

Manuel de saisie Th-BCE/COMETH



The cover features a blue background with a faint image of a building. On the left, there is a logo of a house with a colorful interior. The title 'CYPETHERM RT2012' is prominently displayed in white. Below the title, a paragraph describes the software's purpose. At the bottom left, the 'cype' logo is visible, and at the bottom center, the publisher information is provided.

 **CYPETHERM RT2012**

Logiciel pour l'application et l'optimisation de projets en conformité avec la réglementation thermique des bâtiments neufs (RT2012), et pour les études de faisabilité d'approvisionnement en énergie, intégré au flux de travail Open BIM via le format standard IFC.

 CYPE Ingenieros, S.A. | 2017 |
Software pour l'Architecture et l'Ingénierie de la Construction



The cover features a blue background with a faint image of a modern building with large glass windows. On the left, there is a logo of a house with a bar chart inside, labeled 'Cometh CSTB'. Below it is the 'CSTB le futur en construction' logo. The title 'CYPETHERM COMETH' is prominently displayed in white. Below the title, a paragraph describes the software's purpose. At the bottom left, the 'cype' logo is visible, and at the bottom center, the publisher information is provided.

 **CYPETHERM COMETH**

Logiciel pour la simulation des performances énergétiques des bâtiments avec le moteur de calcul COMETH conçu par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), intégré au flux de travail Open BIM via le format standard IFC.

 CYPE Ingenieros, S.A. | 2017 |
Software pour l'Architecture et l'Ingénierie de la Construction

IMPORTANT : CE TEXTE REQUIERT VOTRE ATTENTION

L'information contenue dans ce document est propriété de CYPE Ingenieros, S.A. et la reproduction partielle ou totale ainsi que la diffusion sous quelque forme et support que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse et préalable de CYPE Ingenieros, S.A.. L'infraction des droits de propriété intellectuelle peut constituer un délit au sens de l'Article L.122-4 du Code de la Propriété Intellectuelle.

Ce document et l'information qui l'accompagne sont partie intégrante et indissociable de la documentation qui accompagne la Licence d'Utilisation des programmes informatiques de CYPE Ingenieros, S.A.. Par conséquent elle est soumise aux mêmes devoirs et conditions.

N'oubliez pas que vous devez lire, comprendre et accepter le Contrat de Licence d'Utilisation lors de l'installation du software et associé à cette documentation avant toute utilisation d'un des composants du produit.

Ce manuel correspond à la version du software développé par CYPE Ingenieros, S.A. au moment de sa rédaction. L'information contenue dans ce document décrit substantiellement les caractéristiques et méthodes d'utilisation du ou des programmes qu'elle accompagne. Le software associé à ce document peut être soumis à des modifications sans avis préalable.

Si vous souhaitez rentrer en contact avec CYPE Ingenieros, S.A., adressez-vous à votre Distributeur Local Autorisé ou au Service Après-Vente de CYPE Ingenieros, S.A. en consultant les coordonnées sur www.cype.fr

© CYPE Ingenieros, S.A.

Édité à Alicante (Espagne)

Windows[®] est une marque enregistrée de Microsoft Corporation[®]

Introduction	4
0. Généralités	5
1. Structuration du bâtiment	6
1.1. Niveau “Bâtiment”	6
1.2. Niveau “Zone”	7
1.3. Niveau “Groupe”	8
1.4. Niveau “Local”	8
1.5. Paramétrage pour le ‘Calcul du Bbio seul’	9
2. Structuration des systèmes	10
3. Génération	11
3.1. Définition	11
3.2. Production d’énergie : générateur et ballon	12
4. Chauffage et refroidissement	17
4.1. Système d’émission	17
4.2. Systèmes de distribution de groupe et intergroupe	19
5. Eau chaude sanitaire	23
5.1. Caractéristiques des émetteurs en ECS.....	23
5.2. Réseaux de distribution.....	24
6. Ventilation	30
6.1. Caractéristiques de la ventilation.....	30
6.2. Description des centrales de traitement d’air.....	32
7. Éclairage	34
7.1. Caractéristiques de l’éclairage	34
7.2. Mode de gestion de l’éclairage	35
8. Photovoltaïque	37
8.1. Caractéristiques des systèmes solaires photovoltaïques.....	37
8.2. Description des capteurs solaires photovoltaïques	37
8.2.1. Capteurs	37
8.2.2. Onduleurs	38
8.2.3. Environnement du capteur	38
9. Données de sortie	39
10. Fiches pratique d’aide à la saisie	42
11. Bibliographie	43

Introduction

CYPETHERM RT2012 est un logiciel pour l'application et l'optimisation de projets en conformité avec la réglementation thermique des bâtiments neufs (RT2012), et pour les études de faisabilité et d'approvisionnement en énergie, intégré au flux de travail Open BIM via le format standard IFC.

CYPETHERM COMETH est un logiciel pour la simulation des performances énergétiques des bâtiments avec le moteur de calcul COMETH conçu par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), intégré au flux de travail Open BIM via le format standard IFC

Vous trouverez plus d'informations sur ces logiciels sur la page internet www.cype.fr

Le but de ce manuel est de présenter la structure et les paramétrages des différents systèmes à renseigner, pour réaliser une étude RT2012 avec le logiciel CYPETHERM RT2012 ainsi que les besoins et les consommations avec le logiciel CYPETHERM COMETH.

Tout d'abord, nous détaillerons les entités d'un bâtiment (bâtiment, zone, groupe et local) pour un projet RT2012. Ensuite, nous expliquerons en détail les systèmes qu'il est nécessaire de paramétrer tel que le chauffage, le refroidissement, l'ECS, la ventilation et l'éclairage. Pour finir, nous préciserons les systèmes de génération et ses composants.

Le manuel est divisé en deux parties :

- Un résumé de la méthode TH-BCE avec les principales variables prises en compte
- [La saisie de ces variables sur CYPETHERM RT2012/COMETH](#)

Le résumé de la méthode inclut des références vers la méthode TH-BCE (CSTB, Méthode de calcul Th-BCE 2012, 2013) qui sont décrites comme suit : (pag...§...)

0. Généralités

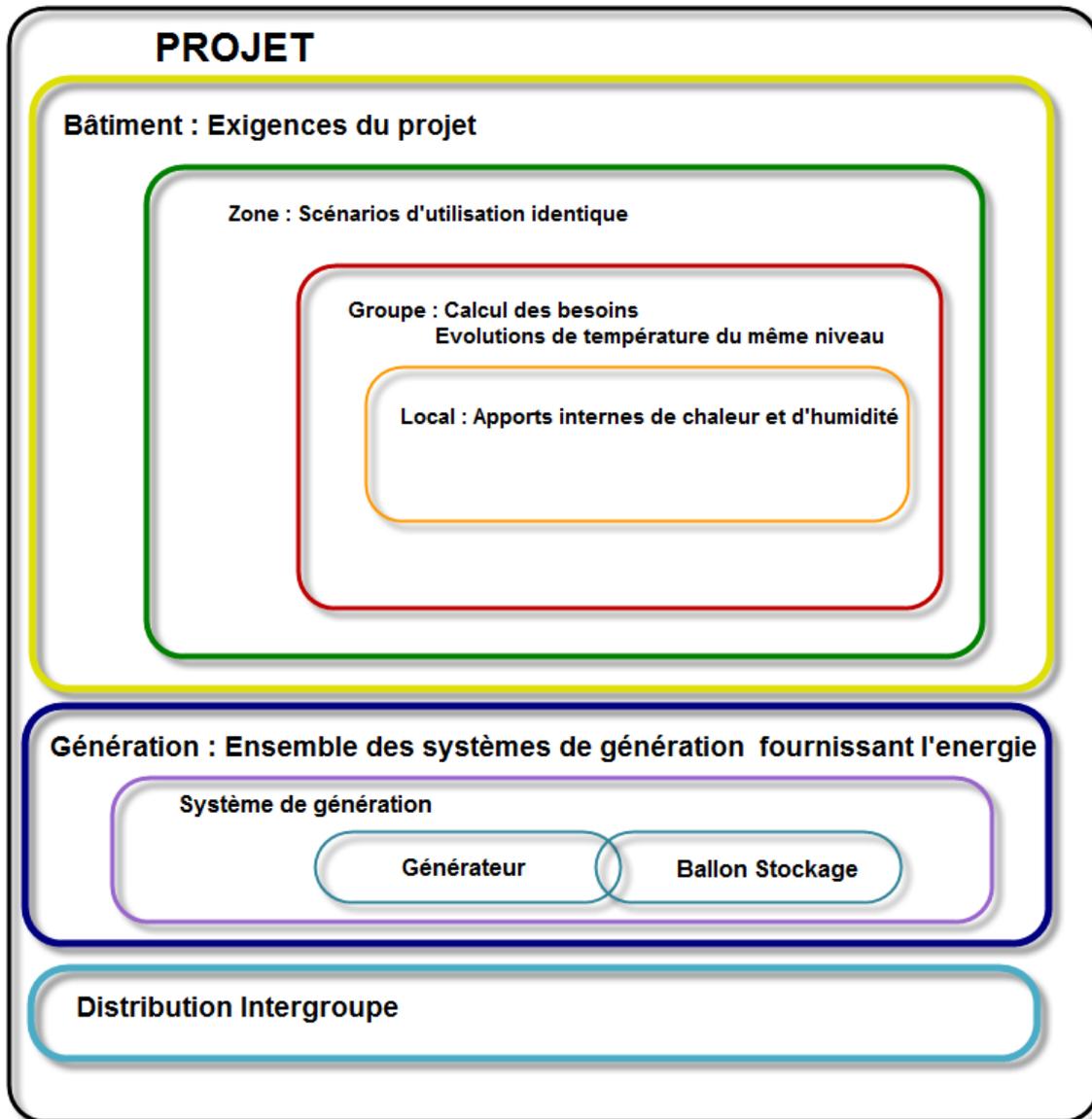
La méthode de calcul Th-BCE 2012 définit le **calcul réglementaire** thermique des coefficients tels que le Bbio, le Cep et la Tic. Cette méthode n'a **pas pour vocation de faire un calcul de consommations réelles** compte tenu des conventions retenues.

Le moteur de calcul COMETH permet de réaliser des études énergétiques des bâtiments. Ce moteur a pour vocation de réaliser un calcul s'approchant de la réalité car il permet de renseigner les scénarios d'utilisation et non de suivre les conventions retenues par la méthode Th-BCE.

Ces méthodes de calcul utilisent comme données d'entrée **tous les éléments descriptifs du bâtiment (Bbio) et de ses équipements (Cep pour la méthode Th-BCE et Cef pour le moteur de calcul COMETH)**.

- **Le coefficient Bbio exprimé en points (pour la méthode Th-BCE) et en [kWh/(m².SHON_{RT})] (pour le moteur de calcul COMETH) 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, surfaces 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.
 - Pour le moteur de calcul **COMETH**, les scénarios d'utilisation du bâtiment.
- **Le coefficient Cep exprimé en [kWh/(m².SHON_{RT})] d'énergie primaire (pour la méthode Th-BCE) et le coefficient Cef exprimé en [kWh/(m².SHON_{RT})] (pour le moteur de calcul COMETH) 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 (calculé uniquement pour la méthode Th-BCE) exprimé en °C est la température opérative** (correspondant au confort de l'occupant) maximale horaire calculée en période d'occupation pour un jour chaud d'été conventionnel, associée à une séquence chaude représentative.

