbio_m^{bât}$ est obtenu en sommant sur un mois les besoins mensuels de chaud, de froid et d'éclairage d'un bâtiment, pondérés par les coefficients réglementaires.

$$Bbio_m^{bât} = \alpha_1 \cdot Bch_m^{bât} + \alpha_2 \cdot Bfr_m^{bât} + \beta \cdot Becl_m^{bât} \quad (91)$$

- annuels

Le besoin total bioclimatique d'un bâtiment, noté Bbio, est obtenu en sommant sur l'année les besoins bioclimatiques mensuels du bâtiment

$$Bbio^{bât} = \sum_{mois=1}^{12} Bbio_m^{bât} \quad (92)$$

Le Bbio du bâtiment est exprimée en nombre de points.

7.2.3.3 Calcul des besoins d'ECS

Les besoins d'ECS ne font pas partie du calcul du Bbio. Il est cependant intéressant de les évaluer. Les résultats horaires sont sommés sur chaque mois de l'année, puis sur l'année entière.

$$Becs_m^{bat} = \frac{\sum_{gr \in bat} \sum_{h \in mois} Q_{w_bruts}^{gr}(h)}{SHON_{RT}} \quad (93)$$

$$Becs^{bat} = \sum_{mois=1}^{12} Becs_m^{bat} \quad (94)$$

7.2.3.4 Calculs dynamiques au niveau du bâtiment lors d'un calcul de consommations

7.2.3.4.1 Consommations par générateur thermodynamique et par bâtiment

Afin de déterminer la part d'énergie renouvelable du bâtiment *bat* associée à la production thermodynamique, il est nécessaire de connaître pour chaque générateur thermodynamique *gnr* ($id_{type}^{gnr}=503$ à 509) desservant un bâtiment *bat* les consommations en énergie primaire par poste.

On définit donc :

$$C_{ep_ch}^{gnr,bat} = \sum_{gr \in bat} C_{ep_ch}^{gnr,gr} \quad (1)$$

$$C_{ep_fr}^{gnr,bat} = \sum_{gr \in bat} C_{ep_fr}^{gnr,gr} \quad (2)$$

$$C_{ep_ecs}^{gnr,bat} = \sum_{gr \in bat} C_{ep_ecs}^{gnr,gr} \quad (3)$$

7.2.3.4.2 Bilan des boucles solaires pour le bâtiment

Afin de déterminer la part d'énergie renouvelable du bâtiment *bat* associée à la production solaire thermique, on réalise les sommations des énergies fournies (solaire thermique) et consommées (auxiliaires) par les boucles solaires pour chaque pour chaque génération *gen* desservant un groupe *gr* appartenant au bâtiment *bat*.

$$E_{ep_sol_tot}^{bat} = \sum_{gr \in bat} \left(\sum_{gen \rightarrow gr} E_{ep_sol_tot}^{gen,gr} \right) \quad (4)$$

$$E_{ep_auxst_tot}^{bat} = \sum_{gr \in bat} \left(\sum_{gen \rightarrow gr} E_{ep_auxst_tot}^{gen,gr} \right) \quad (5)$$

7.2.3.4.3 Consommations en énergie primaire des réseaux de chaleur et de froid

$$C_{ep_rdch}^{bat} = \frac{\sum_{gr \in bat} \left(\sum_{gen \rightarrow gr} C_{ep_rdch}^{gen,gr} \right)}{SHON_{RT}} \quad (6)$$

$$C_{ep_rdfr}^{bat} = \frac{\sum_{gr \in bat} \left(\sum_{gen \rightarrow gr} C_{ep_rdfr}^{gen,gr} \right)}{SHON_{RT}} \quad (7)$$

7.2.3.4.4 Consommations en énergie finale et primaire de chauffage du bâtiment

Les consommations de chauffage en énergie finale et primaire sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_ch_m}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_ch_m}^z}{SHON_{RT}}$$

$$C_{ep_ch_m}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_ch_m}^z}{SHON_{RT}}$$
(95)

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_ch}^{bat} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_ch_m}^{bat}$$

$$C_{ep_ch}^{bat} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_ch_m}^{bat}$$
(96)

7.2.3.4.5 Consommations en énergie finale et primaire de refroidissement du bâtiment

Les consommations de refroidissement en énergie finale et primaire sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_fr_m}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_fr_m}^z}{SHON_{RT}}$$

$$C_{ep_fr_m}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_fr_m}^z}{SHON_{RT}}$$
(97)

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_fr}^{bat} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_fr_m}^{bat}$$

$$C_{ep_fr}^{bat} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_fr_m}^{bat}$$
(98)

7.2.3.4.6 Consommations en énergie finale et primaire d'éclairage du bâtiment

Les consommations d'éclairage en énergie finale sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_ecl_m}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_ecl_m}^z}{SHON_{RT}}$$
(99)

$$C_{ep_ecl_m}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_ecl_m}^z}{SHON_{RT}}$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$\begin{aligned} C_{ef_ecl}^{bat} &= \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_ecl_m}^{bat} \\ C_{ep_ecl}^{bat} &= \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_ecl_m}^{bat} \end{aligned} \quad (100)$$

7.2.3.4.7 Consommations en énergie finale et primaire pour l'eau chaude sanitaire du bâtiment

Les consommations d'eau chaude sanitaire en énergie finale et primaire sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$\begin{aligned} C_{ef_ecs_m}^{bat} &= \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_ecs_m}^z}{SHON_{RT}} \\ C_{ep_ecs_m}^{bat} &= \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_ecs_m}^z}{SHON_{RT}} \end{aligned} \quad (101)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$\begin{aligned} C_{ef_ecs}^{bat} &= \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_ecs_m}^{bat} \\ C_{ep_ecs}^{bat} &= \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_ecs_m}^{bat} \end{aligned} \quad (102)$$

7.2.3.4.8 Consommations en énergie finale et primaire pour les auxiliaires de ventilation du bâtiment

Elles s'expriment :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$\begin{aligned} C_{ef_auxv_m}^{bat} &= \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_auxv_m}^z}{SHON_{RT}} \\ C_{ep_auxv_m}^{bat} &= \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_auxv_m}^z}{SHON_{RT}} \end{aligned} \quad (103)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$\begin{aligned} C_{ef_auxv}^{bat} &= \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_auxv_m}^{bat} \\ C_{ep_auxv}^{bat} &= \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_auxv_m}^{bat} \end{aligned} \quad (104)$$

7.2.3.4.9 Consommations en énergie finale et primaire pour les auxiliaires de distribution d'eau du bâtiment

Elles incluent les consommations des pompes et circulateurs des réseaux de chauffage/refroidissement et d'ECS.

Elles s'expriment :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$\begin{aligned} C_{ef_auxs_m}^{bat} &= \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_auxs_m}^z}{SHON_{RT}} \\ C_{ep_auxs_m}^{bat} &= \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_auxs_m}^z}{SHON_{RT}} \end{aligned} \quad (105)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$\begin{aligned} C_{ef_auxs}^{bat} &= \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_auxs_m}^{bat} \\ C_{ep_auxs}^{bat} &= \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_auxs_m}^{bat} \end{aligned} \quad (106)$$

7.2.3.4.10 Production photovoltaïque d'électricité du bâtiment

La production photovoltaïque, constituée d'un ou plusieurs composants PV, est définie au niveau du bâtiment.

$$\phi_{ef_prod_PV}^{bat}(h) = \sum_{PV \subset bat} P_{ond}^{PV}(h) (\times 1h) \quad (107)$$

Elles s'expriment :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$\begin{aligned} E_{ef_PV_m}^{bat} &= \frac{\sum_{h \in mois} \phi_{ef_prod_PV}^{bat}(h)}{SHON_{RT}} \\ E_{ep_PV_m}^{bat} &= Coef_{ep(50)} \cdot C_{ef_PV_m}^{bat} \end{aligned} \quad (108)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$E_{ef_PV}^{bat} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_PV_m}^{bat} \quad (109)$$

$$E_{ep_PV}^{bat} = Coef_{ep(50)} \cdot C_{ef_PV}^{bat}$$

7.2.3.4.11 Production d'électricité des générateurs (cogénération) attribuée au bâtiment

$$E_{ef_prelec}^{bat} = \sum_{gr \in bat} \left(\sum_{gen \rightarrow gr} E_{ef_prelec}^{gen,gr} \right) \quad (8)$$

$$E_{ep_prelec}^{bat} = Coef_{ep(50)} \cdot E_{ef_prelec}^{bat} \quad (9)$$

7.2.3.4.12 Consommations en énergie finale et primaire de la zone par type d'énergie

Les consommations par type d'énergie s'expriment uniquement sous forme d'un résultat total annuel :

$$C_{ef_gaz}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_gaz}^z}{SHON_{RT}} \quad (110)$$

$$C_{ef_fod}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_fod}^z}{SHON_{RT}} \quad (111)$$

$$C_{ef_cha}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_cha}^z}{SHON_{RT}} \quad (112)$$

$$C_{ef_boi}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_boi}^z}{SHON_{RT}} \quad (113)$$

$$C_{ef_ele}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_ele}^z}{SHON_{RT}} \quad (114)$$

$$C_{ef_rdc}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ef_rdc}^z}{SHON_{RT}} \quad (115)$$

$$C_{ep_gaz}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_gaz}^z}{SHON_{RT}} \quad (116)$$

$$C_{ep_fod}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_fod}^z}{SHON_{RT}} \quad (117)$$

$$C_{ep_cha}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_cha}^z}{SHON_{RT}} \quad (118)$$

$$C_{ep_boi}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_boi}^z}{SHON_{RT}} \quad (119)$$

$$C_{ep_ele}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_ele}^z}{SHON_{RT}} \quad (120)$$

$$C_{ep_rdc}^{bat} = \frac{\sum_{z \in bat} SHON_{RT}^z \cdot C_{ep_rdc}^z}{SHON_{RT}} \quad (121)$$

7.2.3.4.13 Consommations totales du bâtiment en énergie finale et primaire

Les consommations totales en énergie finale et en énergie primaire sont obtenues par sommation sur l'ensemble des postes. La production photovoltaïque du bâtiment ainsi que la production à demeure par les systèmes de cogénération sont soustraites du résultat.

$$C_{ef}^{bat} = C_{ef_ch}^{bat} + C_{ef_fr}^{bat} + C_{ef_ecl}^{bat} + C_{ef_ecs}^{bat} + C_{ef_auxv}^{bat} + C_{ef_auxs}^{bat} - E_{ef_PV}^{bat} - E_{ef_prelec}^{bat} \quad (122)$$

$$C_{ep}^{bat} = C_{ep_ch}^{bat} + C_{ep_fr}^{bat} + C_{ep_ecl}^{bat} + C_{ep_ecs}^{bat} + C_{ep_auxv}^{bat} + C_{ep_auxs}^{bat} - E_{ep_PV}^{bat} - E_{ep_prelec}^{bat} \quad (123)$$

7.3 C-Dist-Assemblage des espaces tampons

7.3.1 NOMENCLATURE

Le Tableau 15 donne la nomenclature des différentes variables de la présente fiche.

Dans toute la suite de la fiche, on notera h le pas de temps de simulation et j le jour de simulation.

Entrées du composant						
	Nom	Description	Unité			
Environnement extérieur	$h_{lég}(h)$	Heure légale au pas de temps h .	h			
	$\theta_{ext}(h)$	Température de l'air extérieur, au pas de temps h .	°C			
	$V_{vent}(h)$	Vitesse du vent au pas de temps h .	m/s			
	γ, ψ, Idr, Idi	Entrées de la fiche « Environnement proche ».	-			
Groupes en contact avec l'espace tampon	$i_{hergement}^{gr}$	Indicateur d'usage d'habitation et d'hébergement.	Bool			
	$i_{occ}^{gr}(h)_{gr\text{-}c\text{-}et}$	Indices d'occupation des différents groupes gr en contact avec l'espace tampon au pas de temps h .	Ent			
	$i_{occ}^{gr}(h-1)_{gr\text{-}c\text{-}et}$	Indices d'occupation des différents groupes gr en contact avec l'espace tampon au pas de temps $h-1$.	Ent			
	$\theta_i^{gr}(h-1)_{gr\text{-}c\text{-}et}$	Températures de l'air intérieur, au temps $h-1$, des différents groupes connectés à l'espace tampon.	°C			
	$Saison^{gr}(j)_{gr\text{-}c\text{-}et}$	Saison propre au groupe au jour j .	Ent.			
Baies	$Hg_{es_set}(h-1)^b$	Coefficient de transmission thermique global pour la baie vitrée b entre les environnements intérieurs et extérieurs, sans les espaces tampons.	W/K			
Parois	$H_{TH_set}^k$	Coefficient de transmission thermique global de la paroi opaque k entre l'extérieur et l'intérieur, sans les espaces tampons.	W/K			
PT	$H_{TH_set}^l$	Coefficient de transmission thermique global du pont thermique l entre l'extérieur et l'intérieur, sans les espaces tampons.	W/K			
Paramètres d'intégration du composant						
	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
	A_{et}	Surface au sol de l'espace tampon.	m ²	0	$+\infty$	-

Vol_{et}	Volume de l'espace tampon exprimé en m ³ .	m ³	0	$+\infty$	-
TRH_{et}	Taux de renouvellement d'air de base de l'espace tampon, hors surventilation par ouverture des baies.	vol/h	0	$+\infty$	-
$Httf_{et}$	Hauteur de tirage thermique en surventilation naturelle de l'espace tampon.	m	0	$+\infty$	-
$\{A_{ue}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des surfaces des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	m ²	0	$+\infty$	-

Paramètres intrinsèques du composant

	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
Caractérisation de l'espace tampon	$i_{solarise}$	Indicateur entier : 0 : <i>espace tampon non-solarisé</i> , 1 : <i>espace tampon solarisé</i> .	ent	0	1	
	i_{surv}	Indicateur entier : 0 : <i>espace tampon non-surventilé</i> , 1 : <i>espace tampon avec surventilation naturelle</i> .	ent	0	1	1
	i_{prot}	Indicateur entier : 0 : <i>espace tampon sans protections mobiles</i> , 1 : <i>espace tampon avec protections mobiles</i> .	ent	0	1	
ET non-solarisé	b_{et_ns}	Coefficient b de réduction des déperditions de l'espace tampon non-solarisé, tel que défini dans les règles Th-U.	Réel	0	1	
ET solarisé	$C_{m_et_surf}$	Capacité thermique quotidienne de l'espace tampon par unité de surface au sol.	kJ/(m ² .K)	0	$+\infty$	
	U_{et_pb}	Coefficient de déperdition thermique équivalent par le plancher bas de l'espace tampon.	W/(K.m ²)	0	$+\infty$	-
Parois extérieures de l'espace tampon solarisé	N	Nombre de parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	Entier	0	$+\infty$	-
	$\{U_{ue}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des coefficients de transmission thermique U_{ue} des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	W/(K.m ²)	0	$+\infty$	-
	$\{a_{we}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des azimuts des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	° (ang)	0	360	-
	$\{\beta_{we}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs solaires des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	° (ang)	0	90	-

Surventilation de l'espace tampon	$\{S_{we_sp}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs solaires globaux des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur, sans protection mobile en place.	Réel	0	1	-
	$\{S_{we_ap}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs solaires globaux des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur, avec protection mobile en place.	Réel	0	1	-
	$\{T_{le_sp}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs de transmission lumineux globaux des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur, sans protection mobile en place.	Réel	0	1	-
	$\{T_{le_ap}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs de transmission lumineux globaux des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur, avec protection mobile en place.	Réel	0	1	-
	$\{R_{ouv_max}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des ratios d'ouverture maximale des N parois de l'espace tampon.	Réel	0	1	-
	$Part_{ouv_et_inocc}$	Part des parois de l'espace tampon dont l'ouverture est possible à maintenir en inoccupation.	Réel	0	1	-
	$\theta_{et_ouv1}, \theta_{et_ouv2}, \theta_{et_fer1}, \theta_{et_fer2}$	Températures de consigne de l'espace tampon pour la surventilation naturelle.	°C	0	$+\infty$	-
	$d\theta_{ext/et}$	Différence de température entre l'extérieur et l'intérieur de l'espace tampon à respecter.	°C	0	$+\infty$	-
	θ_{ext_seuil}	Température extérieure minimale à respecter.	°C	0	$+\infty$	-

Sorties

Nom	Description	Unité
Composants d'enveloppe et entrées d'air	$b_{therm}(h)$	Coefficient de réduction des déperditions thermiques dû à la présence de l'espace tampon.
	$b_{solaire}(h)$	Coefficient de réduction des flux solaires dû à la présence de l'espace tampon.
	$b_{ecl}(h)$	Coefficient de réduction de l'éclairement dû à la présence de l'espace tampon (concerne uniquement les baies vitrées).
	$\theta_{et}(h)$	Température d'air dans l'espace tampon au pas de temps h.

Tableau 15 : Nomenclature du modèle

7.3.2 DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

L'assemblage des composants intervenant dans la modélisation des espaces tampons est le suivant :

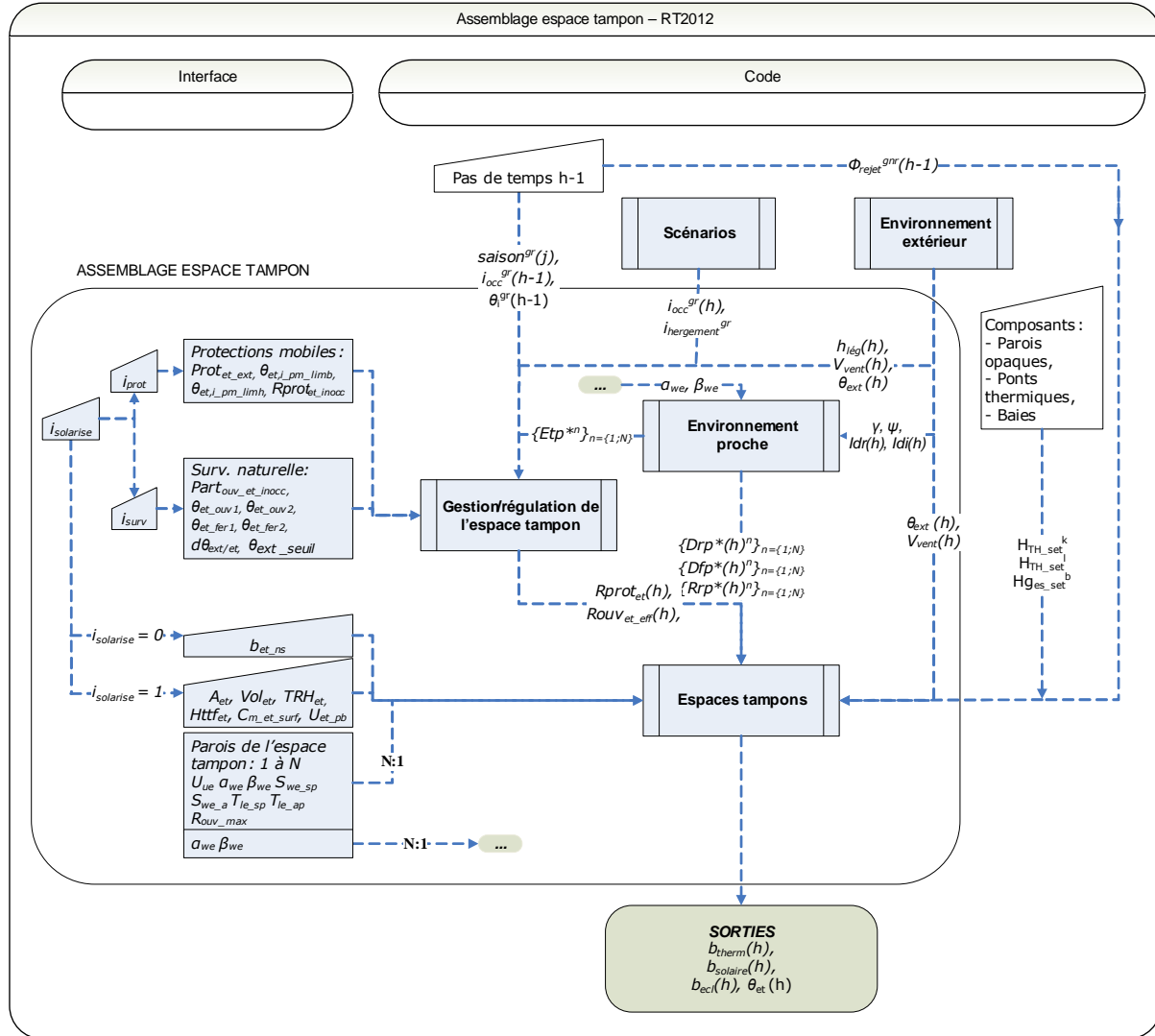


Figure 8: Assemblage des composants espaces tampons

L'assemblage fait appel à trois composants :

- **Environnement proche**, qui réalise les calculs d'éclairement et de flux solaires en fonction des orientations des parois et des masques de l'espace tampon. Ce composant est le même que pour les parois et baies définies au niveau du groupe.
- **Gestion/régulation de l'espace tampon**, qui détermine à chaque horaire quelle position des protections mobiles et quel ratio de surventilation naturelle sont appliqués, selon une modélisation conventionnelle du comportement des occupants. Ce composant n'est pas utilisé dans le cas d'un espace tampon non-solarisé.
- **Espace tampon**, qui simule de manière dynamique le comportement de l'espace tampon solarisé en prenant en compte les échanges thermiques, le renouvellement d'air, les apports solaires et l'inertie globale du composant. Les espaces non-solarisés sont pris en compte au travers du coefficient b défini dans les règles Th-U, éventuellement corrigé si l'espace tampon est utilisé pour une production d'ECS thermodynamique.

7.4 **Gestion/Régulation des espaces tampons solarisés**

7.4.1 *INTRODUCTION*

La gestion/régulation des espaces tampons d'intervient que dans le cas d'espaces tampons solarisés : véranda, serre, jardin d'hiver...

Elle définit de manière horaire les ratios de protections mobiles ainsi que ratios d'ouverture pour surventilation des parois extérieures vitrées de l'espace tampon. Cette régulation est soumise à certaines hypothèses, et se base sur la température d'air intérieure du local solarisé, sur la température d'air extérieur et sur la vitesse locale du vent. Elle varie en fonction de la saison.

7.4.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 16 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de calcul.

Dans toute la suite de la fiche, on notera h le pas de temps de simulation et j le jour de simulation.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Unité
Environnement extérieur	$h_{leg}(h)$	Heure légale au pas de temps h .	h
	$\theta_{ext}(h)$	Température de l'air extérieur, au temps h .	°C
	$V_{ventc}(h)$	Vitesse du vent au pas de temps h .	m/s
Saisons	$Aut_{ch,pro}^{gr}(j)_{grc\acute{e}t}$	Autorisation de chauffer propre au groupe. La valeur 0 correspond à l'interdiction de chauffer.	Ent.
	$Aut_{fr,pro}^{gr}(j)_{grc\acute{e}t}$	Autorisation de refroidir propre au groupe. La valeur 0 correspond à l'interdiction de refroidir.	Ent.
Scénarios	$i_{hergement}^{gr}$	Indicateur d'usage d'habitation. <i>0 : usage autre que d'habitation et d'hébergement.</i> <i>1 : usage d'habitation et d'hébergement.</i>	Bool
Grou pes	$\theta_{op,fin}^{gr}(h-1)$	Température opérative intérieure des groupes gr reliés à l'espace tampon.	°C
Espace tampon	$\theta_{et}(h-1)$	Température d'air dans l'espace tampon au pas de temps $h-1$. Valeur initiale=10	°C
	$\{Etp^{*n}\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des éclairements naturels totaux sur les parois extérieures vitrées de l'espace tampon.	Lux
Sorties			
	Nom	Description	Unité
Espace tampon	$Rprot_{et}(h)$	Position (exprimée en ratio surfacique) des protections mobiles sur l'ensemble des parois vitrées protégées de l'espace tampon.	Réel
	$Rouv_{et_eff}(h)$	Ratio surfacique d'ouverture des parois vitrées de l'espace tampon au temps h . La valeur 1 correspond à l'ouverture maximale qu'admet la baie.	Réel

Paramètres intrinsèques						
	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
Protections de l'espace tampon	V_{ventc_lim}	Seuil de vitesse de vent limite pour lequel les protections extérieures sont remontées en gestion manuelle.	m/s	0	$+\infty$	15
	θ_{et,i_pm_limb}	Température limite basse pour l'abaissement des protections de l'espace tampon.	°C	0	$+\infty$	Voir Tableau 17
	θ_{et,i_pm_limh}	Température limite haute pour l'abaissement des protections de l'espace tampon.	°C	0	$+\infty$	-
	id_{prot}	Indicateur de protections mobiles en place. <i>0 : pas de protections mobiles,</i> <i>1 : présence de protections mobiles.</i>	Entier	0	1	0
	$Prot_{et_ext}$	Indicateur d'emplacement des protections mobiles des parois de l'espace tampon (extérieures ou intérieures). <i>0 : intérieures,</i> <i>1 : extérieures.</i>	Entier	0	1	-
Surventilation de l'espace tampon	$\theta_{et_ouv1}, \theta_{et_ouv2}, \theta_{et_fer1}, \theta_{et_fer2}$	Températures de consigne de l'espace tampon pour la surventilation naturelle.	°C	0	$+\infty$	Voir Tableau 19
	$d\theta_{ext/et_ouv}$	Ecart de température avec l'extérieur maximal de surventilation naturelle.	°C	0	$+\infty$	Voir Tableau 18
	$\theta_{ext_seuil_ouv}$	Température extérieure minimale de surventilation naturelle.	°C	0	$+\infty$	Voir Tableau 18
	id_{surv}	Indicateur de surventilation naturelle possible de l'espace tampon. <i>0 : pas de possibilités de surventilation naturelle.</i> <i>1 : possibilités de surventilation naturelle via des parois manoeuvrables.</i> Conventionnellement fixé à 1.	Entier	0	1	1
Variables internes						
	Nom	Description	Unité			
	N	Nombre de parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	Entier			
	$Saison_{et}(h)$	Indicateur de saison au sens de l'espace tampon.	Entier			

$\theta_{et_regul}(h)$	Température de référence utilisée par la gestion de l'espace tampon.	°C
$\theta_{et_regul}(h-1)$	Température de référence utilisée par la gestion de l'espace tampon, au pas de temps h-1.	°C
$R_{prot_{et}}(h-1)$	Position (exprimée en ratio surfacique) des protections mobiles sur l'ensemble des parois vitrées protégées de l'espace tampon.	Réel
$Rouv_{ep_eff}(h-1)$	Ratio surfacique d'ouverture des parois vitrées de l'espace tampon au temps h. La valeur 1 correspond à l'ouverture maximale qu'admet la baie.	Réel
$Rouv_{et_req}(h)$	Ratio surfacique requis d'ouverture des parois vitrées de l'espace tampon au temps h pour le refroidissement naturel.	Réel
$Rouv_{et_req}(h-1)$	Ratio surfacique requis d'ouverture des parois vitrées de l'espace tampon au temps h -1 pour le refroidissement naturel.	Réel
$Aut_{ouv_et}(h)$	Autorisation d'ouverture des parois de l'espace tampon en fonction de la température extérieure.	Réel
$i_{hergement_et}$	Indicateur booléen prenant la valeur 1 si l'espace tampon est uniquement en contact de zones à usages d'habitation ou hébergement.	Bool
$i_{per_sommeil}(h)$	Indicateur de période de sommeil.	Bool

Tableau 16 : Nomenclature du modèle

7.4.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.4.3.1 Précalculs dynamiques

7.4.3.1.1 Saisons au sens de l'espace tampon solarisé

L'indicateur de saison au sens de l'espace tampon est déterminé à partir des indicateurs de saisons des différents groupes en contact avec lui.

Cet algorithme passe par des variables $Aut_{ch,pro}(h)$ et $Aut_{fr,pro}(h)$ pour chacun des groupes en contact avec l'espace tampon.

Si $\sum_{gr \subset et} Aut_{ch,pro}^{gr}(j) > 0$ et $\sum_{gr \subset et} Aut_{fr,pro}^{gr}(j) > 0$, alors,
 $Saison_{et}(j) = 4$, (saison mixte)

Sinon, si $\sum_{gr \subset et} Aut_{ch,pro}^{gr}(j) > 0$, alors,
 $Saison_{et}(j) = 1$, (saison de chauffage) (124)

Sinon, si $\sum_{gr \subset et} Aut_{fr,pro}^{gr}(j) > 0$
 $Saison_{et}(j) = 3$, (saison de refroidissement)

Sinon,
 $Saison_{et}(j) = 2$ (mi-saison)

Dans toute la suite de la fiche, l'information de saison utilisée est celle au niveau de l'espace tampon.

7.4.3.1.2 Indicateur ihebergement_et

L'indicateur $i_{hebergement_et}$ ne prend la valeur 1 que si l'intégralité des groupes en contact avec l'espace tampon solarisé sont des locaux d'habitation ou d'hébergement. Dans ce cas, les algorithmes de gestion/régulation ne sont plus actifs en période nocturne de manière à tenir compte du sommeil des occupants.

$$i_{hebergement_et} = MIN(i_{hebergement}^{gr}) \quad (125)$$

7.4.3.2 Température de référence pour la gestion de l'espace tampon

Afin de prendre en compte à la fois le confort dans les locaux occupés et les éventuelles surchauffage dans l'espace tampon même, la température prise en compte dans les algorithmes de gestion de l'espace tampon est la suivante :

$$\theta_{et_regul}(h) = MAX(\theta_{et}(h-1) ; MAX(i_{occ}^{gr}(h) \cdot \theta_{op,fin}^{gr}(h-1))_{gr \text{ lié à ET}}) \quad (126)$$

Un temps de réaction des occupants d'une heure est pris en compte (valeurs de θ à h-1).

7.4.3.3 Gestion/régulation des protections mobiles des parois vitrées de l'espace tampon

En l'absence de protections mobiles, l'algorithme décrit ci-dessous n'est pas pris en compte, et on applique un ratio de protection nulle à l'ensemble des parois de l'espace tampon :

$$\text{Si } id_{prot} = 0, \text{ alors, } R_{prot_{et}}(h) = 0 \quad (127)$$

Dans le cas contraire ($id_{prot} = 1$), les protections mobiles prises en compte au niveau des espaces tampon sont conventionnellement de type stores enroulables intérieurs ou extérieurs, associées à un modèle de gestion simplifié. On considère de plus que ces protections sont légères et sans impact sur les coefficients de transmission thermique U_e des parois de l'espace tampon vers l'extérieur.

La gestion/régulation des protections mobiles de l'espace tampon repose sur la température de référence pour la gestion de l'espace tampon au travers du diagramme représenté en Figure 9. Les températures de consigne sont définies de manière conventionnelle en fonction de la saison.

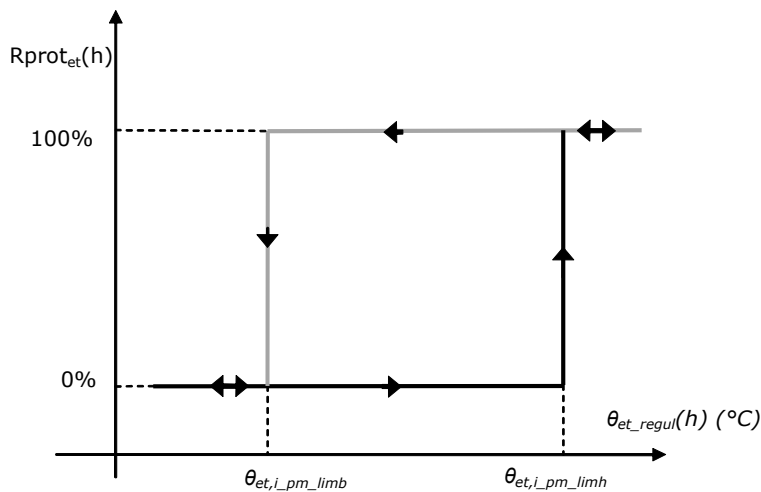


Figure 9: diagramme du ratio de protections mobiles en fonction de la température au sein de l'espace tampon

	Saison de chauffage	Saison mixte ou mi-saison	Saison de refroidissement
θ_{et,i_pm_limb}	28°C	26°	24°C
θ_{et,i_pm_limh}	30°C	28°C	26°C

Tableau 17: Valeur des températures de consigne pour la gestion des protections mobiles de l'espace tampon solarisé

La vitesse de vent est également prise en compte pour les protections mobiles extérieures.

L'algorithme est donc le suivant :

$$\begin{aligned}
 &\text{Si } \sum_{n=1}^N Etp^{*n} > 0, \text{ alors, (période où l'espace tampon reçoit de l'éclairement)} \\
 &\quad \text{Si } Prot_{et_ext} = 0 \text{ ou } Vent_c(h) \leq Vent_{c_lim}, \text{ alors, (protections intérieures ou} \\
 &\quad \text{vitesse de vent inférieure à la limite de blocage des protections)} \\
 &\quad \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Si } \theta_{et_regul}(h) \leq \theta_{et_i_pm_limb}, \text{ alors,} \\
 \quad Rprot_{et}(h) = 0 \\
 \\
 \text{Sinon, si } \theta_{et_regul}(h) \geq \theta_{et_i_pm_limh}, \\
 \quad Rprot_{et}(h) = 1 \\
 \\
 \text{Sinon,} \\
 \quad Rprot_{et}(h) = Rprot_{et}(h-1)
 \end{array} \right. \quad (128) \\
 &\quad \text{Sinon, (protections extérieures et vitesse de vent supérieure à la limite de} \\
 &\quad \text{blocage des protections)} \\
 &\quad \left\{ \begin{array}{l}
 Rprot_{et}(h) = 0
 \end{array} \right. \\
 &\text{Sinon, (période où l'espace tampon ne reçoit pas d'éclairement)} \\
 &\quad Rprot_{et}(h) = 0
 \end{aligned}$$

7.4.3.4 Surventilation de l'espace tampon solarisé

On considère conventionnellement que l'espace tampon solarisé peut être surventilé par ouverture de ses parois.

$$id_{surv} = 1 \quad (129)$$

7.4.3.4.1 Autorisation de surventilation de l'espace tampon solarisé

La gestion de la surventilation naturelle repose sur une autorisation en fonction de la température extérieure. L'hypothèse retenue est celle d'un mode de gestion manuel par les occupants.

L'algorithme est donc le suivant :

$$\begin{aligned} \text{Si } \theta_{ext_seuil_ouv} \leq \theta_{ext}(h) \text{ et } \theta_{ext}(h) \leq \theta_{et_regul}(h) - d\theta_{ext/et_ouv}, \text{ alors,} \\ \quad Aut_{ouv_et}(h) = 1 \\ \text{Sinon,} \\ \quad Aut_{ouv_et}(h) = 0 \end{aligned} \quad (130)$$

Les valeurs de consigne sont conventionnelles en surventilation naturelle, pour correspondre à un mode de gestion par les occupants (Tableau 18).

		Saison de chauffage	Saison mixte ou mi-saison	Saison de refroidissement
Surventilation naturelle	$d\theta_{ext/et_ouv}$	-6°C	-6°C	-6°C
	$\theta_{ext_seuil_ouv}$	12°C	10°C	8°C

Tableau 18: Paramètres conventionnels d'autorisation de surventilation naturelle de l'espace tampon solarisé

7.4.3.4.2 Algorithme de gestion de la surventilation naturelle

Le refroidissement de l'espace tampon peut être effectué par surventilation naturelle, via l'ouverture des parois extérieures. L'hypothèse retenue est celle d'une gestion manuelle. Les occupants du bâtiment gèrent le ratio d'ouverture afin d'éviter une température trop élevée au sein de l'espace tampon. L'exposition au bruit de celui-ci n'est pas prise en compte, dans la mesure où elle intervient déjà au niveau des baies du bâtiment.

L'algorithme de gestion repose sur un diagramme à hystérésis tel que décrit ci-dessous :

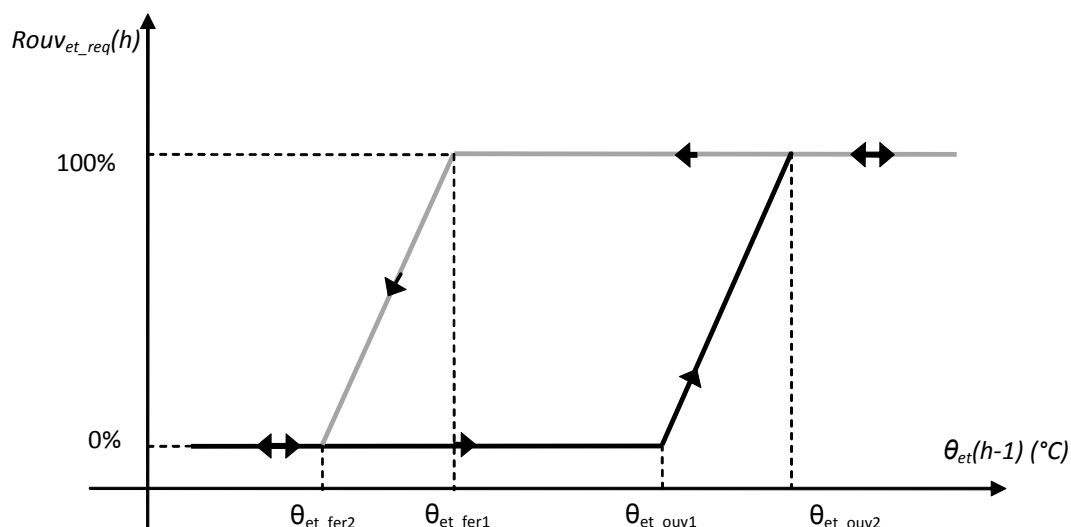


Figure 10: Diagramme des valeurs de $Rouv_{et_req}$ en fonction de la température de l'espace tampon

Les valeurs de consigne utilisées en fonction de la saison au sens de l'espace tampon sont les suivantes :

	Saison de chauffage	Mi-saison ou saison mixte	Saison de refroidissement
θ_{et_ouv1}	29°C	27°C	25°C
θ_{et_ouv2}	30°C	28°C	26°C
θ_{et_fer1}	27°C	25°C	23°C
θ_{et_fer2}	26°C	24°C	22°C

Tableau 19: Paramètres conventionnels de consigne pour la gestion de la surventilation naturelle de l'espace tampon

7.4.3.4.3 Période de sommeil nocturne en usage d'habitation et hébergement

Dans les groupes en usage d'habitation et hébergement, les occupants sont conventionnellement en période de sommeil entre 22h et 7 h heure légale.

Si $i_{\text{hergement_et}} = 1$ et $(h_{\text{leg}}(h) > 22 \text{ ou } h_{\text{leg}}(h) < 7)$, alors,

$$i_{\text{per_sommeil}}(h) = 1 \quad (131)$$

Sinon,

$$i_{\text{per_sommeil}}(h) = 0$$

7.4.3.4.4 Ratio de surventilation requis en fonction de la température dans l'espace tampon solarisé

L'algorithme de gestion/régulation en fonction de la température de l'espace tampon intervient en période d'occupation ou d'inoccupation des locaux.

Si $\theta_{\text{et_regul}}(h) \leq \theta_{\text{et_fer2}}$, alors,

$$Rouv_{\text{et_req}}(h) = 0$$

Sinon, si $\theta_{\text{et_regul}}(h) \geq \theta_{\text{et_ouv2}}$, alors,

$$Rouv_{\text{et_req}}(h) = 1$$

Sinon,

Si $\theta_{\text{et_regul}}(h-1) \leq \theta_{\text{et_regul}}(h)$ (augmentation de température dans l'espace solarisé), alors,

Si $\theta_{\text{et_regul}}(h) \leq \theta_{\text{et_ouv1}}$,

$$Rouv_{\text{et_req}}(h) = Rouv_{\text{et_req}}(h-1)$$

Sinon, (cas : $\theta_{\text{et_ouv1}} < \theta_{\text{et_regul}}(h) < \theta_{\text{et_ouv2}}$)

$$Rouv_{\text{et_req}}(h) = \max\left(\frac{\theta_{\text{et_regul}}(h) - \theta_{\text{et_ouv1}}}{\theta_{\text{et_ouv2}} - \theta_{\text{et_ouv1}}}; Rouv_{\text{et_req}}(h-1)\right) \quad (132)$$

Sinon, (diminution de température dans l'espace solarisé)

Si $\theta_{\text{et_regul}}(h) \geq \theta_{\text{et_fer1}}$,

$$Rouv_{\text{et_req}}(h) = 0.5$$

Sinon,

$$Rouv_{\text{et_req}}(h) = Rouv_{\text{et_req}}(h-1)$$

Sinon, (cas : $\theta_{\text{et_fer1}} > \theta_{\text{et_regul}}(h) > \theta_{\text{et_fer2}}$)

$$Rouv_{\text{et_req}}(h) = \min\left(\frac{\theta_{\text{et_regul}}(h) - \theta_{\text{et_fer2}}}{\theta_{\text{et_fer1}} - \theta_{\text{et_fer2}}}; Rouv_{\text{et_req}}(h-1)\right)$$

7.4.3.4.5 Ratio de surventilation naturelle effectif

En occupation, l'état de la surventilation évolue heure par heure en fonction des températures sur lesquelles la régulation est faite. De nuit en résidentiel/hébergement, le dernier état d'ouverture en occupation est conservée pour la part $Part_{ouv_et_inocc}$ des parois de l'espace tampon. Le reste des parois est refermé.

Si $i_{per_sommeil}(h) = 1$ (en période de sommeil), alors,

$$Rouv_{et_eff}(h) = Part_{ouv_et_inocc} \cdot Rouv_{et_req}(h-1) \quad (133)$$

Sinon, (hors période de sommeil)

$$Rouv_{et_eff}(h) = Aut_{ouv_et}(h) \cdot Rouv_{et_req}(h)$$

7.5 Espaces tampons

7.5.1 INTRODUCTION

Les espaces tampons regroupent l'ensemble des locaux non-chauffés (c'est-à-dire chauffés à une température inférieure à 12°C en occupation) et des espaces solarisés (véranda, serre, atrium, jardin d'hiver...).

Un espace tampon est défini au niveau du bâtiment, et peut entrer en interaction avec différents groupes, au travers de leurs composants.

Un espace tampon est caractérisé par trois coefficients de réduction $b_{therm,i}(h)$, $b_{solaire,i}(h)$ et $b_{ecl,i}(h)$, déterminés de manière dynamique.

Ces coefficients de réduction sont ensuite appliqués à chaque baie, paroi opaque et pont thermique situés dans l'espace tampon.

7.5.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 20 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de calcul.

Dans toute la suite de la fiche, on notera h le pas de temps de simulation et j le jour de simulation.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Uni
Env. ext.	$\theta_{ext}(h)$	Température de l'air extérieur, au temps h .	°C
	$V_{ventc}(h)$	Vitesse du vent au pas de temps h .	m/s
Environnement proche	$\{Drp^*(h)^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des rayonnements directs incidents pour les différentes parois extérieures de l'espace tampon.	W/m ₂
	$\{Dfp^*(h)^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des rayonnements diffus incidents pour les différentes parois extérieures de l'espace tampon.	W/m ₂
	$\{Rrp^*(h)^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des rayonnements réfléchis incidents pour les différentes parois extérieures de l'espace tampon.	W/m ₂
Groupes	$\theta_{i,fin}^{gr}(h-1)_{gr \in et}$	Températures de l'air intérieur, au temps $h-1$, des différents groupes connectés à l'espace tampon. Valeur initiale=19°C	°C
Baies	$Hg_{es_set}^b$	Coefficient de transmission thermique global pour la baie vitrée b entre les environnements intérieurs et extérieurs, sans les espaces tampons.	W/K
Parois	$H_{TH_set}^k$	Coefficient de transmission thermique global de la paroi opaque k entre l'extérieur et l'intérieur, sans les espaces tampons.	W/K
PT	$H_{TH_set}^l$	Coefficient de transmission thermique global du pont thermique l entre l'extérieur et l'intérieur, sans les espaces tampons.	W/K
Géné.	$\Phi_{rejet}^{gnr}(h-1)$	Rejets froids des générateurs thermodynamiques d'ECS utilisant l'air de l'espace tampon comme source amont (évaporateur). Valeur initiale= 0W	W
Entrée d'air	$q_{v,EA}^j(h-1)$	Débit volumique passé par l'entrée d'air d'indice j au pas de temps $h-1$.	m ³ /h
Bouche de ventilation	$Q_{souffle,cond}^{g,s}(h-1)$	Débit soufflé incluant les fuites le long des conduites de ventilation au niveau de la bouche d'insufflation s , au pas de temps $h-1$. Valeur initiale=0	m ³ /h
Gestion/régulation	$Rprot_{et}(h)$	Position (exprimée en ratio surfacique) des protections mobiles sur l'ensemble des parois vitrées protégées de l'espace tampon.	Réel

$R_{ouv_{et_eff}}(h)$	Ratio surfacique d'ouverture des parois vitrées de l'espace tampon au temps h. La valeur 1 correspond à l'ouverture maximale qu'admet la baie.	Réel
$\theta_{et}(h-1)$	Température d'air dans l'espace tampon au pas de temps h-1. Valeur initiale=10°C	°C

Sorties

Nom	Description	Uni
Composants d'enveloppe et entrées d'air	$b_{therm}(h)$	Coefficient de réduction des déperditions thermiques dû à la présence de l'espace tampon.
	$b_{solaire}(h)$	Coefficient de réduction des flux solaires dû à la présence de l'espace tampon.
	$b_{ecl}(h)$	Coefficient de réduction de l'éclairement dû à la présence de l'espace tampon (concerne uniquement les baies vitrées).
	$\theta_{et}(h)$	Température d'air dans l'espace tampon au pas de temps h.

Paramètres d'intégration

Nom	Description	Uni	Min	Max	Conv.
$\{A_{ue}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des surfaces des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	m ²	0	+∞	-
A_{et}	Surface au sol de l'espace tampon.	m ²	0	+∞	-
Vol_{et}	Volume de l'espace tampon exprimé en m ³ .	m ³	0	+∞	-
$Q_{v,et,base}$	Débit d'air de base de l'espace tampon, hors surventilation, associé aux défauts d'étanchéité et éventuelles entrées d'air.	m ³ /h	0	+∞	-
$H_{ttf_{et}}$	Hauteur de tirage thermique en surventilation naturelle de l'espace tampon.	m	0	+∞	-

Paramètres intrinsèques

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
$i_{solarise}$	Indicateur booléen : 0 : espace tampon non-solarisé, 1 : espace tampon solarisé.	bool	0	1	

ET non-solarisé	b_{et_ns}	Coefficient b de réduction des déperditions de l'espace tampon non-solarisé, tel que défini dans les règles Th-U.	Réel	-5	1	
	D_{ue}	Coefficient de déperdition du local chauffé non-solarisé vers l'extérieur.	W/°C	$-\infty$	$+\infty$	-
ET solarisé	$C_{m_et_surf}$	Capacité thermique quotidienne de l'espace tampon par unité de surface au sol.	kJ/(m².K)	0	$+\infty$	200
	U_{et_pb}	Coefficient de déperdition thermique équivalent par le plancher bas de l'espace tampon.	W/(K.m²)	0	$+\infty$	-
Parois extérieures de l'espace tampon solarisé	N	Nombre de parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	Entier	0	$+\infty$	-
	$\{U_{ue}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des coefficients de transmission thermique U_{ue} des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur.	W/(K.m²)	0	$+\infty$	-
	$\{S_{we_sp}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs solaires globaux des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur, sans protection mobile en place.	Réel	0	1	-
	$\{S_{we_ap}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs solaires globaux des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur, avec protection mobile en place.	Réel	0	1	-
	$\{T_{le_sp}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs de transmission lumineux globaux des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur, sans protection mobile en place.	Réel	0	1	-
	$\{T_{le_ap}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des facteurs de transmission lumineux globaux des N parois de l'espace tampon donnant sur l'extérieur, avec protection mobile en place.	Réel	0	1	-
	$\{R_{ouv_max}^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des ratios d'ouverture maximale des N parois de l'espace tampon.	Réel	0	1	-

Variables internes

Nom	Description	Unité
$H_{et_th_ext}$	Coefficient de transmission thermique global de l'espace tampon vers l'extérieur.	W/K
$H_{et_th_int}^{gr_{grcet}}$	Coefficients de transmission thermique global de l'espace tampon vers les différents groupes <i>gr</i> .	W/K

Bilan des débits d'air de l'espace tampon

$H_{et_th_int_eq}$	Coefficient d'échange thermique avec le volume chauffé équivalent.	W/°C
$\theta_{eq}(h)$	Températures de l'air intérieur vue par l'espace tampon au pas de temps h.	°C
$Q_{v_et_EA_vent}(h)$	Débit volumique total circulant par les entrées d'air et les bouches d'insufflation connectées à l'espace tampon, calculé sur la base du pas de temps précédant.	m³/h
$Q_{v_et_ent}(h)$	Débit volumique total entrant dans l'espace tampon au pas de temps h (venant de l'extérieur).	m³/h
$A_{ouv_et}(h)$	Surface d'ouverture des parois de l'espace tampon.	m²
$Q_{v_surv_ouv}(h)$	Débit de surventilation par ouverture des parois de l'espace tampon.	m³/h
$F_{s_et}(h)$	Flux de chaleur total transmis au travers des parois extérieures à l'espace tampon.	W
C_{m_et}	Capacité thermique de l'espace tampon, exprimée en Wh/°C.	°C
$\{I_{sr}^*(h)^n\}_{n=\{1;N\}}$	Vecteur des rayonnements solaires globaux atteignant les différentes parois extérieures de l'espace tampon.	W/m²
$\Phi_{et}(h)$	Somme des flux d'échanges thermiques de l'espace tampon avec l'extérieur et le volume chauffé.	W
$H_{et}(h)$	Somme des coefficients d'échange thermiques de l'espace tampon avec l'extérieur et le volume chauffé.	W/°C
$\Phi_{rejet}(h)$	Puissance totale des générateurs thermodynamiques d'ECS utilisant l'air de l'espace tampon comme source amont (évaporateur).	W
$C_{corr_th}(h)$	Coefficient de correction dynamique utilisé pour prendre en compte les puissances d'évaporateurs dans les espaces tampons non-solarisés.	W

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
$\eta_{app_sol_et}$	Rendement de récupération des apports solaires par l'espace tampon solarisé.	Réel	0.8
η_{att_Sw}	Facteur correctif d'atténuation utilisé dans le calcul de $b_{solaire}$.	Réel	0.9
η_{att_TI}	Facteur correctif d'atténuation utilisé dans le calcul de b_{ecl} .	Réel	0.9

C_{v_air}	Capacité thermique volumique de l'air dans les conditions standards de l'atmosphère.	Wh/ m ³ / K	0.34
K_{kJ_Wh}	Coefficient de passage du kJ au Wh.	Wh/ kJ	1/3.6
C_w	Constante de prise en compte de la vitesse du vent dans les débits par les ouvertures.	-	0.001
C_{st}	Constante de prise en compte des effets de tirage thermique dans les débits par les ouvertures.	m/(° C.s ²)	0.0035

Tableau 20 : Nomenclature du modèle

7.5.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.5.3.1 Coefficient d'échange avec le volume chauffé et température intérieure équivalents

Le coefficient de transmission thermique global d'un groupe gr vers l'espace tampon est calculé de la manière suivante:

$$H_{et_th_int}^{gr}(h) = \sum_{\substack{b \in et \\ b \in gr}} Hg_{es_set}^b(h) + \sum_{\substack{k \in et \\ k \in gr}} H_{th_set}^k(h) + \sum_{\substack{l \in et \\ l \in gr}} H_{th_set}^l(h) \quad (134)$$

Le coefficient de transmission thermique global équivalent vers le volume chauffé est le total des coefficients de l'ensemble des groupes en contact avec l'espace tampon :

$$H_{et_th_int_eq}(h) = \sum_{gr \Leftrightarrow et} H_{et_th_int}^{gr}(h) \quad (135)$$

Les deux calculs précédents sont réalisés en début de simulation.

La température d'air intérieure équivalente vue par l'espace tampon est calculée de manière dynamique en fonction des températures des différents groupes en contact :

$$\theta_{i_eq}(h) = \frac{\sum_{gr \Leftrightarrow et} (H_{et_th_int}^{gr}(h) \cdot \theta_{i_fin}^{gr}(h-1))}{H_{et_th_int_eq}(h)} \quad (136)$$

7.5.3.2 Cas des espaces tampons non-solarisés

7.5.3.2.1 Utilisation de l'espace tampon pour les générateurs thermodynamiques d'ECS

Certains systèmes de production d'ECS thermodynamique utilisent l'air des espaces tampons en tant que source amont (évaporateur). Conventionnellement, on considère que ce type de système ne peut pas être utilisé sur des espaces tampons solarisés.

De manière à tenir compte de l'impact de cet échange, on détermine pour chaque pas de temps la somme des puissances des évaporateurs :

$$\phi_{rejet}(h) = \sum_{gnr \leftrightarrow et} \phi_{rejet}^{gnr}(h-1) \quad (137)$$

7.5.3.2.2 Coefficient de correction

Les espaces tampons non-solarisés sont caractérisés par des coefficients de réduction des déperditions constants, et coefficients de réduction des flux solaires et de l'éclairement nuls au cours de la simulation. Le coefficient de réduction des déperditions doit faire l'objet d'un calcul préalable selon les règles Th-U. Il subit une correction en fonction de $\phi_{rejet}(h)$.

Si $\phi_{rejet}(h) = 0$,

$$C_{corr_therm}(h) = 1$$

Sinon,

$$C_{corr_therm}(h) = \frac{1}{b_{et_ns}} \cdot \frac{D_{ue} \cdot (\theta_{i_eq}(h) - \theta_{ext}(h)) - \phi_{rejet}(h)}{\frac{D_{ue}}{b_{et_ns}} \cdot (\theta_{i_eq}(h) - \theta_{ext}(h))} \quad (138)$$

Avec D_{ue} coefficient de déperdition du local non-chauffé ayant abouti au calcul du b dans les règles Th-U (en W/K).

Le calcul des différents coefficients de réduction est le suivant :

$$b_{therm}(h) = b_{et_ns} \cdot C_{corr_therm}(h) \quad (139)$$

$$b_{solaire}(h) = 0 \quad (140)$$

$$b_{ecl}(h) = 0 \quad (141)$$

On en déduit la température d'air au sein de l'espace tampon :

$$\theta_{et}(h) = b_{therm}(h) \cdot \theta_{ext}(h) + (1 - b_{therm}(h)) \cdot \theta_{i_eq}(h) \quad (142)$$

7.5.3.3 Cas des espaces tampons solarisés

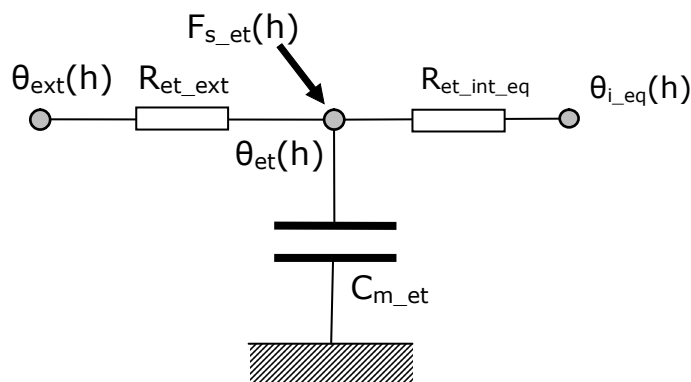
Les espaces tampons solarisés font l'objet d'une modélisation dynamique simplifiée prenant en compte les échanges thermiques par les parois extérieures et intérieures, les débits d'air entrants et les apports solaires par les parois de l'espace tampon.

L'objectif est le calcul de la température d'air d'équilibre horaire dans l'espace tampon, de manière à déterminer la valeur du coefficient de réduction $b_{therm,i}(h)$.

7.5.3.3.1 Coefficient de réduction des échanges thermiques

Le calcul du coefficient de réduction des pertes thermiques $b_{therm,i}(h)$ passe par le calcul de la température d'air à l'intérieur de l'espace tampon solarisé.

On adopte la modélisation simplifiée réseau RC suivante du comportement thermique de l'espace tampon.



Les « résistances » du réseau englobent les phénomènes d'échange thermique par conduction au travers des parois, les phénomènes de convection/rayonnement, et les échanges aérauliques (renouvellement d'air).

7.5.3.3.1.1 Coefficients de transmissions thermiques avec l'extérieur

L'espace tampon est en contact avec l'extérieur au travers de ses parois externes, et avec le volume chauffé au travers de ses baies, parois opaques et ponts thermiques.

Le coefficient de transmission thermique global par les parois de l'espace tampons est constant au cours de la simulation. Par soucis de simplification, les ponts thermiques de l'enveloppe de l'espace tampon vers l'extérieur ne sont pas pris en compte.

$$H_{et_th_ext} = \sum_{n=1}^N (A_{ue}^n . U_{ue}^n) + U_{et_pb} . A_{et} \quad (143)$$

7.5.3.3.1.2 Capacité thermique de l'espace tampon

La capacité thermique de l'espace tampon s'exprime en Wh/°C :

$$C_{m_et} = C_{m_et_surf} . A_{et} . K_{kJ_Wh} \quad (144)$$

7.5.3.3.1.3

Calcul des apports solaires de l'espace tampon

Le vecteur des rayonnements solaires globaux sur les N parois extérieures de l'espace tampon se calcule par sommation des vecteurs des différents termes :

$$\{Isr^*(h)^n\}_{n=\{1;N\}} = \{Drp^*(h)^n\}_{n=\{1;N\}} + \{Dfp^*(h)^n\}_{n=\{1;N\}} + \{Rrp^*(h)^n\}_{n=\{1;N\}} \quad (145)$$

Le flux de chaleur total transmis à l'espace tampon est obtenu par produits des rayonnements globaux, des surfaces et des facteurs solaires des parois extérieures. Les éventuelles mises en place des protections mobiles sont prises en compte au travers d'un facteur solaire spécifique.

$$\{S_{we}^n\}_{n=\{1;N\}} = R_{prot_{et}}(h) \{S_{we_{ap}}^n\}_{n=\{1;N\}} + (1 - R_{prot_{et}}(h)) \{S_{we_{sp}}^n\}_{n=\{1;N\}} \quad (146)$$

$$Fs_{et}(h) = \eta_{app_{sol_{et}}} \times \sum_{n=1}^N (S_{we}^n \times A_{ue}^n \times Isr^{*n}(h)) \quad (147)$$

On introduit également un rendement de récupération des apports solaires $\eta_{app_{sol_{et}}}$ de 80% pour tenir compte des défauts de transmissions et d'absorption des apports solaires de l'espace tampon, ainsi que de la part transmise directement au volume chauffé.

7.5.3.3.1.4

Calcul des débits entrants dans l'espace tampon

Le bilan des échanges aérauliques entre l'espace tampon, l'extérieur et l'intérieur du bâtiment sont modélisés de manière simplifiée. On intègre à ce bilan :

- Les débits d'air échangés de l'espace tampon vers le volume habitable au travers des entrées d'air j et des ensembles bouches/conduits d'insufflation s , au pas de temps $h-1$.

$$Q_{v_{et_{EA_{vent}}}}(h) = \sum_{j \Rightarrow et} q_{v,EA}^j(h-1) + \sum_{s \Rightarrow et} Q_{souffle,cond}^{g,s}(h-1) \quad (148)$$

- Le débit de surventilation naturelle par ouverture des parois extérieures de l'espace tampon :

$$A_{ouv_{et}}(h) = Rouv_{et_{eff}} \times \sum_{n=1}^N Rouv_{max}^n \times A_{ue}^n \quad (149)$$

$$Q_{v_{surv_{ouv}}}(h) = 1800 \cdot A_{ouv_{et}}(h) \times [Cw \cdot V_{ventc}(h)^2 + Cst \times Httf_{et} \times ABS(\theta_{ext}(h) - \theta_{et}(h-1))]^{0.5} \quad (150)$$

Remarque : l'hypothèse retenue pour la circulation d'air est celle d'un espace tampon sur une façade et ne profitant pas des circulations d'air traversantes dans le bâtiment.

- Un débit associé aux infiltrations d'air par les défauts d'étanchéité et les entrées d'air de l'espace tampon $Q_{v_{et_{base}}}$. Par défaut, on retiendra 1.0 m³/h par m² de surface au sol de l'espace tampon.

Au final, le débit total au pas de temps h est le suivant :

$$Q_{v_{et_{ent}}}(h) = Q_{v_{et_{base}}} + 1,1 \times Q_{v_{et_{EA_{vent}}}}(h) + Q_{v_{surv_{ouv}}}(h) \quad (151)$$

Note : le débit $Q_{v_{et_{EA_{vent}}}}(h)$ est multiplié par un coefficient 1,1 pour prendre en compte de manière simplifiée la différence de masse volumique entre débits entrant et sortant de l'espace tampon.

7.5.3.3.1.5

Bilan thermique de l'espace tampon

La somme des flux thermiques de l'espace tampon est la suivante (en W) :

$$\phi_{et}(h) = F_{s-et}(h) + (H_{et-th-ext} + 0.34 \cdot Q_{v-et-ent}(h)) \theta_{ext}(h) + H_{et-th-int-eq}(h) \cdot \theta_{i-eq}(h) \quad (152)$$

La somme des coefficients d'échange thermique est la suivante (en W/°C):

$$H_{et}(h) = H_{et-th-ext} + 0.34 \cdot Q_{v-et-ent}(h) + H_{et-th-int-eq} \quad (153)$$

On en déduit la température d'air au sein de l'espace tampon :

$$\theta_{et}(h) = \frac{\phi_{et}(h)}{H_{et}(h)} - \left(\frac{\phi_{et}(h)}{H_{et}(h)} - \theta_{et}(h-1) \right) \cdot e^{-\frac{H_{et}(h)}{C_{m-et}}} \quad (154)$$

7.5.3.3.1.6

Calcul du coefficient de réduction thermique b_{therm}

Au final, le coefficient b_{therm} prend la valeur suivante, pouvant être négative, ou positive et inférieure à 1.

$$b_{therm}(h) = MIN(1; \frac{\theta_{i-eq}(h) - \theta_{et}(h)}{\theta_{i-eq}(h) - \theta_{ext}(h)}) \quad (155)$$

Si $b_{therm}(h) < -15$, alors, $b_{therm}(h) = -15$

Note : de même, on limite la valeur du b_{therm} à -15 pour des raisons de robustesse du la modélisation du comportement thermique du groupe.

7.5.3.3.2 Coefficients de réduction des apports solaires et des apports lumineux

Les parois extérieures de l'espace tampon agissent comment des filtres du rayonnement solaire et de l'éclairement en provenance de l'extérieur. Cet effet de filtre est modélisé au travers du coefficient $b_{solaire}$ et b_{ecl} qui évoluent de manière dynamique en fonction de l'état des protections mobiles.

$$b_{solaire}(h) = \eta_{att-Sw} \cdot \frac{\sum_{n=1}^N S_{we}^n \cdot A_{ue}^n}{\sum_{n=1}^N A_{ue}^n} \quad (156)$$

$$\{T_{le}^n\}_{n=[1;N]} = R_{prot_{et}}(h) \cdot \{T_{le-ap}^n\}_{n=[1;N]} + (1 - R_{prot_{et}}(h)) \cdot \{T_{le-sp}^n\}_{n=[1;N]} \quad (157)$$

$$b_{ecl}(h) = \eta_{att-Tl} \cdot \frac{\sum_{n=1}^N T_{le}^n \cdot A_{ue}^n}{\sum_{n=1}^N A_{ue}^n} \quad (158)$$

7.6 **S2 BAT-assemblage zone**

7.6.1 *INTRODUCTION*

Le niveau zone correspond à un regroupement des parties de bâtiment pour lesquelles les usages donc les scénarios d'utilisation sont identiques.

Conventionnellement, tous les locaux d'une zone sont considérés comme étant en connexion aéraulique. L'impact des défauts d'étanchéité est donc calculé à la frontière d'une zone.

La zone est aussi le niveau auquel sont définies les valeurs de consignes (Températures de consigne en chauffage et en refroidissement)

La zone est composée de un ou plusieurs groupes. Les besoins en refroidissement et en chauffage sont calculés à leur niveau.

7.6.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 21 donne la nomenclature des différentes variables du modèle en indiquant les modèles élémentaires concernés.

Entrées du système		
Nom	Description	Unité
	Données météorologiques	
I_{Dn}	Rayonnement solaire direct normal	W/m ²
I_{di}	Rayonnement solaire diffus horizontal isotrope	W/m ²
ψ	Azimut du soleil (Angle du soleil par rapport au sud)	rd
γ	Hauteur du soleil	rd
E_{Dn}	Eclairement naturel direct normal	Lux
E_{di}	Eclairement naturel diffus horizontal	Lux
$T_{e_{ciel}}$	Température du ciel	°C
T_e	Température extérieure d'air sec	°C
w_e	Poids d'eau	kg/kgas
T_{eau}	Température de l'eau froide	°C
Vent	La vitesse du vent à 10 m de hauteur	m/s
Dir_{vent}	Direction du vent	°
IHJ	heure de la journée (1 à 24)	-
h	Pas de temps horaire.	h
j	Numéro du jour de simulation.	j
	Choix des saisons	
s a i s o n	La saison effective à appliquer au groupe au jour j, sous forme d'entier : 1: saison de refroidissement ; 2: mi-saison ; 3: saison de chauffe avec interdiction de refroidir ; 4 : saison de chauffe avec autorisation de refroidir.	Ent.
	Espaces tampons	
b a i e s	$\{nb_{es}$ Nombres d'espaces tampons différents reliés aux baies d'indice b reliées à l'espace tampon i.	-
	$\{A_{ouv,i}$ Surfaces maximales d'ouverture des parois de l'espace tampon attribuées aux différentes baies reliées à l'espace tampon i (au prorata de leurs surfaces d'ouverture respectives).	m ²
T o u t	$b_{therm,i}$ Coefficient de réduction des déperditions thermiques dû à la présence de l'espace tampon i.	-
c o m p o s a n t	$b_{solaire,i}$ Coefficient de réduction des flux solaires dû à la présence de l'espace tampon i.	-
	$b_{ecl,i}(h)$ Coefficient de réduction de l'éclairement dû à la présence de l'espace tampon i (concerne uniquement les baies vitrées).	-

Paramètres intrinsèques du système

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
-----	-------------	-------	-----	-----	-------

Paramètres d'intégration du système

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
-----	-------------	-------	-----	-----	-------

Sorties

Nom	Description	Unité
$\theta_{i_fin}^{hall}$	Température du hall à la fin du pas de temps	°C
ω_{fin}^{hall}	Humidité relative du hall à la fin du pas de temps	kg/kg
Bch_m^z	Besoins mensuels en chaud d'une zone	kWh/m ² SHON _{RT} ^z
Bch^z	Besoins annuels en chaud d'une zone	kWh/m ² SHON _{RT} ^z
Bfr_m^z	Besoins mensuels en froid d'une zone	kWh/m ² SHON _{RT} ^z
Bfr^z	Besoins annuels en froid d'une zone	kWh/m ² SHON _{RT} ^z
$Becl_m^z$	Besoin mensuel en éclairage artificiel d'une zone	kWh/m ² SHON _{RT} ^z
$Becl^z$	Besoin annuel en éclairage artificiel d'une zone	kWh/m ² SHON _{RT} ^z
$Bbio_m^z$	Besoin bioclimatique mensuel de la zone	points
$Bbio^z$	Besoin bioclimatique annuel de la zone	points
$SHON_{RT}^z$	SHON _{RT} de la zone Pour la zone surfaces des parois transmission thermique énergie finale mensuelle et annuelle énergie primaire mensuelle et annuelle énergie primaire par énergie	m ²

Variables internes

Nom	Description	Unité
-----	-------------	-------

Tableau 21 : Nomenclature des différentes variables du modèle de zone

7.6.3 ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

Les schémas des figures ci-dessous présentent l'organisation des composants pour l'ensemble d'une zone:

- la Figure 11 dans le cas du calcul Bbio,
- la Figure 12 dans le cas du calcul Cep.

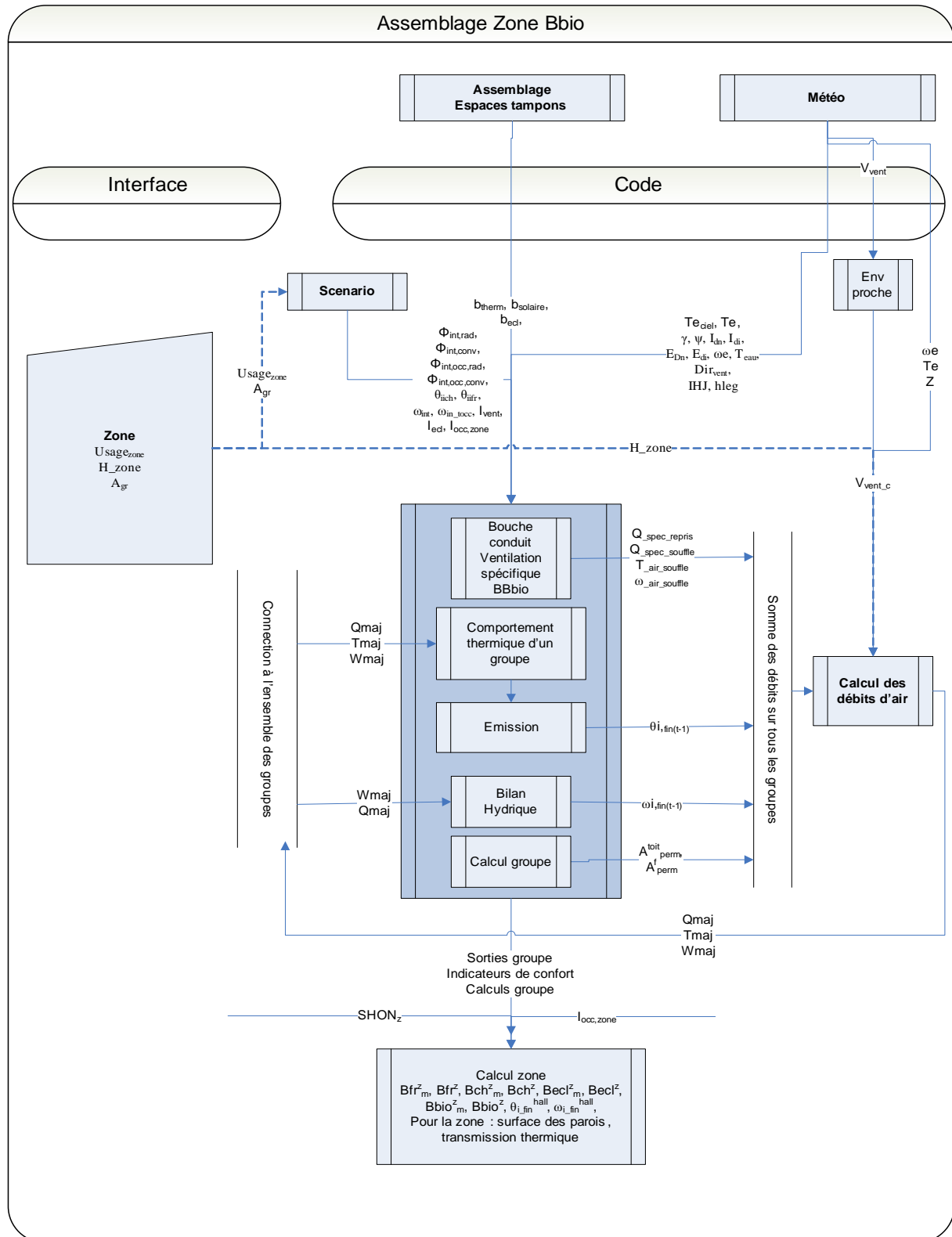


Figure 11 : Assemblage des composants d'une zone pour le calcul de Bbio

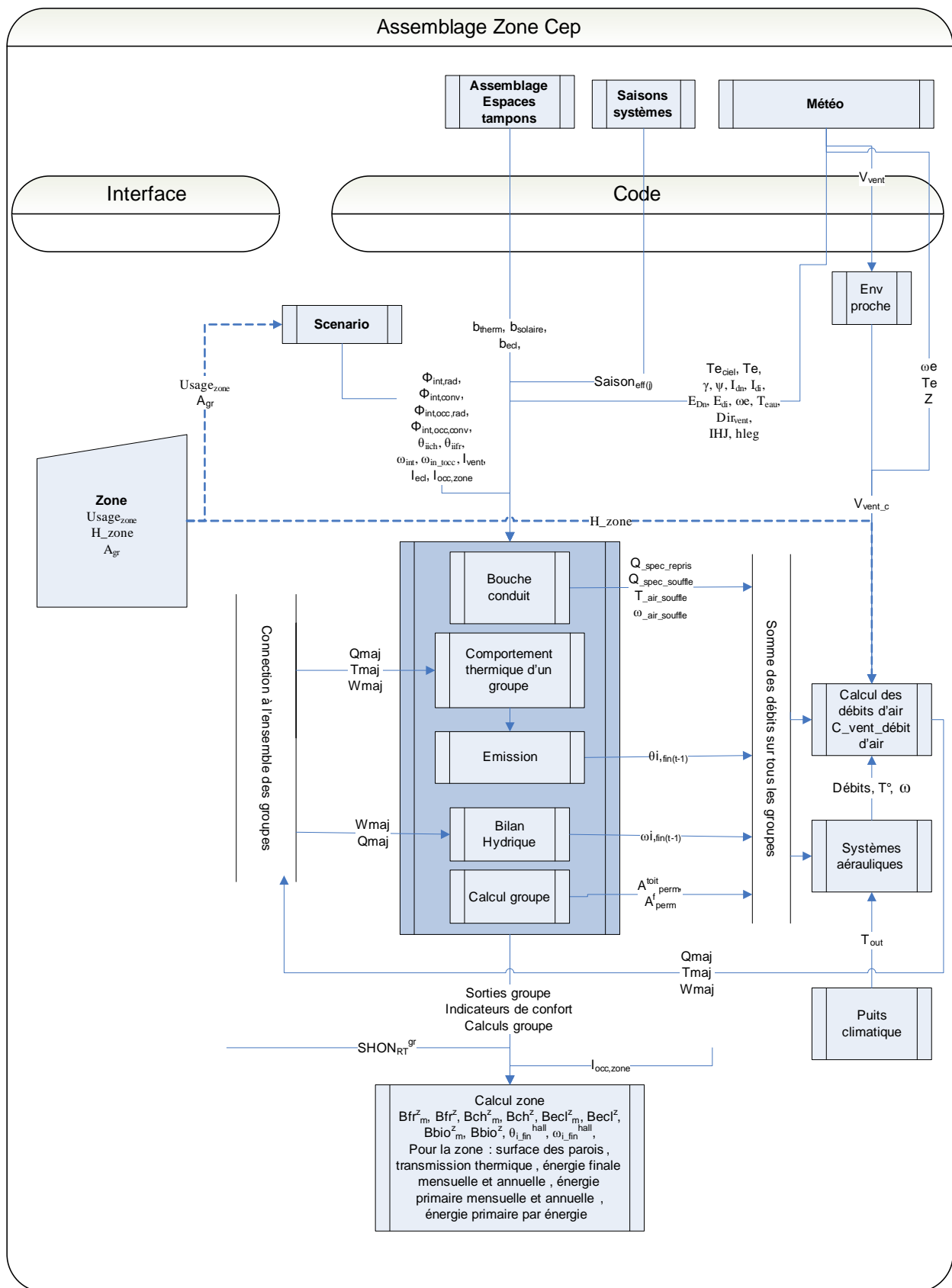


Figure 12 : Assemblage des composants d'une zone pour le calcul de Cep

Les étapes du calcul Th-BCE2012 effectués à partir de la zone sont les suivantes :

1. Calcul du bilan aéraulique au niveau de la zone ;
2. Comportement thermique pour chacun des groupes de la zone ;
3. prise en compte des systèmes aérauliques (pour CEP seulement).

