



Software pour l'Architecture et
l'Ingénierie de la Construction



CYPETHERM **EPlus**

Manuel d'utilisation

*Modélisation et simulation énergétique des bâtiments avec
EnergyPlus™ version 23.1.*





Sommaire

1	Introduction	4
1.1	Exigences du système.....	4
1.2	Portée.....	5
1.3	Cadre réglementaire.....	10
2	Commencer	11
2.1	Écran initial.....	11
2.2	Structure de l'interface	12
2.3	Outils	12
3	Bâtiment	19
3.1	Paramètres généraux	20
3.2	Données de l'emplacement.....	21
3.3	Sources d'énergie	24
3.4	Bibliothèque.....	24
3.5	Zones.....	34
3.6	Systèmes d'ECS.....	42
3.7	Systèmes de climatisation.....	45
3.8	Ombres	62
3.9	Outils d'édition.....	63
3.10	Vérifier le modèle	64
3.11	Exportation à COMcheck.....	64
3.12	Vue 3D.....	64
3.13	Arêtes	64
3.14	Actualiser	66
4	Plans de niveau	67
5	Calcul.....	68
5.1	Options de calcul	69
5.2	Modèle 3D	70
5.3	Calculer	71
5.4	Fichiers d'EnergyPlus	71
5.5	Récapitulatifs.....	71



5.6	Exporter	74
6	Méthode de travail : flux Open BIM	75
6.1	Introduction du modèle de calcul.....	75
6.2	Importation d'informations BIM complémentaires ..	78
6.3	Actualisation du modèle de calcul	79
6.4	Exportation des résultats au projet BIM.....	79

1 Introduction

CYPETHERM EPlus est un logiciel de modélisation et de simulation énergétique des bâtiments avec Energy Plus™ version 23.1. Il est intégré dans le flux de travail Open BIM via le format standard IFC.

Parmi les fonctionnalités de CYPETHERM EPlus, il faut souligner les suivantes :

- Importation du modèle géométrique du bâtiment à partir de fichiers IFC générés par des logiciels CAO/BIM tels que IFC Builder (application gratuite de CYPE), Allplan®, Archicad® ou Revit®.
- Importation de l'installation de climatisation du bâtiment définie avec les équipements des fabricants à partir des fichiers IFC générés par les logiciels Open BIM DAIKIN, Open BIM FUJITSU et Open BIM VAILLANT.
- Simulation des systèmes de climatisation les plus répandus dans les bâtiments, y compris les équipements prédéfinis par les fabricants.
- Intégration des normes internationales et des manuels reconnus pour la définition des caractéristiques thermiques du bâtiment.
- Vérification de l'existence de condensations superficielles et interstitielles.
- Définition automatique des ponts thermiques du bâtiment à partir des arêtes du modèle BIM.
- Rapports de résultats de la simulation énergétique du bâtiment : demande, consommation, confort intérieur.
- Exportation des résultats du calcul vers CYPETHERM Improvements Plus, pour l'analyse énergétique et économique de différentes propositions pour le bâtiment.

1.1 Exigences du système

Pour pouvoir exécuter le logiciel, il est nécessaire de disposer d'un ordinateur présentant les caractéristiques suivantes :

Système d'exploitation Windows 7, 8 ou 10 (versions 64 bits).

1.2 Portée

Les limites de simulation de CYPETHERM EPlus correspondent à celles des fonctionnalités de la version 23.1 d'EnergyPlus™ implémentées, qui sont décrites dans le manuel *Input Output Reference* d'EnergyPlus 23.1. Dans certains cas, les limites du moteur ont été surmontées au moyen d'équivalences et d'approximations de calcul.

Les éléments que CYPETHERM EPlus est capable de simuler et leurs limitations connues sont détaillés ci-dessous.

Géométrie. En ce qui concerne la description géométrique du bâtiment, il n'existe pas de limitations connues quant au nombre d'éléments (zones, locaux, ouvertures, etc.), aux dimensions ou à la forme.

Éléments et systèmes constructifs. La description des systèmes constructifs est différente pour les enveloppes opaques et les ouvertures. Dans chacune de ces catégories, le logiciel permet de simuler les éléments suivants :

- Enveloppes opaques:

Murs : façades, murs mitoyens, cloisons, parois en contact avec le terrain (sous-sol).

Planchers : planchers sur sol plein (dallages) avec isolation périphérique optionnelle, planchers intermédiaires, planchers bas donnant sur l'extérieur et toitures.

La composition des enveloppes opaques est définie par des couches. Chaque couche peut être un matériau solide, une lame d'air (y compris ventilée) ou un pare-vapeur. Il n'y a pas de limitation du nombre de couches, car CYPETHERM EPlus regroupe automatiquement les couches définies pour respecter la limite maximale de 10 couches par élément autorisée par EnergyPlus 23.1.

Alternativement, une description simplifiée des enveloppes en indiquant les propriétés thermiques de l'ensemble est également autorisée.

Il est donc possible de simuler toutes les systèmes constructifs qui peuvent être assimilés à ces définitions.

Une valeur unique peut être définie pour la perméabilité à l'air de toutes les façades du bâtiment, et une valeur différente pour les toitures.

- Ouvertures : opaques (portes), vitrées (fenêtres, fenêtres de toit, portes vitrées, murs rideaux), baies non vitrées et baies libres.

La définition des matériaux utilisés dans les ouvertures se limite à la définition de leurs propriétés thermiques globales, en distinguant la fraction vitrée et la fraction opaque dans le cas des baies vitrées.

Pour les fenêtres et les fenêtres de toit, il est permis de définir les accessoires de protection solaire (stores et rideaux) et leur commande, les masques solaires (porte-à-faux et protections latérales) et les différents éléments des fenêtres (linteau, coffret de volet roulant, etc.) qui produisent des ponts thermiques plans.

Il est permis de définir une valeur pour la perméabilité à l'air de chaque baie vitrée. Il est également possible de définir une valeur unique pour la perméabilité à l'air de toutes les portes du bâtiment ainsi qu'une valeur différente pour les ouvertures.

Ponts thermiques linéaires. L'effet des ponts thermiques linéaires produits par la liaison des différents éléments constructifs entre eux et avec le terrain est simulé.

Charges et inerties thermiques. Pour chaque local, les charges thermiques sensibles et latentes dues à l'occupation (si le local est habitable), à l'éclairage, au débit d'air de ventilation et aux équipements internes sont considérées. Il est possible de modifier les valeurs correspondantes et de définir des profils d'utilisation horaire.

Les infiltrations d'air sont définies au niveau de la zone thermique. Leurs conditions de fonctionnement peuvent être définies heure par heure.

Conditions de fonctionnement et de confort intérieur. Il est possible d'éditer les températures de consigne de chaque zone thermique avec une résolution horaire, en distinguant les consignes de refroidissement et de chauffage.

Systèmes de ventilation. Dans chaque zone thermique habitable, il est possible de choisir entre les options suivantes :

- Ventilation mécanique : permet de définir les caractéristiques du ou des ventilateurs destinés exclusivement à la fonction de ventilation.
- Ventilation à travers le système de climatisation.
- Ventilation naturelle : la zone ne dispose pas d'un système de ventilation. Cette option n'est autorisée que dans les bâtiments existants.

Systèmes de climatisation. Le logiciel permet de simuler les systèmes de climatisation ci-dessous :

- Équipement de rendement constant.
- Émetteur électrique de chauffage (chauffage par effet Joule).
- Récupérateur de chaleur sensible et enthalpique, unizone.
- Systèmes de climatisation à eau :
 - Chauffage par radiateurs et plancher chauffant/rafraîchissant.
 - Ventilo-convecteurs.

Qui peuvent être raccordés aux types de circuits hydrauliques suivants :

- Chauffage par eau au moyen de chaudières classiques ou à condensation et via des pompes à chaleur air-eau.
- Refroidissement à eau au moyen d'un refroidisseur à condensation à air, à eau ou par évaporation.
- Systèmes d'aérothermie (pompe à chaleur air-eau domestique pour chauffage et refroidissement optionnel).
- Systèmes à détente directe :
 - Équipement divisé (split 1x1).
 - Équipement compact d'air conditionné avec chauffage électrique, à gaz ou à eau (PTAC).
 - Équipement compact de pompe à chaleur air-air (PTHP).
 - Système multisplit.
 - Système à débit de réfrigérant variable (VRF), pompe à chaleur et récupération de chaleur (3 tubes). L'unité extérieure peut être condensée par air, par eau ou avec condenseur évaporatif.
 - Équipement de pompe à chaleur eau-air.
- Systèmes de climatisation à air :
 - Système tout air à débit constant, unizone et multizone (avec réchauffage terminal).
 - Système tout air à débit volumique variable (VAV), avec boîtes à débit variable avec et sans ventilateur en série ou parallèle.
 - Systèmes à double conduit, à débit constant et à débit variable, avec un seul ventilateur de soufflage ou avec un ventilateur par conduit.
 - Systèmes de ventilation centralisés (traitent uniquement le débit d'air de ventilation) :
 - Récupérateur de chaleur, sensible et enthalpique.
 - Climatiseur à air primaire.

Les unités de traitement d'air (UTA) ou les climatiseurs associés aux systèmes de climatisation à air sont configurables. Les caractéristiques des éléments suivants peuvent être définies :

- Batterie froide :
 - À eau, raccordée à un système de refroidissement à eau au moyen de refroidisseurs.

- À détente directe, disponible dans les systèmes tout air à débit constant et à débit variable à conduit unique, et dans le climatiseur à air primaire.
- Batterie chaude :
 - À eau, raccordée à un système de chauffage à eau au moyen de chaudières et/ou pompes à chaleur air-eau.
 - Électrique.
 - À gaz.
 - À détente directe, dans les systèmes tout air à débit constant et à débit variable à conduit unique, et dans le climatiseur à air primaire.
- Ventilateur de soufflage.
- Contrôle de l'humidité : déshumidification et humidificateur.
- Prise d'air extérieure, avec les fonctions suivantes :
 - Refroidissement gratuit.
- Récupération de chaleur, sensible et enthalpique.
 - Ventilateur de reprise.

Le récupérateur de chaleur est équipé d'un registre de bypass qui permet à l'air extérieur de passer lorsqu'il est utile de réduire les besoins de refroidissement. Si le récupérateur de chaleur est intégré à un équipement ayant des batteries de refroidissement et de chauffage, le registre de bypass agit selon le fonctionnement des batteries.

Les caractéristiques des récupérateurs de chaleur sont prises en compte dans le calcul de la demande énergétique du bâtiment.

- Systèmes de condensation à eau :
 - Système pour condensation des refroidisseurs, au moyen de tours de refroidissement à 1 ou 2 vitesses.
 - Système pour condensation des pompes à chaleur réversibles, au moyen de tours de refroidissement et de chaudières.
 - Système de condensation à eau à une température définie (constante ou par horaire).

Les limitations suivantes existent pour la simulation du fonctionnement des systèmes de climatisation :

Il n'est pas permis de définir des profils horaires pour la disponibilité et l'activation des systèmes de climatisation, sauf dans *l'Équipement de rendement constant*. En général,

les systèmes de climatisation sont automatiquement activés pour maintenir les températures de consigne sélectionnées. Les systèmes de climatisation à air, fournissent de l'air en continu, s'ils disposent d'une entrée d'air extérieure, peuvent suivre le profil d'utilisation défini pour la ventilation des locaux des zones qu'ils desservent. Dans le cas contraire, ils fournissent de l'air en continu.

Les courbes de comportement des chaudières et des refroidisseurs peuvent être éditées. Tous les autres systèmes génériques sont simulés avec les courbes de comportement par défaut des objets template d'EnergyPlus 23.1. Les équipements commerciaux sont simulés avec les courbes de comportement des fabricants.

Il n'est possible de définir qu'un seul *Équipement de rendement constant* par zone. De même, chaque zone ne peut être desservie que par un seul *Système de climatisation à air*. Il est permis de combiner ces deux types d'équipement avec n'importe quelle autre unité terminale dans la même zone. Tous les autres systèmes de climatisation peuvent être répétés et combinés sans restriction.

Enfin, une seule unité terminale avec fonction de ventilation peut être définie dans la zone. Tout le débit d'air de ventilation attribué aux locaux de la zone entrera par cette unité terminale.

Systèmes d'ECS. Un système d'ECS est constitué d'un ensemble d'équipements de production et d'accumulateurs permettant de répondre à une demande d'ECS. Le logiciel n'effectue pas la simulation dynamique de la production d'ECS. La consommation d'énergie pour l'ECS est calculée à partir de la demande d'ECS, y compris les pertes de chaleur des accumulateurs, les pertes par distribution et recirculation, et la performance saisonnière des équipements de production.

Production d'énergie dans le bâtiment. Il est permis de définir des systèmes de production sur site de :

- Énergie thermique pour chauffage et ECS provenant de sources renouvelables. La production d'énergie thermique est définie en fonction des besoins du bâtiment.
- Énergie électrique provenant de sources renouvelables. Il est possible de définir la quantité d'énergie produite via des valeurs mensuelles ou comme l'énergie électrique totale consommée dans l'ouvrage.

Valeurs maximales et minimales. Les limites suivantes sur les valeurs de certaines propriétés, imposées par les modèles EnergyPlus 23.1 utilisés dans CYPETHERM EPlus, sont connues :

Chaleur spécifique des matériaux solides. La valeur minimale est de $100 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Si une valeur inférieure est définie, le logiciel prendra automatiquement la valeur minimale.

Coefficient global de transmission de chaleur (U) des baies vitrées ou de leur fraction vitrée. La valeur maximale autorisée est de $7 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Coefficient global de transmission de chaleur (U) de la fraction opaque des baies vitrées. La valeur maximale autorisée est de $5.80 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$.

1.3 Cadre réglementaire

CYPETHERM EPlus a implémenté les normes suivantes :

Matériaux constructifs

EN ISO 10456. Matériaux et produits pour le bâtiment. Propriétés hygrothermiques. Valeurs utiles tabulées et procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles.

Résistance et coefficient de transmission thermique des éléments constructifs

EN ISO 6946. Composants et parois de bâtiments. Résistance thermique et coefficient de transmission thermique. Méthodes de calcul.

EN ISO 13370. Performance thermique des bâtiments. Transfert de chaleur par le sol. Méthodes de calcul.

EN ISO 10077-1. Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures. Calcul du coefficient de transmission thermique.

Ponts thermiques linéaires

EN ISO 14683. Ponts thermiques dans les bâtiments. Coefficient linéique de transmission thermique. Méthodes simplifiées et valeurs par défaut.

EN ISO 10211. Ponts thermiques dans les bâtiments. Flux thermiques et températures superficielles. Calculs détaillés.

EN ISO 13789:2017. Performance thermique des bâtiments. Coefficients de transfert de chaleur par transmission et par renouvellement d'air. Méthode de calcul.

2 Commencer

Cette section décrit la structure du logiciel et les commandes de base communes aux logiciels CYPE.

2.1 Écran initial

En lançant le logiciel, l'écran initial apparaît, divisé en plusieurs sections :

Fichier. Permet de créer un nouveau fichier, d'ouvrir un fichier existant ou d'ouvrir un des fichiers proposés à titre d'exemple.

Derniers fichiers. Accédez rapidement aux derniers fichiers ouverts dans le logiciel.

Aide. Accès à la documentation du logiciel. Le bouton **À propos de...** affiche votre numéro de licence.

BIMserver.center. Vous devez vous connecter à BIMserver.center avec votre compte utilisateur et votre mot de passe à partir de la barre supérieure de l'écran.

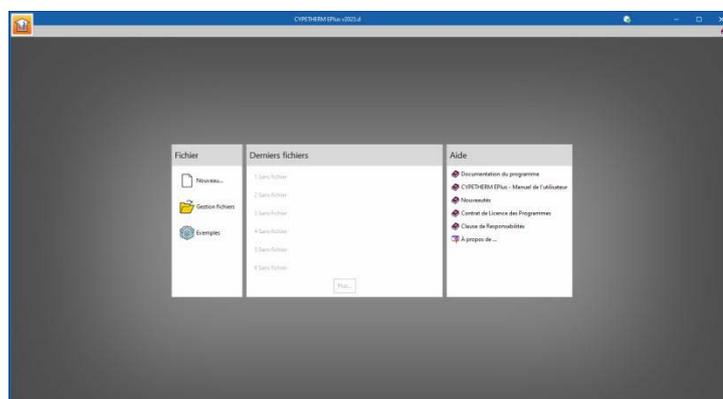


Fig. 1. Écran initial

Pour poursuivre la lecture de ce manuel, nous vous invitons à vous connecter à votre compte BIMserver.center et à ouvrir l'ouvrage exemple *Offices* en cliquant sur le bouton **Exemples** de cet écran initial.

Pour commencer en créant un nouveau fichier, allez à la section [Méthode de travail : flux Open BIM](#).

2.2 Structure de l'interface

L'interface du logiciel est divisée en trois onglets : *Bâtiment*, *Plans de niveau* et *Calcul*. Chacun de ces onglets est structuré en quatre sections.

Barre d'outils. Contient les principales fonctionnalités du logiciel.

Schéma du bâtiment. Contient les éléments qui composent le modèle de calcul.

Fenêtre principale. Permet de modifier les propriétés ou de visualiser les résultats de l'élément sélectionné dans l'arborescence du projet.

Visionneuse du modèle 3D. Permet de visualiser dans le modèle 3D la position de l'élément sélectionné dans l'arborescence ou dans la fenêtre principale.

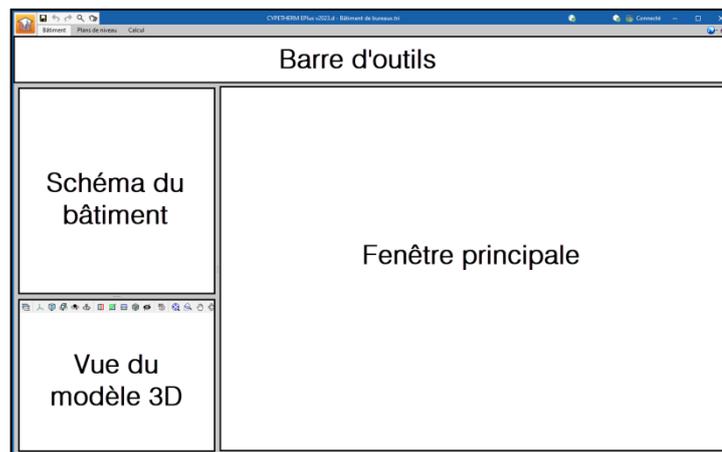


Fig. 2. Structure de l'interface

2.3 Outils

Cette section décrit les commandes de base du logiciel. Ces fonctions et leurs symboles sont communs aux logiciels CYPE.

2.3.1 *Menu principal*

Ce menu est accessible à partir du bouton principal avec l'icône du logiciel, situé dans le coin supérieur gauche de l'écran. Il contient les commandes de base.

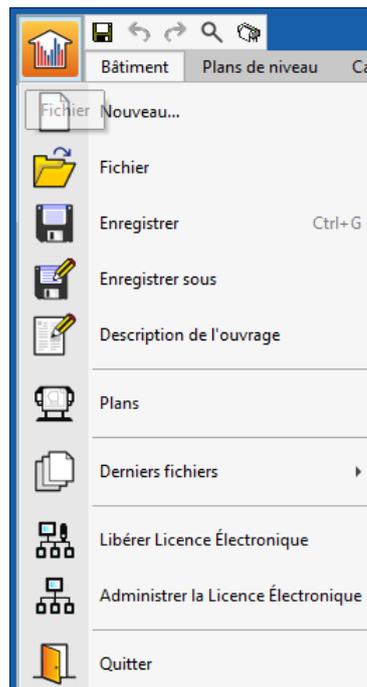


Fig. 3. Menu principal

Nouveau. Crée un nouveau fichier.

Fichier. Ouvre la fenêtre *Gestion des fichiers*, qui fournit les outils énumérés ci-dessous pour agir sur les fichiers CYPETHERM EPlus (fichiers .tri).

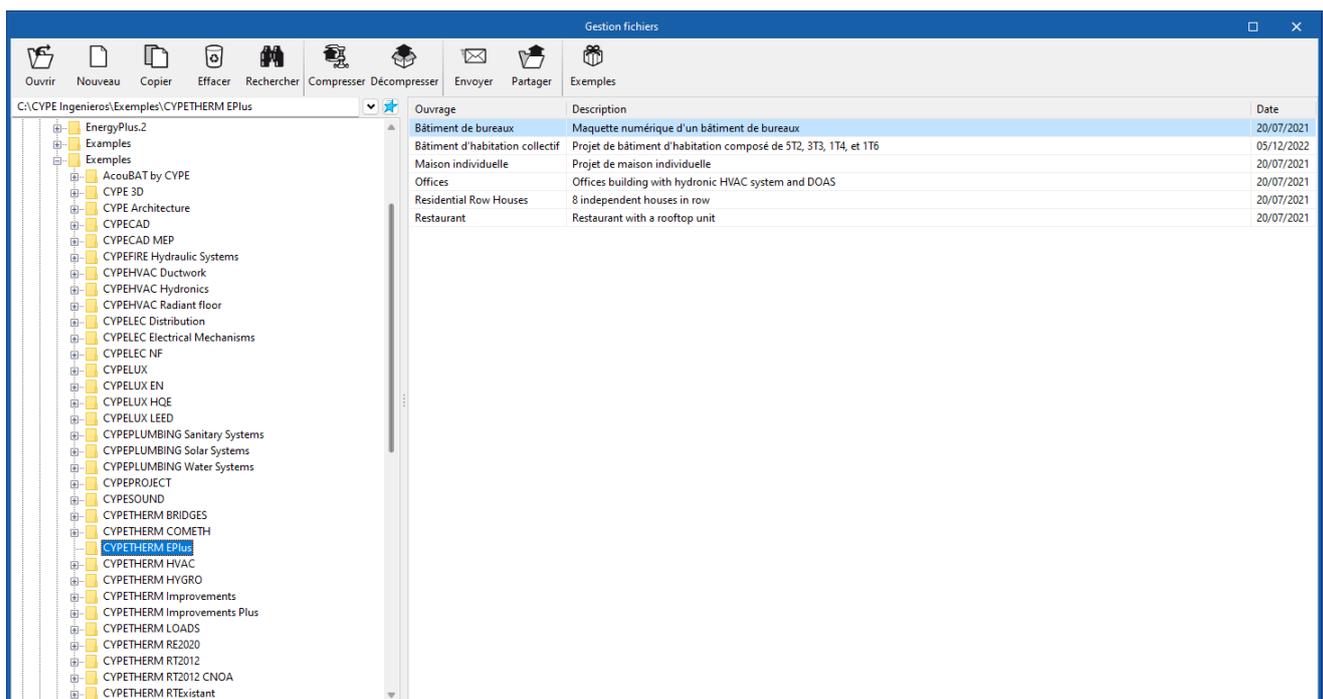


Fig. 4. Gestion des fichiers

Ouvrir. Ouvre le fichier sélectionné.

Nouveau. Crée un nouveau fichier.

Copier. Duplique le fichier sélectionné.

Effacer. Supprime le fichier sélectionné.

Rechercher. Permet la recherche de fichiers par mots-clés.

Compresser. Comprime le fichier sélectionné au format .cyp.

Décompresser. Décompresse un fichier au format .cyp. Le fichier décompressé ne sera visible dans la fenêtre de gestion des fichiers que s'il s'agit d'un fichier de CYPETHERM EPlus (fichier .tri).

Envoyer. Comprime et envoie le fichier sélectionné par e-mail au support technique de CYPE.

Partager. Permet de partager le fichier sélectionné sur Internet. Le fichier sera stocké sur un serveur au format .cyp et une adresse sera générée pour y accéder. Seules les personnes possédant cette adresse pourront accéder au fichier.

Exemples. Permet de restaurer et d'accéder aux ouvrages exemples contenus dans le logiciel.

Enregistrer. Enregistre les modifications apportées au fichier. Le logiciel enregistre automatiquement les modifications en passant à l'onglet *Calcul*.

Enregistrer sous. Enregistre le fichier sous un autre nom ou dans un autre emplacement.

Description de l'ouvrage. Permet de modifier la description de l'ouvrage saisie lors de la création d'un nouveau fichier.

Plans. Permet d'accéder à l'assistant d'impression des plans, pour obtenir les plans contenus dans l'onglet *Plans de niveaux*.

Derniers fichiers. Permet d'accéder directement aux derniers fichiers ouverts dans le logiciel.

Quitter. Ferme le logiciel.

2.3.2 Configuration générale

Ce menu est accessible à partir du bouton avec l'icône du globe, situé dans le coin supérieur droit de l'écran. Il permet de configurer diverses fonctionnalités générales du logiciel, tels que le système d'unités.

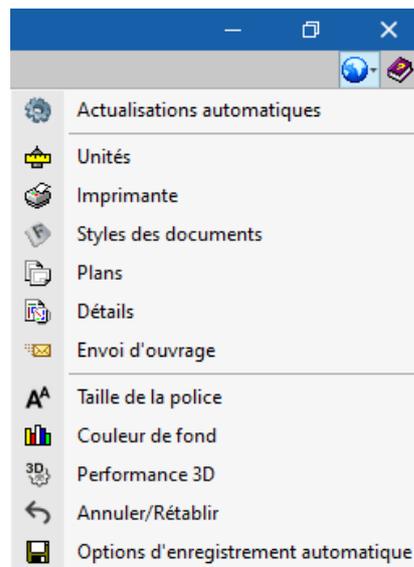


Fig. 5. Menu configuration générale

2.3.3 Aide

Ce menu est accessible à partir du bouton avec l'icône du livre, situé dans le coin supérieur droit de l'écran. Il contient la documentation du logiciel, y compris le manuel d'utilisation, et des informations sur sa licence d'utilisation.

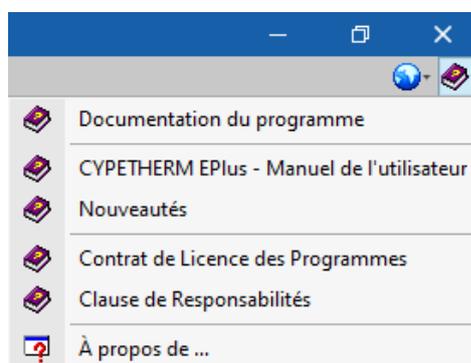


Fig. 6. Menu aide

De plus, des messages d'aide intégrés sont fournis dans les fenêtres du logiciel :

-  Affiche un message d'aide spécifique sur l'option de la fenêtre.

2.3.4 *Gestion d'éléments en listes*

Dans plusieurs fenêtres du logiciel, les éléments de l'ouvrage sont organisés en listes. Les commandes suivantes sont fournies pour gérer et éditer les éléments :

 Ajoute un nouvel élément à la liste.

 Supprime l'élément sélectionné de la liste.

 Duplique l'élément sélectionné, en ajoutant une copie à la liste.