1. Structuration du bâtiment



Structuration d'un projet

1.1. Niveau "Bâtiment"

Le niveau "Bâtiment" exprime les exigences réglementaires en matière de coefficient Bbio et Cep.

1.2. Niveau "Zone"

Le niveau "Zone" correspond à un regroupement des parties du bâtiment pour lesquels **les scénarios d'utilisation sont identiques**. À 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.

L'indicateur $\delta_{\text{trav_zone}}$ de la zone caractérise la possibilité de transferts d'air entre les différentes façades de la zone sur un niveau (au travers des locaux et des cloisons intérieures). Il est à rapprocher aux conditions d'hiver, c'est-à-dire baies vitrées et portes intérieures considérées fermées.

Un logement est traversant si la surface des baies sur l'une de ses façades n'est pas supérieur à 75% de la somme des surfaces de baies du logement.

Le caractère traversant de la zone est conventionnel (voir tableau ci-dessous). La seule exception est le cas d'une zone à usage d'habitation en logements collectifs.

Pour ces derniers, $\delta_{\text{trav_zone}}$ est pris égale à 1 (traversant), si au moins la moitié de la surface habitable totale de la zone correspond à des logements :

- traversant au sens du confort d'été,
- dont les portes intérieures d'une façade à une autre comportent un détalonnage.

$\delta_{\text{trav_zone}}$ est pris égale à 0 (non-traversant) dans le cas contraire.

N° d'usage	Type d'usage associé	$\delta_{\text{trav_zone}}$
1	Bâtiment à usage d'habitation - maison individuelle et accolée	1
2	Bâtiment à usage d'habitation - logement collectif	Non-conventionnel
3	Etablissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte-garderie)	1
4	Enseignement primaire	1
5	Enseignement secondaire (partie jour)	1
6	Enseignement secondaire (partie nuit)	1
7	Enseignement - université	1
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)	1
15	Hôtel 3*, 4* et 5* (partie jour)	1
16	Bureaux	1
17	Restauration commerciale en continue (18h/j 7j/7)	1
18	Restauration - 1 repas/jour, 5j/7	1
19	Restauration - 2 repas/jour, 7j/7	1
20	Restauration - 2 repas/jour, 6j/7	1
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)	1
28	Hôpital (partie jour)	1
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	1
36	Etablissement sportif municipal ou privé	1
37	Restauration scolaire - 1 repas/jour, 5j/7	1
38	Restauration scolaire - 3 repas/jour, 5j/7	1

Relation entre le type d'usage et le caractère traversant du groupe au sens des conditions d'hiver

1.3. Niveau “Groupe”

Le niveau “Groupe” rassemble **la majeure partie des informations requises**. C'est en particulier à ce niveau que s'effectue le calcul des températures intérieures ainsi que **des besoins de chauffage, de refroidissement et d'éclairage** (vérification de l'exigence réglementaire).

Une même zone peut être 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 les besoins** de chauffage et/ou le refroidissement

L'éclairage intérieur est calculé au niveau du groupe après distinction des 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**.

Les déperditions thermiques sont calculées par « Groupe » et en fonction d'un **ratio surfacique**.

Le ratio surfacique (Rat_s, Rat_{ch,em}) est calculé par rapport aux surfaces et aux caractéristiques du groupe. Il permet de répartir, de manière conventionnelle, les pertes de la génération vers les ambiances chauffées des différents groupes.

Les pertes et besoins sont donc répartis entre les groupes et desservis par la génération, au prorata de leurs surfaces.

1.4. 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. Les surfaces des locaux sont définies par usage au niveau de la zone.

C'est ici qu'on définira les paramètres suivants :

- **Chauffé / Non chauffé** : un local est défini comme chauffé s'il a un émetteur pour cette fonction ou est considéré comme chauffé (selon les règles Th-Bât) s'il est chauffé par les apports des locaux limitrophes. Dans ces cas, les locaux doivent être attribués au groupe pour qu'ils soient pris en compte dans l'enveloppe thermique. En revanche, si un local est non chauffé, il ne sera pas dans le groupe car il sera défini comme espace tampon avec un coefficient b de réduction des déperditions.
- **Occupation passagère / non passagère** : Un local à occupation passagère est un local qui par destination n'implique pas une durée de séjour (pour un occupant) supérieure à une demi-heure.
 - C'est le cas par exemple des circulations, des salles de bains, d'eau, et des cabinets d'aisance.
 - En revanche, une cuisine ou un hall comportant un poste de travail ne sont pas considérés comme un local à occupation passagère.

- **Occupation continue / discontinue** : Un bâtiment, ou une partie de bâtiment, est dit à occupation discontinue s'il réunit les deux conditions suivantes :
 - Il n'est pas destiné à l'hébergement des personnes.
 - Chaque jour, la température normale d'occupation peut ne pas être maintenue pendant une période continue d'au moins cinq heures.

Les parties de bâtiment ou les bâtiments ne répondant pas à ces deux conditions sont dits à occupation continue.

Structuration du bâti : procédure à exécuter sur CYPETHERM RT2012/COMETH

Sur le logiciel CYPETHERM RT2012/COMETH, la définition des caractéristiques se fait dans l'onglet 'Bibliothèque' > 'Locaux'.

Ensuite, dans l'onglet 'Zone' ('Bâtiment' > 'B01' > 'Z01'), on définit une zone avec son type d'usage et son aspect, dans laquelle on associera des groupes :

- Pour CYPETHERM RT2012, les scénarios définis au niveau de la zone sont fixés conventionnellement par la méthode Th-BCE.
- Pour CYPETHERM COMETH, les scénarios ne sont pas fixés, ce qui permet de calculer les besoins et les consommations en fonction des scénarios d'utilisation configurable manuellement.

La modélisation se finira par l'attribution des locaux au groupe correspondant en suivant l'arborescence 'Bâtiment' > 'B01' > 'Z01' > 'G01' > 'L01'.

1.5. Paramétrage pour le 'Calcul du Bbio seul'

Le « Calcul Bbio seul » nécessite seulement les caractéristiques suivantes :

- Zone :
 - Type d'usage* et son aspect
- Groupe :
 - Classe d'inertie du bâtiment (déterminée selon la méthode décrite dans les règles Th-Bât dans leur partie inertie Th-I)
 - Débit d'hygiène
 - Logement : selon l'arrêté du 24 mars 1982 (Gouvernement, Aération des logements, 1982)
 - Tertiaire : selon l'arrêté du 15 avril 1988 (Gouvernement, Réglementation relative à la ventilation dans le tertiaire, 1988)
 - Catégorie de locaux relatives au confort d'été et au refroidissement (CE1/CE2) **
 - Système d'éclairage : Type d'éclairage (seulement pour le tertiaire, voir chapitre 3.4)

* Pour plus d'information sur le type d'usage veuillez consulter la fiche d'application (CSTB, Fiches d'application) dans la bibliographie.

** Si un local est classé comme CE2, il doit être muni d'un système de refroidissement. Les conditions à vérifier sont définies dans l'Arrêté du 26 octobre 2010 (Gouvernement, Arrêté 26 octobre, 2010) pour l'usage habitation et dans l'Arrêté du 28 décembre 2010 pour le tertiaire (Gouvernement, Arrêté 28 décembre, 2012), et elles sont en fonction de l'usage, l'exposition au bruit, la zone climatique et l'altitude. Une zone ou une partie de zone est de catégorie CE2 si tous les locaux autres qu'à occupation passagère sont de catégorie CE2. Les autres locaux sont de catégorie CE1.

2. Structuration des systèmes

La méthode de calcul distingue les systèmes correspondant aux différents usages : **chauffage et refroidissement, ventilation, ECS et éclairage**. Puis pour chaque usage, on précise les trois niveaux suivants :

- 1 **L'émission** correspond à la satisfaction du besoin de l'occupant : chaleur, froid, débits (soufflés et/ou extraits), eau chaude sanitaire, lumière artificielle.
- 2 **La distribution** correspond aux réseaux alimentant les émetteurs.
- 3 **La génération**, correspond à l'alimentation énergétique des réseaux de distribution. Un même générateur peut être commun à plusieurs bâtiments, il est donc nécessaire de prévoir un niveau correspondant, appelé projet.

Les émetteurs sont définis au niveau « Groupe » et différents émetteurs de même fonction peuvent coexister dans un même groupe.

Plusieurs réseaux de distribution de groupe peuvent être connectés à un même réseau de distribution intergroupe.

Nous pouvons constater dans la structure de calcul que le bâtiment, la génération et la distribution intergroupe sont au même niveau hiérarchique.

Structuration des systèmes : procédure sur CYPETHERM RT2012/COMETH

Une fois que les groupes sont assignés aux zones, il faut paramétrer tous les systèmes du projet. Pour cela, chaque type de système doit être modélisé dans l'onglet correspondant.

Comme défini dans la méthode, les émetteurs avec leurs distributions doivent être paramétrés, au niveau groupe et intergroupe, mais aussi attribués à une génération, qui doit être définie.

Les systèmes de génération sont définis dans la bibliothèque, mais leur modification reste accessible dans les groupes en éditant les systèmes d'émission associés.

3. Génération

3.1. Définition

On appelle génération un ensemble de générateurs **fournissant conjointement de l'énergie pour un ou plusieurs usages** (page602 §10.12.1) (page628 §10.15.1).

La demande en énergie peut provenir :

- Des émetteurs des différents groupes, au travers des réseaux de distribution
- Des CTA (préchauffage, pré-refroidissement, humidification, antigel), au travers des réseaux de distribution
- Des émetteurs ECS, au travers des réseaux de distribution
- De la boucle d'eau

Les systèmes de génération sont constitués d'un ou de plusieurs générateurs (sous-ensemble), éventuellement associés à des sources amont, air extérieur, sol, tours de refroidissement, des dispositifs de stockage et des systèmes solaires thermiques. Les générateurs peuvent être de type et de fonction multiples. Ils fonctionnent selon des scénarios de gestion des priorités.

Une génération peut contenir un sous-ensemble avec ballon(s) de stockage, ayant des fonctions de production en chauffage, en refroidissement ou en ECS (page650 §10.15.3.6).

Les générateurs sont caractérisés par des modèles de fonctionnement dépendant de la puissance appelée par le réseau de distribution. On distingue les générations connectées à des réseaux **hydrauliques**, des générations sur **l'air ambiant** (connectées à des réseaux fictifs).