7.6.3.1 Bilan aéraulique

Une zone étant composée de un ou plusieurs groupes, l'utilisateur a la possibilité de rentrer un ou plusieurs groupes.

Toutefois, le modèle aéraulique implique l'existence d'un groupe d'échange aéraulique, appelé **Ha11**, par lequel transitent tous les échanges aérauliques entre les groupes composant la zone, voir Figure 13. Ainsi, l'utilisateur a la possibilité de rentrer **au maximum** un groupe de circulation qui joue alors le rôle du groupe **Ha11**. S'il n'en rentre pas, un groupe **Ha11** fictif est généré par le logiciel pour le besoin du calcul. Ce groupe fictif est alors étanche à l'environnement extérieur et ne possède aucun système ni aucun apport interne. Il reçoit pas non plus d'apports énergétiques de quelque nature que ce soit et ne possède aucune inertie. Les seules grandeurs qui doivent être calculées au niveau de ce groupe fictif sont la température de l'air et l'humidité de l'air. Elles se sont de la manière suivante :

$$\theta_{i_fin}^{hall} = \frac{\sum_{ve} \theta_i^{ve} Q_m^{ve}}{\sum_{ve} Q_m^{ve}} \quad (159)$$

$$\omega_{fin}^{hall} = \frac{\sum_{ve} \omega_i^{ve} Q_m^{ve}}{\sum_{ve} Q_m^{ve}}$$

où :

Q_m^{ve} dénote le débit massique de l'air entrant ve ,

θ_i^{ve} sa température et ω_i^{ve} son humidité.

$\theta_{i_fin}^{hall}$ est la température finale du hall et ω_{fin}^{hall} est son humidité finale.

Le bilan aéraulique a pour but le calcul de la pression au niveau du plancher de la zone, uniforme par définition dans toute la zone, ainsi que l'ensemble des débits massiques échangés avec le groupe **Ha11** Q_m^j , où j est un indice sur le nombre de groupe hors le groupe **Ha11**.

Les températures des ces flux étant a priori inconnues à ce niveau du calcul, on est conduit à utiliser les températures calculées au pas précédent.

Le modèle aéraulique Th-BCE2012 est décrit dans la fiche **C_VEN_Débits_d'air**, la zone y est composée de différents groupes dont le groupe d'échange aéraulique **Ha11**.

La figure suivante montre une zone constituée de plusieurs groupes dont le hall, et précise l'enchaînement des calculs.

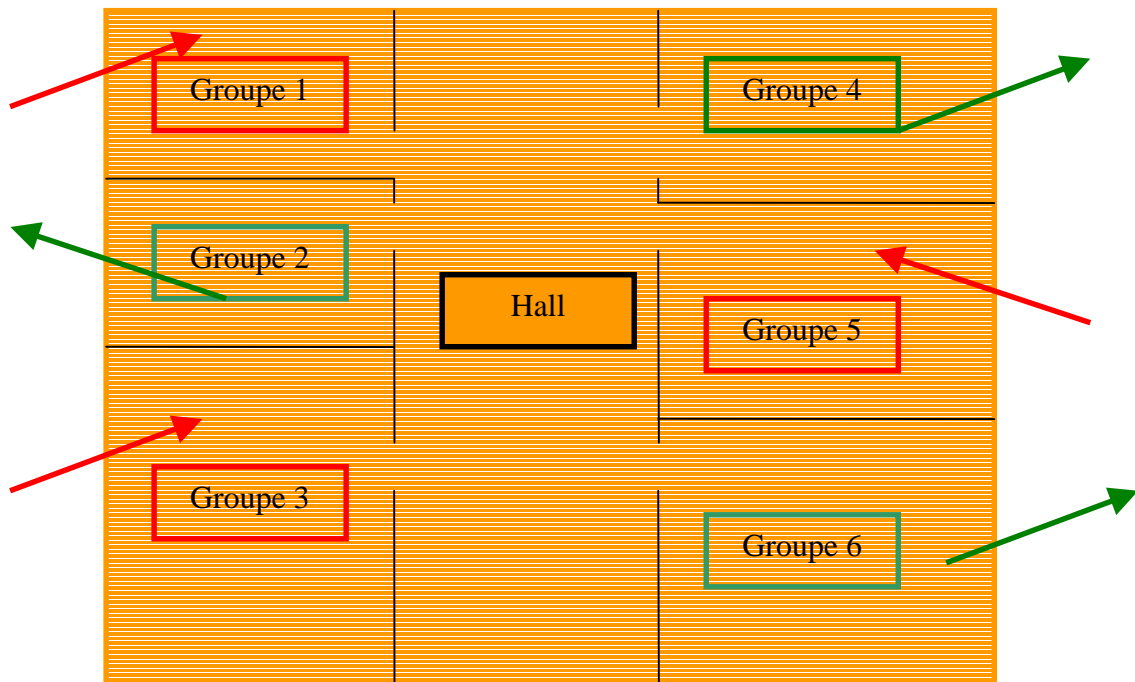


Figure 13 : Bilan aéraulique d'une zone à 6 groupes plus un hall. Dans un premier temps, on effectue le comportement thermmique des groupes 1, 3 & 5. Dans une deuxième temps, celui du hall (fictif ou pas). Puis celui des groupes 2,4 & 6.

7.6.3.2 Comportement thermique

Le comportement thermique est étudié à l'échelle du groupe comme décrit dans la fiche `C_BAT_comportement_thermique_d'un_groupe`. Ce calcul a besoin en entrée des débits d'air entrants dans le groupe ainsi que de leurs températures et humidités. On procède comme suit.

1. On identifie l'ensemble des groupes donnant de l'air au hall, les groupes dits d'entrée. On appelle N_e leur nombre. Ces groupes sont traités en premier. On effectue le calcul de leur comportement thermique via le modèle RC. Le réseau RC demande en entrée les températures T_{maj}^g , les débits massiques Q_{maj}^g et les humidités w_{maj}^g des flux l'air entrant.
2. On traite ensuite le groupe **Ha11**.
 - Si ce groupe n'est pas fictif et correspond à un groupe de circulation entré par l'utilisateur, on traite son comportement thermique par le modèle du réseau RC comme n'importe quel autre groupe. Il a alors N_e débits entrants, un venant de chaque groupe d'entrée dont le comportement thermique a été calculé dans l'étape précédente. La température θ_i^e de chacun de ces débits d'air est calculée par les réseaux RC. La température finale de l'air du **Ha11** est notée $\theta_{i_fin}^{hall}$.
 - Si le groupe est fictif, on retient un comportement simplifié. Seules la température et l'humidité du **Ha11** fictif sont nécessaires pour poursuivre le calcul.

3. On traite enfin les groupes r qui reçoivent de l'air du hall. Le débit massique entrant dans chaque groupe est calculé par le bilan aéraulique. La température de ces débits entrant est θ_j^{hall} . La température de l'air du groupe r , θ_i^r , au pas de temps courant est une des sorties du réseau RC que l'on garde pour la suite.

7.6.3.3 Systèmes aérauliques (pour CEP seulement)

Les systèmes aérauliques, CTA et extracteurs par exemple, sont en relation avec `c_VEN_Débits_d'air` à qui ils transmettent les débits introduits et les débits repris.

Ces systèmes calculent la température de l'air en entrée de chaque groupe et la consommation électrique des ventilateurs lorsqu'ils sont présents. Le cas échéant, un puits climatique peut être relié à certains systèmes aérauliques.

7.7 C CALC calculs zone

7.7.1 INTRODUCTION

Dans le modèle TH-BCE2012, tous les groupes appartiennent à une *zone*. Les calculs décrits ci-dessous permettent d'évaluer, au niveau de la zone, des informations utiles initialement calculées au niveau du groupe.

De plus, les zones sont étanches entre elles. Certains calculs de ventilation sont donc effectués au niveau de la zone.

7.7.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 22 : Nomenclature du modèle

donne la nomenclature des différentes variables nécessaires pour effectuer les calculs au niveau de la zone.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Unité
Débits d'air	IMOIS	Mois de l'année	-
	Q_m^{ve}	Débit massique de l'air du débit entrant ve	kg/s
	θ_i^{ve}	Température de l'air entrant	°C
	ω_i^{ve}	Humidité de l'air entrant	kg/kg
Calculs groupe	i_{occ_zone}	Indice d'occupation de la zone 0 = zone inoccupée 1 = zone occupée <i>Cet indice correspond aux plages d'occupation données par les scénarios conventionnels.</i>	-
	Bch_m^{gr}	Besoins mensuels en chaud du groupe par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	Bch^{gr}	Besoins annuels en chaud du groupe par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	Bfr_m^{gr}	Besoins mensuels en froid du groupe par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	Bfr^{gr}	Besoins annuels en froid du groupe par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	Bec_m^{gr}	Besoins mensuels d'éclairage du groupe par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	Bec^{gr}	Besoins annuels d'éclairage du groupe par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	$Bbio_m^{gr}$	Besoin bioclimatique mensuel du groupe par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	$Bbio^{gr}$	Besoin bioclimatique annuel du groupe par m ² de SHON _{RT}	Wh/m ² SHON _{RT} ^{gr}
	$Becs_m^{gr}$	Besoins mensuels bruts d'ECS du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	$Becs^{gr}$	Besoins annuels bruts d'ECS du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
	A_T^{gr}	Somme des parois déperditives du groupe	m ²
	$A_{T,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives excepté le plancher bas du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²
	$A_{f,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives verticales du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²
	$A_{toit,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives horizontales excepté le plancher bas du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²
	A_{opv}^{gr}	Surfaces des parois déperditives opaques verticales du groupe	m ²
	A_{ophh}^{gr}	Surface des parois déperditives opaques horizontales tournée vers le haut du groupe	m ²

	A_{ophb}^{gr}	Surface des parois déperditives opaques horizontales tournée vers le bas du groupe	m ²
	L_{PT}^{gr}	Longueur des ponts thermiques déperditifs du groupe	m
	$H_{Th_op}^{gr}$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques du groupe entre l'extérieur et l'intérieur	W/K
	$H_{Th_opv}^{gr}$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques verticales du groupe entre l'extérieur et l'intérieur	W/K
	$H_{Th_ophh}^{gr}$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques du groupe horizontales orientées vers le haut entre l'extérieur et l'intérieur	W/K
	$H_{Th_ophb}^{gr}$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques du groupe horizontales orientées vers le bas entre l'extérieur et l'intérieur	W/K
	$H_{Th_PT}^{gr}$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des ponts thermiques du groupe	W/K
Ventil. Bbio	H_{vent}^{gr}	Déperditions par système de ventilation spécifique Bbio au niveau du groupe	W/K
Débit s d'air	$H_{v_def}^z$	Déperditions par les défauts d'étanchéité au niveau de la zone	W/K
	$H_{ges}^{gr}(h)$	Facteur de transmission thermique global pour l'ensemble des baies du groupe entre les environnements intérieurs et extérieurs	W/K
	A_{baies}^{gr}	Surface totale des baies du groupe	m ²
	$A_{baies-v}^{gr}$	Surface totale des baies verticales du groupe	m ²
	$A_{baies-h}^{gr}$	Surface totale des baies horizontales du groupe	m ²
	$A_{baies-sud}^{gr}$	Surface de baies verticales sud du groupe	m ²
	$A_{baies-nord}^{gr}$	Surface de baies verticales nord du groupe	m ²
	$A_{baies-ouest}^{gr}$	Surface de baies verticales ouest du groupe	m ²
	$A_{baies-est}^{gr}$	Surface de baies verticales est du groupe	m ²
	$Part_{baies_sud}^{gr}$	Pourcentage de baies du groupe orientées au sud (azimut $\alpha = 0^\circ$)	-
	$Part_{baies_nord}^{gr}$	Pourcentage de baies du groupe orientées au nord (azimut $\alpha = 180^\circ$)	-
	$Part_{baies_ouest}^{gr}$	Pourcentage de baies du groupe orientées à l'ouest (azimut $\alpha = 90^\circ$)	-
	$Part_{baies_est}^{gr}$	Pourcentage de baies du groupe orientées à l'est (azimut $\alpha = 270^\circ$)	-
	$Part_{baies_horiz}^{gr}$	Pourcentage de baies horizontales du groupe (orientation $\beta = 0^\circ$)	-
	$\{Q_{req,gen,ch}(h)\}_{j-28;j-1}$	Ensemble des sommes des différentes valeurs des demande en énergie de chauffage au niveau des générations du projet, jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	Wh
Détermination des saisons	$\{Q_{req,gen,fr}(h)\}_{j-28;j-1}$	Ensemble des sommes des différentes valeurs des demande en énergie de refroidissement au niveau des générations du projet, du jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	Wh

Cef annuels	$C_{ef_ch}^{gr}$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fr}^{gr}$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ecs}^{gr}$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ecl}^{gr}$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_auxv}^{gr}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_auxs}^{gr}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour l'année entière.	Wh/m ² par an
Cef mensuels	$C_{ef_ch_m}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_fr_m}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_ecs_m}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_ecl_m}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_auxv}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_auxs}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour le mois m .	Wh/m ² par mois
Cep annuels	$C_{ep_ch}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fr}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ecs}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ecl}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxv}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxs}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution pour l'année entière.	Wh/m ² par an
Cep mensuels	$C_{ep_ch_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_fr_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois

Cef par énergie	$C_{ep_ecs_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecl_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_auxv}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_auxs}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_gaz}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du gaz pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fod}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du fioul domestique pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_cha}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du charbon pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_boi}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du bois pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ele}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation de l'électricité pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_rdc}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
Cep par énergie	$C_{ep_gaz}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du gaz pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fod}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du fioul domestique pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_cha}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du charbon pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_boi}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du bois pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ele}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation de l'électricité pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_rdc}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	C_{ef}^{gr}	Energie finale totale consommée par le groupe pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an
	C_{ep}^{gr}	Energie finale totale consommée par le groupe pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
$Usage_{zone}$	Usage de la zone	-	1	31	-
$SHAB$	Surface habitable du groupe (pour les usages maison individuelle ou accolée et logement collectif) - noté A^{gr} dans le code.	m^2	0	$+\infty$	-
SU_{RT}	Surface utile du groupe (pour les usages hors maison individuelle ou accolée et logement collectif) - noté A^{gr} dans le code.	m^2	0	$+\infty$	-
$SHON_{RT}^z$	Surface Hors Œuvre Nette au sens de la RT de la zone	m^2	0	$+\infty$	-
$categorie_CE1_CE2^{gr}$	Catégorie CE1 ou CE2 du groupe (1=CE1 / 2=CE2)	-	1	2	-
$Is_{climatisée}^{gr}$	Indicateur au niveau du groupe précisant si le groupe est climatisé ou non (0=non climatisé / 1=climatisé)	-	0	1	-

Sorties

Nom	Description	Unité
$\theta_{i_fin}^{hall}$	Température du hall à la fin du pas de temps	$^{\circ}C$
ω_{fin}^{hall}	Humidité relative du hall à la fin du pas de temps	kg/kg
$SHON_{RT}^z$	$SHON_{RT}$ de la zone	m^2
$SHAB^z$	Surface habitable de la zone (pour les usages maison individuelle ou accolée et logement collectif)	m^2
SU_{RT}^z	Surface utile de la zone (pour les usages hors maison individuelle ou accolée et logement collectif)	m^2
S_{CE1}^z	Somme des surfaces des groupes CE1 appartenant à la zone	m^2
S_{CE2}^z	Somme des surfaces des groupes CE2 appartenant à la zone	m^2
S_{clim}^z	Somme des surfaces des groupes climatisés appartenant à la zone	m^2
Bch_m^z	Besoins mensuels en chaud d'une zone par m^2 de $SHON_{RT}$	$Wh/m^2 SHON_{RT}^z$
Bch^z	Besoins annuels en chaud d'une zone par m^2 de $SHON_{RT}$	$Wh/m^2 SHON_{RT}^z$
Bfr_m^z	Besoins mensuels en froid d'une zone par m^2 de $SHON_{RT}$	$Wh/m^2 SHON_{RT}^z$
Bfr^z	Besoins annuels en froid d'une zone par m^2 de $SHON_{RT}$	$Wh/m^2 SHON_{RT}^z$
$Becl_m^z$	Besoin mensuel en éclairage artificiel d'une zone par m^2 de $SHON_{RT}$	$Wh/m^2 SHON_{RT}^z$
$Becl^z$	Besoin annuel en éclairage artificiel d'une zone par m^2 de $SHON_{RT}$	$Wh/m^2 SHON_{RT}^z$
$Bbio_m^z$	Besoin bioclimatique mensuel de la zone	$Wh/m^2 SHON_{RT}^z$

B_{bio}^z	Besoin bioclimatique annuel de la zone	$\frac{RT^z}{Wh/m^2 SHON}$
$B_{ecs_m}^z$	Besoins mensuels bruts d'ECS de la zone	$\frac{RT^z}{Wh/m^2 SHON}$
B_{ecs}^z	Besoins annuels bruts d'ECS de la zone	$\frac{RT^{gr}}{Wh/m^2 SHON}$
A_T^z	Somme des parois déperditives de la zone	m^2
$A_{T,perm}^z$	Somme des parois déperditives excepté le plancher bas de la zone	m^2
$A_{f,perm}^z$	Somme des parois déperditives verticales de la zone	m^2
$A_{toit,perm}^z$	Somme des parois déperditives horizontales excepté le plancher bas de la zone	m^2
A_{opv}^z	Surfaces des parois déperditives opaques verticales de la zone	m^2
A_{opvh}^z	Surface des parois déperditives opaques horizontales tournée vers le haut de la zone	m^2
A_{opvb}^z	Surface des parois déperditives opaques horizontales tournée vers le bas de la zone	m^2
A_{baies}^z	Surface totale des baies de la zone	m^2
$A_{baies-v}^z$	Surface totale des baies verticales de la zone	m^2
$A_{baies-h}^z$	Surface totale des baies horizontales de la zone	m^2
$Part_{baies_sud}^z$	Pourcentage de baies de la zone orientées au sud (azimut $\alpha = 0^\circ$)	-
$Part_{baies_nord}^z$	Pourcentage de baies de la zone orientées au nord (azimut $\alpha = 180^\circ$)	-
$Part_{baies_ouest}^z$	Pourcentage de baies de la zone orientées à l'ouest (azimut $\alpha = 90^\circ$)	-
$Part_{baies_est}^z$	Pourcentage de baies de la zone orientées à l'est (azimut $\alpha = 270^\circ$)	-
$Part_{baies_horiz}^z$	Pourcentage de baies horizontales de la zone (orientation $\beta = 0^\circ$)	-
L_{PT}^z	Longueur des ponts thermiques déperditifs de la zone	m
$SHAB_{surf}^z$	Surface habitable de la zone divisée par la $SHON_{RT}$ de la zone	$\frac{m^2/m^2}{SHON_R}$
$SU_{RT_surf}^z$	Surface utile de la zone divisée par la $SHON_{RT}$ de la zone	$\frac{m^2/m^2}{SHON_R}$
$A_{opv_surf}^z$	Surfaces des parois déperditives opaques verticales de la zone divisée par la $SHON_{RT}^z$	$\frac{m^2/m^2}{SHON_R}$
$A_{opvh_surf}^z$	Surface des parois déperditives opaques horizontales tournée vers le haut de la zone divisée par la $SHON_{RT}^z$	$\frac{m^2/m^2}{SHON_R}$
$A_{opvb_surf}^z$	Surface des parois déperditives opaques horizontales tournée vers le bas de la zone divisée par la $SHON_{RT}^z$	$\frac{m^2/m^2}{SHON_R}$
$A_{baies_surf}^z$	Surface totale des baies de la zone divisée par la $SHON_{RT}^z$	$\frac{m^2/m^2}{SHON_R}$
$A_{T_surf}^z$	Somme des parois déperditives de la zone divisée par la $SHON_{RT}^z$	$\frac{m^2/m^2}{SHON_R}$
$A_{T,perm_surf}^z$	Somme des surfaces des parois opaques de	$\frac{m^2/m^2}{SHON_R}$

	la zone excepté le plancher bas divisée par la $SHON_{RT}^z$	$SHON_R$	
$L_{PT_surf}^z$	Longueur des ponts thermiques déperditifs de la zone divisée par la $SHON_{RT}^z$	$\frac{T}{m/m^2 SHON_R}$	
$Q_{4Pa_surf}^z$	Perméabilité à l'air de l'enveloppe de la zone sous 4Pa (par m^2 de parois déperditives hors plancher bas)	$\frac{T}{m3/(h.m^2)}$	
$Q_{4Pa_SHONRT}^z$	Perméabilité à l'air de l'enveloppe sous 4Pa rapporté à la $SHON_{RT}$ de la zone	$\frac{m3/(h.m^2 SHON_{RT}^z)}{T}$	
$H_{ges_hiver}^z$	Facteur de transmission thermique global pour l'ensemble des baies de la zone entre les environnements intérieurs et extérieurs moyenné sur l'hiver	W/K	
$H_{Th_op}^z$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques de la zone entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
$H_{Th_opv}^z$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques verticales de la zone entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
$H_{Th_ophh}^z$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques de la zone horizontales orientées vers le haut entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
$H_{Th_ophb}^z$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques de la zone horizontales orientées vers le bas entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
$H_{Th_PT}^z$	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des ponts thermiques de la zone	W/K	
$H_{vent_hiver}^z$	Déperditions par système de ventilation spécifique au niveau de la zone moyennées sur l'hiver	W/K	
$H_{v_déf_hiver}^z$	Déperditions par les défauts d'étanchéité au niveau de la zone moyennées sur l'hiver	W/K	
Cef annuels	$C_{ef_ch}^{zn}$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fr}^{zn}$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ecs}^{zn}$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_ecl}^{zn}$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_auxv}^{zn}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_auxs}^{zn}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour l'année entière.	Wh/m ² par an
Cef mensuels	$C_{ef_ch_m}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_fr_m}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois

Cep annuels	$C_{ef_ecs_m}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_ecl_m}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_auxv}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_auxs}^{zn}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ch}^{zn}$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fr}^{zn}$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ecs}^{zn}$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ecl}^{zn}$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux de la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxv}^{zn}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) de la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxs}^{zn}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution de la zone pour l'année entière.	Wh/m ² par an
Cef mensuels	$C_{ep_ch_m}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_fr_m}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecs_m}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecl_m}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_auxv}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_auxs}^{zn}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution de la zone pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_gaz}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation du gaz pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fod}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation du fioul domestique pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
Cef par énergie	$C_{ef_cha}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation du charbon pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_boi}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation du bois pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an

Cep par énergie	$C_{ef_ele}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation de l'électricité pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_rdc}^{zn}$	Energie finale totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_gaz}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du gaz pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fod}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du fioul domestique pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_cha}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du charbon pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_boi}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du bois pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ele}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation de l'électricité pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_rdc}^{zn}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour la zone sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	C_{ef}^{zn}	Energie finale totale consommée par la zone pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an
	C_{ep}^{zn}	Energie finale totale consommée par la zone pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an

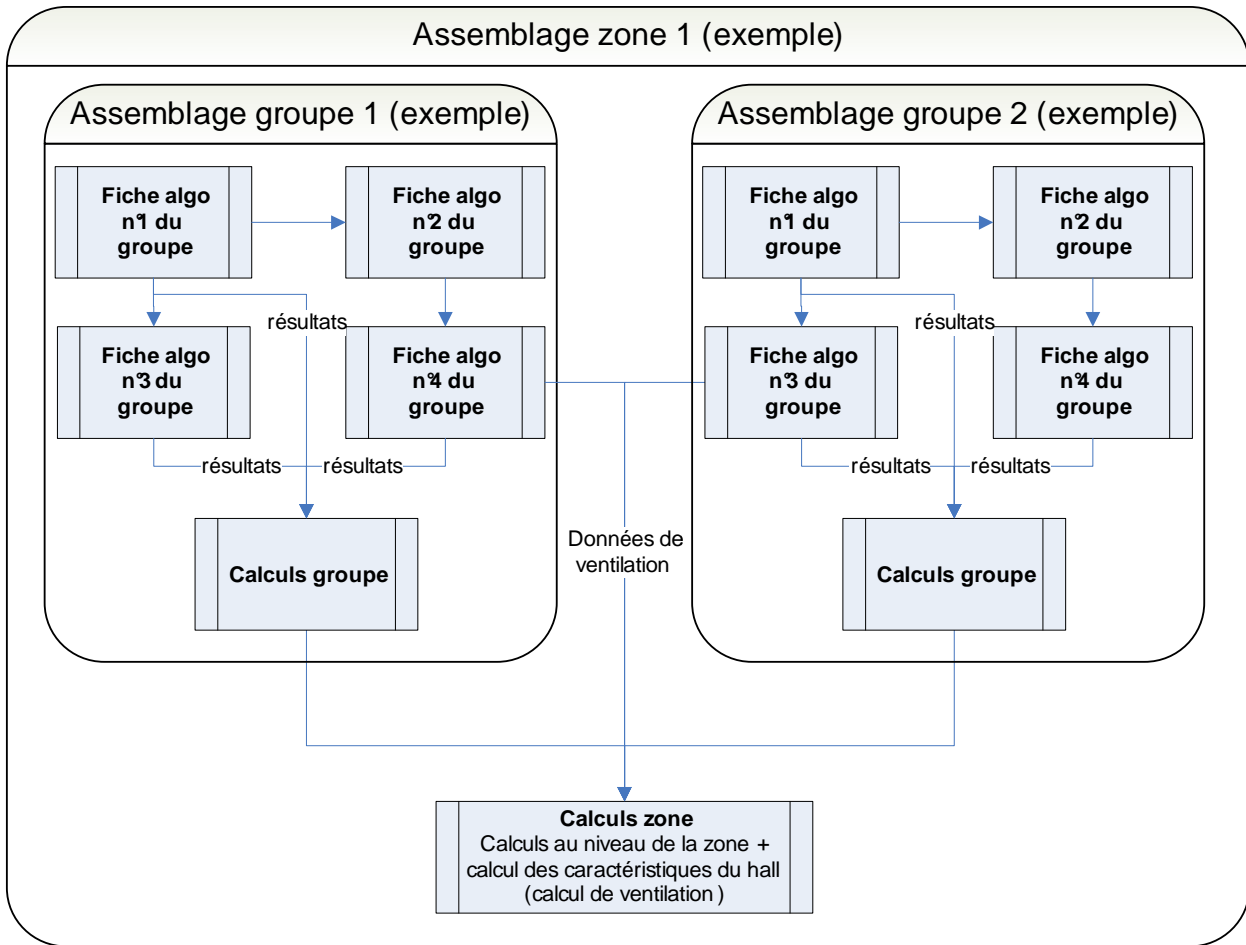
Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
$\alpha 1$	Constante associée aux besoins de chaud	-	2
$\alpha 2$	Constante associée aux besoins de froid	-	2
β	Constante associée aux besoins d'éclairage	-	5

Tableau 22 : Nomenclature du modèle

7.7.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.7.3.1 Schéma de principe



Les calculs s'effectuant au niveau de la zone sont détaillés ci-dessous.

7.7.3.2 Calculs initiaux au niveau de la zone

7.7.3.2.1 Les surfaces de la zone

7.7.3.2.1.1 La SHON au sens de la RT

La surface retenue pour les calculs au niveau de la zone est la $SHON_{RT}$ de la zone. Elle est calculée de la façon suivante :

- c'est une donnée d'entrée pour les usages MI et LC ;
- pour les autres usages, à partir de la $SHON_{RT}$ des groupes appartenant à la zone :

$$SHON_{RT}^z = \sum_{gr \in z} SHON_{RT}^{gr} \quad (160)$$

7.7.3.2.1.2

La surface utile ou la surface habitable de la zone

La surface utile (resp. habitable) de la zone est la somme de toutes les surfaces utiles (resp. habitables) des groupes lui appartenant.

Si $Usage_{zone} \in \{1, 2\}$

$$SHAB^z = \sum_{gr \in z} SHAB^{gr} \quad (161)$$

Si $Usage_{zone} \neq \{1, 2\}$

$$SU_{RT}^z = \sum_{gr \in z} SU_{RT}^{gr} \quad (162)$$

7.7.3.2.1.3

La surface des groupes CE1 et CE2 de la zone

La surface des groupes en catégorie CE1 (resp. CE2) de la zone s'exprime de la manière suivante

Si $Usage_{zone} \in \{1, 2\}$

$$S_{CE1}^z = \sum_{\substack{gr \in z \\ categorie_ce1_ce2=1}} SHAB^{gr} \quad \text{et} \quad S_{CE2}^z = \sum_{\substack{gr \in z \\ categorie_ce1_ce2=2}} SHAB^{gr} \quad (163)$$

Si $Usage_{zone} \neq \{1, 2\}$

$$S_{CE1}^z = \sum_{\substack{gr \in z \\ categorie_ce1_ce2=1}} SU_{RT}^{gr} \quad \text{et} \quad S_{CE2}^z = \sum_{\substack{gr \in z \\ categorie_ce1_ce2=2}} SU_{RT}^{gr} \quad (164)$$

7.7.3.2.1.4

La surface des groupes climatisés de la zone

La surface des groupes climatisés de la zone s'exprime ainsi

Si $Usage_{zone} \in \{1, 2\}$

$$S_{clim}^z = \sum_{\substack{gr \in z \\ Is_climatisé=1}} SHAB^{gr} \quad (165)$$

Si $Usage_{zone} \neq \{1, 2\}$

$$S_{clim}^z = \sum_{\substack{gr \in z \\ Is_climatisé=1}} SU_{RT}^{gr} \quad (166)$$

7.7.3.2.2 Surface totale des parois vitrées

$$A_{baies}^z = \sum_{gr} A_{baies}^{gr} \quad \text{et} \quad A_{baies_surf}^z = \frac{A_{baies}^z}{SHON_{RT}^z} \quad (167)$$

7.7.3.2.2.1

Parois vitrées horizontales

$$A_{baies-horiz}^z = \sum_{gr} A_{baies-horiz}^{gr} \quad (168)$$

7.7.3.2.2.2

Parois vitrées verticales

$$A_{baies-v}^z = \sum_{gr} A_{baies-v}^{gr} \quad (169)$$

7.7.3.2.2.3

Surface de baies verticales au Sud

$$part_{baies-sud}^z = \frac{\sum_{gr} A_{baies-sud}^{gr}}{A_{baies}^z} \quad (170)$$

7.7.3.2.2.4

Surface de baies verticales au Nord

$$part_{baies-nord}^z = \frac{\sum_{gr} A_{baies-nord}^{gr}}{A_{baies}^z} \quad (171)$$

7.7.3.2.2.5

Surface de baies verticales à l'ouest

$$part_{baies-ouest}^z = \frac{\sum_{gr} A_{baies-ouest}^{gr}}{A_{baies}^z} \quad (172)$$

7.7.3.2.2.6

Surface de baies verticales à l'est

$$part_{baies-est}^z = \frac{\sum_{gr} A_{baies-est}^{gr}}{A_{baies}^z} \quad (173)$$

7.7.3.2.3 Surface totale des parois opaques

$$A_{op}^z = \sum_{gr} A_{op}^{gr} \quad (174)$$

7.7.3.2.3.1

Surface totale des parois opaques verticales

$$A_{opv}^z = \sum_{gr} A_{opv}^{gr} \text{ et } A_{opv-surf}^z = \frac{A_{opv}^z}{SHON_{RT}^z} \quad (175)$$

7.7.3.2.3.2 *Surface totale des planchers hauts*

$$A_{ophh}^z = \sum_{gr} A_{ophh}^{gr} \text{ et } A_{ophh_surf}^z = \frac{A_{ophh}^z}{SHON_{RT}^z} \quad (176)$$

7.7.3.2.3.3 *Surface totale des planchers bas*

$$A_{ophb}^z = \sum_{gr} A_{ophb}^{gr} \text{ et } A_{ophb_surf}^z = \frac{A_{ophb}^z}{SHON_{RT}^z} \quad (177)$$

7.7.3.2.4 Parois déperditives

L'ensemble des parois déperditives de la zone, noté A_T^z , est la somme des parois vitrées et des parois opaques de la zone.

$$A_T^z = \sum_{gr} A_T^{gr} \text{ et } A_{T_surf}^z = \frac{A_T^z}{SHON_{RT}^z} \quad (178)$$

7.7.3.2.4.1 *Parois déperditives excepté le plancher bas*

L'ensemble des parois déperditives de la zone excepté le plancher bas, noté $A_{T,perm}^z$, est la somme des parois vitrées et des parois opaques de la zone (excepté le plancher bas).

$$A_{T,perm}^z = \sum_{gr} A_{T,perm}^{gr} \text{ et } A_{T,perm_surf}^z = \frac{A_{T,perm}^z}{SHON_{RT}^z} \quad (179)$$

7.7.3.2.4.2 *Parois déperditives verticales*

L'ensemble des parois déperditives verticales de la zone, noté $A_{f,perm}^z$, est la somme des parois vitrées verticales et des parois opaques verticales de cette zone.

$$A_{f,perm}^z = \sum_{gr} A_{opv}^{gr} + A_{baies-v}^{gr} \quad (180)$$

7.7.3.2.4.3 *Parois déperditives horizontales excepté le plancher bas*

L'ensemble des parois déperditives horizontales de la zone excepté le plancher bas, noté $A_{toit,perm}^z$, est la somme des parois vitrées et des parois opaques horizontales de cette zone (excepté les planchers bas).

$$A_{toit,perm}^z = \sum_{gr} A_{ophh}^{gr} + A_{baies-h}^{gr} \quad (181)$$

7.7.3.2.5 Calcul de la longueur totale des linéiques de la zone

$$l_{PT}^z = \sum_{gr} l_{PT}^{gr} \quad (182)$$

$$l_{PT_surf}^z = \frac{l_{PT}^z}{SHON_{RT}^z} \quad (183)$$

7.7.3.2.6 Calcul de la perméabilité à l'air au niveau de la zone

$Q_{4Pa_surf}^z$ s'exprime en m³/h/m² de surfaces déperditives de la zone excepté les planchers bas.

$$Q_{4Pa_surf}^z = \frac{1}{A_{T,perm}^z} \cdot \left(\sum_{gr} \frac{1}{Q_{4Pa_surf}^{gr} \cdot A_{T,perm}^{gr}} \right)^{-1} \quad (184)$$

$Q_{4Pa_SHONRT}^z$ s'exprime en m³/h/m² SHON_{RT}^z.

$$Q_{4Pa_SHONRT}^z = \frac{Q_{4Pa_surf}^z \cdot A_{T,perm}^z}{SHON_{RT}^z} \quad (185)$$

7.7.3.2.7 Calculs des déperditions au niveau de la zone

7.7.3.2.7.1 Par les toitures

$$H_{th_ophh}^z = \sum_{gr} H_{th_ophh}^{gr} \quad (186)$$

7.7.3.2.7.2 Par les murs verticaux

$$H_{th_opv}^z = \sum_{gr} H_{th_opv}^{gr} \quad (187)$$

7.7.3.2.7.3 Par les baies en hiver

Les déperditions par les baies pouvant varier à chaque pas de temps, ces dernières sont moyennées sur les mois de janvier et de février.

Pour $IMOIS \leq 2$

$$H_{ges_hiver}^z = \underset{IMOIS \leq 2}{moyenne} \left(\sum_{gr} H_{ges_hiver}^{gr}(h) \right) \quad (188)$$

7.7.3.2.7.4

Par les planchers bas

$$H_{th_ophb}^z = \sum_{gr} H_{th_ophb}^{gr} \quad (189)$$

7.7.3.2.7.5

Par les ponts thermiques

$$H_{th_PT}^z = \sum_{gr} H_{th_PT}^{gr} \quad (190)$$

7.7.3.2.7.6

Par les défauts d'étanchéité en hiver

Pour $IMOIS \leq 2$

$$H_{v_def_hiver}^z = \underset{IMOIS \leq 2}{moyenne} \left(H_{v_def}^z(h) \right) \quad (191)$$

7.7.3.2.7.7

Par la ventilation spécifique Bbio en hiver

Pour $IMOIS \leq 2$

$$H_{vent_hiver}^z = \underset{IMOIS \leq 2}{moyenne} \left(\sum_{gr \in z} H_{vent}^{gr}(h) \right) \quad (192)$$

7.7.3.3 Calculs dynamiques au niveau de la zone

7.7.3.3.1 Calculs de ventilation au niveau de la zone

Pour chaque zone, l'utilisateur a la possibilité de rentrer un ou plusieurs groupes. Le modèle aéraulique implique l'existence d'un groupe d'échange aéraulique **Ha11** par lequel transitent tous les échanges aérauliques entre les groupes. L'utilisateur a la possibilité de rentrer **au maximum** un groupe de circulation qui joue alors le rôle du groupe **Ha11**. S'il n'en rentre pas, un groupe **Ha11** fictif est généré par le logiciel pour le besoin du calcul. Ce groupe fictif est alors étanche à l'environnement extérieur et ne possède aucun système ni aucun apport interne. Il ne reçoit pas non plus d'apports énergétiques de quelque nature que ce soit et ne possède aucune inertie. Les seules grandeurs qui doivent être calculées au niveau de ce groupe fictif sont la température de l'air et l'humidité de l'air. Elles le sont de la manière suivante :

$$\begin{aligned}\theta_{i_fin}^{hall} &= \frac{\sum_{ve} \theta_i^{ve} Q_m^{ve}}{\sum_{ve} Q_m^{ve}} \\ \omega_{fin}^{hall} &= \frac{\sum_{ve} \omega_i^{ve} e Q_m^{ve}}{\sum_{ve} Q_m^{ve}}\end{aligned}\quad (193)$$

où Q_m^{ve} dénote le débit massique de l'air du débit entrant ve , θ_i^{ve} sa température et ω_i^{ve} son humidité. $\theta_{i_fin}^{hall}$ est la température finale du hall et ω_{fin}^{hall} est son humidité finale.

Les besoins de chaud, de froid, d'éclairage sont exprimés en Wh/m².

7.7.3.3.2 Calculs des besoins de chaud par zone

- mensuels

$$Bch_m^z = \frac{\sum_{gr \in z} \sum_{h \in mois} Q_{sys_ch}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^z} \quad (194)$$

- annuels

$$Bch^z = \sum_{mois=1}^{12} Bch_m^z \quad (195)$$

7.7.3.3.3 Calculs des besoins de froid par zone

- mensuels

$$Bfr_m^z = \frac{\sum_{gr \in z} \sum_{h \in mois} Q_{sys_fr}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^z} \quad (196)$$

- annuels

$$Bfr^z = \sum_{mois=1}^{12} Bfr_m^z \quad (197)$$

7.7.3.3.4 Calculs des besoins d'éclairage par zone

- mensuels

$$Becl_m^z = \frac{\sum_{gr \in z} \sum_{h \in mois} Cecl_{gr}(h)}{SHON_{RT}^z} \quad (198)$$

- annuels

$$Becl^z = \sum_{mois=1}^{12} Becl_m^z \quad (199)$$

7.7.3.3.5 Besoin bioclimatique par zone

- mensuels

$Bbio_m^z$ est obtenu en sommant sur un mois les besoins mensuels de chaud, de froid et d'éclairage d'une zone, pondérés par les coefficients réglementaires.

$$Bbio_m^z = \alpha_1 \cdot Bch_m^z + \alpha_2 \cdot Bfr_m^z + \beta \cdot Becl_m^z \quad (200)$$

- annuels

Le besoin total bioclimatique d'une zone, noté $Bbio^z$, est obtenu en sommant sur l'année les besoins bioclimatiques mensuels de la zone

$$Bbio^z = \sum_{mois=1}^{12} Bbio_m^z \quad (201)$$

Le Bbio de la zone est exprimée en nombre de points.

7.7.3.4 Calcul des besoins d'ECS

Les besoins d'ECS ne font pas partie du calcul du Bbio. Il est cependant intéressant de les évaluer. Les résultats horaires sont sommés sur chaque mois de l'année, puis sur l'année entière.

$$Becs_m^z = \frac{\sum_{gr \in z} \sum_{h \in mois} Q_{w_bruts}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^z} \quad (202)$$

$$Becs^z = \sum_{mois=1}^{12} Becs_m^z \quad (203)$$

7.7.3.5 Calculs dynamiques au niveau de la zone lors d'un calcul de consommations

7.7.3.5.1.1 Consommations en énergie finale et primaire de chauffage de la zone

Les consommations de chauffage en énergie finale et primaire sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_ch_m}^z = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_ch_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (204)$$

$$C_{ep_ch_m}^z = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_ch_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z}$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_ch}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_ch_m}^{zn} \quad (205)$$

$$C_{ep_ch}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_ch_m}^{zn}$$

7.7.3.5.1.2 Consommations en énergie finale de refroidissement de la zone

Les consommations de refroidissement en énergie finale et primaire sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_fr_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_fr_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (206)$$

$$C_{ep_fr_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_fr_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z}$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_fr}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_fr_m}^{zn} \quad (207)$$

$$C_{ep_fr}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_fr_m}^{zn}$$

7.7.3.5.1.3

Consommations en énergie finale et primaire d'éclairage de la zone

Les consommations d'éclairage en énergie finale sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_ecl_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_ecl_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z}$$

$$C_{ep_ecl_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_ecl_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (208)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_ecl}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_ecl_m}^{zn}$$

$$C_{ep_ecl}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_ecl_m}^{zn} \quad (209)$$

7.7.3.5.1.4

Consommations en énergie finale pour l'eau chaude sanitaire de la zone

Les consommations de refroidissement en énergie finale et primaire sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_ecs_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_ecs_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z}$$

$$C_{ep_ecs_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_ecs_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (210)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_ecs}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_ecs_m}^{zn}$$

$$C_{ep_ecs}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_ecs_m}^{zn} \quad (211)$$

7.7.3.5.1.5

Consommations en énergie finale pour les auxiliaires de ventilation de la zone

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_auxv_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_auxv_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z}$$

$$C_{ep_auxv_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_auxv_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (212)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_auxv}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_auxv_m}^{zn}$$

$$C_{ep_auxv}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_auxv_m}^{zn} \quad (213)$$

7.7.3.5.1.6

Consommations en énergie finale pour les auxiliaires de distribution de la zone

Elles incluent les consommations des pompes et circulateurs des réseaux de chauffage/refroidissement et d'ECS.

Elles s'expriment :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_auxs_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_auxs_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z}$$

$$C_{ep_auxs_m}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_auxs_m}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (214)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_auxs}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_auxs_m}^{zn}$$

$$C_{ep_auxs}^{zn} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ep_auxs_m}^{zn} \quad (215)$$

7.7.3.5.1.7

Consommations en énergie finale et primaire de la zone par type d'énergie

Les consommations par type d'énergie s'expriment uniquement sous forme d'un résultat total annuel :

$$C_{ef_gaz}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_gaz}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (216)$$

$$C_{ef_fod}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_fod}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (217)$$

$$C_{ef_cha}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_cha}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (218)$$

$$C_{ef_boi}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_boi}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (219)$$

$$C_{ef_ele}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_ele}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (220)$$

$$C_{ef_rdc}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ef_rdc}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (221)$$

$$C_{ep_gaz}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_gaz}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (222)$$

$$C_{ep_fod}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_fod}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (223)$$

$$C_{ep_cha}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_cha}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (224)$$

$$C_{ep_boi}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_boi}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (225)$$

$$C_{ep_ele}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_ele}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (226)$$

$$C_{ep_rdc}^{zn} = \frac{\sum_{gr \in zn} SHON_{RT}^{gr} \cdot C_{ep_rdc}^{gr}}{SHON_{RT}^z} \quad (227)$$

7.7.3.5.1.8 *Consommations totales de la zone en énergie finale et primaire*

Les consommations totales en énergie finale et primaire sont obtenues par sommation sur l'ensemble des postes :

$$C_{ef}^{zn} = C_{ef_ch}^{zn} + C_{ef_fr}^{zn} + C_{ef_ecl}^{zn} + C_{ef_ecs}^{zn} + C_{ef_auxv}^{zn} + C_{ef_auxs}^{zn} \quad (228)$$

$$C_{ep}^{zn} = C_{ep_ch}^{zn} + C_{ep_fr}^{zn} + C_{ep_ecl}^{zn} + C_{ep_ecs}^{zn} + C_{ep_auxv}^{zn} + C_{ep_auxs}^{zn} \quad (229)$$

7.8 C VEN Débits d'air Cep

7.8.1 INTRODUCTION

Cette fiche décrit le bilan aéraulique au sein d'une zone. Une zone regroupe plusieurs groupes qui ne peuvent communiquer que par l'intermédiaire d'un groupe particulier appelé *hall*.

Les débits d'air entrant dans un groupe ou une zone sont considérés positifs, les débits sortant sont négatifs.

Il faut distinguer les débits d'air spécifiques liés à un système de ventilation des débits d'air dus à la transparence de l'enveloppe. Ces derniers correspondent aux débits passant par les entrées d'air et par les défauts d'étanchéité de l'enveloppe.

Note : les défauts d'étanchéité de l'enveloppe sont aussi appelés perméabilité à l'air.

La hiérarchisation des différents éléments est la suivante :

1. La zone est l'élément de base qui contient tous les autres. Elle est homogène du point de vue aéraulique, c'est-à-dire qu'on définit une unique pression au niveau du plancher P_{ib} . **La perméabilité et les entrées d'air sont définies au niveau du groupe.**
2. La zone se divise en groupes. Dans chaque groupe est définie une température. **Les débits d'air spécifiques sont définis au niveau du groupe.**
3. Chaque groupe possède des parois. Chaque paroi a une inclinaison et un azimut qui nous permet de lui associer différents paramètres dont on aura besoin au cours du calcul.

“Conventions”

- Les débits massiques d'air sont exprimés en air sec [kg/s].
- Les gains en débit d'air sont comptabilisés positivement, les pertes en débit d'air sont comptabilisées négativement.
- $\Delta P = P_{ext} - P_{int}$

“Remarques”

Les débits entrés par l'utilisateur sont en m³/h. Le code de calcul les convertit en m³/s

.

7.8.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 24 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de calcul aéraulique

Entrées du composant						
	Nom	Description	Unité			
Climat	h	Heure de l'année	-			
	θ_{ext}	Température extérieure au pas de temps h	°C			
	w_e	Humidité spécifique du site	kg/kgas			
	V_{ventc}	Vitesse du vent au pas de temps h	m/s			
Groupe	$\theta_{i,fin}^g$	Température de l'air du groupe g au pas de temps $h-1$	°C			
	$Psys_{FR,g}$	Besoin en froid du groupe g .	W			
	$\omega_{i,g,fin}$	Humidité absolue intérieure du groupe à la fin du temps $h-1$	kg/kgas			
Spécifi.	$q_{spec_repris}^{g,s}$	Débit volumique spécifique repris au niveau du groupe g par le système s	m ³ /h			
	$q_{spec_soufflé}^{g,s}$	Débit volumique spécifique soufflé au niveau du groupe g par le système s	m ³ /h			
	$q_{Air_Neuf,mi}^g$	Débit volumique minimal d'air neuf. Il correspond au débit d'hygiène	m ³ /h			
	$T_{air_soufflé}^{g,s}$	Température du débit spécifique soufflé au niveau du groupe g par le système s	°C			
	$\omega_{air_soufflé}^{g,s}$	Poids d'eau du débit spécifique soufflé au niveau du groupe g par le système s	kg/kgas			
Paramètres intrinsèques du composant						
	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
Entrées d'air	M^j	Module de l'entrée d'air j	m ³ /h	$-\infty$	$+\infty$	-
	ΔP_1^j	Pression de changement de comportement de l'entrée j	Pa	$-\infty$	$+\infty$	
	ΔP_2^j	Pression de changement de comportement de l'entrée j	Pa	$-\infty$	$+\infty$	
	M'^j	Module du défaut d'autorégulabilité	m ³ /h	0	$+\infty$	
	r	Atténuation du débit du système anti-retour.	-	0	1	

zone	$\delta_{traversant}$	Booléen égal à 1 pour traversant et 0 si non	-	0	1	
	$\delta_{permea_verticale}$	Indicateur de transferts d'air verticaux à l'intérieur de la zone (perméabilité verticale, voir définition dans fiche « <i>C_Bat_Débits d'air en Cep</i> »).	Bool	0	1	-
	$i_{herbergement}$	Indicateur d'usage résidentiel ou hébergement. <i>0 : pas de transferts verticaux entre niveaux</i> <i>1 : transferts verticaux possibles entre niveaux</i>	Bool	0	1	-
	h_{zone}	Hauteur du plancher de la zone par rapport au sol	m	$-\infty$	$+\infty$	-
	$h_{plafond}$	Hauteur de plafond de la zone	m	$-\infty$	$+\infty$	-
	$Q_{4Pa_surf}^g$	Perméabilité à l'air du groupe. On utilise une même valeur pour tous les groupes d'une même zone.	m ³ /h/m ²	0	$+\infty$	-

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
z	Altitude du lieu	m	0	$+\infty$	-
A_f^g	Somme de la surface déperditive des baies et des parois opaques verticales du groupe	m ²	0	$+\infty$	-
A_t^g	Surface des toits du groupe g	m ²	0	$+\infty$	-

Sorties

Nom	Description	Unité
P_{IB}	Pression au niveau du plancher de la zone	Pa
Q_{maj}^g	Débit massique j entrant dans le groupe g	Kg/s
T_{maj}^g	Température du débit massique j entrant dans le groupe g	°C
$q_{m,rep,cond}$	Débit massique repris par le groupe de ventilation (CTA ou VMC DF)	kg/s
$q_{m,soufflé,conda}$	Débit massique soufflé par le groupe de ventilation (CTA ou VMC DF)	kg/s
q_{m,Air_Neuf}	Débit massique d'air neuf	kg/s
$q_{m,aération}^{g,s}$	Débit massique d'aération par ouverture de fenêtre du groupe, défini pour garantir la cohérence avec le calcul de la température des groupes.	kg/s
ω_{maj}^g	Poids d'eau du débit massique j entrant dans le groupe g	kg/kgas
$Q_{v,def,entr}^g$	Au pas temps horaires, débit entrant dans le groupe via les défauts d'étanchéités	m ³ /h
$Q_{v,EA,entr}^g$	Au pas temps horaires, débit entrant dans le groupe via les entrées d'air	m ³ /h

$Q_{v,def,sort}^g$	Au pas temps horaires, débit sortant dans le groupe via les défauts d'étanchéités	m ³ /h
$Q_{v,EA,sort}^g$	Au pas temps horaires, débit sortant dans le groupe via les entrées d'air	m ³ /h
$\rho_{i,g}$	Masse volumique de l'air du pas de temps h, calculée à partir de la température $\theta_{i,g,prev}$ et de l'humidité spécifique $w_{i,g,prev}$ du pas de temps h-1	kg/m ³
$H_{v,déf}^z$	Déperditions par les défauts d'étanchéité au niveau de la zone	W/K

Variables internes

	Nom	Description	Unité
Groupe	Rat_t^g	Ratio de la surface de toits de groupe g sur la surface totale de toit de la zone	-
	Rat_f^g	Ratio de la surface de façade de groupe g sur la surface totale de toit de la zone	-
	Rat_{EA}^g	Ratio caractérisant le module de l'entrée d'air du g	-
	Rat'_{EA}^g	Ratio caractérisant le module du défaut d'autorégulabilité de l'entrée d'air du g	-
	$C_{p,s}^g$	Coefficient de pression du vent « sous le vent » pour le groupe g	-
	$C_{p,v}^g$	Coefficient de pression du vent « au vent » pour le toit pour le groupe g	-
	$C_{p,t}^g$	Coefficient de pression du vent pour le toit pour le groupe g	-
Zone	A_f^{zone}	Surface des façades de la zone	m ²
	A_{toit}^{zone}	Surface de toit de la zone	m ²
	z_b	Altitude « basse » de la zone	m
	z_h	Altitude « haute » de la zone	m
	z_t	Altitude moyenne du toit de la zone	m
Entrées d'air	C^j	Coefficient de débit d'air de l'entrée d'air j	-
	A^j	Section de l'entrée d'air j	m ²
	C'^j	Coefficient de débit d'air associé au défaut d'autorégulabilité de l'entrée d'air j	-
	A'^j	Section associée au défaut d'autorégulabilité de l'entrée d'air j	m ²
	r^j	Coefficient de l'anti-retour de l'entrée d'air j	-
	$q_{v,1}$	débit volumique au premier changement de comportement	m ³ /s
	$q_{v,2}$	débit volumique au deuxième changement de comportement	m ³ /s
	a^j	Pente du comportement autoréglable de l'entrée d'air j	m ³ /s/Pa
	b^j	Ordonnée à l'origine du comportement autoréglable de l'entrée d'air j	m ³ /s
Peimée	$C_{def-façade}^{zone}$	Coefficient de la perméabilité horizontale	-

	$C_{def_toit}^{zone}$	Coefficient de la perméabilité verticale	-
Débits d'air équivalents dus aux entrées d'air	$q_{v,EA,vh}^g$	Débit d'air volumique total équivalent au niveau du groupe g au vent en haut	m^3/s
	$q_{v,EA,vb}^g$	Débit d'air volumique total équivalent au niveau du groupe g au vent en bas	m^3/s
	$q_{v,EA,sh}^g$	Débit d'air volumique total équivalent au niveau du groupe g sous le vent en haut	m^3/s
	$q_{v,EA,sb}^g$	Débit d'air volumique total équivalent au niveau du groupe g sous le vent en bas	m^3/s
Perméabilités équivalentes	$C_{def_façade,sh}$	Coefficient de perméabilité haute sous le vent de la zone	-
	$C_{def_façade,vb}^g$	Coefficient de perméabilité basse au vent du groupe g	-
	$C_{def_façade,vh}^g$	Coefficient de perméabilité haute au vent du groupe g	-
	$C_{def_façade,sb}^g$	Coefficient de perméabilité basse sous le vent du groupe g	-
	$C_{def_toit}^g$	Coefficient de perméabilité du toit	-
	$q_{m,neuf}^g$	Débit massique d'air neuf entrant par la transparence de l'enveloppe à la température extérieure	kg/s
	$q_{m,trav}^g$	Débit massique d'air traversant par la transparence de l'enveloppe	kg/s
	q_m^g	Débit massique d'air échangé avec les autres groupes	kg/s
	$q_{m,hall}^g$	Débit massique d'air que les groupes autres que le hall échangent avec le hall	kg/s
	$q_{m,spec_repris}^g$	Débit massique repris par la ventilation spécifique	kg/s
	$q_{m,spec_soufflé}^g$	Débit massique soufflé par la ventilation spécifique	kg/s
	q_{m,Air_Neuf}	Débit massique d'air neuf	kg/s
	$Q_{v,def,entr}^g(\Delta P)$	Débit volumique entrant par tous les défauts d'étanchéité du groupe	kg/m^3
	$Q_{v,def,sort}^g(\Delta P)$	Débit volumique sortant par tous les défauts d'étanchéité du groupe	kg/m^3
	$Q_{v,EAentr}^g(\Delta P)$	Débit volumique entrant par toutes les entrées d'air du groupe	kg/m^3
	$Q_{v,EAsort}^g(\Delta P)$	Débit volumique sortant par toutes les entrées d'air du groupe	kg/m^3

$Q_{v,spec,entr}^g(\Delta P)$	Somme des débits volumiques spécifiques entrants dans le groupe	kg/m ³
$Q_{v,spec,sort}^g(\Delta P)$	Somme des débits volumiques spécifiques sortants du groupe	kg/m ³
ρ_{ext}	Masse volumique de l'air extérieur	kg/m ³
ρ_{int}^g	Masse volumique de l'air du groupe g	kg/m ³
$\rho_{air_souffle}^{g,s}$	Masse volumique de l'air soufflé par le système spécifique s du groupe g	kg/m ³

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv .
ρ_{ref}	Masse volumique de référence pour une température dPref de référence = 19 °C	kg/m ³	1.2
θ_{ref}	Température de référence	°C	19
$\{C_p\}$	Collection des coefficients de pression du vent	-	-
$\Delta P_{ref,1}$	Différence de pression de référence pour le calcul des débits des entrées d'air	Pa	20
$\Delta P_{ref,2}$	Différence de pression de référence pour le calcul de la perméabilité	Pa	4
M_a	masses molaires de l'air	g/mol	28,976
M_W	masses molaires de l'eau	g/mol	18
R_{H_EA}	Rapport indiquant la position de l'entrée d'air en absence de perméabilité verticale	-	0.92
C_d	Coefficient de décharge	-	0.68
g	Pesanteur	m/s ²	9.81

Tableau 24 : Nomenclature du modèle

7.8.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.8.3.1 Définitions

7.8.3.1.1 Définition des masses volumiques

La masse volumique de l'air extérieur a pour expression

$$\rho_{ext} = \frac{\rho_{ref} \cdot (273 + \theta_{ref})}{(273 + \theta_{ext})} \times \frac{(1 + \omega_e)}{1 + \omega_e \times (M_a / M_w)} \quad (230)$$

A un nœud de température d'air intérieur (pour chaque groupe donc), on associe la masse volumique suivante :

$$\rho_{int}^g = \frac{\rho_{ref} \cdot (273 + \theta_{ref})}{(273 + \theta_{i,g,fin})} \times \frac{(1 + \omega_{i,g})}{1 + \omega_{i,g} \times (M_a / M_w)} \quad (231)$$

La masse volumique de l'air soufflé par le système de ventilation spécifique s du groupe g est :

$$\rho_{air_souffle}^{g,s} = \frac{\rho_{ref} \cdot (273 + \theta_{ref})}{(273 + T_{air_souffle}^{g,s})} \times \frac{(1 + \omega_{air_souffle}^{g,s})}{1 + \omega_{air_souffle}^{g,s} \times (M_a / M_w)} \quad (232)$$

Pour un groupe donné, si **l'air neuf** entrant dans le groupe via une **entrée d'air** transite d'abord par un **espace tampon**, on a $I_{c\ lim\ atique} = vrai$. Dans le cas contraire $I_{c\ lim\ atique} = Faux$

Si $I_{c\ lim\ atique} = vrai$, alors on définit : $T_{AN}^g = T_{air_out}$

Si $I_{c\ lim\ atique} = Faux$, alors : $T_{AN}^g = \theta_{ext}$

La masse volumique de l'air neuf entrant dans le groupe via une entrée d'air a alors pour expression :

$$\rho_{AN}^g = \frac{\rho_{ref} \cdot (273 + \theta_{ref})}{(273 + T_{AN}^g)} \times \frac{(1 + \omega_e)}{1 + \omega_e \times (M_a / M_w)} \quad (233)$$

7.8.3.1.2 Définition des pressions

La différence de pression à laquelle est soumise un composant situé sur une façade de la zone (perméabilité ou entrée d'air) a pour expression :

$$\Delta P_{comp} = P_{ext,comp} - P_{int,comp}, \quad (234)$$

où $P_{ext,comp}$ et $P_{int,comp}$ correspondent respectivement à la pression extérieure et à la pression intérieure vues par le composant en façade. Ces dernières ont pour formulation :

$$P_{ext,comp} = \frac{1}{2} C_p \rho_{ext} (V_{ventc})^2 - g \cdot z_{comp} \cdot \rho_{ext}, \quad (235)$$

et

$$P_{int,comp} = P_{ib} - \rho_{int} \cdot g \cdot z_{comp}, \quad (236)$$

7.8.3.1.3 Définition des coefficients de pression C_p

Pour le toit ou pour une façade donnée, le coefficient de pression C_{p_K} est fonction de l'exposition au vent et de la hauteur de la zone comme on peut le voir dans le Tableau 25 : et le Tableau 26.

Hauteur de la zone	Ecrantage	$C_{p,v}$ façades au vent	$C_{p,s}$ façades sous le vent	$C_{p,t}$ Toit (selon son inclinaison β par rapport à la verticale) ³		
				30°-60°	60°-80°	>80°
$h_{moy} < 15 m$	<i>Ouvert</i>	+0.50	-0.70	-0.20	-0.60	-0.70
	<i>Normal</i>	+0.25	-0.50	-0.20	-0.50	-0.60
	<i>Ecranté</i>	+0.05	-0.30	-0.20	-0.40	-0.50
$15 m < h_{moy} < 50 m$	<i>Ouvert</i>	+0.65	-0.70	-0.20	-0.60	-0.70
	<i>Normal</i>	+0.45	-0.50	-0.20	-0.50	-0.60
	<i>Ecranté</i>	+0.25	-0.30	-0.20	-0.40	-0.50
$h_{moy} > 50 m$	<i>Ouvert</i>	+0.80	-0.70	-0.20	-0.60	-0.70

Tableau 25 : C_p pour les zones traversantes (réf : tableau A.3 EN NF 15242)⁴

³ Dans la norme, ces valeurs sont données en fonction de l'angle par rapport à l'horizontal ($90 - \beta$)

⁴ Les coefficients de pression du vent fournis sont valables pour un secteur d'approximativement $\pm 60^\circ$ par rapport à l'axe de façade. La direction du vent n'est pas considérée de façon plus spécifique.

Note :

Conventionnellement, pour les zones traversantes, on considèrera un toit avec inclinaison β par rapport à la verticale:

- comprise entre 30° et 60 ° pour les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs
- > 80 ° pour les autres usages.

$C_{p,v}$ façades au vent	$C_{p,s}$ façades sous le vent	$C_{p,t}$ Toit
0.05	-0.05	0

Tableau 26: C_p pour les zones non traversantes

La hauteur moyenne de la zone est définie par $h_{moy} = h_{zone} + 0.5h_{plafond}$.

On définit les coefficients de pression au niveau de chaque groupe de la manière suivante :

1. $C_{p,v}^g$ coefficient de pression de la paroi du groupe au vent.
2. $C_{p,s}^g$ coefficient de pression de la paroi du groupe sous le vent.
3. $C_{p,t}^g$ coefficient de pression sur le toit du groupe.

Selon la hauteur de la zone et donc du groupe, on peut avoir différentes valeurs de $C_{p,v}^g$, de $C_{p,s}^g$ et de $C_{p,t}^g$ (voir Tableau 25).

7.8.3.1.4 Caractérisation de la possibilité de transferts d'air verticaux entre niveaux d'une zone (perméabilité verticale)

L'indicateur $\delta_{permea_verticale}$ caractérise la possibilité de transferts d'air entre niveaux d'une zone, en se basant sur la hauteur de celle-ci (tirage thermique) et le confinement éventuel entre niveaux.

Il s'agit d'un paramètre conventionnel, défini selon la procédure suivante

Si $i_{herbergement} = 1$ (usage d'habitation ou d'hébergement) ou $h_{zone} < 3$ (m), alors,

$$\delta_{permea_verticale} = 0 \text{ (pas de transferts d'air verticaux entre niveaux de la zone)} \quad (237)$$

Sinon,

$$\delta_{permea_verticale} = 1 \text{ (possibilité de transferts d'air verticaux entre niveaux de la zone)}$$

7.8.3.1.5 Définition des surfaces déperditives

Chaque élément de l'enveloppe d'un groupe (parois opaques donnant sur l'extérieur, baie vitrées et ponts thermiques) est une entrée utilisateur.

A partir de ces données et pour chaque groupe, on comptabilise les diverses surfaces (façade, toit) :

1. Une **façade** est une paroi opaque **ou** une baie dont l'inclinaison par rapport à la verticale est inférieure à 30°. La surface totale des façade d'un groupe g est A_f^g .
2. Un **toit** est une paroi opaque ou une baie dont l'inclinaison par rapport à la verticale est supérieure à 30°. La surface totale de la toiture d'un groupe g est A_t^g .

On introduit la somme des surfaces de façade et la somme des surfaces de toiture au niveau de la zone:

$$\begin{aligned} A_f^{zone} &= \sum A_f^g \\ A_t^{zone} &= \sum_g A_t^g \end{aligned} \quad (238)$$

ainsi que les ratios de surface de façade et de toit au niveau du groupe g

$$\begin{aligned} Rat_f^g &= \frac{A_f^g}{A_f^{zone}} \\ Rat_t^g &= \frac{A_t^g}{A_t^{zone}} \end{aligned} \quad (239)$$

7.8.3.2 Les entrées d'air

7.8.3.2.1 Calcul des débits des entrées d'air

Ce paragraphe vise le calcul des débits d'air passant par une entrée d'air de la zone. La section ou le module de l'entrée d'air correspond à la section totale de l'entrée d'air de la zone répartie selon le paragraphe suivant (§7.8.3.2.2). Le débit volumique d'une entrée d'air est décrit par un comportement caractéristique illustré Figure 14 constitué de 4 tronçons de courbes.

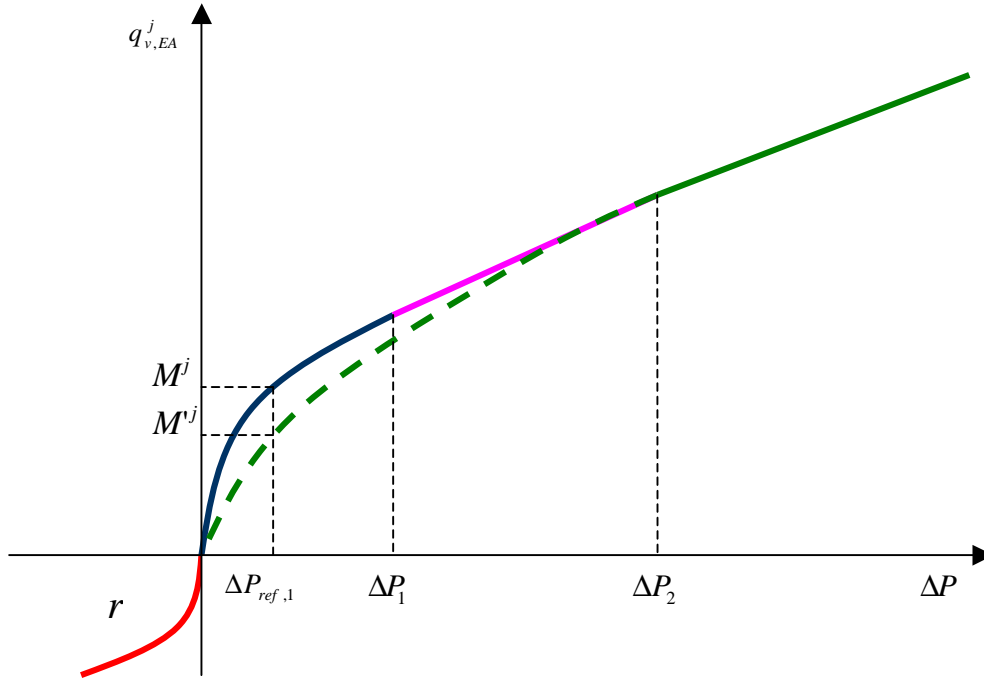


Figure 14 : Courbe caractéristique d'une entrée. On montre l'ensemble des entrées utilisateurs qui peuvent être ajustées afin d'obtenir une entrée d'air fixe ou bien pour obtenir un comportement autoréglable anti-retour.

1. On décrit d'abord la partie principale $0 \leq \Delta P \leq \Delta P_1$:

On introduit $A^j = 10^{-4} \cdot M^j \cdot \left(\frac{10}{|\Delta P_{ref,1}|} \right)^{0,5}$ et $C^j = C_d \cdot \left(\frac{2}{\rho_{ref}} \right)^{0,5} \cdot A^j$. Le débit volumique dans cette région est alors

$$q_{v,EA}^j(\Delta P) = C^j |\Delta P|^{0,5} \quad (240)$$

Dans le cas où on considère une entrée d'air fixe sans autorégulabilité, $\Delta P_1 = \infty$.

2. $\Delta P_1 < \Delta P$: **On décrit un système autoréglable.** Il est constitué de deux tronçons de courbes, une partie linéaire, est une partie qui se comporte de nouveau comme une entrée d'air fixe. Un commence par décrire cette dernière :

- $\Delta P_2 < \Delta P$

$$- q_{v,EA}^j(\Delta P) = C'^j |\Delta P|^{0.5}, \quad (241)$$

où $C'^j = C_d \cdot \left(\frac{2}{\rho_{ref}} \right)^{0.5} \cdot A'^j$ et $A'^j = 10^{-4} \cdot M'^j \cdot \left(\frac{10}{|\Delta P_{ref,1}|} \right)^{0.5}$.

- $\Delta P_1 < \Delta P \leq \Delta P_2$: c'est le partie autoréglable à proprement parler.

On introduit

$$\begin{aligned} q_{v,1} &= C^j |\Delta P_1|^{0.5} \\ q_{v,2} &= C'^j |\Delta P_2|^{0.5}, \end{aligned} \quad (242)$$

On définit

$$\begin{aligned} a &= \frac{q_{v,2} - q_{v,1}}{\Delta P_2 - \Delta P_1} \\ b &= - \frac{q_{v,2} \cdot \Delta P_1 - q_{v,1} \Delta P_2}{\Delta P_2 - \Delta P_1}, \end{aligned} \quad (243)$$

d'où on déduit le débit volumique de l'autorégulation

$$q_{v,EA}^j(\Delta P) = |a \times \Delta P + b|. \quad (244)$$

Attention : Il faut vérifier que $C'^j \geq C^j \frac{|\Delta P_1|^{0.5}}{|\Delta P_2|^{0.5}}$ (ou de manière équivalente $a \geq 0$). La caractéristique est alors monotone croissante ce qui est nécessaire pour le solveur.

3. **Si $\Delta P < 0$, un dispositif anti-retour peut être implémenté :**

$$q_{v,EA}^j(\Delta P) = -r C^j |\Delta P|^{0.5} \quad (245)$$

où r est le coefficient de réduction de l'anti-retour. En l'absence d'anti-retour, il est égal à 1.

7.8.3.2.2 Répartition du nombre des entrées d'air et de leur position

Répartition des entrées d'air

Les entrées d'air doivent être réparties de manière conventionnelle au niveau du groupe comme spécifié dans Tableau 27.

Répartition des entrées d'air	Façade au vent	Façades sous le vent
En haut ($z = z_h$)	1/4	1/4
En bas ($z = z_b$)	1/4	1/4

Tableau 27 : Répartition des entrées d'air dans la zone

Hauteur des entrées d'air

La répartition et la hauteur des entrées d'air impactent sur les valeurs de pression intérieure et extérieure, utilisés pour le calcul du paragraphe suivant (§7.8.3.2.1). Elle est fonction de la hauteur de tirage thermique et donc de la hauteur des locaux de la zone et de son degré de cloisonnement entre niveaux. Elle est déterminée de la façon suivante.

- **Cas d'une zone avec hauteur de tirage thermique significative⁵** ; ($\delta_{permea_verticale} = 1$)

Les différents composants décrivant les entrées d'air sont définis aux altitudes suivantes :

- Altitude basse : $z_b = z + h_{plancher} + 0.25 \times \min(h_{zone}, 15)$
- Altitude haute : $z_h = z + h_{plancher} + 0.75 \times \min(h_{zone}, 15)$

- **Cas d'une zone avec hauteur de tirage thermique négligeable⁶** ; ($\delta_{permea_verticale} = 0$)

Les différents composants décrivant les entrées d'air sont définis à l'altitude (unique) suivante :

- Altitude unique : $z_b = z + h_{plancher} + R_{H_EA} \times \min(h_{zone}, 3)$

⁵ La hauteur de tirage thermique induit des transferts d'air verticaux à l'intérieur de la zone. *On parlera de zone avec perméabilité verticale.*

⁶ La hauteur de tirage thermique est négligeable. Elle n'induit pas des transferts d'air verticaux significatifs à l'intérieur de la zone. *On parlera de zone sans perméabilité verticale.*

L'entrée d'air équivalente

On définit pour la zone une entrée d'air équivalente dont la caractéristique est la somme des caractéristiques de toutes les entrées d'air de tous les groupes:

$$q_{v,EA}^{zone}(\Delta P) = \sum_g q_{v,EA}^g(\Delta P) \quad (246)$$

Cette entrée d'air est ensuite répartie de manière conventionnelle dans chaque groupe comme indiqué dans le Tableau 28.