 Accède à la fenêtre d'édition de l'élément sélectionné.

 Déplace l'élément sélectionné dans la liste, pour la trier.

 Attribue les caractéristiques de l'élément sélectionné aux autres éléments de la liste.

 Affiche la liste des éléments disponibles.

2.3.5 *Utilisation de bibliothèques*

L'utilisation de bibliothèques permet de définir des éléments dans l'ouvrage en cours et de les sauvegarder sur le disque pour les utiliser dans d'autres projets.

Dans le processus d'importation ou d'actualisation du modèle BIM, il est possible de définir un répertoire pour la recherche de typologies. Si ce répertoire contient des éléments de CYPETHERM EPlus dont les références coïncident avec celles des éléments de l'ouvrage en cours, le logiciel importera automatiquement leurs propriétés.

 Importe dans l'ouvrage les éléments enregistrés sur le disque. Si cette commande est appliquée à un élément défini dans l'ouvrage, seules les propriétés de l'élément enregistré seront importées, sans modifier la référence de l'élément défini dans l'ouvrage actuel.

 Actualise les éléments définis dans l'ouvrage, avec les propriétés des éléments enregistrés sur le disque avec la même référence.

 Exporte l'élément sélectionné vers un fichier, afin de pouvoir l'importer ultérieurement.

 Permet de sélectionner une liste d'éléments enregistrés pour les charger dans la bibliothèque lors de la création d'un nouveau fichier.

2.3.6 Assistants de définition des propriétés

Dans une grande partie des éléments de l'ouvrage, des assistants permettent de définir leurs propriétés, avec des valeurs provenant de sources de référence telles que les normes EN et ISO ou les manuels de l'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers).

➡ Ouvre l'assistant de définition de l'élément. Dans le cas des systèmes de climatisation, ce bouton rétablit les propriétés par défaut.

2.3.7 Génération de plans

Un outil pour générer et imprimer des plans est fourni par l'option **Plans** du *Menu principale* par le bouton d'accès rapide  présent pour tous les onglets. Dans CYPETHERM EPlus, cet assistant agit sur les plans et les fonds de plan définis dans l'onglet *Plans de niveau*.

Dans la fenêtre qui s'ouvre en cliquant sur ces deux boutons, il est possible d'ajouter les dessins (plans de niveau) souhaités au plan et choisir le périphérique d'impression, y compris l'impression au format PDF.

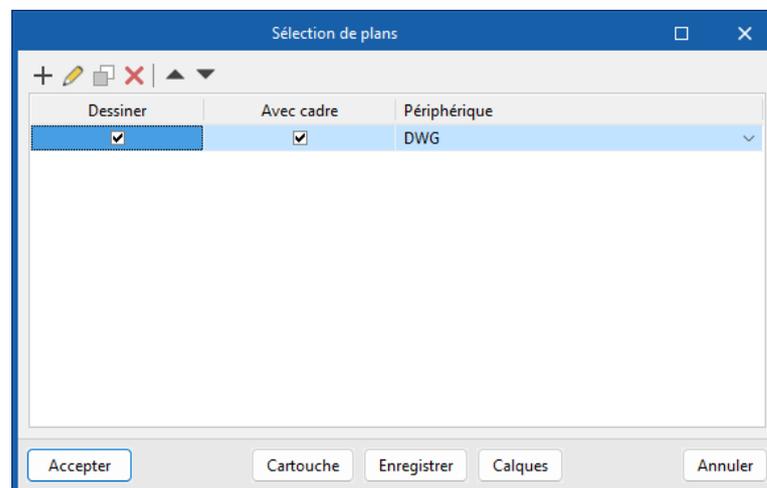


Fig. 7. Sélection des dessins à incorporer au plan

En cliquant sur **Accepter**, l'outil de **Dessin de plans** s'ouvre dans une nouvelle fenêtre, où disposer les différents dessins sélectionnés dans le plan.

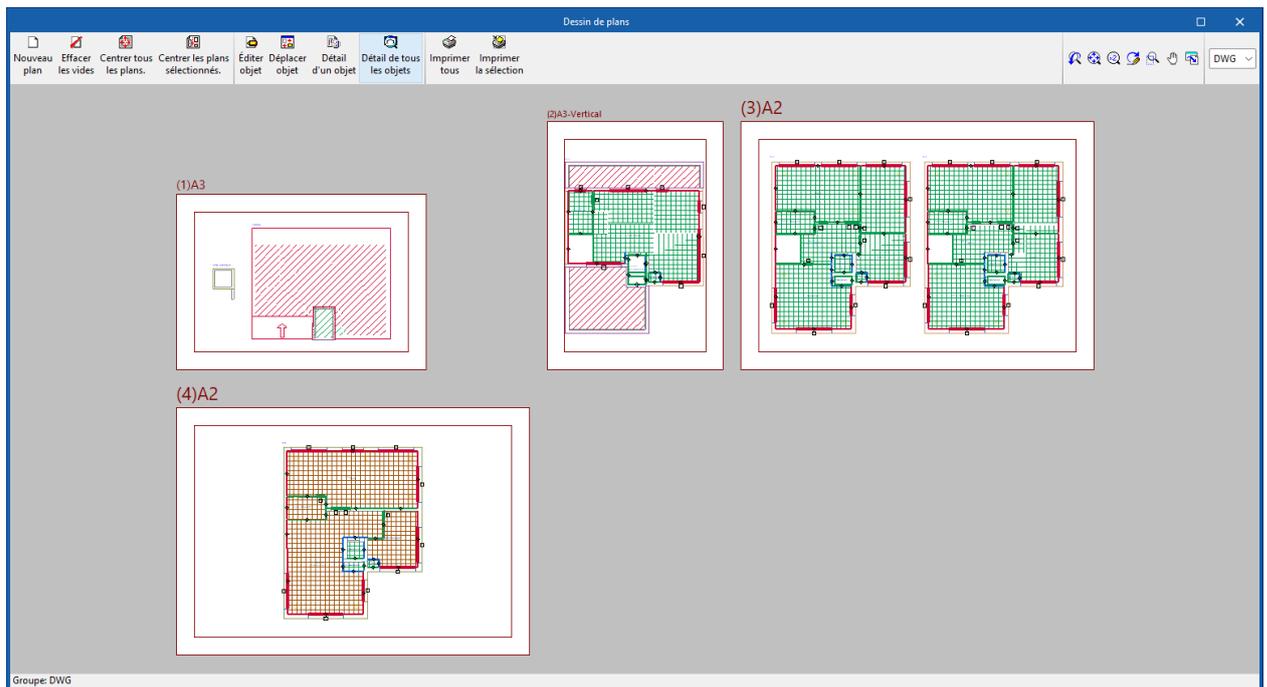


Fig. 8. Outil de génération et d'impression des plans

3 Bâtiment

L'onglet *Bâtiment* définit les paramètres généraux, les données de l'emplacement et le modèle du bâtiment. Le modèle du bâtiment est contenu dans un schéma en arborescence composé des branches suivantes :

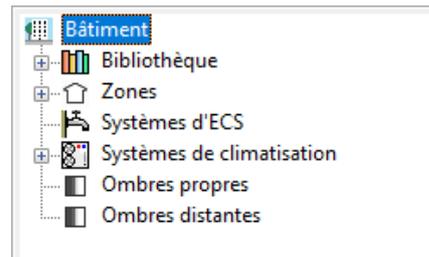


Fig. 9. Schéma du modèle du bâtiment

Bibliothèque. Dans la bibliothèque, les types de locaux et les éléments constructifs du bâtiment (murs extérieurs, parois intérieures, vitrages, portes et ponts thermiques linéaires) sont saisis.

Zones. Dans chaque zone, les locaux qui la composent sont introduits en définissant les murs (façades, murs mitoyens, cloisons et parois en contact avec le sol), les planchers (radiers, planchers, planchers bas donnant sur l'extérieur et toitures) et les ponts thermiques linéaires. Les unités terminales du système ou les systèmes de climatisation desservant les locaux de la zone sont également saisis.

Systèmes d'ECS. Les systèmes du bâtiment pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) sont définis.

Systèmes de climatisation. Les sous-systèmes de production et de distribution du ou des systèmes de chauffage et/ou de refroidissement de l'ouvrage sont définis.

Ombres propres. Les surfaces du bâtiment qui n'appartiennent pas aux locaux mais qui peuvent projeter des ombres sur les façades et les toitures, comme les planchers des balcons ou les garde-corps, sont définies.

Ombres distantes. Les surfaces des obstacles distants pouvant projeter des ombres sur le bâtiment sont définies.

3.1 Paramètres généraux

Les données générales du bâtiment suivantes sont définies dans la fenêtre *Paramètres généraux* :

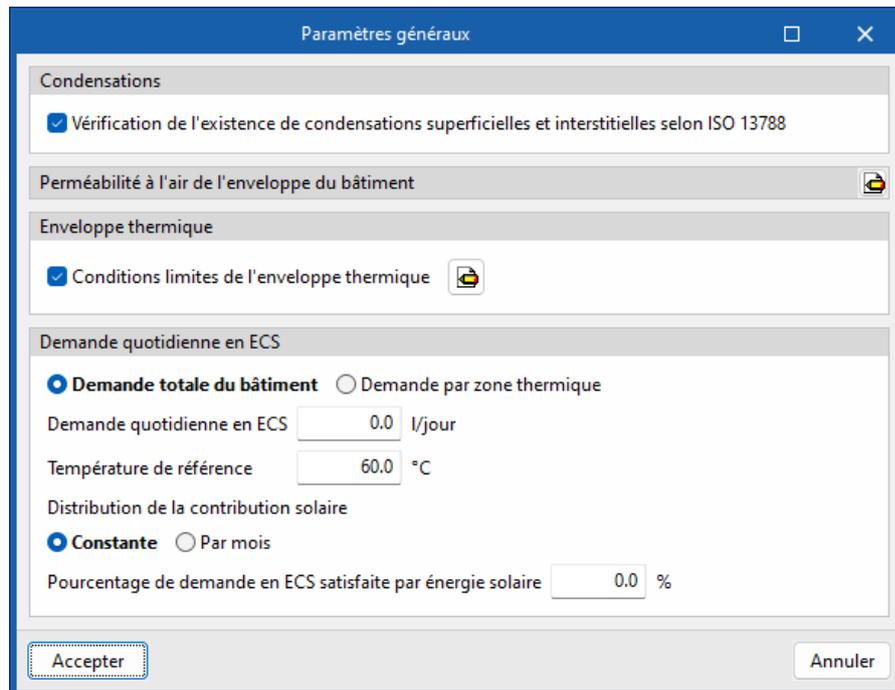


Fig. 10. Paramètres généraux

3.1.1 Condensations

Le logiciel inclut en option une vérification de l'existence de condensations superficielles et interstitielles selon la norme EN ISO 13788, fournissant des résultats pour chaque système constructif. Si cette option est activée, la simulation énergétique ne pourra pas être effectuée si les vérifications de condensation ne sont pas remplies.

3.1.2 Perméabilité à l'aide l'enveloppe du bâtiment

Les valeurs de perméabilité à l'air sont définies pour les différents types d'éléments opaques et d'ouvertures formant l'enveloppe du bâtiment. Il est permis de définir une valeur limite du taux de renouvellement de l'air à une pression différentielle de 50 Pa (n50), qui doit être comparée à la valeur calculée pour le bâtiment dans le récapitulatif *Enveloppe thermique*.

3.1.3 *Enveloppe thermique*

Le logiciel comprend, en option, la vérification des valeurs limites de transmittance thermique (U) pour les différentes typologies d'éléments constructifs. Dans cette section, l'utilisateur peut définir ces valeurs. Si l'un des composants de l'enveloppe thermique du bâtiment dépasse la valeur limite établie, une alerte apparaît en cliquant sur le bouton *Vérifier le modèle*.

3.1.4 *Demande quotidienne en ECS*

Il est possible de définir la demande en eau chaude sanitaire (ECS) avec une valeur unique pour l'ensemble du bâtiment, ou de définir une valeur pour chaque zone thermique. Les paramètres relatifs à l'ECS sont décrits dans la section [Zones thermiques du bâtiment](#).

3.2 Données de l'emplacement

Dans la fenêtre *Données de l'emplacement*, les données climatiques de la commune où se trouve le bâtiment sont décrites. La simulation énergétique doit être effectuée avec le fichier de données climatiques indiqué dans la section [Fichier de données climatiques](#), située dans le coin supérieur gauche de ce panneau. L'assistant  permet de compléter les données du panneau avec les informations contenues dans ce fichier. Les graphiques de température extérieure, de répartition du vent et d'irradiation solaire présentés dans cette fenêtre reflètent les données du fichier de données climatiques sélectionné.

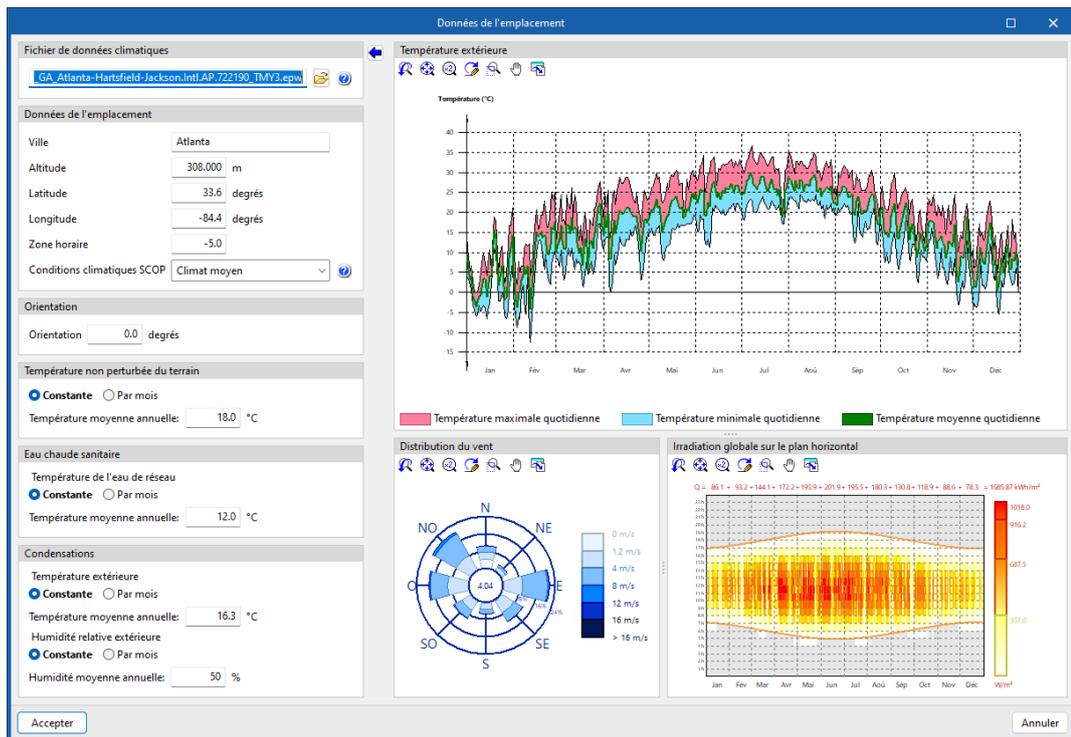


Fig. 11. Données de l'emplacement

Les paramètres suivants, liés à la localisation, sont définis et interviennent dans les calculs du logiciel :

3.2.1 Données de l'emplacement

3.2.1.1 Ville, Altitude, Latitude, Longitude, Zone horaire

Ces données sont informatives et participent à la rédaction des rapports de résultats. Dans la simulation énergétique, ces paramètres sont automatiquement lus à partir du fichier de données climatiques .epw.

3.2.1.2 Conditions climatiques SPF

Sélectionnez la zone climatique appropriée pour l'emplacement du bâtiment. Cette sélection intervient dans la détermination de la performance moyenne saisonnière ($SCOP_{ECS}$).

3.2.2 *Orientation*

Permet de faire pivoter le bâtiment. L'orientation du bâtiment est affichée dans l'onglet *Plans de niveau*, à l'aide de la flèche située dans le coin inférieur gauche de la vue du plan.

3.2.3 *Température non perturbée du terrain*

La température du terrain (sans influence des conditions ambiantes) est définie comme une valeur constante pour l'année entière ou par mois. Ces valeurs interviennent dans le calcul des pertes de chaleur vers le terrain.

3.2.4 *Eau chaude sanitaire*

La température de l'eau du réseau est définie, avec une valeur constante pour l'année entière ou par mois. Ces valeurs interviennent dans le calcul de l'énergie demandée pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

3.2.5 *Condensations*

Les valeurs de température et d'humidité extérieures à utiliser pour vérifier la condensation doivent être définies. Vous pouvez définir des valeurs constantes pour l'année entière ou par mois.

3.2.6 *Fichier de données climatiques*

Saisissez l'emplacement du fichier de données climatiques au format .epw correspondant à la commune du bâtiment. Sur le site officiel d'EnergyPlus (energyplus.net/weather), les fichiers de données climatiques .epw de plus de 2100 localisations dans le monde sont disponibles gratuitement.

3.3 Sources d'énergie

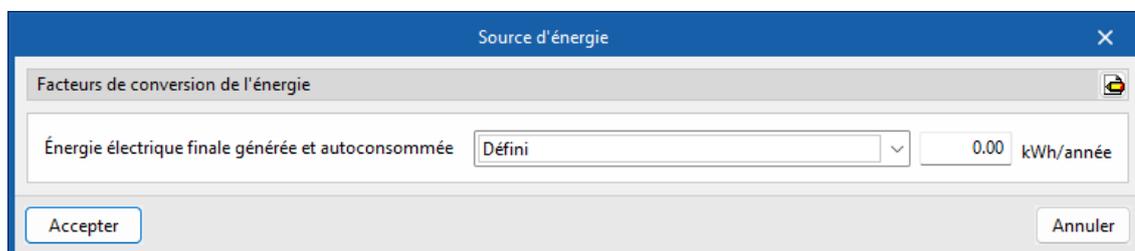


Fig. 12. Sources d'énergie

3.3.1 *Facteurs de conversion de l'énergie*

Les facteurs de transmission de l'énergie finale à l'énergie primaire, à l'énergie primaire non renouvelable et aux émissions de CO₂ sont définis pour les différents types de vecteurs énergétiques disponibles dans le logiciel.

3.3.2 *Énergie électrique finale générée et autoconsommée*

La quantité annuelle d'énergie électrique générée et consommée par le bâtiment lui-même, généralement grâce à l'utilisation de sources renouvelables in situ (installation solaire photovoltaïque, mini-éolienne, mini-hydraulique, etc.), est définie. La valeur indiquée est soustraite de la consommation d'énergie électrique finale annuelle pour déterminer la part de la consommation d'énergie électrique provenant du réseau.

3.4 Bibliothèque

La bibliothèque contient les typologies d'éléments utilisés dans l'ouvrage. Les éléments de chacune des sections de la bibliothèque sont créés et gérés au moyen des commandes de gestion des listes et d'utilisation de la bibliothèque, décrites dans la section *Outils généraux*.

Les éléments qui composent le modèle du bâtiment sont classés dans les typologies décrites ci-dessous.

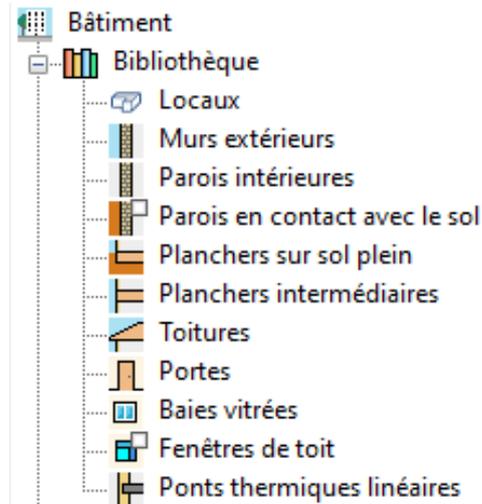


Fig. 13. Bibliothèque des typologies d'éléments du bâtiment

3.4.1 *Locaux*

Les concepts définis pour chaque type de local sont ceux liés aux apports thermiques internes. En fonction du type d'apports internes présents, deux types de local sont distingués :

Habitable. Local intérieur destiné à être utilisé par des personnes. Dans ces locaux, il est possible de définir le débit de ventilation, la puissance d'éclairage installée, le niveau d'occupation et d'activité et la puissance installée de l'équipement interne.

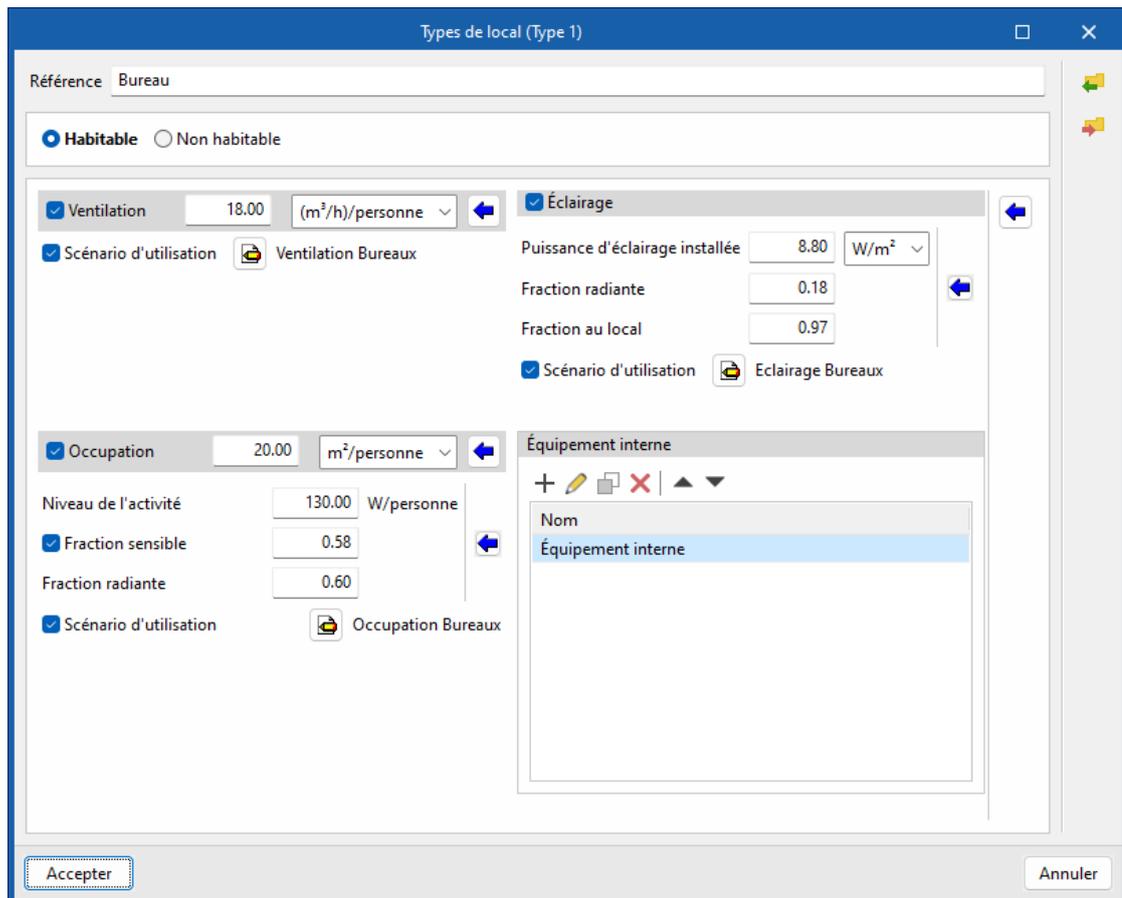


Fig. 14. Local habitable

Chacun de ces concepts est défini par une valeur nominale et un scénario d'utilisation, qui modifie cette valeur nominale en cours d'année en appliquant un pourcentage. Si aucun scénario d'utilisation n'est défini, la valeur nominale est considérée comme constante tout au long de l'année.

À droite de chacun de ces concepts se trouve un assistant  qui propose des valeurs nominales en fonction de l'utilisation du local. À droite de la fenêtre, le bouton de l'assistant qui englobe les quatre concepts offre des valeurs pour l'ensemble du local.

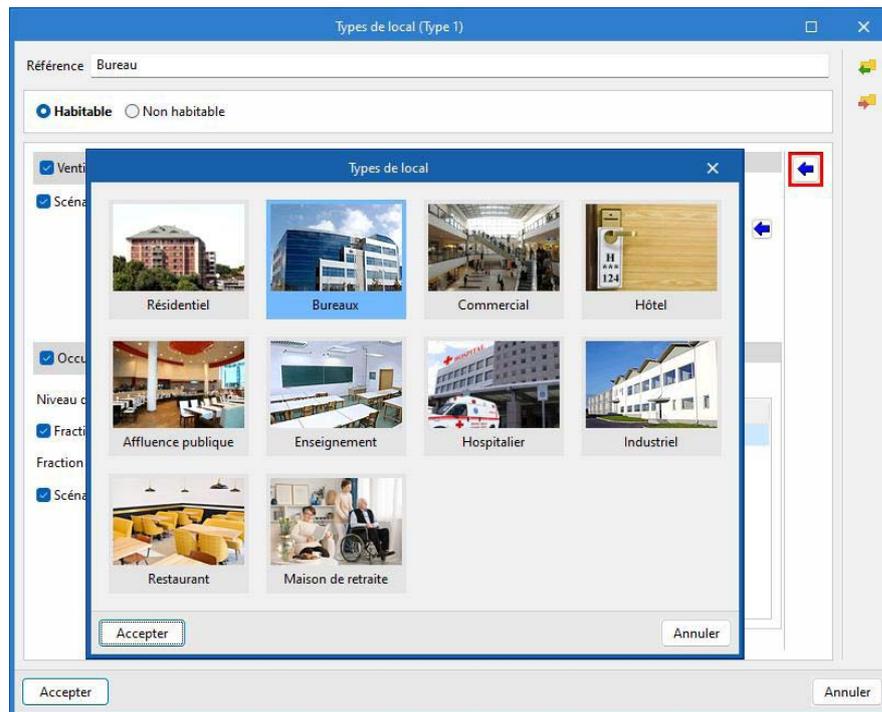


Fig. 15. Assistant de définition des types de local

Non habitable. Local intérieur non destiné à être utilisé en permanence par des personnes, c'est-à-dire un local sans besoin de climatisation (par exemple, un garage, un débarras ou une salle technique). Dans ces locaux, il est possible de définir le débit de ventilation (qui doit être permanent), la puissance d'éclairage installée et la puissance installée de l'équipement interne.