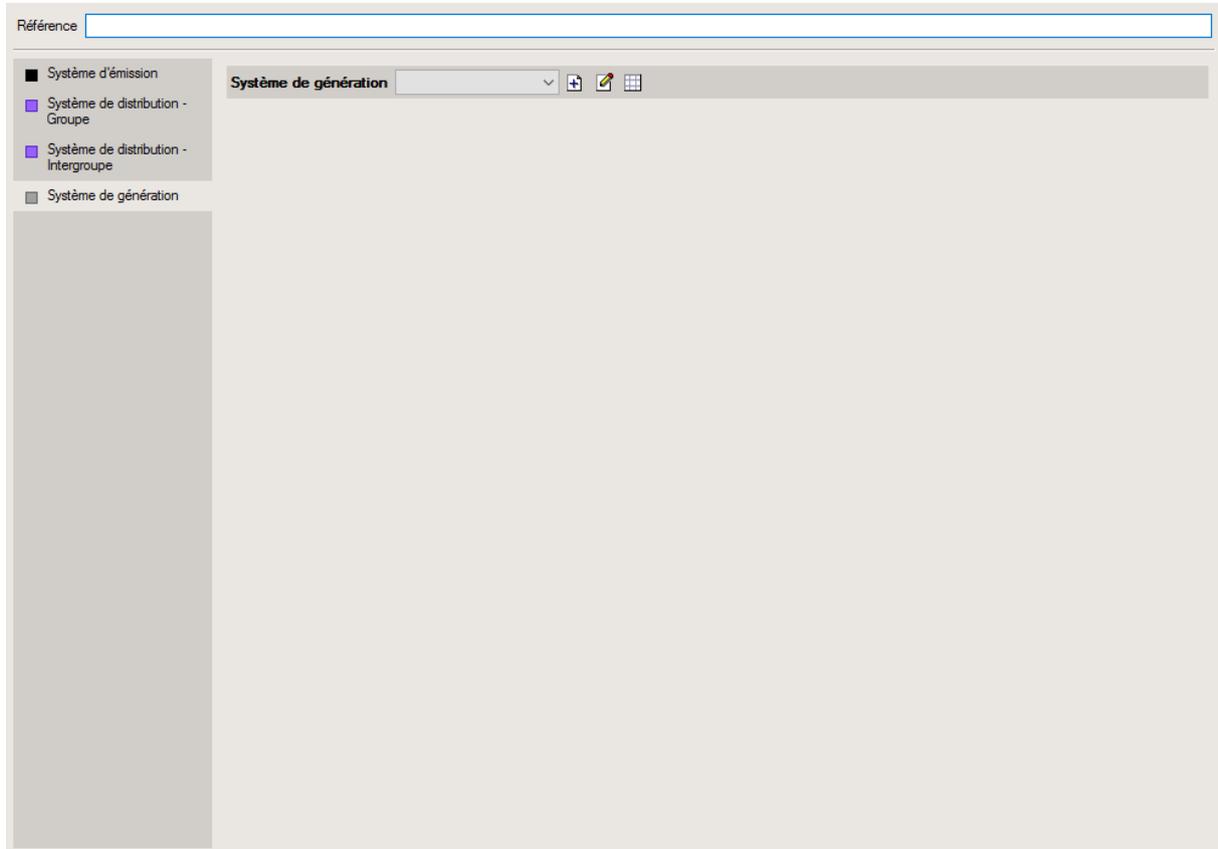
Les composants intégrés dans l'assemblage sont les suivants :

- 1 **Gestion/régulation de la génération de chauffage et de refroidissement** : ce composant est unique pour une génération et gère la distribution de la demande en énergie entre les différents composants et générateurs. La fiche centralise également les calculs de report d'énergie, de températures de fonctionnement, et de ratios de répartition des pertes récupérables.
- 2 **Générateur** : composant décrivant le comportement d'un générateur (ou ensembles de générateurs identiques) en fonction d'une charge, de températures de source et de températures de fonctionnement données.
- 3 **Calculs de la génération** : réalise l'ensemble des calculs annuels et mensuels de consommation des générateurs et de la génération. Gère également la distribution des consommations par groupe à partir des ratios préalablement calculés.

Structuration des systèmes : procédure sur CYPETHERM RT2012/COMETH

La modélisation des systèmes de génération est accessible depuis la bibliothèque mais aussi par le système d'émission puis 'Système de génération'.

Les systèmes de génération et les distributions intergroupes sont accessibles dans la fenêtre principale du groupe et l'information est partagée entre les différents groupes.



Attribution d'un système de génération

3.2. Production d'énergie : générateur et ballon

Un sous-ensemble peut contenir un à deux générateurs utilisés pour fournir l'énergie au(x) ballon(s) de stockage : on parle de générateurs **base** et **appoint**.

Six types d'assemblage sont possibles :

- 1 Ballon base sans appoint
- 2 Ballon base plus appoint intégré
- 3 Ballon base plus appoint séparé instantané
- 4 Ballon base plus appoint dans stockage séparé
- 5 SSC avec appoint chauffage par système indépendant
- 6 SSC avec appoint chauffage raccordé à l'assemblage

La méthode TH BCE prend en compte les différents types de générateurs (page642 §10.15.3.2) :

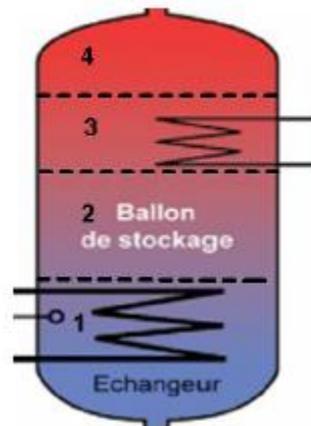
id _{type}	Type associé
100	Chaudière standard au gaz
101	Chaudière basse température au gaz
102	Chaudière à condensation au gaz
103	Radiateurs gaz
104	Chauffe eau gaz
105	Accumulateur gaz
106	Générateur d'air chaud standard
107	Générateur d'air chaud à condensation
108	Tube radiant gaz
109	Panneau radiant au gaz
200	Chaudière standard au fioul
201	Chaudière à condensation au fioul
400	Chaudière au bois
403	Poêle à bois
404	Insert (bois)
500	Générateur à effet joule direct (convecteurs, radiateurs...)
501	Générateur d'ECS électrique direct
502	Ballon électrique
503	PAC à compression électrique
504	PAC à absorption
507	PAC sur boucle d'eau
508	Thermofrigopompe
509	Générateur DRV
600	Réseau de chaleur
601	Réseau de froid
700	Système de cogénération

Types de générateurs compris dans la méthode Th-BCE

Un générateur peut avoir **les fonctions** suivantes :

- Chauffage seul,
- Refroidissement seul
- Production d'ECS seule
- Chauffage et ECS
- Chauffage et refroidissement en alternance
- Les performances du (ou des) générateur(s) sont définies à l'échelle des fiches composant générateur. Les ballons de stockage et leurs équipements associés (base et appoint) sont également vus comme des générateurs du point de vue de la gestion/régulation.
- **Un élément central des systèmes de production d'eau chaude à accumulation est le ballon d'eau chaude** pouvant comporter un ou plusieurs échangeurs de chaleur. La zone 1 comporte l'arrivée d'eau froide et l'échangeur du générateur de base. La zone 2 comporterait un échangeur raccordé au circuit de chauffage dans le cas d'un système solaire combiné. Dans le cas d'un ballon à appoint intégré, l'échangeur ou la résistance électrique

d'appoint se situe généralement dans la zone 3. La zone 4 est celle de la sortie d'eau chaude (page965 §11.9).



Modélisation d'un élément de stockage

Production d'énergie : procédure à exécuter sur CYPETHERM RT2012/COMETH

En fonction du type d'assemblage sélectionné, les éléments qui le composent seront affichés. Nous avons deux types d'éléments : les générateurs ou les éléments de stockage (ballons).

Référence	<input type="text"/>
Référence bibliothèque	<input type="text"/>
Production d'énergie 1 <input type="checkbox"/> Production d'énergie 2	
<input type="radio"/> Générateur seul <input type="radio"/> Ballon base sans appoint <input type="radio"/> Ballon base plus appoint intégré <input type="radio"/> Ballon base plus appoint séparé instantané <input type="radio"/> Ballon base plus appoint dans un stockage séparé <input type="radio"/> Système solaire combiné avec appoint chauffage indépendant <input type="radio"/> Système solaire combiné avec appoint chauffage raccordé à l'assemblage	
Générateur base	<input type="text"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="✎"/> <input type="button" value="📄"/>
Ballon base	<input type="text"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="✎"/> <input type="button" value="📄"/>
Générateur d'appoint	<input type="text"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="✎"/> <input type="button" value="📄"/>
Ballon d'appoint	<input type="text"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="✎"/> <input type="button" value="📄"/>
Nombre de générateurs base identiques	<input type="text"/>
Nombre d'assemblages identiques	<input type="text"/>
Nombre de générateurs d'appoint identiques	<input type="text"/>

Paramétrage d'un sous-assemblage de génération

Ces éléments peuvent être générés et édités directement dans l'onglet 'Bibliothèque' > 'Systèmes de génération'.

D'abord vous devez sélectionner les fonctions du générateur dans le mode de production choisi. En fonction du mode choisi différents types de générateurs seront disponibles. Pour chaque mode (chauffage, refroidissement ou ECS) il faudra renseigner les données du générateur spécifique, pour ceci cliquez sur l'icône 'Données du générateur'. En important le générateur directement depuis la

base Edibatec  les caractéristiques de celui-ci sont issues de la fiche technique du fabricant., il est nécessaire de penser à revoir ces informations après chaque import.

Référence	<input type="text"/>	
Référence bibliothèque	<input type="text"/>	
Mode de production	Type de générateur	Données du générateur
<input type="radio"/> Pour chauffage seul <input type="radio"/> Pour refroidissement seul <input type="radio"/> Pour ECS seule <input type="radio"/> Pour chauffage et ECS <input checked="" type="radio"/> Pour chauffage et refroidissement	<input type="radio"/> Chaudière au gaz ou fioul <input type="radio"/> Générateur radiant <input type="radio"/> Générateur d'air chaud <input type="radio"/> Générateur à effet Joule <input type="radio"/> Ballon d'eau à gaz <input type="radio"/> Chaudière à bois <input checked="" type="radio"/> Système de génération thermodynamique <input type="radio"/> Poêle ou insert <input type="radio"/> Réseau de chaleur <input type="radio"/> Réseau de froid <input type="radio"/> Solaire	Génération de chaleur  Refroidissement 

Paramétrage du générateur

Trois **modes de régulation globale** pour la génération sont considérés. Ils sont aussi bien valables en chauffage, en refroidissement et en ECS. Les modes de régulation sont les suivants :

- 1 **Sans priorité** : pour chaque usage, les générateurs sont utilisés simultanément, pour des durées équivalentes. La demande en énergie est répartie entre les différents générateurs au prorata de leur puissance nominale.
- 2 **Générateurs en cascade** : un ordre de priorité des générateurs est défini en fonction de leurs performances.
- 3 Le générateur prioritaire est sollicité jusqu'à sa puissance maximale. La puissance restante est attribuée au générateur suivant dans la hiérarchie jusqu'à atteindre sa puissance maximale, et ainsi de suite. **Les systèmes de stockage ne peuvent être inclus que dans une génération régulée en cascade.**
- 4 **Générateurs alternés** : on sollicite alternativement les différents générateurs (seul ou plusieurs) pour n'utiliser que la combinaison la plus efficace par rapport à la charge. Dans ce mode, les générateurs sont triés par ordre de puissances nominales décroissantes.