Répartition des entrées d'air	Façade au vent	Façades sous le vent
En haut ($z = z_b$)	$q_{v,vb}^g(\Delta P) = \frac{1}{4} Rat_{EA}^g q_{v,EA}^{zone}(\Delta P)$	$q_{v,sv}^g(\Delta P) = \frac{1}{4} Rat_{EA}^g q_{v,EA}^{zone}(\Delta P)$
En bas ($z = z_h$)	$q_{v,vh}^g(\Delta P) = \frac{1}{4} Rat_{EA}^g q_{v,EA}^{zone}(\Delta P)$	$q_{v,sh}^g(\Delta P) = \frac{1}{4} Rat_{EA}^g q_{v,EA}^{zone}(\Delta P)$

Tableau 28 : Répartition des entrées d'air dans le groupe (NF EN 15242)

Avec :

$$Rat_{EA}^g = \frac{q_{v,EA}^g(\Delta P)}{\sum_g q_{v,EA}^g(\Delta P)} \quad (247)$$

Les caractéristiques des entrées d'air sont définies dans les groupes de façon générique au paragraphe 7.8.3.2.1.

Ainsi :

- pour une entrée fixe :

$$Rat_{EA}^g = \frac{M^{j,g}}{\sum_g M^{j,g}} \quad (248)$$

- pour une entrée auto réglable, on définira un deuxième ratio :

$$Rat_{EA}^{*g} = \frac{M^{j',g}}{\sum_g M^{j',g}} \quad (249)$$

Les différences de pressions caractéristiques (ΔP_{ref} , ΔP_1 et ΔP_2) seront les mêmes pour tous les groupes d'une même zone.

Pour chaque groupe, la valeur du paramètre r de l'entrée d'air est conservée (cf. : Figure 14 et § 7.8.3.2.1.).

7.8.3.3 La perméabilité

7.8.3.3.1 Répartition du nombre de défauts d'étanchéité et de leur position

Données des défauts d'étanchéités au niveau du groupe

Les défauts d'étanchéités sont des données du groupe. Ils sont caractérisés par un coefficient, $Q_{4Pa_surf}^g$ et qui caractérisent les perméabilités horizontale et verticale. De ces deux indices, on déduit les coefficients de perméabilité de la zone par

$$\begin{aligned} C_{def_façade}^{zone} &= \sum_g \frac{A_f^g Q_{4Pa_surf}^g}{(4)^{2/3}} \\ C_{def_toit}^{zone} &= \sum_g \frac{A_t^g Q_{4Pa_surf}^g}{(4)^{2/3}} \end{aligned} \quad (250)$$

Répartition des défauts d'étanchéités au niveau de la zone

Les défauts d'étanchéités sont répartis conventionnellement **au niveau de la zone** de la façon suivante :

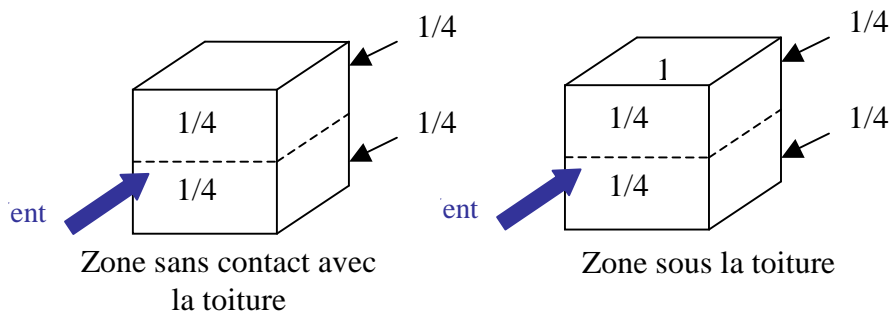


Figure 15 : Répartition conventionnelle de la perméabilité au sein d'une zone

Le Tableau 29 et le Tableau 30 présentent la répartition conventionnelle des défauts d'étanchéité.

Répartition des défauts d'étanchéité	Façade au vent	Façades sous le vent
En haut ($z = z_h$)	$\frac{1}{4} C_{def_façade}^{zone}$	$\frac{1}{4} C_{def_façade}^{zone}$
En bas ($z = z_b$)	$\frac{1}{4} C_{def_façade}^{zone}$	$\frac{1}{4} C_{def_façade}^{zone}$

Tableau 29 : Répartition des défauts d'étanchéité dans une zone sans contact avec la toiture

Répartition des défauts d'étanchéité	Façade au vent	Façades sous le vent	Toit
En haut ($z = z_b$)	$\frac{1}{4} C_{def_façade}^{zone}$	$\frac{1}{4} C_{def_façade}^{zone}$	-
En bas ($z = z_h$)	$\frac{1}{4} C_{def_façade}^{zone}$	$\frac{1}{4} C_{def_façade}^{zone}$	-
Toit ($z = h_{zone}$)	-	-	$C_{def_toit}^{zone}$

Tableau 30 : Répartition des défauts d'étanchéité dans une zone avec contacts avec la toiture

Répartition des défauts d'étanchéité au niveau du groupe

La pression au-dessus du plancher n'étant définie qu'au niveau du groupe du fait de la dépendance de la pression sur la température (cf. Equation (230)), la perméabilité *conventionnelle* doit être répartie au niveau du groupe comme décrit dans le Tableau 31.

Répartition des défauts d'étanchéité	Façade au vent	Façades sous le vent	Toit
En haut ($z = z_b$)	$C_{def_façade,vb}^g = \frac{1}{4} Rat_f^g C_{def_façade}^{zone}$	$C_{def_façade,vb}^g = \frac{1}{4} Rat_f^g C_{def_façade}^{zone}$	-
En bas ($z = z_h$)	$C_{def_façade,vh}^g = \frac{1}{4} Rat_f^g C_{def_façade}^{zone}$	$C_{def_façade,sh}^g = \frac{1}{4} Rat_f^g C_{def_façade}^{zone}$	-
Toit ($z = h_{zone}$)	-	-	$C_{def_toit}^g = Rat_t^g C_{def_toit}^{zone}$

Tableau 31 : Répartition des défauts d'étanchéité dans un groupe

Hauteur des défauts d'étanchéité

La répartition et la hauteur des défauts d'étanchéité impactent sur les valeurs de pression intérieure et extérieure, utilisés pour le calcul du paragraphe suivant (§7.8.3.2.1).

z_b et z_h sont analogues à ceux définis pour les entrées d'air.

- **Cas d'une zone avec hauteur de tirage thermique significative** ($\delta_{\text{verticale}}^{\text{perméa}} = 1$)

Les différents composants décrivant les entrées d'air sont définis aux altitudes suivantes :

- Altitude basse : $z_b = z + h_{\text{plancher}} + 0.25 \times \min(h_{\text{zone}}, 15)$
- Altitude haute : $z_h = z + h_{\text{plancher}} + 0.75 \times \min(h_{\text{zone}}, 15)$
- Altitude du toit : $z_t = z + h_{\text{plancher}} + \min(h_{\text{zone}}, 15)$
- **Cas d'une zone avec hauteur de tirage thermique négligeable** ($\delta_{\text{verticale}}^{\text{perméa}} = 0$)
 - Altitude basse : $z_b = z + h_{\text{plancher}} + 0.25 \times \min(h_{\text{zone}}, 3)$
 - Altitude haute : $z_h = z + h_{\text{plancher}} + 0.75 \times \min(h_{\text{zone}}, 3)$
 - Altitude du toit : $z_t = z + h_{\text{plancher}} + \min(h_{\text{zone}}, 3)$

7.8.3.3.2 Débits d'air dus à la perméabilité à l'air

Les débits volumiques d'air dus à la perméabilité sont évalués à partir de la formulation suivante :

$$q_{v,def}(\Delta P) = \text{sgn}(\Delta P) C_{def}^g |\Delta P|^{2/3}, \quad (251)$$

où C_{def}^g est un des 5 (ou 4) coefficients du Tableau 31.

Chaque groupe possède à priori cinq perméabilités réglementaires (quatre s'il ne possède pas de toit). La différence de pression est évaluée aux hauteurs z_b , z_h et z_t . On identifie donc cinq (ou quatre) débits volumiques dus aux défauts d'étanchéité.

On fait la somme sur les défauts appartenant au groupe :

$$q_{v,etancheite}^g = \sum_{def \in g} q_{v,def}, \quad (252)$$

7.8.3.3.3 Valeurs par défaut de la perméabilité à l'air de l'enveloppe

N° d'usage	Type d'usage associé	Valeurs par défaut ($\text{m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$)
1	Bâtiment à usage d'habitation - maison individuelle ou accolée	Pas de valeur par défaut
2	Bâtiment à usage d'habitation - logement collectif	
3	Etablissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte-garderie)	1,7
4	Enseignement primaire	1,7
5	Enseignement secondaire (partie jour)	1,7
6	Enseignement secondaire (partie nuit)	1,7
7	Enseignement - université	1,7
8	Bâtiment à usage d'habitation - Foyer de jeunes travailleurs	1,7
10	Hôtel 0* et 1* (partie nuit)	1,7
11	Hôtel 2* (partie nuit)	1,7
12	Hôtel 3* (partie nuit)	1,7
13	Hôtel 4* et 5* (partie nuit)	1,7
14	Hôtel 0*, 1* et 2* (partie jour)	1,7
15	Hôtel 3*, 4* et 5* (partie jour)	1,7
16	Bureaux	1,7
17	Restauration commerciale en continue (18h/j 7j/7)	1,7
18	Restauration - 1 repas/jour, 5j/7	1,7
19	Restauration - 2 repas/jour, 7j/7	1,7
20	Restauration - 2 repas/jour, 6j/7	1,7
22	Commerce, magasin, zones commerciales	3,0
24	Etablissement sportif scolaire	3,0
26	Bâtiment à usage d'habitation - Etablissement sanitaire avec hébergement	1,7
27	Hôpital (partie nuit)	1,7
28	Hôpital (partie jour)	1,7
29	Transport - aéroport	3,0
30	Bâtiment à usage d'habitation - Cité universitaire	1,7
32	Industrie - 3x8h	3,0

33	Industrie - 8h à 18h	3,0
34	Tribunal	1,7
36	Etablissement sportif municipal ou privé	3,0
37	Restauration scolaire - 1 repas/jour, 5j/7	1,7
38	Restauration scolaire - 3 repas/jour, 5j/7	1,7

Tableau 32 : Valeurs par défaut de la perméabilité à l'air de l'enveloppe

7.8.3.4 Les débits spécifiques d'air massiques au niveau du groupe

Les débits volumiques spécifiques repris $q_{spec_repris}^{g,s}$ et/ou soufflé $q_{spec_soufflé}^{g,s}$ par le système s du groupe g sont transformés en débits massique $q_{m,spec_repris}^{g,s}$ et/ou soufflé $q_{m,spec_soufflé}^{g,s}$.

Au final, on fait la somme des débits spécifiques soufflé et repris **au niveau de la zone** :

$$q_{m,spec_repris} = \sum_g \left(\sum_s q_{m,spec_repris}^{g,s} \right) \quad (253)$$

$$q_{m,spec_soufflé} = \sum_g \left(\sum_s q_{m,spec_soufflé}^{g,s} \right) \quad (254)$$

7.8.3.4.1 Cas d'une Ventilation Mécanique simple Flux

Dans le cas d'une ventilation mécanique simple flux par extraction ou par insufflation, les débits massiques sont définis comme suit :

Isouf = 0

$$q_{m,spec_repris}^{g,s} = \rho_{int} \times 3600^{-1} \times q_{spec_repris}^{g,s} \quad (255)$$

Isouf = 1

$$q_{m,spec_soufflé}^{g,s} = \rho_{air_souff}^{g,s} \times 3600^{-1} \times q_{spec_soufflé}^{g,s} \quad (256)$$

7.8.3.4.2 Cas d'une Ventilation Mécanique double Flux

Dans le cas d'une ventilation mécanique double flux (**VMC DF ou CTA à débits constants**), les débits massiques sont définis comme suit :

$$q_{m,spec_repris}^{g,s} = \rho_{int} \times 3600^{-1} \times q_{spec_repris}^{g,s} \quad (257)$$

$$q_{m,spec_soufflé}^{g,s} = \rho_{air_souff}^{g,s} \times 3600^{-1} \times q_{spec_soufflé}^{g,s} \quad (258)$$

7.8.3.4.3 Débits spécifiques dans le cas d'une CTA à débit variable

Dans le cas d'une CTA à débits variables, les débits massiques spécifiques d'un groupe sont définis comme suit :

$$q_{m,spec_soufflé}^{g,s} = 3600^{-1} \times \rho_{Air_soufflé}^{g,s} \times q_{spec_soufflé}^g \quad (259)$$

Et

$$q_{m,spec_repris}^{g,s} = -q_{m,spec_soufflé}^{g,s} \quad (260)$$

7.8.3.4.4 Calcul des débits caractérisant la transparence de l'enveloppe

Les débits massiques passant par une **entrée d'air** pour formulation :

$$q_m^g = \rho \cdot q_v^g \quad (261)$$

Avec :

$$\Delta P = P_{ext} - P_{int} \leq 0 \quad \rho = \rho_{int}$$

$$\text{si } \Delta P = P_{ext} - P_{int} > 0 \quad \rho = \rho_{AN}^g$$

Les débits massiques passant par les **défauts d'étanchéités** ont pour formulation :

$$q_m^g = \rho \cdot q_v^g \quad (262)$$

$$H_{v_def}^z = \sum_{g \in z} C_p \times q_m^g \quad (263)$$

Avec :

$$\Delta P = P_{ext} - P_{int} \leq 0 : \rho = \rho_{int}$$

$$\text{si } \Delta P = P_{ext} - P_{int} > 0 \quad \rho = \rho_{ext}$$

7.8.3.4.5 Cas d'une Ventilation naturelle par ouverture des fenêtres

Dans le cas d'une ventilation naturelle par ouverture des fenêtres, les débits massiques sont définis comme suit :

$$q_{m,spec_soufflé}^{g,s} = \rho_{air_souff}^{g,s} \times 3600^{-1} \times q_{spec_soufflé}^{g,s} \quad (264)$$

Et

$$q_{m,spec_repris}^{g,s} = -q_{m,spec_soufflé}^{g,s} \quad (265)$$

Par ailleurs, pour garantir la cohérence avec le calcul de la température des groupes (fiche C_Bat_Calculs des débits de surventilation naturelle par ouverture des baies), on définit un nouvel objet :

$$q_{m,a\acute{e}ration}^{g,s} = q_{m,spec_souffle}^{g,s} \quad (266)$$

7.8.3.4.6 Cas d'une Ventilation naturelle par conduit ou de ventilation hybride

Dans le cas d'une ventilation naturelle par conduit ou de ventilation hybride, les débits massiques sont définis comme suit :

$$q_{m,spec_repris}^{g,s} = \rho_{int} \times 3600^{-1} \times q_{spec_repris}^{g,s} \quad (267)$$

7.8.3.4.7 Ventilation Mécanique Basse Pression

Dans le cas d'une ventilation Mécanique Basse Pression, les débits massiques sont définis comme suit :

$$q_{m,spec_repris}^{g,s} = \rho_{int} \times 3600^{-1} \times q_{spec_repris}^{g,s} \quad (268)$$

7.8.3.5 Calculs du Pib

On calcule P_{ib} en imposant que la somme des débits massiques de la zone soit nulle conformément à la loi de conservation de la masse d'air (dans la zone).

$$q_{m,def}(\Delta P) + q_{m,EA}(\Delta P) + q_{m,repris} + q_{m,soufflé} = 0$$

Autrement dit

$$\begin{aligned} \sum_{groupe} [q_{m,def_fa\acute{c}ade,vb}^g(\Delta P_{vb,g}) + q_{m,def_fa\acute{c}ade,sb}^g(\Delta P_{sb,g}) + q_{m,def_fa\acute{c}ade,vh}^g(\Delta P_{vh,g}) + \\ q_{m,def_fa\acute{c}ade,sh}^g(\Delta P_{sh,g}) + q_{m,def_toit}^g(\Delta P_{t,g}) \\ + q_{m,EA,vb}^g(\Delta P_{vb,g}) + q_{m,EA,sb}^g(\Delta P_{sb,g}) + q_{m,EA,vh}^g(\Delta P_{vh,g}) + q_{m,EA,sh}^g(\Delta P_{sh,g}) \\] + q_{m,spec_souffle} + q_{m,spec_repris} = 0 \end{aligned} \quad (269)$$

où chacun des ΔP est la différence de pression calculée pour le composant considéré.

Note : le terme $q_{m,def,t}^g(\Delta P_{t,g})$ n'est présent que si la zone est en contact avec un toit.

Chaque différence de pression dépend de P_{ib} . Par conséquent, cet équilibre aéraulique définit une équation dont P_{ib} est l'inconnue. Une fois cette équation résolue numériquement, l'algorithme renvoie la pression P_{ib} .

7.8.3.6 Calculs des débits échangés entre les groupes et le Hall

Pour un groupe donné, le débit massique d'air échangé avec les autres groupe est calculé par

$$q_m^g(\Delta P) = -\left(q_{m,def}^g(\Delta P) + q_{m,EA}^g(\Delta P) + q_{m,repris}^g + q_{m,soufflé}^g\right) \quad (270)$$

Avec :

$$\begin{aligned} q_{m,def}^g(\Delta P) &= q_{m,def_façade,vb}^g(\Delta P_{vb,g}) + q_{m,def_façade,sb}^g(\Delta P_{sb,g}) + q_{m,def_façade,vh}^g(\Delta P_{vh,g}) \\ &+ q_{m,def_façade,sh}^g(\Delta P_{sh,g}) + q_{m,def_toit}^g(\Delta P_{t,g}) \\ q_{m,EA}^g(\Delta P) &= q_{m,EA,vb}^g(\Delta P_{vb,g}) + q_{m,EA,sb}^g(\Delta P_{sb,g}) + q_{m,EA,vh}^g(\Delta P_{vh,g}) + q_{m,EA,sh}^g(\Delta P_{sh,g}) \end{aligned} \quad (271)$$

Dans le modèle de ventilation de TH-BCE2012, une différence est faite entre le hall par lequel transite l'ensemble de l'air intérieur et les autres groupes. Pour ces groupes, on définit un débit d'air échangé avec le hall :

$$q_m^g(\Delta P) = q_{m,hall}^g(\Delta P) \quad (272)$$

Si le débit $q_{m,hall}^g$ est négatif, le groupe est un groupe dit *extracteur*. Sinon, c'est un groupe *d'entrée*

Le débit d'air neuf est le débit rentrant par l'enveloppe à température extérieure avec l'humidité extérieure. On le calcule en sommant sur tous les débits dus aux entrées d'air et tous les débits d'air dus aux défauts d'étanchéité du groupe :

$$q_{m,neuf}^g = \sum_{EA} \max(q_{m,EA}^g, 0) + \sum_{def} \max(q_{m,def}^g, 0) \quad (273)$$

Le débit d'air traversant est le débit sortant par l'enveloppe à la température intérieure du groupe et avec l'humidité du groupe:

$$q_{m,traversant}^g = \sum_{EA} \min(q_{m,EA}^g, 0) + \sum_{def} \min(q_{m,def}^g, 0) \quad (274)$$

Les débits en sortant $q_{spec_repris}^g$ et $q_{spec_soufflé}^g$ sont les mêmes que ceux en entrée. Le débit spécifique soufflé est à la température spécifique du système de ventilation et le débit spécifique repris est à la température intérieure du groupe.

Une valeur positive de cette dernière correspond à un transfert d'air du groupe vers le Hall. Une valeur négative exprime un transfert d'air du Hall vers le groupe.

7.8.3.7 Calcul des sorties

Dans le cas d'un groupe g qui n'est pas un hall :

- Q_{maj}^g : il y en a autant que de débits d'air entrant. On compte donc un débit pour l'air neuf entrant par la transparence de l'enveloppe. Sa température est $T_{maj}^g = T_{ext}$ et son humidité est $\omega_{maj}^g = \omega_{ext}$.
- On compte un débit supplémentaire pour chaque débit spécifique soufflé s dans le groupe g . Leurs températures sont les températures $T_{air_souffle}^{g,s}$ et leurs humidités sont $\omega_{air_souffle}^{g,s}$.
- Enfin, si $q_{m,hall}^g > 0$, on le rajoute aux débits entrants avec une température qui est la température du hall et une humidité qui est l'humidité du hall $\omega_{i,g_{fin}}$ où g dénote ici le hall.

Dans le cas d'un groupe g qui est un hall :

- Q_{maj}^g : il y en a autant que de débits d'air entrant. On compte donc un débit pour l'air neuf par la transparence de l'enveloppe. Sa température est $T_{maj}^g = T_{ext}$ et son humidité est $\omega_{maj}^g = \omega_{ext}$.
- On compte un débit supplémentaire pour chaque débit spécifique soufflé s dans le groupe g . Leurs températures sont les températures $T_{air_souffle}^{g,s}$ et leurs humidités sont $\omega_{air_souffle}^{g,s}$.
- Enfin, on rajoute aux débits entrants chacun des $-q_{m,hall}^g$ si $q_{m,hall}^g < 0$. La température de ce débit est alors $T_{i,g}$ et son humidité est $\omega_{i,g_{fin}}$.

7.8.3.8 Explicitation des termes Q_{maj}^g et ω_{maj}^g

Ce paragraphe vise simplement à expliciter les termes Q_{maj}^g et ω_{maj}^g .

Quel que soit le groupe g :

$$\sum Q_{maj}^g = q_{air_neuf}^g + \sum q_{m,spécifique_soufflé}^g + \sum q_{m,j}^{j \neq g} (si \ q_{m,j}^{j \neq g} > 0)$$

Soit pour un groupe autre que le Hall :

$$\sum Q_{maj}^g = q_{air_neuf}^g + \sum q_{m,spécifique_soufflé}^g + q_{m,Hall}^g (si \ q_{m,Hall}^g > 0) \quad (275)$$

Pour le Hall :

$$\sum Q_{maj}^g = q_{air_neuf}^g + \sum_g q_{m,Hall}^g (si \ vu \ du \ Hall, q_{m,Hall}^g > 0)$$

Quel que soit le groupe :

$$\sum_j \omega_{maj} \times Q_{maj}^g = \omega_{ext} \times q_{air_neuf}^g + \sum \omega_{spec} \times q_{m,spécifique_soufflé}^g + \sum \omega_{i,j_{prev}} \times q_{m,j}^{j \neq g}$$

Soit pour un groupe autre que le Hall :

$$\sum_j \omega_{maj} \times Q_{maj}^g = \sum = \omega_{ext} \times q_{air_neuf}^g + \sum \omega_{spec} \times q_{m,spécifique_soufflé}^g + \omega_{i,Hall_{prev}} \times q_{m,Hall}^g (si \ q_{m,Hall}^g > 0) \quad (276)$$

Pour le Hall :

$$\sum_j \omega_{maj} \times Q_{maj}^g = \omega_{ext} \times q_{air_neuf}^{Hall} + \sum \omega_{spec} \times q_{m,spécifique_soufflé}^{Hall} + \sum_g \omega_{i,g_{prev}} \times q_{m,Hall}^g (si \ vu \ du \ Hall, q_{m,Hall}^g > 0)$$

7.8.3.9 Calcul des débits entrants et sortants du groupe

Les débits sont exprimés en m³/h.

7.8.3.9.1 Débits par les défauts d'étanchéité

A chaque pas de temps,

$$Q_{v,def,entr}^g = \sum_{def \in g} \max(q_{v,def}(\Delta P), 0)$$

$$Q_{v,def,sort}^g = \sum_{def \in g} \min(q_{v,def}(\Delta P), 0)$$

Où Q =débit total, sommé sur tous les composants du groupe...

7.8.3.9.2 Débits par les entrées d'air

A chaque pas de temps,

$$Q_{v,EA,entr}^g = \sum_i \max(q_{v,EA}^{g,i}(\Delta P), 0)$$

$$Q_{v,EA,sort}^g = \sum_i \min(q_{v,EA}^{g,i}(\Delta P), 0)$$

Où Q =débit total, sommé sur tous les composants du groupe...

7.9 S2 BAT assemblage groupe

7.9.1 INTRODUCTION

Le groupe est une partie d'un bâtiment homogène au plan de l'usage et du fonctionnement, ainsi c'est le lieu de calcul des besoins de chauffage, des besoins de refroidissement et des consommations de l'éclairage artificiel. En sortie du groupe les besoins de chauffage et les besoins de refroidissement sont dirigés vers le réseau de distribution intergroupes.

Ce niveau regroupe la quasi totalité des informations nécessaires à la prise en compte du bâti et des équipements intérieurs tels que l'éclairage et les dispositifs terminaux de ventilation.

Le groupe fait appel aux composants suivants :

- les saisons,
- les parois opaques,
- les ponts thermiques,
- les parois vitrées,
- l'éclairage,
- la ventilation,
- le comportement thermique du groupe,
- l'émission, le bilan hydrique du groupe,
- le calcul des indicateurs de confort destinés à la détermination des saisons au niveau du bâtiment, pour les équipements et les systèmes.

Finalement, à l'intérieur de groupes un traitement des résultats est effectué pour obtenir des données agrégées ou des cumuls.

La zone est une partie de bâtiment rassemblant un ou plusieurs groupes ayant le même usage. Au plan du fonctionnement et compte tenu de la définition de la zone, les différents groupes d'une même zone sont en connexion aéraulique. La structuration des groupes par rapport à ces échanges est la suivante

- une zone peut comporter un ou plusieurs groupes **standards**,
- une zone peut comporter 0 ou 1 groupe dit de "**circulation**"

Par convention, si on définit un groupe de circulation, les autres groupes sont connectés aérauliquement avec lui et seulement avec lui.

Le groupe est en relation avec des composants extérieurs :

- les données météorologiques,
- les scénarios, qui fournissent pour la zone les températures de consigne, les apports internes et les indicateurs de fonctionnement (ventilation, éclairage),
- la perméabilité, prise en compte au niveau de la zone, elle calcule les échanges aérauliques entre les groupes d'une même zone,
- les espaces tampons.

7.9.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 33 donne la nomenclature des différentes variables du modèle d'assemblage des fiches algorithmes liées aux groupes.

Entrées du système		
Nom	Description	Unité
M é t é o	<i>Données météorologiques</i>	
	I_{Dn}	Rayonnement solaire direct normal W/m ²
	I_{di}	Rayonnement solaire diffus horizontal isotrope W/m ²
	ψ	Azimut du soleil (Angle du soleil par rapport au sud) rd
	γ	Hauteur du soleil rd
	E_{Dn}	Eclairement naturel direct normal Lux
	E_{di}	Eclairement naturel diffus horizontal Lux
	$T_{e_{ciel}}$	Température du ciel °C
	T_e	Température extérieure d'air sec °C
	w_e	Poids d'eau kg/kg
	T_{eau}	Température de l'eau froide °C
	V_{ent}	La vitesse du vent à 10 m de hauteur m/s
	Dir_{vent}	Direction du vent deg
	I_{HJ}	Heure du jour en temps solaire moyen -
s a i s o n	<i>Choix des saisons</i>	
	La saison effective à appliquer au groupe au jour j, sous forme d'entier :	
	$Saison_{eff}^{gr}(j)$	1: saison de refroidissement ; 2: mi-saison ; 3: saison de chauffe avec interdiction de refroidir ; 4 : saison de chauffe avec autorisation de refroidir. Ent.
	Données issues des scénarios	
	i_{occ_zone}	Indice d'occupation de la zone 0 = zone inoccupée 1 = zone occupée -
s c é n a r i o s	Indice d'occupation de la zone dans laquelle se situe le groupe	
	I_{Ecl}	0 = zone inoccupée, éclairage autorisé 1 = zone occupée, éclairage non autorisé -
	<i>Cet indice correspond aux plages d'occupation données par les scénarios conventionnels.</i>	
	I_{vent}	Indicateur de ventilation de la zone (Occ / Inocc) Bool
	θ_{iifr}	Données issues du groupe au pas précédent Température de consigne initiale de refroidissement °C
	θ_{iich}	Température de consigne initiale de chauffage °C
	$\phi_{int,conv}^g$	Apports internes convectif hors-occupants et éclairage d'un groupe g W
	$\phi_{int,rad}^g$	Apports internes radiatifs hors-occupants et éclairage d'un groupe g W
	$\phi_{int_occ,conv}^g$	Apports internes convectif dus aux occupants d'un groupe g W
	ω_{int}^g	Apport d'humidité hors-occupants au groupe g kg/h
	$\omega_{int_occ}^g$	Apport d'humidité dus aux occupants au groupe g kg/h

$\phi_{int_occ,rad}^g$		Apports internes radiatifs dus aux occupants d'un groupe g	W	$-\infty$	$+\infty$	-
w_{int}		Données calculées au pas précédent				
G r o u p e (t-1)	$\theta_{op,fin}^{(h-1)}$	Température ressentie par l'occupant à la fin du pas de temps	°C			
	$\theta_{op,fin}^{(h-2)}$	Température ressentie par l'occupant au pas de temps h-2.	°C			
	$\theta_i^{(h-1)}$	Température intérieure de l'air du groupe considéré, au pas de temps h-1.	°C			
	γ'	Hauteur du soleil corrigée	°			
	$Nbh_Einat_sup(t-1)$	Nombre d'heures pendant lesquelles Einat est supérieur à Seuil _{auto_lumi} en occupation au pas précédent	h			
	$\theta_m^{(t-\Delta t)}$	Température de masse finale au pas de temps précédent	°C			
	$\{\theta_{ei}(h)\}_{j-1}$	Valeurs des températures extérieures sur l'ensemble du jour précédent.	°C			
		Espaces tampons				
b a i e s	$\{nb_esp\}$	Nombres d'espaces tampons différents reliés aux baies d'indice b reliées à l'espace tampon i.	-			
	$\{A_{ouv}^{max}\}$	Surfaces maximales d'ouverture des parois de l'espace tampon attribuées aux différentes baies reliées à l'espace tampon i (au prorata de leurs surfaces d'ouverture respectives).	m ²			
T o u t c o m p o s a n t	$b_{therm,i}(h)$	Coefficient de réduction des déperditions thermiques dû à la présence de l'espace tampon i.	-			
	$b_{solaire,i}(h)$	Coefficient de réduction des flux solaires dû à la présence de l'espace tampon i.	-			
	$b_{ecl,i}(h)$	Coefficient de réduction de l'éclairement dû à la présence de l'espace tampon i (concerne uniquement les baies vitrées).	-			
		Ventilation perméabilité				
v e n t i l a t i o n	Q_{maj}^g	Débit massique j entrant dans le groupe g	kg/s			
	T_{maj}^g	Température du débit massique j entrant dans le groupe g	°C			
	ω_{maj}^g	Poids d'eau du débit massique j entrant dans le groupe g	kg/kg as			
	$Q_{v,def,entr}^g$	Au pas temps horaires, débit entrant dans le groupe via les défauts d'étanchéités	m ³ /h			
	$Q_{v,EA,entr}^g$	Au pas temps horaires, débit entrant dans le groupe via les entrées d'air	m ³ /h			
	$Q_{v,def,sort}^g$	Au pas temps horaires, débit sortant dans le groupe via les défauts d'étanchéités	m ³ /h			
	$Q_{v,EA,sort}^g$	Au pas temps horaires, débit sortant dans le groupe via les entrées d'air	m ³ /h			
	$\rho_{i,g}$	Masse volumique de l'air du pas de temps h, calculée à partir de la température $\theta_{i,g,prev}$ et de l'humidité spécifique $w_{i,g,prev}$ du pas de temps h-1	kg/m ³			

Paramètres d'intégration du système

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
	Parois opaques : voir fiche Assemblage des parois opaques				
	Ponts thermiques : voir fiche Assemblage des ponts thermiques				
	Baies vitrées : voir fiche Assemblage des baies vitrées				
	Eclairage : voir fiche Eclairage				
	Ventilation spécifique : voir fiche ventilation spécifique				
	Bilan hydrique : voir fiche bilan hydrique				
	Comportement thermique : voir fiche comportement thermique du groupe				
	Emission : voir fiche émission				
	Indicateurs de confort : voir fiche indicateurs de confort				
	Calculs du groupe : voir fiche calcul du groupe				

Sorties

Nom	Description	Unité
Bch_m^{gr}	Besoins mensuels en chaud du groupe	kWh/ m ² SH ON _{RT} ^g _r
Bch^{gr}	Besoins annuels en chaud du groupe	kWh/ m ² SH ON _{RT} ^g _r
Bfr_m^{gr}	Besoins mensuels en froid du groupe	kWh/ m ² SH ON _{RT} ^g _r
Bfr^{gr}	Besoins annuels en froid du groupe	kWh/ m ² SH ON _{RT} ^g _r
$BecI_m^{gr}$	Besoins mensuels d'éclairage du groupe	kWh/ m ² SH ON _{RT} ^g _r
$BecI^{gr}$	Besoins annuels d'éclairage du groupe	kWh/ m ² SH ON _{RT} ^g _r
$Bbio_m^{gr}$	Besoin bioclimatique mensuel du groupe	points
$Bbio^{gr}$	Besoin bioclimatique annuel du groupe	points
$Becs_m^{gr}$	Besoins mensuels bruts d'ECS du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^g _r
$Becs^{gr}$	Besoins annuels bruts d'ECS du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^g _r
A_T^{gr}	Somme des parois déperditives du groupe	m ²
$A_{T,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives excepté le plancher bas du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²

Vers fiches « calculs zone » et « sorties_fiche_XML » »

détermination saisons	$A_{f,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives verticales du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²
	$A_{toit,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives horizontales excepté le plancher bas du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²
	A_{opv}^{gr}	Surfaces des parois déperditives opaques verticales du groupe	m ²
	A_{oph}^{gr}	Surfaces des parois déperditives opaques horizontales du groupe	m ²
	$A_{baies-v}^{gr}$	Surface totale des baies verticales du groupe	m ²
	$A_{baies-h}^{gr}$	Surface totale des baies horizontales du groupe	m ²
	$Q_{v,def,entr}^g$	Moyenne (en occupation) du débit volumique entrant par tous les défauts d'étanchéité du groupe	m ³ /h
	$Q_{v,def,sort}^g$	Moyenne (en occupation) du débit volumique sortant par tous les défauts d'étanchéité du groupe	m ³ /h
	$Q_{v,EA,entr}^g$	Moyenne (en occupation) du débit volumique entrant par toutes les entrées d'air du groupe	m ³ /h
	$Q_{v,EA,sort}^g$	Moyenne (en occupation) du débit volumique sortant par toutes les entrées d'air du groupe	m ³ /h
	$Q_{v,spec,entr}^g$	Moyenne (en occupation) de la somme des débits volumiques spécifiques entrants dans le groupe	m ³ /h
	$Q_{v,spec,sort}^g$	Moyenne (en occupation) de la somme des débits volumiques spécifiques sortants du groupe	m ³ /h
	$\{Q_{req,gen}, ch(h)\}_{j-28;j-1}$	Ensemble des sommes des différentes valeurs des demande en énergie de chauffage au niveau des générations du projet, jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	Wh
	$\{Q_{req,gen}, fr(h)\}_{j-28;j-1}$	Ensemble des sommes des différentes valeurs des demande en énergie de refroidissement au niveau des générations du projet, du jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	Wh
	$C_{ef_fr}^{gr}$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ef_ecs}^{gr}$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ef_ecl}^{gr}$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
calculs annuels	$C_{ef_auxv}^g$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ef_auxs}^g$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an

calculs mensuels	$C_{ef_ch_m}^{gr}$ $r(m)$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour le mois m .	Wh/m 2SHO N_{RT} par mois
	$C_{ef_fr_m}^{gr}$ (m)	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour le mois m .	Wh/m 2SHO N_{RT} par mois
	$C_{ef_ecs_m}^{gr}$ (m)	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour le mois m .	Wh/m 2SHO N_{RT} par mois
	$C_{ef_ecl_m}^{gr}$ (m)	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour le mois m .	Wh/m 2SHO N_{RT} par mois
	$C_{ef_auxv}^{gr}$ (m)	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour le mois m .	Wh/m 2SHO N_{RT} par mois
	$C_{ef_auxs}^{gr}$ (m)	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour le mois m .	Wh/m 2SHO N_{RT} par mois
CEP annuels	$C_{ep_ch}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m 2SHO N_{RT} par an
	$C_{ep_fr}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m 2SHO N_{RT} par an
	$C_{ep_ecs}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m 2SHO N_{RT} par an
	$C_{ep_ecl}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m 2SHO N_{RT} par an
	$C_{ep_auxv}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour l'année entière.	Wh/m 2SHO N_{RT} par an
	$C_{ep_auxs}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution pour l'année entière.	Wh/m 2SHO N_{RT} par an

CEP mensuels	$C_{ep_ch_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² SHO N _{RT} par mois
	$C_{ep_fr_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² SHO N _{RT} par mois
	$C_{ep_ecs_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² SHO N _{RT} par mois
	$C_{ep_ecl_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² SHO N _{RT} par mois
	$C_{ep_auxv}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour le mois m .	Wh/m ² SHO N _{RT} par mois
Cef par énergie	$C_{ef_auxs}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution pour le mois m .	Wh/m ² SHO N _{RT} par mois
	$C_{ef_gaz}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du gaz pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ef_fod}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du fioul domestique pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ef_cha}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du charbon pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ef_boi}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du bois pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ef_ele}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation de l'électricité pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ef_rdc}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an

Cep par énergie	$C_{ep_gaz}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du gaz pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ep_fod}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du fioul domestique pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ep_cha}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du charbon pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ep_boi}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du bois pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ep_ele}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation de l'électricité pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	$C_{ep_rdc}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
	C_{ef}^{gr}	Energie finale totale consommée par le groupe pour l'année entière, ramenée au m² de SHON _{RT} .	Wh/m ² SHO N _{RT} par an
C_{ep}^{gr}	Energie finale totale consommée par le groupe pour l'année entière, ramenée au m² de SHON _{RT} .	Wh/m ² SHO N _{RT} par an	
Variables internes			
Nom	Description	Unité	
Constantes			
Nom	Description	Unité	Conv.

Tableau 33 : Nomenclature du modèle

7.9.3 ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

Les schémas des figures ci-dessous présentent l'organisation des composants pour l'ensemble d'un groupe :

- la Figure 16 dans le cas du calcul Bbio,
- la Figure 17 dans le cas du calcul Cep.

Le calcul de Cep reprend les mêmes composants que le calcul de Bbio avec cependant :

- le calcul de l'émission qui correspond alors au projet,
- la prise en compte de la relance du système de chauffage refroidissement en fin de période d'inoccupation,
- la présence d'un réseau de distribution de groupe de chaleur et de distribution de froid,
- le calcul des besoins d'ECS et la présence d'un réseau de distribution de groupe d'ECS.

La prise en compte des systèmes de ventilation est à l'extérieur du groupe.

204

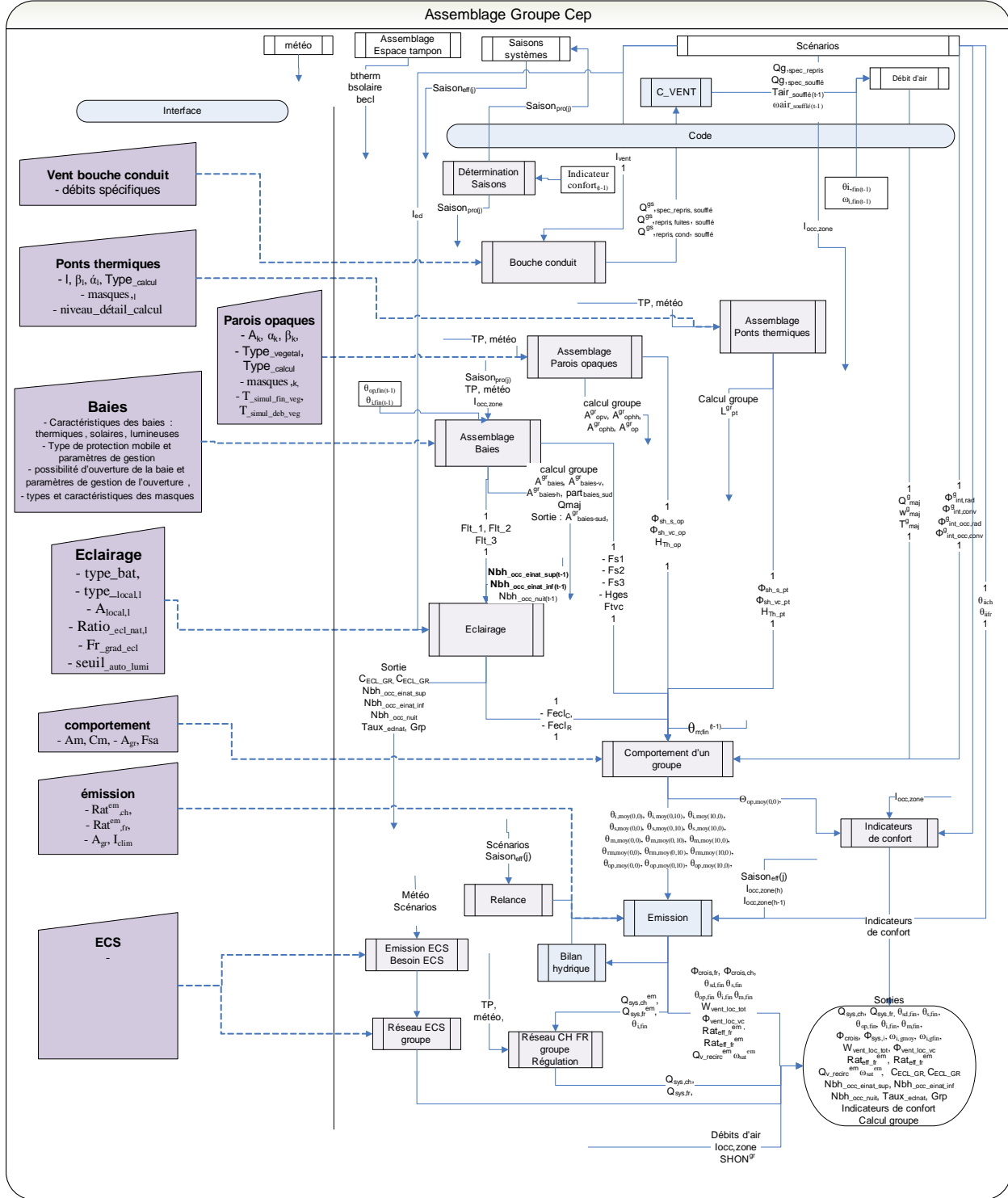


Figure 17 : Assemblage des composants d'un groupe pour le calcul de Cep

L'assemblage est organisé en trois parties verticales :

- à gauche du trait vertical dans la partie interface, on trouve les paramètres d'intégration des différents composants ou des assemblages intervenant dans le groupe, leurs paramètres intrinsèques étant définis dans leurs fiches algorithmes,
- à droite dans la partie code, on trouve l'organisation proprement dite des différents composants. Chaque composant est relié aux autres par des flèches symbolisant les échanges de données. Ces données, qui correspondent soit aux données de sortie soit aux données d'entrée des composants, sont précisées sur les flèches.
- dans la partie supérieure droite, on distingue les composants hors du groupe mais en relation avec lui :

le climat qui fournit les données météorologiques,

les espaces tampons : vérandas, serres, locaux non chauffés en contact avec les locaux chauffés objet du calcul réglementaire,

les scénarios, définis au niveau des zones,

le calcul de la perméabilité à l'air et des échanges aérauliques entre groupes conduit au niveau de la zone,

pour CEP, la ventilation et les saisons pour les systèmes.

Le détail de chaque composant ou de chaque assemblage est au niveau de chaque fiche algorithme.

- L'enchaînement des calculs dans le groupe est le suivant :

'bouche conduit' :

Ce composant détermine le débit soufflé et le débit repris, le débit de fuite du réseau pour une bouche compte tenu des scénarios et de la nature du système.

Ces données sont utilisées par les systèmes de ventilation et le composant 'débit d'air'. Ce dernier envoie les débits, les températures et les humidités pour l'ensemble des bouches du groupes, nécessaires à la suite des calculs dans le groupe.

'ventilation spécifique Bbio' :

Ce composant représente le système de ventilation conventionnel pour le calcul du coefficient Bbio. Il est dans le groupe.

'assemblage 'Parois opaques' :

Il est constitué de 'environnement proche' et de 'paroi opaque'. En relation avec la météo et les espaces tampons il calcule d'une part les flux de chaleur dû au rayonnement solaire et dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe et d'autre part le coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques.

'assemblage 'Ponts thermiques' :

Même principe.

'assemblage baies' :

Il fait intervenir 'environnement proche', 'gestion régulation de l'ouverture des baies', 'gestion et régulation des protections solaires', 'baies vitrées', 'calcul du débit par ouverture des baies' et 'ensemble baies'. En relation avec la météo et les espaces tampons il calcule d'une part les flux de chaleur dû au rayonnement solaire (trois composantes) et dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe et d'autre part le coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques. Sont calculés également les flux lumineux transmis au groupe pour le composant éclairage.

'éclairage' :

En relation avec la météo, les espaces tampons et les l'assemblage baies il calcule la consommation d'éclairage ainsi que les rejets thermiques, pris en compte dans le comportement du groupe. Les flux lumineux, calculés par 'assemblage baies', entrant dans le groupe permettent de calculer le niveau d'éclairement naturel dans le groupe et ainsi de représenter la gestion des systèmes d'éclairage.

'comportement thermique du groupe' :

Est lié aux composants de l'enveloppe à l'éclairage et à la ventilation et calcule le comportement du groupe sous forme d'une matrice de température destinée à 'émission'.

'indicateurs de confort' :

On détermine l'état du confort thermique des occupants afin de calculer les débuts des saisons de chauffage et de refroidissement.

'détermination des saisons' :

Sur la base des indicateurs de confort et des besoins du groupe, sont calculées les saisons de chauffage et de refroidissement pour le groupe.

'détermination des saisons des systèmes' :

Sont calculées les saisons de chauffage et de refroidissement à l'échelle des systèmes de production d'énergie (génération). Le calcul est réalisé au niveau du projet.

'émission' :

Se fondant sur le comportement du groupe et les températures de consigne, détermine les besoins de chauffage et de refroidissement compte tenu de la saison.

'bilan hydrique' :

Le bilan hydrique du groupe est réalisé, pour le calcul de Cep il est fait en relation avec l'émission.

'relance' :

Commande la relance des installations de chauffage et de refroidissement du groupe en anticipation d'une période d'occupation.

'calculs groupe' :

'calcul groupe' effectue un post traitement des sorties du groupes : cumuls mensuels, annuels, calcul du Bbio.

7.10 **C CALC calculs groupe**

7.10.1 *INTRODUCTION*

Chaque élément de base d'un bâtiment (baie, paroi opaque, perméabilité,...) appartient à un groupe, entité élémentaire de calcul. Les fiches « ensemble » synthétisent ces éléments au niveau d'un groupe.

Par ailleurs, il est intéressant de connaître les consommations (de chauffage, de refroidissement, d'ECS, d'éclairage, de ventilation, etc.) au niveau de l'unité de calcul. La fiche « calculs génération » s'efforce donc de déterminer par groupe le pourcentage de la consommation globale des générateurs calculée au niveau du projet.

Les algorithmes ci-dessous récupère des sorties de ces fiches pour les traiter afin de disposer d'indicateurs réglementaires et/ou à vocation pédagogiques sur le bâti ou les systèmes, au niveau du groupe.

7.10.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 34 donne la nomenclature des différentes variables nécessaires pour effectuer divers calculs au niveau du groupe.

Dans toute la suite de la fiche, on notera h le pas de temps de simulation, j le jour de simulation et m le mois de simulation.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Unité
Emissions	$Q_{sys_ch}(h)$	Energie requise pour le chauffage totale du groupe.	Wh
	$Q_{sys_fr}(h)$	Energie requise pour le refroidissement totale du groupe.	Wh
Ecl.	$C_{ECL_GR}(h)$	Consommation d'énergie finale pour l'éclairage d'un groupe sur une heure	kWh
Ass. PO	A_{opv}^{gr}	Surfaces des parois déperditives opaques verticales du groupe	m ²
	A_{opbh}^{gr}	Surfaces des parois déperditives opaques horizontales du groupe orientées vers le bas	m ²
	A_{opbh}^{gr}	Surfaces des parois déperditives opaques horizontales du groupe orientées vers le haut	m ²
	A_{op}^{gr}	Somme des surfaces des parois opaques du groupe	m ²
Ass. Baies	$A_{baies-v}^{gr}$	Surface totale des baies verticales du groupe	m ²
	$A_{baies-h}^{gr}$	Surface totale des baies horizontales du groupe	m ²
Ass. PT	l_{PT}^{gr}	Somme des longueurs des ponts thermiques du groupe	m
Spécifi.	$SHON_{RT}^{gr}$	$SHON_{RT}$ du groupe	m ²
	$q_{spec_repris}^{g,s}$	Débit volumique spécifique repris au niveau du groupe g par le système s	m ³ /h
Débits d'air	$q_{spec_soufflé}^{g,s}$	Débit volumique spécifique soufflé au niveau du groupe g par le système s	m ³ /h
	$Q_{v,def,entr}^g$	Au pas temps horaire, débit entrant dans le groupe via les défauts d'étanchéités	m ³ /h
	$Q_{v,EA,entr}^g$	Au pas temps horaire, débit entrant dans le groupe via les entrées d'air	m ³ /h
	$Q_{v,def,sort}^g$	Au pas temps horaire, débit sortant dans le groupe via les défauts d'étanchéités	m ³ /h
	$Q_{v,EA,sort}^g$	Au pas temps horaire, débit sortant dans le groupe via les entrées d'air	m ³ /h
	$i_{occzone}$	Indice d'occupation de la zone à laquelle appartient le groupe	-

Générateurs	Matrice $\{Q_{cef}^{(poste ; \text{énergie})}_{gnr}(h)\}$	Matrice des consommations en énergie finale au pas de temps h du générateur. Les lignes correspondent aux différents postes (3), les colonnes aux différentes sources d'énergie (6).	Wh
Générateurs + ballons	Matrice $\{Q_{cef}^{(poste ; \text{énergie})}_{ballon}(h)\}$	Matrice des consommations en énergie finale au pas de temps h de l'assemblage ballon. Les lignes correspondent aux différents postes (3), les colonnes aux différentes sources d'énergie (6).	Wh
Ventilateurs	$W_{ventmoy}^s(h)$	Consommation des auxiliaires du système de ventilation du groupe au pas de temps h .	Wh
	$W_{vent_loc_tot}(h)$	Consommation électrique totale des ventilateurs locaux des émetteurs du groupe au pas de temps h .	Wh
Consommations des circulateurs	$W_{aux}^{ds}(h)$	Energie consommée par les circulateurs du réseau de distribution interne au groupe de chaud et de froid au pas de temps h .	Wh
	$W_{aux}^{dp}(h)$	Energie consommée par les circulateurs du réseau de distribution intergroupe de chaud et de froid au pas de temps h .	Wh
	$W_{aux_prim-e}^{dp-e}(h)$	Energie consommée par les auxiliaires du réseau de distribution intergroupe d'ECS au pas de temps h .	Wh
	$\{Q_{cef}^{(poste ; \text{énergie})}_{gen,gr}(h)\}$	Matrice des consommations en énergie finale en fonction des postes et du type d'énergie, répartie au niveau du groupe	Wh
Calculs génération	$Q_{req,ch}^{gen,gr}(h)$	Demande en énergie de chauffage au niveau de la génération gen pour le groupe gr .	Wh
	$Q_{req,fr}^{gen,gr}(h)$	Demande en énergie de refroidissement au niveau de la génération gen pour le groupe gr .	Wh
	$C_{ef_ch_m}^{gen,gr}$	Consommation mensuelle en énergie finale de chauffage, par génération et par groupe	Wh
	$C_{ep_ch_m}^{gen,gr}$	Consommation mensuelle en énergie primaire de chauffage, par génération et par groupe	Wh
	$C_{ef_ch}^{gen,gr}$	Consommation annuelle en énergie finale de chauffage, par génération et par groupe	Wh
	$C_{ep_ch}^{gen,gr}$	Consommation annuelle en énergie primaire de chauffage, par génération et par groupe	Wh
	$C_{ef_fr_m}^{gen,gr}$	Consommation mensuelle en énergie finale de refroidissement, par génération et par groupe	Wh
	$C_{ep_fr_m}^{gen,gr}$	Consommation mensuelle en énergie primaire de refroidissement, par génération et par groupe	Wh

$C_{ef_fr}^{gen,gr}$	Consommation annuelle en énergie finale de refroidissement, par génération et par groupe	Wh
$C_{ep_fr}^{gen,gr}$	Consommation annuelle en énergie primaire de refroidissement, par génération et par groupe	Wh
$C_{ef_ecs_m}^{gen,gr}$	Consommation mensuelle en énergie finale d'ECS, par génération et par groupe	Wh
$C_{ep_ecs_m}^{gen,gr}$	Consommation mensuelle en énergie primaire d'ECS, par génération et par groupe	Wh
$C_{ef_ecs}^{gen,gr}$	Consommation annuelle en énergie finale d'ECS, par génération et par groupe	Wh
$C_{ep_ecs}^{gen,gr}$	Consommation annuelle en énergie primaire d'ECS, par génération et par groupe	Wh
$\{C_{ef_gaz}^{gen,gr}, C_{ef_fod}^{gen,gr}, C_{ef_cha}^{gen,gr}, C_{ef_boi}^{gen,gr}, C_{ef_ele}^{gen,gr}, C_{ef_rdc}^{gen,gr}\}$	Matrice des consommations annuelles d'énergie finale (de chaud, de froid et d'ECS) par génération et par groupe	Wh
$\{C_{ep_gaz}^{gen,gr}, C_{ep_fod}^{gen,gr}, C_{ep_cha}^{gen,gr}, C_{ep_boi}^{gen,gr}, C_{ep_ele}^{gen,gr}, C_{ep_rdc}^{gen,gr}\}$	Matrice des consommations annuelles d'énergie primaire (de chaud, de froid et d'ECS) par génération et par groupe	Wh
$Q_{w_bruts}^{gr}$	Besoins horaires d'ECS du groupe, non corrigés par les émetteurs d'ECS	Wh

Paramètres intrinsèques du système

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
-----	-------------	-------	-----	-----	-------

Paramètres d'intégration du système

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
$IMOIS$	Mois de l'année	-	0	12	-
$Usage_{zone}$	Usage de la zone	-	1	31	-
$SHAB$	Surface habitable du groupe (pour les usages maison individuelle ou accolée et logement collectif) - noté A^{gr} dans le code.	m ²	0	$+\infty$	-
SU_{RT}	Surface utile du groupe (pour les usages hors maison individuelle ou accolée et logement collectif) - noté A^{gr} dans le code.	m ²	0	$+\infty$	-
$SHON_{RT}^z$	Surface Hors Œuvre Nette au sens de la RT de la zone	m ²	0	$+\infty$	-

Sorties

Nom	Description	Unité
Bch_m^{gr}	Besoins mensuels en chaud du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
Bch^{gr}	Besoins annuels en chaud du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
Bf_m^{gr}	Besoins mensuels en froid du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
Bfr^{gr}	Besoins annuels en froid du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
$Bec_l_m^{gr}$	Besoins mensuels d'éclairage du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
Bec_l^{gr}	Besoins annuels d'éclairage du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
$Bbio_m^{gr}$	Besoin bioclimatique mensuel du groupe	points
$Bbio^{gr}$	Besoin bioclimatique annuel du groupe	points
$Becs_m^{gr}$	Besoins mensuels bruts d'ECS du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
$Becs^{gr}$	Besoins annuels bruts d'ECS du groupe	Wh/m ² S HON _{RT} ^{gr}
A_T^{gr}	Somme des parois déperditives du groupe	m ²
$A_{T,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives excepté le plancher bas du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²
$A_{f,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives verticales du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²
$A_{toit,perm}^{gr}$	Somme des parois déperditives horizontales excepté le plancher bas du groupe (utile pour les calculs de perméabilité)	m ²
A_{opv}^{gr}	Surfaces des parois déperditives opaques verticales du groupe	m ²
A_{oph}^{gr}	Surfaces des parois déperditives opaques horizontales du groupe	m ²
$A_{baies-v}^{gr}$	Surface totale des baies verticales du groupe	m ²
$A_{baies-h}^{gr}$	Surface totale des baies horizontales du groupe	m ²
$Q_{v,def,entr}^g$	Moyenne (en occupation) du débit volumique entrant par tous les défauts d'étanchéité du groupe	m ³ /h
$Q_{v,def,sort}^g$	Moyenne (en occupation) du débit volumique sortant par tous les défauts d'étanchéité du groupe	m ³ /h
$Q_{v,EA,entr}^g$	Moyenne (en occupation) du débit volumique entrant par toutes les entrées d'air du groupe	m ³ /h
$Q_{v,EA,sort}^g$	Moyenne (en occupation) du débit volumique sortant par toutes les entrées d'air du groupe	m ³ /h
$Q_{v,spec,entr}^g$	Moyenne (en occupation) de la somme des débits volumiques spécifiques entrants dans le groupe	m ³ /h
$Q_{v,spec,sort}^g$	Moyenne (en occupation) de la somme des débits volumiques spécifiques sortants du groupe	m ³ /h

« calculs zone » et « sorties_fiche_XML »

Détermination des saisons	$\{Q_{req,genr, ch}(h)\}_{j-28 ; j-1}$	Ensemble des sommes des différentes valeurs des demande en énergie de chauffage au niveau des générations du projet, jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	Wh
	$\{Q_{req,genr, fr}(h)\}_{j-28 ; j-1}$	Ensemble des sommes des différentes valeurs des demande en énergie de refroidissement au niveau des générations du projet, du jour j-28 au jour j-1 inclus (672 pas de temps).	Wh
Cef annuels	$C_{ef, ch}^{gr}$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef, fr}^{gr}$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef, ecs}^{gr}$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef, ecl}^{gr}$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef, auxv}^{gr}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef, auxs}^{gr}$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour l'année entière.	Wh/m ² par an
Cef mensuels	$C_{ef, ch, m}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef, fr, m}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef, ecs, m}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef, ecl, m}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef, auxv}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef, auxs}^{gr}(m)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep, ch}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep, fr}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
Cep annuels	$C_{ep, ecs}^{gr}$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep, ecl}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour l'année entière.	Wh/m ² par an

Cep mensuels	$C_{ep_auxv}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_auxs}^{gr}$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution pour l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_ch_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_fr_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecs_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_ecl_m}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par l'éclairage artificiel des locaux dans le groupe pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ep_auxv}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) pour le mois m .	Wh/m ² par mois
Cef par énergie	$C_{ep_auxs}^{gr}(m)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution pour le mois m .	Wh/m ² par mois
	$C_{ef_gaz}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du gaz pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_fod}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du fioul domestique pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_cha}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du charbon pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_boi}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation du bois pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
Cep par énergie	$C_{ef_ele}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation de l'électricité pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ef_rdc}^{gr}$	Energie finale totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_gaz}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du gaz pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
	$C_{ep_fod}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du fioul domestique pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an

$C_{ep_cha}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du charbon pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
$C_{ep_boi}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation du bois pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
$C_{ep_ele}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation de l'électricité pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
$C_{ep_rdc}^{gr}$	Energie primaire totale fournie par utilisation des réseaux de chaleur pour le groupe sur l'année entière.	Wh/m ² par an
C_{ef}^{gr}	Energie finale totale consommée par le groupe pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an
C_{ep}^{gr}	Energie finale totale consommée par le groupe pour l'année entière, ramenée au m ² de SHON _{RT} .	Wh/m ² par an

Variables internes

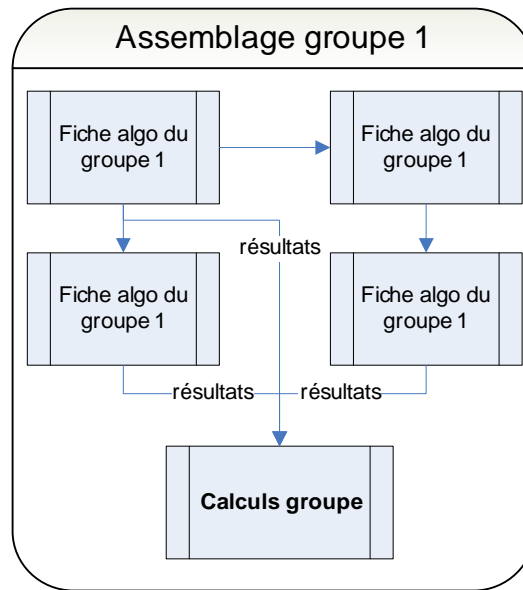
	Nom	Description	Unité
Consommations horaires par poste du groupe en énergie finale (hors éclairage)	$Q_{cef_ch}^{gr}(h)$	Energie finale totale consommée pour le chauffage dans le groupe au pas de temps h .	Wh
	$Q_{cef_fr}^{gr}(h)$	Energie finale totale consommée pour le refroidissement dans le groupe au pas de temps h .	Wh
	$Q_{cef_ecs}^{gr}(h)$	Energie finale totale consommée pour l'ECS dans le groupe au pas de temps h .	Wh
	$Q_{cef_auxv}^{gr}(h)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) au pas de temps h .	Wh
	$Q_{cef_auxs}^{gr}(h)$	Energie finale totale consommée par les auxiliaires de distribution au pas de temps h .	Wh
Consommations horaires par poste du groupe en énergie primaire (hors éclairage)	$Q_{cep_ch}^{gr}(h)$	Energie primaire totale consommée pour le chauffage dans le groupe au pas de temps h .	Wh
	$Q_{cep_fr}^{gr}(h)$	Energie primaire totale consommée pour le refroidissement dans le groupe au pas de temps h .	Wh
	$Q_{cep_ecs}^{gr}(h)$	Energie primaire totale consommée pour l'ECS dans le groupe au pas de temps h .	Wh
	$Q_{cep_auxv}^{gr}(h)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de ventilation (et ventilateurs des émetteurs) au pas de temps h .	Wh
	$Q_{cep_auxs}^{gr}(h)$	Energie primaire totale consommée par les auxiliaires de distribution au pas de temps h .	Wh
	$a(Usage_{zone})$	Coefficient pour passer d'une SU _{RT} à une SHON _{RT}	-

Constantes				
	Nom	Description	Unité	Conv.
Coefficient BBio	$\alpha 1$	Constante associée aux besoins de chaud	-	2
	$\alpha 2$	Constante associée aux besoins de froid	-	2
	β	Constante associée aux besoins d'éclairage	-	5
Coef. CEP	$\{Coef_{ep(énergie ; 1)}\}$	Matrice des coefficients d'énergie primaire associés aux différents types d'énergie. Elle ne comporte qu'une colonne, et autant de lignes qu'il y a de types d'énergie.	Réel	-

Tableau 34 : Nomenclature du modèle

7.10.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.10.3.1 Positionnement de la fiche algorithmique



7.10.3.2 Calculs initiaux au niveau du groupe

7.10.3.2.1 Les surfaces du groupe

La surface retenue pour les calculs au niveau du groupe est la $SHON_{RT}$ du groupe. Elle est calculée de la façon suivante :

- à partir de la surface habitable et de la $SHON_{RT}$ au niveau de la zone pour les usages MI et LC :

$$SHON_{RT}^{gr} = SHON_{RT}^z * \frac{SHAB^{gr}}{\sum_{gr \in z} SHAB^{gr}} \quad (277)$$

- à partir de la surface utile du groupe et d'un coefficient multiplicateur pour les autres usages :

$$SHON_{RT}^{gr} = SU_{RT} * \alpha(Usage_{zone}) \quad (278)$$

Où $\alpha(Usage_{zone})$ est défini dans l'arrêté.

7.10.3.2.2 Parois déperditives

L'ensemble des parois déperditives du groupe, noté A_T^{gr} , est la somme des parois vitrées et des parois opaques de ce groupe

$$A_T^{gr} = A_{op}^{gr} + A_{baies-v}^{gr} + A_{baies-h}^{gr} \quad (279)$$

7.10.3.2.3 Parois déperditives excepté le plancher bas

L'ensemble des parois déperditives du groupe excepté le plancher bas, noté $A_{T,perm}^{gr}$, est la somme des parois vitrées et des parois opaques de ce groupe (excepté les planchers bas).

$$A_{T,perm}^{gr} = A_{opvh}^{gr} + A_{opv}^{gr} + A_{baies-v}^{gr} + A_{baies-h}^{gr} \quad (280)$$

7.10.3.2.4 Parois déperditives verticales

L'ensemble des parois déperditives verticales du groupe, noté $A_{f,perm}^{gr}$, est la somme des parois vitrées verticales et des parois opaques verticales (c'est-à-dire des façades) de ce groupe.

$$A_{f,perm}^{gr} = A_{opv}^{gr} + A_{baies-v}^{gr} \quad (281)$$

7.10.3.2.5 Parois déperditives horizontales excepté le plancher bas

L'ensemble des parois déperditives horizontales du groupe excepté le plancher bas, noté $A_{toit,perm}^{gr}$, est la somme des parois vitrées et des parois opaques horizontales de ce groupe (excepté les planchers bas).

$$A_{toit,perm}^{gr} = A_{ophh}^{gr} + A_{baies-h}^{gr} \quad (282)$$

7.10.3.3 Calculs associés aux groupes lors d'un calcul du Bbio

Pour chaque groupe, les besoins de chaud, de froid et d'éclairage sont sommés par mois et sur l'ensemble de l'année de simulation. Les résultats finaux s'expriment en Wh/m²SHON_{RT}^{gr}.

7.10.3.3.1 Besoins de chaud par groupe

Les résultats sont exprimés sous forme :

- *mensuelle*

Bch_m^{gr} est obtenu en sommant sur un mois les besoins de chaud du groupe

$$Bch_m^{gr} = \frac{\sum_{h \in \text{mois}} Q_{sys_ch}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (283)$$

- *annuelle*

Le besoin total en chaud d'un groupe, noté Bch^{gr} , est obtenu en sommant sur l'année les besoins de chaud mensuels du groupe

$$Bch^{gr} = \sum_{mois=1}^{12} Bch_m^{gr} \quad (284)$$

7.10.3.3.2 Besoins de froid par groupe

Les résultats sont exprimés sous forme :

- mensuelle

Bfr_m^{gr} est obtenu en sommant sur un mois les besoins de froid du groupe

$$Bfr_m^{gr} = \frac{\sum_{h \in \text{mois}} Q_{sys_fr}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (285)$$

- annuelle

Le besoin total en froid d'un groupe, noté Bfr^{gr} , est obtenu en sommant sur l'année les besoins de froid mensuels du groupe

$$Bfr^{gr} = \sum_{mois=1}^{12} Bfr_m^{gr} \quad (286)$$

7.10.3.3.3 Besoins d'éclairage par groupe

Les résultats sont exprimés sous forme :

- mensuelle

$BecI_m^{gr}$ est obtenu en sommant sur un mois les besoins d'éclairage du groupe

$$BecI_m^{gr} = \frac{\sum_{h \in \text{mois}} C_{ecI}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (287)$$

- annuelle

Le besoin total en éclairage d'un groupe, noté $BecI^{gr}$, est obtenu en sommant sur l'année les besoins d'éclairage mensuels du groupe

$$BecI^{gr} = \sum_{mois=1}^{12} BecI_m^{gr} \quad (288)$$

7.10.3.3.4 Besoin bioclimatique par groupe

Les résultats sont exprimés sous forme :

- mensuelle

$Bbio_m^{gr}$ est obtenu en sommant sur un mois les besoins mensuels de chaud, de froid et d'éclairage du groupe, pondérés par les coefficients réglementaires.

$$Bbio_m^{gr} = \alpha_1 \cdot Bch_m^{gr} + \alpha_2 \cdot Bfr_m^{gr} + \beta \cdot BecI_m^{gr} \quad (289)$$

- annuelle

Le besoin total bioclimatique d'un groupe, noté $Bbio^{gr}$, est obtenu en sommant sur l'année les besoins bioclimatiques mensuels du groupe

$$Bbio^{gr} = \sum_{mois=1}^{12} Bbio_m^{gr} \quad (290)$$

Le Bbio du groupe est exprimé en nombre de points.

7.10.3.4 Calcul des besoins d'ECS

Les besoins d'ECS ne font pas partie du calcul du Bbio. Il est cependant intéressant de les évaluer. Les résultats horaires sont sommés sur chaque mois de l'année, puis sur l'année entière.

$$Becs_m^{gr} = \frac{\sum_{h \in mois} Q_{w_bruts}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (291)$$

$$Becs^{gr} = \sum_{mois=1}^{12} Becs_m^{gr} \quad (292)$$

Ces besoins n'intègrent pas l'éventuelle correction due aux émetteurs ECS du groupe.

7.10.3.5 Calcul des débits moyens entrants et sortants du groupe en occupation

Les débits moyens (en période d'occupation, sur l'année) entrants et sortants du groupe sont donnés à titre indicatif et sont exprimés en m³/h.

7.10.3.5.1 Débits moyens en occupation par les défauts d'étanchéité

La moyenne de ces débits, uniquement en période d'occupation ($i_{occzone}=1$), sur l'année donne :

$$\begin{aligned}\overline{Q_{v,def,entr}^g} &= moyenne(Q_{v,def,entr}^g(\Delta P)) \\ \overline{Q_{v,def,sort}^g} &= moyenne(Q_{v,def,sort}^g(\Delta P))\end{aligned}\quad (293)$$

7.10.3.5.2 Débits moyens en occupation par les entrées d'air

La moyenne de ces débits, uniquement en période d'occupation ($i_{occzone}=1$), sur l'année donne :

$$\begin{aligned}\overline{Q_{v,EA,entr}^g} &= moyenne(Q_{v,EA,entr}^g(\Delta P)) \\ \overline{Q_{v,EA,sort}^g} &= moyenne(Q_{v,EA,sort}^g(\Delta P))\end{aligned}\quad (294)$$

7.10.3.5.3 Débits moyens en occupation spécifiques

Le débit entrant dans le groupe par la ventilation spécifique est le débit soufflé, le débit sortant est égal au débit repris (il est négatif).

Les moyennes sont faites sur les périodes d'occupation ($i_{occzone}=1$)

$$\begin{aligned}\overline{Q_{v,spec,entr}^g} &= moyenne\left(\sum_s q_{spec_souffle}^{g,s}\right) \\ \overline{Q_{v,spec,sort}^g} &= moyenne\left(\sum_s q_{spec_repris}^{g,s}\right)\end{aligned}\quad (295)$$

1.1.1.1 Calculs associés aux groupes en calcul des consommations

Après les calculs de sorties au niveau de la génération (avec l'exposant *gen*), puis celles au niveau de la génération pour un groupe (avec l'exposant *gen,gr*), l'objectif des paragraphes ci-dessous est d'exprimer les sorties au niveau d'un groupe (avec l'exposant *gr*).

7.10.3.5.4 Calculs au pas de temps horaire

7.10.3.5.4.1 Sorties horaires des générations

Les consommations des générations desservant le groupe se présentent sous la forme de la matrice du Tableau 35. Les lignes représentent les différentes postes de consommations associés aux composants générateurs et assemblages avec stockage. Les colonnes correspondent aux différents types d'énergie rencontrés.

Tableau 35 : Matrice des consommations en énergies finales $\{Q_{cef(poste;énergie)}^{gen,gr}(h)\}$

En Wh	10 : Gaz	20 : Fioul	30 : Charbon	40 : Bois	50 : Electricité	60 : Réseau de chaleur
1 : Chauffage	$Q_{cef(1;10)}$	$Q_{cef(1;20)}$...			
2 : Refroidiss.	$Q_{cef(2;10)}$
3 : ECS	$Q_{cef(3;60)}$

Cette matrice est en sortie de la génération (voir fiche C_Gen_Calculs génération).

Les matrices des générations du projet pour lesquelles au moins un élément appartenant à un même groupe est relié, sont ensuite sommées poste par poste, énergie par énergie ou intégrées sur un mois, une année...

7.10.3.5.4.2 Matrice des consommations en énergies finale et primaire du groupe

On récupère à chaque pas de temps *h* les matrices des consommations en énergie finale des générations reliées au groupe :

$$Q_{cef(poste;énergie)}^{gr}(h) = \sum_{gen \in gr} Q_{cef(poste;énergie)}^{gen,gr}(h) \quad (296)$$

7.10.3.5.4.3 Calculs horaires des demandes en énergies totales de chaque groupe

$Q_{req,gen,ch}^{gr}(h)$ et $Q_{req,gen,fr}^{gr}(h)$ sont les demandes en énergies totales aux bornes de l'ensemble des génération du projet, pertes de distributions internes au groupe et de distributions intergroupes incluses.