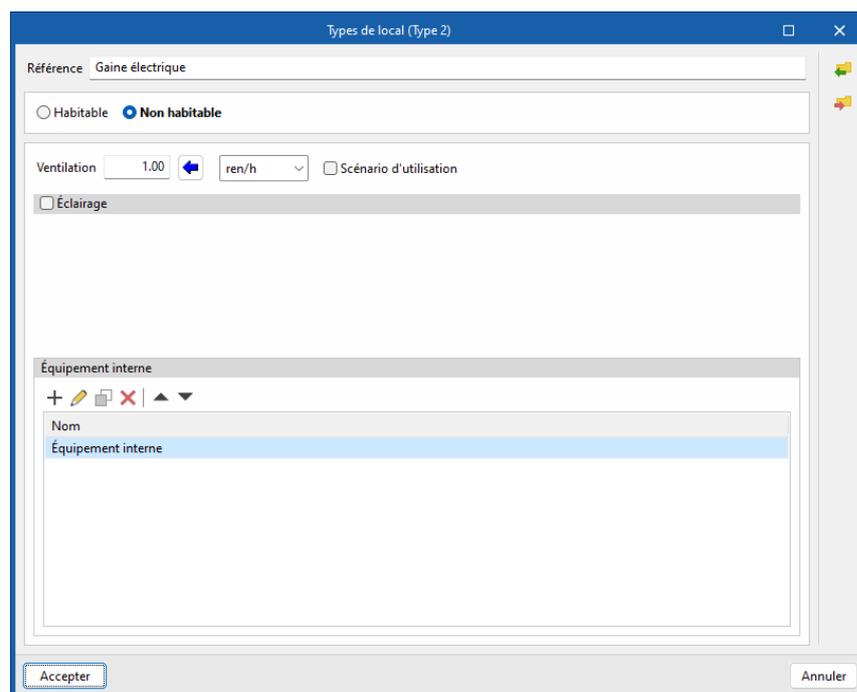


Fig. 16. Local non habitable

3.4.2 *Éléments constructifs opaques du bâtiment*

Les éléments constructifs opaques du bâtiment sont classés dans les catégories suivantes au sein de la bibliothèque :

Murs extérieurs. Murs en contact avec l'environnement extérieur (façades) ou en contact avec les espaces d'un autre bâtiment (murs mitoyens). Lors de la définition d'un local, il faut préciser s'il s'agit d'un mur mitoyen et s'il est adiabatique.

Parois intérieures. Cloisons disposées de manière à séparer l'intérieur du bâtiment en différentes zones.

Parois en contact avec le sol. Ces parois verticales en contact avec le sol sont utilisées pour construire des niveaux en infrastructure (sous-sols).

Planchers sur sol plein. Parois horizontales (dallages, planchers sur vide sanitaire) en contact avec le terrain.

Planchers intermédiaires. Les planchers intermédiaires sont les parois inférieures horizontales ou légèrement inclinées situées entre un étage et un autre, c'est-à-dire les sols de chaque étage intermédiaire du bâtiment. Cette catégorie comprend également les planchers bas donnant sur l'extérieur.

Toitures. Parois supérieures en contact avec l'environnement extérieur.

Il existe deux façons de définir les éléments constructifs opaques du bâtiment :

3.4.2.1 *Définition par couches*

Les couches de matériaux qui composent l'enveloppe sont définies dans l'ordre, de l'extérieur vers l'intérieur dans le cas des parois verticales (murs), et du haut vers le bas dans le cas des parois horizontales (planchers).

Les matériaux qui composent les enveloppes opaques sont classés en matériaux solides, lames d'air (y compris ventilées) et pares-vapeurs. Les propriétés thermiques de chacun des matériaux doivent être définies, en fonction de leur *Type de couche*. À droite de la fenêtre *Couche*, plusieurs bibliothèques de matériaux sont fournies à partir des normes de divers pays.

Une seule valeur du coefficient d'absorption de l'élément constructif est donnée, qui doit correspondre à la couche externe (sur laquelle la radiation solaire répercute).

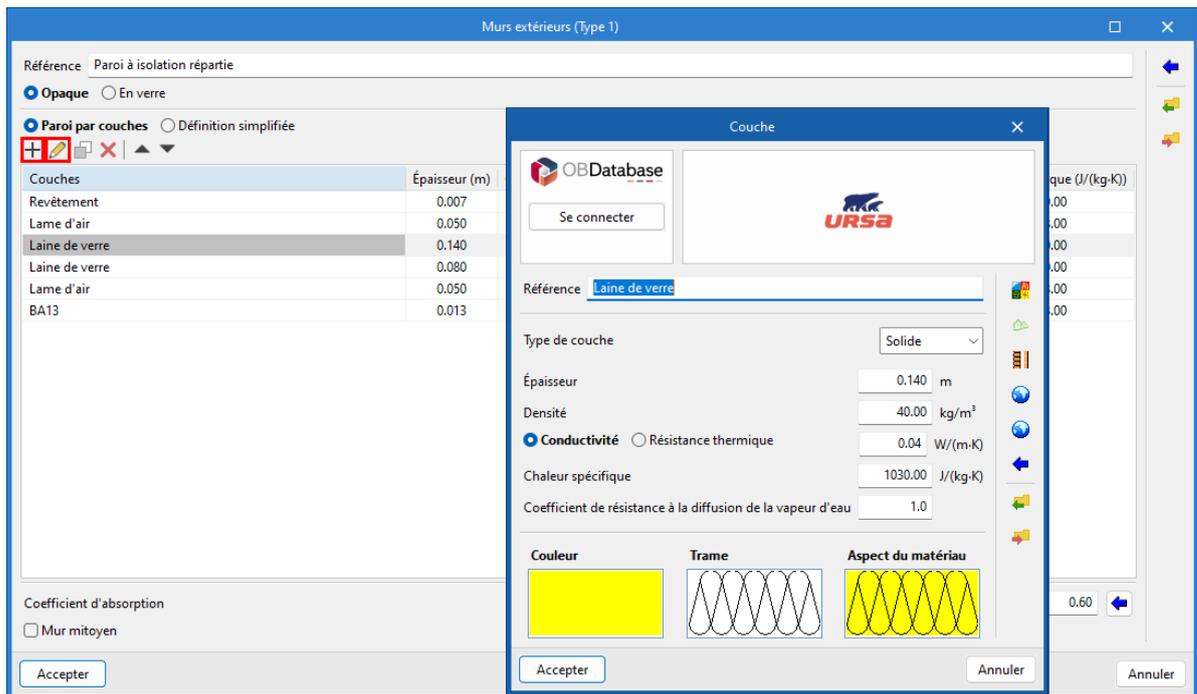


Fig. 17. Définition d'éléments constructifs opaques par couches

3.4.2.2 Définition simplifiée

Les propriétés thermiques globales de l'enveloppe sont définies. La propriété *Capacité thermique par unité de surface* n'est pas impliquée dans la simulation, elle est seulement utilisée dans les récapitulatifs de résultats.

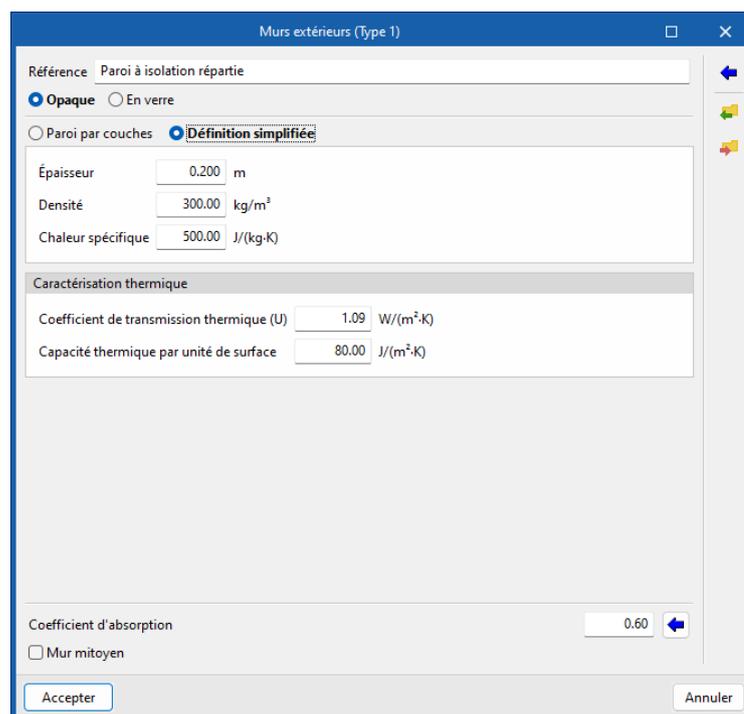


Fig. 18. Définition d'éléments constructifs opaques de manière simplifiée

3.4.3 Ouvertures du bâtiment

Les ouvertures du bâtiment sont classées dans les catégories suivantes dans la bibliothèque :

Portes. Ouvertures opaques. Elles sont définies par leur coefficient de transmission thermique (valeur U) et leur coefficient d'absorption.

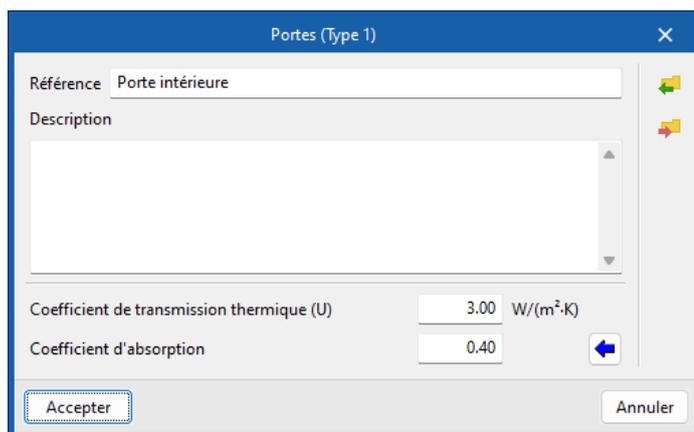


Fig. 19. Définition de portes

Perois extérieures. Option **Vitrée**. Parois translucides verticales en contact avec l'environnement extérieur (façades de murs rideaux).

Baies vitrées. Ouvertures translucides dans les parois verticales (fenêtres et portes vitrées).

Fenêtres de toit. Ouvertures translucides dans les parois horizontales.

Dans la définition des baies vitrées et des fenêtres de toit, les caractéristiques suivantes peuvent être spécifiées :

Perméabilité à l'air pour une pression de référence de 100 Pa. Cette valeur est donnée par la classe de la menuiserie, disponible via l'assistant .

Fraction vitrée. Le coefficient de transmission thermique (valeur U) et le facteur solaire de la baie vitrée doivent être spécifiés. Si l'option **Fraction opaque** est sélectionnée, les valeurs indiquées dans cette fenêtre seront appliquées uniquement à la fraction vitrée de la baie.

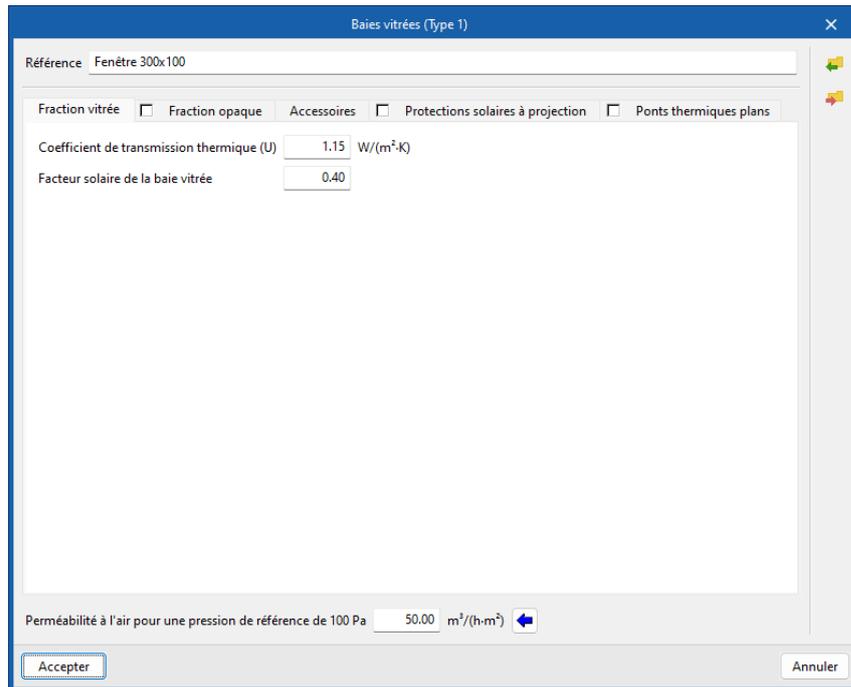


Fig.20. Définition de baies vitrées et fenêtres de toit : Fraction vitrée

Fraction opaque. Il est possible de spécifier la proportion châssis/vitrage de la baie et ses propriétés thermiques, ainsi que l'existence de ponts thermiques dus au couplage entre les différentes parties formant la baie, qui sont définies par leur longueur et leur transmittance thermique linéaire. Un assistant  est fourni pour déterminer ce dernier paramètre avec les valeurs de la norme EN ISO 10077-1.

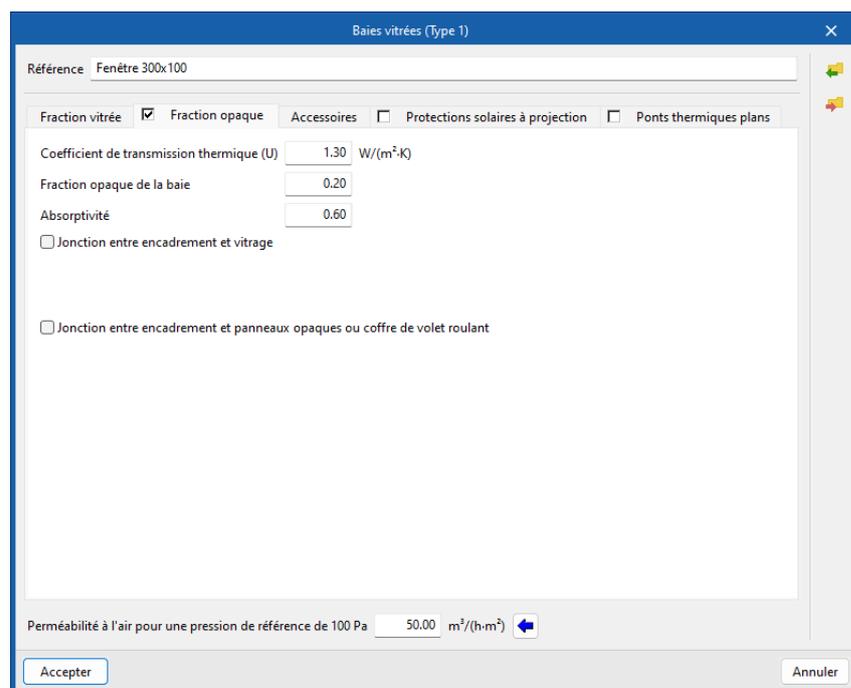


Fig. 21. Définition de baies vitrées et fenêtres de toit : Fraction opaque

Accessoires. Il est possible d'ajouter des accessoires de protection solaire externes (volets) ou internes (rideaux) et de définir leur activation.

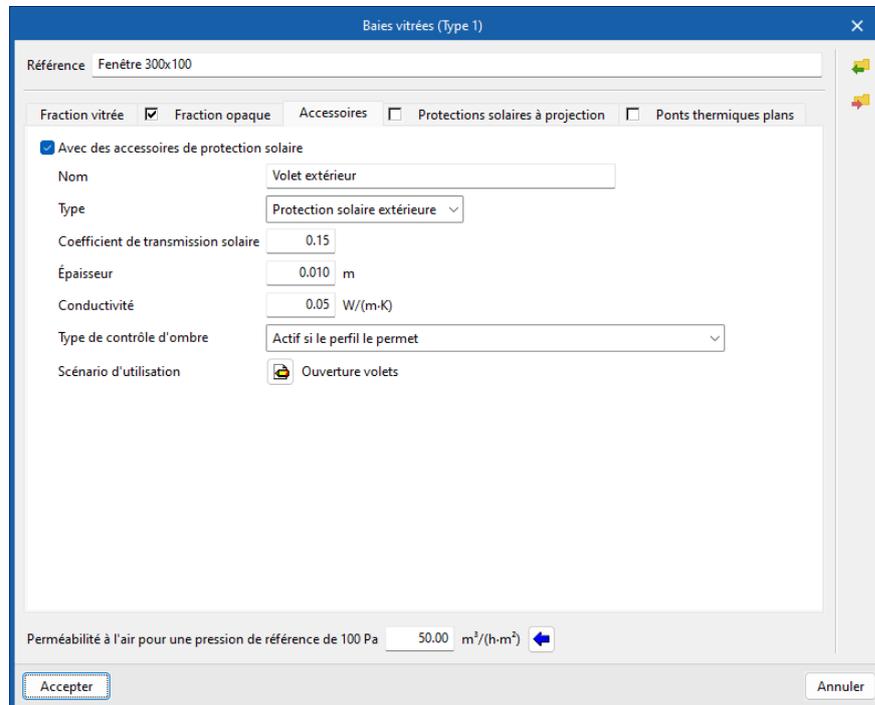


Fig. 22. Définition de baies vitrées et fenêtres de toit : Accessoires de protection solaire

Protections solaires à projection. Il est permis de définir les saillies de la façade qui projettent des ombres sur la baie.

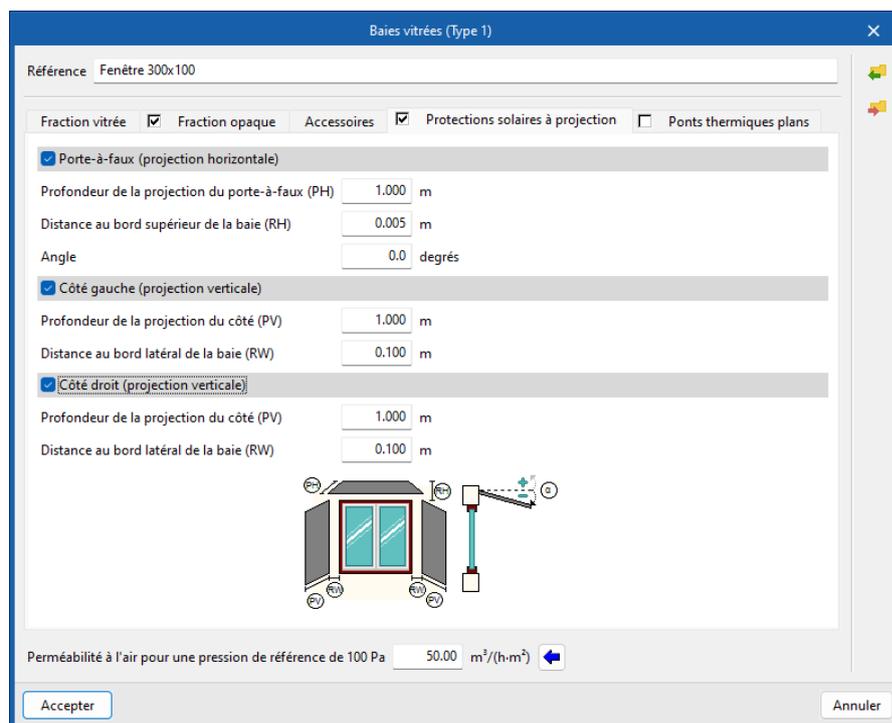


Fig. 23. Définition de baies vitrées et fenêtres de toit : Protections solaires fixes à projection

Ponts thermiques plans. Il est possible de définir les éléments constructifs entourant la baie, par couches de matériaux ou par leurs propriétés thermiques globales, afin de prendre en compte le transfert de chaleur à travers eux.

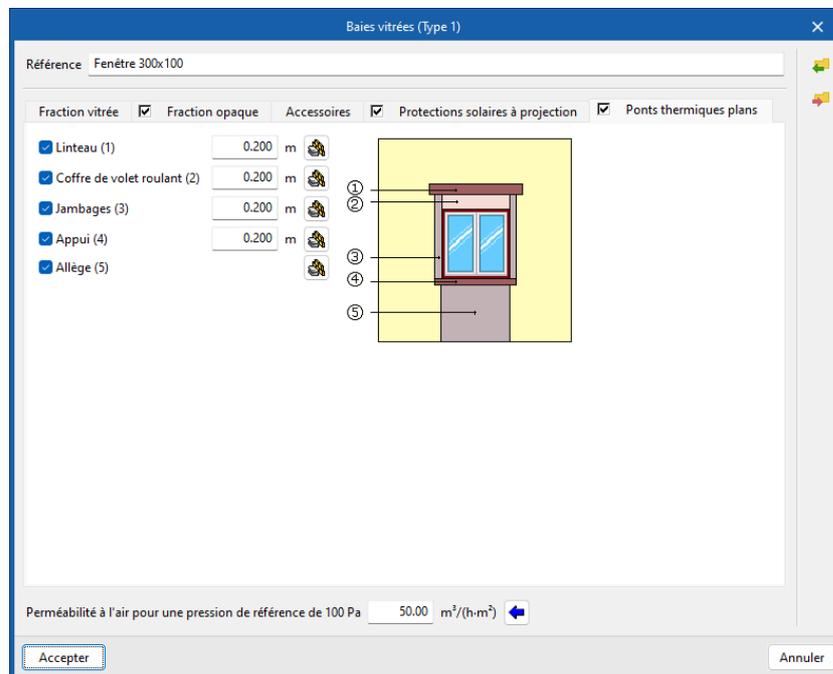


Fig. 24. Définition de baies vitrées et fenêtres de toit : Ponts thermiques plans

3.4.4 Ponts thermiques linéaires

Les ponts thermiques linéaires sont produits par la liaison des différents éléments constructifs du bâtiment entre eux et avec le terrain.

Pour définir un type de pont thermique, vous devez préciser sa transmittance thermique linéaire Ψ et l'origine de cette valeur (menu déroulant *Valeur*). Les ponts thermiques marqués avec l'option **Non défini** n'interviendront pas dans la simulation énergétique.

Plusieurs assistants basés sur différentes normes sont proposés pour déterminer la valeur de la transmittance thermique linéaire en fonction du type de liaison et des caractéristiques des éléments constructifs qui convergent.

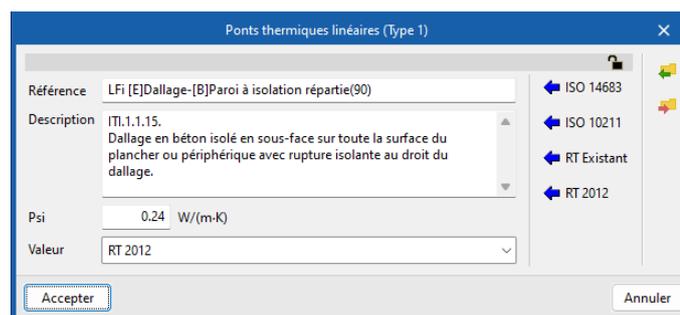


Fig. 25. Définition de ponts thermiques linéaires

Un outil pour la définition automatique des ponts thermiques linéaires est fourni via le bouton **Arêtes** de la barre d'outils (voir section [Arêtes](#) ).

3.5 Zones

Le modèle du bâtiment est défini à l'intérieur de *Zones*. Un bâtiment peut être divisé en une ou plusieurs zones thermiques, qui contiennent les locaux du bâtiment. Une zone thermique est constituée d'un groupe de locaux qui partagent des conditions de température opérationnelles.

Dans le schéma du bâtiment, à l'intérieur de chaque zone thermique, les locaux qu'elle contient et les unités terminales du système de climatisation desservant ces locaux sont définis.



Fig. 26. Zones du bâtiment

Cette section décrit les caractéristiques des zones et des locaux. Les caractéristiques des unités terminales sont décrites dans la section [Systèmes de climatisation](#).

3.5.1 Zones thermiques du bâtiment

Lorsqu'une zone thermique est sélectionnée dans l'arborescence, elle est mise en surbrillance dans la visionneuse du modèle 3D et le panneau *Zone* s'affiche dans la fenêtre principale, où les propriétés suivantes sont définies :

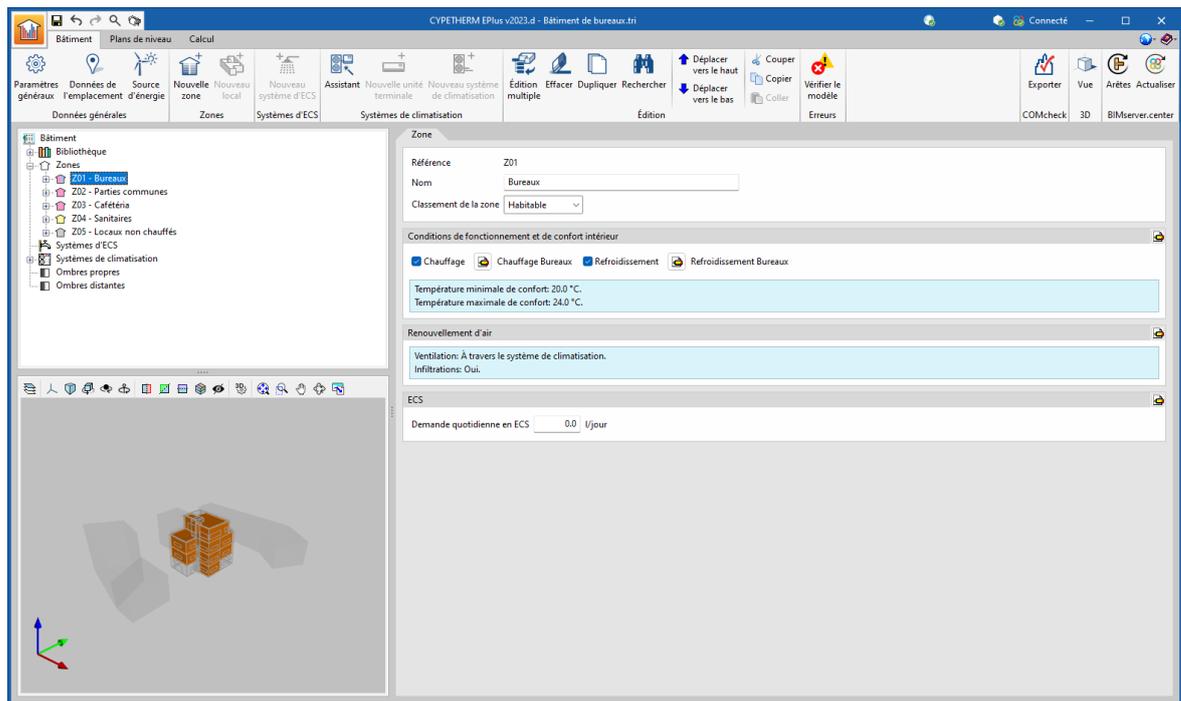


Fig. 27. Propriétés de zone thermique

3.5.1.1 Classement de la zone

Habitable ou *Non habitable*. Tous les locaux de la zone doivent être du type choisi dans ce menu déroulant.

