



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

CYPECAD MEP

Maison Individuelle

Exemple pratique

CYPE Ingenieros, S.A.
Avda. Eusebio Sempere, 5
03003 Alicante
Tel. (+34) 965 92 25 50
Fax (+34) 965 12 49 50
cype@cype.com

www.cype.fr

IMPORTANT: CE TEXTE REQUIERT VOTRE ATTENTION

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

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

N'oubliez pas que vous devrez lire, comprendre et accepter le Contrat de Licence d'Utilisation du software associé à cette documentation avant toute utilisation d'un des composants du produit. Si vous N'ACCEPTÉZ PAS les termes du Contrat de Licence d'Utilisation rendez immédiatement le software et tous les éléments qui l'accompagnent au lieu d'achat afin d'en obtenir le remboursement intégral.

Ce manuel correspond à la version du software dénommé CYPECAD MEP par CYPE Ingenieros, S.A. L'information contenue dans ce document décrit substantiellement les caractéristiques et méthodes d'utilisation du ou des programmes qu'elle accompagne.

L'information contenue dans ce document peut avoir été modifiée postérieurement à l'édition mécanique de ce livre sans avis préalable. Le software associé à ce document peut être soumis à des modifications sans avis préalable.

CYPE Ingenieros, S.A. dispose d'autres services parmi lesquels se trouvent les Mises à Jour, qui vous permettront d'acquérir les dernières versions du software et la documentation qui l'accompagne. Si vous avez des doutes sur les présentes conditions, par rapport au Contrat de Licence d'Utilisation du software, ou si vous souhaitez simplement rentrer en contact avec CYPE Ingenieros, S.A., adressez-vous à votre Distributeur Local Autorisé ou au Service Après-Vente de CYPE Ingenieros, S.A. à l'adresse suivante :

Avda. Eusebio Sempere, 5 · 03003 Alicante (Espagne) · Tel: +34 965 92 25 50 · Fax: +34 965 12 49 50 · www.cype.com

© CYPE Ingenieros, S.A.

Edité et imprimé à Alicante (Espagne)

Windows ® est une marque enregistrée de Microsoft Corporation ®

Introduction	5		
1. Installation du logiciel	6		
2. Exemple pratique	8		
2.1. Description	8		
2.2. Démarrage	8		
2.3. Gestion des vues des fonds de plan	9		
2.4. Introduction des données	10		
2.4.1. Menu Ouvrage	10		
2.4.1.1. Type de bâtiment	10		
2.4.1.2. Données générales	11		
2.4.1.3. Orientation	12		
2.4.2. Menu Éléments constructifs	13		
2.4.2.1. Parois verticales	13		
2.4.2.2. Parois horizontales et inclinées	15		
2.4.2.3. Baies	16		
2.4.3. Modélisation de l'étage et de la couverture	18		
2.4.4. Menu Locaux	20		
2.4.5. Menu Unités d'utilisation	20		
2.4.6. Menu Groupes	21		
2.5. Étude thermique : Calculs et analyse des résultats	22		
2.5.1. Menu Résultats	22		
2.5.2. Analyse graphique	23		
2.5.2.1. Les ponts thermiques	23		
2.5.2.2. Les rupteurs thermiques	23		
2.5.2.3. Récapitulatifs	24		
		2.5.3. Récapitulatifs et notes de calcul	25
		2.5.4. Étude RT pièces par pièces	25
		2.5.4.1. Les parois verticales	25
		2.5.4.2. Les locaux	25
		2.5.4.3. Le groupe	26
		2.6. Étude climatique : Calculs et analyse des résultats	30
		2.6.1. Analyse graphique	30
		2.6.2. Récapitulatifs et notes de calcul	31
		2.6.3. Calcul de la demande énergétique avec EnergyPlus™ ..	32
		2.6.4. Dimensionnement d'installations	34
		2.6.4.1. Modélisation du système de chauffage	34
		2.6.4.2. Résultats	37
		2.7. Étude acoustique: Calculs et analyse des résultats	38
		2.7.1. Analyse graphique	38
		2.7.2. Récapitulatifs	39

Introduction

CYPECAD MEP est un logiciel puissant et efficace pour la réalisation d'études techniques réglementaires et fluides pour des projets de bâtiments de logement et tertiaires.

Il se démarque par une interface graphique qui permet de gagner en productivité pour la réalisation d'études réglementaires thermiques (calcul de charges thermiques et dimensionnement des installations de chauffage et de climatisation), acoustique, la simulation d'incendie et la simulation thermique dynamique (STD).

L'utilisateur peut modéliser totalement le bâtiment à l'aide de l'introduction par cotation ou sur la base de plans graphiques au format dxf, dwg, jpeg, bmp. Il a également l'opportunité d'échanger avec l'architecte grâce aux échanges CAO/BIM par le biais des import/export IFC.

Une plate-forme d'aide aux utilisateurs est disponible pour toutes personnes utilisant les logiciels CYPE, vous pouvez retrouver cette communauté sur <http://cypecommunity.cype.fr>.

1. Installation du logiciel

NOTA : Si vous êtes en train de tester le logiciel, dans l'assistance d'installation choisissez l'installation en 'version d'évaluation'. Attention pour ce mode d'installation, une connexion internet doit être active en permanence pour le contrôle des licences au travers de notre serveur.

2. Exemple pratique

2.1. Description

À titre d'exemple, vous allez réaliser l'étude thermique réglementaire d'une maison individuelle avec objectif RT2012, puis vous réaliserez les calculs de déperditions et l'estimation des besoins en chauffage. Vous verrez également les résultats de l'étude de la conformité acoustique.

Pour une prise en main rapide du logiciel, vous travaillerez sur la base d'un projet préparé au niveau du calage des fonds de plan et de la création des bibliothèques de parois et de systèmes, l'objectif étant ici de traiter un projet de A à Z afin de comprendre l'enchaînement des tâches et de consulter les possibilités de rendus (notes de calcul et récapitulatif de l'ouvrage).



Figure 1. Rendu 3D

NOTA : Vous pouvez survoler les données techniques de l'ouvrage en Annexe, puis passer au paragraphe 'Démarrage' ci-dessous.

2.2. Démarrage

Ouvrez le logiciel CYPECAD MEP puis cliquez sur 'Fichier' > 'Gestion Fichiers'. Dans la fenêtre qui s'ouvre, cliquez ensuite sur l'icône 'Exemples' qui se trouve dans la partie supérieure. Vous verrez alors plusieurs exemples apparaître dans la partie centrale de la fenêtre. Double-cliquez sur 'Exemple 01 – Maison individuelle' pour l'ouvrir.