Dans tous les cas, le sous-ensemble avec ballon(s) se place en premier générateur invoqué pour répondre à une demande en énergie (prioritaire).

Le générateur peut présenter des **pertes au cours des pas de temps d'arrêt** s'il est connecté de manière **permanente** à sa génération (cas avec priorité). Dans tous les cas, on considère qu'il a des pertes sur le pas de temps complet suivant l'arrêt (page693 §10.17.3.8.1). Dans le cas d'un générateur mixte chauffage/ECS, les pertes à l'arrêt ne sont comptabilisées qu'en chauffage sur la saison de chauffe. En dehors de cette dernière, elles sont comptabilisées en ECS. Dans le cas d'un générateur **isolé hydrauliquement** de la génération : le générateur n'a de pertes que s'il a fonctionné au pas de temps précédent, ou au pas de temps actuel en ECS. On choisit **le type de raccordement** de la génération aux réseaux de distribution : 'Avec possibilité d'isolement' ou 'Permanent'.

L'emplacement de la production : hors volume chauffé ou en volume chauffé. **La température ambiante** de la génération influe sur **le calcul des pertes** pour certains types de générateurs (générateurs à combustion). Elle dépend de l'emplacement de la génération (**hors ou en volume**

chauffé). Conventionnellement, en volume chauffé, on considèrera une température de 20°C en saison de chauffage, 26°C en période de refroidissement, et 23°C en période mixte (page647 §10.15.3.5.7).

Le type de gestion de la température de gestion en chauffage : « Fonctionnement à température moyenne constante » ou « Fonctionnement à température moyenne des réseaux de distribution ». **La température de fonctionnement** est la température moyenne départ/retour aux bornes de la génération (page648 §10.15.3.5.9).

Pour chaque poste, les températures de fonctionnement sont conventionnellement communes à tous les générateurs d'une génération, à l'exception des générateurs associés à des ballons de stockage.

En chauffage et refroidissement instantanés :

- pour une génération alimentant des réseaux hydrauliques, cette température de fonctionnement peut être soit constante, soit égale à celle des réseaux à tout pas de temps
- pour une génération sur l'air ambiant, la température de fonctionnement retenue est la température d'air moyenne de l'ensemble des groupes desservis ou des températures au niveau des batteries de préchauffage ou pré-refroidissement des CTA.

4. Chauffage et refroidissement

4.1. Système d'émission

Les **émetteurs** sont caractérisés par une **typologie des émetteurs, variation spatiale** et une **variation temporelle pour leur régulation**.

Il y a une variation spatiale en chauffage et une en refroidissement. Cette variation est la différence entre la température dans la zone d'occupation et la température moyenne du local, elle est essentiellement liée aux phénomènes de stratification et aux parts convectives radiatives de l'émission (page 510 §10.1.3.2.1).

Pour chaque type d'émetteur, il y a une variation spatiale associée par le logiciel selon la méthode de calcul Th-BCE.

Description de l'émetteur	P_{emconv_ch}
Pas d'émetteur de chaud.	0
Soufflage d'air chaud (convecteurs, ventilo-convecteurs, aérothermes...).	0.95
Emetteurs muraux rayonnants (panneaux rayonnants, radiateur à eau chaude...).	0.70
Planchers chauffants, tubes rayonnants gaz basse température, panneau radiant lumineux gaz, inserts, poêles à bois (autre que accumulation).	0.50
Murs chauffants, panneaux rayonnants de plafonds, cassette rayonnante basse ou moyenne température, poêles à accumulation.	0.35
Plafond chauffant, radiant électrique infrarouge moyen ou infrarouge court	0.20

Typologie de l'émetteur en chaud

Description de l'émetteur	P_{emconv_fr}
Soufflage d'air froid (ventilo-convecteurs...)	0.95
Poutre froide	0.80
Plafond rafraîchissant, panneaux rafraîchissant de plafond	0.50
Mur rafraîchissant	0.35
Plancher rafraîchissant	0.20

Typologie de l'émetteur en froid

Les émetteurs de chaud sont classés de la manière suivante :

- Classe A : plancher chauffant,
- Classe B1 : émetteurs à forte induction : diffuseurs à jet vertical descendant, buses, diffuseurs tourbillonnaires, à géométrie variable, etc...
- Classe B2 : diffusion d'air, poutres climatiques, ventilo-convecteurs,
- Classe B3 : émetteurs rayonnants (autres que plancher), plafond chauffant.
- Classe C : autres cas.

Les émetteurs de froid sont classés de la manière suivante :

- Classe A : plancher froid, système à déplacement d'air,
- Classe B : diffusion d'air, émetteur avec brassage de l'air ambiant, poutres climatiques,
- Classe C : plafond rafraîchissant, autres cas.

La **régulation des émetteurs** est caractérisée par une **variation temporelle** (K) et par les parts convective et radiative (page 513 §10.1.3.2.4). La variation temporelle est définie comme la différence entre la température moyenne de la zone d'occupation et la température de consigne. Cette variation est en fonction de **la précision de la régulation terminale** du couple régulateur/émetteur, à l'échelle du local.

À défaut de valeurs certifiées, les valeurs par défaut suivantes sont retenues.

$\frac{\partial \theta_{vt_ch}}{\partial \theta}^{em}$	Valeur de la variation temporelle en chauffage
Couple régulateur/émetteur ne permettant pas un arrêt total de l'émission	2.0
Couple régulateur/émetteur permettant un arrêt total de l'émission	1.8
$\frac{\partial \theta_{vt_fr}}{\partial \theta}^{em}$	Valeur de la variation temporelle en froid
Couple régulateur/émetteur ne permettant pas un arrêt total de l'émission	-2.0
Couple régulateur/émetteur permettant un arrêt total de l'émission	-1.8

Valeurs par défaut des variations temporelles en chauffage et en refroidissement

Système d'émission chauffage/refroidissement : procédure à exécuter sur CYPETHERM RT2012/COMETH :

La définition du système de chauffage, accessible à partir de l'onglet 'Groupe', commence par la caractérisation du système d'émission. Pour cela, il y a deux critères à renseigner : la typologie des émetteurs et la régulation.

Pour chaque type de régulation, il y a une variation temporelle associée par CYPETHERM RT2012/COMETH selon la méthode de calcul Th-BCE. Si la régulation possède une valeur certifiée, il est possible d'insérer directement la valeur de la variation temporelle.

Reference:

■ Système d'émission

- Système de distribution - Groupe
- Système de distribution - Intergroupe
- Système de génération

Type d'émetteur pour le système de chauffage

Soufflage d'air
 Radiateurs et panneaux
 Parois chauffantes
 Poêle
 Personnalisé

Radiateur à eau chaude
 Panneaux rayonnants de plafonds
 Radiant électrique infrarouge

Panneaux rayonnants électriques
 Cassette rayonnante

Tube rayonnants
 Panneau radiant lumineux gaz

Régulation de l'émetteur: ▼

Variation temporelle de température: °C ▼

Ratio temporel:

Système d'émission d'un système de chauffage

4.2. Systèmes de distribution de groupe et intergroupe

Les **circuits de distribution** sont caractérisés par **leurs pertes thermiques**, **les puissances** et **la régulation des circulateurs** en distinguant deux niveaux d'arborescence : **réseau groupe** et **réseau intergroupes** (page 551 §10.6).

Pour plus d'information sur les pertes thermiques, veuillez-vous référer la fiche d'application (CSTB, Isolation des réseaux de distribution d'eau chaude, 2008).

Un réseau de distribution intergroupe correspond au premier niveau d'arborescence d'un réseau de distribution, il doit **obligatoirement être relié à une seule génération**, et à au moins un réseau de distribution secondaire (distribution groupe).

Cependant, plusieurs réseaux de **distribution secondaires peuvent être connectés à un même réseau de distribution intergroupe.**

Les règles de modélisation sont les suivantes :

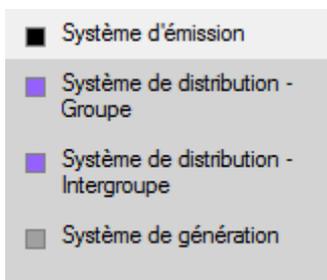
- Certains types de génération en chauffage nécessitent une modélisation spécifique au niveau des réseaux de distribution :
 - Pour les systèmes aérauliques ou assurant les fonctions génération/émission dans un même élément ou liquide frigorigène tels que les pompes à chaleur à détente directe, les poêles à bois, les convecteurs et radiateurs électriques, on ne décrit pas de distribution de groupe (distribution de type fictive) et par conséquent pas de distribution intergroupe.
 - Pour les générations à distribution hydraulique vers les émetteurs, tels que les pompes à chaleur air/eau, les chaudières (gaz, bois, électrique ou fioul) on définit une distribution groupe de type hydraulique et ensuite une distribution intergroupe s'il y a plusieurs groupes, ou une distribution intergroupe de type fictive s'il n'y a qu'un seul groupe.
- **Un composant émetteur** à fonction unique (chauffage seul ou refroidissement seul) **est associé à un seul composant de distribution** du groupe partageant sa fonction et un seul système de génération.

GENERATION	Distribution			Émetteur
	Nombre de groupe	Intergroupe	Groupe	
Système sur eau Chaudières (gaz, bois...), PAC Air/Eau	Un seul groupe	Fictive	Hydraulique	Radiateurs à eau chaude, Plancher chauffant hydraulique
	Plusieurs groupes	Hydraulique		
Système sur air (Générateur électrique, PAC Air/Air)			Fictive	Radiateur électrique, Plancher chauffant électrique, Cassettes à détente directe, Poêle à bois

Dans les cas échéants où ces règles de modélisation ne sont pas respectées, le moteur CSTB vous affichera une erreur lors du calcul.

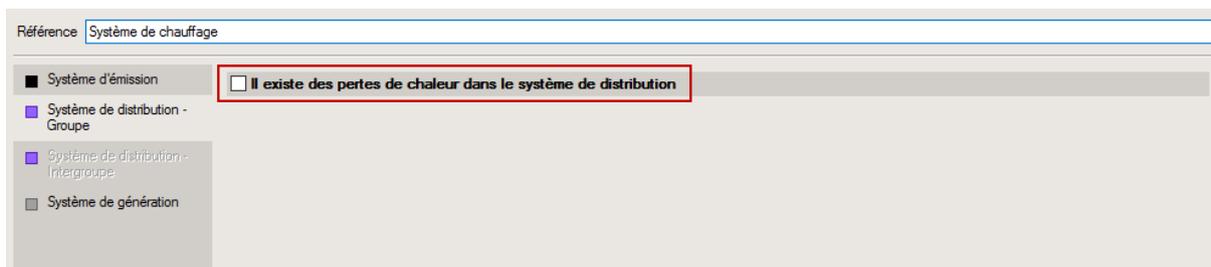
Systèmes de distribution chauffage/refroidissement : procédure à exécuter sur CYPETHERM RT2012/COMETH :

Les systèmes de chauffage et de refroidissement sont modélisés de façon identique. Vous devez les nommer et ensuite paramétrer l'émetteur.