Dans l'arborescence, une zone classée comme *Non habitable* ou *Non définie* est représentée en gris. Une zone classée comme *Habitable* est colorée en fonction de ses conditions de fonctionnement.

3.5.1.2 Conditions de fonctionnement et de confort intérieur

Chauffage. La température de consigne de chauffage est définie au moyen d'un profil horaire.

Refroidissement. La température de consigne de refroidissement est définie au moyen d'un profil horaire.

Dans l'arborescence, une zone habitable non climatisée (avec des températures de consigne non définies) est affichée en jaune. Si *Chauffage* est coché, il est affiché en rouge et si *Refroidissement* est coché, il est affiché en bleu.

Dans cette section, le bouton **Édition de propriétés avancées**  permet de définir une température maximale et minimale de confort intérieur. Ces valeurs de température sont utilisées dans le récapitulatif *Confort intérieur* pour effectuer des comparaisons avec la température intérieure de la zone. Ces températures de confort n'interviennent pas dans la simulation avec EnergyPlus.

3.5.1.3 Ventilation et infiltrations

Ventilation. Le type de ventilation doit être défini pour tous les locaux de la zone, entre :

- **Naturelle.** Le débit de ventilation défini dans les locaux de la zone entre directement.
- **Mécanique.** Les caractéristiques du ou des ventilateurs (option double flux) qui souffle le débit de ventilation établi dans les locaux de la zone sont définies.
- **À travers le système de climatisation.** Le débit de ventilation défini dans les locaux de la zone entre par le système de climatisation défini, qui doit être compatible avec cette fonction.

Infiltrations. Il est possible de définir l'existence d'infiltrations dans chaque zone, c'est-à-dire un débit d'air provenant de l'extérieur qui pénètre dans le groupe de locaux de manière non désirée. Différentes possibilités de définir ce débit sont offertes, à travers deux méthodes de calcul et différents scénarios d'utilisation.

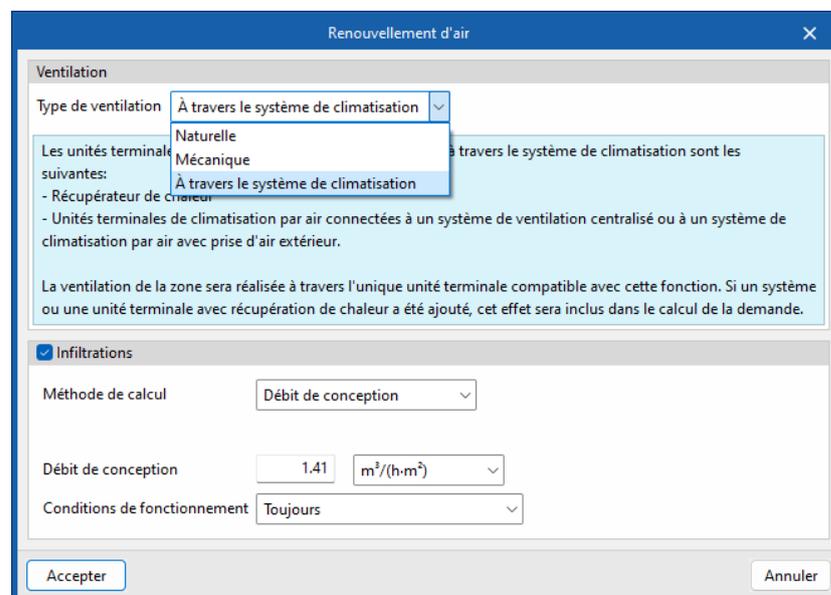


Fig. 28. Ventilation et infiltrations, dans la Zone

Cette section apparaît dans chaque zone thermique si l'option **Demande par zone thermique** a été choisie dans les *Paramètres généraux*  dans *Demande quotidienne en ECS*.

Les paramètres suivants sont définis en fonction de la demande en eau chaude sanitaire dans chaque zone du bâtiment. Si l'option **Demande totale du bâtiment** a été choisie, ces définitions doivent être effectuées pour le bâtiment total, dans la fenêtre *Paramètres généraux*.

Demande quotidienne en ECS. Volume d'eau chaude sanitaire (ECS) consommé en une journée.

Température de référence. Température de production du volume d'ECS défini dans la demande quotidienne en ECS.

Distribution de la contribution solaire. Le pourcentage de la demande d'énergie pour la production d'ECS couvert par l'installation solaire thermique du bâtiment est défini. Il est possible de définir une valeur constante, ou par mois. Si le bâtiment ne dispose pas d'une installation solaire thermique, la valeur 0% doit être indiquée.

3.5.1.4 *Condensations*

Cette section définit les paramètres d'environnement intérieur pour calculer la vérification de l'existence de condensations superficielles et interstitielles, si cette option a été activée dans les *Paramètres généraux* .

Le bouton **Diagramme psychrométrique** affiche les points de température et d'humidité de l'air intérieur (couleur rouge) définis dans cette section, et de l'air extérieur défini dans la fenêtre *Données de l'emplacement* .

3.5.2 *Locaux*

À l'intérieur de chaque zone, les locaux qui la composent sont définis. Les locaux du bâtiment et leurs éléments constructifs sont importés du modèle BIM, de sorte que les définitions développées tout au long de cette section seront obtenues automatiquement (section *Méthode de travail : flux Open BIM*).

Lorsqu'un local est sélectionné dans l'arborescence, il est mis en surbrillance dans la visionneuse du modèle 3D et le panneau *Local* s'affiche dans la fenêtre principale. Un local est défini par sa typologie au sein de la bibliothèque et ses caractéristiques géométriques générales (aire et volume).

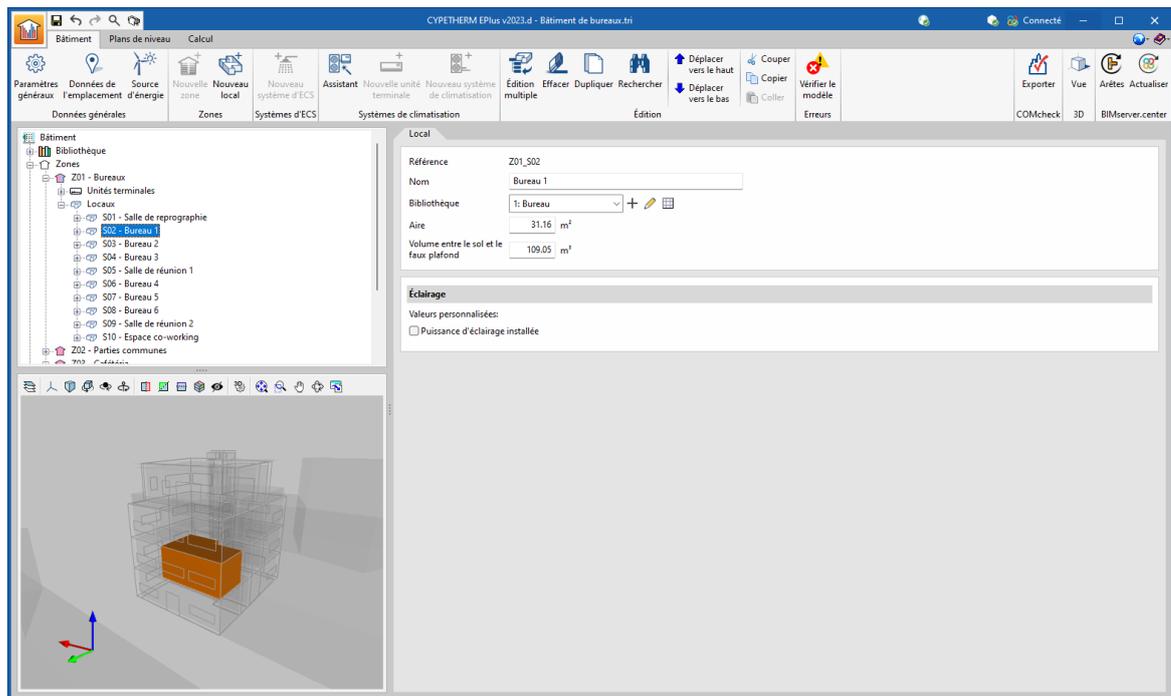


Fig.29. Propriétés d'un local du bâtiment

La valeur d'*Aire* définie dans les locaux est utilisée pour calculer les résultats de la simulation par unité de surface. Il est permis de définir des locaux sans surface de plancher (*Aire* = 0), à condition qu'au moins un local de la même zone thermique ait une valeur d'*Aire* supérieure à 0.

Il est possible de définir une valeur individualisée de la puissance d'éclairage installée pour chaque local. Si cette option est cochée, la valeur définie remplace la valeur de la typologie de bibliothèque correspondante. Cette option n'est disponible que si la typologie de local choisie dans *Bibliothèque* a une charge d'éclairage définie (case *Éclairage* activée).

Dans le schéma du bâtiment, à l'intérieur de chaque local, les éléments constructifs qui le composent et les ponts thermiques associés au local sont affichés et définis.

3.5.2.1 *Éléments constructifs du local*

Les éléments constructifs du local sont divisés en murs extérieurs et en planchers (parois horizontales). Chacun de ces groupes contient, dans le premier onglet du panneau qui s'ouvre dans la fenêtre principale, la liste des éléments spécifiques qui composent le local et, dans le deuxième onglet, les éléments adjacents. Lorsqu'un élément est sélectionné dans la liste, il est mis en surbrillance dans la visionneuse du modèle 3D.

Les éléments appartenant à deux locaux en même temps, comme les cloisons intérieures, ne doivent pas être définis deux fois. Ils ne doivent être définis que dans l'un des locaux, et

doivent être indiqués comme adjacents à l'autre local. L'onglet *Contigus* permet d'afficher les propriétés de ces éléments et de consulter le local auquel ils ont été attribués.

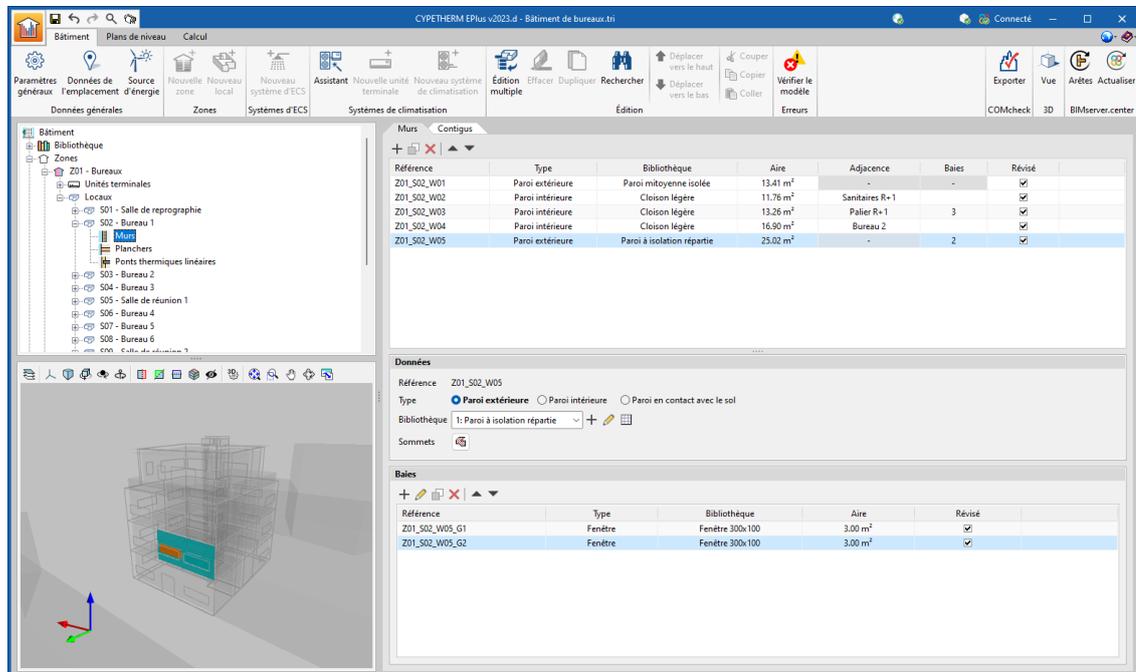


Fig.30. Éléments constructifs du local

Chaque élément constructif opaque qui compose le local (murs et planchers) est défini par les caractéristiques suivantes :

Type. Établit les conditions de l'autre côté de l'élément (conditions de contour) :

Mur extérieur / Toiture / Porte-à-faux. Les conditions de l'environnement extérieur sont prises en compte.

Paroi extérieure définie comme Mur mitoyen. Les conditions de température de l'environnement extérieur sont prises en compte, sans exposition au soleil ou au vent (mur limite de zone).

Paroi extérieure définie comme Mur mitoyen Adiabatique. Les conditions adiabatiques sont considérées, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de transfert de chaleur à travers cet élément.

Paroi en contact avec le sol / Dallage. Les conditions du terrain sont prises en compte.

Paroi intérieure / Plancher. Le *Local adjacent* doit être défini, selon les options proposées dans le menu déroulant :

- Élément adiabatique : élément entre locaux ayant les mêmes conditions de température, de sorte qu'il n'y a pas de transmission de chaleur à travers lui.

- Autre local : permet de sélectionner le local adjacent parmi les locaux définis dans l'ouvrage.
- Local inconnu : le local contigu n'est pas défini dans l'ouvrage. Il est présumé que les conditions de température de ce local inconnu sont celles de l'air extérieur.

Résultats du calcul de condensations. Permet de visualiser les résultats de la vérification de l'existence de condensations dans l'élément, selon le *Type* choisi.

Bibliothèque. La typologie de l'élément est sélectionnée parmi celles disponibles dans la bibliothèque, en fonction du *Type* choisi.

Sommets. Permet d'afficher et de définir les points de coordonnées qui déterminent la position et la surface de l'élément.

Dans les éléments opaques en contact avec l'extérieur (mur, toit, porte-à-faux) et dans les cloisons intérieures (paroi intérieure, plancher), il est possible de définir des ouvertures, dans la liste qui apparaît en bas du panneau.

Les **ouvertures** sont associées aux éléments opaques qui les contiennent, et sont définies par les caractéristiques suivantes :

Type:

- **Ouvertures dans les Murs (mur extérieur, paroi intérieure).** Il est possible de choisir entre *Porte*, *Fenêtre* ou *Ouverture*.
- **Ouvertures dans les Planchers (toiture, plancher bas donnant sur l'extérieur, plancher).** Il est possible de choisir entre *Fenêtre de toit* ou *Ouverture*.

Bibliothèque. La typologie de l'élément est sélectionnée parmi celles disponibles dans la bibliothèque, en fonction du *Type* choisi.

Sommets. Permet d'afficher et de définir les points de coordonnées qui déterminent la position et la surface de l'ouverture.

Ponts thermiques linéaires. Permet d'attribuer des ponts thermiques linéaires associés à la rencontre de l'ouverture avec le local qui la contient.

3.5.2.2 *Ponts thermiques linéaires du local*

En sélectionnant la section *Ponts thermiques linéaires dans un local*, les ponts thermiques linéaires associés au local sont affichés dans la fenêtre principale.

Chaque pont thermique spécifique est défini par l'environnement qui le confine, son type de bibliothèque et sa longueur.

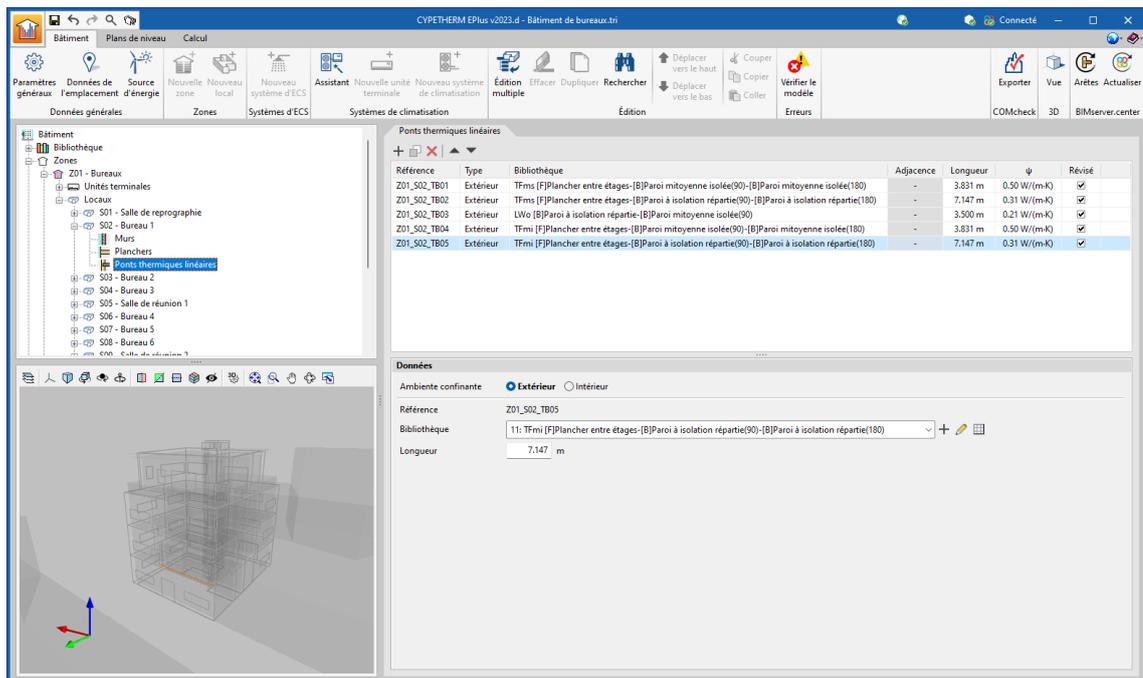


Fig. 31. Ponts thermiques linéaires du local

3.5.3 Créer et organiser des zones et des locaux

Pour ajouter une nouvelle zone thermique, il faut sélectionner une zone existante dans le schéma du bâtiment et cliquer sur le bouton **Nouvelle zone** de la barre d'outils. Une fenêtre surgissante s'affiche avec le panneau d'édition de la zone. En cliquant sur **Accepter**, la nouvelle zone vide apparaît dans le schéma du bâtiment.

Puisque les locaux du bâtiment et leurs éléments constructifs sont importés du modèle BIM, il n'est généralement pas nécessaire de créer de nouveaux locaux, bien que le logiciel dispose d'une fonction à cet effet. Pour ajouter un nouveau local à la zone, sélectionnez la section *Locaux* à l'intérieur de la zone dans le schéma du bâtiment et cliquez sur le bouton **Nouveau local** de la barre d'outils. Une fenêtre surgissante s'affiche avec le panneau d'édition du local. En cliquant sur **Accepter**, le nouveau local vide apparaît dans le schéma du bâtiment.

Les *Outils d'édition* de la barre d'outils permettent d'organiser les locaux du bâtiment existants dans les différentes zones. Les boutons **Déplacer vers le haut** et **Déplacer vers le bas** permettent de réorganiser les éléments du schéma. Le bouton **Édition multiple** offre un assistant pour éditer, en une seule fois, les propriétés des différents types d'éléments constructifs. En particulier, il permet de déplacer les Locaux entre les différentes zones et de modifier leur type de bibliothèque et, dans les projets de type *Bloc de logements*, leur Unité d'utilisation.

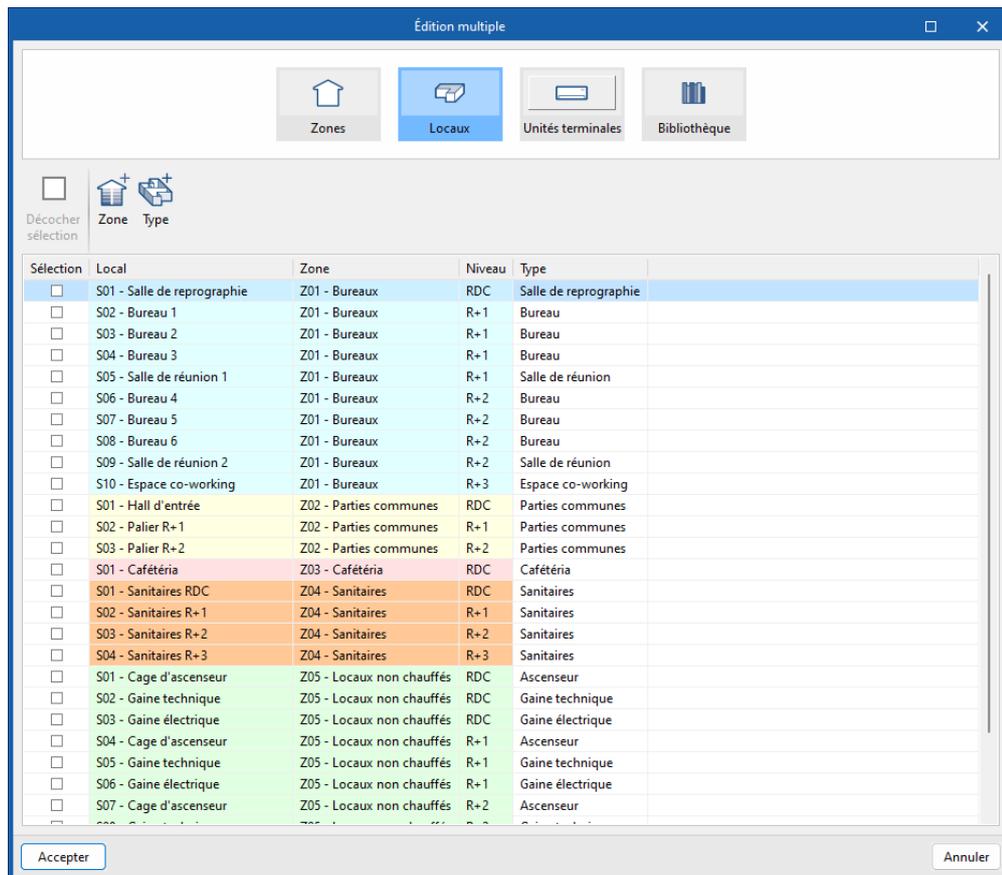


Fig. 32. Édition multiple de locaux

3.6 Systèmes d'ECS

Cette section du schéma du bâtiment définit les systèmes responsables de la production d'eau chaude sanitaire (ECS). Un système d'ECS est constitué d'un ensemble d'équipements de production d'ECS et, éventuellement, d'un ensemble d'accumulateurs.

La définition des systèmes d'ECS dépend de l'option choisie dans *Demande quotidienne en ECS* dans [Paramètres généraux](#) .

Si la *Demande totale du bâtiment* a été choisie, un seul système d'ECS peut être défini pour répondre à cette demande. Pour définir le système d'ECS, sélectionnez *Systèmes d'ECS* dans le schéma du bâtiment et ajoutez les équipements de production et les accumulateurs dans le panneau *Système* de la fenêtre principale.

Si vous avez choisi *Demande par zone thermique*, vous pouvez définir plus d'un système et sélectionner les zones desservies par chacun d'eux. Une zone ne peut être desservie que par un seul système d'ECS. Pour ajouter un nouveau système d'ECS, il faut sélectionner *Systèmes d'ECS* dans le schéma du bâtiment et cliquer sur le bouton **Nouveau système d'ECS** de la barre d'outils.

3.6.1 Équipements de production

La liste des *Équipements de production* contient la définition des équipements qui fournissent la demande en ECS attribuée au système. La partie de cette demande couverte par chaque équipement doit être précisée. L'ensemble des équipements de production définis dans le système doit couvrir la totalité de la demande en ECS, c'est-à-dire que la somme des pourcentages doit être de 100%.

Les types d'équipements de production d'ECS suivants sont proposés :

Équipement générique

Il permet de simuler tout équipement de production d'ECS à partir du vecteur énergétique utilisé et de sa performance moyenne saisonnière. Un assistant est fourni ← pour calculer la performance moyenne saisonnière des chaudières à combustion, conformément à la norme NF EN 15378.

Les données de *Puissance nominale* n'interviennent pas dans la simulation énergétique. Elles sont uniquement utilisées pour les récapitulatifs de résultats.

Optionnellement, il est possible de définir les caractéristiques d'un accumulateur intégré ou associé à l'équipement de production. Les pertes associées à l'accumulation seront attribuées à cet équipement (et non à tous les équipements du système). Cette option permet de définir des équipements tels que le ballon électrique.

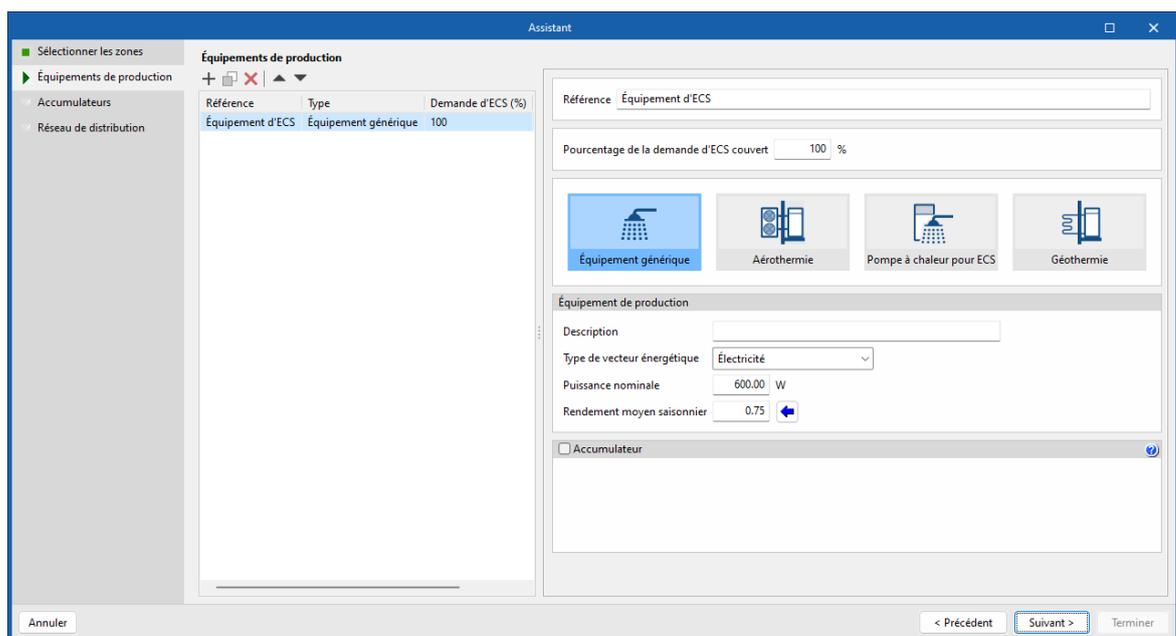


Fig. 33. Équipement de production d'ECS générique

Équipements des fabricants : aérothermie, pompe à chaleur ECS, géothermie

Dans *Aérothermie, Pompe à chaleur pour ECS et Géothermie*, il est possible de sélectionner les équipements des catalogues commerciaux des différents fabricants, sous leurs logos. Les caractéristiques de ces équipements sont entièrement définies dans le logiciel sur la base des données fournies par les fabricants.