Vous arrivez ainsi sur la fenêtre suivante, et vous allez commencer par décrire brièvement votre espace de travail :

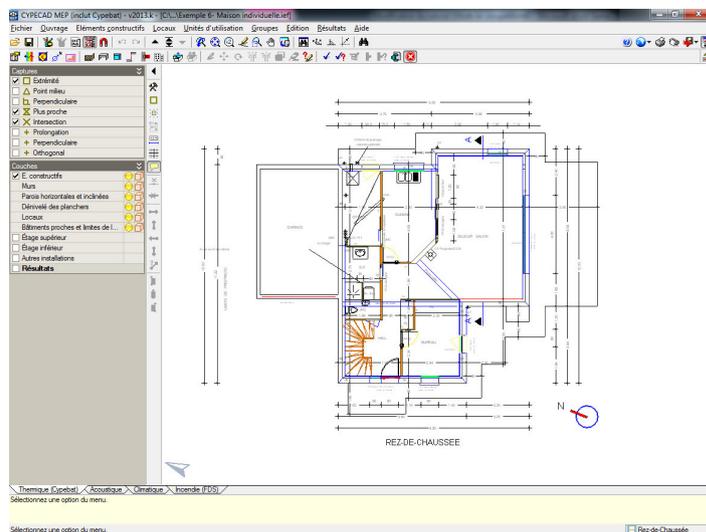


Figure 2: Espace de travail

Il est possible de changer le couleur du fond pour un meilleur confort visuel. Allez dans le menu en haut à droite de l'écran  (Configuration générale) puis sélectionnez 'Couleur de fond'. Vous pouvez travailler avec un fond blanc, gris ou noir. Par la même occasion, paramétrez les 'Unités' sur le 'Système d'unités : Système International'. Cela permettra de travailler en W/m^2K et non en $kcal/m^2C^{\circ}$ au niveau des transmissions des parois, par exemple. Vous pouvez consulter les autres options disponibles dans ce menu de configuration générale.

2.3. Gestion des vues des fonds de plan

Dans cet ouvrage pré-paramétré, l'import des fonds de plan et la création de vues pour la modélisation du bâtiment ont déjà été réalisés.

Vous pouvez consulter la gestion des vues de fonds de plan en cliquant sur le bouton  (Editer fonds de plan) de la barre d'outils. Sans aller plus loin, il est possible dans cette interface de créer des vues niveau par niveau de notre projet sur la base d'un ou plusieurs fichiers dxf, dwg, jpg, bmp et de les actualiser en cours de projet (plans actualisés par l'architecte).

Il est à noter que lors d'un import IFC, cette interface est complétée automatiquement à partir des vues 2D des niveaux contenues dans la maquette numérique 3D.

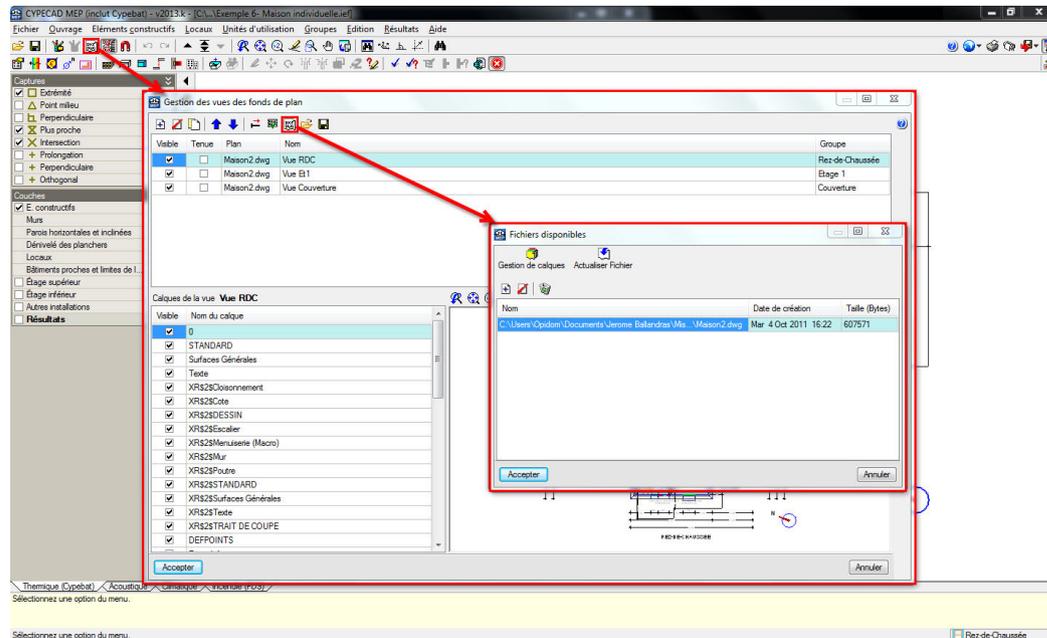


Figure 3: Gestion des fonds de plan

2.4. Introduction des données

En bas à gauche, vous trouverez 4 onglets d'études possibles sur le même modèle :

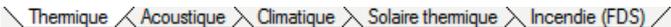


Figure 4: Onglets de navigation entre études

- Thermique : permet l'étude réglementaire thermique RT 2005, RT 2012 et RT Existant.
- Acoustique : permet l'étude réglementaire acoustique NRA.
- Climatique : permet :
 - Calcul des charges thermiques été et hiver (apports et déperditions),
 - Tracé et dimensionnement des installations de chauffage et climatisation,
 - Calcul des besoins en rafraîchissement et en chauffage via le moteur EnergyPlus™,
- Solaire thermique : permet le dimensionnement d'un système d'ECS solaire thermique,
- Incendie (FDS) : permet la simulation dynamique des incendies avec propagation des flammes et des fumées.

Vous démarrerez votre projet par la réalisation de l'étude thermique.

Pour l'utilisateur, la phase de saisie des informations et de modélisation de l'ouvrage jusqu'aux calculs se fait de gauche à droite dans les menus déroulants supérieurs :



Les options contenues dans ces menus sont également disponibles en accès rapide dans la barre d'outils sous les menus, qui est paramétrable à l'aide du bouton en haut à droite  (Configuration de la barre d'outils), mais dans cette phase de prise en main vous allez travailler sur la base de ces menus déroulants.

2.4.1. Menu Ouvrage

Ici, vous complèterez simplement les données à l'aide des données générales de l'ouvrage précédemment précisées. Voici quelques-uns des menus :

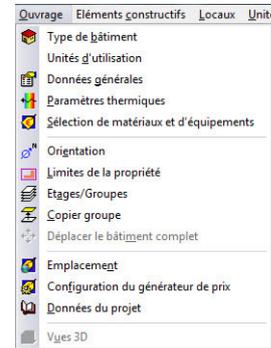


Figure 5: Menu Ouvrage

2.4.1.1. Type de bâtiment



Figure 6: Choix du type de bâtiment

Vous choisirez le type 'Maison individuelle'. Les autres types d'ouvrage sont ceux pré-paramétrés dans le logiciel, mais il est possible de paramétrer un bâtiment pour l'étude thermique réglementaire, avec l'ensemble des zones définies dans la réglementation suivant l'usage.