Système de chauffage

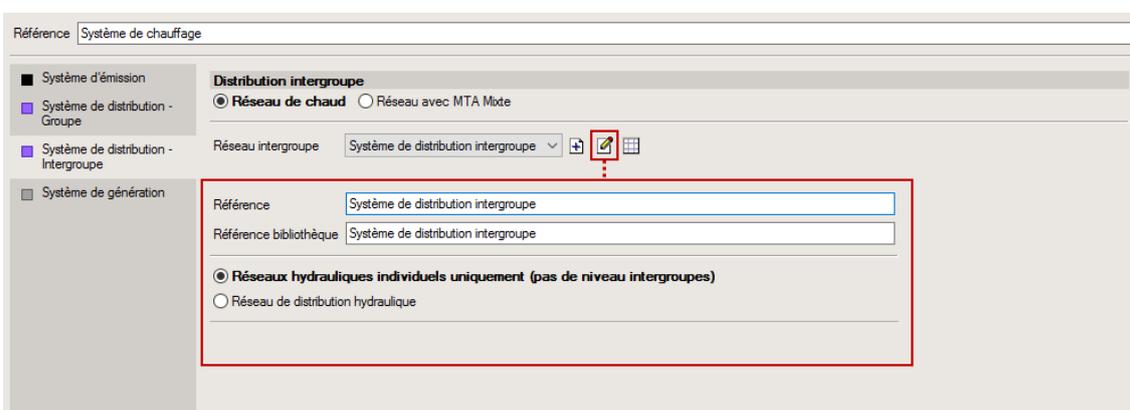
Pour modéliser une distribution de groupe hydraulique, vous devez cocher la case 'Il existe des pertes de chaleur dans le système de distribution'. Dans le cas d'une distribution groupe fictive (radiateurs rayonnants électriques, cassettes à détente directe...) vous ne cochez pas cette case.



Distribution Groupe d'un système de chauffage

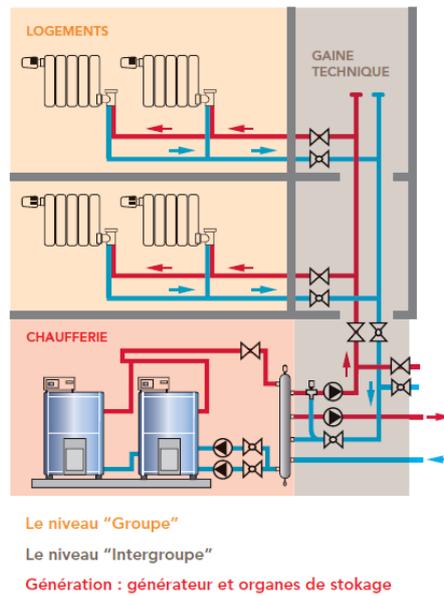
Si vous avez une distribution de groupe hydraulique, vous devez modéliser une distribution intergroupe.

- Dans le cas de réseaux individuels (cas d'une maison individuelle ou chauffage individualisé) vous l'indiquerez comme 'Réseaux hydrauliques individuels (pas de niveau intergroupes)'.
- Avec une distribution primaire (colonnes montantes) qui dessert une ou plusieurs distributions de groupe, vous devrez cocher la case 'Réseau de distribution hydraulique' et définir les caractéristiques associées.



Distribution Intergroupe d'un système de chauffage

Enfin, vous devez attribuer le système de génération. Il devra être compatible avec le type d'émetteur et la distribution choisie.



Découpage d'une installation de chauffage suivant les trois niveaux définis dans la RT 2012 (Energies_avenir)

5. Eau chaude sanitaire

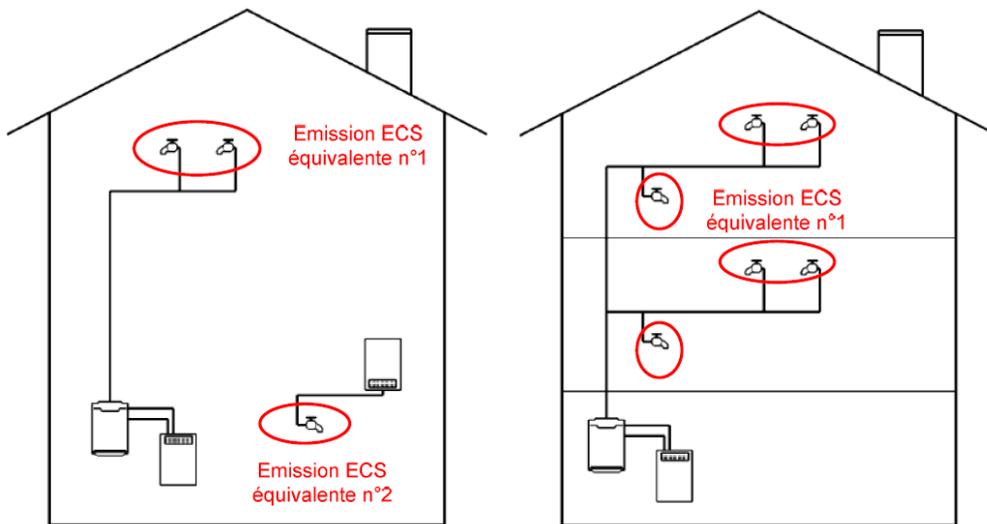
La production de l'Eau Chaude Sanitaire (ECS) se décompose en quatre étapes : la génération, le stockage (éventuel), la distribution et l'émission.

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

5.1. Caractéristiques des émetteurs en ECS

L'émission ECS équivalente est créée dans un groupe. Elle regroupe un **ensemble d'émetteurs ECS et d'appareils sanitaires** qui respectent le double critère suivant : ils **appartiennent à un groupe et sont reliés à une même génération**.

Chaque émission ECS équivalente est ensuite obligatoirement associée à un seul réseau de distribution interne au groupe d'ECS.



Émission ECS équivalente

La méthode aboutit au calcul d'un coefficient correctif global tenant compte du type d'émetteurs ECS (robinets, ...) et d'appareils sanitaires (douches, baignoires, ...) du groupe. Ce coefficient sera appliqué aux besoins d'ECS conventionnels (page 931 §11.5).

	Type d'émetteurs ECS	Gain sur les besoins d'ECS
	Exemples	$Gain_{em-e}$
Mélangeurs, mitigeurs mécaniques et autres	Mélangeur, mitigeur mécanique, autre émetteur ECS,...	0%
Mitigeurs thermostatiques et mitigeurs mécaniques économes	Mitigeur thermostatique, mitigeur mécanique économe (dont la position médiane correspond à l'eau froide, c'est-à-dire de type C3 ou CH3 selon le classement ECAU ou EChAU)	5%
Temporisateurs et robinets électroniques	Bouton poussoir, détecteur de présence, poussoir mitigeur, robinets à détecteur infrarouge, robinets électroniques,...	7%

Gains sur les besoins d'eau chaude selon le type d'émetteur

$App_ECS=$	$gain_{app-e} =$
Douche(s) seule(s)	5,0%
Baignoire sabot ($V < 125L$)	2,5%
Baignoire standard ($125 < V \leq 175 L$) et autre	0%
Grande baignoire ($V > 175 L$)	-2,5%

Gains sur les besoins d'eau chaude selon le type d'appareil sanitaire

Note : s'il y a plusieurs appareils sanitaires de natures différentes, l'appareil le plus défavorable sera retenu.

5.2. Réseaux de distribution

Les réseaux de distribution secondaires prennent en compte la quantité d'eau chaude sanitaire perdue à chaque puisage, en fonction du volume d'eau dans le conduit.

Les principales caractéristiques du réseau de distribution sont ses pertes ($[W/(m.K)]$) (dont une partie est récupérable en chauffage par le groupe) et sa température.

Pour la longueur de distribution en volume chauffé, il y a le choix entre une valeur par défaut ou une valeur à saisir. La température moyenne de l'eau mitigée utilisée au puisage est de 40°C. L'arrêté du 30 novembre 2005 impose que la distribution collective soit maintenue à une température d'au moins 50°C en tout point.

Pour la distribution intergroupe, si elle existe, deux solutions sont possibles :

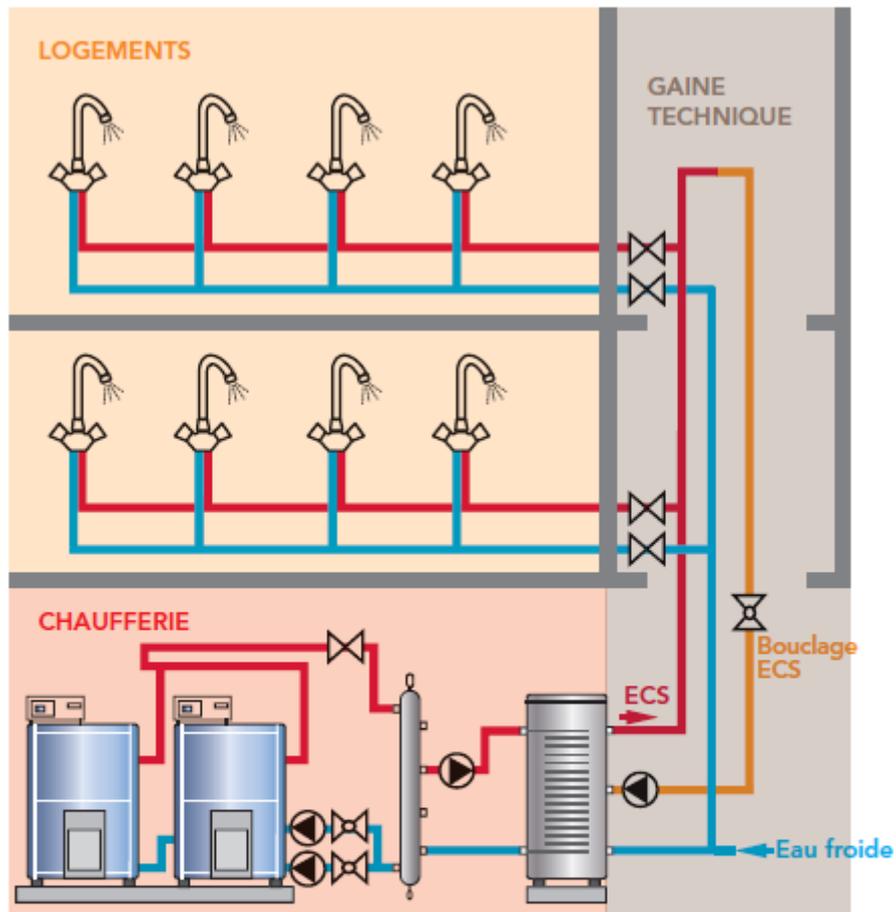
- **Réseau bouclé** : il s'agit de créer une circulation permanente d'ECS dans la distribution collective, par un circulateur placé sur la canalisation de retour de boucle. La canalisation de retour de boucle est raccordée sur le système de production d'ECS ou sur un réchauffeur de boucle indépendant.
- **Réseau tracé** : un ruban électrique chauffant est placé tout au long de la distribution. Elle engendre des consommations électriques importantes pénalisantes, de même qu'un réchauffeur de boucle électrique.