Elles sont utilisées comme référence pour la détermination des saisons par groupe. La fiche calculs groupe fournit l'ensemble des valeurs nécessaires sur la période d'intégration (en général les 28 jours précédant le jour *j*) utilisée dans les procédures de détermination des saisons par groupe .

$$\begin{cases} Q_{req_gen_ch}^{gr}(h) = \sum_{gen \rightarrow gr} Q_{req,ch}^{gen,gr} \\ Q_{req_gen_fr}^{gr}(h) = \sum_{gen \rightarrow gr} Q_{req,fr}^{gen,gr} \end{cases} \quad (297)$$

7.10.3.5.4.4

Consommations horaires de chauffage du groupe

Pour un pas de temps h , la consommation totale de chauffage en énergie finale d'un groupe correspond à la somme de l'ensemble des valeurs constituant la ligne 1 de toutes les matrices des générations reliées à ce groupe (Tableau 35) :

$$Q_{cef_ch}^{gr}(h) = \sum_{gen \in gr} \sum_{en=10}^{60} (Q_{cef(1;en)}^{gen,gr}(h)) \quad (298)$$

7.10.3.5.4.5

Consommations horaires de refroidissement du groupe

Pour un pas de temps h , la consommation totale de refroidissement en énergie finale d'un groupe correspond à la somme de l'ensemble des valeurs constituant la ligne 2 de toutes les matrices des générations reliées à ce groupe (Tableau 35) :

$$Q_{cef_fr}^{gr}(h) = \sum_{gen \rightarrow gr} \sum_{en=10}^{60} (Q_{cef(2;en)}^{gen,gr}(h)) \quad (299)$$

7.10.3.5.4.6

Consommations horaires d'ECS du groupe

Pour un pas de temps h , la consommation totale d'ECS en énergie finale d'un groupe correspond à la somme de l'ensemble des valeurs constituant la ligne 3 de toutes les matrices des générations reliées à ce groupe (Tableau 35) :

$$Q_{cef_ecs}^{gr}(h) = \sum_{gen \in gr} \sum_{en=10}^{60} (Q_{cef(3;en)}^{gen,gr}(h)) \quad (300)$$

7.10.3.5.4.7

Consommations en énergies finale et primaire des auxiliaires de ventilation du groupe

Elles incluent les consommations des auxiliaires des centrales de traitement d'air (intégrant celles des éventuels puits climatiques) et des ventilateurs locaux des émetteurs du groupe (calculées au niveau des émissions équivalentes).

$$W_{cef_auxv}^{gr}(h) = W_{ventmoy}^{s,gr}(h) + W_{vent_loc_tot}^{gr}(h) \quad (301)$$

7.10.3.5.4.8

Consommations en énergies finale et primaire des auxiliaires de distribution du groupe

Elles incluent les consommations des auxiliaires de toutes les distributions intergroupes et des distributions des CTA liées au groupe.

$$W_{cef_auxd}^{gr}(h) = \sum_{dp-e \rightarrow gr} W_{aux_prim-e}^{dp-e,gr}(h) + \sum_{dp \rightarrow gr} W_{aux}^{dp,gr}(h) + \sum_{ds \in gr} W_{aux}^{ds}(h) + \sum_{dCTA \rightarrow gr} W_{aux}^{dCTA,gr}(h) \quad (302)$$

7.10.3.5.5 Calculs mensuels et annuels

Les sommations des consommations de chauffage, refroidissement et ECS sur tous les générateurs sont déjà réalisées au niveau des fiches C_Gen_Calculs Génération.

7.10.3.5.5.1 Consommations en énergies finale et primaire de chauffage du groupe

Une fois la simulation annuelle terminée, les sommations des consommations de chauffage en énergies finale et primaire (divisées par la $SHON_{RT}$ du groupe) sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$\begin{aligned} C_{ef_ch_m}^{gr} &= \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ef_ch_m}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \\ C_{ep_ch_m}^{gr} &= \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ep_ch_m}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \end{aligned} \quad (303)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$\begin{aligned} C_{ef_ch}^{gr} &= \frac{\sum_{gen \rightarrow gr} C_{ef_ch}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \\ C_{ep_ch}^{gr} &= \frac{\sum_{gen \rightarrow gr} C_{ep_ch}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \end{aligned} \quad (304)$$

7.10.3.5.5.2 Consommations en énergies finale et primaire de refroidissement du groupe

Les sommations des consommations de refroidissement en énergies finale et primaire (divisées par la $SHON_{RT}$ du groupe) sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$\begin{aligned} C_{ef_fr_m}^{gr} &= \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ef_fr_m}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \\ C_{ep_fr_m}^{gr} &= \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ep_fr_m}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \end{aligned} \quad (305)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$\begin{aligned} C_{ef_fr}^{gr} &= \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ef_fr}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \\ C_{ep_fr}^{gr} &= \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ep_fr}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \end{aligned} \quad (306)$$

7.10.3.5.5.3

Consommations en énergies finale et primaire d'ECS du groupe

Les sommations des consommations d'ECS en énergies finale et primaire (divisées par la $SHON_{RT}$ du groupe) sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_ecs_m}^{gr} = \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ef_ecs_m}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}}$$

$$C_{ep_ecs_m}^{gr} = \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ep_ecs_m}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (307)$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_ecs}^{gr} = \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ef_ecs}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}}$$

$$C_{ep_ecs}^{gr} = \frac{\sum_{gen \in gr} C_{ep_ecs}^{gen,gr}}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (308)$$

7.10.3.5.5.4

Consommations en énergies finale et primaire d'éclairage du groupe

Les consommations d'éclairage en énergies finale et primaire sont exprimées :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_ecl_m}^{gr} = \frac{\sum_{h \in mois} C_{ef_ecl_m}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (309)$$

$$C_{ep_ecl_m}^{gr} = Coef_{ep(50;1)} \cdot C_{ef_ecl_m}^{gr}$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_ecl}^{gr} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_ecl_m}^{gr}$$

$$C_{ep_ecl}^{gr} = Coef_{ep(50;1)} \cdot C_{ef_ecl}^{gr} \quad (310)$$

7.10.3.5.5.5 *Consommations en énergies finale et primaire des auxiliaires de ventilation par groupe*

Elles s'expriment :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_auxv_m}^{gr} = \frac{\sum_{h \in mois} W_{cef_auxv}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (311)$$

$$C_{ep_auxv_m}^{gr} = Coef_{ep(50;1)} \cdot C_{ef_auxv_m}^{gr}$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_auxv}^{gr} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_auxv_m}^{gr} \quad (312)$$

$$C_{ep_auxv}^{gr} = Coef_{ep(50;1)} \cdot C_{ef_auxv}^{gr}$$

7.10.3.5.5.6 *Consommations en énergies finale et primaire des auxiliaires de distribution par groupe*

Elles s'expriment :

- Sous forme de résultats mensuels :

$$C_{ef_auxd_m}^{gr} = \frac{\sum_{h \in mois} W_{cef_auxd}^{gr}(h)}{SHON_{RT}^{gr}} \quad (313)$$

$$C_{ep_auxd_m}^{gr} = Coef_{ep(50;1)} \cdot C_{ef_auxd_m}^{gr}$$

- Sous forme d'un résultat annuel total :

$$C_{ef_auxd}^{gr} = \sum_{mois=1}^{12} C_{ef_auxd_m}^{gr} \quad (314)$$

$$C_{ep_auxd}^{gr} = Coef_{ep(50;1)} \cdot C_{ef_auxd}^{gr}$$

7.10.3.5.5.7

Consommations en énergie finale et primaire par type d'énergie du groupe

Les consommations par type d'énergie et par génération, pour un groupe, s'expriment uniquement sous forme d'un résultat total annuel :

$$C_{ef_gaz}^{gr} = \sum_{gen \in gr} C_{ef_gaz}^{gen,gr} \quad (315)$$

$$C_{ef_fod}^{gr} = \sum_{gen \in gr} C_{ef_fod}^{gen,gr} \quad (316)$$

$$C_{ef_cha}^{gr} = \sum_{gen \in gr} C_{ef_cha}^{gen,gr} \quad (317)$$

$$C_{ef_boi}^{gr} = \sum_{gen \in gr} C_{ef_boi}^{gen,gr} \quad (318)$$

$$C_{ef_ele}^{gr} = \sum_{gen \in gr} C_{ef_ele}^{gen,gr} \quad (319)$$

$$C_{ef_rdc}^{gr} = \sum_{gen \in gr} C_{ef_rdc}^{gen,gr} \quad (320)$$

$$C_{ep_gaz}^{gr} = Coef_{ep(10;1)} \times C_{ef_gaz}^{gr} \quad (321)$$

$$C_{ep_fod}^{gr} = Coef_{ep(20;1)} \times C_{ef_fod}^{gr} \quad (322)$$

$$C_{ep_cha}^{gr} = Coef_{ep(30;1)} \times C_{ef_cha}^{gr} \quad (323)$$

$$C_{ep_boi}^{gr} = Coef_{ep(40;1)} \times C_{ef_boi}^{gr} \quad (324)$$

$$C_{ep_ele}^{gr} = Coef_{ep(50;1)} \times C_{ef_ele}^{gr} \quad (325)$$

$$C_{ep_rdc}^{gr} = Coef_{ep(60;1)} \times C_{ef_rdc}^{gr} \quad (326)$$

7.10.3.5.5.8

Consommations totales en énergie finale et primaire du groupe

Les consommations totales en énergie finale et primaire sont obtenues par sommation sur l'ensemble des postes :

$$C_{ef}^{gr} = C_{ef_ch}^{gr} + C_{ef_fr}^{gr} + C_{ef_ecl}^{gr} + C_{ef_ecs}^{gr} + C_{ef_auxv}^{gr} + C_{ef_auxd}^{gr} \quad (327)$$

$$C_{ep}^{gr} = C_{ep_ch}^{gr} + C_{ep_fr}^{gr} + C_{ep_ecl}^{gr} + C_{ep_ecs}^{gr} + C_{ep_auxv}^{gr} + C_{ep_auxd}^{gr} \quad (328)$$

7.11 **S1 BAT assemblage baies**

7.11.1 INTRODUCTION

Six fiches algorithmes liées aux baies sont assemblées :

- la fiche baies (calcul des flux solaires et lumineux transmis au groupe, rayonnement vers la voûte céleste, calcul du coefficient de transmission thermique global)
- gestion des protections mobiles (calcul du ratio de baies avec la première protection mobile et éventuellement le ratio de baies avec une seconde protection mobile)
- gestion-régulation de l'ouverture des baies (calcul du ratio d'ouverture des baies)
- environnement proche (calcul des flux solaires et lumineux incidents en tenant compte des masques proches et lointains, et calcul de la densité de flux de chaleur de l'environnement extérieur vers la voûte céleste, compte tenu de l'inclinaison de la paroi)
- calcul des débits par ouverture des baies
- ensemble baies (somme sur toutes les baies du groupe des flux solaires et lumineux transmis au groupe, de H_{ges} , etc.)

7.11.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 36 donne la nomenclature des différentes variables du modèle d'assemblage des fiches algorithmes liées aux baies.

Entrées du système		
Nom	Description	Unité
saison	La saison effective à appliquer au groupe au jour j , sous forme d'entier : 1: saison de refroidissement ; 2: mi-saison ; 3: saison de chauffe avec interdiction de refroidir ; 4 : saison de chauffe avec autorisation de refroidir.	Ent.
	$Saison_{eff}^{gr}(j)$	
Groupe	Température ressentie par l'occupant à la fin du pas de temps	°C
	$\theta_{op,fin}(h-1)$	
	Température ressentie par l'occupant au pas de temps $h-2$.	°C
	$\theta_{op,fin}(h-2)$	
	Température intérieure de l'air du groupe considéré, au pas de temps $h-1$.	°C
	$\theta_i(h-1)$	
	Hauteur du soleil corrigée	°
	γ'	
	Rayonnement solaire direct normal	W/m ²
	I_{Dn}	
	Rayonnement solaire diffus horizontal isotrope	W/m ²
	I_{di}	
Climat ext. (pour la fiche Env. proche)	Azimut du soleil (Angle du soleil par rapport au sud)	rd
	ψ	
	Hauteur du soleil	rd
	γ	
	Eclairement naturel direct normal	Lux
	E_{Dn}	
	Eclairement naturel diffus horizontal	Lux
	E_{di}	
	Température du ciel	
	Te_{ciel}	
	Température extérieure d'air sec	°C
	Te	
	Poids d'eau	g/kg s
	we	
	Direction du vent	°
	Dir_{vent}	
	La vitesse du vent corrigée	m/s
	V_{vent_c}	
Scénarios conv.	jour de l'année (1 à 365)	-
	$Jour_année$	
	heure légale de la journée (1 à 24)	-
	$Hleg$	
	Indice d'occupation de la zone	
	0 = zone inoccupée	-
	1 = zone occupée	
	i_{occ_zone}	
Espace tampon	Coefficient de réduction des déperditions thermique dû à la présence de l'espace tampon i sur la baie vitrée b	-
	$b_{therm,i,b}$	
	Coefficient de réduction de l'éclairement dû à la présence de l'espace tampon i sur la baie vitrée b	-
	$b_{ecl,i,b}$	

$b_{solaire,i,b}$	Coefficient de réduction des flux solaires dû à la présence de l'espace tampon i sur la baie vitrée b	-
Id_{ET}	Indicateur de présence d'un espace tampon sur la baie vitrée b (0-pas d'espace tampon / 1-présence d'un espace tampon)	-

Paramètres intrinsèques du système

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
-----	-------------	-------	-----	-----	-------

Paramètres d'intégration du système

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
	Voir fiche Environnement proche				
	Voir fiche gestion-régulation de l'ouverture des baies				
	Voir fiche gestion-régulation des PM				
	Voir fiche baies				
	Voir fiche calcul des débits par ouverture des baies				
	Voir fiche ensemble baies				

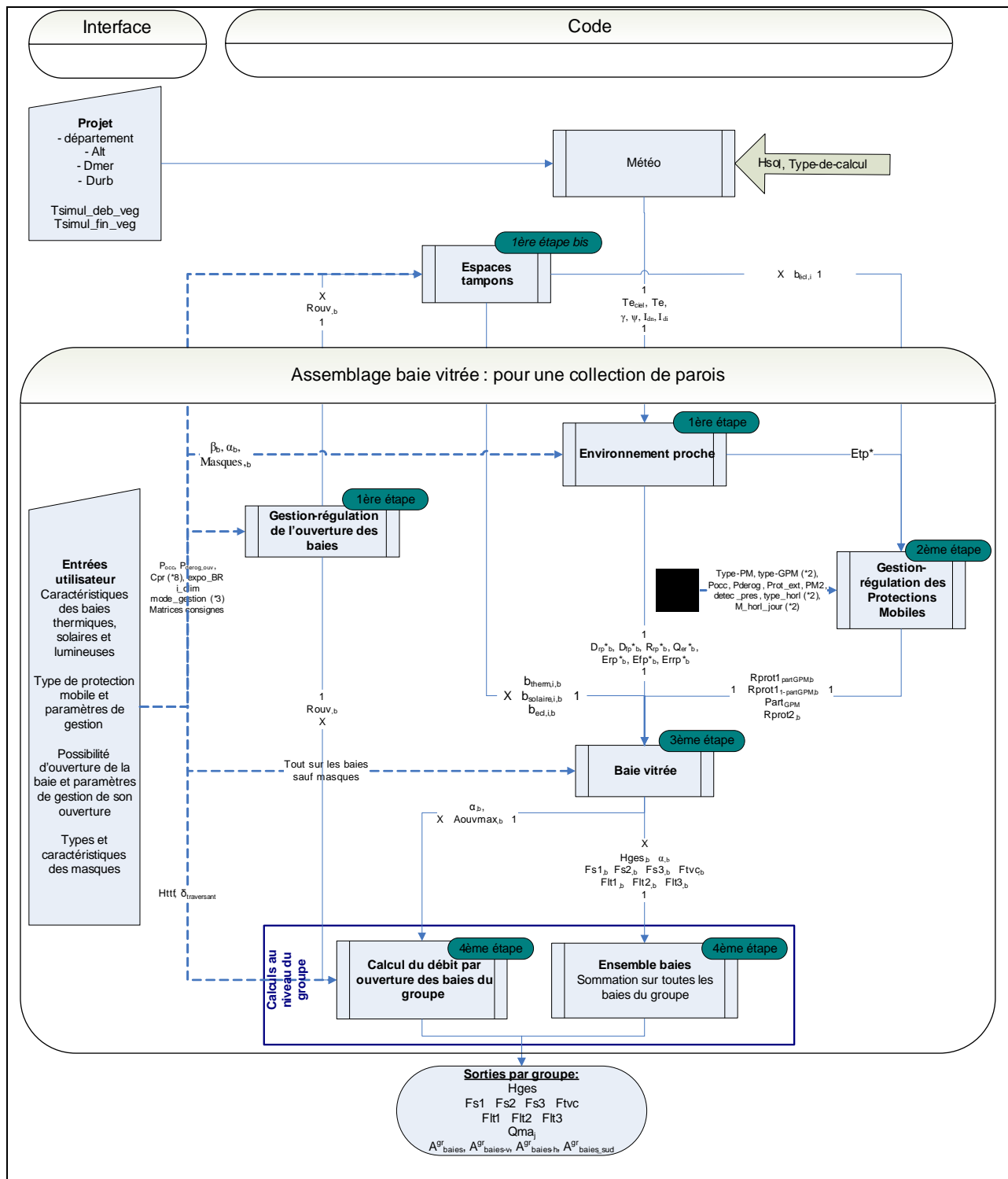
Sorties

Nom	Description	Unité
Hg_{es}	Facteur de transmission thermique global pour l'ensemble des baies du groupe entre les environnements intérieurs et extérieurs	W/K
FS_1	Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies du groupe sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde	W
FS_2	Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies du groupe sous forme de rayonnement de grande longueur d'onde et d'échange convectif	W
FS_3	Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies du groupe à travers la lame d'air intérieure ventilée (lame d'air se situant entre la baie vitrée et la protection solaire intérieure)	W
F_{tvc}	Flux transmis dû au rayonnement froid vers la voute céleste pour l'ensemble des baies du groupe	W
Flt_1	Flux lumineux transmis au groupe de l'ensemble des baies du groupe, sous forme directe	lumen
Flt_2	Flux lumineux transmis au groupe de l'ensemble des baies du groupe sous forme hémisphérique	lumen
Flt_3	Flux lumineux transmis au groupe par de l'ensemble des baies du groupe sous forme demi-hémisphérique	lumen
$Part_{baies_sud}$	Pourcentage de baies du groupe orientées au sud (azimut $\alpha = 0^\circ$)	-
A_{baies}^{gr}	Surface totale des baies du groupe	m ²
$A_{baies}^{gr} - v$	Surface totale des baies verticales du groupe	m ²
$A_{baies}^{gr} - h$	Surface totale des baies horizontales du	m ²

$Qma_j(h)$	groupe Débit massique d'air entrant dans le groupe par les baies, à la température θ_{ei} (h).	kg/s	
Variables internes			
Nom	Description	Unité	
Constantes			
Nom	Description	Unité	Conv.

Tableau 36 : Nomenclature du modèle

7.11.3 ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS



Note : en dehors des six fiches constituant l'assemblage baies (détaillées ci-dessous), seules les fiches algorithme sur la météo et les espaces tampons sont représentées, car elles sont étroitement liées à toutes les fiches de l'assemblage.

7.11.3.1 Description de l'assemblage

Six fiches composent l'assemblage baies :

- baies vitrées;
- gestion-régulation des protections mobiles ;
- gestion-régulation de l'ouverture des baies ;
- environnement proche ;
- calcul des débits par ouverture des baies ;
- ensemble baies.

Pour chaque pas de temps et pour un élément baie (ensemble vitrage + menuiserie + protections mobiles), voici les étapes du calcul :

1) Première étape : conditions en amont de la baie

La fiche algorithme « environnement proche » calcule les flux lumineux et solaires incidents sur l'ensemble des baies du groupe (nécessite une remontée d'informations des paramètres d'intégration de chaque baie pour calculer uniquement les flux utiles).

Dans le même temps, la fiche algorithme « gestion-régulation de l'ouverture des baies » détermine le ratio surfacique d'ouverture de la baie ou des espaces tampons au pas de temps h .

A la suite de ces calculs, la fiche « espaces tampons » (positionnée au niveau du bâtiment), envoie aux algorithmes de l'assemblage baies les trois coefficients b dynamiques. En cas de surventilation d'un espace tampon (forcément vitré par définition), le coefficient $b_{therm,i,b}$ est supposé égal à 1.

2) Deuxième étape : calcul des ratios de protections mobiles

Dans la fiche algorithme « gestion des protections mobiles » se calculent des paramètres qui viendront modifier les caractéristiques physiques de la baie (calculs des ratios de fermeture de l'élément baie pour la première et éventuellement pour la seconde protection mobile,...).

3) Troisième étape : calculs au niveau d'une baie

La fiche algorithme « baies » calcule les flux lumineux et solaires transmis au groupe, à partir des paramètres précédents et des paramètres intrinsèques de la baie avec ou sans les protections mobiles qui lui sont associées.

4) Quatrième étape : calculs au niveau du groupe

Enfin, la fiche algorithme « ensemble baies » fait la sommation, sur toutes les baies du groupe, des flux lumineux et solaires transmis au groupe par une baie, de la surface maximale d'ouverture ainsi que des calculs relatifs à l'intégration des baies dans le groupe (pourcentage de baies au Sud, etc.)

Parallèlement, la fiche « calcul des débits par ouverture des baies » évalue les débits d'air par ouverture des baies au niveau du groupe, en fonction des orientations et des surfaces maximales d'ouverture des baies.

7.12 C BAT gestion/régulation de l'ouverture des baies

7.12.1 INTRODUCTION

La surventilation par ouverture des baies est une méthode de refroidissement passive, qui consiste à faire circuler de l'air frais en provenance de l'extérieur dans le groupe.

Les débits d'air frais entrant sont directement liés au ratio d'ouverture des baies, qui est piloté selon un mode de gestion :

- soit **automatique**. Le ratio d'ouverture des baies est commandé par un système de régulation obéissant à des consignes de températures. Le système de régulation peut éventuellement faire l'objet d'une dérogation manuelle par les occupants, ne concernant que les ouvrants accessibles dans des locaux occupés. Un mode de gestion automatique autorise la surventilation en période d'inoccupation, et donc la surventilation nocturne commandée.
- soit **manuel**. Ce sont alors les occupants du groupe qui gèrent le ratio d'ouverture des baies selon les sensations de froid ou de chaud qu'ils perçoivent, mais également selon l'exposition au bruit de la baie considérée. Un mode de gestion manuel exclut la possibilité de surventilation en période d'inoccupation hors usages d'habitation.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- La ventilation hygiénique du bâtiment est gérée indépendamment de la sur-ventilation par ouverture des baies. Dans le cas d'un bâtiment où les baies servent également à l'aération, le maximum des débits entrants par les baies est retenu dans la modélisation thermique du groupe.
- L'ouverture des baies est gérée indépendamment des protections mobiles,
- L'ouverture des baies est incompatible avec le fonctionnement des systèmes de refroidissement. Dans les bâtiments rafraîchis, on ne fait pas appel à la surventilation naturelle au cours de la saison de refroidissement.
- L'ouverture des baies n'a aucun impact sur le calcul du facteur de transmission thermique global par les baies ($H_{g_{es}}$), ni sur le calcul des flux de chaleur transmis par les baies au groupe sous forme de rayonnement (F_{s_1} , F_{s_2}) ou au travers d'une lame d'air intérieure ventilée (F_{s_3}). Les débits par ouverture des baies n'interviennent pas dans les calculs de pressions d'équilibre du groupe.

La modélisation prend en compte les facteurs externes suivants :

- La température extérieure θ_{ei} . En dessous d'un certain seuil $\theta_{ei_seuil_bas}$, l'ouverture des baies à des fins de surventilation n'est plus possible. A partir de ce seuil et jusqu'à une valeur $\theta_{ei_seuil_haut}$ ($>\theta_{ei_seuil_bas}$), un ratio de modération de l'ouverture augmentant linéairement est appliqué. Au-delà de $\theta_{ei_seuil_haut}$, l'ouverture maximale est possible.
- La différence de température entre l'intérieur et l'extérieur au pas de temps précédent. Lorsque cette dernière descend en dessous d'un seuil $d\theta_{ext_int}$, l'ouverture des baies est interdite ; en manuel, ce seuil est conventionnellement négatif, pour signifier que les occupants maintiennent l'ouverture même lorsque la température extérieure est supérieure à la température intérieure ressentie. En automatique, il s'agit d'un paramètre du système de régulation, permettant d'éviter de surventiler le groupe lorsque l'effet en termes de refroidissement s'avère nul ou négatif.

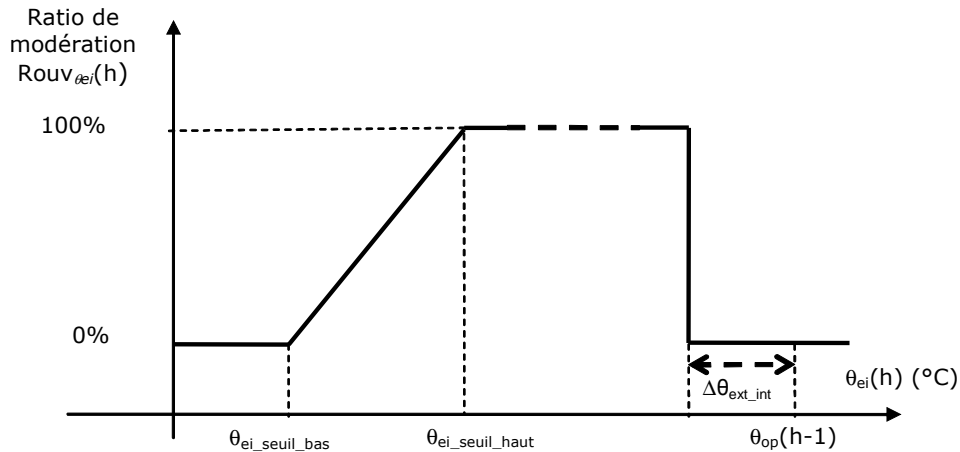


Figure 18: ratio de modulation de l'ouverture en fonction de la température extérieure

Note : un $\Delta\theta_{\text{ext_int}}$ négatif est conventionnellement retenu en gestion manuelle, en considérant que les occupants prolonge l'ouverture même lorsque la température extérieure devient supérieure à la température intérieure afin de maintenir une circulation d'air dans le bâtiment.

- L'exposition au bruit expo_BR de la baie considérée, qui n'a d'impact en termes de gestion que pour le mode manuel,
- La température opérative intérieure $\theta_{\text{op,fin}}$ à la fin du pas de temps précédent. Selon la température ressentie par les occupants, ou perçue par la sonde du système de régulation, le ratio d'ouverture des baies évolue entre ses ouvertures minimale et maximale. Le profil choisit pour cette évolution du ratio d'ouverture en fonction de $\theta_{\text{op,fin}}$ est un profil à hystérésis basé sur 3 paramètres $\theta_{\text{op_base}}$, $\Delta\theta_{\text{op1}}$ et $\Delta\theta_{\text{op2}}$ (voir Figure 19).

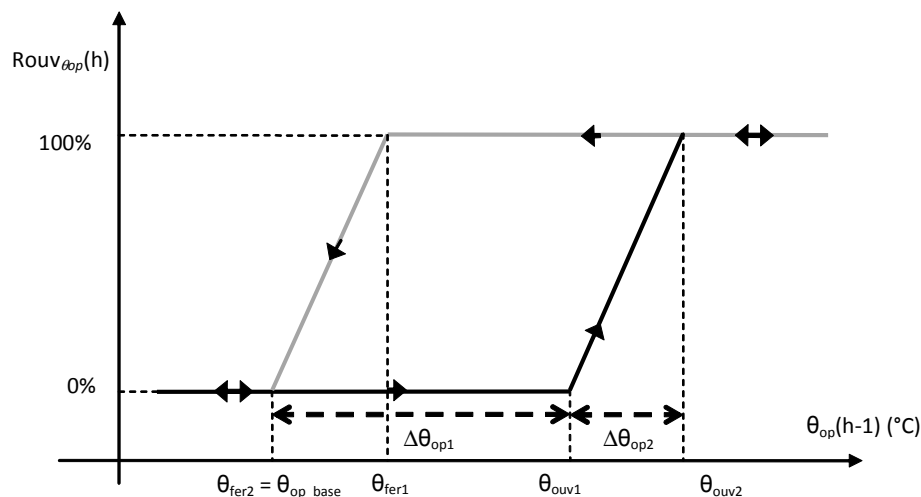


Figure 19 : Ratio d'ouverture en fonction de la température opérative intérieure au pas de temps précédent

7.12.2 NOMENCLATURE

Le **Tableau 37** donne la nomenclature des différentes variables du modèle de calcul.

Dans toute la suite de la fiche, on notera h le pas de temps de simulation, et j le jour de simulation correspondant.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Unité
Zone	$h_{lég}$	Heure légale au pas de temps h.	h
	$\theta_{ei}(h)$	Température de l'air extérieur, au temps h.	°C
	$\theta_{et}(h)$	Température de l'espace tampon solarisé le cas échéant.	°C
	$i_{hergement}$	Indicateur d'usage d'habitation ou hébergement. <i>0 : usage non-résidentiel et non-hébergement.</i> <i>1 : usage résidentiel ou hébergement.</i>	Bool
	$P_{fr_s}(h)$	Indicateur de consigne de refroidissement (confort, réduit de moins de 48h, réduit de plus de 48 heures) par jour/heure	Entier
	$i_{occ_zone}(h)$	Indicateur d'occupation au temps h : vrai : zone en occupation faux : zone en inoccupation	Entier
	$i_{occ_zone}(h-1)$	Indicateur d'occupation au temps h-1.	Entier
	θ_{iifr_+}	Température de consigne de refroidissement en occupation normale (confort)	°C
	Groupe	$\theta_{op,fin}(h-1)$	Température intérieure opérative du groupe considéré à la fin du pas de temps h-1.
$\theta_{op,fin}(h-2)$		Température intérieure opérative du groupe considéré à la fin du pas de temps h-2.	°C
$Saison(j)$		La saison propre au groupe <i>gr</i> au jour j, sous forme d'entier	Entier

Sorties du composant			
	Nom	Description	Unité
	Rouv(h)	Ratio surfacique d'ouverture de la baie au temps h. La valeur 1 correspond à l'ouverture maximale qu'admet la baie.	Réel

Paramètres intrinsèques du composant						
	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.

Valeurs de Cpr(h)	P_{derog_ouv}	Part de la baie dans des locaux occupés pouvant faire l'objet d'une dérogation.	-	0	1	0.5
	$Cpr_{occ_BR1_mat}$	Coefficient Cpr, en occupation, dans la plage « matinée » en exposition au bruit BR1.	réel	0	1	
	$Cpr_{occ_BR1_jou}$	Coefficient Cpr, en occupation, dans la plage « journée » en exposition au bruit BR1.	réel	0	1	
	$Cpr_{occ_BR1_soi}$	Coefficient Cpr, en occupation, dans la plage « soirée » en exposition au bruit BR1.	réel	0	1	
	$Cpr_{occ_BR1_nui}$	Coefficient Cpr, en occupation, dans la plage « nuit » en exposition au bruit BR1.	réel	0	1	
	$Cpr_{occ_BR23_mat}$	Coefficient Cpr, en occupation, dans la plage « matinée » en exposition au bruit BR2 ou 3.	réel	0	1	
	$Cpr_{occ_BR23_jou}$	Coefficient Cpr, en occupation, dans la plage « journée » en exposition au bruit BR2 ou 3.	réel	0	1	
	$Cpr_{occ_BR23_soi}$	Coefficient Cpr, en occupation, dans la plage « soirée » en exposition au bruit BR1.	réel	0	1	
	$Cpr_{occ_BR23_nui}$	Coefficient Cpr, en occupation, dans la plage « nuit » en exposition au bruit BR2 ou 3.	réel	0	1	

Paramètres d'intégration du composant

	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
Zone	P_{occ}	Part des baies en groupe occupé pour lesquelles un occupant peut agir manuellement <i>Voir « C_Bat_Gestion des protections mobiles ».</i>	-	0	1	
	$expo_BR$	Niveau d'exposition au bruit de la baie, peut prendre 1,2 ou 3 comme valeur.	Entier	1	3	
	$mode_gestion_{hiv}$ $mode_gestion_{mis}$ $mode_gestion_{ete}$	Paramètres de définition du mode de gestion de l'ouverture des baies de la zone.	Entier	0	2	
	$\Delta\theta_{op1_man}$ $\Delta\theta_{op2_man}$	Paramètre de base de l'hystérésis en gestion manuelle.	°C	0	$+\infty$	
Gestion manuelle	$\theta_{op_base_man}$	Température de base de construction du diagramme à hystérésis en gestion manuelle.	°C	$-\infty$	$+\infty$	
	$d\theta_{ext_int_man}$	Différence limite de températures entre l'extérieur et l'intérieur pour la surventilation naturelle en gestion manuelle.	°C	0	$+\infty$	
	$\theta_{ei_seuil_bas_man}$ $\theta_{ei_seuil_haut_man}$	Températures extérieures seuils pour la modération de l'ouverture des baies en gestion manuelle.	°C	0	$+\infty$	

voir Tableau 39

Gestion automatique	$\Delta\theta_{op_1_aut}$ $\Delta\theta_{op_2_aut}$	Paramètres de base de l'hystérésis en gestion automatique.	°C	0	$+\infty$
	$\theta_{op_base_aut}$	Différence limite de températures entre l'extérieur et l'intérieur pour la surventilation naturelle en gestion automatique.	°C	0	$+\infty$
	$d\theta_{ext_int_aut}$	Différences de températures entre l'extérieur et l'intérieur à respecter.	°C	$-\infty$	$+\infty$
	$\theta_{ei_seuil_bas_man}$ $\theta_{ei_seuil_haut_man}$	Températures extérieures seuils pour la modération de l'ouverture des baies en gestion automatique.	°C	$-\infty$	$+\infty$

Variables internes

Nom	Description	Unité
$Rouv(h-1)$	Ratio surfacique d'ouverture de la baie au temps h-1. La valeur 1 correspond à l'ouverture maximale qu'admet la baie. Cette donnée d'entrée est la donnée de sortie de la fiche au pas de temps précédent.	Réel
$Rouv_{\theta_{op_man}}(h-1)$	En manuel ou dérogation, ratio d'ouverture de la baie en fonction de la température opérative repris du pas de temps h-1.	Réel
$Rouv_{\theta_{op_aut}}(h-1)$	En automatique non-dérogé, ratio d'ouverture de la baie en fonction de la température opérative repris du pas de temps h-1.	Réel
$Moment_journee(h-1)$	Entier représentant le moment de la journée au pas de temps h-1, au regard des 4 catégories fixées (voir tableau 4).	Entier
$Rouv_{\theta_{ei_man}}(h)$	Ratio de modération de l'ouverture en fonction des températures extérieures et intérieures, en gestion manuelle.	Réel
$Rouv_{\theta_{ei_aut}}(h)$	Ratio de modération de l'ouverture en fonction des températures extérieures et intérieures, en gestion manuelle.	Réel
$Rouv_{\theta_{op_man}}(h)$	En manuel ou dérogation, ratio d'ouverture de la baie en fonction de la température opérative $\theta_{op}(h)$, sans tenir compte des coefficients et autorisations.	Réel
$Rouv_{\theta_{op_aut}}(h)$	En automatique non-dérogé, ratio d'ouverture de la baie en fonction de la température opérative $\theta_{op}(h)$, sans tenir compte des coefficients et autorisations.	Réel
$Cpr(h)$	Coefficient de prise en compte de la plage horaire et l'exposition au bruit.	Réel

$P_{auto_nonderog}(h)$	Part de la baie en gestion automatique non-dérogée.	Réel
$Moment_journee(h)$	Entier représentant le moment de la journée au pas de temps h, au regard des 4 catégories fixées (voir tableau 4).	Entier
$\theta_{ouv_1_man},$ $\theta_{ouv_2_man},$ $\theta_{fer_1_man},$ $\theta_{fer_2_man}$	Températures de consigne de l'hystérésis de gestion en manuel.	°C
$\theta_{ouv_1_aut},$ $\theta_{ouv_2_aut},$ $\theta_{fer_1_aut},$ $\theta_{fer_2_aut}$	Températures de consigne de l'hystérésis de gestion en manuel.	°C

Tableau 37 : Nomenclature du modèle

7.12.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.12.3.1 Paramètres d'intégration et intrinsèques

7.12.3.1.1 Définition du mode de gestion

Les modes de gestion sont définis au niveau de la baie. Les variables $mode_gestion_{[Saison]}$ peuvent prendre les valeurs suivantes:

- **0** : ouverture des baies interdites ou impossibles,
- **1** : gestion manuelle des ouvertures de baies (par les occupants). Ce mode est interdit en groupe climatisé au cours de la saison de refroidissement.
- **2** : gestion automatique des ouvertures de baies. Ce mode est applicable en groupe climatisé au cours de la saison de refroidissement, mais on considère alors que les baies sont fermées en période d'occupation (au sens des systèmes de froid).

Dans le cadre de la méthode Th-E, l'ensemble des modes de gestion sont autorisés.

7.12.3.2 Paramètres en gestion manuelle

Les températures de consigne permettant la modélisation des actions des occupants vis-à-vis de l'ouverture des baies sont intégralement conventionnelles.

Les valeurs permettant la définition des températures de consigne sont définies conventionnellement dans le Tableau 38. Elles sont les mêmes pour tous les usages.

	Saison de chauffage (hiv) ou Saison mixte	Mi-saison (mis)	Saison de refroidissement (été)
$\Delta\theta_{op_1_man}$	3°C	3°C	3°C
$\Delta\theta_{op_2_man}$	1°C	1°C	1°C
$\theta_{op_base_man}$	26°C	24°C	22°C
$d\theta_{ext_int_man}$	-6°C	-6°C	-6°C
$\theta_{ei_seuil_bas_man}$	12°C	10°C	8°C
$\theta_{ei_seuil_haut_man}$	18°C	18°C	16°C

Tableau 38: Paramètres conventionnels de consigne de gestion en gestion manuelle et dérogée

7.12.3.2.1 Paramètres en gestion automatique

Les paramètres de consigne en gestion automatique sont définis au niveau de la baie.

Pour la part non-dérogée, ces valeurs dépendent des paramètres de régulation utilisés dans le système automatique. L'utilisateur a la possibilité :

- d'utiliser ses propres valeurs de consigne,
- d'utiliser les valeurs par défaut suivantes :

	Saison de chauffage (hiv) ou Saison mixte	Mi-saison (mis)	Saison de refroidissement (été)
$\Delta\theta_{op_1_aut}$	3°C	3°C	3°C
$\Delta\theta_{op_2_aut}$	1°C	1°C	1°C
$\theta_{op_base_aut}$	26°C	24°C	22°C
$d\theta_{ext_int_aut}$	2°C	2°C	2°C
$\theta_{ei_seuil_bas_aut}$	12°C	10°C	8°C
$\theta_{ei_seuil_haut_aut}$	18°C	18°C	16°C

Tableau 39: Matrice d'intégration des températures de consigne dans le cas d'une gestion automatique

7.12.3.3 Calcul de $Rouv_{\theta_{ei}}$

Le ratio $Rouv_{\theta_{ei}}$ dépend de la température extérieure, de la température opérative intérieure au pas de temps précédent et des paramètres précédemment définis. Il est calculé via l'algorithme suivant, équivalent à la description faite en Figure 18:

Si $\theta_{ei}(h) \leq \theta_{ei_seuil_bas_man}$, alors,

$$Rouv_{\theta_{ei_man}} = 0$$

Sinon, si $\theta_{ei_seuil_bas_man} < \theta_{ei}(h) \leq \theta_{ei_seuil_haut_man}$, alors,

$$Rouv_{\theta_{ei_man}} = \frac{\theta_{ei}(h) - \theta_{ei_seuil_bas_man}}{\theta_{ei_seuil_haut_man} - \theta_{ei_seuil_bas_man}} \quad (329)$$

Sinon, si $\theta_{ei}(h) \leq \theta_{op}(h-1) - \Delta\theta_{ext_int_man}$, alors,

$$Rouv_{\theta_{ei_man}} = 1$$

Sinon,

$$Rouv_{\theta_{ei_man}} = 0$$

Si $\theta_{ei}(h) \leq \theta_{ei_seuil_bas_aut}$, alors,

$$Rouv_{\theta_{ei_aut}} = 0$$

Sinon, si $\theta_{ei_seuil_bas_aut} < \theta_{ei}(h) \leq \theta_{ei_seuil_haut_aut}$, alors,

$$Rouv_{\theta_{ei}} = \frac{\theta_{ei}(h) - \theta_{ei_seuil_bas_aut}}{\theta_{ei_seuil_haut_aut} - \theta_{ei_seuil_bas_aut}} \quad (330)$$

Sinon, si $\theta_{ei}(h) \leq \theta_{op}(h-1) - \Delta\theta_{ext_int_aut}$, alors,

$$Rouv_{\theta_{ei_aut}} = 1$$

Sinon,

$$Rouv_{\theta_{ei_aut}} = 0$$

7.12.3.4 Calcul de θ_{ouv_man} et θ_{ouv_aut}

7.12.3.4.1 Détermination des températures de consigne

Les quatre températures θ_{ouv_1} , θ_{ouv_2} , θ_{fer_1} et θ_{fer_2} ne sont pas explicitement données en tant que variables d'intégration. Il est nécessaire de les calculer en fonction des données d'intégration : $\Delta\theta_{op_1}$, $\Delta\theta_{op_2}$, et θ_{op_base} , ce dernier dépendant de la valeur de $Saisok(j)$ en donnée d'entrée.

Lorsque l'information $Saisok(j)$ n'est pas disponible (premier pas de temps de chaque jour), on utilisera l'information $Saisok(j-1)$. En manuel, un seul jeu de températures de consigne est utilisé (jeu « _man ») En automatique, un jeu pour la dérogation (« _man ») et un pour la non-dérogation (« _aut ») sont utilisés.

En calcul de la température intérieure de confort (voir fiche «*Sn_Méthode Th-E*»), le jeu de données retenu est conventionnellement celui de la saison de refroidissement.

Pour une gestion manuelle, en saison de refroidissement, et mi-saison :

$$\begin{aligned}\theta_{ouv_1_man} &= \text{MIN}(\theta_{op_base_man} + \Delta\theta_{op_1_man}; \theta_{iifr_+} - \Delta\theta_{op_2_man}), \\ \theta_{ouv_2_man} &= \text{MIN}(\theta_{op_base_man} + \Delta\theta_{op_1_man} + \Delta\theta_{op_2_man}; \theta_{iifr_+}), \\ \theta_{fer_1_man} &= \text{MIN}(\theta_{op_base_man} + \Delta\theta_{op_2_man}; \theta_{ouv_2_man}), \\ \theta_{fer_2_man} &= \text{MIN}(\theta_{op_base_man}; \theta_{ouv_1_man})\end{aligned}\quad (331)$$

Pour une gestion manuelle, en saison de chauffage ou saison mixte :

$$\begin{aligned}\theta_{ouv_1_man} &= \theta_{op_base_man} + \Delta\theta_{op_1_man}, \\ \theta_{ouv_2_man} &= \theta_{op_base_man} + \Delta\theta_{op_1_man} + \Delta\theta_{op_2_man}, \\ \theta_{fer_1_man} &= \theta_{op_base_man} + \Delta\theta_{op_2_man}; \theta_{ouv_2_man}, \\ \theta_{fer_2_man} &= \theta_{op_base_man}\end{aligned}\quad (332)$$

Pour une gestion automatique :

$$\begin{aligned}\theta_{ouv_1_aut} &= \theta_{op_base_aut} + \Delta\theta_{op_1_aut} \\ \theta_{ouv_2_aut} &= \theta_{op_base_aut} + \Delta\theta_{op_1_aut} + \Delta\theta_{op_2_aut}, \\ \theta_{fer_1_aut} &= \theta_{op_base_aut} + \Delta\theta_{op_2_aut}, \\ \theta_{fer_2_aut} &= \theta_{op_base_aut}\end{aligned}\quad (333)$$

7.12.3.4.2 Process de calcul des ratios d'ouverture

7.12.3.4.2.1 En gestion manuelle

L'algorithme est la traduction du diagramme à hystérésis de la Figure 19, complété des spécificités du mode de gestion manuel :

$$Rouv_{\theta_{op_aut}} = 0 \quad (334)$$

Si $\theta_{op,fin}(h-1) \leq \theta_{fer_2_man}$,

$$Rouv_{\theta_{op_man}} = 0$$

Sinon, si $\theta_{op,fin}(h-1) \geq \theta_{ouv_2_man}$,

$$Rouv_{\theta_{op_man}} = 1$$

Sinon,

Si $\theta_{op,fin}(h-2) \leq \theta_{op,fin}(h-1)$, (augmentation de température opérative)

Si $\theta_{op,fin}(h-1) \leq \theta_{ouv_1_man}$,

$$Rouv_{\theta_{op_man}} = Rouv_{\theta_{op_man}}(h-1)$$

Sinon, (cas : $\theta_{ouv_1_man} < \theta_{op,fin}(h-1) < \theta_{ouv_2_man}$)

$$Rouv_{\theta_{op_man}} = \max\left(\frac{\theta_{op,fin}(h-1) - \theta_{ouv_1_man}}{\theta_{ouv_2_man} - \theta_{ouv_1_man}}; Rouv_{\theta_{op_man}}(h-1)\right) \quad (335)$$

Sinon, (diminution de température opérative)

Si $\theta_{op,fin}(h-1) \geq \theta_{fer_1_man}$,

Si $i_{occ_zone}(h-1)=0$ (en inoccupation à h-1),

$$Rouv_{\theta_{op_man}} = 0.5$$

Sinon,

$$Rouv_{\theta_{op_man}} = Rouv_{\theta_{op_man}}(h-1)$$

Sinon, (cas: $\theta_{fer_2_man} < \theta_{op,fin}(h-1) < \theta_{fer_1_man}$)

$$Rouv_{\theta_{op_man}} = \min\left(\frac{\theta_{op,fin}(h-1) - \theta_{fer_2_man}}{\theta_{fer_1_man} - \theta_{fer_2_man}}; Rouv_{\theta_{op_man}}(h-1)\right)$$

7.12.3.4.2.2 *En gestion automatique*

Pour la partie des baies dérogée (mode_gestion_[Saison] = 2).

L'algorithme est exactement identique au cas de la gestion manuelle décrit au 7.12.3.4.2.1.

Pour la partie non-dérogée (mode_gestion_[Saison] = 2) :

Si $\theta_{op,fin}(h-1) \leq \theta_{fer_2_aut}$,
 $Rouv_{\theta_{op_aut}} = 0$

Sinon, si $\theta_{op,fin}(h-1) \geq \theta_{ouv_2_aut}$,
 $Rouv_{\theta_{op_aut}} = 1$

Sinon,

Si $\theta_{op,fin}(h-2) \leq \theta_{op,fin}(h-1)$ (augmentation de température opérative)

Si $\theta_{op,fin}(h-1) \leq \theta_{ouv_1_aut}$,
 $Rouv_{\theta_{op_aut}} = Rouv_{\theta_{op_aut}}(h-1)$

Sinon, (cas : $\theta_{ouv_1_aut} < \theta_{op,fin}(h-1) < \theta_{ouv_2_aut}$)
 $Rouv_{\theta_{op_aut}} = \max\left(\frac{\theta_{op,fin}(h-1) - \theta_{ouv_1_aut}}{\theta_{ouv_2_aut} - \theta_{ouv_1_aut}}; Rouv_{\theta_{op_aut}}(h-1)\right)$ (336)

Sinon, (diminution de température opérative)

Si $\theta_{op,fin}(h-1) \geq \theta_{fer_1_aut}$,
 $Rouv_{\theta_{op_aut}} = Rouv_{\theta_{op_aut}}(h-1)$

Sinon, (cas : $\theta_{fer_2_aut} < \theta_{op,fin}(h-1) < \theta_{fer_1_aut}$)
 $Rouv_{\theta_{op_aut}} = \min\left(\frac{\theta_{op,fin}(h-1) - \theta_{fer_2_aut}}{\theta_{fer_1_aut} - \theta_{fer_2_aut}}; Rouv_{\theta_{op_aut}}(h-1)\right)$

7.12.3.5 Coefficient de prise en compte de la part de dérogation de la régulation automatique $P_{auto_nonderg}(h)$

7.12.3.5.1 En gestion manuelle

Le coefficient $P_{auto_nonderg}(h)$ n'intervient pas dans les calculs.

$$P_{auto_nonderg}(h) = 0 \quad (337)$$

7.12.3.5.2 En gestion automatique

La gestion automatique de l'ouverture des baies peut être dérogée par les utilisateurs, lorsqu'ils sont présents dans le bâtiment. Le modèle alors utilisé pour cette dérogation est celui d'une gestion manuelle.

On calcule un pourcentage $P_{auto_nonderg}(h)$ de baies qui fonctionnent en automatique sans dérogation de la part des opérateurs. Ce ratio prend en compte la part de locaux fréquentés par les occupants en période d'occupation (P_{occ}), ainsi que le taux d'occupants P_{derog_ouv} appliquant effectivement une dérogation de l'ouverture automatique (selon des facteurs d'accessibilité ou de comportement).

En période d'inoccupation, on considère que l'ensemble des baies sont hors dérogation. En période d'occupation, $P_{auto_nonderg}(h)$ est fonction du taux d'occupation effectif des locaux et de la part de baies dont la dérogation est possible.

Au final :

$$\begin{aligned} \text{Si } i_{occ_zone}(h) = 1 \text{ (en occupation),} \\ P_{auto_nonderg}(h) = (1 - P_{occ}) + P_{occ} \cdot (1 - P_{derog_ouv}) \\ \text{Sinon,} \\ P_{auto_nonderg}(h) = 1 \end{aligned} \quad (338)$$

7.12.3.6 Coefficient de prise en compte des plages horaires et de l'exposition au bruit $Cpr(h)$

En gestion manuelle, ou en dérogation de gestion automatique, l'ouverture de la baie est soumise aux critères de nuisances sonores extérieures et de moment de la journée. On modélise cette influence par le coefficient $Cpr(h)$. Les données d'entrée impliquées dans la définition de $Cpr(h)$ sont : $i_{occ_zone}(h)$, P_{occ} , expoBR (BR 1, BR 2 ou BR 3), et $Moment_journee(h)$. $Moment_journee(h)$ est à établir sur la base de $h_{lég}$, heure légale, en fonction des créneaux horaires quotidiens définis dans le tableau 4 (1:matinée, 2:journée, 3:soirée, 4:nuit). P_{occ} représente la part des locaux effectivement occupé en période d'occupation. Ce paramètre est conventionnel selon le type d'usage : l'ensemble des valeurs sont définies dans la fiche « C_BAT_Gestion des protections mobiles ».

En occupation :

Pour tous les types d'usages :

En période d'occupation				
	Matinée : $h_{lég}$ de 7h à 9h	Journée : $h_{lég}$ de 9h à 18h	Soirée : $h_{lég}$ de 18h à 22h	Nuit : $h_{lég}$ de 22h à 7h
BR1	P_{occ}	P_{occ}	P_{occ}	P_{occ}
BR2 et BR3	$0.7 \times P_{occ}$	$0.7 \times P_{occ}$	$0.7 \times P_{occ}$	$0.3 \times P_{occ}$

Tableau 40: Valeurs de $Cpr(h)$ en période d'occupation

En inoccupation :

$$\begin{aligned} \text{Si } i_{occ_zone}(h) = 0 \text{ (inoccupation),} \\ Cpr(h) = 0 \end{aligned} \quad (339)$$

7.12.3.7 Calcul final de $Rouv^b(h)$

En gestion manuelle, une distinction est faite en fonction du type d'usage de la zone : d'une part zones à usage d'habitation ou d'hébergement, d'autre part autres usages. En habitation et hébergement, pour toute la durée de la période « nuit », on considère que l'ouverture de la baie est bloquée sur la position qu'elle avait à 23h.

$$\begin{aligned} \text{Cas mode_gestion}_{[Saison]} = 0 : \text{pas d'ouverture des baies} \\ Rouv(h) = 0 \end{aligned} \quad (340)$$

Cas mode_gestion_[Saison] = 1 : gestion manuelle

$$\begin{aligned} \text{Si } i_{hergement} = 1, \text{ alors,} \\ \text{Si Moment_journee}(h-1) < 4 \text{ (hors créneau « nuit » au temps } h-1), \\ Rouv(h) = Cpr(h) \cdot Rouv_{\theta ei_man} \cdot Rouv_{\theta 0_man} \\ \text{Sinon,} \\ Rouv(h) = Rouv(h-1) \end{aligned} \quad (341)$$

$$\begin{aligned} \text{Sinon,} \\ Rouv(h) = Cpr(h) \cdot Rouv_{\theta ei_man} \cdot Rouv_{\theta 0_man} \end{aligned}$$

Cas mode_gestion_[Saison] = 2: gestion automatique

$$\begin{aligned} \text{Si Saison}(j) = 1 \text{ (saison de refroidissement) et } P_{fr_s}(h) = 1, \text{ alors,} \\ Rouv(h) = 0 \end{aligned} \quad (342)$$

$$\begin{aligned} \text{Sinon,} \\ Rouv(h) = (1 - P_{auto_nonderog}(h)) \cdot Cpr(h) \cdot Rouv_{\theta ei_man} \cdot Rouv_{\theta 0_man} + \\ P_{auto_nonderog}(h) \cdot Rouv_{\theta ei_aut} \cdot Rouv_{\theta 0_aut} \end{aligned}$$

7.13 C BAT Gestion protections mobiles

7.13.1 INTRODUCTION

Cette fiche a pour objectif le calcul des ratios surfaciques de baie protégée par la première protection mobile (PM1) et/ou par la seconde protection mobile (PM2). Ces ratios de surface sont associés à la baie et évoluent à chaque pas de temps.

La Gestion des Protections Mobiles (GPM) doit permettre de déterminer :

- les types de gestion ;
- quand appliquer ces types de gestion ;
- comment appliquer ces types de gestion.

En termes de protections, la baie est caractérisée par deux protections mobiles, dont on définit les types :

- la première protection mobile (PM1) est de type volet, store enroulable ou store orientable (vénitien). Elle est également caractérisée par sa position (intérieure ou extérieure). Le store vénitien n'est permis que pour les baies verticales.
- la seconde protection mobile (PM2) vient en complément de la première et a une unique fonction d'anti-éblouissement. Sa gestion est manuelle et sa position intérieure.

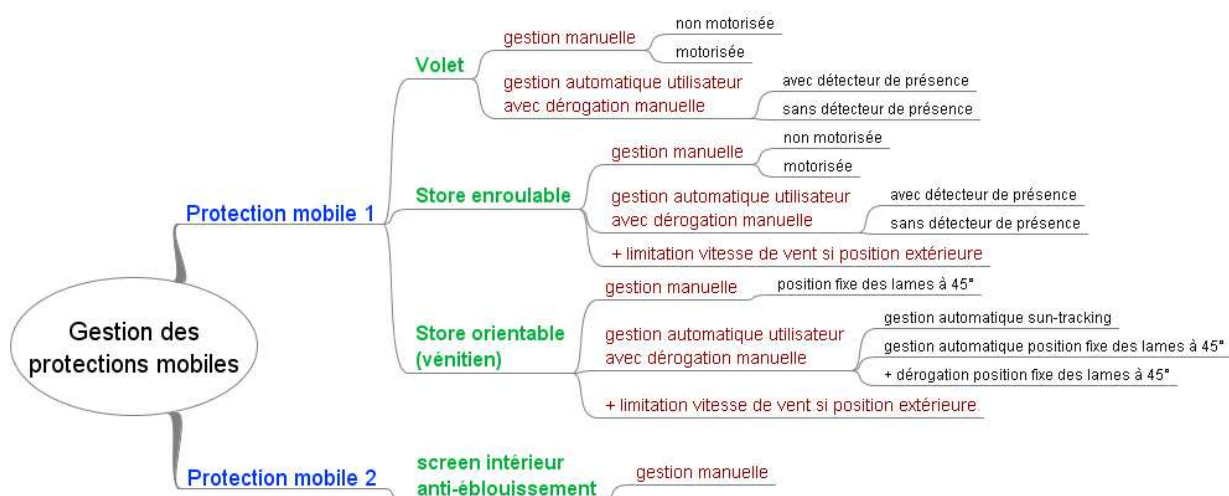


Figure 20 : Modes de gestion par type de protection mobile

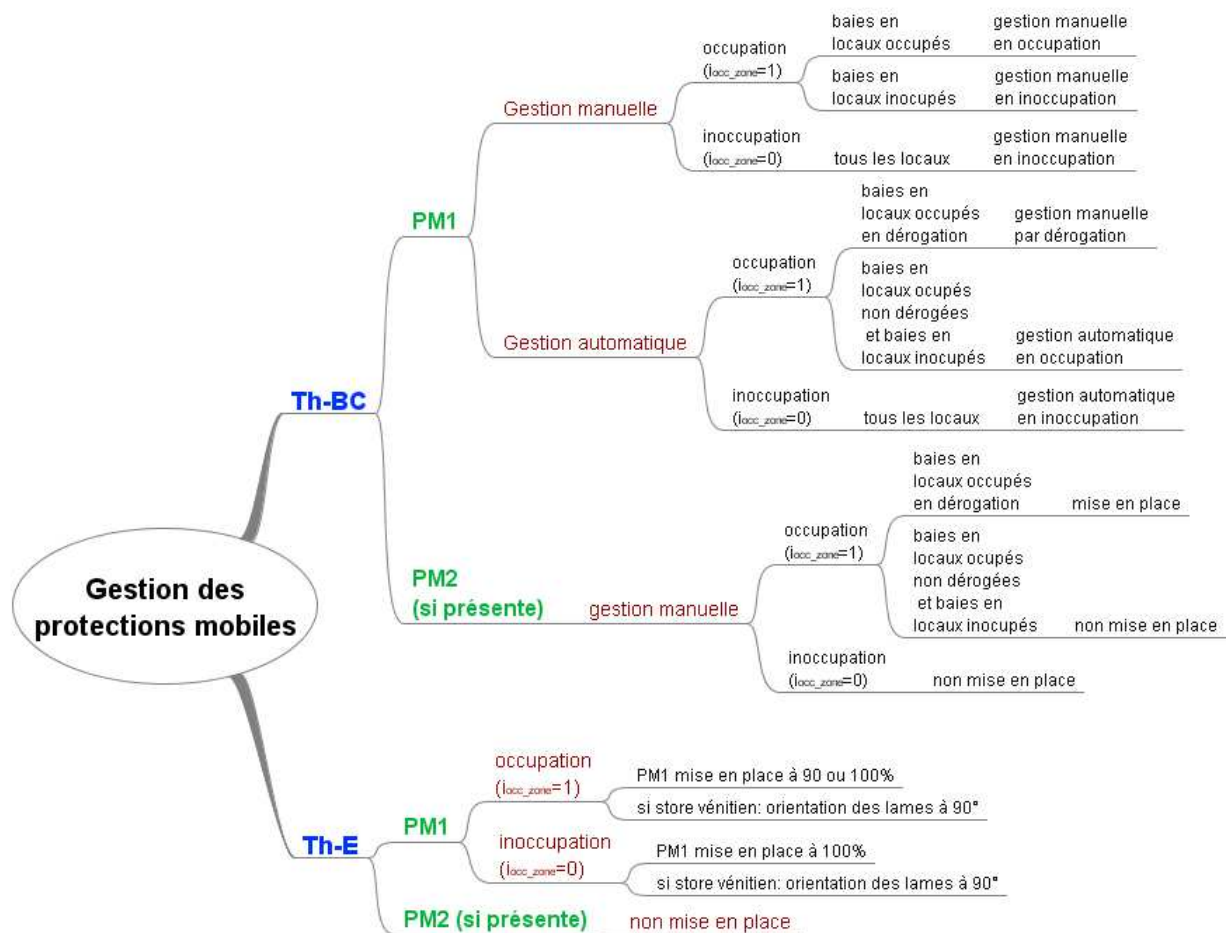


Figure 21 : Répartition des modes de gestion

7.13.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 41 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de gestion des protections mobiles.

Entrées du composant		
Nom	Description	Unité
Saison	La saison propre au groupe au jour j , sous forme d'entier : 1 : saison de refroidissement ; 2 : mi-saison ; 3 : saison de chauffe avec interdiction de refroidir ; 4 : saison de chauffe avec autorisation de refroidir.	Ent.
Env.proche	E_{tp}^* : Eclairement incident total sur la baie, sans prise en compte du (des) espace(s) tampon(s)	lux
	V_{vent_c} : Vitesse du vent corrigée	m/s
Groupe	$\theta_{op,fin}(h-1)$: Température ressentie par l'occupant à la fin du pas de temps précédent	°C
	$Jour_année$: Jour de l'année (1 à 365)	-
	h_{leg} : Heure légale de la journée (1 à 24)	-
	Indice d'occupation de la zone 0 = zone inoccupée 1 = zone occupée	-
Scénarios conv.	i_{occ_zone} : Cet indice correspond aux plages d'occupation données par les scénarios conventionnels. Indice d'occupation de la zone pour la gestion des protections mobiles -1 = zone inoccupée la nuit ou en vacances 0 = zone inoccupée le jour 1 = zone occupée Cet indice correspond aux plages d'occupation données par les scénarios conventionnels.	-
	i_{occ_gpm} : Cet indice correspond aux plages d'occupation données par les scénarios conventionnels.	-
Espace T	$b_{ecl,i,b}$: Coefficient de réduction de l'éclairement dû à la présence de l'espace tampon i sur la baie vitrée b	-
	Id_{ET} : Indicateur de présence d'un espace tampon sur la baie vitrée b (0-pas d'espace tampon / 1-présence d'un espace tampon)	-

Paramètres intrinsèques du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
b	Indice indiquant qu'il s'agit de la baie vitrée b	-	-	-	-
z	Indice indiquant qu'il s'agit de la zone	-	-	-	-
v	Indice indiquant que la première protection mobile est de type volet	-	-	-	-
se	Indice indiquant que la première protection mobile est de type store enroulable	-	-	-	-
sv	Indice indiquant que la première protection mobile est de type store vénitien	-	-	-	-
$Tli_{ap_dir,b}$	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident direct pour la partie de la baie	-	0	1	-

	vitrée b avec protection mobile				
$Tld_{ap_dif,b}$	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident diffus de la partie avec protection mobile de la baie vitrée b	-	0	1	-
$Tld_{ap_ref,b}$	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident réfléchi de la partie avec protection mobile de la baie vitrée b	-	0	1	-
Pour les PM1 de type volet ou store enroulable					
<i>Pour la gestion automatique</i>					
$Eclim_auto$	Seuil d'éclairement incident pour la gestion automatique	lux	0	$+\infty$	-
$Toph_limh_auto$	Limite haute pour la température opérative moyenne de l'heure précédente, utilisée en gestion automatique	°C	$-\infty$	$+\infty$	-
$Toph_limb_auto$	Limite basse pour la température opérative moyenne de l'heure précédente, utilisée en gestion automatique	°C	$-\infty$	$+\infty$	-
$Vventlim_auto$	Seuil de vitesse de vent pour laquelle la protection (extérieure) est remontée, utilisée en gestion automatique	m/s	0	$+\infty$	-
M_Rprot1_auto	Matrice pour calculer le ratio de fermeture des volets ou des stores enroulables, en occupation et en inoccupation, pour la gestion automatique	-	[0]	[1]	-
<i>Pour la gestion manuelle</i>					
$Topj_lim_manu_v[z]$	Limite haute pour la température opérative moyenne du jour précédent, en gestion manuelle lorsque la protection est de type volet	°C	$-\infty$	$+\infty$	26.5
$Topj_lim_manu_se[z]$	Limite haute pour la température opérative moyenne du jour précédent, en gestion manuelle lorsque la protection est de type store enroulable	°C	$-\infty$	$+\infty$	26.5
$Vventlim_manu_se$	Seuil de vitesse de vent pour lequel la protection (extérieure) de type store enroulable est remontée	m/s	0	$+\infty$	10
$M_Rprot1_manu_occ_v[z]$	Matrice pour calculer le ratio de fermeture des volets en occupation et pour la gestion manuelle	-	-	-	-
$M_Rprot1_manu_occ_se[z]$	Matrice pour calculer le ratio de fermeture des stores enroulables en occupation et pour la gestion manuelle	-	-	-	-
$M_Rprot1_manu_inocc_v[z]$	Matrice pour calculer le ratio de fermeture des volets en inoccupation et pour la gestion manuelle	-	[0]	[1]	-
$M_Rprot1_manu_inocc_se[z]$	Matrice pour calculer le ratio de fermeture des stores enroulables en inoccupation et pour la gestion manuelle	-	[0]	[1]	-
$M_Ecl2_occ1_v[z]$	Matrice de seuils d'éclairement pour lesquels la seconde protection mobile est entièrement fermée en occupation, lorsque la première protection mobile est de type volet	[lux]	[0]	$[+\infty]$	-
$M_Ecl2_occ1_se[z]$	Matrice de seuils d'éclairement pour lesquels la seconde protection mobile est entièrement fermée en occupation, lorsque la première protection mobile est de type store enroulable	[lux]	[0]	$[+\infty]$	-
Pour les PM1 de type store vénitien					
<i>Pour la gestion automatique</i>					
$Eclim_auto_sv$	Seuil d'éclairement incident pour la gestion automatique	lux	0	$+\infty$	-
$Vventlim_auto_sv$	seuil de vitesse de vent limite pour lequel les stores vénitiens (extérieurs) sont remontés en gestion automatique	m/s	0	$+\infty$	-
$M_Rprot1_auto_sv$	Matrice des ratios de fermeture des stores vénitiens, en occupation et en inoccupation, pour la gestion automatique	-	[0]	[1]	-
<i>Pour la gestion manuelle</i>					
$Eclim_manu_sv$	Seuil d'éclairement incident pour la gestion manuelle	lux	0	$+\infty$	15000
$Vventlim_manu_sv$	seuil de vitesse de vent limite pour lequel les stores vénitiens (extérieurs) sont remontés en gestion manuelle	m/s	0	$+\infty$	10
$M_Rprot1_manu_sv[z]$	Matrice des ratios de fermeture des stores vénitiens, en occupation et en inoccupation, pour la gestion manuelle	-	[0]	[1]	-
$M_Ecl2_occ1_sv[z]$	Matrice de seuils d'éclairement pour lesquels la seconde protection mobile est entièrement fermée en occupation, lorsque la première protection mobile est de type store vénitien	[lux]	[0]	$[+\infty]$	-
Pour les PM2 (quelque soit PM1)					
$Rprot2_1_partGPM$	Ratio de surface de baies protégées par la seconde protection mobile en inoccupation	-	0	1	-
$Rprot2_occ0$	Ratio de surface de baies protégées par la seconde protection mobile pour un éclairage nul	-	0	1	-

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Défaut
<i>usage_{zone}</i>	Type d'usage de la zone (utilisée pour les données conventionnelles)	-	1	31	-
<i>Pocc[z]</i>	Part des baies en groupe occupé pour lesquelles un occupant peut agir manuellement	-	0	1	-
<i>Pderog[z]</i>	Part des baies dans les locaux occupés dont les protections mobiles sont en dérogation manuelle	-	0	1	-
<i>Type_PM</i>	Type de PM1 (0-pas de PM/ 1-volet / 2-store enroulable / 3-store vénitien)	-	0	3	-
<i>Prot_{ext}</i>	Protection intérieure (=faux) ou extérieure (=vrai)	Bool	Faux	Vrai	-
<i>PM2</i>	Présence d'une seconde protection mobile	Bool	Faux	Vrai	Faux

Pour les PM1 de type volet ou store enroulable

<i>Type-GPM</i>	Type de gestion de la première protection mobile de type volet ou store enroulable (=1 si automatique avec dérogation, =2 si gestion manuelle non motorisée, =3 si gestion manuelle motorisée)	-	1	3	
<i>Detec_pres</i>	Présence d'un détecteur de présence (pour la dérogation manuelle), pour des protections de type volet ou store enroulable	Bool	Faux	Vrai	
<i>Type_horl</i>	Type d'horloge pour la distinction jour/nuit en gestion automatique (0-pas de distinction jour/nuit / 1-horloge crépusculaire / 2-horloge personnalisable), pour des protections de type volet ou store enroulable	-	0	2	
<i>M_horl_jour</i>	Matrice des heures de distinction jour/nuit pour l'horloge personnalisée, pour des protections de type volet ou store enroulable	-	[1]	[24]	-

Pour les PM1 de type store vénitien

<i>Type-GPM-sv</i>	Type de gestion de la première protection mobile de type stores vénitiens (=1 si gestion sun-tracking, =2 si gestion manuelle-position fixe des lames, =3 si gestion automatique 45°)	-	1	3	
<i>Type_horl_sv</i>	Type d'horloge pour la distinction jour/nuit si gestion automatique (0-pas de distinction jour/nuit / 1-horloge crépusculaire / 2-horloge personnalisable) pour les stores vénitiens	-	0	2	
<i>M_horl_jour_sv</i>	Matrice des heures de distinction jour/nuit pour l'horloge personnalisée pour les stores vénitiens	-	[1]	[24]	-

Variables internes

Nom	Description	Unité
<i>Etp**</i>	Eclairement incident total sur la baie, après prise en compte du (des) espace(s) tampon(s)	lux
<i>Topj-1_max</i>	Température opérative maximale du jour précédent	°C
<i>Topj_max</i>	Température opérative maximale du jour	°C
<i>Hj_début</i>	Heure de début de jour pour la gestion automatique (si horloge personnalisée)	-
<i>Hj_fin</i>	Heure de fin de jour pour la gestion automatique (si horloge personnalisée)	-
<i>Jour</i>	Indique les périodes de jour et de nuit (=vrai si c'est le jour ; =faux si c'est la nuit)	Bool
<i>Saison_GPM</i>	Indicateur de saison (1-hiver / 2-mi-saison / 3-été)	-
<i>Tli_{max,b}</i>	Valeur maximale des trois facteurs de transmission lumineuse de la baie vitrée b avec protection mobile	-
<i>Rprot1_auto</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type volet ou store enroulable en gestion automatique	-

<i>Rprot</i>	Terme générique caractérisant un ratio de fermeture d'une protection mobile	-
<i>Rprot0</i>	Terme générique caractérisant un ratio de fermeture d'une protection mobile pour un éclairage nul	-
<i>Eclman</i>	Terme générique caractérisant un seuil d'éclairage incident pour lequel une protection mobile est entièrement fermée	lux
<i>Type-GPM-manu</i>	Type de gestion de PM1 de type volet ou store enroulable prenant en compte un éventuel détecteur de présence (=1 si auto avec dérogation+détecteur de présence, =2 si auto avec dérogation sans détecteur de présence, =3 si gestion manuelle non motorisée, =4 si gestion manuelle motorisée)	-
<i>Rprot2,b</i>	Ratio de surface de la baie vitrée b protégée par la seconde protection mobile	-
Pour les PM1 de type volet		
<i>Rprot1_manu_o cc0_v</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type volet, pour un éclairage nul, en gestion manuelle et en occupation le jour (dans le cas où il n'y a pas de seconde protection mobile)	-
<i>Ecl1_manu_occ l_v</i>	Seuil d'éclairage incident pour lequel $Rprot1_manu_occ_v = 1$ (en gestion manuelle et en occupation le jour dans le cas où il n'y a pas de seconde protection mobile)	lux
<i>Rprot1_manu_o cc_v</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type volet, en gestion manuelle et en occupation	-
<i>Rprot1_manu_i nocc_v</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type volet, en gestion manuelle et en inoccupation	-
<i>Ecl2_occ1_v</i>	Seuil d'éclairage incident pour lequel $Rprot2_occ_v = 1$ (en occupation, pour des PM1 de type volet)	lux
Pour les PM1 de type store enroulable		
<i>Rprot1_manu_o cc0_se</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type store enroulable, pour un éclairage nul, en gestion manuelle et en occupation le jour (dans le cas où il n'y a pas de seconde protection mobile)	-
<i>Ecl1_manu_occ l_se</i>	Seuil d'éclairage incident pour lequel $Rprot1_manu_occ_se = 1$ (en gestion manuelle et en occupation le jour dans le cas où il n'y a pas de seconde protection mobile)	lux
<i>Rprot1_manu_o cc_se</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type store enroulable, en gestion manuelle et en occupation	-
<i>Rprot1_manu_i nocc_se</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type store enroulable, en gestion manuelle et en inoccupation	-
<i>Ecl2_occ1_se</i>	Seuil d'éclairage incident pour lequel $Rprot2_occ_se = 1$ (en occupation, pour les stores enroulables)	lux
Pour les PM1 de type store vénitien		
<i>Rprot1_auto_oc c_sv</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type store vénitien, en gestion automatique et en occupation	-
<i>Rprot1_auto_in occ_sv</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type store vénitien, en gestion automatique et en inoccupation	-
<i>Rprot1_manu_o cc_sv</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type store vénitien, en gestion manuelle et en occupation	-
<i>Rprot1_manu_i nocc_sv</i>	Ratio de surface de baies protégées par la première protection mobile de type store vénitien, en gestion manuelle et en inoccupation	-
<i>Ecl2_occ1_sv</i>	Seuil d'éclairage incident pour lequel $Rprot2_occ_sv = 1$ (en occupation, pour les stores vénitiens)	lux

Sorties

Nom	Description	Unité
$part_{GPM}$	Pourcentage de la surface des baies appartenant soit aux locaux réellement occupés d'un groupe en période d'occupation (si gestion manuelle), soit aux locaux en dérogation manuelle (si gestion automatique)	
$R_{prot1}_{partGPM, b}$	Position de la première protection mobile de la baie vitrée b dans la « $part_{GPM}$ » des locaux (0 – ouverte, 1 – fermée)	
$R_{prot1}_{1-partGPM, b}$	Position de la première protection mobile de la baie vitrée b dans la partie « 1- $part_{GPM}$ » des locaux (0 – ouverte, 1 – fermée)	
$R_{prot2, b}$	Position de la seconde protection mobile de la baie vitrée b (0 – ouverte, 1 – fermée)	

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
-----	-------------	-------	-------

Tableau 41 : Nomenclature des différentes variables du modèle de gestion des protections mobiles

7.13.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.13.3.1 Structure des calculs

Notations

Les données conventionnelles sont définies pour chaque type de zone, avec l'indice :

[z] numéro de la zone concernée

On distingue les trois types de protections mobiles par les indices suivants :

_v volet
_se store enroulable
_sv store vénitien

L'indice **0** accolé à *occ* caractérise la valeur du *Rprot* pour un éclairage nul.