2.4.1.2. Données générales

Données générales (Thermique (Cypebat))

Norme pour l'étude thermique

RT 2005 RT 2012 RT Existant

Nombre de bâtiments

Bâtiment unique Plusieurs bâtiments

Surface de référence 195.0 m²

Surface habitable de référence

Perméabilité à l'air 0.6 m³/(h.m²)

Système de captage solaire photovoltaïque

Données de l'emplacement

Altitude 120.0 m

Zone Intérieur

Classe d'exposition au bruit BR1

Transfert de chaleur par le sol

Type de terrain

Gravier Sable semi-dense Limon Argile semi-dure Roche molle

Sable dense Sable lâche Argile dure Argile molle Roche dure

Conductivité thermique 2.40 W/(m.K)

Capacité thermique volumétrique 2.50 MJ/m³.K

Protection contre le vent

Absentée Moyenne Exposée

Le calcul du coefficient de transmission thermique des planchers en contact avec le terrain se fait selon la norme NF-EN ISO 13370 "Performance thermique des bâtiments. Transfert de chaleur par le sol. Méthodes de calcul". Cette méthodologie requière, en plus de la définition constructive des planchers, la description du type de terrain et de la protection contre le vent de l'emplacement du bâtiment.

Accepter Annuler

Figure 7: Renseignement des données générales

À compléter suivant les données générales de l'ouvrage. Il est à noter que si l'utilisateur ne coche pas les cases 'Surface de référence' et 'Surface habitable de référence' celles-ci sont calculées automatiquement. De la même manière, si l'utilisateur ne remplit pas la 'Perméabilité à l'air', c'est celle par défaut pour le moteur Th-BCE qui est prise en compte pour l'usage considéré. Pour notre projet, vous fixerez la 'Surface de référence' à 195 m² et la 'Perméabilité à l'air' à 0.6 m³/(h.m²).

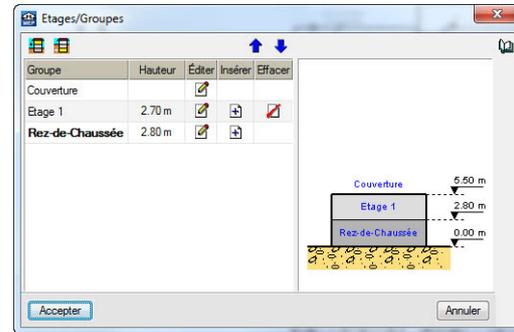


Figure 8: Définition niveaux/groupes

Attention, cette 'hauteur' d'étage correspond à la côte gros-œuvre entre planchers (pas la côte sous plafond). Voir croquis ci-dessous pour la cote '2.80m' définissant la hauteur d'étage entre le Rez-de-chaussée et l'Étage 1.

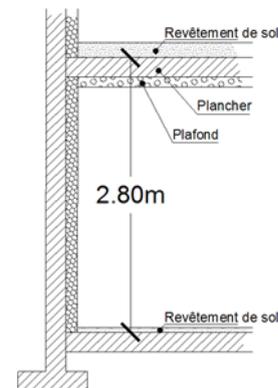


Figure 9: Détail des hauteurs

Comme vous le verrez par la suite, la saisie graphique se fait sur la base de fonds de plans 2D des niveaux. C'est donc avec cette information d'hauteur de niveau que le logiciel interprétera dans la 3D le bâtiment, et permettra d'ailleurs de visualiser celui-ci en 3D.

Selon le type d'étude, par exemple pour l'étude thermique réglementaire (2005, 2012 et Existant), les épaisseurs de revêtement de sol et de plafond seront déduites afin d'obtenir la hauteur sous plafond nécessaire suivant les règles Th-U pour effectuer les métrés des volumes, parois, ainsi que des arêtes des ponts thermiques. Toute intervention ultérieure sur une épaisseur de plafond permettra d'actualiser ces cotes en temps réel.

2.4.1.3. Orientation

Ici vous pouvez indiquer l'orientation par rapport au nord du bâtiment. Toutes les parois créées vont ensuite automatiquement s'orienter vis-à-vis de cette orientation. Il sera d'ailleurs possible à tout moment de changer l'orientation pour tester notre bâtiment dans une autre configuration.

NOTA : Vous disposez de diverses aides dans le logiciel pour savoir quelle manipulation associer à chaque fonction du logiciel. Par exemple, pour l'orientation vous pouvez consulter la description de cette fonction en cliquant sur le bouton  (Montrer les informations détaillées des éléments) ou en tapant F1, cliquez ensuite sur le bouton 'Orientation' qui se trouve alors encadré en bleu :

Permet d'introduire l'orientation du bâtiment

Pour introduire cette option, cliquez une fois avec le bouton gauche n'importe où sur l'étage de l'ouvrage et déplacez la souris pour indiquer la direction et le sens du nord. Ensuite recliquez avec le bouton gauche de la souris et l'orientation sera définie dans une icône qui s'affichera dans le coin inférieur gauche de l'écran.

Faites clic droit pour sortir de ce menu d'aide, maintenant sélectionnez le bouton 'Orientation' du menu 'Ouvrage' ou directement le bouton  (Orientation) dans la barre d'outils. Vous vous apprêtez à indiquer l'orientation de votre ouvrage, et une aide est disponible en bas à gauche, en cliquant sur le bouton **Ouvrage - Orientation** qui va vous indiquer la marche à suivre :



Aidez-vous de la rose des vents présente sur le fond de plan de l'architecte (vue du RDC), cliquez en son centre puis cliquez dans la direction du Nord :



Figure 10: Boussole indicative

Vous verrez ensuite que la boussole du projet s'orientera automatiquement suite à votre instruction graphique :



Figure 11: Boussole CYPE

2.4.2. Menu Éléments constructifs

Vous allez maintenant procéder à la modélisation graphique des parois et éléments constructifs sur la base du fond de plan fourni. Les bibliothèques d'éléments constructifs ont été pré remplies, et l'objet du présent document n'est pas d'expliquer comment constituer ces bibliothèques.

Dans un premier temps vous ne procéderez qu'à une étude RT « globale », c'est-à-dire que vous ne saisissez que l'enveloppe thermique, soit les planchers bas, les façades, les menuiseries extérieures, les planchers hauts et les toitures terrasses au 1er et la couverture.