3.6.2 Accumulateurs

La liste *Accumulateurs* contient la définition des réservoirs ou accumulateurs d'ECS associés au système, afin de tenir compte de leurs pertes de chaleur dans le calcul de la demande d'énergie pour ECS. Ces pertes de chaleur seront compensées par l'ensemble des équipements de production définis dans le système d'ECS.

Pour définir un accumulateur d'ECS, il faut indiquer son coefficient global de pertes (valeur UA), la température moyenne de l'eau accumulée et la température ambiante du local où il est installé. Un assistant est fourni  pour calculer la valeur UA de l'accumulateur à partir des caractéristiques de son isolation, conformément au *Guide Technique pour la conception et le calcul de l'isolation thermique des conduits, appareils et équipements* élaboré par l'agence espagnole pour la transition écologique IDAE.

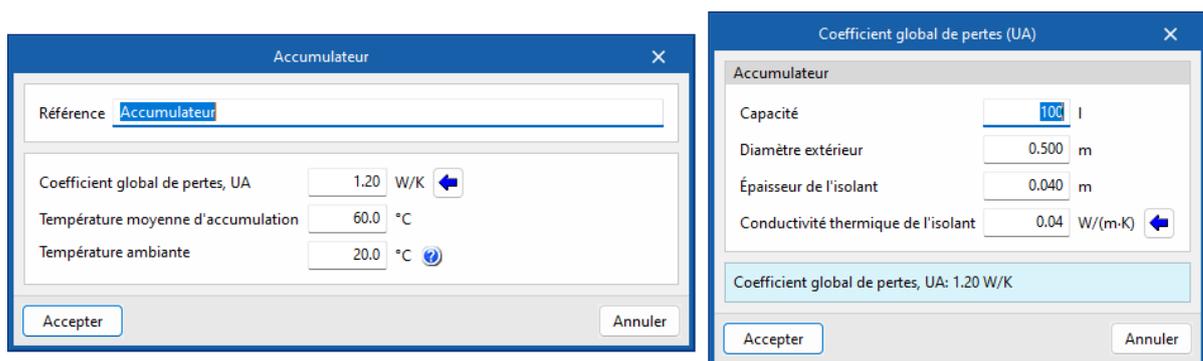


Fig. 34. Accumulateur d'ECS

3.6.3 Réseau de distribution

La section *Réseau de distribution* permet de définir les pertes par distribution et recirculation associées au système d'ECS, afin de les prendre en compte dans le calcul de la demande d'énergie pour ECS.

Ces pertes peuvent être définies comme une valeur constante en W, ou comme un pourcentage de la demande énergétique en ECS des zones desservies par le système d'ECS.

3.7 Systèmes de climatisation

Les systèmes de climatisation du bâtiment sont définis dans deux sections du schéma :

- **Unités terminales (dans chaque Zone) :** ce sont les équipements qui se trouvent dans les locaux et qui sont en contact avec l'air de ces locaux.
- **Systèmes de climatisation :** ce sont les équipements de production et les unités de climatiseurs centralisés qui desservent les unités terminales ou autres systèmes de climatisation. Avec les équipements centralisés, les caractéristiques pertinentes du réseau de distribution du fluide de travail sont également définies.

En général, un système de climatisation complet est constitué d'une ou plusieurs unités terminales raccordées à un système centralisé, qui peut à son tour nécessiter d'autres systèmes de production. Par exemple, dans un système tout air, les terminaux de soufflage sont les unités terminales et l'unité de traitement d'air (UTA) ou l'unité de climatisation est le système centralisé. Si l'UTA contient une batterie d'eau froide, un système de production supplémentaire générant de l'eau froide devra être défini.

Il peut également exister des systèmes de climatisation composés uniquement d'unités terminales : c'est le cas des radiateurs électriques ou des équipements de type split 1x1.

Dans le logiciel, les systèmes de climatisation et leurs unités terminales sont classés en fonction du type de fluide qui combat la charge du local. Ainsi, une distinction est faite entre les systèmes de climatisation et les unités terminales à eau, à détente directe (réfrigérant) et à air. De plus, le logiciel prévoit la définition d'autres unités terminales autonomes et de systèmes de condensation à eau pour les refroidisseurs et les pompes à chaleur réversibles.

La possibilité de définir tout type de système de climatisation, en connaissant sa performance moyenne saisonnière de production de froid et/ou de chaleur et le type d'énergie qu'il consomme, à travers l'unité terminale de type *Équipement de rendement constant*, est incluse.

Un assistant est fourni pour la définition guidée des systèmes de climatisation du bâtiment. En fonction du type de système choisi, l'assistant affiche successivement les panneaux de définition correspondant aux différentes unités du système de climatisation.

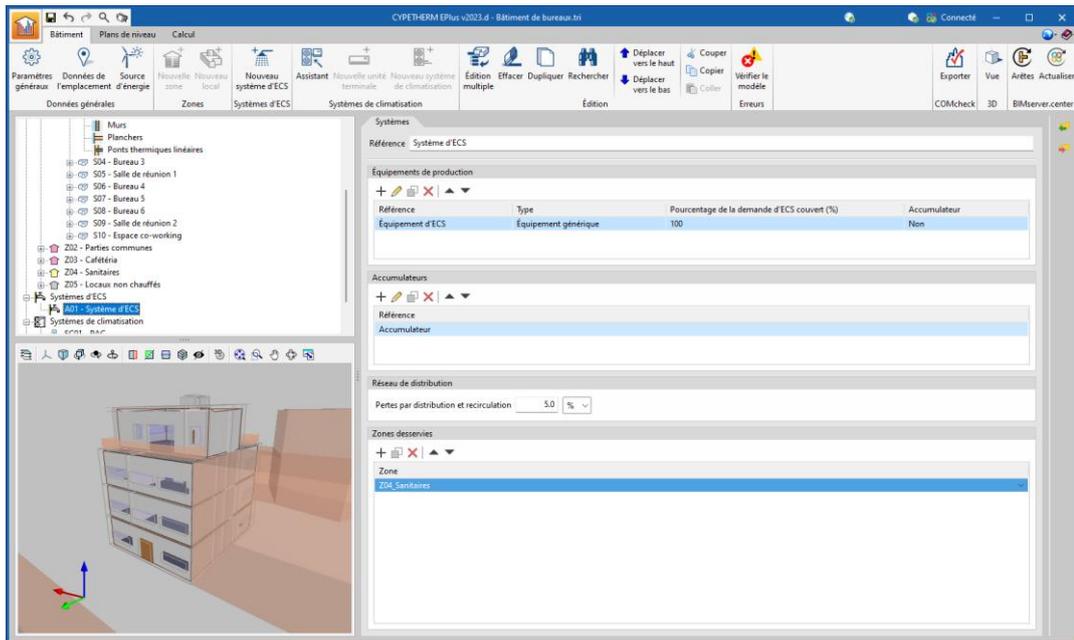


Fig. 35. Systèmes d'ECS

3.7.1 Systèmes de production centralisés

Pour ajouter un nouveau système de production centralisé, il faut sélectionner *Systèmes de climatisation* dans le schéma du bâtiment et cliquer sur le bouton **Nouveau système de climatisation** dans le ruban. Une fenêtre surgissante apparaît dans laquelle sélectionner le type de système de production, entre système de climatisation à eau, à expansion directe (réfrigérant), à air ou à condensation par eau.

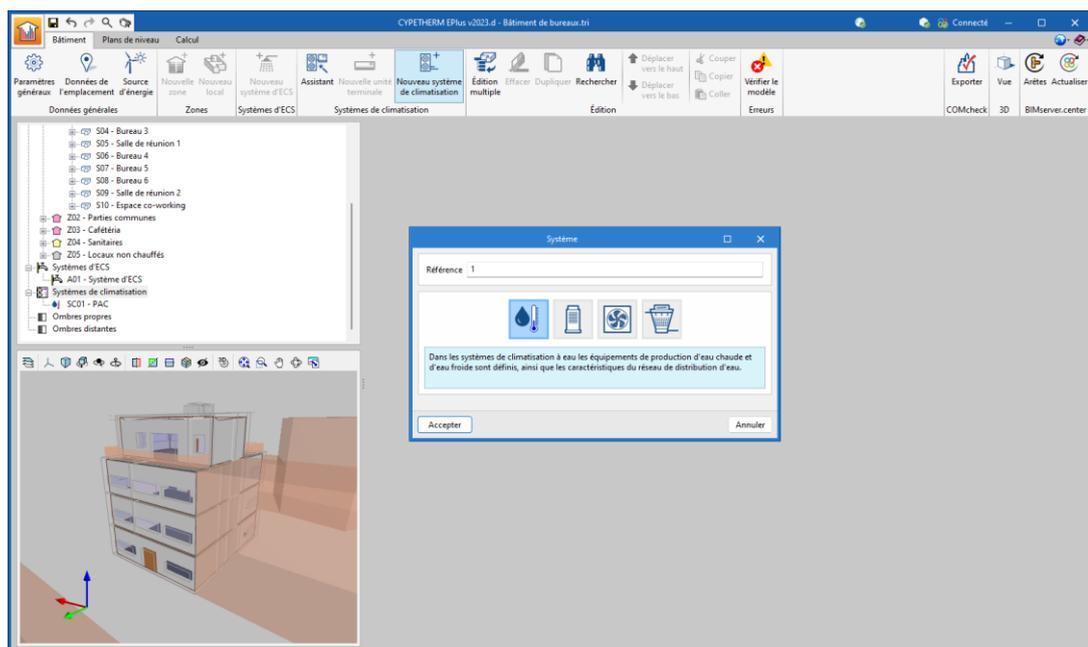


Fig. 36. Nouveau système de production centralisé

Lorsqu'une typologie générale est choisie, une nouvelle fenêtre s'ouvre dans laquelle le type de système spécifique est sélectionné et ses caractéristiques sont définies. Les systèmes inclus dans le logiciel au sein de chaque typologie sont énumérés ci-dessous en fonction des icônes qui les représentent, de gauche à droite :

Systèmes de climatisation à eau :

- Production d'eau froide avec des refroidisseurs, condensés par air et par eau.
- Production d'eau chaude avec des chaudières et des pompes à chaleur air-eau.
- Aérothermie (pompe à chaleur air-eau réversible).
- Géothermie (pompe à chaleur géothermique eau-eau réversible).



Systèmes à détente directe :

- Unité extérieure de systèmes à débit de réfrigérant variable (VRF), à condensation par air et par eau.
- Unité extérieure de systèmes multisplit.



Systèmes de climatisation à air :

- Système de ventilation centralisé :
 - Récupérateur de chaleur centralisé, sensible et enthalpique
 - Climatiseur d'air primaire
- Système tout air à débit constant
- Système tout air à débit variable (VAV)
- Système tout air double gaine à débit constant
- Système tout air double gaine à débit variable (VAV)



Les **systèmes de ventilation centralisés** (récupérateur de chaleur et climatiseur d'air primaire) ne font que souffler et tempérer le débit d'air de ventilation ou air primaire. En d'autres termes, **ils n'ont pas la capacité de contrôler le thermostat** et de vaincre la charge thermique des zones. Pour fournir de l'air primaire et climatiser les espaces avec le même système, il faut définir l'une des unités de climatisation (systèmes tout air) disponibles.

Systèmes de condensation par eau :

- Pour pompes à chaleur réversibles, avec tours de refroidissement et chaudières.
- Pour refroidisseurs, avec les tours de refroidissement.
- À une température définie (température constante ou par horaire).



En sélectionnant le type d'équipement, le panneau d'édition est mis à jour pour afficher ses caractéristiques. Dans certaines catégories, il est possible de sélectionner les équipements des catalogues commerciaux des différents fabricants, sous leurs logos. Les caractéristiques de ces équipements sont entièrement définies dans le logiciel, de sorte que l'utilisateur n'a qu'à indiquer les caractéristiques relatives à son installation. Dans les fenêtres d'édition des équipements génériques, outre la gestion des listes et des bibliothèques, les fonctionnalités générales suivantes sont proposées :

 Afficher et éditer les caractéristiques avancées du système.

 Rétablir les valeurs par défaut proposées par le logiciel.

Si une valeur n'est pas spécifiée pour certaines caractéristiques des équipements, comme la puissance nominale d'un équipement de production ou le débit d'un ventilateur, la fonction de dimensionnement automatique (*autosize*) d'EnergyPlus est utilisée. Cette fonction calcule des valeurs non définies par l'utilisateur à partir des exigences des unités terminales raccordées et des caractéristiques de conception des équipements.

Une fois le nouveau système de production centralisée créé, il apparaît comme un élément dans la section *Systèmes de climatisation* du schéma. En cliquant dessus, son panneau d'édition apparaît dans la fenêtre principale.

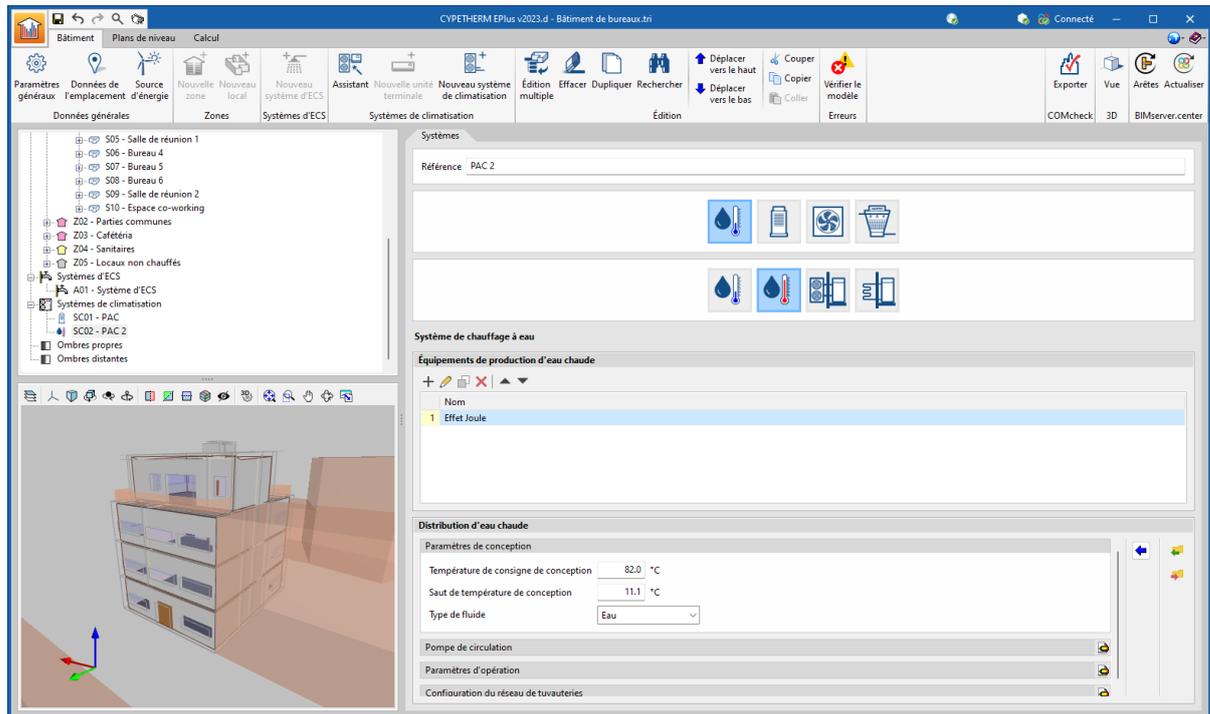


Fig. 37. Édition d'un système de production centralisé

Définition des ventilateurs et des pompes de circulation

Dans les systèmes de climatisation centralisés, les caractéristiques pertinentes du réseau de distribution du fluide de travail sont également définies, ce qui inclut les équipements de transport de fluides, c'est-à-dire les ventilateurs et les pompes de circulation.

Les unités terminales de soufflage, telles que les ventilo-convecteurs, les unités intérieures à détente directe (réfrigérant) et le récupérateur de chaleur, contiennent également des ventilateurs.

La consommation électrique de ces équipements auxiliaires est incluse dans la consommation des services de chauffage et de refroidissement, à l'exception de la consommation des ventilateurs des systèmes de ventilation centralisés, qui est imputée au service de ventilation.

Les **ventilateurs** sont définis de manière similaire pour tous les équipements du logiciel :

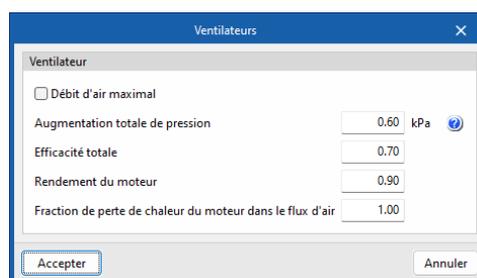


Fig. 38. Ventilateurs

- **Débit d'air maximal / Débit d'air.** Débit d'air traversant le ventilateur. Si « débit maximal » est indiqué dans la fenêtre, le débit d'air peut varier pendant la simulation jusqu'à la valeur établie dans cette case. Si vous ne le spécifiez pas, le logiciel calculera le débit d'air requis.
- **Puissance spécifique.** Consommation électrique du ventilateur par m³/s de débit d'air déplacé.

Si la valeur de rendement de l'unité de climatisation inclut la consommation du ventilateur, vous pouvez remplir la valeur de la puissance spécifique afin de ne pas compter deux fois la consommation du ventilateur.

- **Rendement du moteur.** Il est considéré dans le calcul des pertes de chaleur du moteur électrique du ventilateur, qui affecteront la température de l'air de soufflage telle que définie dans la variable suivante.
- **Fraction de perte de chaleur du moteur dans le flux d'air.** Si l'air de soufflage traverse le moteur du ventilateur, les pertes de chaleur du moteur provoqueront une augmentation de la température de l'air. Si, par contre, le moteur du ventilateur est à l'extérieur du flux d'air, ses pertes de chaleur n'affecteront pas le flux d'air. Vous devez donc l'indiquer avec une valeur de 0. Si souhaité, vous pouvez remplir cette case avec n'importe quelle valeur intermédiaire.

*Les **équipements de ventilation** (récupérateur de chaleur et climatiseur d'air primaire) contiennent deux ventilateurs identiques, un au soufflage et un à l'extraction. Vous devez définir uniquement les caractéristiques de l'un des ventilateurs.*

Ces équipements soufflent toujours le débit d'air de ventilation total défini dans les locaux des zones auxquelles ils sont raccordés. La puissance électrique de leurs ventilateurs est proportionnelle au débit de ventilation.

Les pompes de circulation sont également définies de manière similaire dans les différents types de circuits hydrauliques :

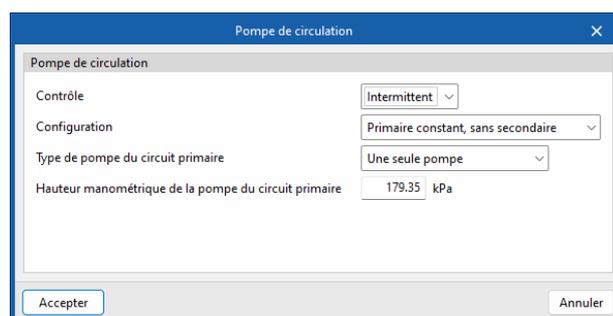


Fig. 39. Pompe de circulation

- **Contrôle.** *Intermittent* signifie que la pompe de circulation est mise en marche et éteint en même temps que le système de climatisation. *Continu* signifie que la pompe de circulation est toujours en marche.

La sélection du contrôle *Continu* signifie que lorsque le système de climatisation est éteint pendant de longues périodes sans demande, les pertes de chaleur de la pompe s'accumulent dans le fluide, ce qui peut entraîner une augmentation sensible de sa température.

- **Configuration.** *Débit constant* et *Débit variable* représentent respectivement une pompe à vitesse fixe ou variable.
- **Type.** Permet de choisir le nombre de pompes identiques contenues dans le circuit hydraulique et leur position.
- **Hauteur manométrique.** La hauteur de la pompe intervient dans le calcul de la consommation électrique.

Le débit d'eau dans le circuit est déterminé automatiquement par le moteur de calcul, sur la base de la demande de chauffage ou de refroidissement du jour de conception et de l'*Écart thermique au moment de la conception* (DT) indiqué par l'utilisateur dans le circuit hydraulique.

La puissance électrique de la pompe de circulation (P) est obtenue à partir du débit d'eau (\dot{V}) et de la hauteur de chute (H). Le moteur considère une valeur de rendement de la pompe fixe et égale à 0,78.

$$P \text{ [W]} = \frac{\dot{V} \text{ [m}^3\text{/s]} \cdot H \text{ [Pa]}}{0.78}$$

3.7.2 Unités terminales

3.7.2.1 Définition des unités terminales

La définition des unités terminales des systèmes de climatisation est analogue à celle des équipements centralisés. Pour ajouter une nouvelle unité terminale, il faut sélectionner la section du schéma du bâtiment *Unités terminales* dans la zone où il est souhaité en ajouter une nouvelle. En cliquant sur le bouton du ruban **Nouvelle unité terminale**, une fenêtre surgissante apparaît dans laquelle il est possible de sélectionner le type d'unité terminale parmi les équipements de rendement constant, les unités terminales de climatisation à eau, à détente directe, de soufflage d'air, l'émetteur électrique pour le chauffage et le récupérateur de chaleur.

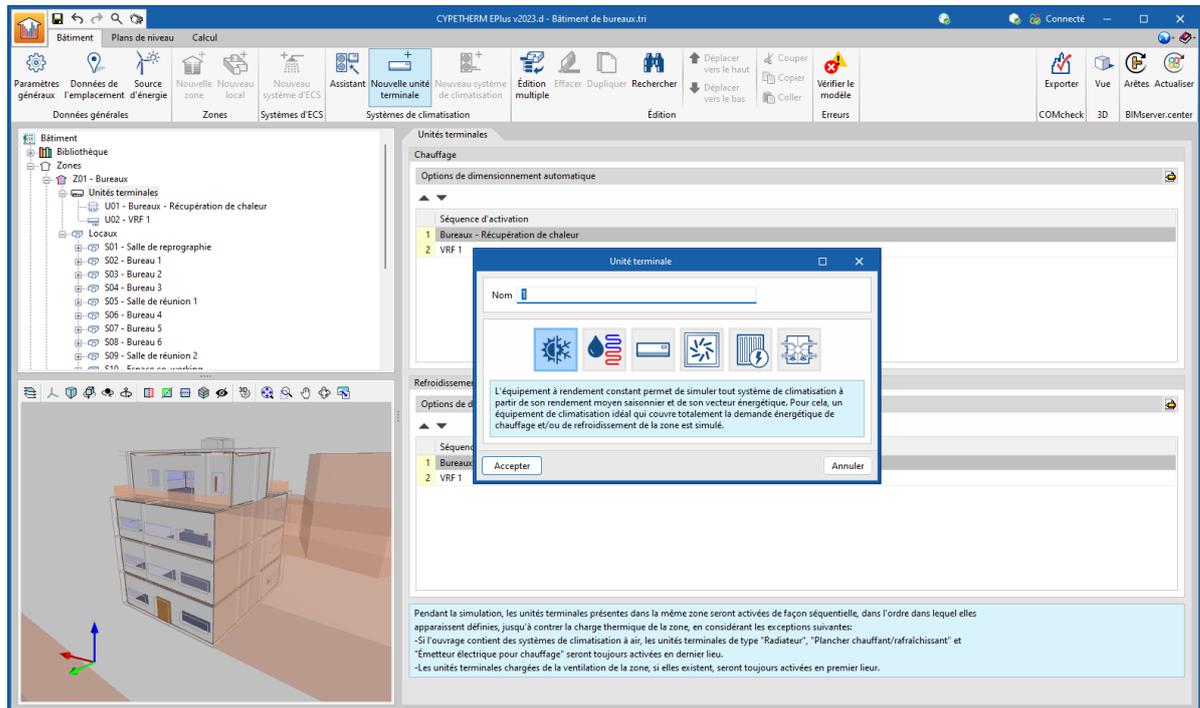


Fig. 40. Nouvelle unité terminale

En choisissant une typologie générale, une nouvelle fenêtre s'ouvre dans laquelle le type d'unité terminale concret est sélectionné et ses caractéristiques sont définies. Les systèmes inclus dans le logiciel au sein de chaque typologie sont énumérés ci-dessous en fonction des icônes qui les représentent, de gauche à droite :

Équipement de rendement constant. Cet équipement peut être utilisé pour représenter tout système de climatisation sur la base de sa puissance, de sa performance moyenne saisonnière de production de chaleur et/ou de froid et du type d'énergie qu'il consomme (vecteur énergétique). Si sa puissance n'est pas spécifiée, il se comportera comme une unité idéale capable de surmonter instantanément les charges thermiques de la zone où il se trouve (unité de puissance infinie). Il n'est permis de définir qu'un seul équipement de rendement constant par zone. Trois types d'équipement de rendement constant sont disponibles :

- Chauffage seul
- Refroidissement seul
- Chauffage et refroidissement

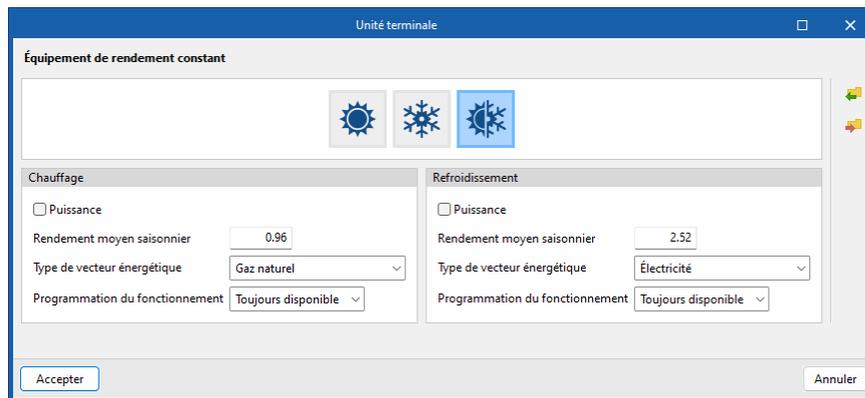


Fig. 41. Équipement de rendement constant

Unités terminales de climatisation à eau. Elles doivent être raccordées à un système de climatisation à d'eau.

- Radiateur.
- Plancher chauffant.
- Ventilo-convecteur, pour chauffage et refroidissement.