L'indice **1** accolé à *occ* caractérise la valeur de l'éclairage pour un *Rprot*=1.

L'indice **1** affecté au *Rprot* ou à *Ecl* caractérise la première protection mobile.

L'indice **2** affecté au *Rprot* ou à *Ecl* caractérise la seconde protection mobile.

Exemple : *Rprot1_manu_occ0* est le ratio de fermeture de la première protection mobile pour un éclairage nul (en occupation et en gestion manuelle).

Conventions

- Les tableaux relatifs à la gestion manuelle feront l'objet d'une convention non modifiable par l'utilisateur de Th-BCE 2012 et définie pour chaque zone. Les tableaux relatifs aux automatismes seront, au moins initialement, des données d'entrée de la méthode.

- La GPM d'une baie consiste à déterminer les ratios surfaciques de baie protégée. On appelle *Rprot* un ratio de surface relative de protection de la baie, tel que :

$R_{prot} = 0$ si la baie est sans protection mobile

$R_{prot} = 1$ si la protection mobile est en place

Répartition des locaux en période d'occupation

On définit une part $Part_{GPM}$ de la baie qui correspond aux locaux réellement occupés en période d'occupation telle que définie dans les scénarii d'usage. On attribue donc un $R_{prot_{partGPM}}$ pour la part $Part_{GPM}$ de la baie et un $R_{prot_{1-partGPM}}$ pour la part $(1 - Part_{GPM})$. Cette règle est valable pour la gestion manuelle.

Mode de gestion à prendre en compte pour la première protection mobile

- volet, store enroulable

- automatique avec dérogation
- manuelle motorisée
- manuelle non motorisée

- store à lames orientables

- suntracking avec dérogation
- automatique fixe 45° avec dérogation
- manuelle

NB : les cas « manuelle motorisée avec commande générale dérogeable » sont assimilés à manuelle motorisée.

Règles pour la dérogation de la gestion automatique

Le principe de la dérogation est de l'appliquer sur une partie de la part des locaux réellement occupés. De cette manière, la baie en période d'occupation est partagée entre la gestion manuelle par dérogation et la gestion automatique.

Résumé des règles de gestion

Si la protection mobile 1 est équipée d'une gestion automatique :

- En période d'inoccupation, on applique la gestion automatique sur la totalité de la baie
- En période d'occupation, on applique la gestion manuelle par dérogation sur une partie de la baie et la gestion automatique pour le reste

Si la protection mobile 1 est gérée manuellement :

- En période d'inoccupation, on applique la gestion manuelle d'inoccupation sur la totalité de la baie
- En période d'occupation, on applique la gestion manuelle d'occupation sur une partie de la baie (correspondant à la part des locaux réellement occupés) et la gestion manuelle d'inoccupation pour le reste (correspondant à la part des locaux réellement inoccupés)

Spatio-temporel

Si la gestion est automatique, la matrice pour le calcul du Rprot est définie au niveau de la baie. A chaque pas de temps, l'outil va chercher dans cette matrice la valeur de Rprot correspondante.

Si la gestion est manuelle, une matrice pour le calcul du Rprot est définie conventionnellement pour chaque usage (donc au niveau de la zone). Selon l'usage de la zone à laquelle appartient la baie étudiée, l'outil va chercher dans la matrice correspondante la valeur de Rprot.

7.13.3.2 Calculs préliminaires

7.13.3.2.1 Calcul de la température maximale du jour précédent

Certaines fonctions de gestion-régulation définies ci-dessous nécessitent de connaître la température opérative maximale du jour précédent, notée $Topj-1_{max}$.

À chaque pas de temps :

$$\begin{aligned}
 Topj_{max} &= \max (Topj_{max} ; \theta_{op, fin} (h-I)) \\
 &\text{si incrémentation de } Jour_année \\
 &\text{alors} \\
 &\quad Topj-1_{max} = Topj_{max} \\
 &\quad Topj_{max} = 0
 \end{aligned}
 \tag{343}$$

Note : pour le premier jour de l'année, la donnée $Topj-1_{max}$ ne sera pas accessible. On prendra une valeur nulle par défaut (Cela n'aura de toute façon que peu d'impact, la température opérative maximale du jour précédent étant utilisée uniquement en été).

7.13.3.2.2 Calcul de l'éclairement incident

L'éclairement incident est corrigé par la présence d'espaces tampons.

$$\text{On pose} \tag{344}$$

$$Etp^{**} = b_{ecl, b} \cdot Etp^{*}$$

Où Etp^{**} est l'éclairement incident sur la baie, après correction due à la présence d'un espace tampon.

7.13.3.2.3 Calcul d'un Rprot en fonction de l'éclairement

Lorsque le local est occupé, en période de jour et en absence d'une seconde protection mobile, le ratio de fermeture d'une protection mobile de type volet ou store enroulable dépend de l'éclairement. Le principe général de calcul est détaillé ci-dessous.

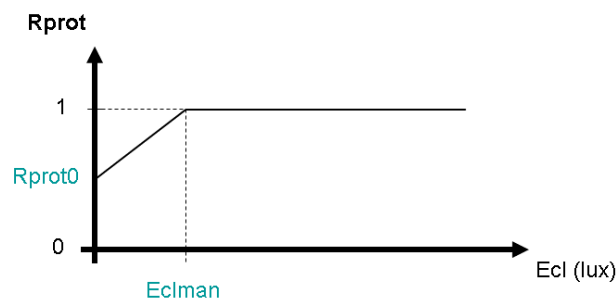


Figure 22 : Calcul d'un Rprot en fonction de l'éclairement

Si $E_{tp}^{**} \geq E_{clman}$

$$R_{prot} = 1$$

Si $E_{tp}^{**} < E_{clman}$

(345)

$$R_{prot} = R_{prot0} + (1 - R_{prot0}) \cdot \frac{E_{tp}^{**}}{E_{clman}}$$

Pour les quatre cas suivants, le ratio de fermeture des protections mobiles ne se calcule pas à partir de l'éclairement (il prend une valeur unique définie dans les matrices correspondantes) :

- si la protection mobile est de type store vénitien ;
- en gestion manuelle, lorsque le local est occupé et en période de nuit ;
- en gestion manuelle, lorsque le local est occupé et en présence d'une seconde protection mobile ;
- en gestion manuelle, lorsque le local est inoccupé ;
- en gestion automatique.

7.13.3.2.4 Calcul de Part_GPM

$Part_{GPM}$ permet de distinguer deux types de locaux ayant des ratios de fermeture des protections mobiles différents.

7.13.3.2.4.1 *En gestion manuelle ((type-PM=1 ou 2 et Type-GPM=2 ou 3) ou (type-PM=3 et Type-GPM-sv=2))*

En gestion manuelle, $part_{GPM}$ est la part des baies en locaux occupés.

En période d'occupation ($i_{occ_zone}=vrai$)

$$part_{GPM} = Pocc[z] \quad (346)$$

En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=faux$),

$$part_{GPM} = 0$$

$Pocc[z]$ est la part des baies en groupe occupé pour lesquelles un occupant peut agir manuellement. Ce paramètre conventionnel est défini pour chaque zone.

7.13.3.2.4.2 *En gestion automatique ((type-PM=1 ou 2 et Type-GPM=1) ou (type-PM=3 et Type-GPM-sv=1 ou type-GPM-sv=3))*

En gestion automatique, $part_{GPM}$ représente la part des baies du groupe dont la gestion des protections mobiles est la dérogation manuelle.

En période d'occupation ($i_{occ_zone}=vrai$)

$$part_{GPM} = Pocc[z] * Pderog[z] \quad (347)$$

En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=faux$),

$$part_{GPM} = 0$$

$Pderog[z]$ est la part des baies en locaux occupés dont la gestion des protections mobiles est la dérogation manuelle.

7.13.3.2.4.3

Récapitulatif

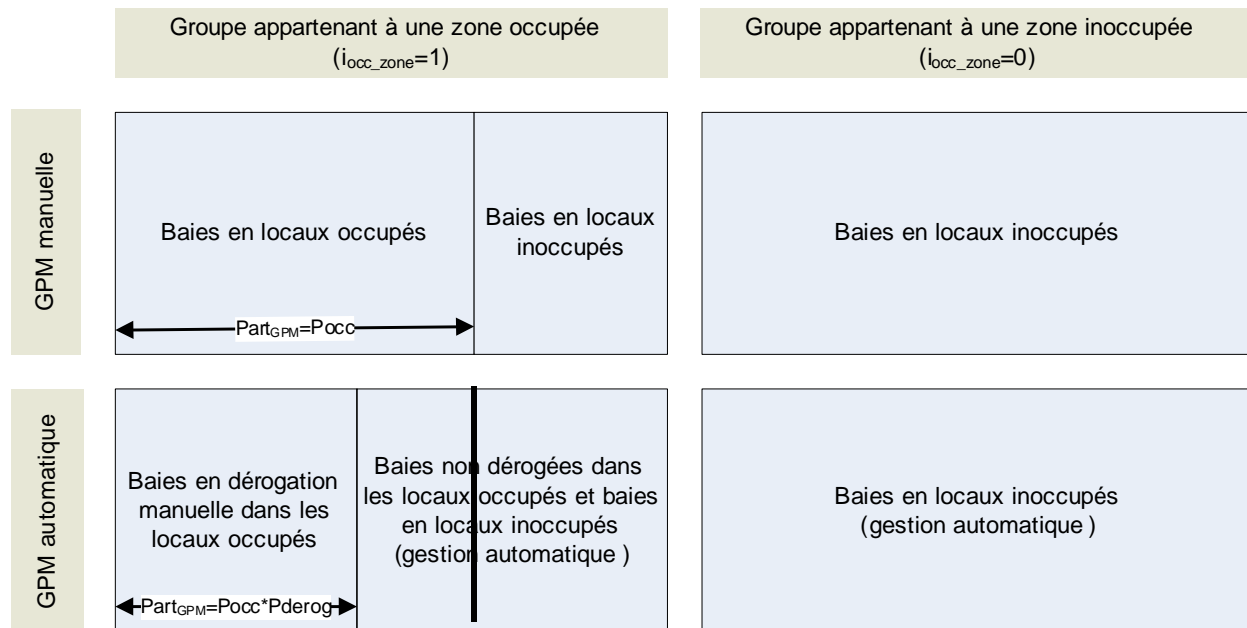


Figure 23 : Synthèse du calcul de part_GPM en fonction des configurations

7.13.3.2.5 Création d'une variable interne pour les volets et les stores enroulables

Pour des protections mobiles de type volet ou store enroulable, le ratio de fermeture R_{prot} dépend du type de gestion de la première protection mobile. La création de la variable interne *type-GPM-manu* permet de simplifier le traitement des données stockées dans les matrices.

- si la gestion est automatique avec dérogation ($type-GPM=1$)

- si il y a un détecteur de présence ($detec_pres=vrai$)

$$type-GPM-manu = 1$$

- si pas de détecteur de présence ($detec_pres=faux$)

$$type-GPM-manu = 2 \quad (348)$$

- si la gestion manuelle est non motorisée ($type-GPM=2$)

$$type-GPM-manu = 3$$

- si la gestion manuelle est motorisée ($type-GPM=3$)

$$type-GPM-manu = 4$$

7.13.3.2.6 Calcul du paramètre saison_GPM

$Saison_GPM$ est une variable interne nécessaire uniquement pour faire le lien entre la fiche algorithme saison et les algorithmes de cette fiche. Elle se calcule de la manière suivante :

- si $Saison^{gr}(j) = 3$
 $saison_GPM = 1$ (hiver, chauffage)
- si $Saison^{gr}(j) = 2$ et $Saison^{gr}(j) = 4$
 $saison_GPM = 2$ (mi-saison) (349)
- si $Saison^{gr}(j) = 1$
 $saison_GPM = 3$ (été, refroidissement)

7.13.3.2.7 Calcul du paramètre jour

Le paramètre booléen *Jour* permet de distinguer les colonnes jour et nuit des matrices. Ce paramètre varie selon le type d'horloge et selon le type de gestion des protections mobiles.

7.13.3.2.7.1 Pour les PM1 de type volet ou store enroulable (Type-PM=1 ou 2)

- Pour la gestion automatique (type-GPM=1)

- si *type_horl*=0, on ne distingue pas le jour et la nuit.

Jour=vrai

- si l'horloge est crépusculaire (*type_horl*=1), le paramètre *Jour* est lié à l'éclairement incident sur la baie considérée.

$$\begin{cases} \text{Si } Etp^{**} \neq 0, Jour = \text{vrai} \\ \text{si } Etp^{**} = 0, Jour = \text{faux} \end{cases} \quad (350)$$

- si l'horloge est personnalisable (*type_horl*=2), le paramètre *Jour* dépend des données que l'occupant aura définies dans la matrice *M_horl_jour*.

$$\begin{cases} \text{Si } H_{j_debut}(saison_GPM) < H_{leg} \leq H_{j_fin}(saison_GPM) \text{ alors } Jour = \text{vrai} \\ \text{sinon } Jour = \text{faux} \end{cases}$$

Matrice <i>M_Horl_jour</i>	hiver	mi-saison	été
<i>Hj_debut</i>			
<i>Hj_fin</i>			

Figure 24 : matrice *M_horl_jour*

- Pour la gestion manuelle (type-GPM=2 ou type-GPM=3), on se base sur l'éclairement total incident *Etp*** pour distinguer le jour de la nuit en occupation. Le paramètre *i_occ_gpm* permet de différencier l'occupation de l'inoccupation dite de jour et de celle dite de nuit ou de vacances. En effet, dans le cas de la gestion manuelle, pendant les périodes d'inoccupation la position des protections mobiles doit rester fixe et ne doit pas dépendre du paramètre *Jour*. La fiche « Scénarios conventionnels » définit donc les périodes d'inoccupation pour lesquelles la position des protections mobiles sera celle de l'inoccupation en journée et les périodes d'inoccupation pour lesquelles la position des protections mobiles sera celle de l'inoccupation la nuit (notamment les périodes de weekend et de vacances). Le paramètre *i_occ_gpm* intervient donc également dans le calcul du paramètre *Jour*, comme suit :

Si *i_occ_gpm* = 1

$$\begin{cases} Jour = \text{vrai, si } Etp^{**} \neq 0 \\ Jour = \text{faux, si } Etp^{**} = 0 \end{cases}$$

Si *i_occ_gpm* = 0 (351)

Jour = vrai

Si *i_occ_gpm* = -1

Jour = faux

7.13.3.2.7.2

Pour les PM1 de type store à lames orientables (Type-PM=3)

Le principe est le même que pour les volets ou les stores enroulables. Mais les heures de début et de fin de jour peuvent être différentes.

- Pour la gestion automatique (type-GPM-sv=1 ou type-GPM-sv=3)

- si $type_horl_sv=0$, on ne distingue pas le jour et la nuit.

$Jour=vrai$

- si l'horloge est crépusculaire ($type_horl_sv=1$), le paramètre $Jour$ est lié à l'éclairement incident sur la baie considérée.

$$\begin{cases} \text{Si } Etp^{**} \neq 0, Jour=vrai \\ \text{si } Etp^{**}=0, Jour=faux \end{cases} \quad (352)$$

- si l'horloge est personnalisable ($type_horl_sv=2$), le paramètre $Jour$ dépend des données que l'occupant aura définies dans la matrice $M_horl_jour_sv$ (cf. ci-dessous)

$$\begin{cases} \text{si } H_{j_debut}(saison_GPM) < H_{leg} \leq H_{j_fin}(saison_GPM) \text{ alors } Jour=vrai \\ \text{sinon } Jour=faux \end{cases}$$

Matrice M_Horl_jour_sv	hiver	mi-saison	été
Hj_debut			
Hj_fin			

Figure 25 : matrice M_horl_jour_sv

- Pour la gestion manuelle ($type-GPM-sv=2$), on se base sur l'éclairement total incident Etp^{**} pour distinguer le jour de la nuit en occupation. Le paramètre i_{occ_gpm} permet de différencier l'occupation de l'inoccupation dite de jour et de celle dite de nuit ou de vacances. En effet, dans le cas de la gestion manuelle, pendant les périodes d'inoccupation la position des protections mobiles doit rester fixe et ne doit pas dépendre du paramètre $Jour$. La fiche « Scénarios conventionnels » définit donc les périodes d'inoccupation pour lesquelles la position des protections mobiles sera celle de l'inoccupation en journée et les périodes d'inoccupation pour lesquelles la position des protections mobiles sera celle de l'inoccupation la nuit (notamment les périodes de weekend et de vacances). Le paramètre i_{occ_gpm} intervient donc également dans le calcul du paramètre $Jour$, comme suit :

Si $i_{occ_gpm} = 1$

$$\begin{cases} Jour = vrai, \text{ si } Etp^{**} \neq 0 \\ Jour = faux, \text{ si } Etp^{**} = 0 \end{cases}$$

Si $i_{occ_gpm} = 0$ (353)

$Jour = vrai$

Si $i_{occ_gpm} = -1$

$Jour = faux$

7.13.3.2.8 Calcul de l'hystérésis

Si la gestion des protections mobiles de type volet ou store enroulable (type_PM=1 ou 2) est automatique, le ratio de fermeture R_{prot} dépend directement de la température opérative à la fin du pas de temps précédent.

La stratégie de fermeture fait intervenir une fonction d'hystérésis, qui est décrite par le schéma ci-dessous :

En notant :

- x la valeur du R_{prot} issue de la matrice $M_R_{prot1_auto}$ dans une situation donnée (occupation/inoccupation, saison, jour/nuit, E_{tp}^{**}) et pour $\theta_{op,fin} < T_{oph-1limb}$, et
- y la valeur du R_{prot} issue de la matrice $M_R_{prot1_auto}$ dans la même situation mais pour $T_{oph-1limh} < \theta_{op,fin}$,

on a les profils suivants :

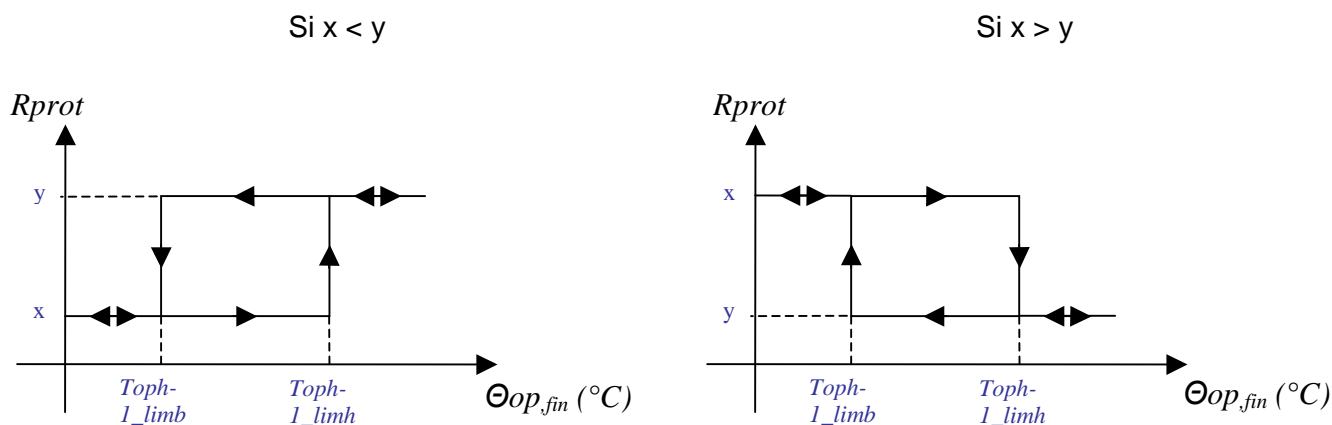


Figure 26 : Forme générale du profil du ratio de fermeture d'une protection mobile en gestion automatique, en fonction de la température opérative

7.13.3.3 Présentation des matrices de ratios de fermeture et des valeurs conventionnelles

Les 2 tableaux ci-dessous présentent de manière globale la structure des matrices utilisées pour les calculs des ratios de fermeture d'une protection mobile. Il s'agit d'une concaténation des matrices définies dans la nomenclature, permettant d'illustrer la caractérisation globale de la gestion des protections mobiles d'une baie.

Le premier tableau concerne le cas où la première protection mobile est de type volet ou store enroulable, le second concerne le cas où la première protection mobile est de type store vénitien.

Les cases en jaune représentent les valeurs définies par l'utilisateur (gestion automatique), tandis que les cases en vert et bleu représentent les valeurs conventionnelles (gestion manuelle et dérogation manuelle). Les cases en bleu se distinguent par la caractérisation des ratios de fermeture pour la seconde protection mobile (quant elle est présente).

Première protection mobile de type volet ou store enroulable				jour				nuit	jour				nuit	
				Bp* < Eclim_auto		Bp* ≥ Eclim_auto			sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				Toph-1limh < Bop,fin	Bop,fin < Toph-1limb	Toph-1limh < Bop,fin	Bop,fin < Toph-1limb		Toph-1limh < Bop,fin	Bop,fin < Toph-1limb	PM1	PM1		PM1
				Rprot	Rprot	Rprot	Rprot		Rprot	Rprot	Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver											
			mi-saison											
			été	Toph-1_lim_manu < Toph-1_max										
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver											
			mi-saison											
			été	Toph-1_lim_manu < Toph-1_max										
	inoccupation	gestion automatique	hiver											
			mi-saison											
			été											
		gestion manuelle non motorisée	hiver											
			mi-saison											
			été											
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver											
			mi-saison											
			été	Toph-1_lim_manu < Toph-1_max										
		gestion manuelle motorisée	hiver											
			mi-saison											
			été	Toph-1_lim_manu < Toph-1_max										
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver											
			mi-saison											
			été	Toph-1_lim_manu < Toph-1_max										
		gestion manuelle motorisée	hiver											
			mi-saison											
			été	Toph-1_lim_manu < Toph-1_max										

Figure 27 : matrice générale des ratios de fermeture dans le cas où la première protection mobile est de type volet ou store enroulable

Première protection mobile de type store vénitien				jour		nuit	jour		nuit	PM2
				Etp** < Eclim_auto_sv	Etp** ≥ Eclim_auto_sv		Etp** < Eclim_manu_sv	Etp** ≥ Eclim_manu_sv		
				Rprot	Rprot		Rprot	Rprot		
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle	hiver				idem gestion manuelle			idem gestion manuelle
			mi-saison							
			été							
	inoccupation	automatisme	hiver							
			mi-saison							
			été							
			hiver							
			mi-saison							
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle	hiver							
			mi-saison							
	inoccupation	gestion manuelle	hiver							
			mi-saison							

Figure 28 : matrice générale des ratios de fermeture dans le cas où la première protection mobile est de type store vénitien

Les matrices conventionnelles (gestion manuelle) ont été définies pour 6 familles, qui regroupent des usages considérés comme similaires du point de vue de la gestion des protections mobiles. Le tableau suivant présente ces regroupements d'usages, ainsi que les paramètres d'intégration *Pocc* et *Pderog* qui sont eux fixés pour chacun des 34 usages.

	Liste des zones	Regroupement d'usages						Paramètres des	
		Habitation, hôtellerie et hébergement	Bureaux	Enseignement	Restauration	Hôpitaux (24h/24)	Autre	Pocc	Pderog
1	Bâtiment à usage d'habitation - maison individuelle et accolée	X						0,5	0,25
2	Bâtiment à usage d'habitation - logement collectif	X						0,7	0,25
3	Etablissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte-garderie)			X				0,7	0,4
4	Enseignement primaire			X				0,7	0,4
5	Enseignement secondaire (partie jour)			X				0,7	0,4
6	Enseignement secondaire (partie nuit)	X						0,8	0,25
7	Enseignement - université			X				0,7	0,4
8	Bâtiment à usage d'habitation - Foyer de jeunes travailleurs	X						0,8	0,25
10	Hôtel 0*, 1* (partie nuit)	X						0,8	0,25
11	Hôtel 2* (partie nuit)	X						0,8	0,25
12	Hôtel 3* (partie nuit)	X						0,8	0,25
13	Hôtel 4* et 5* (partie nuit)	X						0,8	0,25
14	Hôtel 0*, 1* et 2* (partie jour)		X					0,8	0,25
15	Hôtel 3*, 4* et 5* (partie jour)		X					0,8	0,25
16	Bureaux		X					0,5	0,25
17	Restauration commerciale en continue (18h/j 7j/7)				X			0,9	0,1
18	Restauration - 1 repas/jour, 5j/7				X			0,9	0,1
19	Restauration - 2 repas/jour, 7j/7				X			0,9	0,1
20	Restauration - 2 repas/jour, 6j/7				X			0,9	0,1
22	Commerce, magasin, zones commerciales						X	0,7	0,1
24	Etablissement sportif scolaire						X	0,9	0
26	Bâtiment à usage d'habitation - Etablissement sanitaire avec hébergement	X						0,8	0,25
27	Hôpital (partie nuit)					X		0,8	0,25
28	Hôpital (partie jour)		X					0,5	0,25
29	Transport - aéroport						X	0,9	0
30	Bâtiment à usage d'habitation - Cité universitaire	X						0,8	0,25
32	Industrie - 3x8h						X	0,7	0,1
33	Industrie - 8h à 18h						X	0,7	0,1
34	Tribunal						X	0,5	0,1
36	Etablissement sportif municipal ou privé						X	0,9	0
37	Restauration scolaire - 1 repas/jour, 5j/7				X			0,9	0,1
38	Restauration scolaire - 3 repas/jour, 5j/7				X			0,9	0,1

Figure 29 : Regroupement d'usages et valeurs des paramètres Pocc et Pderog pour chaque usage

Les tableaux suivants correspondent aux matrices conventionnelles (gestion manuelle) pour chacune des 6 familles d'usages et pour les 3 types de protections mobiles (volet, store enroulable et store vénitien).

Première protection mobile de type volet				Habitation, hôtellerie et hébergement					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	10%	100 000	10%	100 000	80%	
			mi-saison	10%	100 000	10%	60 000	80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	60 000	20%	80%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	40 000	50%	30 000	80%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	10%	100 000	10%	idem avec ou sans détecteur de présence	90%	
			mi-saison	10%	100 000	10%		90%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	50 000		20%	90%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000		50%	90%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	100 000	15%	100 000	80%	
			mi-saison	15%	100 000	15%	80 000	80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	80 000	20%	80%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	25%	60 000	40%	30 000	80%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%	100 000	10%	100 000	90%	
			mi-saison	10%	100 000	10%	60 000	90%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	60 000	20%	90%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	40 000	40%	20 000	90%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	20%	idem avec ou sans PM2			70%	
			mi-saison	20%				70%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				20%	70%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				40%	70%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%				80%	
			mi-saison	10%				80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				20%	80%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				50%	80%

Figure 30 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type volet et pour les usages de la famille « habitation, hôtellerie et hébergement »

Première protection mobile de type volet				BUREAU					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	5%	80 000	5%	80 000	90%	
			mi-saison	5%	100 000	5%	80 000	90%	
			été	$Topj-1_max < Topj-1_lim_manu$	15%	80 000	30%	20 000	90%
				$Topj-1_lim_manu \leq Topj-1_max$	20%	60 000	30%		90%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	5%	80 000	5%	idem avec ou sans détecteur de présence	90%	
			mi-saison	5%	100 000	5%		90%	
			été	$Topj-1_max < Topj-1_lim_manu$	15%	70 000		30%	90%
				$Topj-1_lim_manu \leq Topj-1_max$	20%	50 000		30%	90%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	10%	80 000	10%	60 000	30%	
			mi-saison	10%	100 000	10%	80 000	30%	
			été	$Topj-1_max < Topj-1_lim_manu$	10%	80 000	20%	40 000	30%
				$Topj-1_lim_manu \leq Topj-1_max$	15%	60 000	20%		30%
		gestion manuelle motorisée	hiver	5%	80 000	5%	60 000	70%	
			mi-saison	5%	100 000	5%	80 000	70%	
			été	$Topj-1_max < Topj-1_lim_manu$	15%	80 000	30%	30 000	70%
				$Topj-1_lim_manu \leq Topj-1_max$	20%	60 000	30%		70%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	10%	idem avec ou sans PM2			30%	
			mi-saison	10%				30%	
			été	$Topj-1_max < Topj-1_lim_manu$				20%	30%
				$Topj-1_lim_manu \leq Topj-1_max$				30%	30%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%				70%	
			mi-saison	10%				70%	
			été	$Topj-1_max < Topj-1_lim_manu$				30%	70%
				$Topj-1_lim_manu \leq Topj-1_max$				40%	70%

Figure 31 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type volet et pour les usages de la famille « bureau »

Première protection mobile de type volet				ENSEIGNEMENT					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	5%	80 000	5%	80 000	20%	
			mi-saison	5%	100 000	5%	80 000	20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	15%	80 000	30%	20 000	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	60 000	30%		20%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	5%	80 000	5%	idem avec ou sans détecteur de présence	20%	
			mi-saison	5%	100 000	5%		20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	15%	70 000		30%	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	50 000		30%	20%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	10%	80 000	10%	60 000	90%	
			mi-saison	10%	100 000	10%	80 000	90%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	10%	80 000	20%	40 000	90%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	15%	60 000	20%		90%
		gestion manuelle motorisée	hiver	5%	80 000	5%	60 000	90%	
			mi-saison	5%	100 000	5%	80 000	90%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	15%	80 000	30%	30 000	90%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	60 000	30%		90%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	10%	idem avec ou sans PM2		60%		
			mi-saison	10%			60%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			20%	60%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			30%	60%	
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%			90%		
			mi-saison	10%			90%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			30%	90%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			40%	90%	

Figure 32 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type volet et pour les usages de la famille « enseignement »

Première protection mobile de type volet				RESTAURATION					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	5%	150 000	5%	80 000	10%	
			mi-saison	5%	150 000	5%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	15%	150 000	30%	20 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	150 000	30%		10%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	5%	150 000	5%	idem avec ou sans détecteur de présence	10%	
			mi-saison	5%	150 000	5%		10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	15%	150 000		30%	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	150 000		30%	10%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	10%	150 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	10%	150 000	10%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	10%	150 000	20%	40 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	15%	150 000	20%		10%
		gestion manuelle motorisée	hiver	5%	150 000	5%	60 000	10%	
			mi-saison	5%	150 000	5%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	15%	150 000	30%	30 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	150 000	30%		10%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	5%	idem avec ou sans PM2		90%		
			mi-saison	10%			90%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			20%	90%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			40%	90%	
		gestion manuelle motorisée	hiver	5%			90%		
			mi-saison	10%			90%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			20%	90%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			50%	90%	

Figure 33 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type volet et pour les usages de la famille « restauration »

Première protection mobile de type volet				HOPITAUX NUIT					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	80 000	80%	
			mi-saison	10%	80 000	10%	80 000	80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	30 000	20%	80%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%	80%	
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	idem avec ou sans détecteur de présence	90%	
			mi-saison	10%	80 000	10%		90%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	20 000		20%	90%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	20 000		50%	90%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	60 000	15%	60 000	80%	
			mi-saison	15%	80 000	15%	80 000	80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	40 000	20%	80%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	25%	40 000	40%	80%	
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%	60 000	10%	60 000	90%	
			mi-saison	10%	80 000	10%	80 000	90%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	30 000	20%	90%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	40%	90%	
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	20%	idem avec ou sans PM2		70%		
			mi-saison	20%			70%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			20%	70%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			40%	70%	
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%			80%		
			mi-saison	10%			80%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			20%	80%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			50%	80%	

Figure 34 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type volet et pour les usages de la famille « hôpitaux-nuit »

Première protection mobile de type volet				AUTRES USAGES					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	20%	200 000	20%	200 000	80%	
			mi-saison	20%	200 000	20%	200 000	80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	200 000	20%	200 000	80%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	200 000	20%		80%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	20%	200 000	20%	idem avec ou sans détecteur de présence	80%	
			mi-saison	20%	200 000	20%		80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	200 000		20%	80%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	200 000		20%	80%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	20%	200 000	20%	200 000	80%	
			mi-saison	20%	200 000	20%	200 000	80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	200 000	20%	200 000	80%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	200 000	20%		80%
		gestion manuelle motorisée	hiver	20%	200 000	20%	200 000	80%	
			mi-saison	20%	200 000	20%	200 000	80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	200 000	20%	200 000	80%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	200 000	20%		80%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	20%	idem avec ou sans PM2		80%		
			mi-saison	20%			80%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			20%	80%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			20%	80%	
		gestion manuelle motorisée	hiver	20%			80%		
			mi-saison	20%			80%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			20%	80%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			20%	80%	

Figure 35 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type volet et pour les usages de la famille « autres usages »

Première protection mobile de type store enroulable				Habitation, hôtellerie et hébergement					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	100 000	20%	
			mi-saison	10%	60 000	10%	60 000	20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	50 000	20%	20%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	40 000	50%	30 000	20%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	idem avec ou sans détecteur de présence	10%	
			mi-saison	10%	60 000	10%		10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	40 000		20%	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000		50%	10%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	10%	100 000	10%	100 000	10%	
			mi-saison	10%	80 000	10%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	15%	60 000	15%	10%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	40 000	40%	30 000	10%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%	100 000	10%	100 000	10%	
			mi-saison	10%	60 000	10%	60 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	50 000	20%	10%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%	20 000	10%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	10%	idem avec ou sans PM2		20%		
			mi-saison	20%			20%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			30%	20%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			40%	20%	
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%			10%		
			mi-saison	20%			10%		
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu			30%	10%	
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max			60%	10%	

Figure 36 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SE et pour les usages de la famille « habitation, hôtellerie et hébergement »

Première protection mobile de type store enroulable				BUREAU					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	80 000	15%	
			mi-saison	10%	80 000	20%	80 000	15%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	30 000	45%	20 000	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%		20%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	idem avec ou sans détecteur de présence	10%	
			mi-saison	10%	80 000	20%		10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	20 000		45%	15%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	20 000		50%	15%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	60 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	15%	80 000	15%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	40 000	35%	40 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	25%	40 000	40%		10%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%	60 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	10%	80 000	20%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	30 000	45%	30 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%		10%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	idem avec ou sans PM2			15%	
			mi-saison	15%				15%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				25%	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				30%	20%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%				10%	
			mi-saison	10%				10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				30%	15%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				40%	15%

Figure 37 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SE et pour les usages de la famille « bureau »

Première protection mobile de type store enroulable				ENSEIGNEMENT					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	80 000	15%	
			mi-saison	10%	80 000	20%	80 000	15%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	30 000	45%	20 000	15%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%		15%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	idem avec ou sans détecteur de présence	10%	
			mi-saison	10%	80 000	20%		10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	20 000		45%	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	20 000		50%	10%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	60 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	15%	80 000	15%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	40 000	35%	40 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	25%	40 000	40%		10%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%	60 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	10%	80 000	20%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	30 000	45%	30 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%		10%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	idem avec ou sans PM2			10%	
			mi-saison	15%				10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				25%	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				30%	10%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%				10%	
			mi-saison	10%				10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				30%	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				40%	10%

Figure 38 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SE et pour les usages de la famille « enseignement »

Première protection mobile de type store enroulable				RESTAURATION					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	80 000	15%	
			mi-saison	10%	80 000	20%	80 000	15%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	30 000	45%	20 000	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%		20%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	idem avec ou sans détecteur de présence	10%	
			mi-saison	10%	80 000	20%		10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	20 000		45%	15%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	20 000		50%	15%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	60 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	15%	80 000	15%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	40 000	35%	40 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	25%	40 000	40%		10%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%	60 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	10%	80 000	20%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	30 000	45%	30 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%		10%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%		idem avec ou sans PM2		80%	
			mi-saison	15%				80%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				25%	80%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				30%	80%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%				90%	
			mi-saison	10%				90%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				30%	90%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				40%	90%

Figure 39 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SE et pour les usages de la famille « restauration »

Première protection mobile de type store enroulable				HOPITAUX NUIT					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	80 000	15%	
			mi-saison	10%	80 000	20%	80 000	15%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	30 000	45%	20 000	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%		20%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	10%	60 000	10%	idem avec ou sans détecteur de présence	10%	
			mi-saison	10%	80 000	20%		10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	20 000		45%	15%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	20 000		50%	15%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	60 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	15%	80 000	15%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	40 000	35%	40 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	25%	40 000	40%		10%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%	60 000	10%	60 000	10%	
			mi-saison	10%	80 000	20%	80 000	10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	25%	30 000	45%	30 000	10%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	30%	30 000	50%		10%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	15%	idem avec ou sans PM2			15%	
			mi-saison	15%				15%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				25%	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				30%	20%
		gestion manuelle motorisée	hiver	10%				10%	
			mi-saison	10%				10%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				30%	15%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				40%	15%

Figure 40 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SE et pour les usages de la famille « hôpitaux-nuit »

Première protection mobile de type store enroulable				AUTRES USAGES					
				jour				nuit	
				sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)			
				PM1	PM1	PM1	PM2		PM1
				Rprot0	Ecl1	Rprot	Ecl2	Rprot	
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle sans détecteur de présence	hiver	20%	200 000	20%	200 000	20%	
			mi-saison	20%	200 000	20%	200 000	20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	200 000	20%	200 000	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	200 000	20%		20%
		dérogation manuelle avec détecteur de présence	hiver	20%	200 000	20%	idem avec ou sans détecteur de présence	20%	
			mi-saison	20%	200 000	20%		20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	200 000		20%	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	200 000		20%	20%
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	20%	200 000	20%	200 000	20%	
			mi-saison	20%	200 000	20%	200 000	20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	200 000	20%	200 000	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	200 000	20%		20%
		gestion manuelle motorisée	hiver	20%	200 000	20%	200 000	20%	
			mi-saison	20%	200 000	20%	200 000	20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu	20%	200 000	20%	200 000	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max	20%	200 000	20%		20%
	inoccupation	gestion manuelle non motorisée	hiver	20%	idem avec ou sans PM2			20%	
			mi-saison	20%				20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				20%	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				20%	20%
		gestion manuelle motorisée	hiver	20%				20%	
			mi-saison	20%				20%	
			été	Topj-1_max < Topj-1_lim_manu				20%	20%
				Topj-1_lim_manu <= Topj-1_max				20%	20%

Figure 41 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SE et pour les usages de la famille « autres usages »

Première protection mobile de type store vénitien				Habitation, hôtellerie et hébergement			
				jour		nuit	PM2
				Etp** < Eclim_manu_sv	Etp** ≥ Eclim_manu_sv		
				Rprot	Rprot	Rprot	Ecl2
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle	hiver	idem gestion manuelle			idem gestion manuelle
			mi-saison				
			été				
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle	hiver	20%	60%	80%	100 000
			mi-saison	10%	40%	80%	80 000
			été	20%	70%	80%	30 000
	inoccupation	gestion manuelle	hiver	40%		70%	
			mi-saison	20%		70%	
			été	40%		70%	

Figure 42 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SV et pour les usages de la famille « habitation, hôtellerie et hébergement »

Première protection mobile de type store vénitien				BUREAU			
				jour		nuit	PM2
				Etp** < Eclim_manu_sv	Etp** ≥ Eclim_manu_sv		
				Rprot	Rprot	Rprot	Ecl2
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle	hiver	idem gestion manuelle			idem gestion manuelle
			mi-saison				
			été				
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle	hiver	20%	60%	20%	60 000
			mi-saison	10%	40%	10%	80 000
			été	20%	70%	20%	40 000
	inoccupation	gestion manuelle	hiver	40%		40%	
			mi-saison	20%		20%	
			été	40%		40%	

Figure 43 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SV et pour les usages de la famille « bureau »

Première protection mobile de type store vénitien				ENSEIGNEMENT			
				jour		nuit	PM2
				Etp** < Eclim_manu_sv	Etp** ≥ Eclim_manu_sv		
				Rprot	Rprot	Rprot	Ecl2
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle	hiver	idem gestion manuelle			idem gestion manuelle
			mi-saison				
			été				
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle	hiver	20%	60%	20%	60 000
			mi-saison	10%	40%	10%	80 000
			été	20%	70%	20%	40 000
	inoccupation	gestion manuelle	hiver	40%		90%	
			mi-saison	20%		90%	
			été	40%		90%	

Figure 44 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SV et pour les usages de la famille « enseignement »

Première protection mobile de type store vénitien				RESTAURATION			
				jour		nuit	PM2
				Etp** < Eclim_manu_sv	Etp** ≥ Eclim_manu_sv		
				Rprot	Rprot	Rprot	Ecl2
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle	hiver	idem gestion manuelle			idem gestion manuelle
			mi-saison				
			été				
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle	hiver	20%	60%	20%	60 000
			mi-saison	10%	40%	10%	80 000
			été	20%	70%	20%	40 000
	inoccupation	gestion manuelle	hiver	40%		40%	
			mi-saison	20%		20%	
			été	40%		40%	

Figure 45 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SV et pour les usages de la famille « restauration »

Première protection mobile de type store vénitien				HOPITAUX NUIT			
				jour		nuit	PM2
				Etp** < Eclim_manu_sv	Etp** ≥ Eclim_manu_sv		
				Rprot	Rprot	Rprot	Ecl2
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle	hiver	idem gestion manuelle			idem gestion manuelle
			mi-saison				
			été				
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle	hiver	20%	60%	80%	60 000
			mi-saison	10%	40%	80%	80 000
			été	20%	70%	80%	40 000
	inoccupation	gestion manuelle	hiver	40%		70%	
			mi-saison	20%		70%	
			été	40%		70%	

Figure 46 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SV et pour les usages de la famille « hôpitaux-nuit »

Première protection mobile de type store vénitien				AUTRES USAGES			
				jour		nuit	PM2
				Etp** < Eclim_manu_sv	Etp** ≥ Eclim_manu_sv		
				Rprot	Rprot	Rprot	Ecl2
gestion automatique	occupation	dérogation manuelle	hiver	idem gestion manuelle			idem gestion manuelle
			mi-saison				
			été				
gestion manuelle	occupation	gestion manuelle	hiver	20%	60%	20%	200 000
			mi-saison	10%	40%	10%	200 000
			été	20%	70%	20%	200 000
	inoccupation	gestion manuelle	hiver	40%		40%	
			mi-saison	20%		20%	
			été	40%		40%	

Figure 47 : Matrice conventionnelle pour les PM1 de type SV et pour les usages de la famille « autres usages »

7.13.3.4 Calcul des ratios de fermeture de la première PM dans Th-BC

Les ratios de fermeture de la première protection mobile $R_{prot1_{partGPM}}$ et $R_{prot1_{1-partGPM}}$ sont calculés à chaque pas de temps.

Ces ratios de fermeture se calculent à partir des données stockées dans les matrices et dépendent de nombreux paramètres d'entrée :

- pour une gestion manuelle, les ratios de fermeture dépendent du type de protection mobile (*type-PM*), du type de gestion de la protection mobile (*type-GPM* et *type-GPM-sv*), du critère *Jour/nuit*, de la présence ou non d'une seconde protection mobile, de la saison, de la vitesse du vent corrigée et de la température maximale du jour précédent.
- pour une gestion automatique, les ratios de fermeture dépendent du critère *Jour/nuit*, de l'éclairement global incident, de la température opérative moyenne du pas de temps considéré, de l'occupation du groupe, de la vitesse du vent et de la saison.

7.13.3.4.1 Pour les PM1 de type volet (Type-PM=1)

7.13.3.4.1.1 Pour la gestion automatique (type-GPM=1)

$Rprot1_{partGPM}$ est déterminé en gestion manuelle par dérogation (cf. §7.13.3.4.1.2) alors que $Rprot1_{1-partGPM}$ est déterminé en gestion automatique.

Matrice M_Rprot1_auto		jour				nuit	
		$Etp^* < Eclim_auto$		$Etp^* \geq Eclim_auto$			
		Toph- 1limh < $\theta_{op,fin}$	$\theta_{op,fin}$ < Toph- 1limb	Toph- 1limh < $\theta_{op,fin}$	$\theta_{op,fin}$ < Toph- 1limb	Toph- 1limh < $\theta_{op,fin}$	$\theta_{op,fin}$ < Toph- 1limb
		Rprot1_auto					
groupe en occupation	hiver						
	mi-saison						
	été						
groupe en inoccupation	hiver						
	mi-saison						
	été						

Figure 48 : matrice pour calculer le Rprot des PM1 de type volet, en gestion automatique

- En période d'occupation ($i_{occ_zone}=vrai$),
 - si Jour=vrai et si PM2=faux,
 - si $Etp^{**} \geq Eclman$
 $Rprot1_{partGPM,b}=1$
 - si $Etp^{**} < Eclman$

$$Rprot1_{partGPM,b} = Rprot0 + (1 - Rprot0) \cdot \frac{Etp^{**}}{Eclman}$$

$$\text{avec } \begin{cases} Rprot0 = Rprot1_manu_occ0_v(\text{type} - GPM - manu, \text{saison_GPM}, Topj - 1_{max}) \\ Eclman = Ecl1_manu_occ1_v(\text{type} - GPM - manu, \text{saison_GPM}, Topj - 1_{max}) \end{cases} \quad (354)$$

- sinon

$$Rprot1_{partGPM,b} = Rprot1_manu_occ_v[z] (Jour, PM2, \text{type-GPM-manu}, \text{saison_GPM}, Topj-1_{max})$$

Et, dans tous les cas,

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = Rprot1_auto (Jour, Etp^{**}, \theta_{op,fin}, i_{occ_zone}, \text{saison_GPM})$$

- En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=faux$),

$$Rprot1_{partGPM,b} = 0 \quad (355)$$

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = Rprot1_auto (Jour, Etp^{**}, \theta_{op,fin}, i_{occ_zone}, \text{saison_GPM})$$

7.13.3.4.1.2

Pour la gestion manuelle (type-GPM=2 ou 3)

$R_{prot1_{partGPM,b}}$ (locaux occupés) est déterminé en gestion manuelle en occupation alors que $R_{prot1_{1-partGPM,b}}$ (locaux inoccupés) est déterminé en gestion manuelle en inoccupation.

Leurs calculs se font à partir des données stockées dans les matrices suivantes :

Matrice M_Rprot1_manu_occ_v[z]			jour		nuit			
			sans 2nde protection		avec 2nde protection (mise en place ou non)		tous les cas	
			Rprot1_manu_o cc0_v	Ec1_ma nu_occ1_v	Rprot1_manu_occ_v	Rprot1_manu_occ_v		
gestion manuelle non motorisée	groupe en occupation	hiver						
		mi-saison						
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu						
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_manu						
gestion manuelle motorisée		hiver						
		misaison						
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu						
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_manu						
dérogation sans détecteur de présence		hiver						
		mi-saison						
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu						
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_manu						
dérogation avec détecteur de présence		hiver						
		mi-saison						
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu						
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_manu						

Figure 49 : matrice pour calculer le Rprot des PM1 de type volet, en gestion manuelle et en occupation

Matrice M_Rprot1_manu_inocc_v[z]			jour		nu
			sans 2nde protection	avec 2nde protection (mise en place ou non)	tous les cas
			Rprot1_manu_inocc_v		
gestion manuelle non motorisée	groupe en inoccupation	hiver			
		misaison			
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu			
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_ma			
gestion manuelle motorisée		hiver			
		misaison			
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu			
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_ma			

Figure 50 : matrice pour calculer le Rprot des PM1 de type volet, en gestion manuelle et en inoccupation

- En période d'occupation ($i_{occ_zone}=\text{vrai}$),
 - si $Jour=\text{vrai}$ et si $PM2=\text{faux}$,

- si $Etp^{**} \geq Eclman$

$$Rprot1_{partGPM,b}=1$$

- si $Etp^{**} < Eclman$

$$Rprot1_{partGPM,b} = Rprot0 + (1 - Rprot0) \cdot \frac{Etp^{**}}{Eclman}$$

$$\text{avec } \begin{cases} Rprot0 = Rprot1_manu_occ0_v(\text{type} - GPM - manu, saison_GPM, Topj - 1_{max}) \\ Eclman = Ecl1_manu_occ1_v(\text{type} - GPM - manu, saison_GPM, Topj - 1_{max}) \end{cases} \quad (356)$$

- sinon

$$Rprot1_{partGPM,b} = Rprot1_manu_occ_v[z] (Jour, PM2, \text{type-GPM-manu}, saison_GPM, Topj-1_{max})$$

Et, dans tous les cas,

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = Rprot1_manu_inocc_v[z] (Jour, PM2, \text{type-GPM-manu}, saison_GPM, Topj-1_{max})$$

- En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=\text{faux}$),

$$Rprot1_{partGPM,b} = 0 \quad (357)$$

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = Rprot1_manu_inocc_v[z] (Jour, PM2, \text{type-GPM-manu}, saison_GPM, Topj-1_{max})$$

7.13.3.4.2 Pour les PM1 de type store enroulable (type-PM=2)

7.13.3.4.2.1 Pour la gestion automatique (type-GPM=1)

$R_{prot1_{partGPM}}$ est déterminé en gestion manuelle par dérogation alors que $R_{prot1_{1-partGPM}}$ est déterminé en gestion automatique.

Les R_{prot} en gestion automatique sont calculés à partir du tableau ci-dessous.

Matrice $M_{R_{prot1_auto}}$		jour				nuit	
		$Etp^* < E_{clim_auto}$		$Etp^* \geq E_{clim_auto}$			
		Toph- 1limh < $\theta_{op,fin}$	$\theta_{op,fin}$	Toph- 1limh < $\theta_{op,fin}$	$\theta_{op,fin}$	Toph- 1limh < $\theta_{op,fin}$	$\theta_{op,fin}$
		R_{prot1_auto}					
groupe en occupation	hiver						
	mi-saison						
	été						
groupe en inoccupation	hiver						
	mi-saison						
	été						

Figure 51 : matrice pour calculer le R_{prot} des PM1 de type volet, en gestion automatique

La suite des calculs fait intervenir la notion de vitesse limite de vent. Pour une vitesse de vent réelle supérieure à cette limite (cette dernière étant fixée conventionnellement pour les stores enroulables), les protections mobiles – quant elles sont situées à l'extérieur – seront remontées ($R_{prot1_{partGPM,b}} = R_{prot1_{1-partGPM,b}} = 0$).

- En période d'occupation ($i_{occ_zone}=\text{vrai}$),

- Si $V_{vent_c} \geq V_{ventlim_manu_se}$ et $Prot_ext = \text{vrai}$,

$$R_{prot1_partGPM,b} = 0$$

- Sinon

- si $Jour=\text{vrai}$ et si $PM2=\text{faux}$,

- si $Etp^{**} \geq Eclman$

$$R_{prot1_partGPM,b} = 1$$

- si $Etp^{**} < Eclman$

$$R_{prot1_partGPM,b} = R_{prot0} + (1 - R_{prot0}) \cdot \frac{Etp^{**}}{Eclman}$$

$$\text{avec } \begin{cases} R_{prot0} = R_{prot1_manu_occ0_se}(\text{type} - \text{GPM} - \text{manu}, \text{saizon_GPM}, \text{Topj} - 1_{\max}) \\ Eclman = Ecl1_manu_occ1_se(\text{type} - \text{GPM} - \text{manu}, \text{saizon_GPM}, \text{Topj} - 1_{\max}) \end{cases} \quad (358)$$

- sinon

$$R_{prot1_partGPM,b} = R_{prot1_manu_occ_se}[z] \text{ (jour, PM2, type-GPM-manu, saizon_GPM, Topj-1}_{\max})$$

Et, dans tous les cas,

- Si $V_{vent_c} \geq V_{ventlim_auto}$ et $Prot_{ext} = \text{vrai}$,

$$R_{prot1_{1-partGPM,b}} = 0$$

- sinon

$$R_{prot1_{1-partGPM,b}} = R_{prot1_auto}(\text{Jour}, Etp^{**}, \theta_{op,fin}, i_{occ_zone}, \text{saizon_GPM})$$

- En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=\text{faux}$),

$$R_{prot1_partGPM,b} = 0$$

- Si $V_{vent_c} \geq V_{ventlim_auto}$ et $Prot_{ext} = \text{vrai}$,

$$R_{prot1_{1-partGPM,b}} = 0 \quad (359)$$

- sinon

$$R_{prot1_{1-partGPM,b}} = R_{prot1_auto}(\text{Jour}, Etp^{**}, \theta_{op,fin}, i_{occ_zone}, \text{saizon_GPM})$$

7.13.3.4.2.2

Pour la gestion manuelle (type-GPM=2 ou 3)

$R_{prot1_{partGPM}}$ (locaux occupés) est déterminé en gestion manuelle en occupation alors que $R_{prot1_{partGPM}}$ (locaux inoccupés) est déterminé en gestion manuelle en inoccupation. Leurs calculs se font à partir des données stockées dans les matrices suivantes :

Matrice M_Rprot1_manu_occ_se[z]			jour		nuit
			sans 2nde protection	avec 2nde protection (mise en place ou non)	tous les cas
			Rprot1_manu_occ0_se	Ec11_manu_occ1_se	Rprot1_manu_occ_se
gestion manuelle non motorisée	groupe en occupation	hiver			
		mi-saison			
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu			
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_manu			
gestion manuelle motorisée		hiver			
		misaison			
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu			
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_manu			
dérogation sans détecteur de présence		hiver			
		mi-saison			
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu			
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_manu			
dérogation avec détecteur de présence		hiver			
		mi-saison			
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu			
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_manu			

Figure 52 : matrice pour calculer le Rprot des PM1 de type store enroulable, en gestion manuelle et en occupation

Matrice M_Rprot1_manu_inocc_se[z]			jour		nuit
			sans 2nde protection	avec 2nde protection (mise en place ou non)	tous les cas
			Rprot1_manu_inocc_se		
gestion manuelle non motorisée	groupe en inoccupation	hiver			
		misaison			
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu			
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_ma			
gestion manuelle motorisée		hiver			
		misaison			
		été avec Topj-1_max < Topj-1lim_manu			
		été avec Topj-1_max >= Topj-1lim_ma			

Figure 53 : matrice pour calculer le Rprot des PM1 de type store enroulable, en gestion manuelle et en inoccupation

De même que précédemment, si la vitesse de vent dépasse le seuil limite conventionnel, les stores enroulables seront relevés.

- En période d'occupation ($i_{occ_zone}=\text{vrai}$),
 - Si $V_{vent_c} \geq V_{ventlim_manu_se}$ et $Prot_{ext} = \text{vrai}$,

$$R_{prot1_partGPM,b} = 0$$

$$R_{prot1_1-partGPM,b} = 0$$

- sinon
- si $Jour=\text{vrai}$ et si $PM2=\text{faux}$,
 - si $Etp^{**} \geq Eclman$
 $R_{prot1_partGPM,b} = 1$
 - si $Etp^{**} < Eclman$

$$R_{prot1_partGPM,b} = R_{prot0} + (1 - R_{prot0}) \cdot \frac{Etp^{**}}{Eclman} \quad (360)$$

$$\text{avec } \begin{cases} R_{prot0} = R_{prot1_manu_occ0_se}(\text{type} - \text{GPM} - \text{manu}, \text{saizon_GPM}, Topj - 1_{max}) \\ Eclman = Ecl1_manu_occ1_se(\text{type} - \text{GPM} - \text{manu}, \text{saizon_GPM}, Topj - 1_{max}) \end{cases}$$

- sinon

$$R_{prot1_partGPM,b} = R_{prot1_manu_occ_se}[z] \quad (Jour, PM2, \text{type-GPM-manu}, \text{saizon_GPM}, Topj - 1_{max})$$

Et, dans tous les cas,

$$R_{prot1_1-partGPM,b} = R_{prot1_manu_inocc_se}[z] \quad (Jour, PM2, \text{type-GPM-manu}, \text{saizon_GPM}, Topj - 1_{max})$$

- En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=\text{faux}$)

$$R_{prot1_partGPM,b} = 0 \quad (361)$$

$$R_{prot1_1-partGPM,b} = R_{prot1_manu_inocc_se}[z] \quad (Jour, PM2, \text{type-GPM-manu}, \text{saizon_GPM}, Topj - 1_{max})$$

7.13.3.4.3 Pour les PM1 de type store vénitien (type-PM=3)

7.13.3.4.3.1 Si la gestion est automatique (type-GPM-sv=1 ou type-GPM-sv=3)

$Rprot1_{partGPM}$ est déterminé en gestion manuelle (équivalent à de la dérogation) alors que $Rprot1_{partGPM}$ est déterminé en gestion automatique.

Les Rprot en gestion automatique sont calculés à partir du tableau ci-dessous.

matrice M_Rprot1_auto_sv		jour		nuit
		Etp** < Eclim_auto_sv	Etp** ≥ Eclim_auto_sv	
		Rprot1_auto_occ_sv		
groupe en occupation	hiver			
	mi-saison			
	été			
		Rprot1_auto_inocc_sv		
groupe en inoccupation	hiver			
	mi-saison			
	été			

Figure 54 : matrice pour calculer le Rprot des PM1 de type store vénitien en gestion automatique

Un seuil limite pour le vent (dont la valeur est propre aux stores vénitiens) permet de prendre en compte les contraintes structurelles.

- En période d'occupation ($i_{occ_zone}=vrai$),

- Si $V_{vent_c} \geq Vventlim_manu_sv$ et $Prot_{ext} = vrai$,

$$Rprot1_{partGPM,b} = 0$$

- sinon

$$Rprot1_{partGPM,b} = Rprot1_manu_occ_sv[z] (Jour, Etp^{**}, saison_GPM) \quad (362)$$

- Si $V_{vent_c} \geq Vventlim_auto_sv$ et $Prot_{ext} = vrai$,

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = 0$$

- sinon

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = Rprot1_auto_occ_sv (Jour, Etp^{**}, saison_GPM)$$

- En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=faux$)

$$Rprot1_{partGPM,b} = 0$$

- si $V_{vent_c} \geq Vventlim_auto_sv$ et $Prot_{ext} = vrai$,

(363)

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = 0$$

- sinon

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = Rprot1_auto_inocc_sv (Jour, saison_GPM)$$

7.13.3.4.3.2

Si la gestion est manuelle (type-GPM-sv=2)

$R_{prot1_{partGPM}}$ (locaux occupés) est déterminé en gestion manuelle en occupation alors que $R_{prot1_{1-partGPM}}$ (locaux inoccupés) est déterminé en gestion manuelle en inoccupation. Leurs valeurs sont stockées dans la matrice suivante :

matrice M_Rprot1_manu_sv[z]		jour		nuit
		Etp** < Eclim_manu_sv	Etp** ≥ Eclim_manu_sv	
		Rprot1_manu_occ_sv		
groupe en occupation	hiver			
	mi-saison			
	été			
		Rprot1_manu_inocc_sv		
groupe en inoccupation	hiver			
	mi-saison			
	été			

Figure 55 : matrice pour calculer le Rprot des PM1 de type store vénitien en gestion manuelle

Un seuil limite pour le vent (dont la valeur est propre aux stores vénitiens) permet de prendre en compte les contraintes structurelles.

- En période d'occupation ($i_{occ_zone}=vrai$),
 - Si $V_{vent_c} \geq V_{ventlim_manu_sv}$ et $Prot_{ext} = vrai$,

$$R_{prot1_{partGPM,b}} = 0$$

$$R_{prot1_{1-partGPM,b}} = 0$$

(364)

- sinon

$$R_{prot1_{partGPM,b}} = R_{prot1_manu_occ_sv}[z] (Jour, Etp^{**}, saison_GPM)$$

$$R_{prot1_{1-partGPM,b}} = R_{prot1_manu_inocc_sv}[z] (Jour, saison_GPM)$$

- En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=faux$)

$$R_{prot1_{partGPM,b}} = 0$$

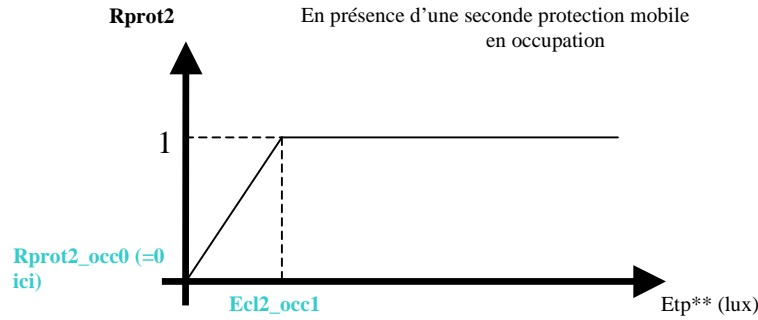
(365)

$$R_{prot1_{1-partGPM,b}} = R_{prot1_manu_inocc_sv}[z] (Jour, saison_GPM)$$

7.13.3.5 Calcul des ratios de fermeture de la seconde PM dans Th-BC

Une seconde protection mobile (ayant pour seule fonction celle d'anti-éblouissement) peut venir suppléer la première. Par hypothèse, elle n'a un impact que sur les éclairements transmis au groupe. Sa gestion est manuelle. Son ratio de fermeture $R_{prot2,b}$ est calculé dans les locaux occupés, pour la partie de la baie sur laquelle la première protection mobile n'est pas mise en place.

- o En présence d'une seconde protection mobile ($PM2=vrai$), $R_{prot2,b}$ se calcule à chaque pas de temps de la manière suivante



C'est-à-dire,

- En période d'occupation ($i_{occ_zone}=vrai$),

- o si $Etp^{**} < Ecl2_occ1$

$$R_{prot2,b} = R_{prot2_occ0} + (1 - R_{prot2_occ0}) \cdot \frac{Etp^{**}}{Ecl2_occ1}$$

- o si $Etp^{**} \geq Ecl2_occ1$

$$R_{prot2,b} = 1$$

(366)

Avec

- $R_{prot2_occ0} = 0$ (conventionnellement)
- $Ecl2_occ1 = Ecl2_occ1_v$ si la première protection mobile est de type volet ($type-PM=1$)
- $Ecl2_occ1 = Ecl2_occ1_se$ si la première protection mobile est de type store enroulable ($type-PM=2$)
- $Ecl2_occ1 = Ecl2_occ1_sv$ si la première protection mobile est de type store vénitien ($type-PM=3$)

Les valeurs de $Ecl2_occ1_v$, $Ecl2_occ1_se$ et de $Ecl2_occ1_sv$ (dépendant du type de gestion, de la zone et de la saison) sont stockées dans les matrices suivantes :

matrice $M_Ecl2_occ1_v[z]$		jour
		$Ecl2_occ1_v$
gestion manuelle non motorisée	hiver	
	mi-saison	
	été	
gestion manuelle motorisée	hiver	
	mi-saison	
	été	
dérogation	hiver	
	mi-saison	
	été	

Figure 56 : matrice pour calculer le seuil d'éclairement de PM2 lorsque PM1 est de type volet

matrice $M_Ecl2_occ1_se[z]$		jour
		$Ecl2_occ1_se$
gestion manuelle non motorisée	hiver	
	mi-saison	
	été	
gestion manuelle motorisée	hiver	
	mi-saison	
	été	
dérogation	hiver	
	mi-saison	
	été	

Figure 57 : matrice pour calculer le seuil d'éclairement de PM2 lorsque PM1 est de type store enroulable

matrice $M_Ecl2_occ1_sv[z]$		jour
		$Ecl2_occ1_sv$
gestion suntracking (type-GPM-sv=1)	hiver	
	mi-saison	
	été	
gestion manuelle (type-GPM-sv=2)	hiver	
	mi-saison	
	été	
gestion automatique 45° (type-GPM-sv=3)	hiver	
	mi-saison	
	été	

Figure 58 : matrice pour calculer le seuil d'éclairement de PM2 lorsque PM1 est de type store vénitien

- En période d'inoccupation ($i_{occ_zone}=faux$), par convention, la seconde protection mobile n'est pas descendue : (367)

$$R_{prot2,b}=0$$

2) S'il n'y a pas de seconde protection mobile ($PM2=faux$),

$$R_{prot2,b}=0 \quad (368)$$

7.13.3.6 Calcul des ratios de fermeture des PM dans Th-E

Pour évaluer le confort d'été, les premières protections mobiles sont supposées entièrement descendues en occupation comme en inoccupation (sauf si le taux de transmission lumineuse des baies avec volets ou stores enroulables est trop faible et nécessite que certaines protections mobiles soient relevées pour le confort visuel).

Les premières protections mobiles étant descendues, la seconde protection mobile est obsolète dans les règles Th-E.

- 0 Pour les premières protections mobiles de type volet ou store enroulable (*Type-PM*=1 ou 2), on pose

$$Tli_{max,b} = Tli_{ap,b} \quad (369)$$

- 2) Pour les premières protections mobiles de type store vénitien (*Type-PM*=3), on pose

$$Tli_{max,b} = \max(Tli_{ap_dir,b} ; Tld_{ap_dif,b} ; Tld_{ap_ref,b}) \quad (370)$$

Si $Tli_{max,b} < 0.1$

$$Rprot1_{partGPM,b} = 0.9$$

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = 1$$

(371)

Si $Tli_{max,b} \geq 0.1$

$$Rprot1_{partGPM,b} = 1$$

$$Rprot1_{1-partGPM,b} = 1$$

Dans tous les cas,

$$Rprot2_{,b} = 0$$

(372)

Rappel : dans les règles Th-E, les lames du store vénitien sont conventionnellement inclinées à 90°

7.14 C BAT Baie vitrée

7.14.1 INTRODUCTION

Cette fiche algorithmise décrit les paramètres d'une baie vitrée et les calculs effectués au niveau de la baie, à savoir :

- Calcul du coefficient de transmission thermique
- Calcul des rayonnements solaires globaux transmis au groupe, à travers la baie vitrée et du rayonnement froid vers la voûte céleste
- Calcul des flux lumineux transmis au groupe à travers la baie vitrée

La possible installation de stores vénitiens en tant que protections mobiles impose de tenir compte de la hauteur du soleil et de la séparation en direct-diffus-réfléchi des flux solaires et lumineux incidents.