Dans le menu 'Éléments constructifs', vous avez accès à divers éléments :

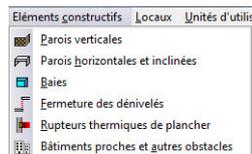


Figure 12: Menu 'Éléments constructifs'

2.4.2.1. Parois verticales

La boîte de dialogue 'Parois verticales', comme les suivantes, se décompose comme suit :

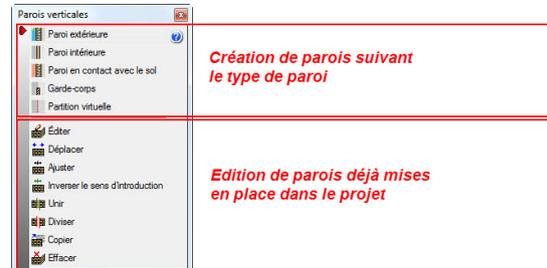


Figure 13: Liste des éléments constructifs "Parois verticales"

Sélectionnez 'Paroi extérieure', vous arrivez dans la boîte de dialogue de gestion des parois extérieures de l'ouvrage :

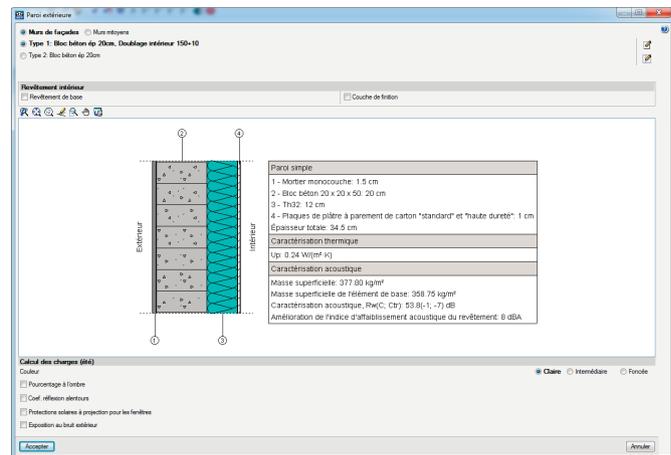


Figure 14: Choix de la paroi extérieure

NOTA : Bien que l'objet du présent document ne soit pas de vous initier à la gestion des éléments constructifs, juste les commentaires suivants :

Pour consulter la description éditable du type sélectionné vous pouvez cliquer sur :  (Edition du type sélectionné).

Pour accéder à la liste des types disponibles dans l'ouvrage vous pouvez cliquer sur :  (Éditer la liste des types disponibles).

Dans cette boîte de dialogue, vous pourrez créer une nouvelle paroi en mode éditable, ou importer un complexe depuis 'Générateur de prix de CYPE', exporter/importer en bibliothèque utilisateur des parois courantes de vos ouvrages.

Sélectionnez le Type 1 dans la boîte de dialogue pour la création de votre mur et passez à la saisie graphique :

- Au préalable, sélectionnez le bouton 'Le mur se trouve à droite de la ligne introduite' dans la barre latérale gauche.

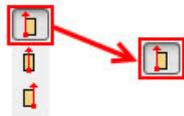


Figure 15: Choix de la position du mur par rapport au curseur

- Activez les captures 'Extrémité' et 'Intersection' du menu 'Sélection de captures'  (Capture des fonds de plan).

NOTA : Utilisez les captures nécessaires suivant vos besoins. Par exemple grâce à la touche F3 les captures sur fond de plan dwg s'activent ou se désactivent. Vous avez aussi accès aux captures sur éléments créés dans CYPECAD MEP dans la barre latérale gauche.

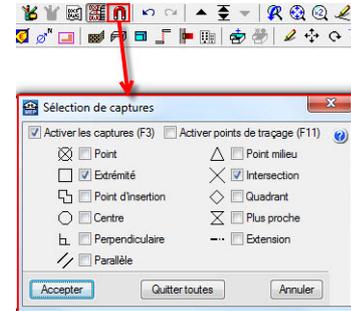
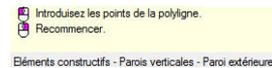


Figure 16: Type de capture

- Commencez à saisir votre paroi au nu extérieur de la façade extérieure (Par exemple, sur l'angle ouest de la maison qui se trouve en bas à droite du plan), en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Ainsi si vous faites varier l'épaisseur du complexe, le nu extérieur restera bloqué tandis que la variation d'épaisseur aura une répercussion sur la taille des pièces.

Remarque : pour l'instant, faites comme si le garage n'existait pas et fermez le contour normalement.

NOTA : Suivez les instructions de l'aide en bas à gauche, clics gauches sur les différents points composant la paroi extérieure (angles sortants et rentrants) puis clic droit pour valider la paroi, pour éventuellement recommencer une autre paroi :



- Utilisez utiliser l'outil  Diviser (Diviser), pour désolidariser la paroi en contact avec le garage du reste de l'enveloppe :

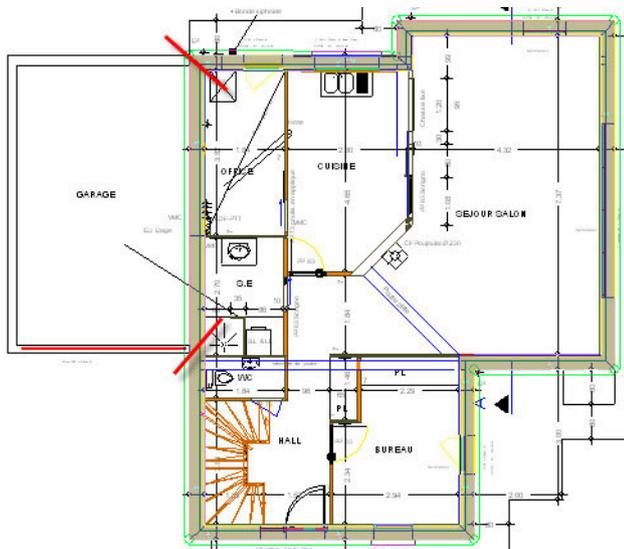


Figure 17: Paroi extérieure du logement

- Éditez  le bout de paroi que vous venez de diviser pour le définir comme une paroi intérieure et sélectionnez le Type 1 qui est le même que celui de la paroi extérieure.
- Réalisez le contour du garage avec la paroi extérieure de Type 2 : « Bloc béton ép 20 cm ».

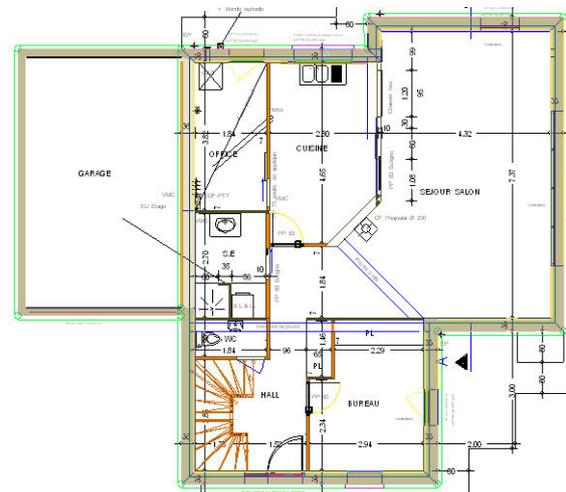


Figure 18 : Paroi extérieure de l'ouvrage

2.4.2.2. Parois horizontales et inclinées

Quand vous le souhaitez, il est possible de neutraliser la vue de fond de plan dwg avec le touche F4 de votre clavier ou en cliquant sur  (Editer vues) de la barre d'outils et en désélectionnant la VUE RDC.

La boîte de dialogue 'Parois horizontales et inclinées', se décompose comme celle des 'Parois verticales'.

Sélectionnez 'Dalles', vous arrivez dans la boîte de dialogue de gestion des parois extérieures de l'ouvrage puis acceptez le type sélectionné.