Certains types de réseaux d'eau chaude sanitaire nécessitent une modélisation spécifique au niveau des réseaux de distribution :

- Pour les réseaux bouclés ou tracés on décrit les distributions intergroupes et groupes comme étant hydrauliques.
- Pour les réseaux non bouclés ou non tracés, on ne définit pas de distribution intergroupe mais seulement une distribution groupe.

Récapitulatif en ECS

GENERATION	Caractéristique du réseau	Distribution	
		Intergroupe	Groupe
ECS	Réseau bouclé ou tracé	Hydraulique	Hydraulique
	Réseau non bouclé ou non tracé		Hydraulique

Eau chaude sanitaire : procédure à exécuter sur CYPETHERM RT2012/COMETH :

Le niveau "Groupe"

Le niveau "Intergroupe"

Génération : générateur et organes de stockage

Découpage d'une installation d'ECS suivant les trois niveaux définis dans la RT 2012 (Energies_avenir)

Référence	Système de production d'eau chaude sanitaire		
Référence bibliothèque			
<input checked="" type="checkbox"/> Système d'émission <input type="checkbox"/> Système de distribution - Groupe <input type="checkbox"/> Système de distribution - Intergroupe <input type="checkbox"/> Système de génération	Système d'émission <input type="radio"/> Calcul simplifié <input checked="" type="radio"/> Calcul détaillé		
	Mélangeurs, mitigeurs mécaniques et autres	<input type="text" value="100"/>	%
	Mitigeurs thermostatiques et mitigeurs mécaniques économes	<input type="text" value="0"/>	%
	Temporisateurs et robinets électroniques	<input type="text" value="0"/>	%
	Type d'appareils sanitaires pour le système de production d'eau chaude sanitaire	<input type="text" value="Douche(s) seule(s)"/>	
	Nombre de maisons desservies par l'émetteur	<input type="text" value="1"/>	

Paramétrage de l'émetteur ECS

Référence	Système de production d'eau chaude sanitaire		
Référence bibliothèque			
<input checked="" type="checkbox"/> Système d'émission <input type="checkbox"/> Système de distribution - Groupe <input type="checkbox"/> Système de distribution - Intergroupe <input type="checkbox"/> Système de génération	Système de distribution - Groupe		
	Nombre de réseaux du groupe identiques	<input type="text" value="1"/>	
	Température de distribution	<input type="text" value="40.0"/>	°C
	Diamètre intérieur du réseau	<input type="text" value="10.0"/>	mm
	<input type="checkbox"/> Longueur du réseau en volume chauffé		
	Longueur du réseau hors volume chauffé	<input type="text" value="0.0"/>	m

Paramétrage de la distribution groupe ECS

Référence

Référence bibliothèque

Système de distribution intergroupe ECS
 Réseau d'ECS Réseau avec MTA ECS seul Réseau avec MTA Mixte

Réseau intergroupe

Référence

Référence bibliothèque

Réseau bouclé Réseau tracé

Longueur du réseau en volume chauffé m

Longueur du réseau hors volume chauffé m

Coefficient de transfert thermique W/m.k

Réchauffeur de boucle

Puissance des circulateurs W

Arrêt des circulateurs en vacances

Paramétrage de la distribution intergroupe ECS

5.3. Attribution des systèmes aux locaux

En fonction du type d'usage du bâtiment, l'attribution des systèmes aux locaux se définit différemment. En effet, pour les bâtiments à usage d'habitations, l'attribution se fait par groupe. Si vous n'avez qu'une production, elle sera assignée à tout votre groupe. Si vous avez plusieurs productions pour un même groupe, il faudra déterminer quelles sont les pièces desservies par votre système. Tous les locaux doivent être desservis par un système.

Attribuer

Par local **Par groupe**

ECS	Total
<input checked="" type="checkbox"/>	100.0%

Attribution par groupe pour un système

Attribuer □ ×

Par local Par groupe

	Local	ECS	ECS 2	Total
1.	Buanderie	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100.0%
2.	Cuisine	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100.0%
3.	Salle de bain RDC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100.0%
4.	WC RDC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100.0%
5.	Bureau/Chambre d'amis	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100.0%
6.	Salon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100.0%
7.	Hall	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100.0%
8.	Salle de bain R+1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100.0%
9.	WC R+1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100.0%
10.	Chambre 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100.0%
11.	Chambre 2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100.0%
12.	Chambre 3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100.0%
13.	Gaine technique	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100.0%
14.	Mezzanine	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100.0%

Attribution par local avec plusieurs systèmes

Dans le cas d'un hôtel, l'attribution se fait uniquement sur les chambres et non sur la surface totale des bâtiments. Les différents types d'attributions sont détaillés dans la méthode Th-BCE au paragraphe **11.6, C_EIN_besoins_ECS**.

6. Ventilation

6.1. Caractéristiques de la ventilation

La ventilation doit respecter plusieurs normes, la **réglementation thermique et la réglementation d'hygiène**. La ventilation intervient dans le calcul du Bbio et du Cep (page33 §3.2.10).

Pour le calcul du **Bbio**, l'utilisateur doit respecter à minima les valeurs liées aux **réglementations d'hygiène**.

Pour le calcul du **Cep**, les **débits de ventilation** à assurer (**repris ou extraits**) sont systématiquement des données d'entrée du calcul.

Les Avis techniques réalisés par les industriels fournissent les débits énergétiques équivalents pour certains systèmes régulés, comme par exemple les systèmes hygroréglables (en maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs) et la **sonde CO₂** ou de présence (pour les autres usages).

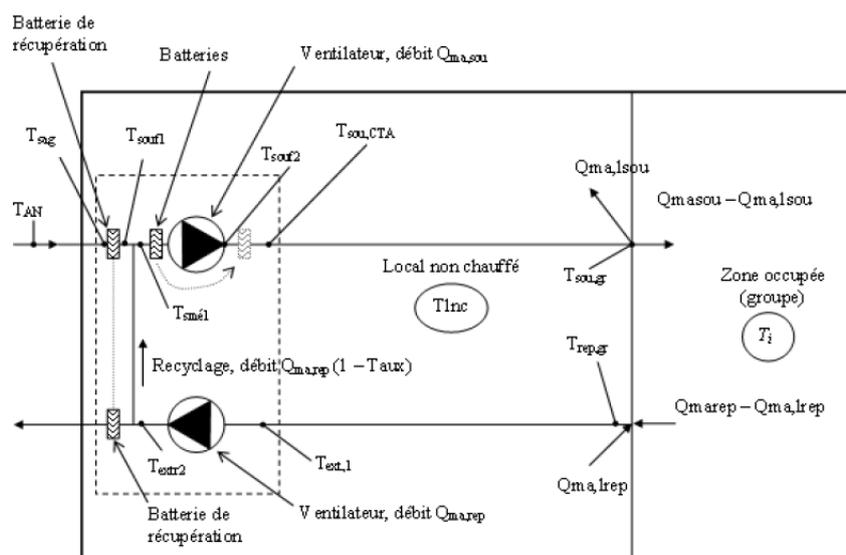
Les **débits volumiques** sont définis **au niveau du groupe**.

La méthode décrit les **débits aux bouches d'extraction et aux bouches de soufflage**. Pour chaque bouche, on définit un débit minimal et un débit maximal **soufflé ou repris** avec la **valorisation de la régulation des terminaux** (page374 §8.2.3.2). Elle tient aussi compte **des pertes** d'arrivée et d'extraction d'air dans les **conduits**.

Les **différentes bouches de chaque groupe** doivent être **reliées à une CTA, définie au niveau zone, décrit dans le chapitre suivant**.

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

Tout système de ventilation est modélisé de la façon suivante, elle est à simplifier selon les différents cas. Cette proposition repose sur la modélisation simplifiée de la norme européenne NF-EN 15241 (page367 §8.2).



Modélisation d'un système de ventilation

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

	Coefficient de réduction des débits (<i>Crdbnr</i>)
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

Coefficient de réduction des débits hors maisons individuelles ou accolées et hors logements collectifs suivant le mode de régulation

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

Durée d'Utilisation du Grand Débit

Le coefficient de dépassement C_{dep} est un facteur multiplicatif. Il prend en compte les **contraintes de dimensionnement** et la dispersion des caractéristiques des composants pour une durée d'Utilisation du Grand Débit.

On intègre également **l'impact du coefficient de dépassement** (page377 §8.2.3.3).

	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

Valeurs de C_{dep} à considérer

Les conduits de ventilation sont séparés en deux catégories : les conduits situés en volume chauffé où l'on définit les fuites par la classe d'étanchéité (A, B, C ou une valeur par défaut) et les conduits hors volume chauffé où l'on renseigne également la classe d'étanchéité mais aussi la résistance thermique du conduit.

Pour le calcul du Bbio, plusieurs critères sont à prendre en compte :

- le système de ventilation conventionnel est un système double flux à débit soufflé et extrait constant avec efficacité d'échangeur de 50 %. On considère également que les ventilateurs de soufflage et d'extraction sont de puissance nulle
- **Crdbnr = 1** dans le cas des maisons individuelles ou accolées et en logements collectifs, quel que soit l'occupation et l'usage du groupe et **Dugd=14 en calcul conventionnel** (durée d'utilisation du grand débit suivant le type de ventilation et de régulation)
- **Crdbnr ≠ 1 seulement pour les bâtiments tertiaires**
- $C_{dep}=1$

6.2. Description des centrales de traitement d'air

Pour la description des centrales à traitement d'air (CTA), on paramètre les éléments de base comme :

- l'échangeur
- le by-pass
- les ventilateurs
- la batterie antigel
- les batteries de préchauffage et de pré-refroidissement,
- le système d'humidification.

La centrale réelle est ainsi représentée par un système équivalent assurant la **fourniture d'air neuf**, le soufflage et l'extraction de l'air, ainsi que **son prétraitement éventuel**. On intègre également les fonctions de free cooling et d'un ou plusieurs émetteurs locaux permettant de **déterminer les besoins de chauffage et de refroidissement**.

Les ventilateurs et centrales de traitement d'air sont définis par leurs caractéristiques (ventilateur(s), échangeur, batteries chaudes et froides, recyclage...) et les systèmes en gestion de régulation associés.

Il est possible de modéliser **des réseaux hydrauliques de chauffage et de refroidissement**, ou tout simplement de modéliser un lien avec une génération directe (batterie à effet joule ou PAC à détente directe) au travers d'un réseau fictif (page589 §10.10).

Les sorties sont :

- la consommation électrique des ventilateurs ainsi que celles des autres auxiliaires,
- les besoins de préchauffage et de pré-refroidissement par type de générateur.

Les besoins générés par le **renouvellement d'air sont attribués au Cep chauffage/refroidissement**.

Système de ventilation : procédure à exécuter sur CYPETHERM RT2012/COMETH :

Sur CYPETHERM RT2012/COMETH, pour un calcul complet (Bbio, Cep et Tic), on renseigne la CTA au niveau 'Zone'. Ensuite, dans l'onglet 'Groupe', il faut introduire les débits d'hygiène et de ventilation.