7.14.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 42 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de baie vitrée.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Unité
Env. Proche	Drp^*	Rayonnement direct incident	W/m ²
	Dfp^*	Rayonnement diffus incident	W/m ²
	Rrp^*	Rayonnement réfléchi incident	W/m ²
	Erp^*	Eclairement direct incident	lux
	Efp^*	Eclairement diffus incident	lux
	$Errp^*$	Eclairement réfléchi incident	lux
Espaces tampons	$b_{therm,i,b}$	Coefficient de réduction des déperditions thermique dû à la présence de l'espace tampon i sur la baie vitrée b	-
	$b_{ecl,i,b}$	Coefficient de réduction de l'éclairement dû à la présence de l'espace tampon i sur la baie vitrée b	-
	$b_{solaire,i,b}$	Coefficient de réduction des flux solaires dû à la présence de l'espace tampon i sur la baie vitrée b	-
	Id_{ET}	Indicateur de présence d'un espace tampon sur la baie vitrée b (0-pas d'espace tampon / 1-présence d'un espace tampon)	-
	$part_{GPM}$	Pourcentage de la surface des baies appartenant aux locaux réellement occupés d'un groupe en période d'occupation	-
Gestion des PM	$Rprot1_{partGPM,b}$	Position de la première protection mobile lorsque la baie vitrée b appartient au pourcentage «partGPM » des baies du groupe (0 – ouverte, 1 – fermée)	-
	$Rprot1_{1-partGPM,b}$	Position de la première protection mobile lorsque la baie vitrée b appartient au pourcentage « 1-partGPM » des baies du groupe (0 – ouverte, 1 – fermée)	-
	$Rprot2,b$	Position de la seconde protection mobile de la baie vitrée b (0 – ouverte, 1 – fermée)	-
Météo	γ'	Hauteur du soleil corrigée	°
	Q_{er}^*	Densité de flux de chaleur de l'environnement extérieur vers la voûte céleste, compte tenu de l'inclinaison de la paroi	W/m ²

Paramètres intrinsèques du composant

	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
	b	Indice indiquant qu'il s'agit de la baie vitrée b	-	-	-	-
	$U_{sp,vert,b}$	Coefficient de transmission thermique de la baie vitrée verticale b sans protection mobile en place	W/m ² K	0	$+\infty$	-
	$U_{sp,horiz,b}$	Coefficient de transmission thermique de la baie vitrée horizontale b sans protection mobile en place	W/m ² K	0	$+\infty$	-
	$U_{ap,vert,b}$	Coefficient de transmission thermique de la baie vitrée verticale b avec protection mobile en place	W/m ² K	0	$+\infty$	-
	$U_{ap,horiz,b}$	Coefficient de transmission thermique de la baie vitrée horizontale b avec protection mobile en place	W/m ² K	0	$+\infty$	-

Pour la baie sans protections mobiles en place					
$Sw1_{sp-c,b}$	Facteur solaire, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b sans protections mobiles en place, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw2_{sp-c,b}$	Facteur solaire, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b sans protections mobiles en place, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw3_{sp-c,b}$	Facteur solaire, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b sans protections mobiles en place, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw1_{sp-e,b}$	Facteur solaire, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b sans protections mobiles en place, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw2_{sp-e,b}$	Facteur solaire, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b sans protections mobiles en place, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw3_{sp-e,b}$	Facteur solaire, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b sans protections mobiles en place, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Tli_{sp,b}$	Facteur de transmission lumineuse global de la baie vitrée b sans protections mobiles en place (=TId _{sp,b})	-	0	1	-
$Tlid_{sp,b}$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident direct transmis sous forme diffuse de la baie vitrée b sans protections mobiles en place	-	0	1	
Pour les baies avec PM de type volets ou stores enroulables en place					
$Sw1_{ap-c,b}$	Facteur solaire, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw2_{ap-c,b}$	Facteur solaire, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw3_{ap-c,b}$	Facteur solaire, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw1_{ap-e,b}$	Facteur solaire, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw2_{ap-e,b}$	Facteur solaire, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw3_{ap-e,b}$	Facteur solaire, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Tli_{ap,b}$	Facteur de transmission lumineuse global de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-	0	1	-
$Tlid_{ap,b}$	Facteur de transmission lumineuse du flux lumineux incident direct transmis sous forme diffuse de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-	0	1	
Pour les baies avec protections mobiles de type stores vénitiens en place					
M_Sw_BC	Matrice des facteurs solaires dans le cas général pour les stores vénitiens pour le calcul des consommations	-	-	-	-
M_Sw_E	Matrice des facteurs solaires dans le cas général pour les stores vénitiens, pour le calcul de confort d'été	-	-	-	-
$M\ TI\ BCE$	Matrice des facteurs de transmission lumineuse	-	-	-	-

	pour les stores vénitiens dans le cas général				
$M_{suntracking_Sw_BC}$	Matrice des facteurs solaires pour les stores vénitiens, pour les règles Th-BC si la gestion est suntracking	-	-	-	-
$M_{suntracking_Sw_E}$	Matrice des facteurs solaires pour les stores vénitiens, pour les règles Th-E si la gestion est suntracking	-	-	-	-
$M_{suntracking_TI_BCE}$	Matrice des facteurs de transmission lumineuse pour les stores vénitiens, pour les règles Th-BCE si la gestion est suntracking	-	-	-	-
$M_{fixe_Sw_BC}$	Matrice des facteurs solaires pour les stores vénitiens, pour les règles Th-BC si la gestion est « position fixe »	-	-	-	-
$M_{fixe_Sw_E}$	Matrice des facteurs solaires pour les stores vénitiens, pour les règles Th-E si la gestion est « position fixe »	-	-	-	-
$M_{fixe_TI_BCE}$	Matrice des facteurs de transmission lumineuse pour les stores vénitiens, pour les règles Th-BCE si la gestion est « position fixe »	-	-	-	-
$Sw1_{ap_dir-c,b}(\alpha_{SV}, \gamma')$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une hauteur du soleil γ et une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} données, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw1_{ap_dif-c,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw1_{ap_ref-c,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw1_{ap_dir-e,b}(\alpha_{SV}, \gamma')$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une hauteur du soleil γ et une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} données pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw1_{ap_dif-e,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw1_{ap_ref-e,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw2_{ap_dir-c,b}(\alpha_{SV}, \gamma')$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une hauteur du soleil γ et une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} données, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw2_{ap_dif-c,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Cep	-	0	1	-

$Sw2_{ap_ref-c,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw2_{ap_dir-e,b}(\alpha_{SV}, \gamma')$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une hauteur du soleil γ et une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} données, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw2_{ap_dif-e,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw2_{ap_ref-e,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw3_{ap_dir-c,b}(\alpha_{SV}, \gamma')$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une hauteur du soleil γ et une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} données, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw3_{ap_dif-c,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw3_{ap_ref-c,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Cep	-	0	1	-
$Sw3_{ap_dir-e,b}(\alpha_{SV}, \gamma')$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une hauteur du soleil γ et une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} données, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw3_{ap_dif-e,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Sw3_{ap_ref-e,b}(\alpha_{SV})$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée, pour le calcul de Tic	-	0	1	-
$Tli_{ap_dir,b}(\alpha_{SV}, \gamma')$	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident direct de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une hauteur du soleil γ et une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} données.	-	0	1	-
$Tlid_{ap_dir,b}(\alpha_{SV}, \gamma')$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident direct transmis sous forme diffuse pour la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une hauteur du soleil γ et une inclinaison	-	0	1	-

	des lames du store vénitien α_{SV} données.				
$Tld_{ap_dif,b}$ (α_{SV})	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident diffus de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée.	-	0	1	-
$Tld_{ap_ref,b}$ (α_{SV})	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident réfléchi de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée.	-	0	1	-
$Tlid_{ap_ref,b}$ (α_{SV})	Facteur de transmission lumineuse du flux incident réfléchi transmis sous forme diffuse de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour une inclinaison des lames du store vénitien α_{SV} donnée.	-	0	1	-
Pour la baie avec l'éventuelle seconde protection mobile					
$Tli2,b$	Facteur de transmission lumineuse global de la baie vitrée b avec la seconde protection mobile en place	-	0	1	
$Tlid2,b$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident direct transmis sous forme diffuse de la baie vitrée b avec la seconde protection mobile en place	-	0	1	

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
A_b	Surface de la baie vitrée b	m ²	0	$+\infty$	-
α_b	Orientation de la baie d'indice b , sous forme d'angle en ° (0° pour le sud, 90° l'ouest, 270° l'est, et 180° le nord).	°	0	360	-
β_b	Inclinaison de la baie vitrée b (0° : horizontale vers le haut ; 90° : verticale)	°	0°	90°	-
$Type-PM$	Type de protection mobile 1 (0-pas de PM / 1-volet / 2-store enroulable / 3-store vénitien)	-	0	3	-
$Type-GPM$	Type de gestion de la première protection mobile de type volets ou stores enroulables (=1 si automatique avec dérogation, =2 si gestion manuelle non motorisée, =3 si gestion manuelle motorisée)	-	1	3	
$Type-GPM-sv$	Type de gestion de la première protection mobile de type stores vénitiens (=1 si gestion sun-tracking, =2 si gestion manuelle-position fixe des lames, =3 si gestion automatique 45°)	-	1	3	
α_{SV}	Inclinaison des lames du store vénitien (0° : lames horizontales ; 90° : lames verticales)	°	0	90°	
$PM2$	Présence d'une seconde protection mobile	bool	faux	vrai	
loc_occ_pas s	Position de la baie dans son local (= 0 si la baie dans local à occupation passagère / = 1 si la baie est hors local à occupation passagère). <i>Ne sert que pour le calcul de la Ticréf.</i>	-	0	1	

Variables internes

Nom	Description	Unité
$Rprot,b$	Ratio de protection de la baie vitrée b	-
$U_{sp,b}$	Coefficient de transmission thermique de la baie vitrée b sans protections mobiles en place	W/m ² K
$U_{ap,b}$	Coefficient de transmission thermique de la baie vitrée b avec première protection mobile en place	W/m ² K
$SW_{sp-c,b}$	Facteur solaire global de la baie vitrée b sans protections mobiles en place pour le calcul du Cep	-

$Sw_{sp-e,b}$	Facteur solaire global de la baie vitrée b sans protections mobiles en place pour le calcul du Tic	-
$Sw_{ap-c,b}$	Facteur solaire global de la baie vitrée b avec protection mobile en place pour le calcul du Cep	-
$Sw_{ap-e,b}$	Facteur solaire global de la baie vitrée b avec première protection mobile en place pour le calcul du Tic	-
$Tld_{sp,b}$	Facteur de transmission lumineuse global de la baie vitrée b sans protections mobiles en place ($=Tli_{sp,b}$) pour l'éclairement incident diffus.	-
Jeu de variables internes		
$Sw1_{ap_dir-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-
$Sw1_{ap_dif-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-
$Sw1_{ap_ref-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-
$Sw1_{ap_dir-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Sw1_{ap_dif-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Sw1_{ap_ref-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante courte longueur d'onde (directe), de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Sw2_{ap_dir-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-
$Sw2_{ap_dif-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-
$Sw2_{ap_ref-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-
$Sw2_{ap_dir-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Sw2_{ap_dif-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Sw2_{ap_ref-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante grande longueur d'onde + convective, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Sw3_{ap_dir-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-

$Sw3_{ap_dif-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-
$Sw3_{ap_ref-c,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Cep	-
$Sw3_{ap_dir-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident direct, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Sw3_{ap_dif-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident diffus, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Sw3_{ap_ref-e,b}$	Facteur solaire du rayonnement incident réfléchi, composante liée à la lame d'air intérieure ventilée, de la baie vitrée b avec protection mobile en place, pour le calcul de Tic	-
$Tli_{ap_dir,b}$	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident direct de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-
$Tlid_{ap_dir,b}$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident direct sous forme diffuse de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-
$Tld_{ap_dif,b}$	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident diffus de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-
$Tld_{ap_ref,b}$	Facteur de transmission lumineuse global du flux incident réfléchi de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-
$Tlid_{ap_ref,b}$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident réfléchi par le sol sous forme directe, transmis sous forme diffuse de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-
Facteurs de transmission lumineuse calculés (direct en direct)		
$Tlii_{sp,b}$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident direct transmis sous forme directe de la baie vitrée b sans protections mobiles en place	-
$Tlii_{ap_dir,b}$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident direct transmis sous forme directe de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-
$Tlii_{ap_ref,b}$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident réfléchi par le sol, transmis sous forme directe de la baie vitrée b avec protection mobile en place	-
$Tlii2_{,b}$	Facteur de transmission lumineuse du flux incident direct transmis sous forme directe de la baie vitrée b avec la seconde protection mobile en place	-

Sorties

Nom	Description	Unité
$I_{sr,b}^*$	Rayonnement solaire global atteignant la baie vitrée b	W/m ²
$Hg_{es,b}$	Facteur de transmission thermique global pour la baie vitrée b entre les environnements intérieurs et extérieurs	W/K
$Fs_{1,b}$	Flux de chaleur transmis par la baie vitrée b au groupe sous forme de rayonnement de courte	W

	longueur d'onde	
$FS_{2,b}$	Flux de chaleur transmis par la baie vitrée b au groupe sous forme de rayonnement de grande longueur d'onde et d'échange convectif	W
$FS_{3,b}$	Flux de chaleur transmis par la baie vitrée b au groupe à travers la lame d'air intérieure ventilée (lame d'air se situant entre la baie vitrée et la protection solaire intérieure)	W
$Ft_{VC,b}$	Flux transmis dû au rayonnement froid vers la voute céleste	W
$Flt_{1,b}$	Flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b , sous forme directe	lumen
$Flt_{2,b}$	Flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b sous forme diffuse	lumen
$Flt_{3,b}$	Flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b sous forme réfléchie	lumen
$A_{ouvmax,b}$	Surface d'ouverture maximale de la baie b	m ²
α_b	Orientation de la baie d'indice b , sous forme d'angle en ° (0° pour le sud, 90° l'ouest, 270° l'est, et 180° le nord).	°

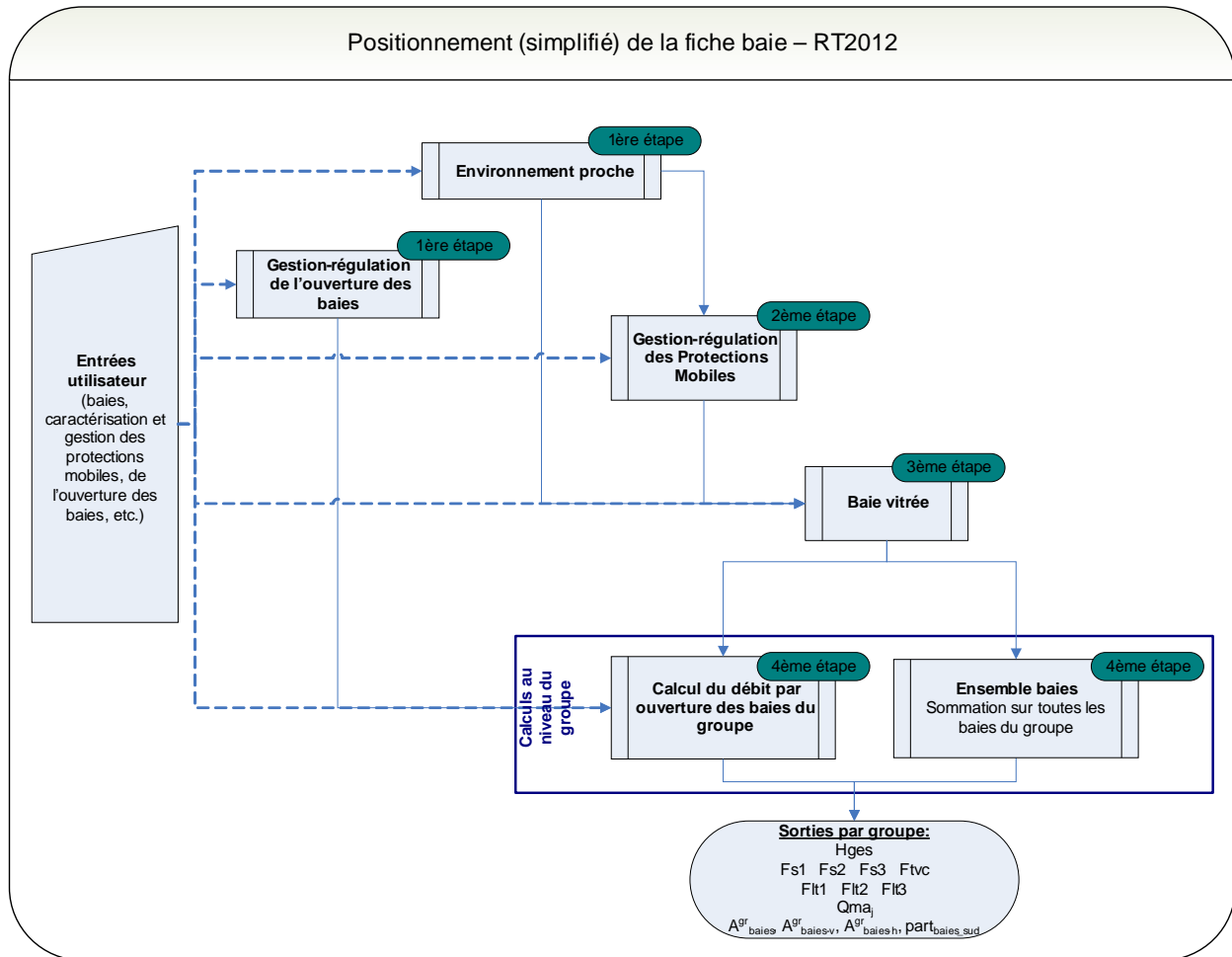
Constantes

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
h_e	Coeff. d'échange global (convectif+radiatif) extérieur	W/m ² K	0	$+\infty$	25,0
β_1	Inclinaison de la baie vitrée b en-dessous de laquelle on considère la baie horizontale	°	-	-	30
β_2	Inclinaison de la baie vitrée b au-dessus de laquelle on considère la baie verticale	°	-	-	60
$f_{lf,b}$	Facteur de perte solaire de la baie vitrée b	-	0	1	0
$R_{ouvmax,b}$	Ratio d'ouverture maximale de la baie vitrée b sur la surface totale en tableau	-	0	1	

Tableau 42 : Nomenclature des différentes variables du modèle de baie vitrée

7.14.3 DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

7.14.3.1 Structure des calculs



7.14.3.2 Calcul des rayonnements solaires globaux

Le rayonnement solaire global atteignant la baie vitrée b (avec ou sans protections mobiles) s'écrit :

$$I_{sr,b}^* = Drp_{,b}^* + Dfp_{,b}^* + Rrp_{,b}^* \quad (373)$$

7.14.3.3 Présence d'un espace tampon

Un espace tampon peut être accolé à la baie de surface totale Ab . Il est convenu que les baies vitrées ne peuvent donner que sur des espaces tampons vitrés.

La présence d'un espace tampon aura pour conséquence de modifier les flux solaire et lumineux incidents ainsi que les déperditions thermiques de la baie.

Pour le calcul de confort d'été (le mode Th-E équivaut aux modes Th-EB et Th-EC), les espaces tampons ne sont pas pris en compte.

7.14.3.4 Calcul du coefficient de transfert thermique global

7.14.3.4.1 Calcul des coefficients de transfert thermique $U_{ap,b}$ et $U_{sp,b}$

Les coefficients de transmission thermique sans et avec protections mobiles ($U_{sp,b}$ et $U_{ap,b}$) sont calculés en tenant compte de l'inclinaison de la baie, sur le principe du schéma suivant

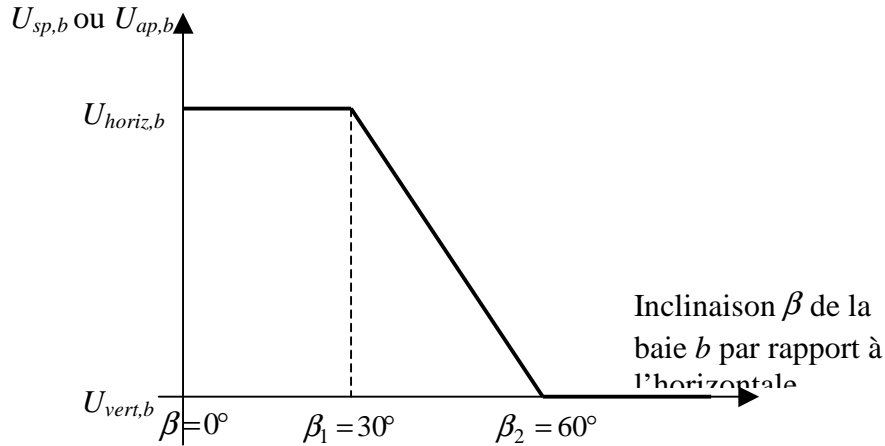


Figure 59 : Evolution du coefficient de transmission thermique de la baie en fonction de son inclinaison

Où β est l'angle, exprimé en degré, entre l'horizontale et le plan de la baie.

Autrement dit, pour la baie sans protections mobiles :

- si $0^\circ \leq \beta < \beta_1$, la baie est supposée horizontale

$$U_{sp,b} = U_{sp,horiz,b}$$

- si $\beta_1 \leq \beta < \beta_2$, le coefficient de transmission thermique $U_{sp,b}$ est calculé par interpolation linéaire entre la position horizontale et la position verticale

$$U_{sp,b}(\beta) = \frac{U_{sp,vert,b} - U_{sp,horiz,b}}{\beta_2 - \beta_1} \cdot \beta + \frac{\beta_2 \cdot U_{sp,horiz,b} - \beta_1 \cdot U_{sp,vert,b}}{\beta_2 - \beta_1} \quad (374)$$

- si $\beta_2 \leq \beta \leq 90^\circ$, la baie est supposée verticale

$$U_{sp,b} = U_{sp,vert,b}$$

Le principe est le même pour la baie avec protections mobiles :

- si $0^\circ \leq \beta < \beta_1$, la baie est supposée horizontale

$$U_{ap,b} = U_{ap,horiz,b}$$

- si $\beta_1 \leq \beta < \beta_2$, le coefficient de transmission thermique $U_{ap,b}$ est calculé par interpolation linéaire entre la position horizontale et la position verticale

$$U_{ap,b}(\beta) = \frac{U_{ap,vert,b} - U_{ap,horiz,b}}{\beta_2 - \beta_1} \cdot \beta + \frac{\beta_2 \cdot U_{ap,horiz,b} - \beta_1 \cdot U_{ap,vert,b}}{\beta_2 - \beta_1} \quad (375)$$

- si $\beta_2 \leq \beta \leq 90^\circ$, la baie est supposée verticale

$$U_{ap,b} = U_{ap,vert,b}$$

7.14.3.4.2 Calcul du coefficient H_{ges,b}

Le ratio de fermeture de la baie *b* par la première protection mobile s'exprime

- s'il n'y a pas de protection mobile (*type-PM=0*)

$$R_{prot\ 1_{partGPM},b} = R_{prot\ 1_{1-partGPM},b} = 0 \quad (376)$$

- s'il y a une protection mobile (*type-PM≠0*)

$$R_{prot,b} = part_{GPM} \cdot R_{prot\ 1_{partGPM},b} + (1 - part_{GPM}) \cdot R_{prot\ 1_{1-partGPM},b}$$

Le coefficient de transfert thermique global pour la baie vitrée entre les environnements intérieur et extérieur, H_{ges,b}, est calculé de la manière suivante :

- si la gestion de la protection mobile est manuelle

C'est-à-dire si *type-GPM=2* ou si *type-GPM=3* ou si *type-GPM-sv=2*

$$H_{ges,b} = A_b \cdot b_{therm,b} \cdot \left((1 - R_{prot,b}) \cdot U_{sp,b} + (R_{prot,b}) \cdot U_{ap,b} \right) \quad (377)$$

- si la gestion de la protection mobile est automatique, (la gestion est soit automatique, soit en dérogation manuelle)

GROUPE APPARTENANT A UNE ZONE OCCUPEE

$part_{GPM}$ Gestion en dérogation manuelle $R_{prot\ 1_{partGPM}}$	$(1 - part_{GPM})$ - Gestion automatique - $R_{prot\ 1_{1-partGPM}}$
---	--

C'est-à-dire si *type-GPM=1* ou si *type-GPM-sv=1* ou si *type-GPM-sv=3*,

- si $0 \leq R_{prot\ 1_{1-partGPM},b} < 1$

$$H_{ges,b} = A_b \cdot b_{therm,b} \cdot \left[\frac{part_{GPM} \cdot (R_{prot\ 1_{partGPM},b} \cdot U_{ap,b} + (1 - R_{prot\ 1_{partGPM},b}) \cdot U_{sp,b}) + (1 - part_{GPM}) \cdot U_{sp,b}}{(1 - part_{GPM}) \cdot U_{sp,b}} \right] \quad (378)$$

- si $R_{prot\ 1_{1-partGPM},b} = 1$,

$$H_{ges,b} = A_b \cdot b_{therm,b} \cdot \left[\frac{part_{GPM} \cdot (R_{prot\ 1_{partGPM},b} \cdot U_{ap,b} + (1 - R_{prot\ 1_{partGPM},b}) \cdot U_{sp,b}) + (1 - part_{GPM}) \cdot U_{ap,b}}{(1 - part_{GPM}) \cdot U_{ap,b}} \right]$$

Note : l'inclinaison de la baie n'a d'impact que sur le coefficient de transmission thermique. Pour la suite des calculs, on gardera la convention suivante : une paroi est dite verticale lorsque l'angle de cette paroi avec le plan horizontal (β) est égal ou supérieur à 60 degrés, elle est dite horizontale lorsque cet angle est inférieur à 60 degrés.

Note 2 : une orientation est attribuée aux parois horizontales afin de leur associer les masques lointains correspondants.

Note 3 : en gestion manuelle, $R_{prot_partGPM}$ caractérise le pourcentage de protections mobiles entièrement descendues alors qu'en gestion automatique $R_{prot_partGPM}$ caractérise le pourcentage de la surface totale de baies couvertes.

7.14.3.5 Création d'un jeu de variables simplifiées

La création d'un jeu de variables internes, utilisé notamment pour le calcul des flux solaires et lumineux transmis au groupe, permet d'alléger les notations pour la partie de la baie avec protections mobiles en place.

7.14.3.5.1 Jeu de variables internes

La création d'un jeu de variables internes simplifiées (cf. ci-dessous, uniquement pour la partie de la baie avec protections mobiles) facilite la suite des calculs.

Flux incidents ->	Direct	Diffus	Réfléchi
Composante 1 -CLO	$Sw1_{ap_dir-c}$	$Sw1_{ap_dif-c}$	$Sw1_{ap_ref-c}$
Composante 2 – GLO+convectif	$Sw2_{ap_dir-c}$	$Sw2_{ap_dif-c}$	$Sw2_{ap_ref-c}$
Composante 3 -lame d'air ventilée	$Sw3_{ap_dir-c}$	$Sw3_{ap_dif-c}$	$Sw3_{ap_ref-c}$

Tableau 43 : Facteurs solaires pour Th-BC

Flux incidents ->	Direct	Diffus	Réfléchi
Composante 1 -CLO	$Sw1_{ap_dir-e}$	$Sw1_{ap_dif-e}$	$Sw1_{ap_ref-e}$
Composante 2 – GLO+convectif	$Sw2_{ap_dir-e}$	$Sw2_{ap_dif-e}$	$Sw2_{ap_ref-e}$
Composante 3 -lame d'air ventilée	$Sw3_{ap_dir-e}$	$Sw3_{ap_dif-e}$	$Sw3_{ap_ref-e}$

Tableau 44 : Facteurs solaires pour Th-E

	Direct	Diffus	Réfléchi
Facteur global	Tli_{ap_dir}	Tld_{ap_dif}	Tli_{ap_ref}
Part direct -> diffus	$Tlid_{ap_dir}$		$Tlid_{ap_ref}$

Tableau 45 : Facteurs de transmission lumineuse pour Th-BCE

Ces paramètres sont utilisés aux paragraphes 7.14.3.6 et 7.14.3.7

7.14.3.5.2 Traitement des données des stores vénitiens – préprocesseur Th-BCE 2012

Ce paragraphe a pour objectif le calcul des composantes du facteur solaire et du taux de transmission lumineuse lorsque la protection mobile est de type store vénitien, dans un cadre réglementaire. Le principe est d'attribuer à chaque variable interne l'entrée utilisateur correspondante.

Hypothèse : la baie accueillant un store vénitien ne peut être que verticale ($\beta=90^\circ$) .

7.14.3.5.2.1 Hypothèses Th-BCE 2012

En gestion « sun tracking »

Si la gestion des stores vénitiens est de type « sun tracking » (*type-GPM-sv=1*), on fait l'hypothèse que les lames restent perpendiculaires au rayonnement solaire incident.

- Pour Th-BC, on impose : $\alpha_{SV}= 90^\circ$ γ' pour tous les coefficients
- Pour Th-E, on impose : $\alpha_{SV}= 90^\circ$ (conventionnel)

Les lames étant verticales, les coefficients de la matrice ne dépendent pas de la hauteur du soleil γ' .

En gestion « position fixe »

Si la gestion des stores vénitiens est de type « position fixe » (*type-GPM-sv=2* et *type-GPM-sv=3*), la position des lames est fixe.

- Pour Th-BC, on impose : $\alpha_{SV}= 45^\circ$ pour tous les coefficients.

$Sw1_{ap_dir-c,b}$, $Sw2_{ap_dir-c,b}$ et $Sw3_{ap_dir-c,b}$, $Tli_{ap_dir,b}$ et $Tlid_{ap_dir,b}$ ne dépendent que de la hauteur du soleil γ' . Les autres coefficients de la matrice sont constants

- Pour Th-E, on impose : $\alpha_{SV}= 90^\circ$ (conventionnel)

Les lames étant verticales, les coefficients de la matrice ne dépendent pas de la hauteur du soleil γ' .

7.14.3.5.2.2 Entrées

Pour les règles Th-BCE 2012, les entrées sont

- la hauteur du soleil corrigée γ'
- le type de gestion (sun tracking ou position fixe)
- les valeurs de facteurs solaires et de taux de transmission lumineuse (dépendants de la hauteur du soleil et de l'inclinaison des lames) sont issues des matrices suivantes :

En gestion « suntracking »

Les données d'entrée se résument alors aux cases colorées ci-dessous :

Sun tracking		M_suntracking_Sw_BC																											
		Sw_ap_dir,b																								Sw_ap_diff,b		Sw_ap_ref,b	
hauteur du soleil		0°			15°			30°			45°			60°			75°												
composantes du facteur solaire		Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	
inclinaison des lames	I 90																												
	75																												
	60																												
	45																												
	30																												
	15																												
	- 0																												
	-15																												
	-30																												
	-45																												
	-60																												
	-75																												
	I -90																												

Facteurs solaires pour Th-BC 2012 (matrice M_suntracking_Sw_BC)

Sun tracking			M_suntracking_Sw_E																							
			Sw_ap_dir,b																		Sw_ap_diff,b			Sw_ap_ref,b		
hauteur du soleil			0°			15°			30°			45°			60°			75°								
composantes du facteur solaire			Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3
inclinaison des lames	I	90																								
		75																								
		60																								
		45																								
		30																								
		15																								
	-	0																								
		-15																								
		-30																								
		-45																								
		-60																								
		-75																								
	I	-90																								

Facteurs solaires pour Th-E (matrice M_suntracking_Sw_E)

Sun tracking		M_suntracking_Tl_BCE																							
		Tl_ap_dir,b												Tld_ap_diff,b		Tld_ap_ref,b									
hauteur du soleil		0°			15°		30°		45°		60°		75°												
composantes du Tl		Tl_global	Tlid_dir	Tl_global	Tlid_dir	Tl_global	Tlid_dir	Tl_global	Tlid_dir	Tl_global	Tlid_dir	Tl_global	Tlid_dir		Tl_global	Tlid_dir									
inclinaison des lames	90																								
	75																								
	60																								
	45																								
	30																								
	15																								
	- 0																								
	-15																								
	-30																								
	-45																								
	-60																								
	-75																								
	-90																								

Facteurs de transmission lumineuse pour Th-BC et pour Th-E (matrice M_suntracking_Tl_BCE)

En « position fixe »

Les données d'entrée se résument alors aux cases colorées ci-dessous :

Position fixe		M_fixe_Sw_BC																								
		Sw_ap_dir,b																		Sw_ap_diff,b			Sw_ap_ref,b			
hauteur du soleil γ°		0°			15°			30°			45°			60°			75°									
composantes du facteur solaire		Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	
inclinaison des lames	I 90																									
	75																									
	60																									
	45																									
	30																									
	15																									
	- 0																									
	-15																									
	-30																									
	-45																									
	-60																									
	-75																									
	I -90																									

Facteurs solaires pour Th-BC 2012 (matrice M_fixe_Sw_BC)

Position fixe		M_fixe_Sw_E																				
		Sw_ap_dir,b																		Sw_ap_diff,b		
hauteur du soleil γ'		0°			15°			30°			45°			60°			75°					
composantes du facteur solaire		Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3	Sw1	Sw2	Sw3
inclinaison des lames	I 90																					
	75																					
	60																					
	45																					
	30																					
	15																					
	- 0																					
	-15																					
	-30																					
	-45																					
	-60																					
	-75																					
	I -90																					

Facteurs solaires pour Th-E 2012 (matrice M_fixe_Sw_E)

Position fixe		M_fixe_Tl_BCE																		Tl_ap_dir,b / Tl_id_ap_dir,b		
		Tl_ap_dir,b / Tl_id_ap_dir,b																		Tl_id_ap_dir,b		
hauteur du soleil γ'		0°			15°			30°			45°			60°			75°					
composantes du Tl		Tl_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_ap_dir	Tl_id_ap_dir	Tl_id_ap_dir
inclinaison des lames	I 90																					
	75																					
	60																					
	45																					
	30																					
	15																					
	- 0																					
	-15																					
	-30																					
	-45																					
	-60																					
	-75																					
	I -90																					

Facteurs de transmission lumineuse pour Th-BC et pour Th-E (matrice M_fixe_Tl_BCE)

7.14.3.5.2.3 *Calculs des facteurs solaires et des facteurs de transmission lumineuse*

Les facteurs solaires et les facteurs de transmission lumineuse s'écrivent comme suit.

Dans Th-BC,

- en gestion « suntracking », avec $\gamma' \in \{0, 15, 30, 45, 60, 75\}$
et $\alpha_{SV} = 90^\circ - \gamma'$

- en « position fixe », avec $\gamma' \in \{0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ\}$ et $\alpha_{SV} = 45^\circ$

$$Sw1_{ap_dir-c,b} = Sw1_{ap_dir-c,b} (\alpha_{SV}, \gamma')$$

$$Sw1_{ap_dif-c,b} = Sw1_{ap_dif-c,b} (\alpha_{SV})$$

$$Sw1_{ap_ref-c,b} = Sw1_{ap_ref-c,b} (\alpha_{SV})$$

(379)

$$Sw2_{ap_dir-c,b} = Sw2_{ap_dir-c,b} (\alpha_{SV}, \gamma')$$

$$Sw2_{ap_dif-c,b} = Sw2_{ap_dif-c,b} (\alpha_{SV})$$

$$Sw2_{ap_ref-c,b} = Sw2_{ap_ref-c,b} (\alpha_{SV})$$

$$Sw3_{ap_dir-c,b} = Sw3_{ap_dir-c,b} (\alpha_{SV}, \gamma')$$

$$Sw3_{ap_dif-c,b} = Sw3_{ap_dif-c,b} (\alpha_{SV})$$

$$Sw3_{ap_ref-c,b} = Sw3_{ap_ref-c,b} (\alpha_{SV})$$

$$Tli_{ap_dir,b} = Tli_{ap_dir,b} (\alpha_{SV}, \gamma')$$

$$Tld_{ap_dif,b} = Tld_{ap_dif,b} (\alpha_{SV})$$

$$Tld_{ap_ref,b} = Tld_{ap_ref,b} (\alpha_{SV})$$

$$Tlid_{ap_dir,b} = Tlid_{ap_dir,b} (\alpha_{SV}, \gamma')$$

$$Tlid_{ap_ref,b} = Tlid_{ap_ref,b} (\alpha_{SV})$$

Dans Th-E, les lames sont conventionnellement verticales ($\alpha_{SV} = 90^\circ$). Les taux de transmission lumineuse ne dépendent donc pas de la hauteur du soleil.

Les variables internes ci-dessous sont donc directement égales aux paramètres intrinsèques.

$$Sw1_{ap_dir-e,b}, Sw1_{ap_dif-e,b}, Sw1_{ap_ref-e,b} \quad (380)$$

$$Sw2_{ap_dir-e,b}, Sw2_{ap_dif-e,b}, Sw2_{ap_ref-e,b}$$

$$Sw3_{ap_dir-e,b}, Sw3_{ap_dif-e,b}, Sw3_{ap_ref-e,b}$$

$$Tli_{ap_dir,b}, Tld_{ap_dif,b}, Tld_{ap_ref,b}, Tlid_{ap_dir,b}, Tlid_{ap_ref,b}$$

7.14.3.5.3 Traitement des données des protections mobiles autres que stores vénitiens

Dans le cas où les protections mobiles ne sont pas de type stores vénitiens (de type volets ou stores enroulables), les données d'entrées ne font pas la distinction entre les rayonnements et flux lumineux incidents directs, diffus et réfléchis. Cependant, afin de pouvoir utiliser les équations décrites ci-après, cette répartition devient nécessaire.

Dans ce cas, on pose

$$Sw1_{ap_dir-c,b} = Sw1_{ap_dif-c,b} = Sw1_{ap_ref-c,b} = Sw1_{ap-c,b}$$

$$Sw2_{ap_dir-c,b} = Sw2_{ap_dif-c,b} = Sw2_{ap_ref-c,b} = Sw2_{ap-c,b}$$

$$Sw3_{ap_dir-c,b} = Sw3_{ap_dif-c,b} = Sw3_{ap_ref-c,b} = Sw3_{ap-c,b}$$

$$Sw1_{ap_dir-e,b} = Sw1_{ap_dif-e,b} = Sw1_{ap_ref-e,b} = Sw1_{ap-e,b}$$

$$Sw2_{ap_dir-e,b} = Sw2_{ap_dif-e,b} = Sw2_{ap_ref-e,b} = Sw2_{ap-e,b}$$

$$Sw3_{ap_dir-e,b} = Sw3_{ap_dif-e,b} = Sw3_{ap_ref-e,b} = Sw3_{ap-e,b}$$

(381)

$$Tli_{ap_dir,b} = Tld_{ap_dif,b} = Tld_{ap_ref,b} = Tli_{ap,b}$$

$$Tlid_{ap_dir,b} = Tlid_{ap_ref,b} = Tlid_{ap,b}$$

7.14.3.5.4 Valeurs par défaut

Les valeurs par défaut, pouvant faire référence aux règles Th-S, sont écrites ci-dessous pour les protections mobiles autres que les stores vénitiens.

Dans Th-BC, la valeur par défaut du facteur solaire global de la partie de la baie sans protections mobiles est inférieure de 0,1 au facteur solaire dans Th-E.

$$Sw_{sp-c,b} = Sw_{sp-e,b} - 0,1$$

$$(où Sw_{sp-c,b} = Sw1_{sp-c,b} + Sw2_{sp-c,b} + Sw3_{sp-c,b} \quad (382)$$

$$et Sw_{sp-e,b} = Sw1_{sp-e,b} + Sw2_{sp-e,b} + Sw3_{sp-e,b})$$

Dans Th-BC, la valeur du facteur solaire global de la partie de la baie avec protection mobile est, par convention, égale au facteur solaire dans Th-E.

$$Sw_{ap-c,b} = Sw_{ap-e,b}$$

$$(où Sw_{ap-c,b} = Sw1_{ap-c,b} + Sw2_{ap-c,b} + Sw3_{ap-c,b} \quad (383)$$

$$et Sw_{ap-e,b} = Sw1_{ap-e,b} + Sw2_{ap-e,b} + Sw3_{ap-e,b})$$

La décomposition du facteur solaire en trois composantes $Sw1$ / $Sw2$ / $Sw3$, pour les parties de la baie avec ou sans protections mobiles, se calculent conformément aux règles Th-S.

Pour la partie de la baie avec protection mobile, les facteurs solaires et les facteurs de transmission lumineuse sont identiques pour les trois flux incidents (solaires ou lumineux) direct, diffus et réfléchi.

$$Sw1_{ap_dir,b} = Sw1_{ap_dif,b} = Sw1_{ap_ref,b}$$

$$Sw2_{ap_dir,b} = Sw2_{ap_dif,b} = Sw2_{ap_ref,b} \quad (384)$$

$$Sw3_{ap_dir,b} = Sw3_{ap_dif,b} = Sw3_{ap_ref,b}$$

$$Tli_{ap_dir,b} = Tld_{ap_dif,b} = Tld_{ap_ref,b}$$

Par défaut, les taux de transmission lumineuse du flux incident direct transmis sous forme diffuse sont nuls pour les parties avec ou sans protection mobile de la baie vitrée

$$Tlid_{sp,b} = 0$$

$$Tlid_{ap_dir,b} = Tlid_{ap_ref,b} = 0 \quad (385)$$

7.14.3.6 Calcul des flux de chaleur transmis au groupe par la baie vitrée b

Quelque soit le type de protections mobiles, le calcul des flux de chaleur transmis au groupe s'effectue de la même manière.

Les flux solaires globaux incidents sur la baie vitrée, sont transmis au groupe sous forme de trois flux de chaleur :

- Flux de chaleur transmis par la baie vitrée au groupe sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde :

$$Fs_{1,b} = A_b \cdot b_{solaire,b} \cdot (1 - f_{lf,b}) \times \left[(1 - R_{prot,b}) \cdot Sw1_{sp,b} \cdot I_{sr,b}^* + R_{prot,b} \cdot \begin{pmatrix} Sw1_{ap_dir,b} \cdot Drp^*_{,b} + \\ Sw1_{ap_dif,b} \cdot Dfp^*_{,b} + \\ Sw1_{ap_ref,b} \cdot Rrp^*_{,b} \end{pmatrix} \right] \quad (386)$$

$F_{lf,b}$ est le facteur de pertes solaires. Il prend en compte le pourcentage de flux réfléchi par les parois internes du groupe vers l'extérieur. Il est supposé nul.

- Flux de chaleur transmis par la baie vitrée au groupe sous forme de rayonnement de grande longueur d'onde et d'échange convectif :

$$Fs_{2,b} = A_b \cdot b_{solaire,b} \cdot \left[(1 - R_{prot,b}) \cdot Sw2_{sp,b} \cdot I_{sr,b}^* + R_{prot,b} \cdot \begin{pmatrix} Sw2_{ap_dir,b} \cdot Drp^*_{,b} + \\ Sw2_{ap_dif,b} \cdot Dfp^*_{,b} + \\ Sw2_{ap_ref,b} \cdot Rrp^*_{,b} \end{pmatrix} \right] \quad (387)$$

- Flux de chaleur transmis par la baie vitrée au groupe à travers la lame d'air intérieure ventilée (lame d'air se situant entre la baie vitrée et la protection solaire intérieure) :

$$Fs_{3,b} = A_b \cdot b_{solaire,b} \cdot \left[(1 - R_{prot,b}) \cdot Sw3_{sp,b} \cdot I_{sr,b}^* + R_{prot,b} \cdot \begin{pmatrix} Sw3_{ap_dir,b} \cdot Drp^*_{,b} + \\ Sw3_{ap_dif,b} \cdot Dfp^*_{,b} + \\ Sw3_{ap_ref,b} \cdot Rrp^*_{,b} \end{pmatrix} \right] \quad (388)$$

- Flux de chaleur transmis au groupe à travers la baie vitrée b, dû au rayonnement froid vers la voute céleste :

Si $Id_{ET}=0$

$$F_{tvc,b} = A_b \cdot \left((1 - R_{prot,b}) \cdot \frac{U_{sp,b}}{h_e} + R_{prot,b} \cdot \frac{U_{ap,b}}{h_e} \right) \cdot Q_{er}^* \quad (389)$$

Sinon

$$F_{tvc,b} = 0$$

Note : Q_{er}^* tient compte de l'inclinaison de la baie.

Note 2 : en présence d'un espace tampon, le flux de chaleur transmis au groupe à travers la baie vitrée b, dû au rayonnement froid vers la voute céleste est supposé nul.

Avec,

- dans Th-BC,

$$\begin{aligned}
 Sw1_{sp,b} &= Sw1_{sp-c,b} & Sw1_{ap_dir,b} &= Sw1_{ap_dir-c,b} \\
 & & Sw1_{ap_dif,b} &= Sw1_{ap_dif-c,b} \\
 & & Sw1_{ap_ref,b} &= Sw1_{ap_ref-c,b} \\
 Sw2_{sp,b} &= Sw2_{sp-c,b} & Sw2_{ap_dir,b} &= Sw2_{ap_dir-c,b} \\
 & & Sw2_{ap_dif,b} &= Sw2_{ap_dif-c,b} \\
 & & Sw2_{ap_ref,b} &= Sw2_{ap_ref-c,b} \\
 Sw3_{sp,b} &= Sw3_{sp-c,b} & Sw3_{ap_dir,b} &= Sw3_{ap_dir-c,b} \\
 & & Sw3_{ap_dif,b} &= Sw3_{ap_dif-c,b} \\
 & & Sw3_{ap_ref,b} &= Sw3_{ap_ref-c,b}
 \end{aligned} \tag{390}$$

- dans Th-E,

$$\begin{aligned}
 Sw1_{sp,b} &= Sw1_{sp-e,b} & Sw1_{ap_dir,b} &= Sw1_{ap_dir-e,b} \\
 & & Sw1_{ap_dif,b} &= Sw1_{ap_dif-e,b} \\
 & & Sw1_{ap_ref,b} &= Sw1_{ap_ref-e,b} \\
 Sw2_{sp,b} &= Sw2_{sp-e,b} & Sw2_{ap_dir,b} &= Sw2_{ap_dir-e,b} \\
 & & Sw2_{ap_dif,b} &= Sw2_{ap_dif-e,b} \\
 & & Sw2_{ap_ref,b} &= Sw2_{ap_ref-e,b} \\
 Sw3_{sp,b} &= Sw3_{sp-e,b} & Sw3_{ap_dir,b} &= Sw3_{ap_dir-e,b} \\
 & & Sw3_{ap_dif,b} &= Sw3_{ap_dif-e,b} \\
 & & Sw3_{ap_ref,b} &= Sw3_{ap_ref-e,b}
 \end{aligned} \tag{391}$$

7.14.3.7 Calcul des flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b

Il y a trois types de flux lumineux incidents sur la baie :

- le flux lumineux direct Erp^* ;
- le flux lumineux diffus Efp^* ;
- le flux lumineux provenant du sol $Errp^*$.

7.14.3.7.1 Calcul des taux de transmission lumineuse

Taux de transmission du flux incident direct arrivant sur la partie de la baie vitrée sans protection mobile :

$$Tli_{sp,b} = Tlii_{sp,b} + Tlid_{sp,b} \quad (392)$$

Taux de transmission du flux incident diffus arrivant sur la partie de la baie vitrée sans protection mobile :

$$Tld_{sp,b} = Tli_{sp,b} \quad (393)$$

Taux de transmission du flux incident direct sur la partie de la baie vitrée avec protection mobile :

$$Tli_{ap_dir,b} = Tlii_{ap_dir,b} + Tlid_{ap_dir,b} \quad (394)$$

Taux de transmission du flux incident diffus sur la partie de la baie vitrée avec protection mobile :

$$Tld_{ap_dif,b} \quad (395)$$

Taux de transmission du flux incident réfléchi sur la partie de la baie vitrée avec protection mobile (sous forme directe et sous forme diffuse) :

$$Tld_{ap_ref,b} = Tlii_{ap_ref,b} + Tlid_{ap_ref,b} \quad (396)$$

Taux de transmission du flux incident direct sur la partie de la baie vitrée avec la seconde protection mobile :

$$Tli2_{,b} = Tlii2_{,b} + Tlid2_{,b} \quad (397)$$

Note : la distinction entre direct, diffus et réfléchi est nécessaire si les protections mobiles sont des stores vénitiens.

7.14.3.7.2 Expression des trois flux transmis au groupe par la baie vitrée b

Sans présence d'une deuxième protection mobile

Les flux transmis au groupe s'expriment de la façon suivante (unité : lumen) :

1. $Flt_{1,b}$: flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b sous forme directe (en provenance du direct hors composantes due au diffusé par la protection)

$$Flt_{1,b} = A_b \cdot b_{ecl,b} \cdot [R_{prot,b} \cdot Tlii_{ap_dir,b} + (1 - R_{prot,b}) \cdot Tlii_{sp,b}] \cdot Erp^* \quad (398)$$

2. $Flt_{2,b}$: flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b sous forme diffuse

$$Flt_{2,b} = A_b \cdot b_{ecl,b} \cdot \left[\begin{aligned} & [R_{prot,b} \cdot Tlid_{ap_dir,b} + (1 - R_{prot,b}) \cdot Tlid_{sp,b}] \cdot Erp^* \\ & + [R_{prot,b} \cdot Tld_{ap_dif,b} + (1 - R_{prot,b}) \cdot Tld_{sp,b}] \cdot Efp^* \\ & + [R_{prot,b} \cdot Tlid_{ap_ref,b} + (1 - R_{prot,b}) \cdot Tlid_{sp,b}] \cdot ERrp^* \end{aligned} \right] \quad (399)$$

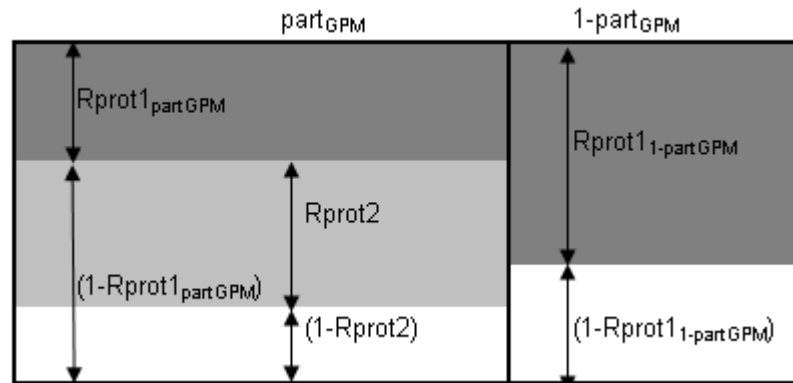
(avec $Tlid_{sp,b}$ nul si on fait l'hypothèse que la baie n'est pas diffusante)

3. $Flt_{3,b}$: flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b sous forme réfléchi (en provenance du sol et en direction du plafond, hors composante due au flux diffusé par la protection)

$$Flt_{3,b} = A_b \cdot b_{ecl,b} \cdot [R_{prot,b} \cdot Tlii_{ap_ref,b} + (1 - R_{prot,b}) \cdot Tlii_{sp,b}] \cdot ERrp^* \quad (400)$$

En présence d'une 2^{ème} protection mobile :

Une seconde protection mobile anti-éblouissement gérée manuellement est susceptible d'être mise en place. Elle ne s'utilise que pour les baies dont la première protection mobile n'est pas descendue et uniquement pour les baies appartenant à $part_{GPM}$. Sur le schéma suivant, le ratio de fermeture n'est pas propre à une baie mais à un ensemble de baies.



Eventuellement, la seconde protection mobile ($R_{prot2,b}$) vient s'ajouter, dans la $part_{GPM}$ des locaux, à la première protection mobile. Elle est caractérisée par un taux de transmission lumineuse global $Tli2,b$ et un taux de transmission du flux incident direct en diffus $Tlid2,b$ (le taux de transmission de la composante directe du flux incident en flux direct se déduit de ces deux valeurs).

Ces deux paramètres sont conventionnels dans Th-BCE 2012 : le facteur de transmission lumineuse global est conventionnellement égal à 0,1. Le rayonnement direct est transmis à travers

la seconde protection mobile uniquement sous forme diffuse.

$$\begin{aligned} Tli2_{,b} &= 0.1 \\ Tlid2_{,b} &= 0.1 \end{aligned} \quad (401)$$

Les flux lumineux transmis s'écrivent alors

$$Flt_{1,b} = A_b \cdot b_{ecl,b} \cdot \left[\begin{aligned} & \left[part_{GPM} \cdot Rprot1_{partGPM} + (1 - part_{GPM}) \cdot Rprot1_{1-partGPM} \right] \cdot Tlii_{ap_dir,b} \\ & + \left[part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot Rprot2_{,b} \right] \cdot Tlii_{2,b} \\ & + \left[(1 - part_{GPM}) \cdot (1 - Rprot1_{1-partGPM}) + part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot (1 - Rprot2_{,b}) \right] \cdot Tlii_{sp,b} \end{aligned} \right] \cdot Erp^* \quad (402)$$

$$Flt_{2,b} = A_b \cdot b_{ecl,b} \cdot \left[\begin{aligned} & \left[part_{GPM} \cdot Rprot1_{partGPM} + (1 - part_{GPM}) \cdot Rprot1_{1-partGPM} \right] \cdot Tlid_{ap_dir,b} \\ & + \left[part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot Rprot2_{,b} \right] \cdot Tlid_{2,b} \\ & + \left[(1 - part_{GPM}) \cdot (1 - Rprot1_{1-partGPM}) + part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot (1 - Rprot2_{,b}) \right] \cdot Tlid_{sp,b} \end{aligned} \right] \cdot Erp^* + \\ & \left[\begin{aligned} & \left[part_{GPM} \cdot Rprot1_{partGPM} + (1 - part_{GPM}) \cdot Rprot1_{1-partGPM} \right] \cdot Tld_{ap_dif,b} \\ & + \left[part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot Rprot2_{,b} \right] \cdot Tli_{2,b} \\ & + \left[(1 - part_{GPM}) \cdot (1 - Rprot1_{1-partGPM}) + part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot (1 - Rprot2_{,b}) \right] \cdot Tld_{sp,b} \end{aligned} \right] \cdot Efp^* + \\ & \left[\begin{aligned} & \left[part_{GPM} \cdot Rprot1_{partGPM} + (1 - part_{GPM}) \cdot Rprot1_{1-partGPM} \right] \cdot Tlid_{ap_ref,b} \\ & + \left[part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot Rprot2_{,b} \right] \cdot Tlid_{2,b} \\ & + \left[(1 - part_{GPM}) \cdot (1 - Rprot1_{1-partGPM}) + part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot (1 - Rprot2_{,b}) \right] \cdot Tlid_{sp,b} \end{aligned} \right] \cdot ERrp^* \end{aligned} \quad (403)$$

$$Flt_{3,b} = A_b \cdot b_{ecl,b} \cdot \left[\begin{aligned} & \left[part_{GPM} \cdot Rprot1_{partGPM} + (1 - part_{GPM}) \cdot Rprot1_{1-partGPM} \right] \cdot Tlii_{ap_ref,b} \\ & + \left[part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot Rprot2_{,b} \right] \cdot Tlii_{2,b} \\ & + \left[(1 - part_{GPM}) \cdot (1 - Rprot1_{1-partGPM}) + part_{GPM} \cdot (1 - Rprot1_{partGPM}) \cdot (1 - Rprot2_{,b}) \right] \cdot Tlii_{sp,b} \end{aligned} \right] \cdot ERrp^* \quad (404)$$

7.14.3.8 Calcul de la surface effective d'ouverture de la baie

La surface effective d'ouverture s'exprime sous la forme

$$Aouvmax_{,b} = A_b \cdot Rouvmax_{,b} \quad (405)$$

7.15 C BAT Calcul des débits d'air entrant liés à l'ouverture des baies

7.15.1 INTRODUCTION

La surventilation par ouverture des baies est un moyen de rafraîchir de manière passive un bâtiment, lorsque les paramètres de températures le permettent. Elle obéit à une modélisation temporelle du ratio d'ouverture des baies en fonction de tout un ensemble de facteurs, qui sont traités dans la fiche « *gestion/régulation de l'ouverture des baies* ».

La présente fiche exploite les données en provenance des différents composants baies de manière à calculer un débit massique d'air entrant par les baies sur l'ensemble du groupe (noté Q_{ma_ouv}). Ce calcul a lieu à chaque pas de temps h .

Le calcul des débits par ouverture des baies repose sur les hypothèses suivantes:

- Les débits de surventilation par ouverture des baies ne sont pas pris en compte dans le bilan des flux d'air, effectué pour le calcul de la pression intérieure P_{i_b} . Ils n'ont donc aucun impact sur les débits de ventilation spécifiques et les débits d'infiltration/par les entrées d'air,
- Les débits d'air entrant par les baies ne contribuent pas à la ventilation d'hygiène,
- Les protections mobiles mises en place sur les baies ne modifient pas les débits de surventilation par ouverture des baies.

7.15.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 46 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de calcul.

Dans toute la suite de la fiche, on notera h le pas de temps horaire de simulation.

Entrées du composant						
	Nom	Description	Unité			
Groupe	$V_{vent_c}(h)$	Vitesse du vent à une altitude de 10 m par rapport au sol.	m/s			
	$\theta_{ei}(h)$	Température équivalente de l'air extérieur, au temps h.	°C			
	$\theta_i(h-1)$	Température intérieure de l'air du groupe considéré, au pas de temps h-1.	°C			
Débts d'air	$q_{m,aeration}^{gr,s}$	Débit massique d'aération par ouverture de fenêtre du groupe, défini pour garantir la cohérence avec le calcul de la température des groupes.	kg/s			
Baie	α^b	Orientation de la baie d'indice b, sous forme d'angle en ° (0° pour le sud, 90° l'ouest, 270° l'est, et 180° le nord).	°			
	$Rouv^b(h)$	Ratio surfacique d'ouverture de la baie d'indice b, au temps h. La valeur 1 correspond à l'ouverture maximale qu'admet la baie.	Réel			
	$Aouvmax^b$	Surface d'ouverture maximale de la baie d'indice b : $Aouvmax^b = Rouvmax^b \times A^b$	m^2			
Sorties						
	Nom	Description	Unité			
Comp. gr.	$Qma_j(h)$	Débit massique d'air entrant dans le groupe par les baies, à la température $\theta_{ei}(h)$.	kg/s			
Paramètres d'intégration						
	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
Groupe	$Httf$	Hauteur pour le tirage thermique, définie à l'échelle du groupe. Correspond à la différence d'altitude entre le point le plus bas de l'ouverture la plus basse et le plus le plus haut de l'ouverture la plus haute.	m	0	15	
	δ_{trav_surv}	Booléen traduisant le caractère traversant du groupe, au sens de la surventilation par ouverture des baies : $1 = traversant$ $0 = non-traversant$	Bool	0	1	-

Variables internes

Nom	Description	Unité
$A_{ouv}(h)$	Surface d'ouverture équivalente de l'ensemble des baies pour le groupe, au pas de temps h.	m ²
$A_{ouv}^b(h)$	Surface d'ouverture équivalente de la baie d'indice b, au pas de temps h.	m ²
$A_{ouv_n}(h)$	Surface d'ouverture équivalente des baies pour l'orientation globale n.	m ²
S_{ors}	Racine carrée de la somme des produits 2 à 2 des surfaces d'ouverture pour les quatre orientations globales retenues.	m
$C_{corr_{trav}}(h)$	Coefficient de correction de l'impact du vent pour le cas d'un groupe traversant.	Réel
$\rho_{ext}(h)$	Masse volumique de l'air extérieur entrant dans le groupe.	kg/m ³
$Q_{v_surv_nat}(h)$	Débit volumique entrant de surventilation naturelle.	m ³ /h
$Q_{m_surv_nat}(h)$	Débit massique entrant de surventilation naturelle.	kg/s
n	Indice de sommation des orientations pour le cas traversant.	Entier
k	Indice de sommation des configurations d'orientation pour le cas traversant.	Entier
α_{ref}	Angle d'orientation de référence de l'algorithme.	°
α_{haut}	Angle d'orientation supérieur de l'algorithme.	°
α_{bas}	Angle d'orientation inférieur de l'algorithme.	°
$S_{ors,k}$	Valeur de S_{ors} pour la configuration d'orientation d'indice k, dans le cas traversant.	m ²

Variable de l'algorithme de calcul de $C_{corr_{trav}}$

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
C_w	Constante de prise en compte de la vitesse du vent.	-	0.001
C_{st}	Constante de prise en compte des effets de tirage thermique.	m/(°C.s ²)	0.0035
ρ_{ref}	Masse volumique de référence	kg/m ³	1.2
θ_{ref}	Température de référence	°C	19

Tableau 46 : Nomenclature du modèle

7.15.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.15.3.1 Description du Modèle utilisé

Le débit volumique d'air dû à l'ouverture des baies est fonction :

- De la vitesse du vent (valeur prise à 10 m de hauteur),
- Du caractère traversant ou non-du groupe au sens de la surventilation par ouverture des baies,
- D'une hauteur de référence prise pour tenir compte des phénomènes de tirage thermique,
- De la différence entre la température de l'air extérieure et intérieure (prise avec un exposant de 0.5),
- De différentes constantes aérodynamiques, associées au vent et au phénomène de tirage thermique.

Une conversion est ensuite effectuée pour renvoyer un débit d'air massique, exprimé en kg/s.

7.15.3.2 Caractère traversant d'un groupe au sens de la surventilation par ouverture des baies

Le caractère traversant d'un groupe au sens de la surventilation par ouverture des baies n'est pas identique au caractère traversant au sens des circulations d'air horizontales entre locaux. En effet, dans le premier cas, le caractère traversant est lié à la possibilités d'ouvrir les portes intérieures entre deux façades d'orientations différentes. Dans le deuxième cas, un détalonnement des portes intérieures est suffisant.

En maison individuelle ou accolée, le groupe est conventionnellement considéré comme traversant pour la surventilation, dans la mesure où l'occupant a toute liberté d'action sur les portes intérieures.

En logement collectif, le caractère traversant dépend de la configuration du groupe. Il est à saisir par l'utilisateur au cas par cas, et peut être différent pour plusieurs groupes appartenant à une même zone d'habitation collective.

Pour les autres usages d'habitation, la valeur de $\delta_{\text{trav_surv}}$ est conventionnellement prise égale à *vrai* pour les usages à grands volumes et *faux* dans le reste des cas.

N° d'usage	Type d'usage associé	$\delta_{\text{trav_surv}}$
1	Bâtiment à usage d'habitation - maison individuelle ou accolée	1
2	Bâtiment à usage d'habitation - logement collectif	Non-conventionnel
3	Etablissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte-garderie)	0
4	Enseignement primaire	0
5	Enseignement secondaire (partie jour)	0
6	Enseignement secondaire (partie nuit)	0
7	Enseignement - université	0
8	Bâtiment à usage d'habitation - Foyer de jeunes travailleurs	0

10	Hôtel 0*, 1* (partie nuit)	0
11	Hôtel 2* (partie nuit)	0
12	Hôtel 3* (partie nuit)	0
13	Hôtel 4* et 5* (partie nuit)	0
14	Hôtel 0*, 1* et 2* (partie jour)	0
15	Hôtel 3*, 4* et 5* (partie jour)	0
16	Bureaux	0
17	Restauration commerciale en continue (18h/j 7j/7)	0
18	Restauration - 1 repas/jour, 5j/7	0
19	Restauration - 2 repas/jour, 7j/7	0
20	Restauration - 2 repas/jour, 6j/7	0
22	Commerce, magasin, zones commerciales	1
24	Etablissement sportif scolaire	1
26	Bâtiment à usage d'habitation - Etablissement sanitaire avec hébergement	0
27	Hôpital (partie nuit)	0
28	Hôpital (partie jour)	0
29	Transport - aéroport	1
30	Bâtiment à usage d'habitation - Cité universitaire	0
32	Industrie - 3x8h	1
33	Industrie - 8h à 18h	1
34	Tribunal	0
36	Etablissement sportif municipal ou privé	0
37	Restauration scolaire - 1 repas/jour, 5j/7	0
38	Restauration scolaire - 3 repas/jour, 5j/7	0

Tableau 47: relation entre le type d'usage et le caractère traversant du groupe au sens de la surventilation par ouverture des baies

7.15.3.3 Valeur de H_{ttf}

H_{ttf} correspond à la différence d'altitude entre le point le plus bas de l'ouverture la plus basse et le plus le plus haut de l'ouverture la plus haute pouvant communiquer sans obstacles dans un groupe. La valeur est employée pour quantifier le tirage thermique intervenant dans la surventilation par ouverture des baies.

- Pour les maisons individuelles, l'utilisateur saisit la différence d'altitude entre la partie inférieure de l'ouvrant le plus bas et la partie supérieure de l'ouvrant le plus haut du groupe.
- Pour les groupes dont la différence d'altitude entre la partie inférieure de l'ouvrant le plus bas et la partie supérieure de l'ouvrant le plus haut est supérieure à 4 m, on saisit également cette valeur (limitée à 15 m).
- Dans les autres cas, la valeur est conventionnelle, égale à 1,5 m.

7.15.3.4 Calcul du débit volumique de surventilation naturelle

Le ratio d'ouverture maximale R_{ouvmax}^b est une propriété dépendant du type de fenêtre et de son angle maximal d'ouverture. Il correspond au rapport de la surface maximale d'ouverture sur la surface en tableau (surface A^b caractérisant la baie). Les valeurs par défaut suivante peuvent être utilisées. Dans le cas où une partie de la baie est fixe, il convient d'en prendre compte dans la définition du R_{ouvmax} global de la baie.

Type d'ouvrant	Ratio d'ouverture R_{ouvmax}^b
Française et Anglaise Angle d'ouverture de 90°	80%
Italienne et soufflet Angle d'ouverture de 15°	40%
Soufflet D'oscillo-battant Angle d'ouverture de 7°	20%
Coulissant	40%

Tableau 48: valeurs par défaut du ratio d'ouverture maximal d'un ouvrant en fonction de son type

Dans un premier temps, on évalue les $A_{ouv}^b(h)$ et $A_{ouv}(h)$, la surface d'ouverture totale des baies pour le groupe.

Pour chaque baie d'indice b:

$$A_{ouv}^b(h) = R_{ouv}^b(h) \times A_{ouv\ max}^b(h) \quad (406)$$

La sommation est ensuite:

$$A_{ouv}(h) = \sum_b A_{ouv}^b(h) \quad (407)$$

Le calcul est ensuite scindé en deux selon que le bâtiment considéré est traversant ou non.

En non-traversant ($\delta_{trav_surv} = \text{faux}$) :

Le calcul de débit consiste en une sommation sur l'ensemble des baies.

$$Q_{v_surv_nat}(h) = 1800 \cdot A_{ouv}(h) \cdot [C_w \cdot V_{vent_c}(h)^2 + C_{st} \cdot H_{tff} \cdot ABS(\theta_{ei}(h) - \theta_{i,fin}(h-1))]^{0.5} \quad (408)$$

En traversant ($\delta_{trav_surv} = \text{vrai}$) :

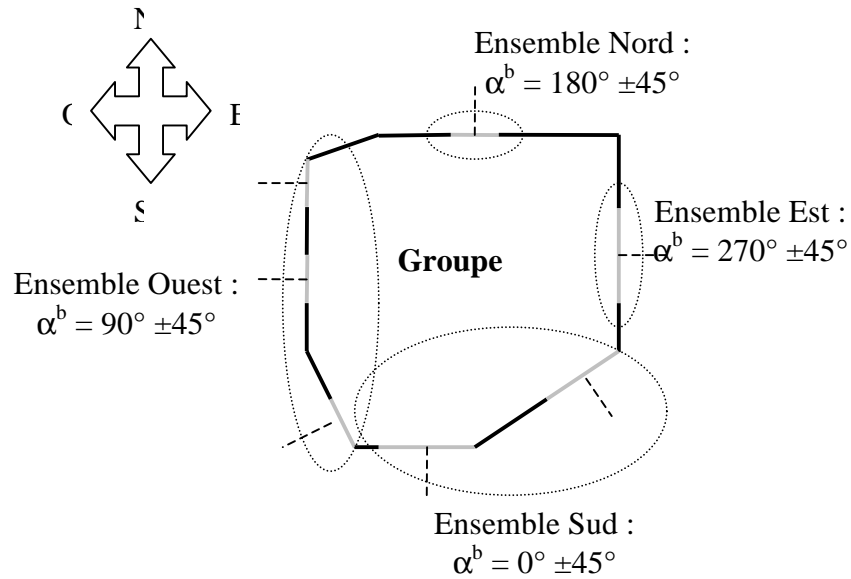
Le calcul de débit est plus complexe, du fait de l'introduction d'un coefficient correctif C_{corr_trav} . Ce coefficient correctif permet de prendre en compte l'augmentation de débit que peut générer le vent lorsque le bâtiment est traversant au sens de la surventilation par ouverture des baies.

Cette augmentation de débit dépend de la position des baies les unes par rapport aux autres. En effet, plus les baies sont réparties sur des orientations différentes de l'enveloppe du bâtiment, et plus l'effet du caractère traversant sur les débits de surventilation est important.

La méthode simplifiée, choisie pour prendre en compte cet état de fait, consiste à répartir les baies en quatre ensembles, par rapprochement de leurs orientations à quatre points cardinaux du bâtiment. Chacun de ces ensembles regroupe toutes les baies dont l'orientation est comprise dans un intervalle de $\pm 45^\circ$ par rapport au point cardinal associé (le tout couvrant 360°).

Ci-dessous un exemple d'illustration de la répartition des baies d'un groupe en ensembles

cardinaux :



Les quatre $Aouv_n$ constituent respectivement les sommes des surfaces d'ouverture des baies pour chacun de ces quatre ensembles :

$$Aouv_n(h) = \sum_{b, \alpha^b = \alpha_{ref} \pm 45^\circ} Aouv^b(h) \quad (409)$$

Le coefficient correctif $C_{corr_{trav}}$ est lié aux produits deux à deux des $Aouv_n$.

$$C_{corr_{trav}} = \frac{(Aouv(h) + 3 \times S_{ors})^2}{Aouv(h)^2} \quad (410)$$

Où:

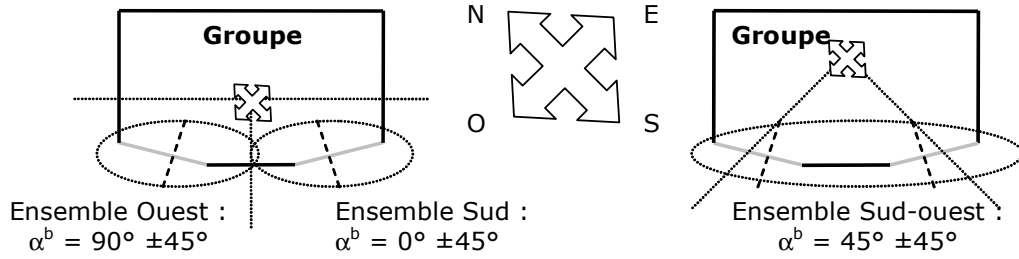
$$S_{ors} = \sqrt{\sum_{n1=1}^3 \sum_{n2=n1+1}^4 Aouv_{n1}(h) \times Aouv_{n2}(h)}$$

Ainsi, plus les ouvrants seront répartis de manière homogène sur les quatre ensembles d'orientation du groupe, et plus élevée sera la valeur de $C_{corr_{trav}}$.

Une précaution supplémentaire est prise pour éviter de surévaluer les débits dans les cas de figure où les baies séparées seulement par quelques degrés d'orientation d'écart ne se retrouvent réparties dans deux ensembles différents. Le calcul des $Aouv_n$ est effectué pour deux distributions de points cardinaux décalées de 45° l'une par rapport à l'autre, conventionnellement N-E-S-O et NE-SE-SO-NO. Le cas de figure aboutissant à la valeur de S_{ors} la plus basse est retenue pour la modélisation.

Cette précaution revient en fait à analyser l'impact du caractère traversant du groupe selon deux directions de vent décalées de 45°, et retenir celle qui minimise les débits de surventilation par ouverture des baies.

Voici un exemple de justification de la précaution prise :



Pour la première configuration, deux ensembles sont différenciés, alors que les baies des ensembles Ouest et Sud ont une différence d'orientation de quelques degrés seulement. L'effet de circulation d'air traversante entre ces deux baies n'est pas significatif dans la pratique. La méthode retient donc le cas de droite, constitué d'un seul ensemble, qui correspond à un coefficient correctif de 1. Cet exemple met en avant l'intérêt de réaliser le calcul pour deux distributions

Au final, l'algorithme à utiliser pour le calcul de S_{ors} est le suivant :

S'il y a au moins une baie,

Pour k de 1 à 2,

Pour n de 1 à 4,

$$Aouv_n = 0$$

$$\alpha_{ref} = (k-1) \times 45^\circ + (n-1) \times 90^\circ$$

$$\alpha_{haut} = \alpha_{ref} + 45^\circ$$

$$\alpha_{bas} = \alpha_{ref} - 45^\circ$$

Pour chaque baie d'indice b :

$$\text{Si } (\alpha^b \geq \alpha_{bas} \text{ et } \alpha^b < \alpha_{haut}),$$

$$Aouv_n = Aouv_n + Aouv^b$$

Fin de la boucle sur les baies du groupe.

Fin de la boucle « Pour n de 1 à 4 ».

$$S_{ors,k} = \sqrt{\sum_{n1=1}^3 \sum_{n2=n1+1}^4 Aouv_{n1}(h) \times Aouv_{n2}(h)}$$

Fin de la boucle « Pour k de 1 à 2 ».

$$S_{ors} = \text{MIN}(S_{ors,k=1} ; S_{ors,k=2})$$

(411)

On utilise ensuite la formule pour le calcul de $C_{corr_{trav}}$, et on utilise la relation ci-dessous pour le calcul du débit de surventilation :

$$Q_{v_surv_nat}(h) = 1800 \cdot A_{ouv}(h) \cdot [C_w \cdot C_{corr_trav} \cdot V_{vent_c}(h)^2 + C_{st} \cdot H_{ttf} \cdot \text{ABS}(\theta_{ei}(h) - \theta_{i,fin}(h-1))]^{0.5} \quad (412)$$

7.15.3.5 Conversion en débit massique

On exprime tout d'abord la masse volumique de l'air entrant:

$$\rho_{ext} = \frac{\rho_{ref} \cdot (273 + \theta_{ref})}{(273 + \theta_{ei})} \quad (413)$$

On convertit ensuite le débit volumique en débit massique:

$$Q_{m_surv_nat}(h) = \frac{Q_{v_surv_nat}(h)}{3600} \times \rho_{ext} \quad (414)$$

7.15.3.6 Cas d'un groupe avec ventilation naturelle par aération

Dans le cas d'un groupe avec ventilation naturelle par aération, par cohérence, un seul débit entrant d'ouverture des baies est pris en compte dans la modélisation thermique. Ce débit est pris égal au maximum des débits d'aération et du débit de surventilation naturelle.

$$Q_{ma_j} = \max \left(\sum_{s \in gr} q_{m,a\acute{e}ration}^{g,s}; Q_{m_surv_nat}(h) \right) \quad (415)$$

Il s'agit d'un débit d'air extérieur.

7.16 **C BAT ensemble baies**

7.16.1 *INTRODUCTION*

La fiche algorithme « ensemble baies » a pour objectif de collecter toutes les données relatives à chaque élément baie (comme les flux solaires et lumineux transmis au groupe à travers chaque baie, le ratio d'ouverture maximale de chaque baie, etc.) et de les sommer au niveau du groupe.

7.16.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 49 donne la nomenclature des différentes variables de l'ensemble baies.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Unité
Baie	$I_{sr,b}$	Rayonnement solaire global atteignant la baie vitrée b	W/m ²
	$Hg_{es,b}(h)$	Facteur de transmission thermique global pour la baie vitrée b entre les environnements intérieurs et extérieurs	W/K
	$FS_{1,b}$	Flux de chaleur transmis par la baie vitrée b au groupe sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde	W
	$FS_{2,b}$	Flux de chaleur transmis par la baie vitrée b au groupe sous forme de rayonnement de grande longueur d'onde et d'échange convectif	W
	$FS_{3,b}$	Flux de chaleur transmis par la baie vitrée b au groupe à travers la lame d'air intérieure ventilée (lame d'air se situant entre la baie vitrée et la protection solaire intérieure)	W
	$F_{tvc,b}$	Flux transmis dû au rayonnement froid vers la voute céleste	W
	$Flt_{1,b}$	Flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b, sous forme directe	lumen
	$Flt_{2,b}$	Flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b sous forme diffuse	lumen
	$Flt_{3,b}$	Flux lumineux transmis au groupe par la baie vitrée b sous forme réfléchie	lumen
	$\alpha_{,b}$	Orientation de la baie d'indice b, sous forme d'angle en ° (0° pour le sud, 90° l'ouest, 270° l'est, et 180° le nord).	°
Cli mat	IMOIS	Le numéro du mois	-

Paramètres intrinsèques du composant						
	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
	b	Indice indiquant qu'il s'agit de la baie vitrée b	-	-	-	-

Paramètres d'intégration du composant						
	Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.

Sorties			
	Nom	Description	Unité
	$Hg_{es}(h)$	Facteur de transmission thermique global pour l'ensemble des baies du groupe entre les environnements intérieurs et extérieurs	W/K
	FS_1	Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies du groupe sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde	W
	FS_2	Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies du groupe sous forme de rayonnement de	W

	grande longueur d'onde et d'échange convectif		
FS_3	Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies du groupe à travers la lame d'air intérieure ventilée (lame d'air se situant entre la baie vitrée et la protection solaire intérieure)	W	
F_{tvc}	Flux transmis dû au rayonnement froid vers la voute céleste pour l'ensemble des baies du groupe	W	
Flt_1	Flux lumineux transmis au groupe de l'ensemble des baies du groupe, sous forme directe	lumen	
Flt_2	Flux lumineux transmis au groupe de l'ensemble des baies du groupe sous forme diffuse	lumen	
Flt_3	Flux lumineux transmis au groupe par de l'ensemble des baies du groupe sous forme réfléchi	lumen	
$Part_{baies_sud}$	Pourcentage de baies du groupe orientées au sud (azimut $\alpha = 0^\circ$)	-	
$Part_{baies_nord}$	Pourcentage de baies du groupe orientées au nord (azimut $\alpha = 180^\circ$)	-	
$Part_{baies_ouest}$	Pourcentage de baies du groupe orientées à l'ouest (azimut $\alpha = 90^\circ$)	-	
$Part_{baies_est}$	Pourcentage de baies du groupe orientées à l'est (azimut $\alpha = 270^\circ$)	-	
$Part_{baies_horiz}$	Pourcentage de baies horizontales du groupe (orientation $\beta = 0^\circ$)	-	
A_{baies}^{gr}	Surface totale des baies du groupe	m ²	
$A_{baies-v}^{gr}$	Surface totale des baies verticales du groupe	m ²	
$A_{baies-h}^{gr}$	Surface totale des baies horizontales du groupe	m ²	
$A_{baies-sud}^{gr}$	Surface de baies du groupe orientées Sud	m ²	
$A_{baies-nord}^{gr}$	Surface de baies du groupe orientées Nord	m ²	
$A_{baies-ouest}^{gr}$	Surface de baies du groupe orientées Ouest	m ²	
$A_{baies-est}^{gr}$	Surface de baies du groupe orientées Est	m ²	
Variables internes			
Nom	Description	Unité	
Constantes			
Nom	Description	Unité	Conv.