Ensuite vous pourrez saisir les contours du dallage en vous accrochant aux captures CYPECAD MEP du type ci-dessous :

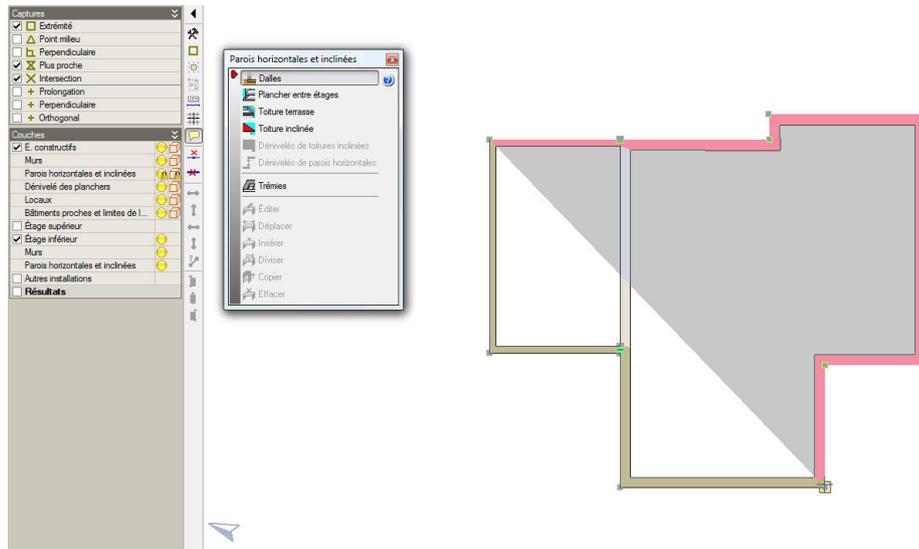


Figure 19: Saisie de la dalle

Une fois la dalle créée, l'ouvrage est hachuré.

2.4.2.3. Baies

Pour insérer les portes et les fenêtres sur le projet, vous aurez de nouveau besoin du fond de plan pour trouver les informations relatives aux dimensions, à la présence de volets roulants et pour implanter la fenêtre correctement. Pour cela utilisez la touche F4 pour rappeler le vue de fond de plan « Vue RDC ». Vous allez par exemple créer la fenêtre de la cuisine :

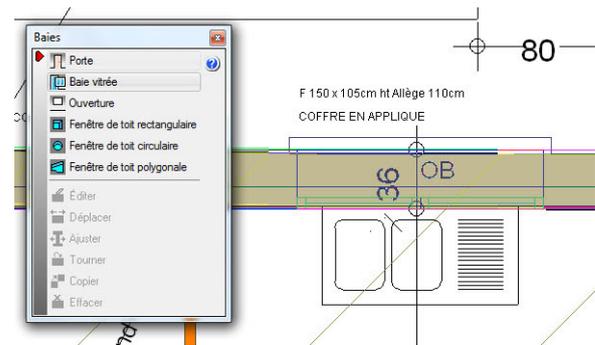


Figure 20: Saisie des baies

D'après les informations, il s'agit d'une fenêtre de 150 cm de large pour 105 cm de haut, avec une allège de 110 cm.

Choisissez de créer une entité 'Baie vitrée', puis paramétrez-la comme indiqué :

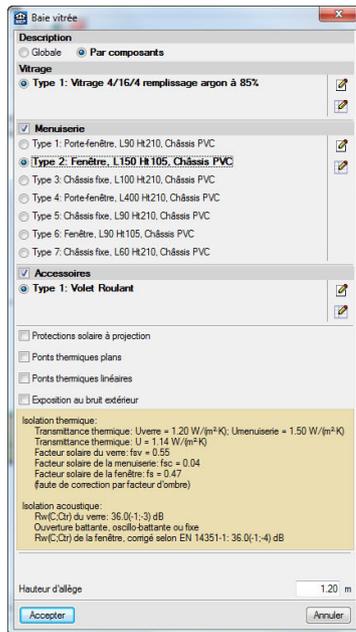


Figure 21: Choix du type de vitrage/menuiserie/accessoires

Acceptez puis approchez-vous d'un des côtés délimitant le tableau de la fenêtre. L'idéal est d'avoir activé la double capture 'Plus proche' de la bande latérale gauche et du bouton  (Capture des fonds de plan). Cliquez ensuite le long de l'axe du mur sur le deuxième côté de la fenêtre.

Pour les fenêtres suivantes, n'oubliez pas de revoir le type de 'Menuiserie' et la cote d'allège avant de créer la fenêtre. En cas d'erreur de saisie comme par exemple le fait de mettre en place une porte fenêtre de 210 cm de hauteur avec une allège de 1.10 m de haut, le logiciel va indiquer des messages d'erreur du type :

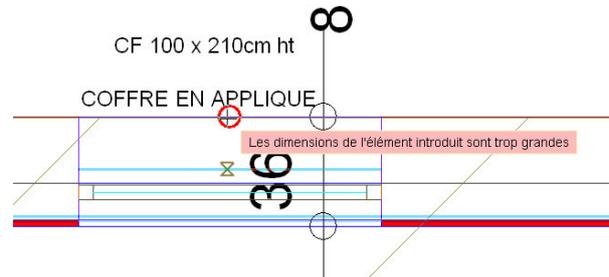


Figure 22: Erreur de dimensionnement

Cela signifie que la porte fenêtre sort des dimensions du mur, en l'occurrence vous avez indiqué une cote supérieure à la hauteur de l'étage.

Pour corriger cela, il suffit d' 'Éditer' la fenêtre et de changer la cote d'allège à 0.00 m.

De la même manière vous pouvez insérer les portes : la porte extérieure, la porte de garage extérieure et les portes intérieures.

Une fois tous ces éléments du rez-de-chaussée modélisés, vous pouvez d'ores et déjà voir une élévation 3D de votre projet dans le menu 'Ouvrage' > 'Vues 3D'.



Figure 23: Vue 3D du RDC

2.4.3. Modélisation de l'étage et de la couverture

Maintenant que le rez-de-chaussée est terminé, passons au 1er étage. Pour cela vous disposez d'un 'ascenseur' avec le bouton .

NOTA : Dans le menu 'Couche' qui se trouve dans la barre d'outils latérale gauche, cocher 'Étage inférieur' pour voir les éléments constructifs du RDC montrés par des traits pointillés. Vous pourrez ainsi vous accrocher sur ces éléments grâce aux capteurs CYPECAD MEP.



Figure 24: Affichage des différents éléments

Réalisez la saisie graphique des différents éléments, comme vu au rez-de-chaussée, dans le menu déroulant 'Éléments constructifs' :

- Modélisez les murs extérieurs avec le Type 1 : « Bloc béton ép 20cm, Doublage intérieur 150+10 »,
- Modélisez le plancher d'étage comme la dalle avec le 'Plancher intermédiaire entre étages' de Type 2 : « Plancher poutrelles-hourdis 16+4 ».
- Modélisez une trémie dans la partie escalier.
- Modélisez les baies comme indiqué sur le fond de plan. Ajoutez une fenêtre avec une menuiserie de Type 3 sur la façade sud de la chambre 1 et la façade ouest de la chambre 2.
- Modélisez les casquettes en utilisant un 'Plancher entre étages' de Type 3 : « Dalle béton 20cm ».