Unités terminales à détente directe :

- Split 1x1. Il s'agit d'une unité terminale autonome, c'est-à-dire qu'elle n'a pas besoin d'être raccordée à un quelconque système.
- Unité intérieure d'un système multisplit. Elle doit être raccordée à un système de détente directe du même type (unité extérieure).
- Unité intérieure d'un système à débit de réfrigérant variable (VRF). Elle doit être raccordée à un système à détente directe du même type (unité extérieure).
- Équipement compact de fenêtre. Il s'agit d'une unité terminale autonome. Si des batteries d'eau pour chauffage sont définies, elle doit être raccordée à un système de chauffage à eau.
 - Équipement compact de climatisation (chauffage au gaz, à l'eau, électrique).
 - Équipement compact de pompe à chaleur (chauffage à détente directe).
- Pompe à chaleur eau-air. Elle doit être raccordée à un système de condensation à eau pour la pompe à chaleur réversible.



Unités terminales de climatisation à air. Il s'agit des terminaux de soufflage d'air (diffuseurs, grilles, buses, etc.) dans lesquels débouchent les conduits des systèmes tout air. Dans le logiciel, ils doivent être raccordés à un système de climatisation à air (c'est-à-dire à une unité de climatiseur), selon leur type :

- Terminal de soufflage d'air. Il doit être raccordé à un système tout air à débit constant ou de ventilation centralisé, selon l'option choisie.
- Terminal de soufflage d'air, double gaine. Il doit être raccordé à un système tout air à débit constant et double gaine.
- Boîte à débit d'air variable. Elle doit être raccordée à un système tout air à débit variable.
- Boîte à débit d'air variable, double gaine. Elle doit être raccordée à un système tout air à débit variable et double gaine.

Si l'unité terminale de climatisation est raccordée à un système d'air avec prise d'air extérieur ou à un système de ventilation centralisé, l'option **Ventilation par le système de climatisation** doit être activée dans le panneau de la zone.



Émetteur électrique pour chauffage. Représente les équipements de chauffage électriques (radiateur électrique, radiateur soufflant, etc.). Il s'agit d'une unité terminale autonome, c'est-à-dire qu'elle ne nécessite aucun raccordement à un quelconque système.

Récupérateur de chaleur. Il s'agit d'une unité terminale autonome, c'est-à-dire qu'il n'a pas besoin d'être raccordée à un quelconque système. Pour utiliser cette unité terminale, l'option de ventilation **À travers le système de climatisation** doit être activée dans le panneau de la zone.

Comme pour la partie centralisée des systèmes de climatisation, la sélection du type d'unité terminale met à jour le panneau d'édition pour afficher ses caractéristiques. Dans certaines catégories, il est possible de sélectionner les équipements des catalogues commerciaux des différents fabricants, sous leurs logos. Les caractéristiques de ces équipements sont entièrement définies dans le logiciel, de sorte que l'utilisateur doit

uniquement indiquer celles relatives à son installation. Les fonctionnalités suivantes sont proposées dans les panneaux d'édition des équipements génériques :

 Afficher et éditer les caractéristiques avancées de l'équipement.

 Rétablir les valeurs par défaut proposées par le logiciel.

Si une valeur n'est pas spécifiée pour certaines caractéristiques des équipements, comme la puissance nominale ou le débit d'un ventilateur, la fonction de dimensionnement automatique (*autosize*) d'EnergyPlus est utilisée. Cette fonction calcule les valeurs non définies par l'utilisateur à partir des charges thermiques et des options de dimensionnement automatique de la Zone.

Système. Cette section figure sur les panneaux des unités terminales non autonomes. Il faut sélectionner le système centralisé auquel l'équipement est raccordé. Le menu déroulant ne propose que les systèmes compatibles avec l'unité terminale définie dans l'ouvrage. Les boutons de gestion des listes situés à droite du menu déroulant permettent de :

 Définir un nouveau système de production centralisé, de type quelconque.

 Éditer et sélectionner un système de production centralisé défini dans l'ouvrage.

 Indique que la sélection effectuée dans le menu déroulant est vide ou incorrecte.

Lorsqu'une nouvelle unité terminale est créée, elle apparaît comme un élément dans la section *Unités terminales* du schéma, dans chaque zone. En cliquant sur l'élément, son panneau d'édition apparaît dans la fenêtre principale.

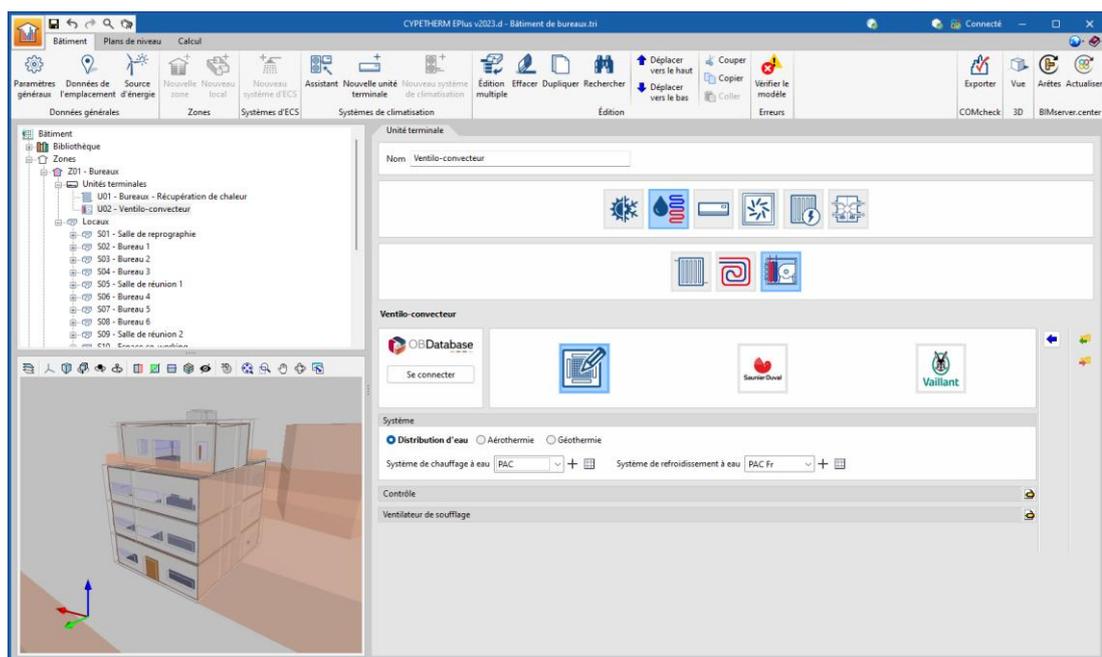


Fig. 42. Édition d'une unité terminale

3.7.2.2 Gestion des unités terminales et options de dimensionnement automatique

La fenêtre *Unités terminales* permet de gérer le fonctionnement des unités terminales définies dans chaque zone et de définir les options de dimensionnement automatique d'EnergyPlus.

Pendant la simulation, les unités terminales présentes dans la zone sont activées séquentiellement jusqu'à ce que la charge thermique de la zone soit surmontée, selon l'ordre défini dans les sections *Séquence d'activation*, en distinguant entre chauffage et refroidissement.

L'unité terminale responsable de la ventilation de la zone, si elle est présente, doit toujours être activée en premier.

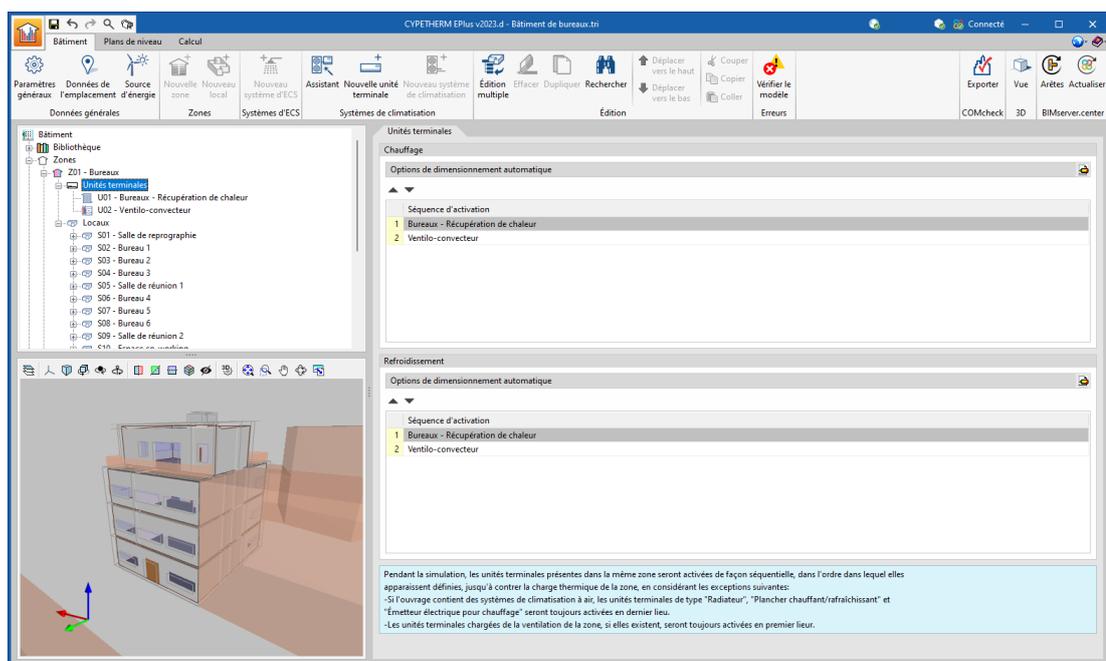


Fig. 43. Gestion des unités terminales

Les options de dimensionnement automatique de chauffage/refroidissement sont des fonctions avancées permettant d'éditer les paramètres qu'EnergyPlus utilise pour déterminer les caractéristiques des équipements de climatisation que l'utilisateur n'a pas spécifié (fonction *autosize*) :

Facteur de dimensionnement de chauffage/refroidissement par zone. Facteur d'échelle sur la charge thermique calculée dans la zone. La puissance des équipements de climatisation est déterminée à partir de la charge thermique de la zone multipliée par ce facteur.

Méthode d'entrée de la température d'air de soufflage pour la zone chauffée/refroidie. Les débits d'air devant être soufflés par les équipements pour surmonter la charge thermique sont calculés sur la base d'une température de soufflage de conception définie par l'utilisateur. Trois options sont disponibles :

- Température de l'air de soufflage : la température de soufflage de conception de l'air pour le chauffage/refroidissement doit être définie.
- Écart de température : l'écart de température entre l'air de soufflage et la température de la zone doit être défini.
- Température de l'air de soufflage du système : uniquement valable si la zone est raccordée à un système tout air. La « température de l'air de soufflage » prise en compte sera celle définie comme température de soufflage de conception de refroidissement/chauffage dans le panneau de l'unité de climatisation tout air.

3.7.3 Définitions de systèmes de climatisation via l'assistant

Dans la section *Systèmes de climatisation* de la barre d'outils, le bouton **Assistant** permet de définir un système de climatisation complet, y compris des systèmes mixtes pour la climatisation et ECS, ou d'ajouter des unités terminales à des systèmes déjà définis.

Dans la première fenêtre de l'*Assistant*, il faut nommer le nouveau système et choisir sa typologie entre les systèmes de climatisation à eau, à détente directe, à air ou à rendement constant.

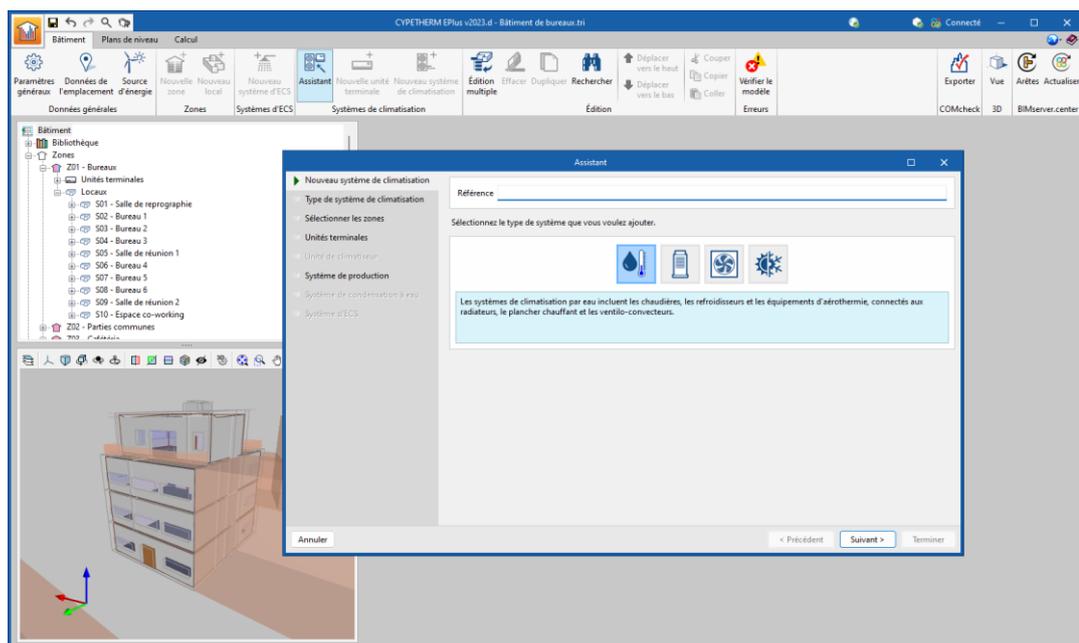


Fig. 44. Assistant pour la définition des systèmes de climatisation

Sur le côté gauche de la fenêtre, les étapes à travers lesquelles l'assistant guidera l'utilisateur pour compléter la définition du système de climatisation sont indiquées. Les différentes sections sont mises en surbrillance en noir si elles doivent être définies en fonction des options choisies. Les boutons de la barre inférieure permettent à l'utilisateur de naviguer dans l'assistant.

Dans la deuxième étape de l'assistant, l'utilisateur doit choisir le type de système de climatisation en fonction de la catégorie sélectionnée précédemment.

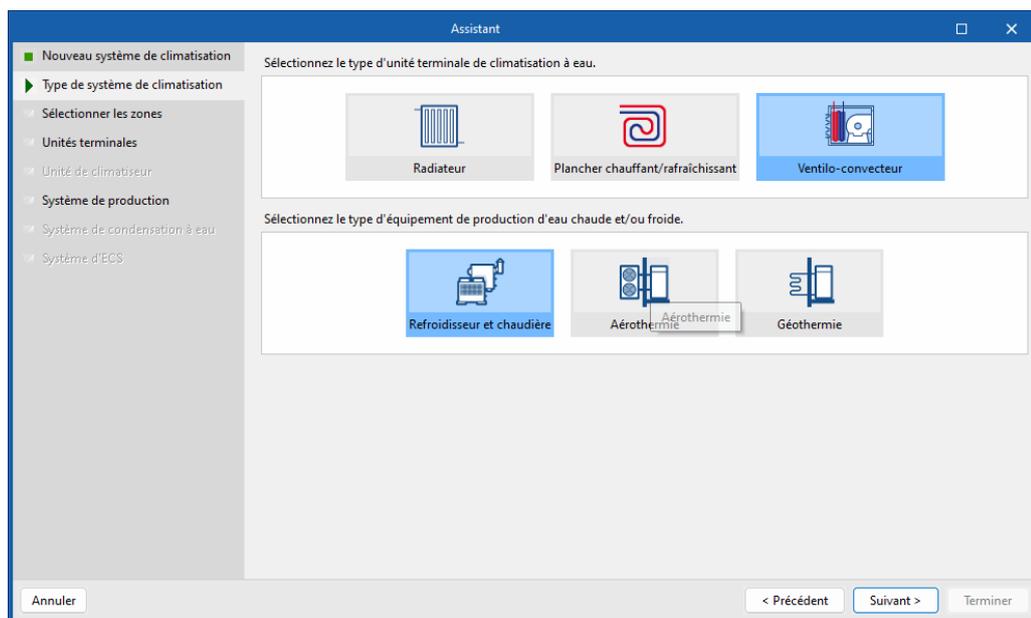


Fig. 45. Assistant pour la définition des systèmes de climatisation : sélection du type de système

Dans la troisième étape, l'utilisateur doit sélectionner les zones de son bâtiment qui seront associées au système de climatisation. L'assistant créera automatiquement les unités terminales du système défini dans chacune des zones sélectionnées et les raccordera à un système centralisé de production si nécessaire. Les options suivantes sont disponibles :

- **Remplacer les systèmes précédemment définis.** Si cette option est sélectionnée, les unités terminales qui existent déjà dans les zones sélectionnées seront supprimées. Lors de la suppression d'unités terminales, il est possible que les systèmes de climatisation de l'ouvrage ne soient plus raccordés à aucune unité terminale. Dans ce cas, à la fin de l'assistant, il vous sera demandé si vous souhaitez effacer les systèmes non utilisés.
- **Ajouter une unité de climatiseur par zone.** Cette option apparaît si vous avez choisi un système de climatisation à air. Si cette option est sélectionnée, autant d'unités de climatiseur seront ajoutées que de zones sélectionnées, chacune étant raccordée aux unités terminales définies dans chaque zone.

- **Ajouter un système de production par zone.** Si cette option est sélectionnée, autant d'équipements de production seront ajoutés que de zones sélectionnées, chacun étant raccordé aux équipements définis dans chaque zone. Selon le type de système choisi, ces équipements peuvent être soit les unités terminales directement, soit des unités de climatiseur avec batteries d'eau.

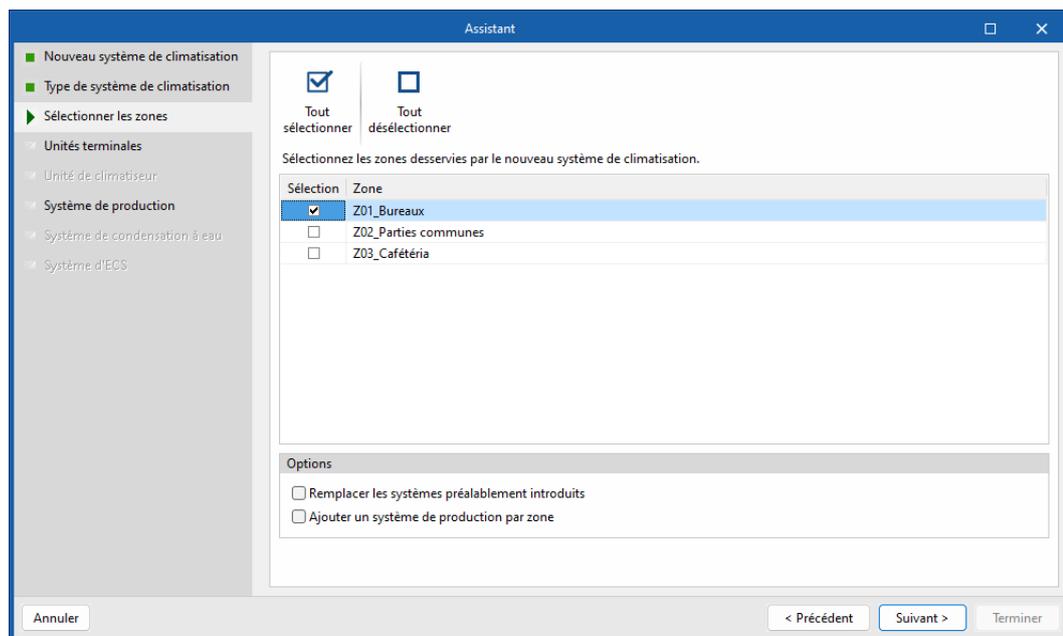


Fig. 46. Assistant pour la définition des systèmes de climatisation : sélection des zones

Les étapes suivantes de l'assistant passent en revue les différents éléments qui composent le type de système de climatisation choisi, afin que l'utilisateur puisse définir ses caractéristiques. En général, les panneaux de définition correspondant aux unités terminales et aux systèmes de climatisation disponibles dans le logiciel s'affichent selon les besoins.

Pour décrire le reste des options disponibles dans l'assistant, la définition d'un système de climatisation par ventilo-convecteurs raccordés à un refroidisseur condensé par eau et à une chaudière mixte pour chauffage et ECS est affichée.

Dans la définition de ce système, l'étape suivante proposée par l'assistant est la définition des unités terminales, de type ventilo-convecteur. Les unités terminales définies dans cette étape seront ajoutées à toutes les zones sélectionnées dans l'étape précédente. Il est possible de créer plus d'une unité terminale du même type dans la zone en utilisant la liste du panneau (selon les possibilités de combinaison des systèmes de climatisation offertes par le logiciel).

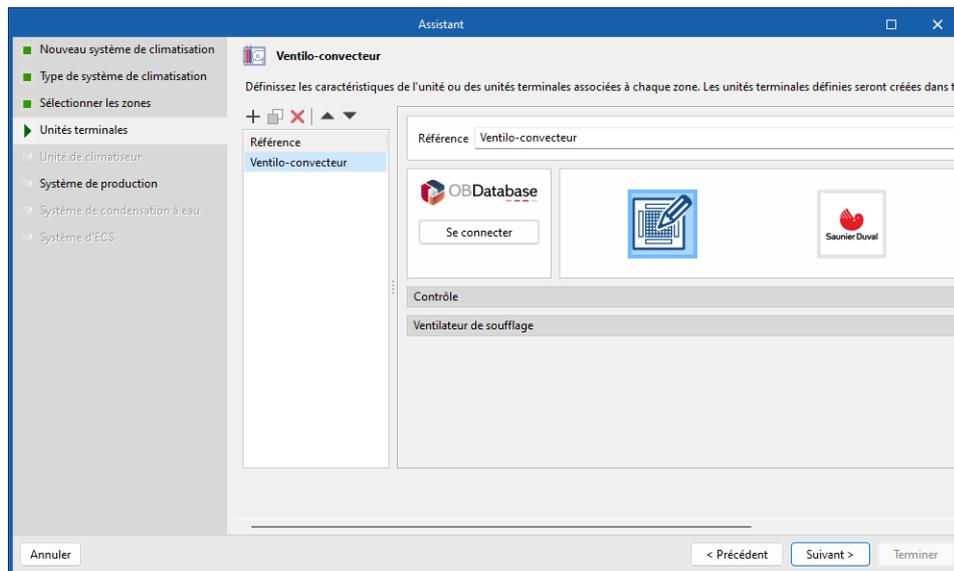


Fig. 47. Assistant pour la définition des systèmes de climatisation : unités terminales

L'étape suivante consiste à définir les équipements centralisés de production (ou les unités de climatiseur dans le cas des systèmes à air) auxquels les unités terminales seront raccordées. Dans cet exemple, l'assistant montre les systèmes de chauffage et de refroidissement à eau.

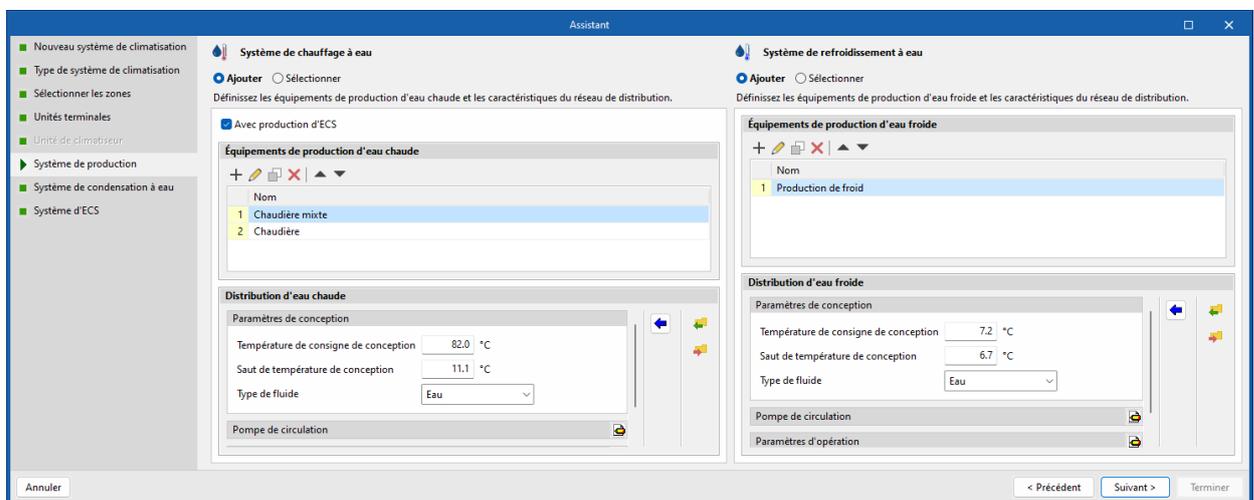


Fig. 48. Assistant de définition des systèmes de climatisation : système de production centralisé

Les options suivantes sont disponibles pour chaque système :

- **Ajouter.** Permet de définir un nouveau système de climatisation.
- **Sélectionner.** Permet de sélectionner un système de climatisation du type correspondant parmi ceux définis dans l'ouvrage. Si, dans la troisième étape de l'assistant, l'option **Ajouter un système de production/unité de climatiseur par zone** a été sélectionnée, un système doit être choisi pour chaque zone sélectionnée.

- **Avec production d'ECS.** Cette option est exclusive aux systèmes de production d'eau chaude (Système de chauffage à eau et Aérothermie). Elle permet de définir un système mixte de climatisation et ECS.

Dans cet exemple, un nouveau système de chauffage à eau a été défini avec l'option **Avec production d'ECS**, et un nouveau système de refroidissement à eau contenant un refroidisseur à condensation par eau. L'assistant détecte les besoins des équipements sélectionnés et, à l'étape suivante, propose la définition du système de condensation pour le refroidisseur.

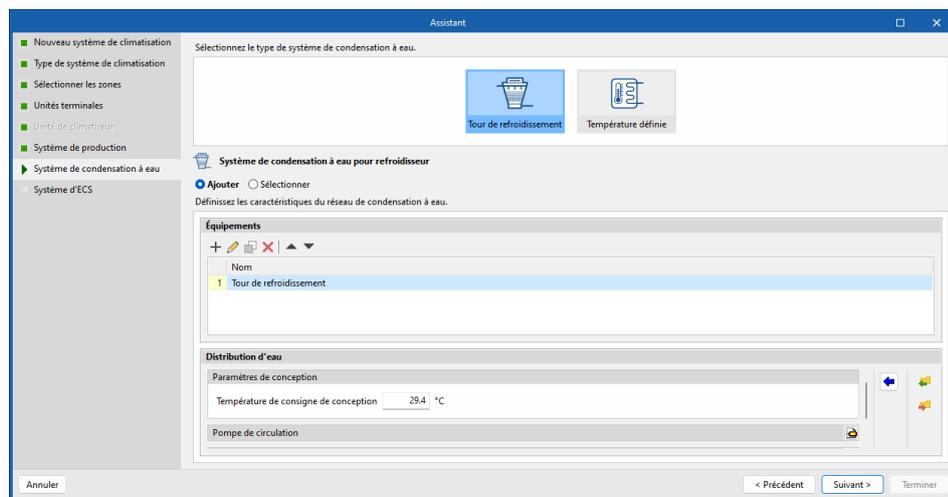


Fig. 49. Assistant pour la définition des systèmes de climatisation : systèmes auxiliaires

Enfin, l'assistant affiche la définition du système d'ECS à ajouter, sur la base des caractéristiques des équipements du système de production d'eau chaude précédemment définis. Dans le cas où plusieurs chaudières ont été définies, il faut préciser la chaudière qui produit l'ECS afin de calculer ses caractéristiques. L'utilisateur peut accepter la proposition de l'assistant ou la modifier.