Tableau 49 : Nomenclature du modèle

7.16.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.16.3.1 Calcul du coefficient de transfert thermique global de l'ensemble des baies du groupe

$$Hg_{es} = \sum_{b \in \text{groupe}} Hg_{es,b} \quad (416)$$

7.16.3.2 Calcul des flux de chaleur totaux transmis au groupe

1. Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies vitrées du groupe sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde:

$$Fs1 = \sum_{b \in \text{groupe}} Fs1,b \quad (417)$$

2. Flux de chaleur transmis par la baie vitrée au groupe sous forme de rayonnement de grande longueur d'onde et d'échange convectif :

$$Fs2 = \sum_{b \in \text{groupe}} Fs2,b \quad (418)$$

3. Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies vitrées du groupe à travers la lame d'air intérieure ventilée (lame d'air se situant entre la baie vitrée et la protection solaire intérieure):

$$Fs3 = \sum_{b \in \text{groupe}} Fs3,b \quad (419)$$

4. Flux de chaleur transmis au groupe par l'ensemble des baies vitrées du groupe, dû au rayonnement froid vers la voûte céleste :

$$Ftvc = \sum_{b \in \text{groupe}} Ftvc,b \quad (420)$$

7.16.3.3 Calcul des flux lumineux totaux transmis au groupe

1. Flt1 : flux lumineux transmis au groupe par l'ensemble des baies vitrées du groupe sous forme directe (en provenance du direct hors composantes due au diffusé par la protection)

$$Flt1 = \sum_{b \in \text{groupe}} Flt1,b \quad (421)$$

2. Flt2 : flux lumineux transmis au groupe par l'ensemble des baies vitrées du groupe sous forme hémisphérique

$$Flt2 = \sum_{b \in \text{groupe}} Flt2,b \quad (422)$$

3. Flt3 : flux lumineux transmis par l'ensemble des baies vitrées du groupe sous forme demi-hémisphérique (en provenance du sol et en direction du plafond, hors composante due au flux diffusé par la protection)

$$Flt3 = \sum_{b \in \text{groupe}} Flt3,b \quad (423)$$

7.16.3.4 Calculs divers au niveau du groupe

7.16.3.4.1 Calcul du pourcentage de baies verticales d'un groupe ayant une orientation Sud

On considère qu'une paroi vitrée verticale a une orientation Sud si $-45^\circ < \alpha \leq 45^\circ$

$$part_{baies_sud} = \frac{\sum_{\substack{-45^\circ < \alpha \leq 45^\circ \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab}{\sum_{\substack{\alpha \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab} \quad (424)$$

7.16.3.4.2 Calcul de la surface de baies verticales au Sud

$$A_{baies_sud}^{gr} = Part_{baies_sud} * A_{baies}^{gr} \quad (425)$$

7.16.3.4.3 Calcul du pourcentage de baies verticales d'un groupe ayant une orientation nord

On considère qu'une paroi vitrée verticale a une orientation nord si $135^\circ < \alpha \leq 225^\circ$

$$part_{baies_nord} = \frac{\sum_{\substack{135^\circ < \alpha \leq 225^\circ \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab}{\sum_{\substack{\alpha \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab} \quad (426)$$

7.16.3.4.4 Calcul de la surface de baies verticales au nord

$$A_{baies_nord}^{gr} = Part_{baies_nord} * A_{baies}^{gr} \quad (427)$$

7.16.3.4.5 Calcul du pourcentage de baies verticales d'un groupe ayant une orientation Ouest

On considère qu'une paroi vitrée verticale a une orientation ouest si $45^\circ < \alpha \leq 135^\circ$

$$part_{baies_ouest} = \frac{\sum_{\substack{45^\circ < \alpha \leq 135^\circ \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab}{\sum_{\substack{\alpha \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab} \quad (428)$$

7.16.3.4.6 Calcul de la surface de baies verticales à l'ouest

$$A_{baies_ouest}^{gr} = Part_{baies_ouest} * A_{baies}^{gr} \quad (429)$$

7.16.3.4.7 Calcul du pourcentage de baies verticales d'un groupe ayant une orientation Est

On considère qu'une paroi vitrée verticale a une orientation Est si $225^\circ < \alpha \leq 315^\circ$

$$part_{baies_est} = \frac{\sum_{\substack{225^\circ < \alpha \leq 315^\circ \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab}{\sum_{\substack{\alpha \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab} \quad (430)$$

7.16.3.4.8 Calcul de la surface de baies verticales à l'est

$$A_{baies_est}^{gr} = Part_{baies_est} * A_{baies}^{gr} \quad (431)$$

7.16.3.4.9 Calcul de la surface totale des parois vitrées verticales du groupe

$$A_{baies-v}^{gr} = \sum_{\substack{b \in \text{groupe} \\ 60^\circ \leq \beta_b \leq 90^\circ}} Ab \quad (432)$$

7.16.3.4.10 Calcul du pourcentage de baies horizontales d'un groupe

On considère qu'une paroi vitrée est horizontale si $\beta = 0^\circ$

$$part_{baies_horiz} = \frac{\sum_{\beta=0^\circ} Ab}{\sum Ab} \quad (433)$$

7.16.3.4.11 Calcul de la surface totale des parois vitrées horizontales du groupe

$$A_{baies-h}^{gr} = \sum_{\substack{b \in \text{groupe} \\ \beta_b < 60^\circ}} Ab \quad (434)$$

7.16.3.4.12 Calcul de la surface totale des parois vitrées du groupe

$$A_{baies}^{gr} = A_{baies-v}^{gr} + A_{baies-h}^{gr} \quad (435)$$

7.17 **S1 BAT assemblage parois opaques**

7.17.1 *INTRODUCTION*

Trois fiches algorithmes liées aux parois opaques sont assemblées

- la fiche C_BAT_paroie_opaque (calcul des flux solaire et lumineux transmis au groupe, calcul du rayonnement vers la voûte céleste, calcul du coefficient de transmission thermique global),
- la fiche C_EEX_environnement_proche pour le calcul des flux solaires et lumineux incidents en tenant compte des masques proches et lointains, et le calcul de la densité de flux de chaleur de l'environnement extérieur vers la voûte céleste, compte tenu de l'inclinaison de la paroi,
- la fiche C_BAT_ensemble_parois_opaques.

7.17.2 NOMENCLATURE

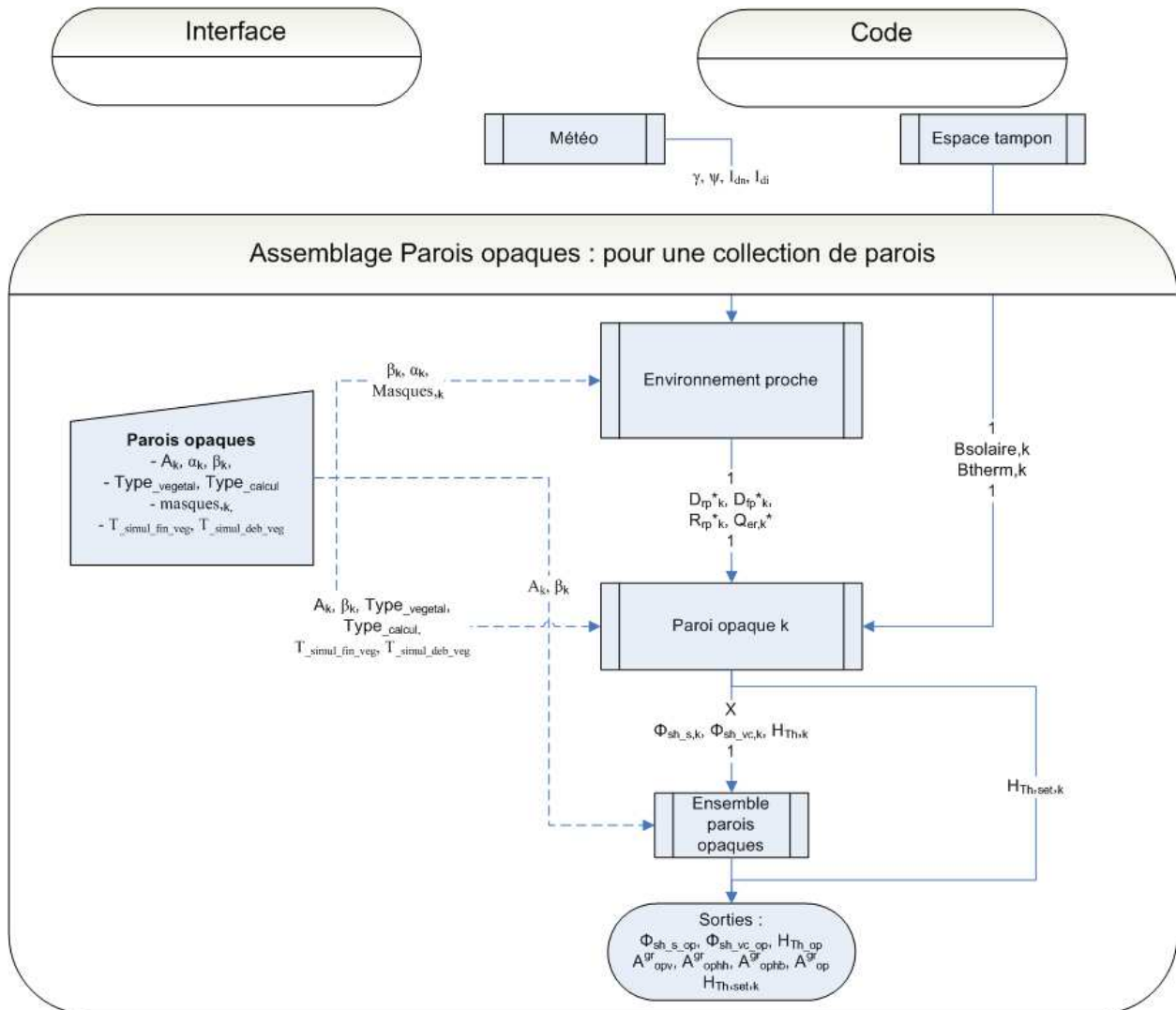
Le Tableau 50 donne la nomenclature des différentes variables du modèle d'assemblage des fiches algorithme liées aux parois opaques.

Entrées du système						
Nom		Description	Unité			
M é t é o	I_{Dn}	Rayonnement solaire direct normal	W/m ²			
	I_{di}	Rayonnement solaire diffus horizontal isotrope	W/m ²			
	ψ	Azimut du soleil (Angle du soleil par rapport au sud)	rd			
	γ	Hauteur du soleil	rd			
E - T	$b_{therm,k}$	Coefficient de réduction des déperditions par la paroi opaque k due à la présence de l'espace tampon i	-			
	$b_{solaire,k}$	Coefficient de réduction des apports solaires par la paroi opaque k due à la présence de l'espace tampon i	-			
Paramètres d'intégration du système						
Nom		Description	Unité	Min	Max	Conv.
		Environnement proche : voir fiche environnement proche				
		Parois opaques : voir fiche paroi opaque				
		Ensemble parois opaques : voir fiche ensemble parois opaques				
Sorties						
Nom		Description	Unité			
$\phi_{sh_s_op}$		Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers l'ensemble des parois opaques	W			
$\phi_{sh_vc_op}$		Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers l'ensemble des parois opaques	W			
H_{Th_op}		Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques entre l'extérieur et l'intérieur	W/K			
A_{opv}^{gr}		Surface des parois déperditives opaques verticales du groupe	m ²			
A_{ophh}^{gr}		Surface des parois déperditives opaques horizontale (toiture) du groupe	m ²			
A_{ophb}^{gr}		Surface des parois déperditives opaques horizontale du groupe tournée vers le bas	m ²			
A_{op}^{gr}		Surface totale des parois déperditives opaques du groupe	m ²			
Variables internes						
Nom		Description	Unité			
Constantes						
Nom		Description	Unité			Conv.

Tableau 50 : Nomenclature du modèle

7.17.3 ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

Le schéma de la figure ci-dessous présente l'organisation des composants pour l'ensemble des parois opaques d'un groupe.



La fiche C_EEX_environnement_proche calcule les rayonnements solaires atteignant la paroi compte tenu de la présence possible de masques proches et/ou lointains.

Ces rayonnements sont alors utilisés par C_BAT_pariopaque pour déterminer le flux de chaleur dû au rayonnement solaire ainsi que le flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe par la paroi. Est déterminé également le coefficient de transmission thermique global de la paroi.

La présence d'un espace tampon est prise en compte par des coefficients de réduction des déperditions et des apports solaires.

7.18 **C BAT ensemble parois opaques**

7.18.1 *INTRODUCTION*

Cette fiche calcule les propriétés de l'ensemble des parois opaques ainsi que la surface totale des parois opaques du groupe.

7.18.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 51 donne la nomenclature des différentes variables du modèle d'assemblage des fiches algorithme liées aux parois opaques.

Entrées du composant			
Nom	Description	Unité	
$\phi_{sh_s,k}$	Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers la paroi opaque k	W	
$\phi_{sh_vc,k}$	Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers la paroi opaque k	W	
$H_{Th,k}$	Coefficient de transmission thermique global de la paroi opaque k entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
β_k	Inclinaison de la paroi opaque k (0° : horizontale vers le haut ; 90° : verticale, 180° : horizontal vers le bas)	°	
A_k	Surface de la paroi k	m ²	
Sorties			
Nom	Description	Unité	
ϕ_{sh_s}	Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers l'ensemble des parois opaques	W	
ϕ_{sh_vc}	Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers l'ensemble des parois opaques	W	
H_{Th}	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des parois opaques entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
$H_{Th_v}^{gr}$	Coefficient de transmission thermique global des parois opaques verticales du groupe entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
$H_{Th_hh}^{gr}$	Coefficient de transmission thermique global des parois opaques du groupe horizontales vers le haut entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
$H_{Th_hb}^{gr}$	Coefficient de transmission thermique global des parois opaques du groupe horizontales vers le bas entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
A_{opv}^{gr}	Surface des parois déperditives opaques verticales du groupe	m ²	
$A_{oph_h}^{gr}$	Surface des parois déperditives opaques horizontales tournée vers le haut du groupe	m ²	
$A_{oph_b}^{gr}$	Surface des parois déperditives opaques horizontales tournée vers le bas du groupe	m ²	
A_{op}^{gr}	Surface totale des parois déperditives opaques du groupe	m ²	
Variables internes			
Nom	Description	Unité	
Constantes			
Nom	Description	Unité	Conv

Tableau 51 : Nomenclature du modèle

7.18.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE**7.18.3.1 Calcul du coefficient de transfert thermique global de l'ensemble des parois opaques du groupe**

$$HTh = \sum_{k \in \text{groupe}} HTh,k \quad (436)$$

7.18.3.2 Calcul du flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe

$$\phi_{sh_s} = \sum_{k \in \text{groupe}} \phi_{sh_s,k} \quad (437)$$

7.18.3.3 Calcul du flux dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe

$$\phi_{sh_vc} = \sum_{k \in \text{groupe}} \phi_{sh_vc,k} \quad (438)$$

7.18.3.4 Surface totale des parois opaques du groupe

$$A_{op}^{gr} = \sum_{k \in \text{groupe}} A_k \quad (439)$$

7.18.3.5 Surface et coefficients de transfert thermique des parois opaques du groupe par inclinaison

si $60 \leq \beta_k \leq 120$ (paroi verticale)

$$A_{opv}^{gr} = \sum_{k \in \text{groupe}} A_k$$

$$H_{Th_opv}^{gr} = \sum_{k \in \text{groupe}} H_{Th_k}$$

si $\beta_k < 60$ (parois horizontale vers le haut)

$$A_{opvh}^{gr} = \sum_{k \in \text{groupe}} A_k \quad (440)$$

$$H_{Th_opvh}^{gr} = \sum_{k \in \text{groupe}} H_{Th_k}$$

sinon (paroi horizontale vers le bas)

$$A_{opvb}^{gr} = \sum_{k \in \text{groupe}} A_k$$

$$H_{Th_opvb}^{gr} = \sum_{k \in \text{groupe}} H_{Th_k}$$

7.19 **C BAT paroi opaque**

7.19.1 *INTRODUCTION*

Cette fiche algorithme concerne les paramètres de description d'une paroi opaque et les calculs effectués au niveau de la paroi opaque, à savoir :

- Calcul du flux solaire et du rayonnement de la voûte céleste transmis au groupe à travers la paroi,
- Calcul du coefficient de transfert thermique global $H_{Th,k}$.

7.19.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 52 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de paroi opaque.

Entrées du composant					
Nom	Description	Unité			
Drp*	Rayonnement direct atteignant la paroi	W/m ²			
Dfp*	Rayonnement diffus atteignant la paroi	W/m ²			
Rrp*	Rayonnement réfléchi atteignant la paroi	W/m ²			
Q _{er} *	Densité de flux de chaleur de l'environnement extérieur vers la voûte céleste, compte tenu de l'inclinaison de la paroi	W/m ²			
b _{therm,k}	Coefficient de réduction des déperditions par la paroi opaque k due à la présence d'un espace tampon	-			
b _{solaire,k}	Coefficient de réduction des apports solaires par la paroi opaque k due à la présence d'un espace tampon i	-			
Paramètres intrinsèques du composant					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
S _{f-c,k}	Facteur solaire de la paroi opaque k pour le calcul du Cep (paroi non végétalisée)	-	0	1	-
S _{f-e,k}	Facteur solaire de la paroi opaque k pour le calcul du Tic (paroi non végétalisée)	-	0	1	-
S _{f-c,v,k}	Facteur solaire de la paroi opaque k pour le calcul du Cep (toiture végétalisée)	-	0	1	
S _{f-e,v,k}	Facteur solaire de la paroi opaque k pour le calcul du Tic (toiture végétalisée)	-	0	1	
U _k	Coefficient de transmission thermique de la paroi k	W/m ² K	0	+∞	-
Incl _k	1 : parois verticale, 2 : paroi horizontale flux ascendant, 3 : paroi horizontale flux descendant	-	-	-	-
Paramètres d'intégration du composant					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
A _k	Surface de la paroi k	m ²	0	+∞	
Type _{vegetal}	0 : non végétalisé, 1 : végétalisé	-	0	1	
Type _{calcul}	0 : calcul de Cep, 1 : calcul de Tic	-	0	1	
β	Inclinaison de la paroi opaque k (0° : horizontale vers le haut ; 90° : verticale, 180° : horizontal vers le bas)	°	0°	180°	
T _{simul_déb_veg}	Heure de simulation à partir de laquelle on considère une toiture végétalisée couverte de végétation (début de saison végétative)	h	0	8760	3216
T _{simul_fin_veg}	Heure de simulation à partir de laquelle on considère une toiture végétalisée sans végétation (fin de saison végétative)	h	0	8760	6889

Sorties			
Nom	Description	Unité	
$\phi_{sh_s,k}$	Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers la paroi opaque k	W	
$\phi_{sh_vc,k}$	Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers la paroi opaque k	W	
$H_{TH,k}$	Coefficient de transmission thermique global de la paroi opaque k entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
$H_{TH_set,k}$	Coefficient de transmission thermique global de la paroi opaque k entre l'extérieur et l'intérieur en l'absence d'espace tampon	W/K	
Variables internes			
Nom	Description	Unité	
k	Indice indiquant qu'il s'agit de paroi opaque k	W/m ²	
$S_{f,k}$	Facteur solaire de la paroi opaque k	-	
$U_{k_ \beta}$	Coefficient de transmission thermique de la paroi opaque k dans sa position réelle en œuvre	W/m ² K	
R_{th_k}	Résistance thermique de la paroi k	m ² .K/W	
$U_{vert,k}$	Coefficient de transmission thermique de la paroi k en position verticale	W/m ² K	
$U_{horiz,asc,k}$	Coefficient de transmission thermique de la paroi k en position horizontale flux ascendant	W/m ² K	
$U_{horiz,des,k}$	Coefficient de transmission thermique de la paroi k en position horizontale flux descendant	W/m ² K	
$b_{voute,k}$	Coefficient de réduction des échanges avec la voûte céleste par la paroi opaque k due à la présence d'espace tampons	-	
$I_{sr,k}$	Rayonnement solaire global atteignant la paroi opaque k	W/m ²	
Constantes			
Nom	Description	Unité	Conv.
h_e	Coefficient d'échange global (convectif+radiatif) extérieur	W/m ² K	25,0
β_1	Inclinaison de la paroi k en-dessous de laquelle on considère la paroi horizontale flux ascendant	°	30
β_2	Inclinaison de la paroi k au-dessus de laquelle on considère la paroi verticale	°	60
β_3	Inclinaison de la paroi k en-dessous de laquelle on considère la paroi verticale	°	120
β_4	Inclinaison de la paroi k au-dessus de laquelle on considère la paroi horizontale flux descendant	°	150

Tableau 52 : Nomenclature des différentes variables du modèle de paroi opaque

7.19.3 DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

7.19.3.1 Calcul du rayonnement solaire global

Le rayonnement solaire global atteignant la paroi opaque k s'écrit :

$$I_{sr,k} = Drp^* + Dfp^* + Rrp^* \quad (441)$$

7.19.3.2 Prise en compte des espaces tampons

Une paroi opaque peut être en contact avec un espace tampon. L'effet de la présence de l'espace tampon est une réduction des échanges au travers de la paroi traduite par les coefficients $b_{therm,k}$, $b_{solaire,k}$, $b_{voute,k}$.

On fait l'hypothèse que l'espace tampon bloque les échanges de la paroi k avec la voûte céleste, ainsi :

$$b_{voute,k} = 0$$

7.19.3.3 Calcul du flux solaire transmis au groupe

Le flux solaire global absorbé par la paroi opaque k et transmis au groupe s'écrit :

$$\Phi_{sh_s,k} = A_k \cdot S_{f,k} \cdot I_{sr,k} \cdot b_{solaire,k} \quad (442)$$

Avec :

Compte tenu du cycle de vie annuel de la végétation, on considère qu'elle n'est présente qu'une partie de l'année définie par :

$$T_{simul_deb_veg} < T_{simul} < T_{simul_fin_veg}$$

Ainsi pour les parois non végétalisées, $Type_{vegetal} = 0$, et pour les parois végétalisées, $Type_{vegetal} = 1$, en période de repos végétatif on utilise les facteurs solaires suivants :

$$\begin{cases} S_{f,k} = S_{f-c,k}, & \text{s'il s'agit du calcul de Cep} & Type_calcul = 0 \\ S_{f,k} = S_{f-e,k}, & \text{s'il s'agit du calcul de Tic} & Type_calcul = 1 \end{cases}$$

Pour les parois végétalisées hors période de repos végétatif, c'est-à-dire lorsque $T_{simul_deb_veg} < T_{simul} < T_{simul_fin_veg}$, on utilise les facteurs solaires suivants :

$$\begin{cases} S_{f,k} = S_{f-c,v,k} \\ , & \text{s'il s'agit du calcul de Cep pour une paroi végétalisée} & Type_calcul = 0 \\ S_{f,k} = S_{f-e,v,k} \\ , & \text{s'il s'agit du calcul de Tic pour une paroi végétalisée} & Type_calcul = 1 \end{cases}$$

7.19.3.4 Calcul du Coefficient de transmission thermique global

Calcul du coefficient de transmission thermique de la paroi k selon Incl_k

Si Incl_k = 1 Rth_k = 1/U_k - 0,17
 Sinon si Incl_k = 2 Rth_k = 1/U_k - 0,14
 Sinon si Incl_k = 3 Rth_k = 1/U_k - 0,21

$$U_{\text{vert},k} = 1 / (Rth_k + 0,17)$$

$$U_{\text{horiz,asc},k} = 1 / (Rth_k + 0,14)$$

$$U_{\text{horiz,des},k} = 1 / (Rth_k + 0,21)$$

Le coefficient de transmission thermique U_k est calculé en tenant compte de l'inclinaison de la paroi, sur le principe du schéma suivant :

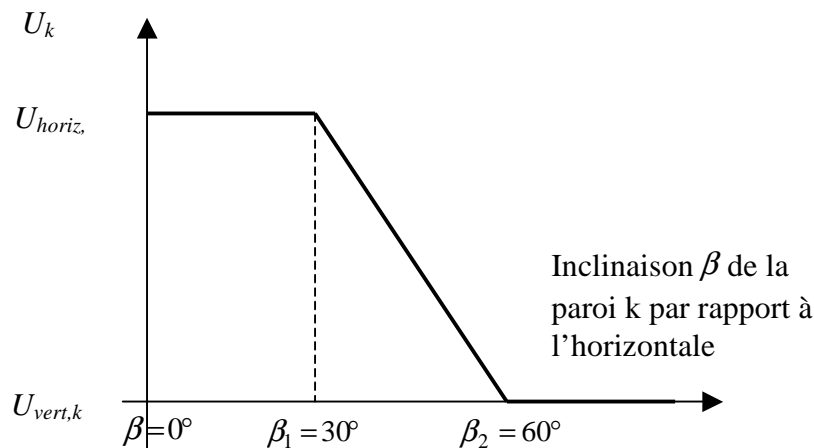


Figure 60 : Evolution du coefficient de transmission thermique de la paroi en fonction de son inclinaison

Où β est l'angle, exprimé en degré, entre l'horizontale et le plan de la paroi.

Ainsi, pour la paroi k :

- si $0^\circ \leq \beta < \beta_1$, la paroi est supposée horizontale flux ascendant

$$U_{k,\beta} = U_{\text{horiz,asc},k}$$

- si $\beta_1 \leq \beta < \beta_2$, le coefficient de transmission thermique est calculé par interpolation linéaire entre la position horizontale et la position verticale

$$U_{k,\beta} = \frac{U_{\text{vert},k} - U_{\text{horiz,asc},k}}{\beta_2 - \beta_1} \cdot \beta + \frac{\beta_2 \cdot U_{\text{horiz,asc},k} - \beta_1 \cdot U_{\text{vert},k}}{\beta_2 - \beta_1} \quad (443)$$

- si $\beta_2 \leq \beta < \beta_3$, la paroi est supposée verticale

$$U_{k,\beta} = U_{\text{vert},k}$$

- si $\beta_3 \leq \beta < \beta_4$, le coefficient de transmission thermique est calculé par interpolation linéaire entre la position horizontale flux descendant et la position verticale

$$U_{k,\beta} = \frac{U_{\text{vert},k} - U_{\text{horiz,des},k}}{\beta_4 - \beta_3} \cdot \beta + \frac{\beta_4 \cdot U_{\text{horiz,des},k} - \beta_3 \cdot U_{\text{vert},k}}{\beta_4 - \beta_3}$$

- si $\beta_4 \leq \beta \leq 180^\circ$, la paroi est supposée horizontale flux descendant

$$U_{k,\beta} = U_{\text{horiz,des},k}$$

Le coefficient de transmission thermique global de la paroi opaque k entre l'extérieur et l'intérieur s'écrit :

$$H_{TH,k} = A_k \cdot b_{therm,k} \cdot U_{k-\beta} \quad (444)$$

Le coefficient de transmission thermique global de la paroi opaque k entre l'extérieur et l'intérieur en l'absence d'espace tampon s'écrit :

$$H_{TH-set,k} = A_k \cdot U_{k-\beta} \quad (445)$$

7.19.3.5 Calcul du flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste

Le flux de chaleur transmis au groupe dû au rayonnement froid de la voûte céleste s'écrit :

$$\Phi_{sh-vc,k} = A_k \cdot b_{voute,k} \left(Q_{er}^* \cdot \frac{U_{k-\beta}}{h_e} \right) \quad (446)$$

7.20 **S1 BAT assemblage ponts thermiques**

7.20.1 *INTRODUCTION*

Trois fiches algorithmes liées aux ponts thermiques sont assemblées

- la fiche C_BAT_pont_thermique (calcul des flux solaires et lumineux transmis au groupe, calcul du rayonnement vers la voûte céleste, calcul du coefficient de transmission thermique global),
- la fiche C_EEX_environnement_proche pour le calcul des flux solaires et lumineux incidents en tenant compte des masques proches et lointains, et le calcul de la densité de flux de chaleur de l'environnement extérieur vers la voûte céleste,
- la fiche C_BAT_ensemble_ponts_thermiques.

7.20.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 53 donne la nomenclature des différentes variables du modèle d'assemblage des fiches algorithme liées aux parois opaques.

Entrées du système					
M é t é o	Nom	Description	Unité		
	I_{Dn}	Rayonnement solaire direct normal	W/m ²		
	I_{di}	Rayonnement solaire diffus horizontal isotrope	W/m ²		
	ψ	Azimut du soleil (Angle du soleil par rapport au sud)	rd		
	γ	Hauteur du soleil	rd		
E - T	$b_{therm,l}$	Coefficient de réduction des déperditions par le pont thermique l due à la présence de l'espace tampon	-		
	$b_{solaire,i}$	Coefficient de réduction des apports solaires par le pont thermique l due à la présence de l'espace tampon i	-		
Paramètres d'intégration du système					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
	Environnement proche : voir fiche environnement proche				
	Parois opaques : voir fiche parois opaques				
	Ensemble ponts thermiques : voir fiche ensemble ponts thermiques				
Nivea	Type de prise en compte des ponts thermiques :				
u_{detai}	- 0 : calcul détaillé avec les orientations				
l_{calcul}	- 1 : calcul simplifié, répartition uniforme				
Sorties					
Nom	Description	Unité			
$\phi_{sh_s_pt}$	Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers l'ensemble des ponts thermiques	W			
$\phi_{sh_vc_pt}$	Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers l'ensemble des ponts thermiques	W			
H_{Th_pt}	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des ponts thermiques entre l'extérieur et l'intérieur	W/K			
L_{pt}^{gr}	Longueur des ponts thermiques déperditifs verticaux du groupe	m ²			
Variables internes					
Nom	Description	Unité			
Constantes					
Nom	Description	Unité	Conv.		

Tableau 53 : Nomenclature du modèle

7.20.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

Les ponts thermiques peuvent être saisis de deux manières différentes, dites « simplifiée » (*Niveau_detail_calcul* = 1) ou « détaillée » (*Niveau_detail_calcul* = 0).

1. Pour la description détaillée, l'utilisateur saisit l'ensemble des paramètres des ponts thermiques comme décrit dans la fiche **C_Bat_Pont_Thermique**.
2. L'utilisateur peut aussi opter pour une description simplifiée. Dans ce cas, les paramètres d'intégration suivants ne sont pas renseignés :
 - α , défini dans l'environnement proche,
 - β , défini dans l'environnement proche,
 - Il n'y alors ni masques ni espaces tampons associés.

Parmi les paramètres d'intégration concernés, seule la longueur est saisie par l'utilisateur. Le comportement du pont thermique est alors modélisé par **4 ponts thermiques différents** orientés respectivement par :

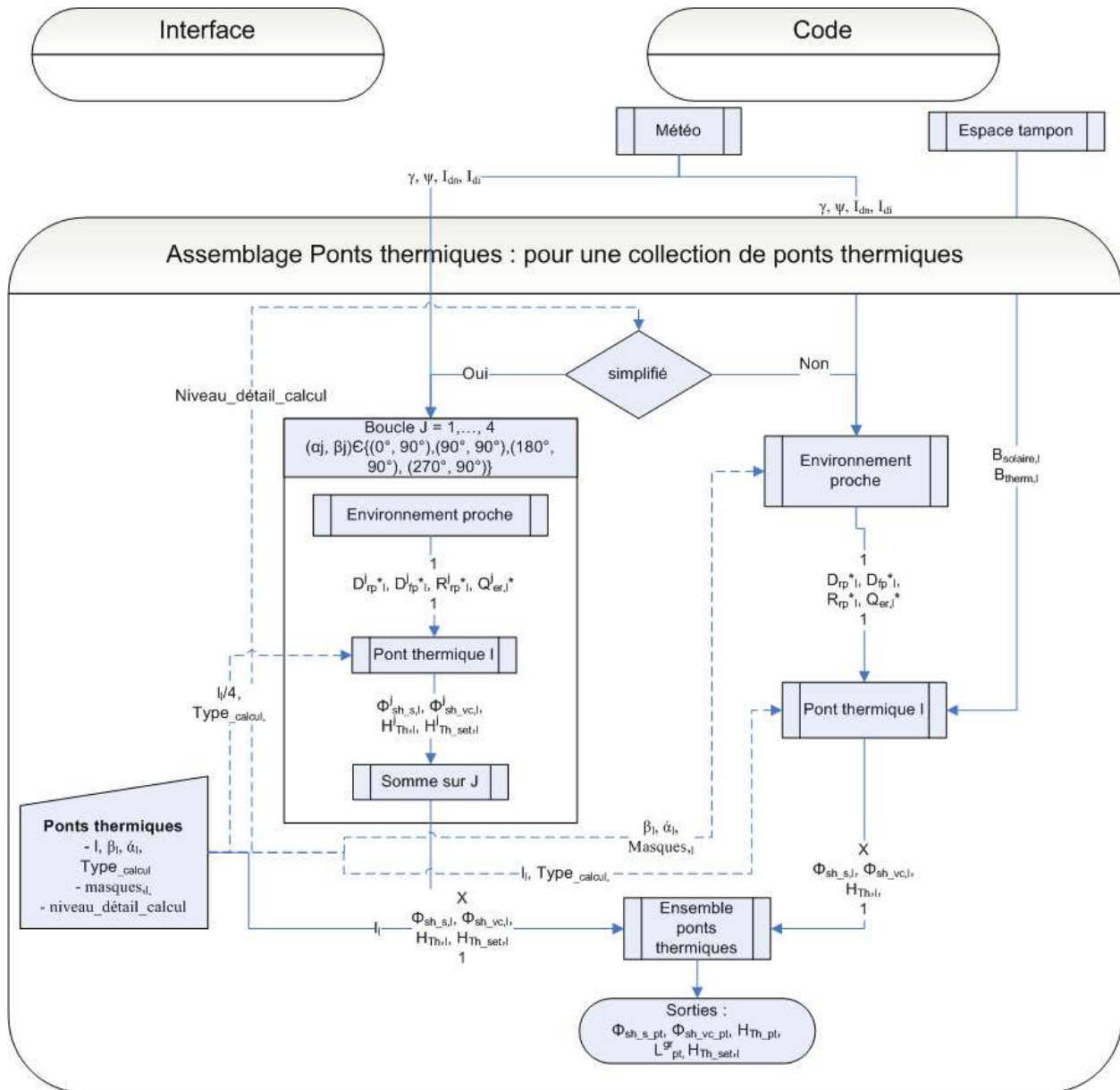
$$(\alpha, \beta) = (0^\circ, 90^\circ), (\alpha, \beta) = (90^\circ, 90^\circ), (\alpha, \beta) = (180^\circ, 90^\circ), (\alpha, \beta) = (270^\circ, 90^\circ), \quad (447)$$

et de longueur ¼ de la longueur rentrée par l'utilisateur.

Par hypothèse aucun de ces 4 ponts thermiques n'est lié à un masque ou à un espace tampon.

7.20.4 ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

Le schéma de la figure ci-dessous présente l'organisation des composants pour l'ensemble des ponts thermiques d'un groupe.



La fiche C_EEX_environnement_proche calcule les rayonnements solaires atteignant le pont thermique compte tenu de la présence possible de masques proches et/ou lointains.

Dans le calcul détaillé des ponts thermiques les rayonnements sont alors utilisés par C_BAT_pont_thermique pour déterminer le flux de chaleur dû au rayonnement solaire ainsi que le flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe par le pont. Est déterminé également le coefficient de transmission thermique du pont. La présence d'un espace tampon est prise en compte par des coefficients de réduction des déperditions et des apports solaires.

Dans le calcul simplifié il n'y a ni masques ni espaces tampons.

7.21 **C BAT pont thermique**

7.21.1 *INTRODUCTION*

Cette fiche algorithme concerne les paramètres de description d'un pont thermique et les calculs effectués, à savoir :

- Calcul des flux de chaleur transmis au groupe à travers le pont thermique
- Calcul du coefficient de transfert thermique global $H_{Th,i}$.

7.21.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 54 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de pont thermique.

Entrées du composant					
Nom	Description	Unité			
Drp*I	Rayonnement direct atteignant le pont	W/m²			
Dfp*I	Rayonnement diffus atteignant le pont	W/m²			
Rrp*I	Rayonnement réfléchi atteignant le pont	W/m²			
Q _{er} *I	Densité de flux de chaleur de l'environnement extérieur vers la voûte céleste, compte tenu de l'inclinaison de la paroi	W/m²			
b _{therm,I}	Coefficient de réduction des déperditions par le pont thermique I due à la présence d'un espace tampon	-			
b _{solaire,I}	Coefficient de réduction des apports solaires par le pont thermique I due à la présence d'un espace tampon i	-			
Paramètres intrinsèques du composant					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
S _{f-c,I}	Facteur solaire du pont thermique I pour le calcul du Cep	m ⁻¹	0	1	
S _{f-e,I}	Facteur solaire du pont thermique I pour le calcul du Tic	m ⁻¹	0	1	
ψ _I	Coefficient de transmission thermique du pont thermique vertical I	W/m.K	0	+∞	-
Paramètres d'intégration du composant					
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
I _I	Longueur du pont thermique I	m	0	+∞	-
Type _{calcul}	0 : calcul de Cep, 1 : calcul de Tic	-	0	1	-
Sorties					
Nom	Description	Unité			
φ _{sh_s,I}	Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers le pont thermique I	W			
φ _{sh_vc,I}	Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers le pont thermique I	W			
H _{Th,I}	Coefficient de transmission thermique global du pont thermique I entre l'extérieur et l'intérieur	W/K			
H _{Th_set,I}	Coefficient de transmission thermique global du pont thermique I entre l'extérieur et l'intérieur en l'absence d'espace tampon	W/K			

Variables internes

Nom	Description	Unité
$S_{f,l}$	Facteur solaire du pont thermique l	m^{-1}
l	Indice indiquant qu'il s'agit du pont thermique l	W/m
$b_{voute,l}$	Coefficient de réduction des échanges avec la voûte céleste par le pont thermique l due à la présence d'espace tampons	-
$I_{sr,l}$	Rayonnement solaire global atteignant le pont thermique l	W/m

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
h_e	Coefficient d'échange global (convectif+radiatif) extérieur	W/m ² K	25,0

Tableau 54 : Nomenclature des différentes variables du modèle de pont thermique

7.21.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.21.3.1 Calcul du rayonnement solaire global

Le rayonnement solaire global atteignant le pont thermique I s'écrit :

$$I_{sr,l} = Drp^* l + Dfp^* l + Rrp^* l \quad (448)$$

7.21.3.2 Prise en compte des espaces tampons : seulement pour le calcul détaillé

Un pont thermique peut être en contact avec un espace tampon. L'effet de la présence de l'espace tampon est une réduction des échanges au travers de la paroi traduite par les coefficients $b_{therm,l}$, $b_{solaire,l}$, $b_{voute,l}$.

On fait l'hypothèse que l'espace tampon bloque les échanges du pont thermique I avec la voûte céleste, ainsi :

$$b_{voute,l} = 0$$

7.21.3.3 Calcul des flux solaires transmis au groupe

Le flux solaire global absorbé par le pont thermique I et transmis au groupe s'écrit :

$$\Phi_{sh_s,l} = l_l \cdot S_{f,l} \cdot I_{sr,l} \cdot b_{solaire,l} \quad (449)$$

Avec,

$$\begin{cases} S_{f,l} = S_{f-c,l}, s'il s'agit du calcul de Cep & Type_calcul = 0 \\ S_{f,l} = S_{f-e,l}, s'il s'agit du calcul de Tic & Type_calcul = 1 \end{cases} \quad (450)$$

7.21.3.4 Calcul du Coefficient de transmission thermique global

Le coefficient de transmission thermique global du pont thermique I entre l'extérieur et l'intérieur s'écrit :

$$H_{Th,l} = l_l \cdot b_{therm,l} \cdot \Psi_l \quad (451)$$

Le coefficient de transmission thermique global de la paroi opaque k entre l'extérieur et l'intérieur en l'absence d'espace tampon s'écrit :

$$H_{Th,l} = l_l \cdot \Psi_l \quad (452)$$

7.21.3.5 Calcul du flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste

Le flux de chaleur transmis au groupe dû au rayonnement froid de la voûte céleste s'écrit :

$$\Phi_{sh_vc,l} = l_l \cdot b_{voute,l} \left(Q_{er}^* l \cdot \frac{\Psi_l}{h_e} \right) \quad (453)$$

7.22 **C BAT ensemble ponts thermiques**

7.22.1 *INTRODUCTION*

Cette fiche calcule les propriétés de l'ensemble des ponts thermiques ainsi que la longueur totale des ponts thermiques du groupe.

7.22.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 55 donne la nomenclature des différentes variables du modèle d'assemblage des fiches algorithme liées aux parois opaques.

Entrées du composant			
Nom	Description	Unité	
$\phi_{sh_s,l}$	Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers le pont thermique l	W	
$\phi_{sh_vc,l}$	Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers le pont thermique l	W	
$H_{Th,l}$	Coefficient de transmission thermique global du pont thermique l entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
l_l	longueur du pont thermique l	m	
Sorties			
Nom	Description	Unité	
ϕ_{sh_s}	Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers l'ensemble des ponts thermiques	W	
ϕ_{sh_vc}	Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers l'ensemble des ponts thermiques	W	
H_{Th}	Coefficient de transmission thermique global de l'ensemble des ponts thermiques entre l'extérieur et l'intérieur	W/K	
L^{gr}_l	Longueur des ponts thermiques déperditifs du groupe	m	
Variables internes			
Nom	Description	Unité	
Constantes			
Nom	Description	Unité	Conv.

Tableau 55 : Nomenclature du modèle

7.22.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE**7.22.3.1 Calcul du coefficient de transfert thermique global de l'ensemble des parois opaques du groupe**

$$HTh = \sum_{l \in \text{groupe}} HTh_l \quad (454)$$

7.22.3.2 Calcul du flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe

$$\phi_{sh_s} = \sum_{l \in \text{groupe}} \phi_{sh_s,l} \quad (455)$$

7.22.3.3 Calcul du flux dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe

$$\phi_{sh_vc} = \sum_{l \in \text{groupe}} \phi_{sh_vc,l} \quad (456)$$

7.22.3.4 Longueur totale des ponts thermiques du groupe

$$L_l^{gr} = \sum_{l \in \text{groupe}} l_l$$

7.23 C BAT comportement thermique d'un groupe

7.23.1 INTRODUCTION

Un groupe correspond à un local ou à un ensemble de locaux dont l'air est supposé homogène en température et en humidité.

Cette partie est consacrée à la description du modèle de comportement thermique d'un groupe. Il s'agit d'un modèle dynamique, au pas de temps horaire, fondé sur des simplifications du transfert de chaleur entre les environnements intérieurs et extérieurs. Ce modèle peut être représenté sous forme d'un réseau RC comme le montre la Figure 61.

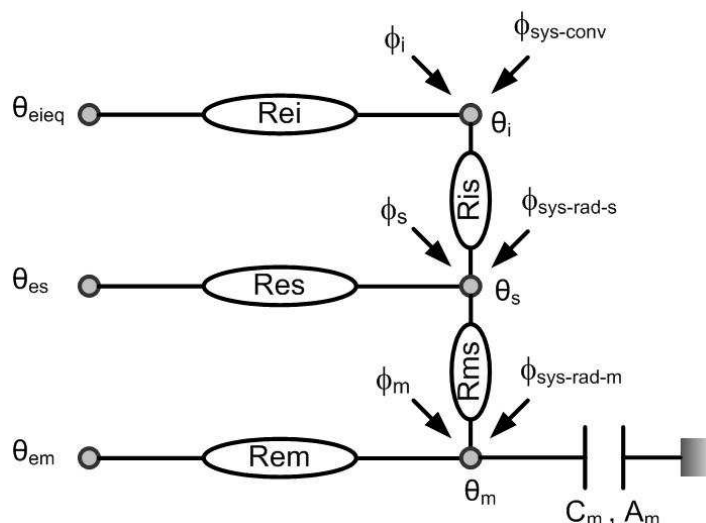


Figure 61 : Schéma RC du modèle de comportement thermique d'un groupe

Le modèle permet de calculer pour un groupe, les puissances requises (chauffage, refroidissement) et les températures intérieures (air, opérative, radiante moyenne...). Le calcul s'effectue en tenant compte des échanges thermiques avec l'extérieur (à travers l'enveloppe et par ventilation), des apports solaires et des gains internes dus aux occupants et aux équipements (bureautique, systèmes, éclairage artificiel...).

Il est à souligner que les transferts thermiques par conduction entre les groupes ne sont pas pris en compte. On considère uniquement les transferts convectifs de chaleur via les débits d'air de ventilation entre les groupes.

7.23.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 56 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de comportement thermique d'un groupe.

Entrées du composant			
	Nom	Description	Unité
Baies	$\theta_{m;fin}^{(t-\Delta t)}$	Température de masse finale au pas de temps précédent	°C
	T _{aj}	Température de l'air entrant dans le groupe (en provenance de l'extérieur, d'un espace tampon, d'autres groupes ou des systèmes spécifiques) par le flux d'air <i>j</i>	°C
	Q _{maj}	Débit d'air entrant dans le groupe (en provenance de l'extérieur, d'autres groupes ou des systèmes spécifiques) à la température T _{aj}	kg/s
	ω _j	Humidité de l'air entrant dans le groupe (en provenance de l'extérieur, d'autres groupes ou des systèmes spécifiques) à la température T _{aj}	Kg/kg
	F _{s1}	Flux de chaleur total transmis par les baies au groupe sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde	W
	F _{s2}	Flux de chaleur total transmis par les baies au groupe sous forme de rayonnement de grande longueur d'onde et d'échange convectif	W
	F _{tvc}	Flux total transmis dû au rayonnement froid vers la voute céleste	W
	F _{s3}	Flux de chaleur total transmis par les baies au groupe à travers la lame d'air intérieure ventilée (lame d'air se situant entre la baie vitrée et la protection solaire intérieure)	W
	Hg _{es}	Facteur de transmission thermique global par les baies entre les environnements intérieurs et extérieurs	W/K
	Parois opaques	ϕ _{sh_s}	Flux de chaleur total dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers les parois opaques
ϕ _{sh_vc}		Flux de chaleur total dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers les parois opaques	W
Ponts thermique	H _{THk}	Coefficient de transmission thermique global des parois opaques entre l'extérieur et l'intérieur	W/K
	ϕ _{sh_s}	Flux de chaleur dû au rayonnement solaire absorbé transmis au groupe à travers les ponts thermiques	W
	ϕ _{sh_vc}	Flux de chaleur dû au rayonnement froid de la voûte céleste transmis au groupe à travers les ponts thermiques	W
	H _{THI}	Coefficient de transmission thermique global des ponts thermiques entre l'extérieur et l'intérieur	W/K

Eclairage	$Fecl_C$	Flux convectif récupérable de l'éclairage artificiel	Wh
	$Fecl_R$	Flux radiatif récupérable de l'éclairage artificiel	Wh
Flux thermiques	ϕ_{int_rad}	Apports internes radiatifs hors-occupants	W
	ϕ_{int_conv}	Apports internes convectif hors-occupants	W
	$\phi_{int_occ_conv}$	Apports internes convectif dus aux occupants d'un groupe g	W
	$\phi_{int_occ_rad}$	Apports internes radiatifs dus aux occupants d'un groupe g	W
	ϕ_{recup_rad}	Pertes récupérables des systèmes sous forme de flux de chaleur radiatif	W
	ϕ_{recup_conv}	Pertes récupérables des systèmes sous forme de flux de chaleur convective	W

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
A_{m_surf}	Surface d'échange équivalente des parois opaques avec l'ambiance ramenée à la surface utile du groupe A_{gr} (déterminée selon la méthode décrite dans les règles Th-Bât dans leur partie inertie Th-I)	m^2/m^2	0	$+\infty$	-
C_{m_surf}	Capacité thermique quotidienne du groupe ramenée à la surface utile du groupe A_{gr} (déterminée selon la méthode décrite dans les règles Th-Bât dans leur partie inertie Th-I)	$kJ/(K.m^2)$	0	$+\infty$	-
A_{tgroup}	Surface interne totale du groupe	m^2	0	$+\infty$	-
A_{gr}	Surface utile du groupe	m^2	0	$+\infty$	-

Sorties

Nom	Description
$\theta_{i,moy(0,0)}$	Température moyenne de l'air à puissance nulle
$\theta_{i,moy(10,0)}$	Température moyenne de l'air pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement convective.
$\theta_{i,moy(0,10)}$	Température moyenne de l'air pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement radiative.
$\theta_{s,moy(0,0)}$	Température moyenne secondaire du groupe à puissance nulle
$\theta_{s,moy(10,0)}$	Température moyenne secondaire pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement convective.
$\theta_{s,moy(0,10)}$	Température moyenne secondaire pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement radiative.
$\theta_{m,moy(0,0)}$	Température moyenne de masse à puissance nulle
$\theta_{m,moy(10,0)}$	Température moyenne de masse pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement convective.
$\theta_{m,moy(0,10)}$	Température moyenne de masse pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement radiative.
$\theta_{rm,moy(0,0)}$	Température radiante moyenne à puissance nulle

Sorties supplémentaires méthode Th-E	$\theta_{rm, moy (10,0)}$	Température radiante moyenne pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement convective.	
	$\theta_{rm, moy (0,10)}$	Température radiante moyenne pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement radiative.	°C
	$\theta_{op, moy (0,0)}$	Température opérative moyenne ressentie à puissance nulle	°C
	$\theta_{op, moy (10,0)}$	Température opérative moyenne une puissance émise de 10 W/m ² intégralement convective.	°C
	$\theta_{op, moy (0,10)}$	Température opérative moyenne ressentie pour une puissance émise de 10 W/m ² intégralement radiative.	°C
	H_{TH-gr}	Coefficient de transmission thermique correspond aux composants opaques du groupe donnant sur l'extérieur et aux ponts thermiques les concernant	W/K
	H_{gei}	Facteur de transmission thermique dû renouvellement d'air (= 1/R _{ei})	W/K
	R_{ms}	Résistance thermique d'échange entre les surfaces internes et l'ambiance intérieure	K/W
	H_{ges}	Facteur de transmission thermique global pour les baies entre les environnements intérieurs et extérieurs (= 1/R _{es})	W/K

Variables internes

Nom	Description	Unité
m_{eq}	Somme des débits d'air entrants au niveau des parois extérieures du groupe, du débit d'air neuf soufflés au niveau du groupe et du débit d'air en provenance d'autres groupes	kg/s
ω_{eq}	Humidité spécifique équivalente de l'air au niveau du groupe	kg/kg
A_m	Surface d'échange équivalente des parois opaques avec l'ambiance.	m ²
C_m	Capacité thermique quotidienne du groupe (déterminée selon la méthode décrite dans les règles Th-Bât dans leur partie inertie Th-I)	kJ/K
θ_{eieq}	Température équivalente de l'air entrant dans le groupe en provenance de l'extérieur et d'autres groupes	°C
θ_{es}	Température extérieure équivalente des baies	°C
θ_{em}	Température extérieure équivalente des composants opaques	°C
ϕ_{sd}	Flux de chaleur transmis par les baies vitrées au groupe sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde	W
ϕ_{sl}	Flux de chaleur transmis par les ponts thermiques au groupe sous forme de rayonnement de grande longueur d'onde et d'échange convectif	W
ϕ_{sh}	Flux de chaleur transmis par les parois opaques au groupe sous forme de rayonnement de grande longueur d'onde et d'échange convectif	W
ϕ_{svl}	Flux de chaleur transmis par les baies vitrées au groupe à travers la lame d'air intérieure ventilée (lame d'air se situant entre la baie vitrée et la protection solaire intérieure)	W
ϕ_i	Flux de chaleur convectif au nœud d'air θ_i dû aux	W

	sources internes et aux apports de chaleur convectifs dus à la lame d'air intérieure ventilée du vitrage	
ϕ_s	Flux de chaleur radiatif au nœud θ_s dû aux sources internes	W
ϕ_m	Flux de chaleur radiatif au nœud θ_m dû aux sources internes	W
H_{gis}	Facteur de transmission thermique dû aux échanges internes par convection et rayonnement ($= 1/R_{is}$)	W/K
H_{ges}	Facteur de transmission thermique global pour les baies entre les environnements intérieurs et extérieurs ($= 1/R_{es}$)	W/K
H_{gms}	Facteur de transmission thermique entre les surfaces internes et l'air intérieur	W/K
H_{gem}	Facteur de transmission entre l'environnement extérieur et la surface intérieure des parois opaques ($= 1/R_{em}$)	W/K
U_1	Coefficient de transfert	W/K
U_2	Coefficient de transfert	W/K
U_3	Coefficient de transfert	W/K
ϕ_{mtot}	Flux de chaleur (pour $P_{sys} = 0$)	W
P_{top}	Coefficient adimensionnelle	-
P_{trm}	Coefficient adimensionnelle	-
ϕ_{sys}	Puissance sensible totale (convective+radiative) émise par le ou le(s) émetteurs du groupe	W
ϕ_{sys_conv}	Puissance sensible totale convective émise par le ou le(s) émetteurs du groupe	W
$\phi_{sys_rad_s}$	Puissance sensible totale radiative émise par le ou le(s) émetteurs du groupe au nœud de température θ_s	W
$\phi_{sys_rad_m}$	Puissance sensible totale radiative émise par le ou le(s) émetteurs du groupe au nœud de température θ_m	W
h_{rs}	Coefficient d'échange radiatif corrigé	W/m²K
h_{eq}	Enthalpie spécifique équivalente de l'air au niveau du groupe	
h_j	Enthalpie de l'air entrant dans le groupe à la température T_{aj}	J/kg
f_{rm}	Part radiative des apports internes récupéré au nœud de température θ_m	-
f_{rs}	Part radiative des apports internes récupéré au nœud de température θ_s	-
f_{rsd}	Part restante du flux solaire ϕ_{sd} transmise au nœud de température θ_s	-
f_{rmd}		-

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
h_{ri}	Coefficient d'échange radiatif intérieur	W/m²K	5,5
h_{ci}	Coefficient d'échange convectif intérieur	W/m²K	2,5
C_v	Chaleur massique de l'eau	J/kgK	1830
C_a	Chaleur massique de l'air	J/kgK	1006
H_{fg}	Chaleur latente de vaporisation de l'eau	J/kgK	$25 \cdot 10^5$
f_{sa}	Part du flux solaire ϕ_{sd} transmise directement au nœud de température θ_i	-	0.1

Tableau 56 : Nomenclature des différentes variables du modèle de comportement thermique d'un groupe

7.23.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

7.23.3.1 Etapes de calculs

Le comportement thermique d'un groupe est représenté par une droite appelée « la droite du groupe ». Cette droite exprime la relation linéaire qui existe entre la température du groupe mesurée par la sonde de température, θ_{sd} , et la puissance totale (convective + radiative) fournie par le système d'émission (ventilo-convecteurs, radiateurs...) du groupe, ϕ_{sys} .

Le comportement du système d'émission est également représenté par une courbe reliant θ_{sd} et ϕ_{sys} . La droite du groupe, la courbe du système d'émission et leur point d'intersection sont calculés à chaque pas de temps de simulation.

L'intersection entre cette droite et la courbe de comportement du système d'émission permet d'obtenir la température de fonctionnement du groupe et la puissance totale émise par le système d'émission.

Le calcul du comportement thermique d'un groupe s'effectue suivant les étapes suivantes:

- Etape 1 : calcul des coefficients de transferts thermiques Hg_{ei} , Hg_{es} , Hg_{em} , Hg_{is} et Hg_{ms} .
- Etape 2 : calcul des températures extérieures équivalentes θ_{eieq} , θ_{es} , et θ_{em} .
- Etape 3 : calcul des flux de chaleur internes ϕ_i , ϕ_s , ϕ_m .
- Etape 4 : calcul de la matrice du comportement thermique du groupe

7.23.3.2 Calcul des coefficients de transferts thermiques

Le coefficient de transfert thermique dû au renouvellement d'air, H_{gei} , est calculé comme suit :

$$H_{gei} = m_{eq} \cdot (C_a + C_v \cdot \omega_{eq}) \quad (457)$$

Avec,

$$m_{eq} = \sum_j Qma_j \quad (458)$$

$$\omega_{eq} = \frac{\sum_j Qma_j \cdot \omega_j}{\sum_j Qma_j} \quad (459)$$

Remarque : dans le cas où l'air entrant provient d'un espace tampon, on prendra l'hypothèse que l'humidité spécifique est celle de l'air extérieur.

Le coefficient de transfert thermique dû aux échanges internes par convection et rayonnement, H_{gis} , est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$H_{gis} = \frac{A_{t\text{groupe}}}{\frac{1}{h_{ci}} - \frac{1}{h_{is}}} \quad (460)$$

Avec,

$$h_{is} = h_{ci} + h_{rs} \quad (461)$$

Le coefficient de transfert thermique entre les surfaces internes des composants opaques et l'air intérieur, H_{gms} , est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$H_{gms} = h_{is} \cdot A_m \quad (462)$$

Où :

$$A_m = A_{m_surf} \times A^{gr} \quad (463)$$

Le coefficient de transfert thermique entre l'environnement extérieur et la surface intérieure des parois opaques, H_{gem} , est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$H_{gem} = \frac{1}{\frac{1}{H_{TH-gr}} - \frac{1}{H_{gms}}} \quad (464)$$

Avec,

$$H_{TH-gr} = H_{THl} + H_{THk} \quad (465)$$

Dans le cadre de la méthode Th-E, les coefficients H_{TH-gr} , H_{gei} et H_{ges} sont rajoutés aux sorties de

la fiche. On calcule également la résistance Rms (voir ci-dessous) :

$$R_{ms} = \frac{1}{Hg_{ms}} \quad (466)$$

7.23.3.3 Calcul des températures extérieures équivalentes

Les températures extérieures équivalentes sont calculées comme suit :

- Température extérieure équivalente des baies :

$$\theta_{es} = \theta_{ei} + \frac{\phi_{sl}}{Hg_{es}} \quad (467)$$

Avec :

$$\phi_{sl} = F_{s2} + F_{tvc} \quad (468)$$

- Température extérieure équivalente des parois opaques :

$$\theta_{em} = \theta_{ei} + \phi_{sh} \cdot \left(\frac{1}{Hg_{em}} + \frac{1}{Hg_{ms}} \right) \quad (469)$$

Avec :

$$\phi_{sh} = \phi_{sh-s} + \phi_{sh-vc} + \phi_{sl-s} + \phi_{sl-vc} \quad (470)$$

- Température équivalente de l'air entrant dans le groupe en provenance de l'extérieur et d'autres groupes :

$$\theta_{eieq} = \frac{h_{eq} - H_{fg} \cdot \omega_{eq}}{(C_a + C_v \cdot \omega_{eq})} \quad (471)$$

L'humidité équivalente ω_{eq} est calculée selon l'équation (459).

L'enthalpie équivalente h_{eq} est calculée comme suit :

$$h_{eq} = \frac{\sum_j h_j \cdot Q_{ma_j}}{\sum_j Q_{ma_j}} \quad (472)$$

Avec,

$$h_j = (C_a + C_v \cdot \omega_j) \cdot Ta_j + H_{fg} \cdot \omega_j \quad (473)$$

Calcul des flux de chaleur internes

Le flux de chaleur convectif ϕ_i injecté au nœud de température θ_i comprend :

- Les apports internes convectifs (occupants, usages...).
- Une partie des pertes récupérables des systèmes.
- Une partie du rayonnement solaire transmis par les baies sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde.
- Les apports de chaleur convectifs liés à la lame d'air intérieure ventilée, située entre les vitrages et leurs protections solaires intérieurs mobiles.

Ce flux est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$\phi_i = f_{sa} \cdot F_{s1} + F_{s3} + \phi_{int_conv} + \phi_{int_occ_conv} + \phi_{recup_conv} + F_{ecl_c} \quad (474)$$

Les flux de chaleur radiatifs ϕ_s et ϕ_m injectés respectivement aux nœuds de température θ_s et θ_m comprennent (voir équation (475) et (476)):

- Une partie du rayonnement solaire transmis par les baies sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde.
- Une partie des pertes récupérables des systèmes

$$\phi_s = f_{rsd} \cdot (1 - f_{sa}) \cdot F_{s1} + f_{rs} \cdot (\phi_{int_rad} + \phi_{int_occ_rad} + \phi_{recup_rad} + F_{ecl_r}) \quad (475)$$

$$\phi_m = f_{rmd} \cdot (1 - f_{sa}) \cdot F_{s1} + f_{rm} \cdot (\phi_{int_rad} + \phi_{int_occ_rad} + \phi_{recup_rad} + F_{ecl_r}) \quad (476)$$

Avec,

$$f_{rs} = \frac{A_{tgroupe} - A_m - \frac{H_{ges}}{h_{is}}}{A_{tgroupe}} \quad (477)$$

$$f_{rm} = \frac{A_m}{A_{tgroupe}} \quad (478)$$

$$f_{rsd} = \frac{A_{tgroupe} - A_m - \sum_b A_b}{A_{tgroupe} - \sum_b A_b} \quad (479)$$

$$f_{rmd} = \frac{A_m}{A_{tgroupe} - \sum_b A_b} \quad (480)$$

On note que les puissances convectives et radiatives émises par le système d'émission ne sont pas incluse dans les flux ϕ_i , ϕ_s et ϕ_m . Ces puissances sont représentées par les flux de chaleur $\phi_{sys-conv}$ et $\phi_{sys-rad}$.

7.23.3.4 Bilan thermique d'un groupe

C_m est calculée de la manière suivante:

$$C_m = C_{m_surf} \times A^{gr} \quad (481)$$

La représentation du modèle thermique en réseau RC (voir Figure 61) se traduit par les bilans thermiques suivants :

- Bilan thermique pour le nœud de température θ_i :

$$Hg_{ei} \cdot (\theta_i - \theta_{eieq}) + Hg_{is} \cdot (\theta_i - \theta_s) = \phi_i + \phi_{sys-conv} \quad (482)$$

- Bilan thermique pour le nœud de température θ_s :

$$Hg_{es} \cdot (\theta_s - \theta_{es}) + Hg_{is} \cdot (\theta_s - \theta_i) + Hg_{ms} \cdot (\theta_s - \theta_m) = \phi_s + \phi_{sys-rad-s} \quad (483)$$

- Bilan thermique pour le nœud de température θ_m :

$$C_m \frac{\Delta\theta_m}{\Delta t} + Hg_{em} \cdot (\theta_m - \theta_{em}) + Hg_{ms} \cdot (\theta_m - \theta_s) = \phi_m + \phi_{sys-rad-m} \quad (484)$$

De plus,

- La température opérative θ_{op} est calculée comme suit :

$$\theta_{op} = p_{top} \cdot \theta_s + (1 - p_{top}) \cdot \theta_i \quad (485)$$

Avec,

$$p_{top} = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{h_{ci}}{h_{rs}} \right) \quad (486)$$

- la température θ_{rm} est calculée à partir des températures θ_i et θ_s à l'aide l'équation suivante :

$$\theta_{rm} = p_{trm} \cdot \theta_s + (1 - p_{trm}) \cdot \theta_i \quad (487)$$

Avec,

$$p_{trm} = 1 + \frac{h_{ci}}{h_{rs}} \quad (488)$$

Les équations (482) et (483) peuvent être écrites de la manière suivante :

$$\theta_s = \frac{\left(Hg_{ms} \cdot \theta_m + \phi_s + \phi_{sys-rad-s} + Hg_{es} \cdot \theta_{es} + U_1 \cdot \left(\theta_{eieq} + \frac{\phi_i + \phi_{sys-conv}}{Hg_{ei}} \right) \right)}{Hg_{ms} + Hg_{es} + U_1} \quad (489)$$

$$\theta_i = \frac{(Hg_{is} \cdot \theta_s + Hg_{ei} \cdot \theta_{ieq} + \phi_i + \phi_{sys-conv})}{Hg_{is} + Hg_{ei}} \quad (490)$$

Avec,

$$h_{rs} = 1,2 \cdot h_{ri} \quad (491)$$

$$U_1 = \frac{1}{\frac{1}{Hg_{ei}} + \frac{1}{Hg_{is}}} \quad (492)$$

$$U_2 = U_1 + Hg_{es} \quad (493)$$

$$U_3 = \frac{1}{\frac{1}{U_2} + \frac{1}{Hg_{ms}}} \quad (494)$$

$$\begin{aligned} \phi_{mtot} = & \phi_m + \phi_{sys-rad-m} + Hg_{em} \cdot \theta_{em} \\ & + U_3 \cdot \left(\frac{\phi_s + \phi_{sys-rad-s} + Hg_{es} \cdot \theta_{es} + U_1 \cdot \left(\frac{\phi_i + \phi_{sys-conv}}{Hg_{ei}} + \theta_{ieq} \right)}{U_2} \right) \end{aligned} \quad (495)$$

La résolution de l'équation différentielle (484) est effectuée suivant le schéma de résolution de Crank-Nicholson en considérant un pas de temps d'une heure :

$$C_m \frac{\theta_m^{(t)} - \theta_m^{(t-\Delta t)}}{\Delta t} + Hg_{em} \cdot (\theta_{m,moy} - \theta_{em}) + Hg_{ms} \cdot (\theta_{m,moy} - \theta_s) = \phi_m + \phi_{sys-rad-m} \quad (496)$$

Avec,

$$\theta_{m,moy} = \frac{\theta_m^{(t)} + \theta_m^{(t-\Delta t)}}{2} \quad (497)$$

En remplaçant θ_i et θ_s par leurs valeurs indiquées dans les équations (489) et (490), la température de masse θ_m au pas de temps (t) est exprimée en fonction de sa valeur au pas de temps (t-Δt) de la manière suivante :

$$\theta_m^{(t)} = \frac{\theta_m^{(t-\Delta t)} \cdot \left(\frac{C_m}{3,6 \cdot \Delta t} - 0,5 \cdot (U_3 + Hg_{em}) \right) + \phi_{mtot}}{\frac{C_m}{3,6 \cdot \Delta t} + 0,5 \cdot (U_3 + Hg_{em})} \quad (498)$$

7.23.3.5 Matrice de comportement thermique du groupe

Soit ϕ_{sys} , la puissance sensible totale (convective+radiative) émise par le système d'émission du groupe. ϕ_{sys} s'écrit :

$$\phi_{sys} = \phi_{sys-conv} + \phi_{sys-rad} \quad (499)$$

$\phi_{sys-conv}$ et $\phi_{sys-rad}$ sont respectivement les puissances sensibles convectives et radiatives émises par le système d'émission du groupe. $\phi_{sys-rad}$ est répartie entre les deux nœuds de température θ_s et θ_m de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \phi_{sys-rad-s} &= f_{rs} \cdot \phi_{sys-rad} \\ \phi_{sys-rad-m} &= f_{rm} \cdot \phi_{sys-rad} \end{aligned} \quad (500)$$

La matrice de comportement thermique d'un groupe comprend les valeurs des températures θ_i , θ_s , θ_m , θ_{op} et θ_{rm} pour les trois cas suivants :

- Evolution libre : $\phi_{sys-conv} = 0 \times A_{gr}$ (W), $\phi_{sys-rad} = 0 \times A_{gr}$ (W).
- Puissances émises convectives : $\phi_{sys-conv} = 10 \times A_{gr}$ (W), $\phi_{sys-rad} = 0 \times A_{gr}$ (W).
- Puissances émises radiatives : $\phi_{sys-conv} = 0 \times A_{gr}$ (W), $\phi_{sys-rad} = 10 \times A_{gr}$ (W).

Cette matrice et le modèle du système d'émission, permettent de déterminer les valeurs effectives de la puissance totale émise et des températures du groupe au pas de temps considéré.

Les valeurs des températures θ_i , θ_s , θ_m , θ_{op} et θ_{rm} sont calculées respectivement pour :

- Cas 1 – Calcul pour la température de masse moyenne sur le pas de temps : $\theta_m = \theta_{m,moy}$. Il s'agit donc de $\theta_{i,moy}$, $\theta_{s,moy}$, $\theta_{rm,moy}$ et $\theta_{op,moy}$.
- Cas 2 – Calcul pour la température de masse à la fin du pas de temps : $\theta_m = \theta_m^{(t)} = \theta_{m,fin}$. Il s'agit donc de $\theta_{i,fin}$, $\theta_{s,fin}$, $\theta_{rm,fin}$ et $\theta_{op,fin}$.

La matrice de comportement thermique du groupe est ainsi une matrice de 5 lignes et 6 colonnes comme le montre l'équation (501).

$$\begin{array}{c} \begin{array}{cc} \phi_{sys-conv} = 0 \text{ (W)} \\ \phi_{sys-rad} = 0 \text{ (W)} \end{array} & \begin{array}{cc} \phi_{sys-conv} = 10 \text{ (W)} \\ \phi_{sys-rad} = 0 \text{ (W)} \end{array} & \begin{array}{cc} \phi_{sys-conv} = 0 \text{ (W)} \\ \phi_{sys-rad} = 10 \text{ (W)} \end{array} \\ \left[\begin{array}{cc} \theta_{i,moy(0,0)} & \theta_{i,fin(0,0)} \\ \theta_{s,moy(0,0)} & \theta_{s,fin(0,0)} \\ \theta_{m,moy(0,0)} & \theta_{m,fin(0,0)} \\ \theta_{rm,moy(0,0)} & \theta_{rm,fin(0,0)} \\ \theta_{op,moy(0,0)} & \theta_{op,fin(0,0)} \end{array} \right. & \left[\begin{array}{cc} \theta_{i,moy(10,0)} & \theta_{i,fin(10,0)} \\ \theta_{s,moy(10,0)} & \theta_{s,fin(10,0)} \\ \theta_{m,moy(10,0)} & \theta_{m,fin(10,0)} \\ \theta_{rm,moy(10,0)} & \theta_{rm,fin(10,0)} \\ \theta_{op,moy(10,0)} & \theta_{op,fin(10,0)} \end{array} \right. & \left. \begin{array}{cc} \theta_{i,moy(0,10)} & \theta_{i,fin(0,10)} \\ \theta_{s,moy(0,10)} & \theta_{s,fin(0,10)} \\ \theta_{m,moy(0,10)} & \theta_{m,fin(0,10)} \\ \theta_{rm,moy(0,10)} & \theta_{rm,fin(0,10)} \\ \theta_{op,moy(0,10)} & \theta_{op,fin(0,10)} \end{array} \right] \end{array} \quad (501)$$

8. VENTILATION

8.1 C VEN BBIO

8.1.1 INTRODUCTION

Cette fiche algorithme décrit le système de ventilation utilisé pour le calcul du BBIO.

Cette proposition repose sur la modélisation simplifiée de la norme européenne EN NF 15241.

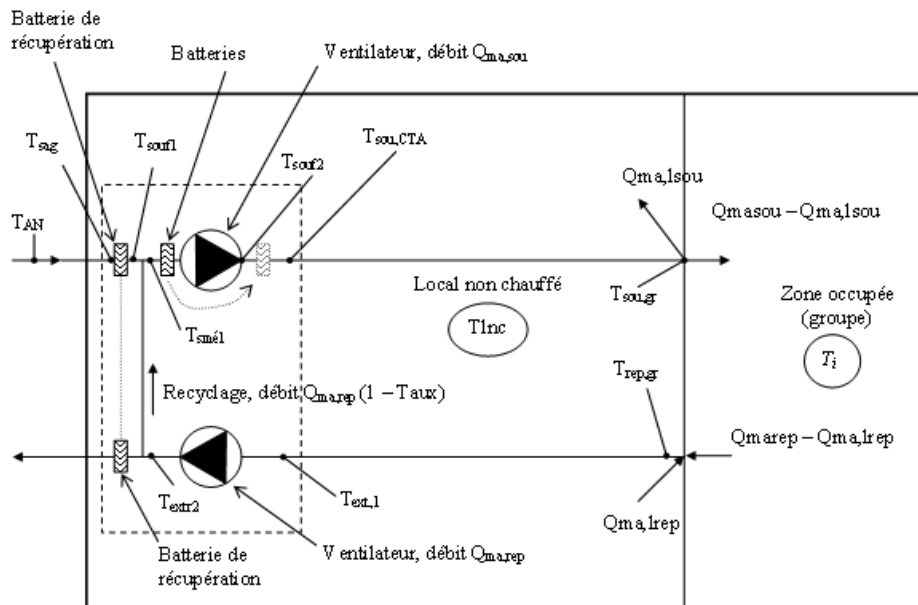


Figure 62. Modélisation de réseaux et de bouches reliés à une CTA

8.1.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 57 donne la nomenclature des différentes variables du modèle de calcul des débits de ventilation spécifique pour le calcul du Bbio.

Entrées du composant

Nom	Description	Unité
I_{vent}	Indicateur de ventilation de la zone (Occ / Inocc)	Bool
$q_{spec_repris}^{g,s}$	Débit volumique spécifique repris au niveau du groupe par le système S	m ³ /h
$q_{spec_souffle}^{g,s}$	Débit volumique spécifique soufflé au niveau du groupe par le système S	m ³ /h
$q_{rep,cond}^{g,s}$	Débit repris par le système S en tenant compte des conduits	m ³ /h
$q_{soufflé,cond}^{g,s}$	Débit soufflé par le système S en tenant compte des conduits	m ³ /h
$\theta_{i,fin}$	Température de l'air intérieur du groupe à la fin du pas de temps précédent	°C
θ_{ext}	Température extérieure au pas de temps h	°C
wext	Poids d'eau dans l'air extérieur au pas de temps h	kg/kgas
Dugd	Durée d'Utilisation du Grand Débit exprimée en h/semaine	h

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
ε	Efficacité de l'échangeur ; fixée à 0.5 pour le calcul du BBIO	ad	0	1	0.5

Paramètres intrinsèques

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.		
Cpa	Chaleur massique de l'air	J/kg.K			1006
pel	Taux de récupération sur les ventilateurs	-	0	1	0,8

Variables internes

Nom	Description	Unité
$T_{extr1}^{g,s}$	Température de l'air repris après impact des pertes du conduit	°C
$T_{extr2}^{g,s}$	Température de l'air repris après impact du ventilateur d'extraction	°C
T_{souf1}	Température de l'air soufflé après impact de l'échangeur	°C
T_{souf2}	Température de l'air soufflé après impact du ventilateur de soufflage	°C
Pvent _{rep}	Puissance électrique du ventilateur de reprise	W
Pvent _{souf}	Puissance électrique du ventilateur de soufflage	W

Sorties

Nom	Description	Unité
$q_{spec_repris}^{g,s}$	Débit volumique spécifique repris au niveau du groupe par le système S	m ³ /h
$q_{spec_souffle}^{g,s}$	Débit volumique spécifique soufflé au niveau du groupe par le système S	m ³ /h
$T_{air_souffle}^g$	Température de l'air soufflé dans le groupe (en provenance de l'extérieur ou d'autres groupes)	°C
$\omega_{air_souffle}^g$	Humidité de l'air soufflé dans les groupes (sortie CTA)	kg/kgas
H _{vent}	Déperditions par la ventilation	W/K

Tableau 57 : Nomenclature du modèle

8.1.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

Pour le calcul du BBIO, le système de ventilation est une VMC à débit soufflé et extrait constant avec efficacité d'échangeur de 50 %.

8.1.3.1 Définition des puissances de ventilateur

Pour le calcul du BBIO, on considère que les ventilateurs de soufflage et d'extraction sont de puissance nulle.