- Modélisez des toitures terrasse sur le garage et sur le trop plein du rez-de-chaussée. Pour le garage, mettez seulement un revêtement extérieur de Type 1 : « Couverture zinc ». Pour le trop plein, mettez un revêtement extérieur de Type 2 : « 100mm de mousse PU de type Efigreen DUO + complexe d'étanchéité de 5cm » et un plancher de Type 2 : « Plancher poutrelles-hourdis 16+4 ».

NOTA : CYPECAD MEP vous propose une fonction 'copier groupe' dans le menu 'Ouvrage', qui peut être utilisée dans un cas où l'ouvrage présente un empilement et une distribution similaire entre étages. Cette fonction permet de copier les éléments constructifs créés dans l'étage précédent, et de les implanter immédiatement à l'aplomb de l'étage copié. Mais ici, dans notre cas 'Maison', il y a peu de similarité entre le RDC et l'étage, et vous allez donc répéter les mêmes opérations que précédemment pour la modélisation du RDC.

Montez au niveau 'Couverture' puis créez la 'Toiture inclinée' avec le revêtement extérieur de Type 1 : « Revêtement zinc » et le plancher de Type 1 : « Faux plafond sur combles 2 BA 13 + 2 couches LV 150mm ».

NOTA : CYPECAD MEP permet de réaliser très facilement des toitures inclinées pour réaliser des couvertures simples ou compliquées, avec la présence de chiens assis par exemple. Il est également possible de créer des dénivelés de planchers et de les combler avec l'entité 'Fermeture des dénivelés' de type murs, fenêtres, etc. Enfin il est possible de créer des 'Bâtiments proches et autres obstacles' qui généreront éventuellement un masque solaire sur notre projet suivant la configuration du site et l'orientation au Nord.

Pour ce faire, il faut procéder de la manière suivante :

- Allez dans le menu des 'Parois horizontales et inclinées' et choisir la typologie 'Toiture inclinée'.

- Dessinez chaque pan de toiture comme une paroi horizontale classique.

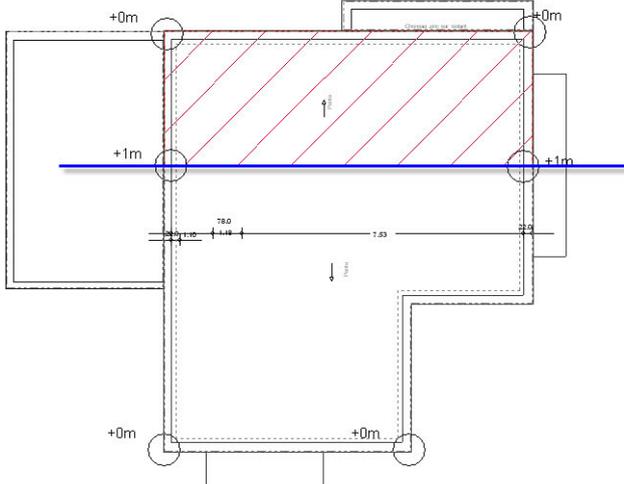


Figure 25: Dessin des pans de toiture

- Il faut maintenant définir l'inclinaison de la toiture en définissant le niveau de trois points du plan de toiture, trois points suffisent pour définir un plan, en en définissant plus que trois il y aura un risque d'incohérence géométrique. Pour ce faire, utilisez l'outil :

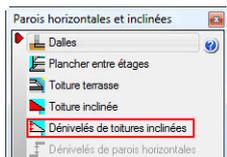


Figure 26: Outil de dénivelés

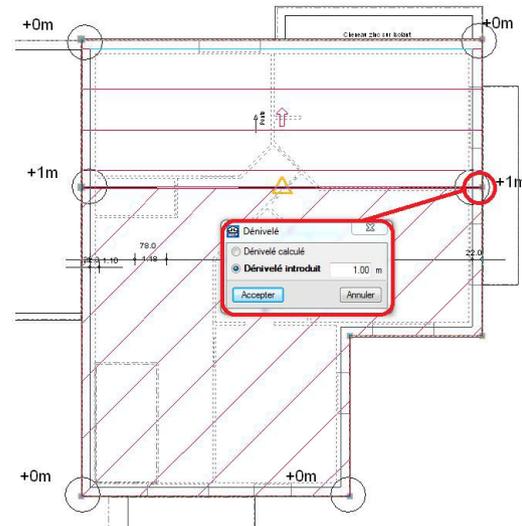


Figure 27: Définition des niveaux

Une flèche rouge ↑ doit apparaître sur le pan de toiture.

- Modélisez la fenêtre de toit en utilisant les 'Éléments de constructifs' > 'Baies' > 'Fenêtre de toit rectangulaire'. Utilisez la fenêtre de toit de Type 1 : 'Fenêtre de toit' avec une longueur de 0.80 m et une largeur de 0.83 m. Positionnez-la sur le pan le plus grand proche du garage.

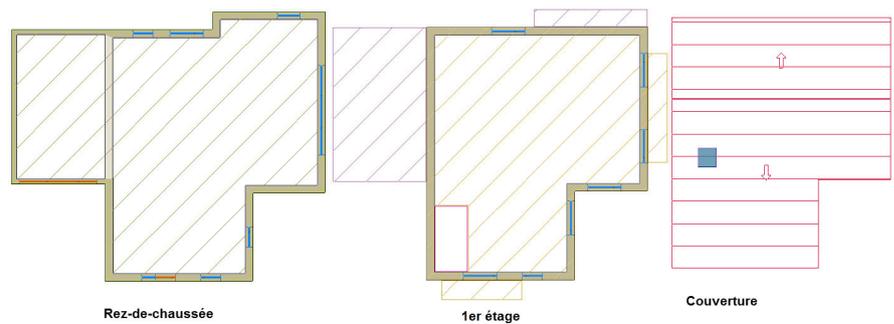


Figure 28 : Vue des différents niveaux en fin de modélisation

2.4.4. Menu Locaux

Descendez au rez-de-chaussée grâce au bouton 'Descendre de groupe', puis sélectionnez 'Locaux' > 'Nouveau'. Ce menu est particulièrement adapté à une étude pièce par pièce.