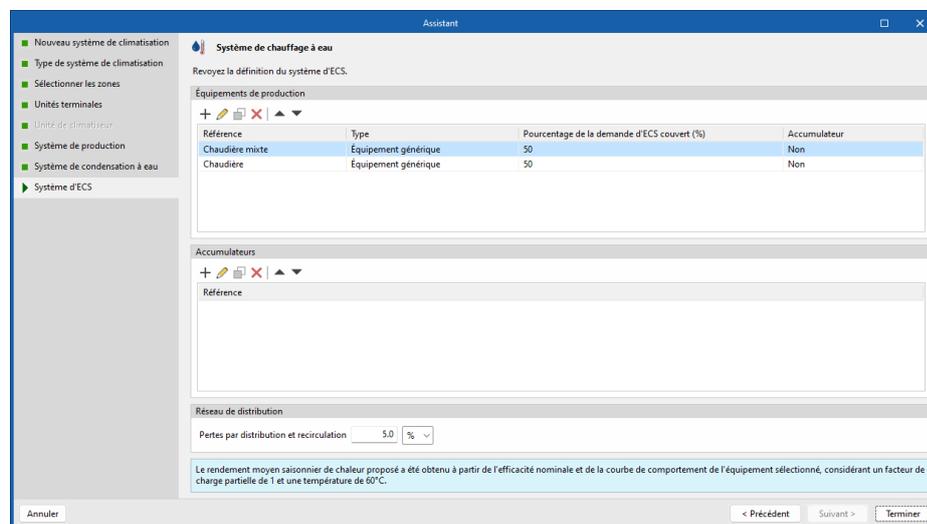


Fig. 50. Assistant pour la définition des systèmes de climatisation : système mixte de chauffage et ECS

À la fin de l'assistant, les différents éléments du système défini sont ajoutés au schéma de l'ouvrage et les options de ventilation nécessaires sont choisies au niveau de la zone. Dans le cas où un système d'ECS a été ajouté avec l'assistant, la définition dépend de la sélection faite précédemment dans les *Paramètres généraux* pour la Demande quotidienne en ECS. Si la *Demande totale du bâtiment* a été définie, l'assistant créera un seul système d'ECS pour le bâtiment. Si la *Demande par zone thermique* a été définie, l'assistant créera par défaut un seul système d'ECS qui dessert les zones sélectionnées à l'étape 3 de l'assistant. Dans ce dernier cas, si l'option **Ajouter un système de production par zone** a été sélectionnée dans l'assistant, un système d'ECS sera créé pour chaque zone.

3.8 Ombres

Les ombres dues aux éléments propres du bâtiment (ombres propres) et les ombres dues aux obstacles proches (ombres distantes) sont importées du modèle BIM. Dans ces sections du schéma, il est possible de visualiser et d'éditer ces plans qui projettent des ombres sur le bâtiment.

Dans la liste des éléments qui apparaît dans la fenêtre principale lors de la sélection de ces sections de l'arborescence, les éléments non cochés n'interviendront pas dans la simulation énergétique. Chaque ombre est définie uniquement par les sommets d'un polygone.

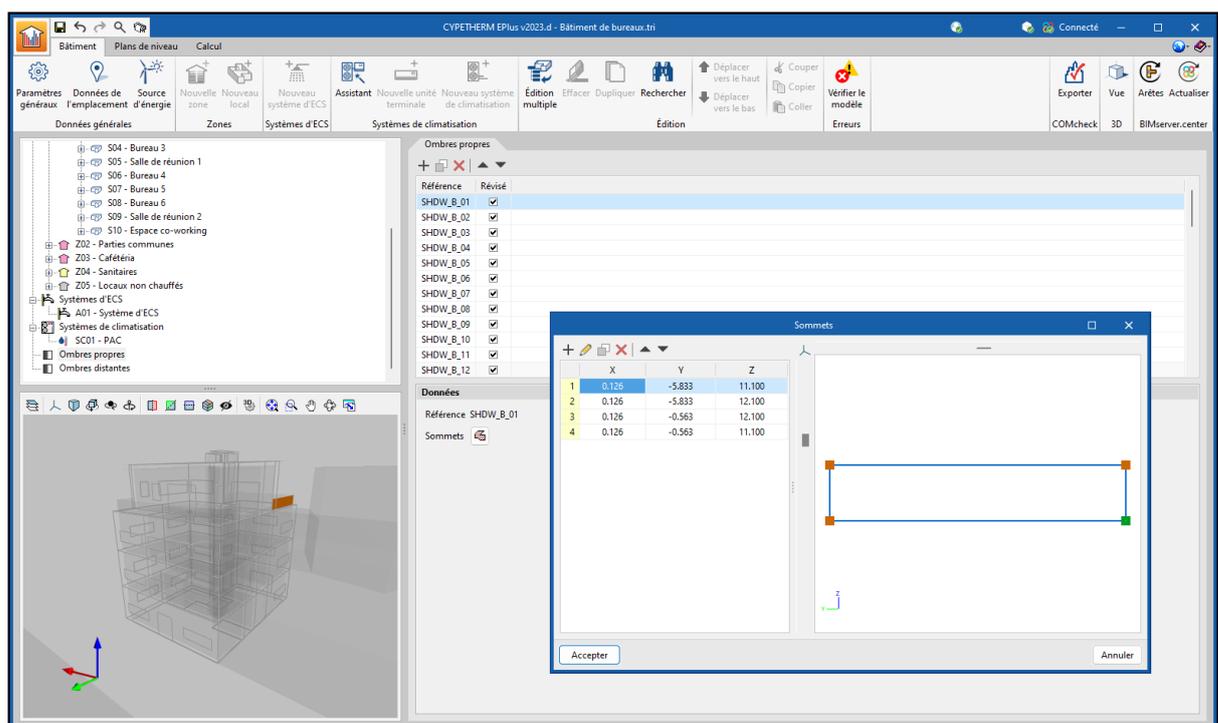


Fig. 51. Ombres

3.9 Outils d'édition



Les boutons du bloc *Édition* de la barre d'outils permettent d'agir sur les éléments du schéma du bâtiment.

Le bouton **Édition multiple** offre un assistant permettant d'éditer, en une seule fois, les propriétés des différents types d'éléments du bâtiment. Il permet d'effacer et de modifier les propriétés des *Zones Thermiques*, de déplacer les *Locaux* et de modifier leur type, de déplacer les *Unités Terminales* et de modifier les propriétés de certains éléments de la *Bibliothèque*. L'assistant n'agira que sur les éléments de chaque type sélectionnés dans la partie gauche de la fenêtre.

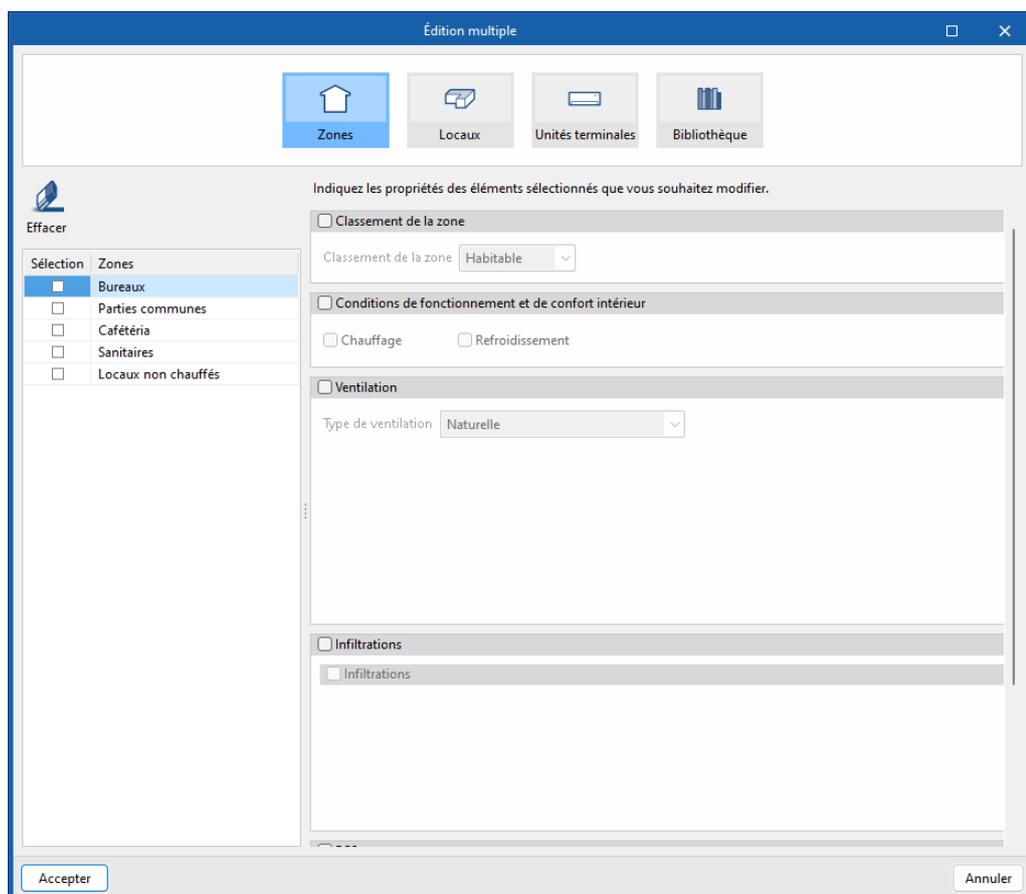


Fig. 52. Assistant pour l'édition multiple des éléments du bâtiment

3.10 Vérifier le modèle

Le bouton **Vérifier le modèle** de la barre d'outils analyse les définitions faites dans l'ouvrage et affiche des erreurs au bas de l'écran en cas de définitions incorrectes ou incompatibles entre elles. Si des définitions potentiellement incorrectes existent mais qu'elles n'entraînent pas d'erreurs dans les calculs, un avertissement s'affiche.

3.11 Exportation à COMcheck

Le bouton **Exportation à COMcheck** de la barre d'outils génère automatiquement un fichier COMcheck comprenant le zonage et les caractéristiques de l'enveloppe thermique du bâtiment saisi dans le logiciel.

La suite de logiciels COMcheck, proposée par le département de l'énergie américain DOE, permet de vérifier la conformité avec le code américain du bâtiment IECC de la norme 90.1 de l'ASHRAE ainsi qu'avec diverses réglementations.

3.12 Vue 3D

Le bouton **Vue 3D** de la barre d'outils ouvre la visionneuse du modèle 3D dans une fenêtre surgissante.

3.13 Arêtes

Le format standard IFC4 n'envisage pas le concept de ponts thermiques linéaires. CYPE a donc créé une entité qui permet, lorsqu'un fichier IFC4 généré par IFC Builder est importé, de refléter les intersections des éléments constructifs (arêtes) pour un traitement ultérieur dans CYPETHERM EPlus.

Lorsque l'ouvrage a été créé à partir d'un modèle BIM généré en IFC Builder, la bibliothèque des ponts thermiques contient toutes les arêtes du bâtiment (entités géométriques obtenues à partir de l'intersection entre les différents éléments constructifs). Certaines des arêtes peuvent donner lieu à des ponts thermiques linéaires. Une fois que le bâtiment a été défini sans erreur, l'outil de traitement des arêtes, disponible dans le bouton **Arêtes** de la barre d'outils, peut être utilisé pour obtenir automatiquement les ponts thermiques linéaires présents dans l'ouvrage.

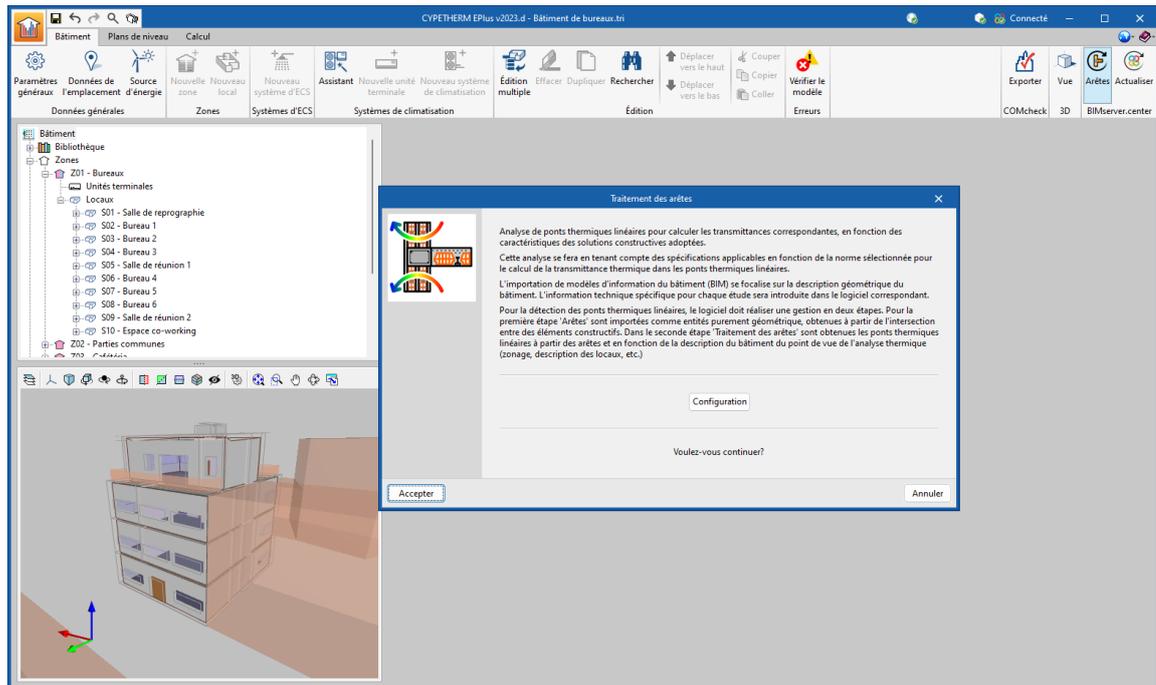


Fig. 53. Traitement des arêtes du modèle BIM

Le logiciel analyse le bâtiment en détectant les arêtes géométriques qui se trouvent entre un local habitable et un local extérieur, et entre un local habitable et un local non habitable. Le bouton **Configuration** permet de sélectionner les caractéristiques des principaux systèmes constructifs afin de calculer les transmittances thermiques correspondantes. Diverses normes sont prévues pour ce calcul.



Fig. 54. Configuration du traitement des arêtes du modèle BIM

3.14 Actualiser

Le bouton **Actualiser** permet de synchroniser les changements dans les fichiers IFC du modèle BIM lié. Lorsque des modifications ont été apportées au modèle BIM, ce bouton clignote avec un signal d'avertissement. Cette fonctionnalité liée au flux de travail Open BIM est décrite dans la section [Actualisation du modèle de calcul](#).

4 Plans de niveau

L'onglet *Plans de niveau* contient les plans de chaque niveau du bâtiment, où sont représentés les éléments constructifs. À partir de cette vue, il est possible de visualiser et d'éditer les caractéristiques des éléments constructifs du bâtiment en sélectionnant d'abord le bouton correspondant dans la barre d'outils, puis en sélectionnant l'élément spécifique sur le plan de la fenêtre principale. Lorsqu'un élément est sélectionné dans l'arborescence, il est mis en surbrillance dans la visionneuse 3D et dans le plan de niveau.

Les plans de niveau sont générés automatiquement à partir du modèle BIM. L'importation de fonds de plan au format DXF/DWG est également permise, à partir du modèle BIM et via les boutons **DXF-DWG** de la barre d'outils supérieure gauche.

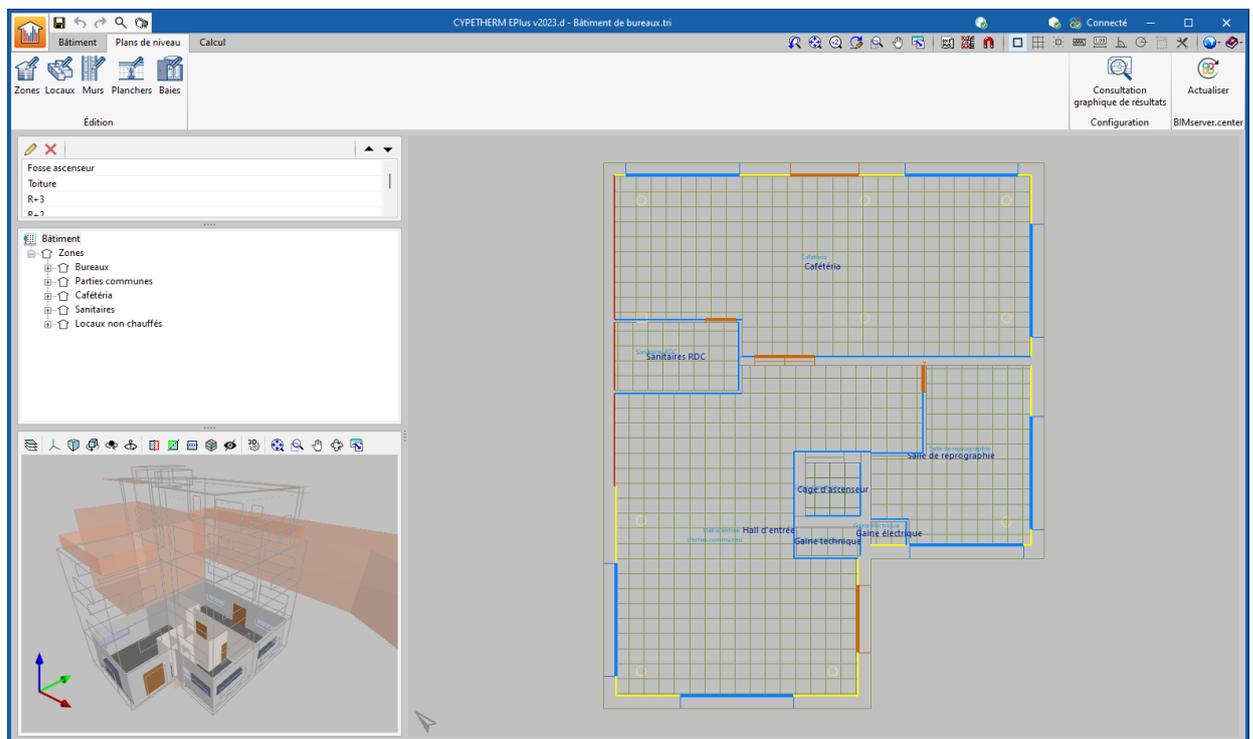


Fig. 55. Plans de niveau

5 Calcul

Dans l'onglet *Calcul*, la simulation est lancée et les résultats sont affichés à l'aide des boutons de la barre d'outils.

Si l'ouvrage n'a pas été calculé, une alerte apparaît à l'écran. Une fois l'ouvrage calculé, les résultats du calcul s'affichent dans la fenêtre principale et les boutons permettant d'obtenir les récapitulatifs sont mis en surbrillance.

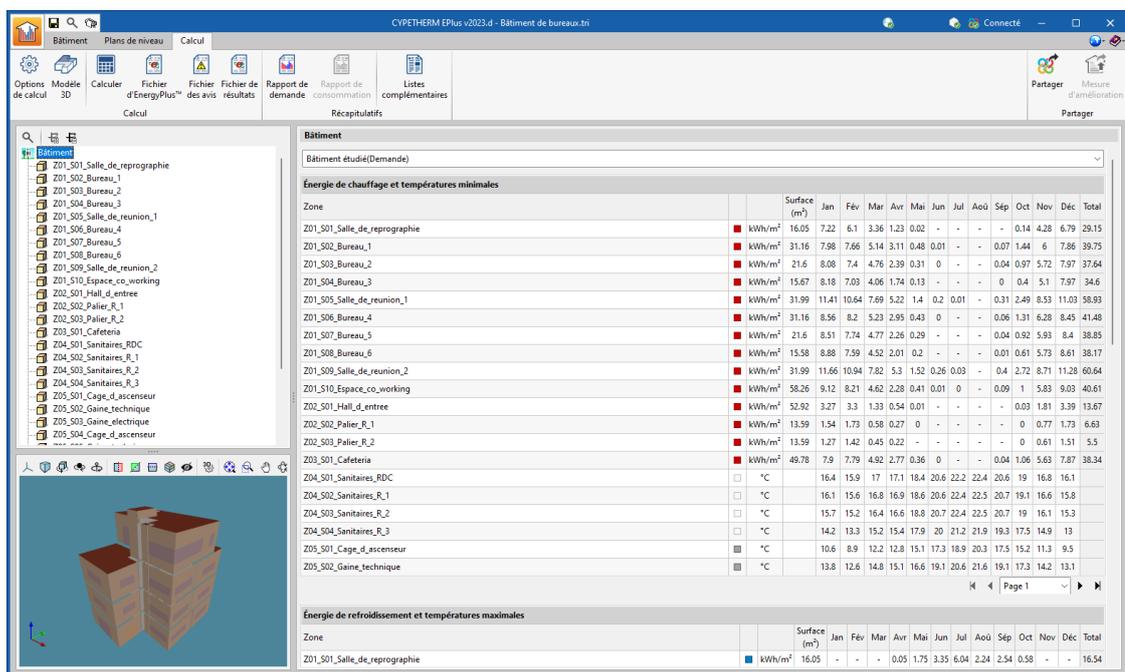


Fig. 56. Résultats de la simulation

Le schéma du bâtiment contient les zones thermiques. Dans la fenêtre principale, les résultats de la section sélectionnée dans le schéma (bâtiment entier ou zone thermique) seront affichés.

La visionneuse du modèle 3D montre dans cet onglet le modèle du bâtiment envoyé au moteur de calcul, disponible dans le bouton *Modèle 3D* .

La fenêtre principale présente le détail des résultats de la simulation mois par mois, selon la sélection effectuée dans le schéma. Le menu déroulant supérieur permet de visualiser les résultats des différentes simulations effectuées (Demande et Consommation).

5.1 Options de calcul

Les options suivantes sont définies pour configurer la simulation :

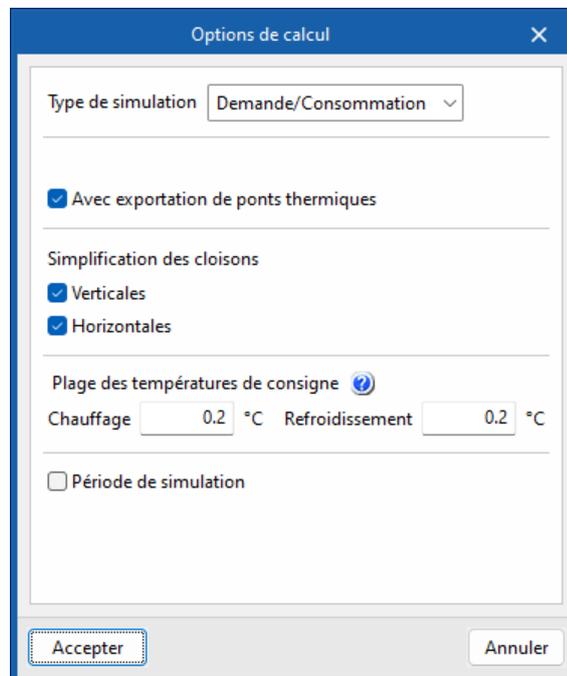


Fig. 57. Options de calcul

Type de simulation

- **Demande** : simule le bâtiment sans les systèmes de climatisation.
- **Demande/Consommation** : réalise deux simulations du bâtiment, sans et avec les systèmes de climatisation.

Avec calcul par local. Cette option apparaît lorsque la *Demande* est sélectionnée comme type de simulation. Il effectue la simulation du bâtiment en considérant les locaux individuellement, au lieu de les regrouper dans les zones thermiques définies.

Simplification des cloisons. Ces options simplifient le modèle de calcul du bâtiment, ce qui permet de réduire considérablement le temps de simulation tout en maintenant la précision des résultats. La simplification consiste à réduire le nombre de surfaces qui composent le modèle. L'option **Verticales** élimine les cloisons intérieures verticales d'une même zone, en les remplaçant par leur inertie thermique. L'option **Horizontales**, dans un deuxième temps, réunit les planchers.

Avec exportation de ponts thermiques. Cochez cette option si vous souhaitez que les ponts thermiques soient inclus dans la simulation.

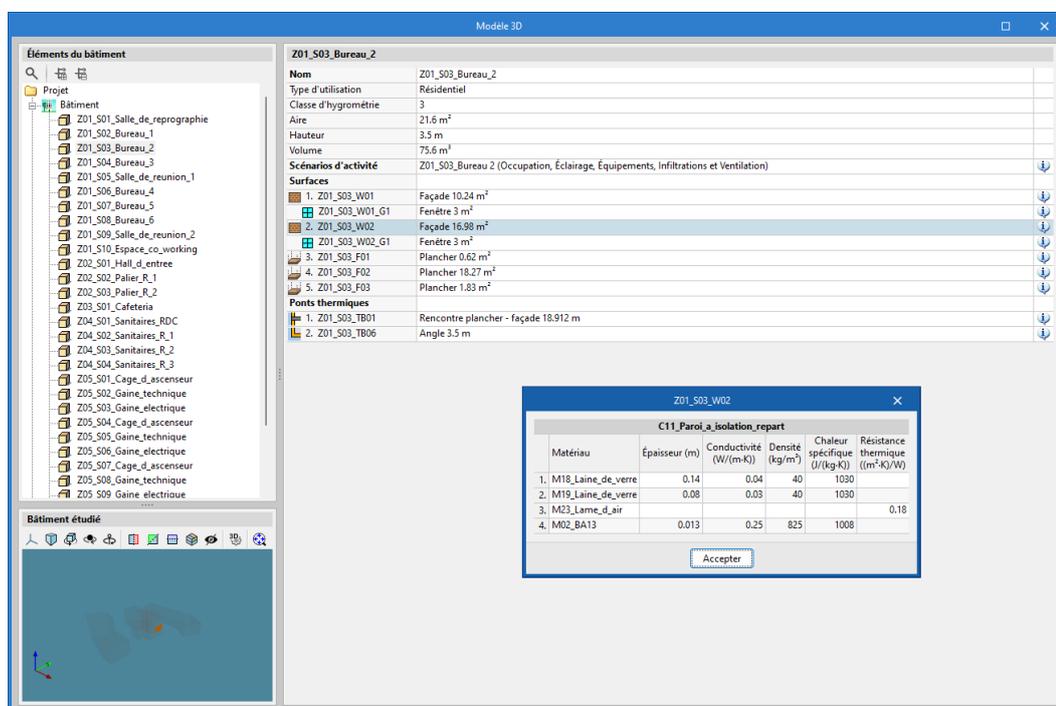
Plage des températures de consigne. Les heures pendant lesquelles la température de l'air dans les locaux du bâtiment se situe en dehors de la plage des températures de consigne de chauffage ou de refroidissement, avec une plage supérieure aux valeurs indiquées, doivent être comptabilisées comme heures de chauffage (ou de refroidissement) non satisfait.