Pour un calcul de Bbio, le débit d'hygiène ('Débit spécifique soufflé moyen en occupation') seul est à renseigner). Pour le calcul du Cep (calculs complets), il faudra renseigner la somme des modules des entrées d'air du groupe (Smea) dans l'onglet 'Système de ventilation'.

Pour un calcul complet, il faudra également paramétrer le système de ventilation et les débits mécaniques extraits en pointe et en base. Le type de régulation et les champs disponibles changent en fonction du type d'usage introduit et le type de CTA.

Paramétrage de la CTA

Paramétrage d'un système de ventilation

7. Éclairage

7.1. Caractéristiques de l'éclairage

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** (page17 §1.3.5).

Pour ce qui concerne les usages maison individuelle ou accolée et logements collectifs, la puissance est de 1.4 W/m² ; les chambres des usages : enseignement secondaire (partie nuit), établissements sanitaires avec hébergement, foyer de jeunes travailleurs et cité universitaire elle sera de 4 W/m² et de 4,65 W/m² pour hôtel (partie nuit). **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 car il est impossible de connaître les « émetteurs » qui seront mis en place par le futur occupant.

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 gestion et la régulation des systèmes d'éclairage ainsi que leurs puissances**.

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 (page33 §3.2.11).

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.
 - 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.
- l'éclairage spécialisé destiné à la réalisation de procès particulier. Il n'est pas possible de fournir une liste exhaustive de ces éclairages particuliers mais ils couvrent notamment :
 - l'éclairage de scène dans les locaux utilisés pour le spectacle et les loisirs sous réserve que cet éclairage vienne en complément d'un éclairage général et qu'il soit commandé par un système de commande dédié accessible au seul personnel autorisé.

Afin de valoriser différents systèmes de gestion et **l'accès à l'éclairage naturel de parties spécifiques** d'un groupe, **la notion de local** est introduite (page477 §9.1.1) :

- un local a une **puissance d'éclairage artificiel** spécifique
- un local dispose d'un seul mode de **mise en marche et d'extinction** de l'éclairage, ce qui se traduit par une valeur de C1 spécifique à ce local
- tout ou partie de la surface d'un local peut avoir ou non **accès à l'éclairement naturel**, si seulement une partie du local a accès à l'éclairement naturel, il peut y avoir une **gestion de l'éclairage** en fonction de la lumière naturelle uniquement dans cette partie du local

(fractionnement ou « zonage » de l'installation). On définit donc deux coefficients C2 par local.

- le système de **gestion fractionné** gère indépendamment la partie ayant accès à l'éclairage naturel et la partie n'y ayant pas accès.
- lorsque le système n'est pas fractionné, c'est la partie sans accès à l'éclairage naturel qui impose le fonctionnement de l'éclairage artificiel pour l'ensemble du local.

Les puissances surfaciques d'éclairage sont définies au niveau du local (page 489 §9.1.3) :

- **La puissance surfacique installée** pour l'éclairage intérieur des locaux inclut la puissance des lampes et accessoires, y compris le système de gestion intégré dans les luminaires ou associé à ces derniers lorsque la zone est occupée.
Tous les dispositifs d'éclairage installés à poste fixe ainsi que les éclairages d'appoint des postes de travail doivent être pris en compte, à l'exclusion des dispositifs d'éclairage de sécurité durant lesquelles les lampes sont éteintes.
- **La puissance surfacique des appareillages et des périphériques de gestion** intégrés dans les luminaires ou associés à ces derniers, lorsque les lampes sont éteintes. Il s'agit de la puissance résiduelle correspondant aux périodes d'inoccupation ainsi qu'aux périodes d'occupation durant lesquelles les lampes sont éteintes.

7.2. Mode de gestion de l'éclairage

Le coefficient C1 correspond à un **pourcentage moyen d'utilisation** qui dépend d'une part du **mode d'allumage et d'extinction de l'éclairage artificiel** et d'autre part du **type de local**. En effet, chaque local peut être associé à un taux d'occupation effective spécifique (voir la norme NF EN 15193).

Les différents modes de gestion sont les suivants :

- **Systèmes sans détection automatique de présence et/ou d'absence**
 - Pas d'interrupteur manuel, ni de détecteur de présence ou d'absence (éclairage permanent pendant les plages d'occupation)
 - Interrupteur manuel marche/arrêt
 - Interrupteur manuel marche/arrêt et système de programmation horaire (horloge)
- **Systèmes avec détection automatique de présence et/ou d'absence**
 - Marche et arrêt automatiques : le système de gestion allume automatiquement le ou les luminaires à chaque fois qu'il y a une présence dans la partie à éclairer et les éteint automatiquement et complètement au maximum 15 min après détection de la dernière présence dans cette partie.
 - Marche manuelle et arrêt automatique : le ou les luminaires ne peuvent être allumés qu'à l'aide d'un interrupteur manuel dans la partie à éclairer (ou tout près de cette zone) et, s'ils ne sont pas éteints manuellement, ils sont automatiquement et complètement éteints par un système de gestion automatique 15 min au plus tard après détection de la dernière présence dans cette partie.

On suppose que l'éclairage est déclenché automatiquement pendant les plages d'occupation. Ce cas peut correspondre à un local à éclairage permanent (escalier, etc.)

Les valeurs C1 en fonction du type de bâtiment et type de local sont données dans le Tableau 75 (page 489 §9.1.3.6). On rappelle que les valeurs de référence de l'éclairage à maintenir sur la zone de tâche sont données dans le tableau selon le type de local considéré. Ces valeurs proviennent des exigences de la norme NF EN 12464-1.

Le coefficient C2 correspond à un pourcentage moyen d'utilisation qui dépend du **mode de gestion de l'éclairage en fonction des apports** de lumière naturelle.

Les modes de gestion de l'éclairage artificiel selon les apports de lumière naturelle sont tous basés sur un seuil d'éclairement qui correspond à un éclairement à maintenir sur une surface de référence de la zone de travail dans le local considéré.

Ces modes de gestion n'apportent pas tous les mêmes gains énergétiques, ce qui conduit à des coefficients C2 différents.

- **Interrupteurs manuels marche-arrêt** : pour les locaux sans système de gestion de la lumière naturelle mais munis, on suppose que l'utilisateur intervient lui-même sur l'éclairage artificiel en fonction de l'éclairement naturel intérieur.
- **Gestion par gradation automatique à éclairement constant** : la gradation automatique permet d'apporter le complément de lumière artificielle lorsque l'éclairement naturel intérieur n'est pas suffisant, de manière à maintenir un éclairement total (naturel et artificiel) constant.
- **Allumage et extinction automatiques par détection de franchissement de seuil d'éclairement** : ce mode de gestion consiste à allumer automatiquement l'éclairage artificiel lorsque l'éclairement naturel intérieur est inférieur à l'éclairement à maintenir dans le local. De plus, l'éclairage artificiel est automatiquement éteint lorsque l'éclairement naturel intérieur est supérieur à l'éclairement à maintenir dans le local.
- **Extinction automatique par détection de franchissement de seuil d'éclairement** : ce mode de gestion consiste à éteindre automatiquement l'éclairage artificiel lorsque l'éclairement naturel intérieur est supérieur à l'éclairement à maintenir dans le local. Lorsque que l'éclairement naturel intérieur est inférieur à l'éclairement à maintenir dans le local, ce mode de gestion autorise l'allumage de l'éclairage artificiel par l'utilisation d'un interrupteur manuel ou d'un détecteur de présence.

Éclairage : procédure à exécuter sur CYPETHERM RT2012/COMETH :

En fonction du type d'usage et des types de locaux, les paramètres changent en accord à la méthode. Pour le Bbio, il suffit de renseigner le type de local, l'accès à la lumière naturelle et sa gestion dans l'onglet 'Système d'éclairage' au niveau 'Groupe'.

Référence	Système d'éclairage	
Référence bibliothèque	Système d'éclairage	
Type de local	Bureau	
Part du local ayant accès à la lumière naturelle	0.50	←
Fractionnement du type de gestion en fonction de l'éclairement naturel	Gestion non fractionnée	
Puissance installée de l'éclairage	10.00	W/m ²
Puissance totale des appareillages et périphériques de gestion de l'éclairage artificiel	0.00	W/m ²
Mode de commande de l'éclairage artificiel	Interrupteur manuel marche/arrêt	
Mode de gestion de l'éclairage artificiel en fonction de l'éclairage naturel	Gestion manuelle par interrupteur marche-arrêt	

Paramétrage d'un système d'éclairage

8. Photovoltaïque

8.1. Caractéristiques des systèmes solaires photovoltaïques

La description de systèmes solaires photovoltaïques n'est pas destinée au dimensionnement, celui-ci doit être fait en amont de l'introduction des données réglementaire.

Cette description se fait dans le but de déterminer la production d'énergie locale venant en déduction des consommations, la valeur est soustraite du **résultat du Cep**.

8.2. Description des capteurs solaires photovoltaïques

Pour la description des capteurs solaires photovoltaïques, il faut paramétrer en entrée de moteur les éléments suivant :

- Les capteurs
- L'onduleur
- L'environnement du capteur

En sortie de moteur, la contribution en énergie renouvelable du bâtiment sera récupérée.

8.2.1. Capteurs

La caractérisation des capteurs sert à calculer pour chaque heure la puissance délivrée par les modules photovoltaïques qui sera absorbée par l'onduleur

Les variables qui sont à définir dans le moteur de calcul sont :

- **Nombre de capteurs identiques** : Nombre de module photovoltaïque composant le champ photovoltaïque.
- **Surface du module** : Surface d'un module photovoltaïque
- **Type de technologie** : Identification de la technologie des modules. 6 choix disponibles:
- **Puissance crête** : Puissance délivrée par un module PV sous un ensoleillement optimum de 1 kW/m² à 25°C (les performances sont fonction de la température).
- **Définition des performances**
- **Température d'équilibre du module** : Température des cellules avec des conditions prédéfinis.
- **Coefficient de température de la puissance crête** :
- **Confinement de la face arrière**
- **Orientation** : Azimut de la surface plane formée par les modules
- **Inclinaison** : Inclinaison par rapport à l'horizontal des modules

Nombre de capteurs identiques	<input type="text"/>
Surface du module	<input type="text"/> m ²
Type de technologie	Mono-Cristallin ▾
Puissance crête	<input type="text"/> W
<input checked="" type="checkbox"/> Définition des performances	Valeur déclarée ▾
Température d'équilibre thermique du module	<input type="text"/> C°
Coefficient de température de la puissance crête	<input type="text"/> 1/C°
Confinement de la face arrière	Face arrière confinée ▾
Orientation	<input type="text"/> degrés 
Inclinaison	<input type="text"/> degrés

8.2.2. Onduleurs

L'onduleur permet de délivrer une puissance électrique au réseau, il fait le lien entre les capteurs et le réseau.

- **Définition du rendement:**
 - Aucune information
 - Rendement européen : La courbe de rendement est bâtie sur la donnée du rendement européen. Elle est constituée de deux segments de droite et les valeurs sont obtenues par interpolation ou extrapolation linéaire.
 - Courbe de rendement : Elle est définie par une succession de segments de droites. Les autres valeurs sont obtenues par interpolation ou extrapolation linéaire.
- **Puissance nominale AC de sortie :** Puissance en régime alternatif en sortie de l'onduleur. Si la valeur est inconnue, le moteur la calculera en fonction du nombre de capteurs et de la puissance crête nominale.