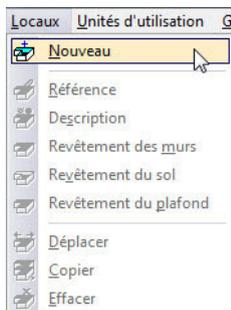


Figure 29: Menu 'Locaux'

Ici, vous réaliserez d'abord une étude RT 'Globale', c'est pourquoi vous choisirez un local 'Autres' dans 'Autres locaux', puis choisissez les conditions intérieures en cochant la case 'Personnalisées' puis en sélectionnant 'Logement F5-RdC' dans le menu déroulant :

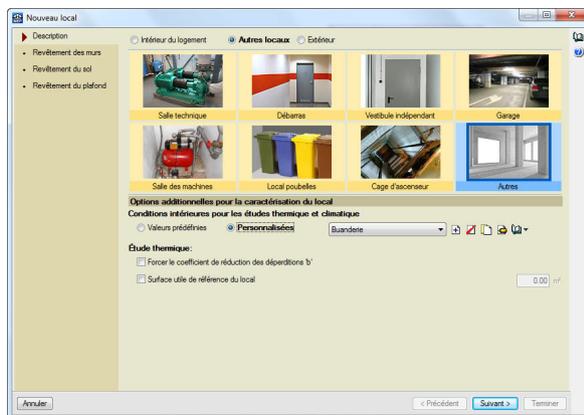


Fig. 30: Définition des locaux

Dans les menus suivants, ne mettez pas de revêtement mural, mettez un sol composé d'un revêtement 'Carrelage' et d'une base de revêtement de type 'Chape', enfin un revêtement du plafond en 'Enduit plâtre'. Acceptez puis cliquez au milieu de votre rez-de-chaussée, nommez ce local « RDC ».

Montez à l'étage, puis réalisez la même manipulation, en choisissant les conditions intérieures 'Logement F5-1er'. Dans les menus suivants, ne mettez pas de revêtement mural, mettez un sol composé d'un revêtement 'Carrelage' et d'une base de revêtement de type 'Chape', enfin un plafond sans revêtement. Acceptez puis cliquez au milieu de votre étage, nommez ce local « 1er ».

Pour le garage vous pouvez créer un local 'Garage' pré-enregistré dans les locaux 'Autres locaux'. Ne mettez aucun revêtement et nommez ce local 'Garage'.

2.4.5. Menu Unités d'utilisation

Pour ce projet, qui est une maison individuelle, il n'y a qu'une seule 'Unité d'utilisation' qui correspond à l'unité de vie de la maison par défaut. C'est pourquoi tous les menus sont grisés, et qu'il n'est pas nécessaire de faire quoi que ce soit ici.

NOTA : Dans le cas d'un bâtiment de logement collectifs par exemple, cette notion d'Unité d'utilisation est nécessaire à définir et correspondra aux ensembles de locaux constituant un et un seul appartement ou logement.

2.4.6. Menu Groupes

Ici il s'agit de renseigner les systèmes du projet, dans les groupes, et d'établir l'arborescence dont ont besoin les moteurs de calcul réglementaires pour calculer. Par exemple, dans le moteur Th-BCE de la RT 2012, le moteur a besoin d'établir l'arborescence suivante :

- Objet Bâtiment
- Objet Zone (Fonction de l'usage : logement, tertiaire...)
- Objet Groupe (Niveau où se passe la majorité des calculs)
- Objets parois opaques, linéaires, baies, éclairage, ventilation...

L'Objet Bâtiment est le bâtiment que vous venez de créer, la maison individuelle. Les Objets parois opaques, linéaires, baies, éclairage... sont contenus dans les locaux de CYPECAD MEP. Reste à établir le lien entre les locaux et le bâtiment. C'est pourquoi dans ce menu vous venez créer des groupes, qui sont eux-mêmes attachés à une et une seule zone, qui est par défaut attachée au bâtiment, puis vous attribuez les caractéristiques de chaque groupe aux locaux contenus dans celui-ci.

Dans notre cas, vous aurez une seule zone (usage : logement) et un seul groupe, ce qui est le cas dans la majorité des maisons individuelles.

Allez dans le menu déroulant Groupes : Attribuer. Puis éditez le groupe prédéfini 'Maison' avec le bouton .

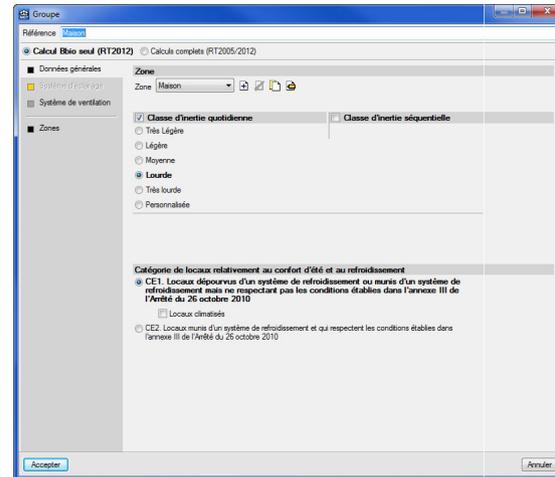


Fig. 31: Édition du groupe

Vous pourrez ainsi consulter les différents paramètres mis en place dans ce groupe, suivant les caractéristiques indiquées dans les données de l'ouvrage au début du présent document.

Attribuez ces caractéristiques de groupe aux deux locaux créés sauf le garage. Pour cela acceptez les différents menus et d'un clic gauche sélectionnez les locaux auxquels attribuer ces caractéristiques, puis d'un clic droit validez.

Le logiciel vous sollicitera au niveau du pourcentage de répartition entre les deux systèmes de chauffage définis, par radiateur. Pour les locaux du rez-de-chaussée, affectez 100% du chauffage au système 'Radiateurs sous fourreau RDC'. Pour les locaux du 1er étage, affectez 100% du chauffage au système 'Radiateurs en cuivre Étage'.

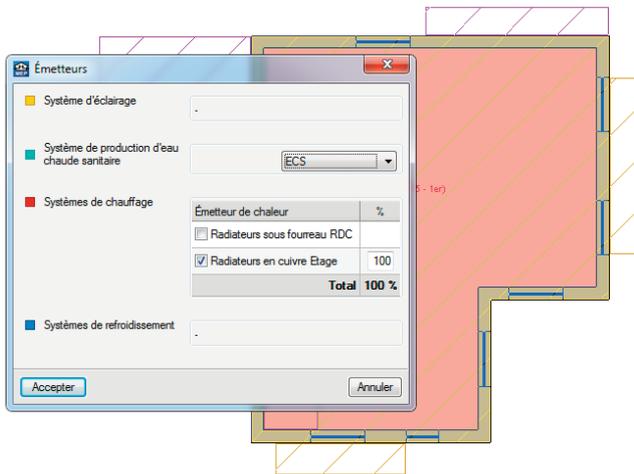


Figure 32: Répartition de la fourniture de chauffage

2.5. Étude thermique : Calculs et analyse des résultats

2.5.1. Menu Résultats

Il est temps de procéder aux calculs !