Ainsi, pour tous les usages, on a :

Quel que soit l'vent

$$P_{vent\ rep} = 0 \quad (\text{Eq 502})$$

Et

$$P_{vent\ souf} = 0 \quad (\text{Eq 503})$$

8.1.3.2 Températures de l'air extrait

On définit dans ce paragraphe la température de l'air à la sortie du ventilateur de reprise

1. L'impact des **pertes de conduit est nul** dans le calcul du BBIO :

$$T_{extr1}^{g,s} = \theta_{i,fin}^g \quad (\text{Eq 504})$$

2. **Température après impact du ventilateur d'extraction :**

$$T_{extr2}^{g,s} = T_{extr1}^{g,s} + \frac{pel \times P_{vent\ rep}}{0.34 \times abs(q_{rep,cond}^{g,s})} \quad (\text{Eq 505})$$

On rappelle que pour le BBIO, la puissance des ventilateurs est nul (paragraphe 8.1.3.1).

8.1.3.3 Cas du réseau de soufflage

1. La **température** de l'air soufflé **après impact de l'échangeur** statique est définie comme suit :

$$T_{soutf\ 1} = \theta_{ext} + \varepsilon \times (T_{extr\ 2} - \theta_{ext}) \quad (\text{Eq 506})$$

2. **Température après impact du ventilateur d'extraction :**

$$T_{soutf2} = T_{soutf1} + \frac{pel \times P_{vent_{soutf}}}{0.34 \times abs(q_{soutflé,cond}^{g,s})} \quad (\text{Eq 507})$$

On rappelle que pour le BBIO, la puissance des ventilateurs est nul (paragraphe 8.1.3.1).

Au final, la température de l'air soufflé est défini comme suit :

$$T_{Air_soufflé}^g = T_{soutf\ 2} \quad (\text{Eq 508})$$

L'humidité de l'air neuf fourni au groupe par le système de ventilation conventionnel du BBIO est défini comme suit :

$$\omega_{air_soufflé}^g = \omega_{ext} \quad (\text{Eq 509})$$

8.1.3.4 Déperditions par la ventilation

$$H_{vent} = q_{soutflé,cond}^{g,s} * C_{pa} * (1 - \varepsilon) \quad (\text{Eq 510})$$

8.2 C VEN Bouche conduit

8.2.1 INTRODUCTION

Cette fiche algorithme décrit les débits aux bouches d'extraction et aux bouches de soufflage. Elle tient aussi compte des pertes des conduits d'amenée d'air et des conduits d'extraction.

Cette proposition repose sur la modélisation simplifiée de la norme européenne EN NF 15241.

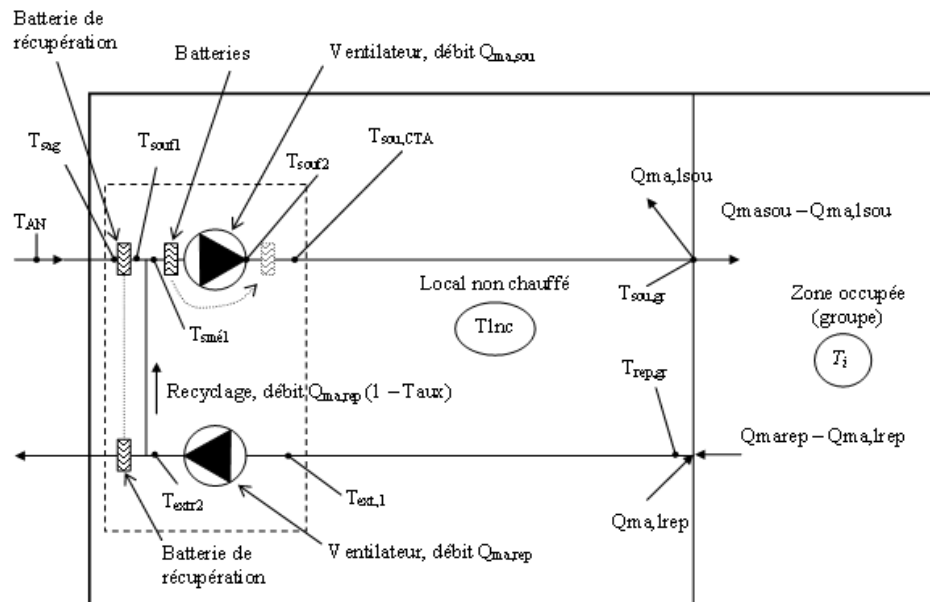


Figure 63. Modélisation de réseaux et de bouches reliées à une CTA

8.2.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 58 donne la nomenclature.

Entrées du composant						
Nom	Description	Unité				
I_{vent}	Indicateur de ventilation de la zone (Occ / Inocc)	Bool				
IdbesoinCH_i nocc_prev	indicateur de besoin de chauffage au pas précédent en inoccupation dans un groupe relié à une CTA DAC avec recyclage ou DAV	Bool				
IdbesoinFR_i noc_prev	indicateur de besoin de froid au pas précédent en inoccupation dans un groupe relié à une CTA DAC avec recyclage ou DAV	Bool				
Irelance(h) ^{CTA}	indicateur de phase de relance	entier				
Paramètres d'intégration du composant						
Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.	
$q_{spec,rep,occ}^{g,s}$	Débit volumique spécifique conventionnel repris en occupation pour les usages autre que maison individuelle ou accolée et les logements collectifs.	m³/h	0	+∞	-	
$q_{spec,rep,inocc}^{g,s}$	Débit volumique spécifique conventionnel repris en inoccupation pour les usages autre que maison individuelle ou accolée et les logements collectifs.	m³/h	0	+∞	-	
$q_{spec,soufflé,occ}^{g,s}$	Débit volumique spécifique conventionnel soufflé en occupation pour les usages autre que maison individuelle ou accolée et les logements collectifs.	m³/h	0	+∞	-	
$q_{spec,soufflé,inocc}^{g,s}$	Débit volumique spécifique conventionnel soufflé en inoccupation pour les usages autre que maison individuelle ou accolée et les logements collectifs.	m³/h	0	+∞	-	
$q_{spec,rep,conv_pointe}^{g,s}$	Débit volumique spécifique conventionnel repris en pointe en maison individuelle ou accolée et les logements collectifs.	m³/h	0	+∞	-	
$q_{spec,rep,conv_base}^{g,s}$	Débit volumique spécifique conventionnel repris en base en maison individuelle ou accolée et les logements collectifs.	m³/h	0	+∞	-	
$q_{spec,souffle,conv_pointe}^{g,s}$	Débit volumique spécifique conventionnel soufflé en pointe en maison individuelle ou accolée et les logements collectifs.	m³/h	0	+∞	-	
$q_{spec,souffle,conv_base}^{g,s}$	Débit volumique spécifique conventionnel soufflé en base en maison individuelle ou accolée et les logements collectifs.	m³/h	0	+∞	-	
Cletres	Classe d'étanchéité du réseau (A,B,C,D)					
Ratfuitevc	Ratio des fuites en volume chauffé	0	1			
Crdbnr	Coefficient de réduction des débits	ad	0	1	-	
Cdep	Coefficient de dépassement					
Dugd	Durée d'Utilisation du Grand Débit exprimée en h/semaine	h	0	+∞	-	
$A_{cond,rep}^{g,s}$	Surface du conduit de reprise	m²	0	+∞	-	
$A_{cond,soufflé}^{g,s}$	Surface du conduit de soufflage	m²	0	+∞	-	
Rrep	Résistance thermique de la partie du conduit de reprise située hors volume chauffé	m²K/W	0	+∞	-	
Rsoufflé	Résistance thermique de la partie du conduit de soufflage située hors volume chauffé	m²K/W	-∞	+∞	-	
$q_{soufflé,CH,occ}^{g,s}$	Cas DAV : débit de soufflage pour le	m³/h	0	+∞	-	

	préchauffage en occupation				
$q_{soufflé,ZN,occ}^{g,s}$	Cas DAV : débit de soufflage en zone neutre en occupation	m ³ /h	0	+∞	-
$q_{soufflé,CH,inocc}^{g,s}$	Cas DAV : débit de soufflage pour le préchauffage en inoccupation	m ³ /h	0	+∞	-
$q_{soufflé,ZN,inocc}^{g,s}$	Cas DAV : débit de soufflage en zone neutre en inoccupation	m ³ /h	0	+∞	-
$T_{typologie}$	Maison individuelle ou accolée et les logements collectifs. ou autres usages		-	-	-
Isouf	Isouf= 0 extraction Isouf = 1 insufflation	entier	0	1	-

Paramètres intrinsèques

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
Ratsurfcond	Valeur conventionnelle du rapport de la surface de conduit aéraulique à la surface habitable (SHAB)	0	+∞		
Ratdebcond	Valeur conventionnelle du rapport de la surface de conduit aéraulique au de débit de ventilation	0	+∞		
dP	Différence de pression	Pa			

Constantes

Nom	Description	Unité	Conv.
C_{fent}	Coefficient de la fenêtre	Réel	1.7

Variables internes

Nom	Description	Unité
$q_{rep,regul}^{g,s}$	Débit de reprise avec régulation	m ³ /h
$q_{soufflé,regul}^{g,s}$	Débit soufflé avec régulation	m ³ /h
$q_{soufflé,dep}^{g,s}$	Débit soufflé tenant du coefficient de dépassement de la bouche	m ³ /h
$q_{rep,max}^{g,s}$	Débit repris maximum	m ³ /h
$q_{soufflé,max}^{g,s}$	Débit soufflé maximum	m ³ /h
$q_{rep,min}^{g,s}$	Débit repris minimum	m ³ /h
$q_{soufflé,min}^{g,s}$	Débit soufflé minimum	m ³ /h

Sorties

Nom	Description	Unité
$q_{spec_repris}^{g,s}$	Débit volumique spécifique repris au niveau du groupe pour le système s	m ³ /h
$q_{spec_souffle}^{g,s}$	Débit volumique spécifique soufflé au niveau du groupe pour le système s	m ³ /h
$q_{repris,fuites}^{g,s}$	Débit repris tenant compte des fuites du réseau pour le système s	m ³ /h

$q_{soufflé, fuites}^{g,s}$	Débit soufflé tenant compte des fuites du réseau pour le système s	m ³ /h	
$q_{repris, cond}^{g,s}$	Débit repris en tenant compte des conduits pour le système s	m ³ /h	
$q_{soufflé, cond}^{g,s}$	Débit soufflé en tenant compte des conduits pour le système s	m ³ /h	- ∞
$q_{rep, dep}^{g,s}$	Débit repris tenant du coefficient de dépassement de la bouche	m ³ /h	
Dugd	Durée d'Utilisation du Grand Débit exprimée en h/semaine	h	
Crdbnr	Coefficient de réduction des débits	ad	
cdep	Coefficient de dépassement		
Ratfuitevc	Ratio des fuites en volume chauffé	0	
$q_{soufflémax}^{g,s}$	Cas DAV : débit maximal de soufflage pour le préchauffage	m ³ /h	
$q_{soufflémin}^{g,s}$	Cas DAV : débit minimal de soufflage imposé dans le cas de la DAV	m ³ /h	
dP	Différence de pression	Pa	
Kres	Coefficient de fuite de réseau	m ³ /(s. m ²) sous 1 Pa	
$A_{cond, rep}^{g,s}$	Surface du conduit de reprise	m ²	
$A_{cond, soufflé}^{g,s}$	Surface du conduit de soufflage	m ²	

Tableau 58 : Nomenclature du modèle

8.2.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

Les débits volumiques sont définis au niveau du groupe.

Pour chaque bouche, on définit un débit minimal et un débit maximal soufflé ou repris.

Les débits de ventilation sont par ailleurs différents selon que la zone est occupée ou inoccupée. L'indicateur de ventilation de la zone I_{vent} est vrai quand la zone est occupée du point de vue de la ventilation et est faux sinon.

Pour le calcul du Bbio, les débits correspondent au débit d'hygiène. Pour le calcul des consommations, en maison individuelle ou accolée et les logements collectifs, les débits sont des débits d'hygiène, alors qu'en autres usages ce sont des débits totaux soufflés ou extraits.

8.2.3.1 Définition du débit minimal et débit maximal de la bouche

8.2.3.1.1 Cas d'une ventilation autre que la CTA à Débit d'Air Variable

Ce paragraphe traite de tous les systèmes de ventilation autre que les CTA (Centrale de Traitement d'Air) à Débit d'Air Variable.

Il traite aussi de l'aération (ouverture des fenêtres) et du débit de l'assistance mécanique des systèmes de ventilation hybride (naturelle assistée).

8.2.3.1.1.1 Cas des usages hors maison individuelle ou accolée et logements collectifs

On définit le débit maximal d'air soufflé ou repris de la bouche comme suit :

Si $I_{souf} = 0$

$$\begin{aligned} q_{rep,max}^{g,s} &= -q_{spec,rep,occ}^{g,s} \\ q_{soufflé,max}^{g,s} &= 0 \end{aligned} \quad (\text{Eq 511})$$

Si $I_{souf} = 1$

$$\begin{aligned} q_{soufflé,max}^{g,s} &= q_{spec,soufflé,occ}^{g,s} \\ q_{rep,max}^{g,s} &= 0 \end{aligned} \quad (\text{Eq 512})$$

On définit le débit minimal d'air soufflé ou repris de la bouche comme suit :

Si $I_{souf} = 0$

$$\begin{aligned} q_{rep,min}^{g,s} &= -q_{spec,rep,inocc}^{g,s} \\ q_{soufflé,min}^{g,s} &= 0 \end{aligned} \quad (\text{Eq 513})$$

Si $I_{souf} = 1$

$$\begin{aligned} q_{soufflé,min}^{g,s} &= q_{spec,soufflé,inocc}^{g,s} \\ q_{rep,min}^{g,s} &= 0 \end{aligned} \quad (\text{Eq 514})$$

Dans le cas particulier de l'aération, ventilation naturelle par ouverture des fenêtres, on fait l'hypothèse que la réglementation d'hygiène (réglementation ventilation) impose par local soit des débits à fournir (soufflage) ou des débits à extraire (débit repris).

Dans le cas (exceptionnel) où cette hypothèse ne serait pas vérifiée, il conviendrait pour chaque local de prendre soit en extraction soit en fourniture le plus grand des débits (en valeur absolue) conforme à la réglementation et de mettre l'autre à 0 avant de cumuler les débits par groupe.

8.2.3.1.1.2

Cas des maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs.

On définit le débit maximal d'air soufflé ou repris de la bouche comme suit :

Si $Isouf = 0$

$$q_{rep,max}^{g,s} = -q_{spec,rep,conv_pointe}^{g,s} \quad (Eq\ 515)$$

$$q_{soufflé,max}^{g,s} = 0$$

Si $Isouf = 1$

$$q_{soufflé,max}^{g,s} = q_{spec,soufflé,conv_pointe}^{g,s} \quad (Eq\ 516)$$

$$q_{rep,max}^{g,s} = 0$$

On définit le débit minimal d'air soufflé ou repris de la bouche comme suit :

Si $Isouf = 0$

$$q_{rep,min}^{g,s} = -q_{spec,rep,conv_base}^{g,s} \quad (Eq\ 517)$$

$$q_{soufflé,min}^{g,s} = 0$$

Si $Isouf = 1$

$$q_{soufflé,min}^{g,s} = q_{spec,soufflé,conv_base}^{g,s} \quad (Eq\ 518)$$

$$q_{rep,min}^{g,s} = 0$$

Pour les systèmes hygroréglables, les débits seront calculés à partir des valeurs fournies par les Avis Techniques.

Note :

1. Dans le cas de la ventilation hybride, il s'agit d'indiquer les débits d'hygiènes pendant l'assistance mécanique.
2. En ventilation naturelle pure ces renseignements sont sans objet.

8.2.3.1.2 Cas d'une ventilation CTA-DAV

On définit le débit maximal d'air soufflé ou repris de la bouche comme suit :

Si $Isouf = 1$

$$q_{soufflé,CH,max}^{g,s} = q_{soufflé,CH,occ}^{g,s} \quad (Eq\ 519)$$

$$q_{rep,CH,max}^{g,s} = 0$$

$$q_{soufflé,ZN,max}^{g,s} = q_{soufflé,ZN,occ}^{g,s} \quad (Eq\ 520)$$

$$q_{rep,ZN,max}^{g,s} = 0$$

Si $Isouf = 0$

$$q_{rep,CH,max}^{g,s} = -q_{soufflé,CH,occ}^{g,s} \quad (Eq\ 521)$$

$$q_{soufflé,CH,max}^{g,s} = 0$$

$$q_{rep,ZN,max}^{g,s} = -q_{soufflé,ZN,occ}^{g,s} \quad (Eq\ 522)$$

$$q_{soufflé,ZN,max}^{g,s} = 0$$

On définit le débit minimal d'air soufflé ou repris de la bouche comme suit :

Si $Isouf = 1$

$$q_{soufflé,CH,min}^{g,s} = q_{soufflé,CH,inocc}^{g,s} \quad (Eq\ 523)$$

$$q_{rep,CH,min}^{g,s} = 0$$

$$q_{soufflé,ZN,min}^{g,s} = q_{soufflé,ZN,inocc}^{g,s} \quad (Eq\ 524)$$

$$q_{rep,ZN\min}^{g,s} = 0$$

Si $I_{sout} = 0$

$$q_{rep,CH,\min}^{g,s} = -q_{soufflé,CH,inocc}^{g,s} \quad (\text{Eq 525})$$

$$q_{soufflé,CH\min}^{g,s} = 0$$

$$q_{rep,ZN\min}^{g,s} = -q_{soufflé,ZN,inocc}^{g,s} \quad (\text{Eq 526})$$

$$q_{soufflé,ZN\min}^{g,s} = 0$$

La CTA DAV est employée uniquement hors maison individuelle ou accolée et hors logements collectifs.

8.2.3.1.3 Cas du Bbio

On définit le débit maximal d'air soufflé ou repris de la bouche comme suit :

Cas des usages hors maison individuelle ou accolée et hors logements collectifs.

On utilise les équations du §8.2.3.1.1.1

Cas des usages des maisons individuelles ou accolées et des logements collectifs.

On utilise les équations du §8.2.3.1.1.2

8.2.3.2 Définition des débits régulés

Ce paragraphe présente les règles de valorisation de la régulation des terminaux de soufflage et de reprise.

8.2.3.2.1 Cas du Bbio

Dans le cas particulier **du Bbio**, **Crdbnr = 1** quelle que soit l'occupation et l'usage du groupe.

Ainsi, dans le cas des maisons individuelles ou accolées et des logements collectifs, on utilise les équations du §8.2.3.2.3 (avec Crdbnr = 1).

De même pour les autres usages, on utilise les équations du §8.2.3.2.2 (avec Crdbnr = 1).

8.2.3.2.2 Dans le cas hors maisons individuelles ou accolées et hors logements collectifs

En **période d'occupation** (*Ivent* = vrai), les débits nominaux des systèmes avec régulation des débits sont multipliés par un facteur correctif Crdbnr dont les valeurs par défaut sont les suivantes :

	Coefficient de réduction des débits (Crdbnr)
Aucune régulation des débits	1
Dispositif de détection d'utilisation du local	0,9
Dispositif de comptage d'occupants ou sondes CO ₂	0,8

Tableau 59 : Coefficient de réduction des débits hors maisons individuelles ou accolées et hors logements collectifs suivant le mode de régulation

En **période d'inoccupation** (*Ivent* = faux), **Crdbnr = 1**

Note :

1. Dans le cas particulier de l'aération, **Crdbnr = 1** quelle que soit l'occupation.
2. Dans le cas particulier **du DAC**, **Crdbnr = 1** quelle que soit l'occupation.
3. Des valeurs différentes de Crdbnr peuvent être utilisées si elles sont issues de procédures d'Avis Technique ou de certifications équivalentes.

L'algorithme associé est décrit ci-dessous.

Si *Ivent* = vrai :

$$q_{rep,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{rep,max}^{g,s} \quad (\text{Eq 527})$$

$$q_{soufflé,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{soufflé,max}^{g,s} \quad (\text{Eq 528})$$

Si *Ivent* = faux :

$$q_{rep,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{rep,min}^{g,s} \quad (\text{Eq 529})$$

$$q_{soufflé,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{soufflé,min}^{g,s} \quad (\text{Eq 530})$$

si CTA DF avec recyclage et si (IdbesoinCH_inocc_prev = vrai ou si IdbesoinF_inocc_prev = vrai ou si Irelande(h)^{CTA} = 1)

$$q_{rep,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{rep,max}^{g,s} \quad (\text{Eq 531})$$

$$q_{soufflé,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{soufflé,max}^{g,s}$$

Dans le cas d'une CTA DAC avec recyclage, si dans un groupe relié à cette CTA un besoin de chaud en saison de chauffage ou de froid en saison de refroidissement est détecté en inoccupation alors la CTA démarre et tous les groupes connectés sont irrigués.

8.2.3.2.3 En maisons individuelles ou accolées et en logements collectifs

Quelque soit l'occupation, (lvent = vrai ou lvent= faux), on définit **Crdbnr = 1**.

$$q_{rep,regul}^{g,s} = Crdbnr \times \frac{q_{rep,max}^{g,s} \times Dugd + q_{rep,min}^{g,s} \times (168 - Dugd)}{168} \quad (\text{Eq 532})$$

$$q_{soufflé,regul}^{g,s} = Crdbnr \times \frac{q_{soufflé,max}^{g,s} \times Dugd + q_{soufflé,min}^{g,s} \times (168 - Dugd)}{168} \quad (\text{Eq 533})$$

Avec Dugd comme suit :

		Durée d'Utilisation du Grand Débit (Dugd) exprimée en h/semaine
Ventilation mécanique	Dispositifs à gestion manuelle (par défaut)	14
	Dispositifs avec temporisation	7
Ventilation naturelle par conduit et ventilation hybride	Maison Individuelle ou accolée	14
	Logement Collectif	28

Tableau 60 : Durée d'Utilisation du Grand Débit

Note :

1. Pour le calcul du **BBIO**, Dugd = 14.
2. En ventilation naturelle et en ventilation hybride où l'assistance mécanique n'est pas activée, le débit régulé $q_{rep,regul}^{g,s}$ est un résultat de calcul.

Pour les bouches dont le fonctionnement n'est pas indépendant (cas par exemple d'un dispositif local commandant le passage en grand débit de toutes les bouches d'un même logement), on considère par défaut que le passage en grand débit se fait de manière non concomitante et on applique donc pour chacune des bouches le temps de fonctionnement correspondant à l'ensemble des bouches munies d'un dispositif de gestion. A titre d'exemple, si un logement est muni d'un dispositif central de passage en grand débit et qu'il est commandé par un dispositif manuel en cuisine et dans une salle de bains, le temps total de fonctionnement en grand débit sera de 14 h + 14 h = 28 h. On appliquera donc cette durée et pour la cuisine et pour la salle de bains. Ces systèmes peuvent également faire l'objet d'un Avis Technique, ou d'une procédure équivalente, précisant les règles de calcul à appliquer.

Pour les systèmes hygroréglables, les débits énergétiques équivalents seront calculés à partir des valeurs fournies dans les Avis Techniques ou dans une procédure équivalente.

8.2.3.2.4 Cas du DAV

Dans le cas particulier **du DAV, par défaut Crdbnr = 1** quelle que soit l'occupation.

Si *Ivent* = vrai :

$$q_{rep,CH,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{rep,CH,max}^{g,s} \quad (\text{Eq 534})$$

$$q_{soufflé,CH,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{soufflé,CH,max}^{g,s}$$

Et

$$q_{rep,ZN,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{rep,ZN,max}^{g,s} \quad (\text{Eq 535})$$

$$q_{soufflé,ZN,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{soufflé,ZN,max}^{g,s}$$

Si *Ivent* = faux :

$$q_{rep,ZN,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{rep,ZN,min}^{g,s} \quad (\text{Eq 536})$$

$$q_{soufflé,ZN,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{soufflé,ZN,min}^{g,s}$$

si **IdbesoinCH_inocc_prev** = faux ou si **IdbesoinFR_inocc_prev** = faux et si irelance (h) = 0

$$q_{rep,CH,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{rep,CH,min}^{g,s} \quad (\text{Eq 537})$$

$$q_{soufflé,CH,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{soufflé,CH,min}^{g,s}$$

si **IdbesoinCH_inocc_prev** = vrai ou si **IdbesoinFR_inocc_prev** = vrai et si irelance (h) = 1

$$q_{rep,CH,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{rep,CH,max}^{g,s} \quad (\text{Eq 538})$$

$$q_{soufflé,CH,regul}^{g,s} = Crdbnr \times q_{soufflé,CH,max}^{g,s}$$

Dans le cas d'une CTA DAV, si dans un groupe relié à cette CTA un besoin de chaud en saison de chauffage ou de froid en saison de refroidissement est détecté en inoccupation alors la CTA démarre et tous les groupes connectés sont irrigués.

8.2.3.3 Coefficient C_{dep}

On intègre également l'impact du coefficient de dépassement.

$$q_{rep,dep}^{g,s} = C_{dep} \times q_{rep,regul}^{g,s} \quad (\text{Eq 539})$$

$$q_{soufflé,dep}^{g,s} = C_{dep} \times q_{soufflé,regul}^{g,s} \quad (\text{Eq 540})$$

Le coefficient de dépassement C_{dep} est un facteur multiplicatif visant à prendre en compte les contraintes de dimensionnement de l'installation de ventilation et la dispersion des caractéristiques de composants.

	Valeurs de C_{dep}
Valeur par défaut	1,25
Composants auto réglables certifiés	1,10
Composants sous avis technique (ATec) ou procédure équivalente	C_{dep} issu de l'ATec ou équivalent

Tableau 61 : Valeurs de C_{dep} à considérer

Cas particuliers :

1. Dans l'aération, $C_{dep} = C_{fenb}$ quelle que soit l'occupation.
2. Pour le calcul conventionnel du **BBIO**, on utilise :

$$C_{dep_{BBIO}} = 1 \quad (\text{Eq 541})$$

8.2.3.3.1 Cas du DAV

On intègre également l'impact du coefficient de dépassement.

$$q_{rep,CH,dep}^{g,s} = C_{dep} \times q_{rep,CH,regul}^{g,s} \quad (\text{Eq 542})$$

$$q_{soufflé,CH,dep}^{g,s} = C_{dep} \times q_{soufflé,CH,regul}^{g,s} \quad (\text{Eq 543})$$

$$q_{rep,ZN,dep}^{g,s} = C_{dep} \times q_{rep,ZN,regul}^{g,s} \quad (\text{Eq 544})$$

$$q_{soufflé,ZN,dep}^{g,s} = C_{dep} \times q_{soufflé,ZN,regul}^{g,s} \quad (\text{Eq 545})$$

8.2.3.4 Prise en compte des fuites des réseaux

On présente dans ce paragraphe le mode de prise en compte des fuites dans les réseaux aérauliques, principalement entre les ventilateurs et le volume chauffé (voir Figure 63).

Les fuites totales sont les suivantes :

$$q_{repis,fuites}^{g,s} = -3600 \times Kres \times A_{cond,rep}^{g,s} \times dP^{0.667} \quad (\text{Eq 546})$$

Et/ou

$$q_{soufflé,fuites}^{g,s} = 3600 \times Kres \times A_{cond,soufflé}^{g,s} \times dP^{0.667} \quad (\text{Eq 547})$$

Kres est fonction de la classe d'étanchéité du réseau :

Classe d'étanchéité du réseau Cletres	Kres (m ³ /(s.m ²) sous 1 Pa)
A	0,027 10 ⁻³
B	0,009 10 ⁻³
C	0,003 10 ⁻³
Valeur par défaut D	0,0675 10 ⁻³
Cas de l' aération et du BBio	0

Tableau 62 : Valeurs conventionnelles de Kres

Les valeurs de la différence de pression dP sont définies comme suit :

- Si $q_{rep,dep}^{g,s} = 0$; alors $dP = 0$ pour le calcul de $q_{rep,fuites}^{g,s}$
- Si $q_{souf,dep}^{g,s} = 0$; alors $dP = 0$ pour le calcul de $q_{souf,fuites}^{g,s}$
 - Si non, les valeurs dP sont définies sont présentées dans le Tableau 63

Les valeurs des ratios sont également présentées dans le Tableau 63.

	Ratfuitevc	Ratsurfcond	Ratdebcond	dP en Haute Pression	dP en moyenne Pression	dP en Basse Pression
	Ratio de part de conduit en volume chauffé	(m ² par m ² de SHAB)	m ² par m ³ /h	Pa	Pa	Pa
	Par défaut	conventionnel	conventionnel	conventionnel	conventionnel	conventionnel
Maison individuelle ou accolée	0.25	0.1		80	40	20
Bâtiment collectif	0.5		0.05	160	40	20
Bâtiment hors maisons individuelles ou accolées et hors logements collectifs	0.75		0.05	250		

Tableau 63 : Valeurs des paramètres Ratfuitevc, Ratsurfcond et Ratdebcond
Haute Pression :

- C_VEN_Mécanique_simple_Flux : Extraction Mécanique (VMC SF) et Insufflation Mécanique
- C_VEN_Mécanique_Double_flux : VMC DF et CTA à Débit Constant et à Débit Variable
- C_VEN_CTA-DAV : DAV

Moyenne Pression : Ventilation Mécanique Basse Pression (C_VEN_Mécanique_Basse-Pression)

Basse Pression : Ventilation Naturelle par conduit et Ventilation hybride (C_VEN_VNat-VNHyb).

En Maison Individuelle ou accolée

$$A_{cond}^{g,s} = SHAB \times Ratsurfcond \quad (Eq\ 548)$$

En non résidentiel ou en logement collectif

$$A_{cond,rep}^{g,s} = abs(q_{rep,max}^{g,s}) \times Ratdebcond \quad (Eq\ 549)$$

Et/ou

$$A_{cond,soufflé}^{g,s} = q_{soufflé,max}^{g,s} \times Ratdebcond \quad (Eq\ 550)$$

Au final :

$$q_{spec_repris}^{g,s} = q_{rep,dep}^{g,s} + Ratfuitevc \times q_{repris,fuites}^{g,s} \quad (Eq\ 551)$$

$$q_{spec_soufflé}^{g,s} = q_{soufflé,dep}^{g,s} + Ratfuitevc \times q_{soufflé,fuite}^{g,s} \quad (Eq\ 552)$$

Débit volumique repris ou soufflé après prise en compte de la totalité des conduits (Débit vu par le ventilateur, à utiliser pour le dimensionnement).

$$q_{repis,cond}^{g,s} = q_{rep,dep}^{g,s} + q_{repis,fuites}^{g,s} \quad (\text{Eq 553})$$

$$q_{soufflé,cond}^{g,s} = q_{soufflé,dep}^{g,s} + q_{soufflé,fuite}^{g,s} \quad (\text{Eq 554})$$

Note :

En ventilation naturelle et dans le cas d'une ventilation hybride où l'assistance mécanique n'est pas activée, les débits ci-dessus définis sont calculés par les fiches correspondantes.

8.2.3.5 Cas DAV

$$A_{cond,rep}^{g,s} = abs(q_{rep,CH,max}^{g,s}) \times Ratdebcond \quad (\text{Eq 555})$$

$$A_{cond,soufflé}^{g,s} = q_{soufflé,CH,max}^{g,s} \times Ratdebcond \quad (\text{Eq 556})$$

$$q_{spec_repis}^{g,s} = q_{rep,ZN,dep}^{g,s} + Ratfuitevc \times q_{repis,fuites}^{g,s} \quad (\text{Eq 557})$$

$$q_{spec_soufflé}^{g,s} = q_{soufflé,ZN,dep}^{g,s} + Ratfuitevc \times q_{soufflé,fuites}^{g,s} \quad (\text{Eq 558})$$

$$q_{repis,CH,cond}^{g,s} = q_{rep,CH,dep}^{g,s} + q_{repis,fuites}^{g,s} \quad (\text{Eq 559})$$

$$q_{soufflé,CH,cond}^{g,s} = q_{soufflé,CH,dep}^{g,s} + q_{soufflé,fuites}^{g,s} \quad (\text{Eq 560})$$

$$q_{repis,ZN,cond}^{g,s} = q_{rep,ZN,dep}^{g,s} + q_{repis,fuites}^{g,s} \quad (\text{Eq 561})$$

$$q_{soufflé,ZN,cond}^{g,s} = q_{soufflé,ZN,dep}^{g,s} + q_{soufflé,fuites}^{g,s} \quad (\text{Eq 562})$$

8.3 C VEN CTA DAV

8.3.1 INTRODUCTION

Cette fiche algorithmique décrit le calcul des températures, de l'humidité de l'air repris et soufflé dans le cas d'une Centrale de Traitement d'Air à Débits d'air Variable.

Elle décrit aussi l'impact énergétique des ventilateurs du préchauffage et du prérefroidissement.

Cette proposition repose sur la modélisation simplifiée d'un système de ventilation à débits constants, à débits variables ou à double flux hygiénique décrite en Figure 64 (norme européenne EN NF 15241).

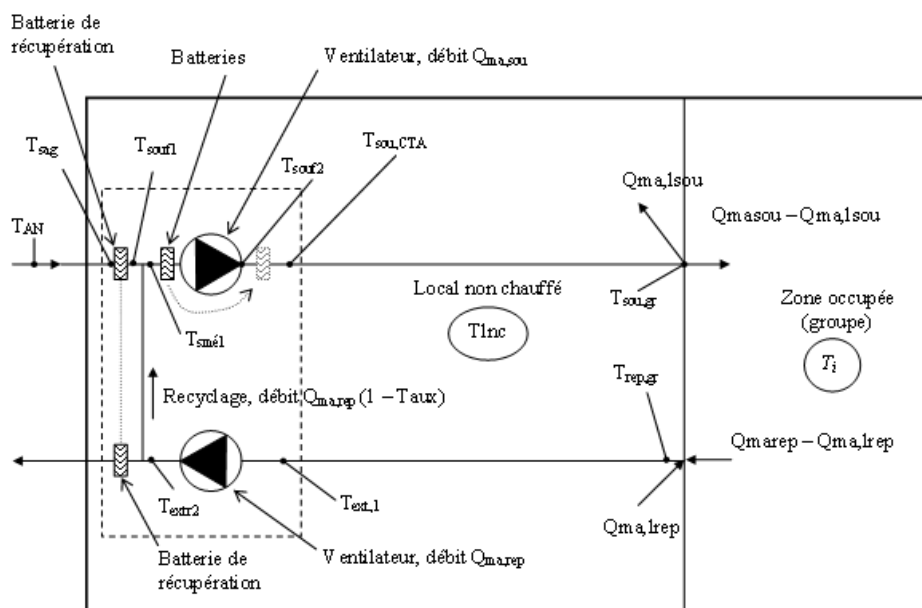


Figure 64. Modélisation d'une Centrale de Traitement d'Air

8.3.2 NOMENCLATURE

Le Tableau 64 donne la nomenclature des différentes variables du modèle.

Entrées du composant		
Nom	Description	Unité
I_{vent}	Indicateur de ventilation de la zone (Occ / Inocc)	Bool
$Aut_{ch,eff}(j)$	Autorisation de chauffage effective pour la CTA (voir définition des saisons des systèmes).	Entier
$Aut_{fr,eff}(j)$	Autorisation de refroidissement effective pour la CTA (voir définition des saisons des systèmes).	Entier
$i_{relance}^{gr}(h)$	Indicateur de période de relance des groupes reliés à la CTA.	Ent.
$\theta_{i,fin}$	Température de l'air intérieur du groupe à la fin du pas de temps précédent	°C
T_{air_out}	Température en sortie du puis climatique ou de l'espace tampon au pas de temps h	°C
θ_{ext}	Température extérieure au pas de temps h	°C
w_{ext}	Poids d'eau dans l'air extérieur au pas de temps h	kg/kgas
ω_{cons}	Poids d'eau de consigne d'humidification	kg/kgas
$\omega_{i,g,prev}$	Poids d'eau dans l'air extrait du groupe g au pas de temps $h-1$ d'humidification	kg/kgas
$\rho_{i,g,prev}$	Masse volumique de l'air extrait du groupe g au pas de temps $h-1$ d'humidification	kg/m ³
$q_{rep,fuites}^{g,s}$	Débit volumique de fuite du conduit de reprise (arrivant à la centrale)	m ³ /h
$q_{souffle,fuites}^{g,s}$	Débit volumique de fuite du conduit de soufflage (partant de la centrale)	m ³ /h
$q_{rep,CH,cond}^{g,s}$	Débit repris par le système S en mode chauffage en tenant compte des conduits	m ³ /h
$q_{soufflé,CH,cond}^{g,s}$	Débit soufflé par le système S en mode chauffage en tenant compte des conduits	m ³ /h
$q_{rep,ZN,cond}^{g,s}$	Débit repris par le système S en zone neutre en tenant compte des conduits	m ³ /h
$q_{soufflé,ZN,cond}^{g,s}$	Débit soufflé par le système S en zone neutre en tenant compte des conduits	m ³ /h
$q_{spec_repris}^{g,s}$	débit volumique minimal de reprise en zone neutre au niveau du groupe	m ³ /h
$q_{spec_soufflé}^{g,s}$	débit volumique minimal de soufflage en zone neutre au niveau du groupe	m ³ /h
$Dugd$	Durée d'Utilisation du Grand Débit exprimée en h/semaine	h
$A_{cond,rep}^{g,s}$	Surface du conduit de reprise	m ²
$A_{cond,soufflé}^{g,s}$	Surface du conduit de soufflage	m ²
$Ibch$	Indicateur des besoins de chaud du pas h	-
$Ibfr$	Indicateur des besoins de froid du pas h	-
$Qsys_{FR}$	Energie requise pour le refroidissement du groupe	Wh

Paramètres d'intégration du composant

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
$P_{vent_{nom, soufflé_occ}}$	Puissance électrique nominale des ventilateurs de soufflage en non résidentiel en occupation,	W	0	$+\infty$	-
$P_{vent_{nom, soufflé_inoc}}$	Puissance électrique nominale des ventilateurs de soufflage en non résidentiel en inoccupation,	W	0	$+\infty$	
$P_{vent_{nom, rep_occ}}$	Puissance électrique nominale des ventilateurs de reprise en non résidentiel en occupation,	W	0	$+\infty$	-
$P_{vent_{nom, rep_inoc}}$	Puissance électrique nominale des ventilateurs de reprise en non résidentiel en inoccupation, variateur de puissance inclus si présent	W	0	$+\infty$	
$q_{m, soufflé, cond_max_occ}^s$	débit volumique maximal soufflé	m ³ /h	$-\infty$	$+\infty$	
$q_{m, soufflé, cond_max_inoc}^s$	débit volumique maximal repris	m ³ /h	$-\infty$	$+\infty$	
b	Ratio de prise en compte de la présence de locaux non chauffés pour la partie des conduits correspondante	ad	0	1	-
	Booléen indiquant le raccordement éventuel à un puits climatique	Bool	Vrai	Faux	-
$Crdbnr$	Coefficient de réduction des débits	ad	0	1	
$Cdep$	Coefficient de dépassement	ad			
$Ratfuitevc$	Ratio des fuites en volume chauffé	0	1		
$Rrep$	Résistance thermique de la partie du conduit de reprise située hors volume chauffé	m ² K/W	0	$+\infty$	
$Rsouf$	Résistance thermique de la partie du conduit de soufflage située hors volume chauffé	m ² K/W	0	$+\infty$	
	1 : variation de fréquence				
$type_ventilateur_r$	2 : aubes inclinées vers l'arrière et registre de réglage	-	-	-	-
	3 : aubes inclinées vers l'avant et registre de réglage				
Type_hr	type d'humidificateur : 1 à vapeur	-	-	-	-
	2 pulvérisation ou ruissellement				

Paramètres intrinsèques

Nom	Description	Unité	Min	Max	Conv.
T_{ENC}	Température de l'air neuf (température extérieure en absence de puits climatique), en dessous de laquelle le taux d'air neuf est minimal	°C	$-\infty$	$+\infty$	
$T_{ext_{TAN}}$	Température de fonctionnement en tout air neuf	°C	$-\infty$	$+\infty$	
$T_{ext_{ref}}$	Température de refroidissement	°C	$-\infty$	$+\infty$	
$T_{cons_prechaud}$	Température de consigne de préchauffage	°C	$-\infty$	$+\infty$	
$T_{cons_prefroid}$	Température de consigne de prérefroidissement	°C	$-\infty$	$+\infty$	
T_{batt}	Température de la batterie de prérefroidissement.	°C	$-\infty$	$+\infty$	
ω_{cons}	Poids d'eau de consigne d'humidification	kg/kgas	0	1	

Constantes			
Nom	Description	Unité	Conv.
pel	Rendement des ventilateurs	-	0,8
Cpa	Chaleur massique de l'air	J/kg.K	1006
L	Chaleur de vaporisation de l'eau	J/kg	2501000
Variables internes			
Nom	Description	Unité	
$A_{cond,rep,ext}^{g,s}$	Surface des conduits de reprise donnant sur l'extérieur	m ²	-
$A_{cond,soufflé,ext}^{g,s}$	Surface des conduits de soufflage donnant sur l'extérieur	m ²	-
$H_{cond,rep,ext}^{g,s}$	Conductivité thermique du conduit de reprise	W/K	-
$H_{cond,souff,ext}^{g,s}$	Conductivité thermique du conduit de soufflage	W/K	-
T_{LNC}	Température du local non chauffé	°C	-
$T_{extr1}^{g,s}$	Température de l'air repris après impact des pertes du conduit	°C	-
T_{extr1}^s	Température de l'air extrait avant impact du ventilateur du système de ventilation S	°C	-
T_{extr2}^s	Température de l'air repris après impact du ventilateur d'extraction du système de ventilation S	°C	-
T_{souf1}^s	Température de l'air soufflé après impact de l'échangeur du système de ventilation S	°C	-
T_{souf2}^s	Température de l'air soufflé après impact du ventilateur de soufflage du système de ventilation S	°C	-
T_{AN}^s	Température de l'air neuf vu par le système de ventilation S (la CTA ou la VMC DF)	°C	-
$Te_{ech,min}$	Température minimale à atteindre pour éviter le gel dans l'échangeur	°C	-
$T_{souf,mel}$	Température de l'air après la boîte de mélange	°C	-
$T_{souf,prechaud}$	Température de l'air après la batterie de préchauffage	°C	-
$T_{souf,prefroid}$	Température de l'air après la batterie de prérefroidissement	°C	-
$T_{Air,soufflé,CTA}$	Température de l'air à la sortie de la CTA.	°C	-
DW	Déshumidification sur la batterie froide	kg/kgas	-
$\omega_{i,prev}$	Humidité de l'air extrait au pas de temps h-1	kg/kgas	-
ω_{mel}	Humidité de l'air après la boîte de mélange	kg/kgas	-
$\omega_{souf,prefroid}$	Humidité de l'air après la batterie froide	kg/kgas	-
$\omega_{souf,CTA}$	Humidité de l'air à la sortie de la CTA	kg/kgas	-
ω_{sat}	Poids d'eau de l'air à saturation à T_{batt}	kg/kgas	-
$q_{Air,Neuf,min}^{g,s}$	Débit volumique minimal d'air neuf. Il correspond au débit d'hygiène	m ³ /h	-
P_{vent}	Puissance des ventilateurs de la CTA (par zone)	W	-
P_{ech}	Puissance électrique de l'échangeur (zone)	W	-

$q_{m,soufflé,cond_max_occ}^s$	débit massique maximal soufflé	kg/s	0
$q_{m,soufflé,cond_max_inocc}^s$	débit massique maximal repris	kg/s	0

Sorties

Nom	Description	Unité
$T_{air_soufflé}^{g,s}$	Température de l'air soufflé dans le groupe (en provenance de l'extérieur ou d'autres groupes)	°C
$\omega_{air_soufflé}^g$	Humidité de l'air soufflé dans les groupes (sortie CTA)	g/kgas
$q_{spec_repris}^{g,s}$	Débit volumique spécifique repris au niveau du groupe par le système S	m³/h
$q_{spec_soufflé}^{g,s}$	Débit volumique spécifique soufflé au niveau du groupe par le système S	m³/h
C_{vent}	Consommation des ventilateurs de la CTA (par zone)	Wh
C_{ech}	Consommation électrique de l'échangeur (zone)	Wh
$P_{prechaud}$	Puissance électrique pour le préchauffage (zone)	W
$P_{prefroid}$	Puissance électrique pour le prérefroidissement (zone)	W
$P_{chaudHR}$	Puissance électrique pour l'humidification (zone)	W
$Taux_{AN}^S$	Taux d'air neuf du système de ventilation S	ad

Tableau 64 : Nomenclature du modèle

8.3.3 DESCRIPTION MATHEMATIQUE

8.3.3.1 Principes généraux des centrales à débits variables

On décrit ici les Centrales à Débit variable mono conduit avec refroidissement seul et chauffage terminal.

Pour la description des centrales de traitement d'air à débits variable, on retient une prise en compte unique sur la base des composants suivants :

- boîte de mélange
- ventilateurs,
- batteries de préchauffage et de prérefroidissement,
- humidification.

L'ensemble du système est composé :

- d'une centrale assurant la fourniture d'air neuf, le soufflage et l'extraction de l'air, ainsi que son prétraitement.

Elle calcule la consommation électrique des auxiliaires et les consommations impliquées par un prétraitement de l'air. On intègre également les fonctions de free cooling,

- d'un ensemble de systèmes locaux permettant d'assurer les besoins de chauffage et refroidissement, il n'y a pas de ventilateur dans les systèmes locaux,
- d'un réseau hydraulique reliant la batterie de chauffage des émetteurs locaux à la génération de chaleur. Un réseau hydraulique relie également le préchauffage à la génération de chaleur et un réseau hydraulique relie le prérefroidissement à la génération de froid. On entre la longueur de ces réseaux.

La centrale DAV est représentée par une seule fiche algorithme mais découpée en deux parties :

- Partie 1

Calcul de la température et de l'humidité de l'air soufflé dans chaque groupe.

Après la partie 1 a lieu la prise en compte du comportement thermique des groupes puis de l'émission. On dispose alors des besoins des groupes qui permettent de définir les débits réels soufflés et repris par la centrale.

- Partie 2

Calcul des débits totaux réels soufflés et repris par la centrale, calcul du débit d'air neuf,

Calcul des consommations.

On décrit successivement le calcul des débits, des consommations de ventilateur, des températures et des humidités pour la partie centrale.

Les sorties sont :

- la consommation électrique des ventilateurs ainsi que celles des autres auxiliaires,
- les besoins de préchauffage et de prérefroidissement par type de générateur.

Si l'humidificateur est de type à vapeur sa consommation est dirigée vers le comptage électrique.

Le débit d'air pris en compte peut varier (par exemple en occupation et inoccupation), mais doit être prédéfini.

Le modèle tient compte les déperditions thermiques par les conduits.

8.3.3.2 Gestion

La centrale fonctionne de la façon suivante :

1. en période d'occupation au sens de la ventilation : fonctionnement correspondant au mode occupation des scénarios (débits et taux de renouvellement d'air),
2. en période d'inoccupation au sens de la ventilation : fonctionnement correspondant au mode inoccupation des scénarios (débits et taux de renouvellement d'air).

Toutefois :

- en phase relance du chauffage ou du refroidissement la centrale fonctionne avec les débits correspondant à l'occupation et avec un taux d'air neuf d'inoccupation,
- lorsqu'un besoin de chauffage ou un besoin de refroidissement est détecté la centrale fonctionne au pas de temps suivant avec un taux d'air neuf d'inoccupation et avec les débits correspondant à l'occupation. Lorsque le besoin cesse, au pas suivant la centrale revient au fonctionnement d'inoccupation.

8.3.3.3 Température et humidité en sortie de la DAV (partie 1)

8.3.3.3.1 Principe

L'évolution de la température de soufflage de la centrale DAV est décrite par la Figure 65.

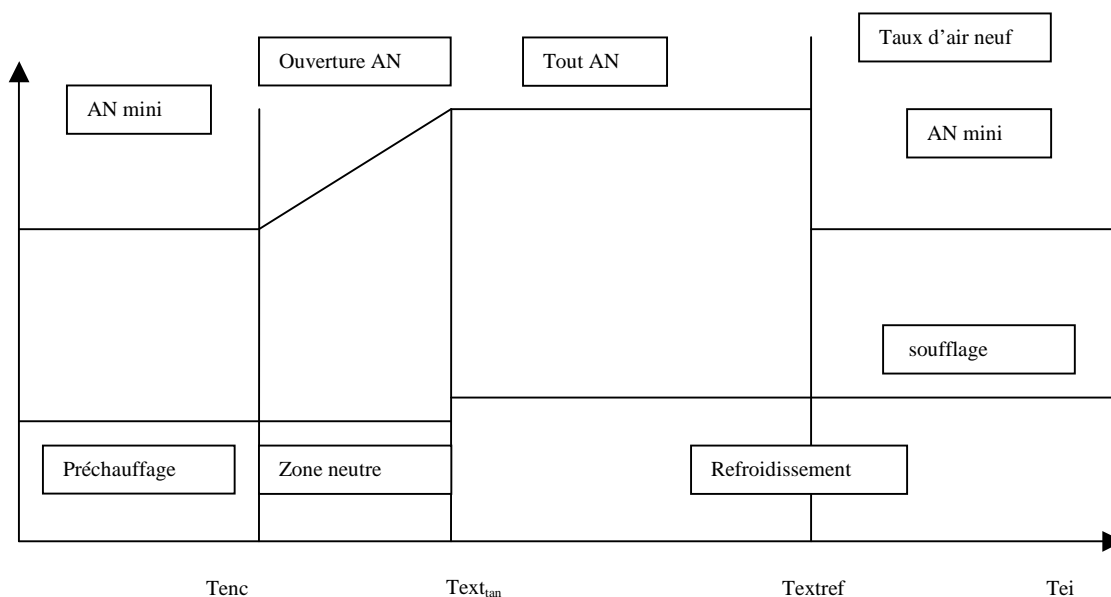


Figure 65 : Principe de fonctionnement de la centrale DAV

Mode Préchauffage : $T_{AN}^s < T_{enc}$

Tant que la température d'air neuf est inférieure à la température de préchauffage, T_{enc} , la consigne de préchauffage est $T_{cons,prechaud}$. Lorsque la température extérieure devient supérieure, le préchauffage est arrêté.

Mode neutre : $T_{enc} \leq T_{AN}^s \leq T_{ext_{tan}}$

Entre T_{enc} et $T_{ext_{tan}}$, on passe progressivement du débit d'air neuf minimal à tout air neuf.

Mode refroidissement tout air neuf : $Text_{TAN} \leq T_{AN}^s \leq Text_{ref}$

Lorsque la température de l'air neuf est supérieure à la température de fonctionnement en tout air neuf, $Text_{TAN}$, et inférieure à la température de refroidissement, $Text_{ref}$, la centrale fonctionne en tout air neuf et en mode refroidissement, la consigne est $T_{cons,prefroid}$.

Mode refroidissement air neuf minimal : $T_{AN}^s > Text_{ref}$

Lorsque la température de l'air neuf est supérieure à la température de fonctionnement en tout air neuf, $Text_{ref}$, la centrale fonctionne en mode refroidissement.

8.3.3.3.2 Algorithme

Ainsi, la température de l'air à la sortie de la CTA à débits variables est donc définie comme suit :

En occupation ($lvent = \text{vrai}$)

$$\begin{aligned}
 &\text{Si } T_{AN}^s < T_{enc} && \text{Si } Aut_{ch,eff}(j)=1, \text{ alors,} \\
 & && T_{Air, soufflé, CTA}^s = T_{C, prechaud} \\
 & && \text{Sinon,} \\
 & && T_{Air, soufflé, CTA}^s = T_{AN}^s \\
 &\text{Sinon, si } T_{AN}^s < Text_{TAN} && \text{Si } Aut_{ch,eff}(j)=0 \text{ et si } Aut_{fr,eff}(j)=0, \text{ alors,} \\
 & && T_{Air, soufflé, CTA}^s = T_{AN}^s \\
 & && \text{Sinon,} \\
 & && T_{Air, soufflé, CTA}^s = Text_{AN}^s \\
 &\text{Sinon, si } T_{AN}^s < Text_{ref} && \text{Si } Aut_{fr,eff}(j)=1, \text{ alors,} \\
 & && T_{Air, soufflé, CTA}^s = T_{C, prefroid} \\
 & && \text{Sinon,} \\
 & && T_{Air, soufflé, CTA}^s = T_{AN}^s \\
 &\text{Sinon, si } T_{AN}^s \geq Text_{ref} && \text{Si } Aut_{fr,eff}(j)=1, \text{ alors,} \\
 & && T_{Air, soufflé, CTA}^s = T_{C, prefroid} \\
 & && \text{Sinon,} \\
 & && T_{Air, soufflé, CTA}^s = T_{AN}^s
 \end{aligned}
 \tag{Eq 563}$$

Et :

$$\omega_{CTA} = \omega_{CTA, prev} \tag{Eq 564}$$

En inoccupation ($lvent = \text{faux}$)

Si $T_{AN}^s < T_{enc}$:

$$T_{Air, soufflé, CTA}^s = \theta_{i, fin, prev}^s \tag{Eq 565}$$

Avec :

$$\theta_{i, fin, prev}^s = \frac{\sum_{zone}^g (\theta_{i, g, fin, prev} \times q_{m, rep, cond}^{g, s})}{q_{m, rep, cond}^s} \tag{Eq 566}$$

Sinon :

Si $T_{AN}^S < Text_{TAN}$ Si $Aut_{fr,eff}(j)=1$, alors,

$$T_{Air,souffle,CTA}^S = Text_{TAN} + (\theta_{i,fin,prev}^S - T_{C,prechaud}) \times \frac{(Text_{TAN} - T_{AN}^S)}{(Text_{TAN} - T_{enc}^S)}$$

Sinon,

$$T_{Air,souffle,CTA}^S = \theta_{i,fin,prev}^S$$

Si $T_{AN}^S < Text_{ref}$ Si $Aut_{fr,eff}(j)=1$, alors,

$$T_{Air,souffle,CTA}^S = T_{C,prefroid}$$

(Eq 567)

Sinon,

$$T_{Air,souffle,CTA}^S = \theta_{i,fin,prev}^S$$

Si $T_{AN}^S \geq Text_{ref}$ Si $Aut_{fr,eff}(j)=1$, alors,

$$T_{Air,souffle,CTA}^S = T_{C,prefroid}$$

Sinon,

$$T_{Air,souffle,CTA}^S = \theta_{i,fin,prev}^S$$

Et :

$$\omega_{CTA} = \omega_{CTA,prev} \quad (\text{Eq 568})$$

L'humidité de l'air soufflé correspond à l'humidité en sortie de la CTA.

$$\omega_{Air_soufflé}^{g,s} = \omega_{CTA}$$

8.3.3.4 Température et masse volumique de l'air soufflé dans un groupe

La température de l'air soufflé dans un groupe donné dépend de la température en sortie de la CTA à débits variables et des pertes du réseau.

$$T_{air_soufflé}^{g,s} = T_{Air_souffléCTA}^s - (T_{Air_souffléCTA}^s - T_{LNC}) \times \left(1 - \exp \left(- \frac{3600 \times H_{cond,souff,ext}^{g,s}}{Cp \times \rho_{air_soufflé}^{g,s} \times q_{soufflécond}^{g,s}} \right) \right) \quad (\text{Eq 569})$$

Avec

$$T_{Lnc} = (1 - b) \times \theta_{i,g,fin} + b \times \theta_{ext} \quad (\text{Eq 570})$$

$$H_{cond,soufflé,ext}^{g,s} = \frac{A_{cond,soufflé,ext}^{g,s}}{R_{soufflé}^{g,s} + 0.02} \quad (\text{Eq 571})$$

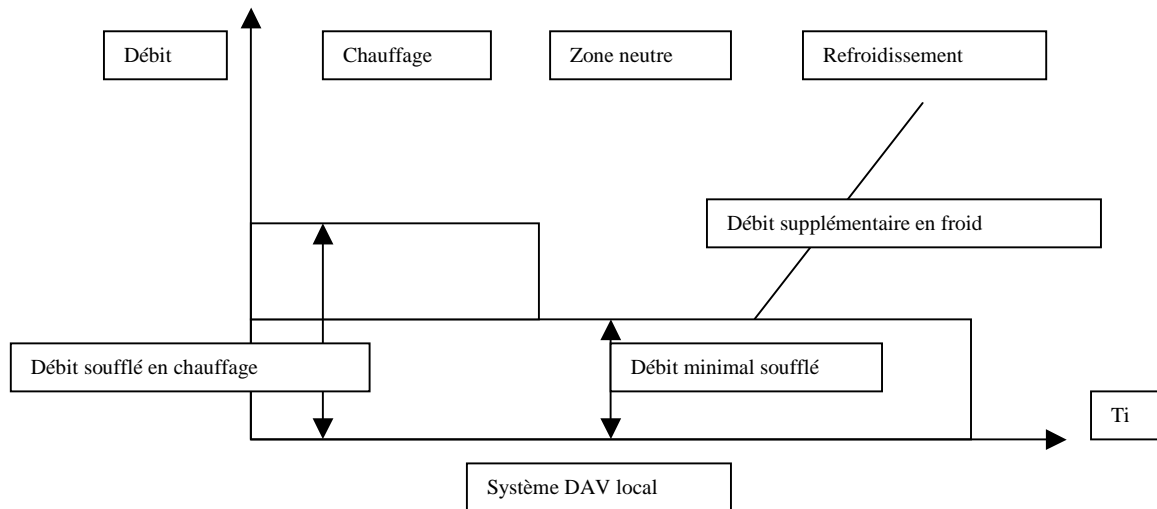
Et

$$A_{cond,soufflé,ext}^{g,s} = (1 - Ratfuitevc) \times A_{cond,soufflé}^{g,s} \quad (\text{Eq 572})$$

8.3.3.5 Calcul des débits dans la centrale après calcul des groupes (partie 2)

8.3.3.5.1 Fonctionnement d'une unité terminale de la DAV

La figure ci-dessous présente le fonctionnement d'une unité terminale DAV.



Fi

Figure 66 : Principe de fonctionnement d'une unité terminale DAV

Note :

En mode refroidissement, le débit soufflé est modulé en fonction de la température intérieure.

L'unité terminale permet d'imposer, en fonction des besoins de chauffage ou de froid du groupe, les débits massiques d'air entrant dans ce groupe.

8.3.3.5.2 Définition des débits massiques d'une DAV

On définit dans ce paragraphe les débits massiques utilisés pour le calcul des puissances énergétiques dans la centrale.

Pour un groupe donné, on a :

Groupes en mode chauffage : **Ibch = vrai**

Le débit soufflé et le débit repris dans la CTA (Débit massique d'air en début de réseaux) pour les groupes en mode chauffage sont égaux à :

$$q_{m,rep,cond}^{g,s} = 3600^{-1} \times \rho_{int}^{g,s} \times q_{rep,CH,cond}^{g,s}$$

$$q_{m,soufflé,cond}^{g,s} = 3600^{-1} \times \rho_{air_soufflé}^{g,s} \times q_{soufflé,CH,cond}^{g,s}$$

La masse volumique de l'air soufflé est :

$$\rho_{air_soufflé}^{g,s} = \frac{\rho_{ref} \cdot (273 + \theta_{ref})}{(273 + T_{air_soufflé}^{g,s})} \quad (\text{Eq 573})$$

Groupes en mode refroidissement : **Ibfr = vrai**

Le débit soufflé et le débit repris dans la CTA (Débit massique d'air en début de réseaux) pour les groupes en mode refroidissement sont égaux à :

$$q_{m,soufflé,cond}^{g,s} = (Cdep) \left[\frac{Q_{sysFR}}{Cpa \times (\theta_{i,g} - T_{Air_soufflé,CTA})} \right] + 3600^{-1} \times \rho_{air_soufflé}^{g,s} \times q_{soufflé,ZN,cond}^{g,s} \quad (\text{Eq 574})$$

$$q_{m,rep,cond}^{g,s} = -(Cdep) \left[\frac{Q_{sysFR}}{Cpa \times (\theta_{i,g} - T_{Air_soufflé,CTA})} \right] + 3600^{-1} \times \rho_{int}^g \times q_{rep,ZN,cond}^{g,s} \quad (\text{Eq 575})$$

Groupes en zone neutre : **Ibch = faux et Ibfr = faux**

Le débit soufflé et le débit repris dans la CTA (Débit massique d'air en début de réseaux) pour les groupes en zone neutre sont égaux à :

$$q_{m,soufflé,cond}^g = 3600^{-1} \times \rho_{air_soufflé}^{g,s} \times q_{soufflé,ZN,cond}^{g,s} \quad (\text{Eq 576})$$

$$q_{m,rep,cond}^{g,s} = 3600^{-1} \times \rho_{int}^g \times q_{rep,ZN,cond}^{g,s} \quad (\text{Eq 577})$$

Au final, **les débits massiques vus par la CTA**

$$q_{m,soufflé,cond}^s = \sum_g q_{m,soufflé,cond}^{g,s} \quad (\text{Eq 578})$$

$$q_{m,rep,cond}^s = \sum_g q_{m,rep,cond}^{g,s} \quad (\text{Eq 579})$$

Débits d'air neuf en occupation et en inoccupation

Pour un groupe donné, le débit minimal d'air neuf dépend de l'occupation. Il correspond **au débit hygiénique en période d'occupation** du groupe.

Si I_{vent} = vrai (**Occupation**), on définit

$$q_{Air_Neuf, min}^{g,s} = q_{soufflé, ZN, cond}^{g,s} \quad (\text{Eq 580})$$

Si I_{vent} = faux (**Inoccupation**), on définit :

$$q_{Air_Neuf, min}^{g,s} = 0 \quad (\text{Eq 581})$$

On en déduit le débit massique minimal d'air neuf utilisé par la CTA à **débit variable** :

$$q_{m, Air_Neuf, min}^s = 3600^{-1} \times \sum_{zone} \left(\rho_{air_soufflé}^{g,s} \times q_{Air_Neuf, min}^{g,s} \right) \quad (\text{Eq 582})$$

Le débit d'air neuf utilisé par la CTA à débit variable dépend de la température de l'air neuf T_{AN}^s .

Si $T_{AN}^s < T_{ENC}$

$$q_{m, Air_Neuf}^s = q_{m, Air_Neuf, min}^s \quad (\text{Eq 583})$$

Sinon, si $T_{ENC} \leq T_{AN}^s < T_{ext, can}$

$$q_{m, Air_Neuf}^s = q_{m, Air_Neuf, min}^s + \left(q_{m, soufflé, cond}^s - q_{m, Air_Neuf, min}^s \right) \times \frac{(T_{AN}^s - T_{ENC})}{(T_{ext, can} - T_{ENC})} \quad (\text{Eq 584})$$

Sinon si $T_{ext, can} \leq T_{AN}^s \leq T_{ext, ref}$

$$q_{m, Air_Neuf}^s = q_{m, soufflé, cond}^s \quad (\text{Eq 585})$$

Sinon

$$q_{m, Air_Neuf}^s = q_{m, Air_Neuf, min}^s \quad (\text{Eq 586})$$

De plus, le taux d'air neuf s'exprime de la manière suivante

$$Taux_{AN}^s = \frac{q_{m, Air_Neuf}^s}{q_{m, soufflé, cond}^s} \quad (\text{Eq 587})$$

8.3.3.6 Températures dans le groupe d'extraction

On définit dans ce paragraphe la température de l'air à la sortie du ventilateur de reprise.

Température après impact des pertes de conduit :

$$T_{extr1}^{g,s} = \theta_{i,fin}^g - (\theta_{i,cond} - T_{Lnc}) \times \left(1 - \exp \left(- \frac{H_{cond,rep,ext}^{g,s}}{C_{pa} \times (abs(q_{m,rep,cond}^{g,s}))} \right) \right) \quad (\text{Eq 588})$$

Avec :

$$\theta_{i,cond} = \frac{(1 - Ratfuitevc) * q_{m,rep,fuites}^{g,s} * T_{LNC} + (q_{m,rep,cond}^{g,s} - (1 - Ratfuitevc) * q_{m,rep,fuites}^{g,s}) * q_{m,rep,cond}^{g,s}}{q_{m,rep,cond}^{g,s}} \quad (\text{Eq 589})$$

$$T_{Lnc} = (1 - b) \times \theta_{i,fin}^g + b \times \theta_{ext} \quad (\text{Eq 590})$$

$$H_{cond,rep,ext}^{g,s} = \frac{A_{cond,rep,ext}^{g,s}}{R_{rep}^{g,s} + 0.02} \quad (\text{Eq 591})$$

$$A_{cond,rep,ext}^{g,s} = (1 - Ratfuitevc) \times A_{cond,rep}^{g,s} \quad (\text{Eq 592})$$

La température de l'air extrait vu par la CTA est définie comme suit :

$$T_{extr1}^s = \frac{\sum_g (T_{extr1}^{g,s} \times q_{m,rep,cond}^{g,s})}{q_{m,rep,cond}^s} \quad (\text{Eq 593})$$

Température après impact ventilateur d'extraction :

$$T_{extr2}^s = T_{extr1}^s + \frac{pel \times P_{vent,rep}}{C_{pa} \times abs(q_{m,rep,cond}^s)} \quad (\text{Eq 594})$$

On considère que les ventilateurs de soufflage et d'extraction sont de puissance égale.

On fait l'hypothèse que 80 % de l'énergie consommée par le ventilateur est transmis à l'air ($pel = 0.8$) et que le ventilateur d'extraction est situé entre le conduit et l'échangeur (position favorable).

8.3.3.7 Température et humidité de l'air dans le réseau d'amenée d'air

Boîte de mélange

Température de l'air après la boîte de mélange

La température de l'air à la sortie de boîte de mélange est calculée comme suit :

$$T_{soutf,mel}^s = \frac{(T_{extr2}^s \times (q_{m,soutf,cond}^s - q_{m,Air_Neuf}^s) + T_{soutf1}^s \times q_{m,Air_Neuf}^s)}{q_{m,soutf,cond}^s} \quad (\text{Eq 595})$$

Avec :

$$T_{soutf1}^s = T_{AN}^s \quad (\text{Eq 596})$$

Humidité absolue de l'air après la boîte de mélange

L'humidité absolue de l'air à la sortie de boîte de mélange est calculée comme suit :

$$\omega_{mel} = \frac{(\omega_{ext} \times q_{m,Air_Neuf}^s + \omega_{i,prev} \times (q_{m,soutf,cond}^s - q_{m,Air_Neuf}^s))}{q_{m,soutf,cond}^s} \quad (\text{Eq 597})$$

Avec :

$$\omega_{i,prev} = \frac{\sum_{g}^{zone} (\omega_{i,g,prev} \times q_{m,soufflé,cond}^{g,s})}{q_{m,soufflé,cond}^s} \quad (\text{Eq 598})$$

Ventilateur

Température après impact ventilateur de soufflage (considéré comme après l'échangeur)

$$T_{soutf2} = T_{soutf,mel} + \frac{pel \times P_{vent\ soutf}}{C_{pa} \times q_{m,soutf,cond}^s} \quad (\text{Eq 599})$$

Le ventilateur de soufflage est traité avant le préchauffage et le pré refroidissement de façon à intégrer l'échauffement du ventilateur dans le bilan. En effet, dans la réalité la sonde de régulation étant dans le groupe, l'apport dû au ventilateur est pris en compte. Cette disposition est sans effet sur les consommations et simplifie les calculs.

Impact des batteries et de l'humidification

On notera que la batterie de préchauffage et la batterie de prérefroidissement ne fonctionnent pas simultanément.

Température après la batterie de préchauffage

La température en sortie de la batterie de préchauffage est calculée de la façon suivante :

Si $T_{AN}^s < T_{ENC}$ et $Aut_{ch,eff}(i)=1$, alors,

$$T_{souf,prechaud} = \max(T_{Cons,prechaud}; T_{souf,2}) \quad (Eq\ 600)$$

Sinon

$$T_{souf,prechaud}^s = T_{souf,2} \quad (Eq\ 601)$$

Température et humidité après l'humidification

Si $T_{AN}^s < T_{ENC}$ et $Aut_{ch,eff}(i)=1$, alors,

$$\omega_{sat} = 10^{-3} \times \exp\left(18.8161 - \frac{4110.34}{(T_{souf,prechaud} + 235.0)}\right) \quad (Eq\ 602)$$

$$\omega_{souf,hum} = \min(\omega_{sat}; \max(\omega_{mel}; \omega_{cons})) \quad (Eq\ 603)$$

Si $Type_HR = 1$ (vapeur)

$$T_{souf,hum} = T_{souf,prechaud}$$

Si $Type_HR = 2$ (pulvérisation ou ruissellement))

$$m_e = Q_{m,soufflé,cond}^s (\omega_{souf,hum}^s - \omega_{mel}^s) \quad (Eq\ 604)$$

$$T_{souf,hum} = \frac{q_{m,soufflé,cond}^s \cdot ((cp_a + cp_v \cdot \omega_{mel}^s) \cdot T_{souf,prechaud}) + m_e \cdot cp_e \cdot T_e - m_e \cdot L}{q_{m,soufflé,cond}^s \cdot (cp_a + cp_v \cdot \omega_{souf,hum}^s)}$$

Sinon

$$T_{souf,hum} = T_{souf,prechaud}^s \quad (Eq\ 605)$$

$$\omega_{souf,hum} = \omega_{mel} \quad (Eq\ 606)$$

Température et humidité après la batterie de prérefroidissement

Si $T_{AN}^s > T_{ext,can}$ et $Aut_{fr,eff}(i)=1$, alors,

La déshumidification sur la batterie de refroidissement, Dw , est déterminée à partir du calcul du facteur de by-pass équivalent, BP :

$$BP = \min\left(1; \left(\frac{T_{Cons,prefroid} - T_{batt}}{T_{souf,hum} - T_{batt}}\right)\right) \quad (Eq\ 607)$$

$$Dw = \min((\omega_{sat} - \omega_{mel}); 0) \times (1 - BP) \quad (\text{Eq 608})$$

Le poids d'eau de l'air à saturation à T_{batt} est calculé comme suit :

$$\omega_{sat} = 10^{-3} \times \exp\left(18.8161 - \frac{4110.34}{(T_{batt} + 235.0)}\right) \quad (\text{Eq 609})$$

La température en sortie de la batterie de refroidissement est calculée comme suit :

$$T_{soutf, prefroid} = T_{soutf, hum} - \max(0; (T_{soutf, hum} - T_{Cons, prefroid})) \quad (\text{Eq 610})$$

Et l'humidité en sortie de la batterie froide a pour expression :

$$\omega_{soutf, prefroid} = \omega_{mel} - Dw \quad (\text{Eq 611})$$

Sinon,

$$T_{soutf, prefroid} = T_{soutf, hum} \quad (\text{Eq 612})$$

$$\omega_{soutf, prefroid} = \omega_{hum} \quad (\text{Eq 613})$$

$$P_{prefroid} = 0 \quad (\text{Eq 614})$$

En sortie de la CTA à débit variable

$$T_{Air-soufflé, CTA}^s = T_{soutf, préfroid} \quad (\text{Eq 615})$$

$$\omega_{soutf, CTA} = \omega_{soutf, préfroid} \quad (\text{Eq 616})$$

8.3.3.8 Calcul des consommations d'énergie des auxiliaires

La puissance des ventilateurs est déterminée pour un débit volumique d'air correspondant au débit maximal augmenté de 10 % en prenant en compte si nécessaire le taux de recyclage.

La puissance électrique appelée du moteur du ventilateur est égale à sa puissance nominale en occupation pondérée par une constante, C_{vent_DAV} , dépendant du taux de charge du ventilateur et du type de variation de vitesse.

En occupation

$$Taux_{ch\ arg\ e_vent} = q_{m,soufflé,cond}^s / q_{m,soufflé,cond_max_occ}^s$$

$$q_{m,soufflé,cond_max_occ}^s = q_{soufflé,cond_max_occ}^s \times \rho_{air_soufflé}^s / 3600 \quad (Eq\ 617)$$

si $Taux_{charge_vent} > 1$ alors $Taux_{charge_vent} = 1$

En inoccupation

$$Taux_{ch\ arg\ e_vent} = q_{m,soufflé,cond}^s / q_{m,soufflé,cond_max_inocc}^s$$

$$q_{m,soufflé,cond_max_inocc}^s = q_{soufflé,cond_max_inocc}^s \times \rho_{air_soufflé}^s / 3600 \quad (Eq\ 618)$$

si $Taux_{charge_vent} > 1$ alors $Taux_{charge_vent} = 1$

Cas de la variation de fréquence

Pour le ventilateur à variateur de fréquence, la courbe donne un ratio de puissance de 120% pour le débit nominal. En effet, les 20% de surpuissance sont dus à la consommation du variateur de fréquence.

Si taux de charge de 30 à 100 % :

$$C_{vent_DAV} = 1.9107 * (Taux_{ch\ arg\ e_vent})^2 - 0.9579 * Taux_{ch\ arg\ e_vent} + 0,23 \quad (Eq\ 619)$$

Sinon si taux de charge >0 et inférieur à 30 % :

$$C_{vent_DAV} = 0,12 \quad (Eq\ 620)$$

Sinon si taux de charge nul :

$$C_{vent_DAV} = 0 \quad (Eq\ 621)$$

Cas de ventilateur à aubes inclinées vers l'arrière avec registre de réglage

Pour ce cas, la courbe donne un ratio de puissance de 110% pour le débit nominal.

Si taux de charge de 20 à 100 % :

$$C_{vent_DAV} = -0.4464 * (Taux_{ch\ arg\ e_vent})^2 + 1.2107 * Taux_{ch\ arg\ e_vent} + 0,33 \quad (Eq\ 622)$$

Sinon si taux de charge >0 et inférieur à 20 % :

$$C_{vent_DAV} = 0,56 \quad (Eq\ 623)$$

Sinon si taux de charge nul :

$$C_{vent_DAV} = 0 \quad (Eq\ 624)$$