Onduleur	
Définition du rendement	Rendement européen ▾
Rendement européen	<input type="text"/> %
<input checked="" type="checkbox"/> Puissance nominale AC de sortie	<input type="text"/> W

8.2.3. Environnement du capteur

L'environnement du capteur est également à prendre en compte avec :

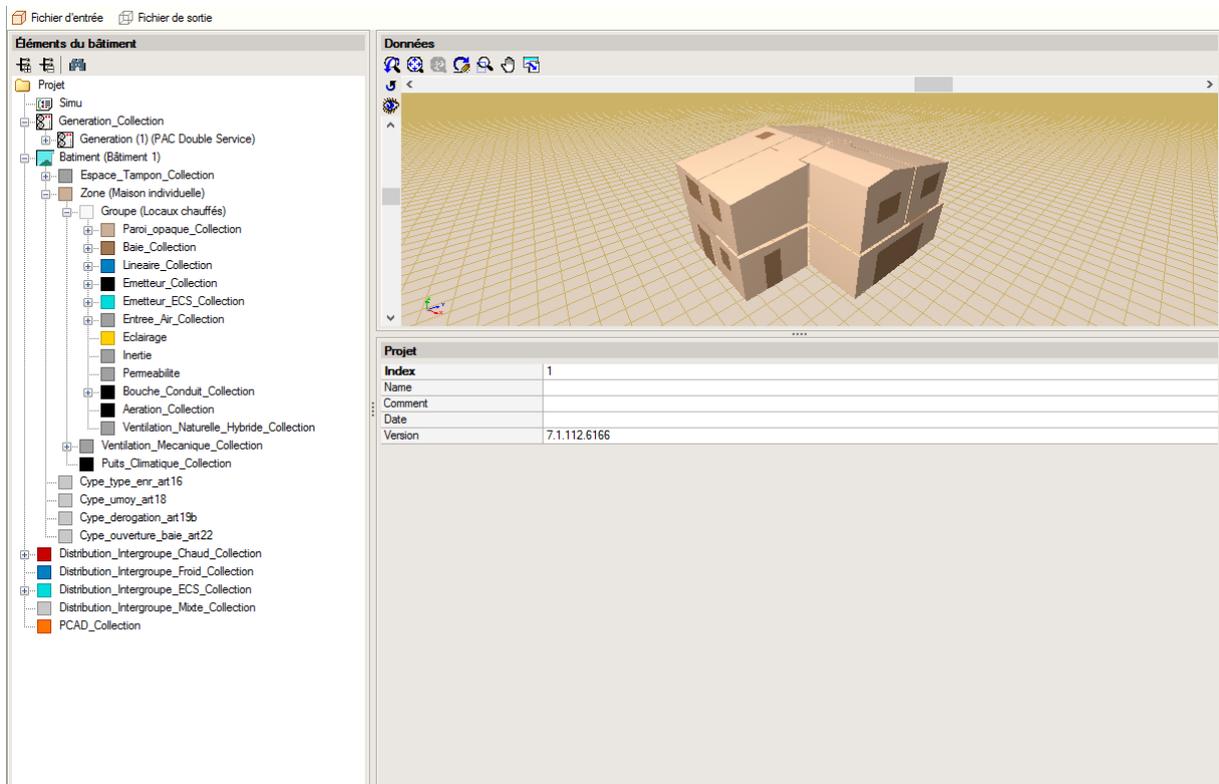
- La température de l'air ambiant extérieur,
- Le rayonnement solaire,
- Les maques.

Ces données sont directement issues des données générales du projet.

9. Données de sortie

Une fois le calcul lancé, CYPETHERM RT2012/COMETH permet de vérifier les variables envoyées au moteur sur le Modèle de Calcul.

Vous pouvez vérifier à droite l'enveloppe thermique avec les espaces tampons (gris) et les murs mitoyens.



Visualisation du modèle 3D

À gauche, vous pouvez remarquer tous les éléments déperditifs (parois, baies et ponts thermiques), les systèmes d'émission (Emetteur_Collection) et les systèmes de génération (Génération_Collection). Pour chaque entité (groupe, paroi, émetteur, chaudière...), toutes les variables de chaque élément sont affichées en dessous.

The screenshot displays the CYPETHERM software interface. On the left, a tree view under 'Éléments du bâtiment' shows a hierarchy of building components, with 'Groupe (Locaux chauffés)' selected. The central 3D view shows a simple orange cube representing the building model. On the right, a 'Données' panel displays a table of parameters for the selected group.

Groupe (Locaux chauffés)	
Index	1
Name	Locaux chauffés
SURT	162.261
SHAB	162.261
V	460.891
Def_Httf	0 - Locaux dont la différence entre les points bas et haut des ouverture est supérieure à 4m
Httf	6.10724
Delta_trav_surv	0
Is_Hall	0
Categorie_Ce1_Ce2	1 - CE1
Is_Climatise	0
Type_Pgm_Ch	2 - Horloge à heure fixe associée à un contrôle d'ambiance
Type_Pgm_Fr	1 - Horloge à heure fixe
Qv_occ_BBIO	116.25
Qv_inocc_BBIO	100
Bois_Energie	0
Is_Reseau_Ch	0 - Zone non raccordée à un réseau de chaleur
Contenu_CO2_Reseau_Ch	0
Is_Reseau_Fr	0 - Groupe non raccordé à un réseau de froid
Contenu_CO2_Reseau_Fr	0

Visualisation des variables sur le modèle 3D

Dans le fichier de sortie, vous pourrez consulter toutes les données de sortie du moteur.

Il est possible de consulter les consommations de chaque poste (chauffage, refroidissement, ECS, ventilation, auxiliaires et éclairage) mois par mois, mais également l'électricité produite par mois dans le cas d'une cogénération ou d'un captage photovoltaïque.

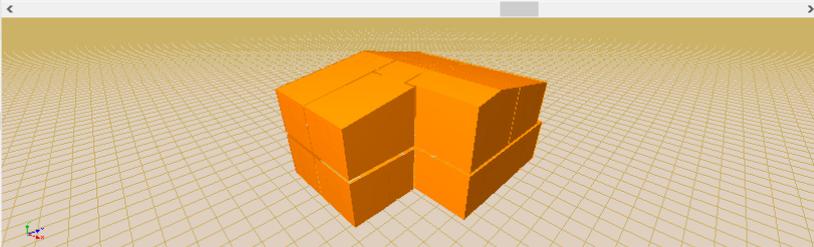
Il est également possible d'avoir le taux de fonctionnement en nombre d'heures pour chaque générateur. Il est donc possible de savoir quand est ce que le générateur fonctionne pour 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% ou 100% de sa charge.

Fichier d'entrée Fichier de sortie

Éléments du bâtiment

- Sortie_Projet
 - Sortie_Batiment_B (Bâtiment 1)
 - Sortie_Batiment_C (Bâtiment 1)**
 - O_Cep_ch_mois
 - O_Cep_fr_mois
 - O_Cep_ecs_mois
 - O_Cep_ecl_mois
 - O_Cep_aux_ventilateur_mois
 - O_Cep_aux_distribution_mois
 - O_ep_Pro_PV_mois
 - O_E_ep_prelec_mois
 - O_B_Ecs_mois
 - Sortie_Zone_C (Maison individuelle)
 - Sortie_Batiment_E (Bâtiment 1)
 - Sortie_Generation_Collection
 - Sortie_PCAD_Collection
 - Sortie_Sensibilite_Batiment_Collection

Données



Sortie_Batiment_C (Bâtiment 1)

Index	
1	Bâtiment 1
O_Shon_RT	195
O_Cep_Max	50.8
O_Cef_annuel	11.7
O_Cef_spe_annuel	11.7
O_Cep_annuel	30.2
O_Cep_spe_annuel	30.2
O_Cep_Max_spe	62.8
O_Aepenr	11.1
O_RatENR_rdch	0
O_RatENR_rdf	0
O_Cef_ch_annuel	6.1
O_Cef_fr_annuel	0
O_Cef_ecs_annuel	3.3
O_Cef_ecl_annuel	1.6
O_Cef_aux_ventilateur_annuel	0.5
O_Cef_aux_distribution_annuel	0.3
O_ef_Pro_PV_annuel	0
O_E_ef_prelec_annuel	0
O_Cep_ch_annuel	15.6
O_Cep_fr_annuel	0
O_Cep_ecs_annuel	8.4
O_Cep_ecl_annuel	4.2
O_Cep_aux_ventilateur_annuel	1.3
O_Cep_aux_distribution_annuel	0.7

Visualisation des sorties du moteur sur le modèle 3D

10. Fiches pratiques d'aide à la saisie

Pour vous simplifier encore la compréhension de la saisie de systèmes énergétiques courants ou spécifiques, vous disposez de [Fiches pratiques d'aide à la saisie](#) détaillées étape par étape. Celles-ci ont été préparées sur la base de produits et systèmes disponibles sur le marché.

Ces fiches restent simplement des guides de saisie et n'ont pas pour but de promouvoir une solution industrielle par rapport à une autre. L'introduction de systèmes dans les logiciels se fait sous l'entière responsabilité de l'opérateur quant à la qualité de la saisie et des résultats.

11. Bibliographie

- CSTB. (2008, Mars 10). *Isolation des réseaux de distribution d'eau chaude*. Récupéré sur Rt-Batiment: http://www.rtbatiment.fr/fileadmin/documents/RT2005/fiches_applications/classe_isolation_reseaux_distribution_EC.pdf
- CSTB. (2013, 05 25). *Méthode de calcul Th-BCE 2012*. Récupéré sur <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000862344&dateTexte=20120919>
- CSTB. (s.d.). *Fiches d'application*. Récupéré sur Rt-Batiment: <http://www.rtbatiment.fr/batiments-neufs/reglementation-thermique-2012/documents-dapplication.html>
- Energies_avenir. (s.d.). *Guide pratique RT2012*. Récupéré sur <http://www.energies-avenir.fr/http://www.energies-avenir.fr/file/get?path=/var/docs/guidert2012/EA%20-%20Guide%20pratique%20RT%202012.pdf>
- Gouvernement. (1982, Mars 24). *Aération des logements*. Récupéré sur <http://www.legifrance.gouv.fr/http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000862344&dateTexte=20120919>
- Gouvernement. (1988, Avril 15). *Réglementation relative à la ventilation dans le tertiaire*. Récupéré sur http://www.nather.fr/http://www.nather.fr/pdf/PDF_AVIS_TECH_ET_CETIAT/reglt_ventil_tertiaire.pdf
- Gouvernement. (2010, Octobre 26). *Arrêté 26 octobre*. Récupéré sur Rt-Batiment: http://www.rtbatiment.fr/fileadmin/documents/RT2012/textes/Arrete_du_26_octobre_2010.pdf
- Gouvernement. (2012, Decembre 28). *Arrêté 28 décembre*. Récupéré sur Rt-Batiment: http://www.rtbatiment.fr/fileadmin/documents/RT2012/textes/joe_20130101_0046.pdf