Période de simulation. Par défaut, le bâtiment sera simulé pendant une année complète. Cochez cette option si vous souhaitez définir une période de simulation différente.

5.2 Modèle 3D

Affiche les éléments du modèle de calcul du bâtiment. Ce modèle BEM (Building Energy Model) est celui qui est utilisé dans la simulation avec le moteur de calcul. Il est créé à partir des définitions de l'onglet *Bâtiment*, elles-mêmes importées du modèle BIM.

Les caractéristiques de chacun des éléments du modèle peuvent être consultées dans le ballon d'information  à droite.



Éléments du bâtiment

- Projet
 - Bâtiment
 - Z01_S01_Salle_de_reprographie
 - Z01_S02_Bureau_1
 - Z01_S03_Bureau_2
 - Z01_S04_Bureau_3
 - Z01_S05_Salle_de_reunion_1
 - Z01_S06_Bureau_4
 - Z01_S07_Bureau_5
 - Z01_S08_Bureau_6
 - Z01_S09_Salle_de_reunion_2
 - Z01_S10_Espace_co_working
 - Z02_S01_Hall_d_entree
 - Z02_S02_Palier_R_1
 - Z02_S03_Palier_R_2
 - Z03_S01_Cafeteria
 - Z04_S01_Sanitaires_RDC
 - Z04_S02_Sanitaires_R_1
 - Z04_S03_Sanitaires_R_2
 - Z04_S04_Sanitaires_R_3
 - Z05_S01_Cage_d_ascenseur
 - Z05_S02_Gaine_technique
 - Z05_S03_Gaine_electrique
 - Z05_S04_Cage_d_ascenseur
 - Z05_S05_Gaine_technique
 - Z05_S06_Gaine_electrique
 - Z05_S07_Cage_d_ascenseur
 - Z05_S08_Gaine_technique
 - Z05_S09_Gaine_electrique

Bâtiment étudié

Z01_S03_Bureau_2

Nom: Z01_S03_Bureau_2
 Type d'utilisation: Résidentiel
 Classe d'hygrométrie: 3
 Aire: 21.6 m²
 Hauteur: 3.5 m
 Volume: 75.6 m³
 Scénarios d'activité: Z01_S03_Bureau 2 (Occupation, Éclairage, Équipements, Infiltrations et Ventilation)

Surfaces

1.	Z01_S03_W01	Façade	10.24 m ²
	Z01_S03_W01_G1	Fenêtre	3 m ²
2.	Z01_S03_W02	Façade	16.98 m ²
	Z01_S03_W02_G1	Fenêtre	3 m ²
3.	Z01_S03_F01	Plancher	0.62 m ²
4.	Z01_S03_F02	Plancher	18.27 m ²
5.	Z01_S03_F03	Plancher	1.83 m ²

Ponts thermiques

1.	Z01_S03_TB01	Rencontre plancher - façade	18.912 m
2.	Z01_S03_TB06	Angle	3.5 m

Z01_S03_W02

C11_Paroi_a_isolation_repart

Matériau	Épaisseur (m)	Conductivité (W/(m·K))	Densité (kg/m ³)	Chaleur spécifique (J/(kg·K))	Résistance thermique ((m ² ·K)/W)
1. M18_Laine_de_verre	0.14	0.04	40	1030	
2. M19_Laine_de_verre	0.08	0.03	40	1030	
3. M23_Laine_d_air					0.18
4. M02_BA13	0.013	0.25	825	1008	

Accepter

Fig. 58. Modèle de calcul 3D

5.3 Calculer

Le bouton **Calculer** lance la simulation énergétique et régénère les récapitulatifs, ce qui permet de modifier au préalable les *Options de calcul* .

Chaque fois que vous changez d'onglet, il est nécessaire d'appuyer sur le bouton **Calculer** pour générer à nouveau les récapitulatifs. La simulation ne sera lancée que si les définitions de l'onglet *Bâtiment* ont produit des changements dans le fichier de données d'entrée du moteur de calcul.

5.4 Fichiers d'EnergyPlus

5.4.1 *Fichier d'EnergyPlus*TM

Affiche les fichiers d'entrée de données ayant l'extension **.idf** au moteur de calcul EnergyPlus. L'en-tête de la visionneuse indique l'emplacement de chaque fichier. Le fichier Project_dem.idf contient les données de la simulation *Demande*. Le fichier Project_cons.idf contient les données de simulation *Consommation*.

5.4.2 *Fichier d'alertes*

Affiche les fichiers **.err** d'alertes et d'erreurs produits par le moteur de calcul EnergyPlus. Si la simulation a été interrompue en raison d'une erreur du moteur de calcul, ce fichier sera apparaît à l'écran.

5.4.3 *Fichier de résultats*

Ouvre les fichiers de résultats au format **HTML** générés par le moteur de calcul EnergyPlus, pour chaque simulation (demande et consommation).

5.5 Récapitulatifs

Plusieurs récapitulatifs sont fournis avec les résultats de calcul et les définitions effectuées. En cliquant sur le bouton qui ouvre le récapitulatif souhaité, celui-ci s'affiche dans la visionneuse de documents intégré au logiciel, qui offre les outils suivants :

Partager. Permet de partager le document sélectionné via Internet. Le document sera stocké sur un serveur au format PDF et une adresse sera générée pour y accéder. Seules les personnes possédant cette adresse pourront accéder au fichier.

Exporter. Permet d'enregistrer le document dans différents formats, notamment PDF, DOCX et HTML.

Imprimer. Envoie le document à l'imprimante, avec la configuration de page sélectionnée sur le bouton de la roue .

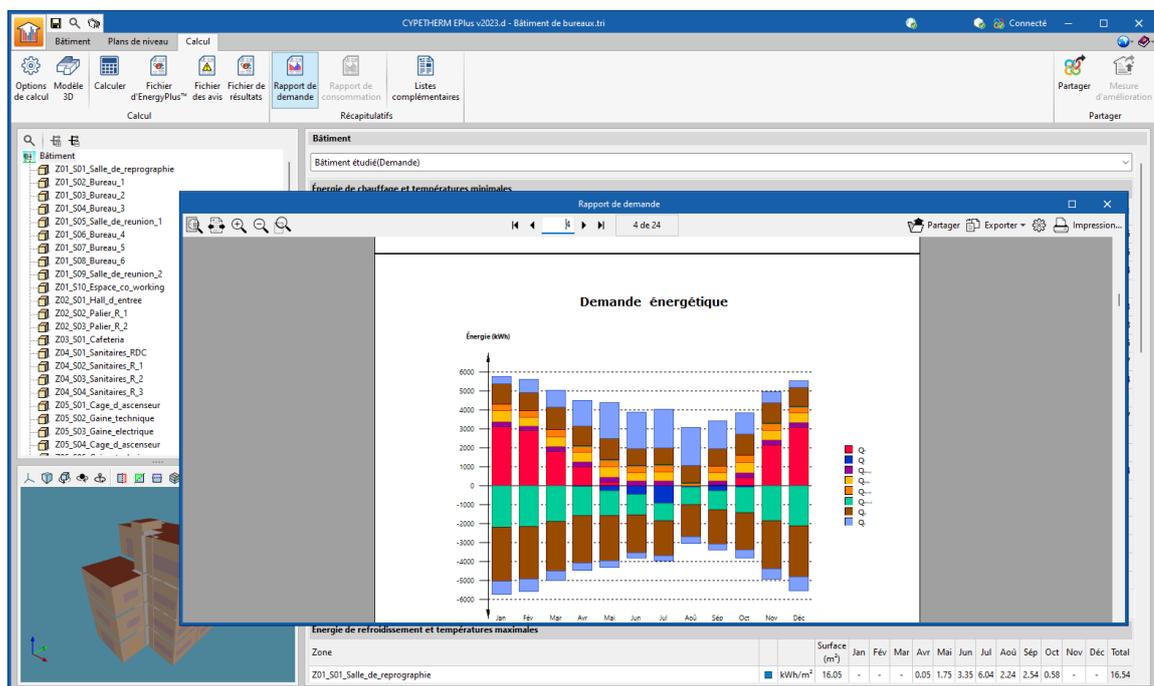


Fig. 59. Visionneuse de documents

5.5.1 Rapport de demande

Contient les résultats de la simulation *Demande*. Les résultats de la demande énergétique pour le chauffage et le refroidissement du bâtiment et par zone de chauffage sont fournis. Les résultats du bilan énergétique du bâtiment ainsi que la demande d'énergie et de puissance annuelle du bâtiment sont inclus sous forme de graphiques.

5.5.2 *Rapport de consommation*

Contient les résultats de la simulation *Consommation*. Les résultats de la consommation d'énergie du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire sont fournis, classés selon le type d'énergie finale consommée.

5.5.3 *Enveloppe du bâtiment*

Contient les résultats du Coefficient de transfert de chaleur par transmission calculé selon la norme EN ISO 13789:2017 et la perméabilité à l'air de l'enveloppe thermique. Un détail par éléments est effectué et la valeur du coefficient de transmittance thermique (U) de chaque élément est comparée à la valeur limite fixée par l'utilisateur.

5.5.4 *Listes complémentaires*

5.5.4.1 *Description des matériaux et des éléments constructifs*

Les différents éléments présents dans l'ouvrage sont indiqués avec leurs matériaux, leurs quantités, leurs coefficients de transmission, etc. Le système d'enveloppe (parois extérieures, sols, toitures et ouvertures), le système distributif et séparatif (cloisons verticales et planchers intermédiaires) sont spécifiés.

5.5.4.2 *Condensations*

Ce récapitulatif est disponible si l'option **Vérification de l'existence de condensations** a été sélectionnée dans *Paramètres généraux*. Il montre les résultats de la vérification de l'existence de condensations superficielles et interstitielles selon la norme NF-EN ISO 13788.

5.5.4.3 *Ponts thermiques linéaires*

Les ponts thermiques définis dans chaque zone et leurs caractéristiques sont répertoriés.

5.5.4.4 *Confort intérieur*

Le récapitulatif permet de visualiser, à travers des graphiques et des tableaux, l'évolution de la température intérieure des zones, en la comparant avec la température extérieure. Le nombre d'heures pendant lesquelles la température de confort intérieur définie dans chaque zone est dépassée et le nombre d'heures de chauffage (ou de refroidissement) non satisfait sont comptabilisés. Les résultats horaires de la température intérieure des zones sont exportés dans un fichier .csv disponible dans le répertoire _dat associé au fichier du logiciel.

5.5.4.5 *Calcul du facteur de réduction*

Contient la méthodologie et les résultats détaillés du calcul du transfert de chaleur vers les espaces non conditionnés du bâtiment conformément à la norme EN ISO 13789:2017. Ces résultats interviennent dans le calcul du Coefficient de transfert de chaleur par transmission du récapitulatif *Enveloppe du bâtiment*.

5.6 Exporter

Les boutons **Exporter** et **Mesure d'amélioration** permettent d'exporter les résultats de la simulation énergétique au projet BIM lié. Ces fonctions liées au flux de travail Open BIM sont décrites dans la section [Exportation des résultats au projet BIM](#).

6 Méthode de travail : flux Open BIM

CYPETHERM EPlus est une application intégrée dans le flux de travail Open BIM via le format standard IFC. Pour cette raison, et pour profiter de tous les avantages offerts par ce flux de travail, l'application nécessite une connexion à BIMserver.center, un service administré par CYPE pour gérer, partager et actualiser vos projets dans le cloud. Pour ce faire, vous devez vous connecter au service avec votre compte utilisateur, que vous pouvez créer gratuitement via le lien vers BIMserver.center, où vous disposerez également d'informations sur le service et le flux de travail Open BIM.

Le flux de travail Open BIM permet de saisir automatiquement dans le logiciel CYPETHERM EPlus un grand nombre des définitions nécessaires à la simulation énergétique, qui ont déjà été réalisées lors des étapes précédentes du projet du bâtiment. Cette technologie simplifie et accélère considérablement la simulation énergétique du bâtiment en convertissant automatiquement le modèle BIM (modèle d'information unique du bâtiment) en un modèle BEM (modèle de simulation énergétique du bâtiment).

6.1 Introduction du modèle de calcul

Pour créer un nouveau fichier CYPETHERM EPlus, cliquez sur le bouton **Nouveau...** Une fenêtre surgissante s'affiche dans laquelle vous pouvez attribuer un nom et un emplacement au nouveau fichier, ainsi qu'une description facultative.

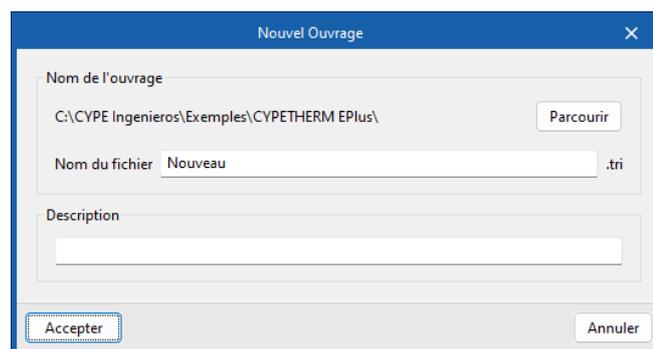


Fig. 60. Nouveau fichier

En cliquant sur **Accepter**, la fenêtre BIMserver.center apparaît, dans laquelle vous pouvez vous connecter et sélectionner un projet contenant un modèle géométrique du bâtiment au format IFC (fichier de départ du projet BIM).

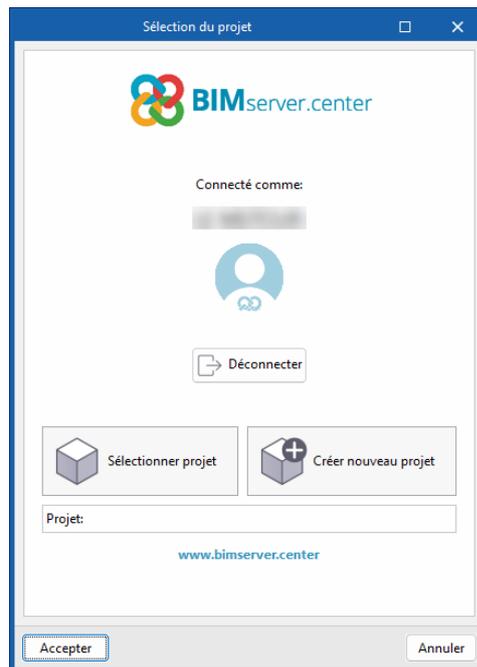


Fig. 61. Sélectionner un projet BIM hébergé sur BIMserver.center

Le logiciel reconnaît les modèles géométriques créés avec tout logiciel de modélisation 3D capable d'exporter ses fichiers au format IFC4. L'une d'entre elles est l'application gratuite IFC Builder, disponible sur BIMserver.center Store.

De plus, CYPETHERM EPlus reconnaît les informations provenant d'autres fichiers IFC ajoutés au projet, comme détaillé dans la section suivante [Importation d'informations BIM complémentaires](#).

Grâce à la technologie Open BIM, CYPETHERM EPlus importe automatiquement les informations contenues dans les fichiers IFC. Dans ce processus d'importation initial, un modèle de calcul lié au modèle d'information du bâtiment (BIM) est créé. Cela permet de synchroniser le modèle de calcul avec les modifications apportées au modèle BIM.

Le lien entre le modèle de calcul et le modèle BIM est établi sur la base des références des éléments qui composent le modèle BIM. Afin de mettre à jour correctement le modèle BIM, il est nécessaire de maintenir les références des éléments dans CYPETHERM EPlus.

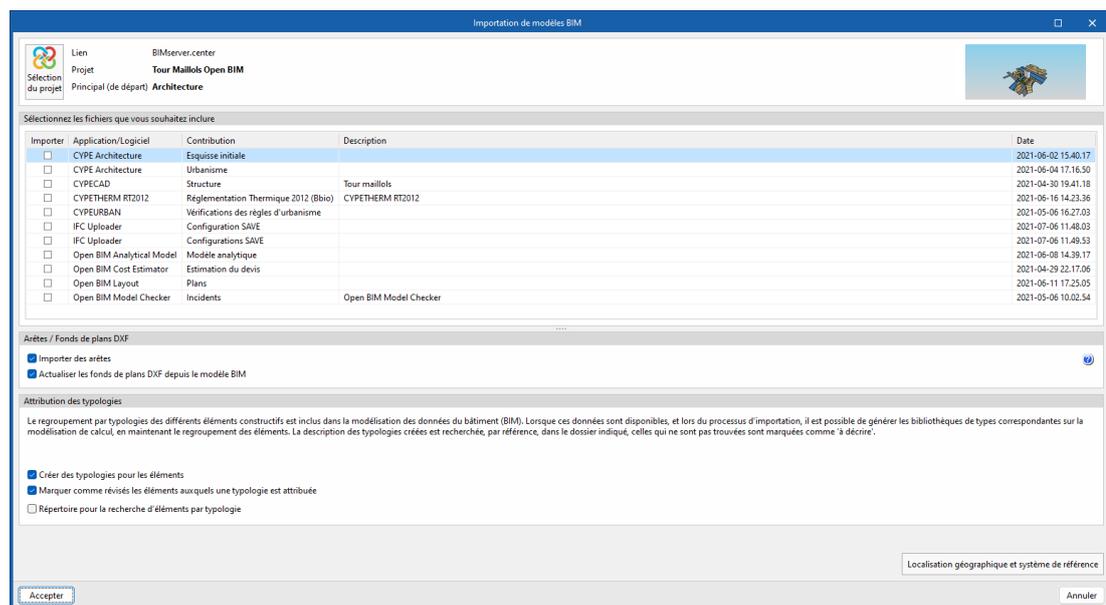


Fig. 62. Importation initiale du modèle BIM

Si vous disposez de fichiers de bibliothèque pour les éléments des logiciels CYPETHERM, vous pouvez les attribuer aux typologies du nouveau projet au moment de l'importation initiale. Pour ce faire, cochez l'option **Répertoire pour la recherche d'éléments par typologie** et sélectionnez le répertoire contenant vos fichiers avec les éléments de la bibliothèque (fichiers .bib). Avec cette action, le logiciel attribue automatiquement les propriétés des éléments compatibles trouvés dans le répertoire dont les références coïncident avec celles des éléments du modèle BIM (section [Utilisation de bibliothèques](#)).

L'option **Importer des arêtes** permet d'inclure dans le modèle de calcul les arêtes du modèle BIM généré avec le logiciel IFC Builder. Le modèle BIM doit contenir des arêtes pour pouvoir utiliser l'outil de création automatique des ponts thermiques du bâtiment (section [Arêtes](#) .

Après avoir accepté cet assistant d'importation initiale, l'interface du logiciel apparaît avec le modèle BIM importé. Dans l'arborescence, dans la section Zones, vous pouvez voir que la géométrie du bâtiment (Locaux, Murs, Planchers et leurs Ouvertures) est complètement définie. De plus, si vous avez défini des groupements de locaux dans IFC Builder, ceux-ci auront été importés dans CYPETHERM EPlus en tant que zones thermiques.

Pour tirer parti de tout le potentiel du flux de travail Open BIM, il est recommandé d'apporter des modifications aux éléments du modèle dans les logiciels qui en sont à l'origine. Afin de synchroniser correctement le modèle, les éléments du modèle BIM importés doivent conserver leur référence (leur nom).

Seules les caractéristiques du bâtiment spécifiques aux besoins de la simulation énergétique restent à définir. Dans l'arborescence, les catégories de la bibliothèque qui ne sont pas encore définies sont indiquées par un marquage orange. Si ces éléments font

partie des locaux, le marquage orange apparaît sur tous les niveaux du schéma auxquels les éléments sont associés.

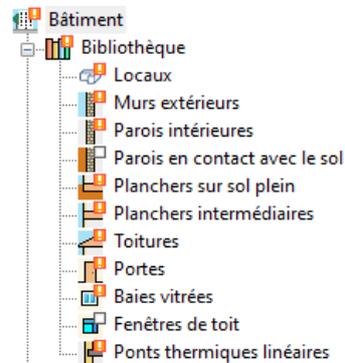


Fig. 63. Schéma du bâtiment avec des éléments de bibliothèque non définis (marquage orange) et des catégories sans éléments (marquage blanc)

De plus, il est nécessaire de définir le fichier de données climatiques à utiliser dans la simulation (section [Données de l'emplacement](#) ) et les caractéristiques des zones thermiques.

Si les arêtes du modèle BIM ont été importées, la catégorie des ponts thermiques dans la bibliothèque apparaît toujours indéfinie. Pour la gestion automatique des ponts thermiques, le reste du modèle doit être défini et exempt d'erreurs. Vous pouvez ensuite utiliser le bouton **Arêtes** pour définir automatiquement les ponts thermiques linéaires.

6.2 Importation d'informations BIM complémentaires

CYPETHERM EPlus est capable d'importer des fichiers BIM contenant les informations suivantes :

Installations de climatisation du bâtiment. Les systèmes et équipements de climatisation définis dans les logiciels Open BIM DAIKIN, Open BIM FUJITSU et Open BIM VAILLANT, disponibles sur BIMserver.center, sont importés.

Puissance d'éclairage installée. La puissance d'éclairage installée définie dans les locaux du bâtiment est importée depuis les logiciels CYPELUX, CYPELUX CTE (Espagne) et CYPELUX RECS (Portugal), disponibles sur BIMserver.center.

Systèmes constructifs. La composition des murs et des planchers du bâtiment définie dans Open BIM Construction Systems, disponible sur BIMserver.center, est importée.

6.3 Actualisation du modèle de calcul

Le bouton **Actualiser** de la barre d'outils de l'onglet *Bâtiment* permet de synchroniser les modifications apportées au modèle BIM. Si des modifications ont été apportées au modèle BIM lié, ce bouton **Actualiser** clignote avec un signal d'avertissement. En cliquant dessus, le panneau *Actualiser le modèle BIM* apparaît, qui offre plusieurs options pour gérer l'importation des modifications apportées au modèle.

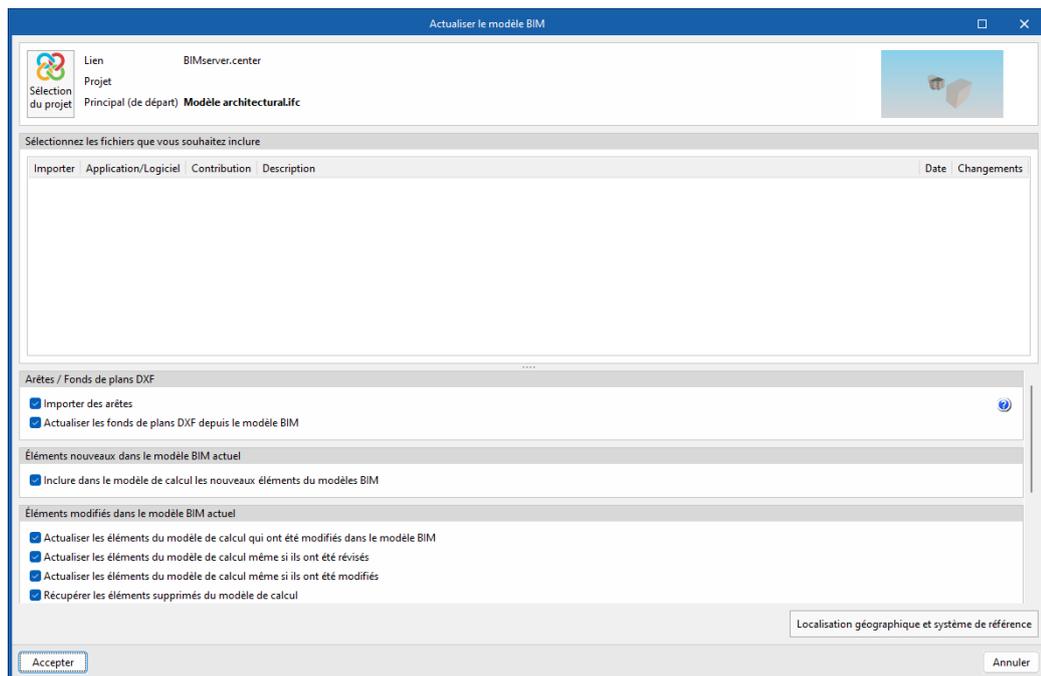


Fig. 64. Options d'actualisation du modèle BIM

6.4 Exportation des résultats au projet BIM

Une fois la simulation énergétique effectuée, il est possible d'exporter les résultats de la simulation vers la plateforme pour les partager avec l'équipement du projet BIM liée. Cette action permet de consolider le projet du bâtiment en y ajoutant des informations.

Pour partager les résultats de CYPETHERM EPlus et les inclure dans le modèle BIM lié, utilisez les boutons **Partager** et **Mesure d'amélioration** dans la barre d'outils de l'onglet *Calcul*.

6.4.1 Partager

Partagez les rapports de demande et de consommation au projet BIMserver.center lié, dans un fichier au format IFC contenant les rapports au format PDF.

6.4.2 Mesure d'amélioration

Exporte les résultats de CYPETHERM EPlus vers un fichier IFC qui peut être importé par CYPETHERM Improvements Plus, un logiciel conçu pour l'analyse énergétique et économique de différentes alternatives ou mesures d'amélioration proposées pour le bâtiment.

Afin de pouvoir comparer différentes situations pour un même bâtiment, il faut d'abord simuler le bâtiment dans son état initial. Les résultats du calcul seront exportés vers CYPETHERM Improvements Plus à partir de l'assistant, soit en tant que *Situation initiale* (sans coûts associés), soit en tant que *Mesure d'amélioration*, si des coûts doivent être associés à ce scénario de calcul.

Les modifications doivent ensuite être apportées au bâtiment et la simulation doit être relancée. Les nouveaux résultats du calcul seront exportés vers CYPETHERM Improvements Plus à partir de l'assistant en tant que *Mesure d'amélioration*. Les coûts associés à la mesure d'amélioration peuvent être renseignés à partir de l'assistant d'exportation, ou complétés ultérieurement dans CYPETHERM Improvements Plus.

Lors de la simulation de différentes alternatives sur le même bâtiment, il est recommandé de travailler sur un nouveau fichier, afin de conserver les données de la simulation initiale. Dans tous les cas, chaque fois qu'un ouvrage est exporté depuis *Mesure d'amélioration*, une copie de sauvegarde du fichier est créée dans le répertoire local associé au projet BIM, avec l'extension `.tri_back`.