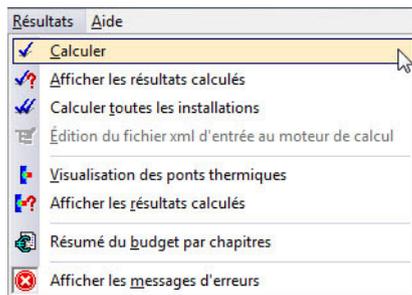


Figure 33: Menu Résultats

Cliquez sur le bouton 'Calculer'. En norme RT 2012 (indiquée dans les données générales au début du projet), il vous est proposé 3 types de calculs :

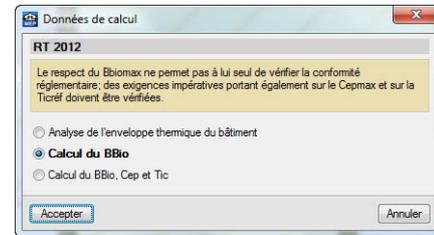


Figure 34: Type de calcul

Analyse de l'enveloppe thermique : permet d'effectuer une première analyse du bâtiment conformément aux règles Th-Bât. Permet d'identifier les différents types de locaux (chauffés, intérieurs considérés comme chauffés, intérieurs considérés comme non chauffés, non intérieurs) et ainsi les parois déperditives, les arêtes des ponts thermiques, et d'effectuer le métré réglementaire amenant à l'analyse de l'enveloppe thermique du bâtiment. Ce calcul est le plus rapide, puisqu'il ne sollicite pas le moteur Th-BCE.

Calcul du Bbio : mêmes calculs que le précédent, il permet de définir les besoins bioclimatiques du bâtiment. Il ne sollicite pas le moteur Th-BCE

Calcul du Bbio, Cep et Tic : mêmes calculs que le précédent puis il sollicite le moteur Th-BCE pour les calculs des consommations en énergie primaire et l'étude du confort d'été.

Lancez un 'Calcul du Bbio'.

2.5.2. Analyse graphique

2.5.2.1. Les ponts thermiques

Le logiciel permet d'affiner l'étude graphiquement, tout d'abord en faisant apparaître des erreurs (cercles rouges) et des avis (triangles jaunes).

Il est possible de visualiser la détection des ponts thermiques à l'aide du bouton . Ceux-ci sont ainsi consultables directement dans chaque local sous la forme d'une visualisation 3D des arêtes des ponts thermiques dans le plan du niveau concerné :



Figure 35: Visualisation des ponts thermiques

En lançant le calcul un triangle orange apparaît au rez-de-chaussée avec le message 'La disposition et les caractéristiques des matériaux présents dans cette liaison ne correspondent pas aux cas décrits dans le catalogue détaillé des règles Th-U Fasc. 5'. En effet à cet endroit vous avez une paroi séparant un local non chauffé d'un local chauffé, cette disposition n'existe pas dans le Fascicule 5 des règles Th-U mais il est possible de l'assimiler à une paroi entre l'extérieur et un local chauffé, IT.1.1.1.

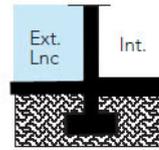


Figure 36 : Ponts thermiques présent

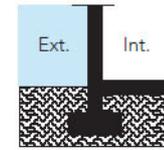


Figure 37 : Ponts thermiques existant dans les règles Th-U

Vous pouvez forcer vous-même la valeur de ce pont thermique. Pour cela dans le menu 'Ouvrage' > 'Paramètres thermiques' éditez 'Définition manuelle des coefficients de transmission thermique'. Éditez l'IT.1.1, cliquez sur l'icône de la RT2012  qui vous donne accès au Fascicule 5 des règles Th-U. Vous pourrez ainsi sélectionner le pont thermique correspondant à la liaison présente sur le projet, ici c'est l'ITI 1.1.1 avec $z = 28$ et $ep = 20$. La valeur du pont thermique est de $0.69 \text{ W}/(\text{m.K})$. Acceptez puis cochez également la case 'Valeur révisée'. Relancez le calcul et le triangle orange disparaît et le pont thermique a pris la valeur que vous avez fixée.

2.5.2.2. Les rupteurs thermiques

Pour améliorer l'enveloppe thermique du bâtiment vous pouvez ajouter des rupteurs thermiques au premier étage. Pour créer votre rupteur thermique de plancher, cliquez sur 'Nouveau' et sélectionnez le rupteur présent dans la bibliothèque, il a pour valeur de la transmittance linéaire $0.44 \text{ W}/(\text{m.K})$.

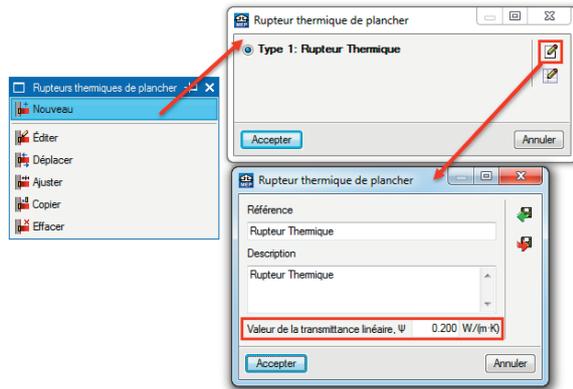


Figure 38 : Sélection du rupteur

Modélisez des rupteurs au niveau des parois extérieures sauf où l'on trouve les casquettes (en vert sur la copie d'écran ci-dessous).



Figure 39 : Modélisation des rupteurs

Vous pouvez ensuite relancer votre calcul et vérifier que le BBio est inférieur au BBiomax.

2.5.2.3. Récapitulatifs

Il est également possible (pour cela le bouton  doit être activé) de survoler un local et de consulter les mètres de la pièce puis de cliquer dessus pour consulter le descriptif complet des parois et des arêtes de ponts thermiques de cette pièce.

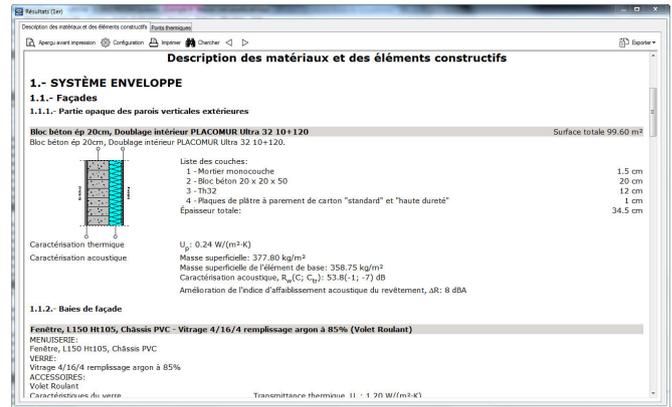


Figure 40 : Récapitulatif des compositions de parois

Dans la bande latérale gauche, ou dans le menu déroulant 'Fichiers' > 'Imprimer' les différents récapitulatifs de l'ouvrage pour l'étude thermique sont disponibles.

NOTA : Comme on peut le voir ci-contre, le calcul du U_p du dallage a été réalisé à postériori, c'est-à-dire qu'au moment du calcul le logiciel a pu réaliser les mètres des surfaces et du périmètre du dallage pour un calcul plus précis de transmittance.



Figure 41 : Récapitulatif des compositions de parois

2.5.3. Récapitulatifs et notes de calcul

Il est possible de générer plusieurs récapitulatifs, accessibles depuis la barre latérale gauche lorsque est activé, ou dans le menu déroulant 'Fichier' > 'Imprimer' :

- Description des matériaux et des éléments constructifs.
- Justification du calcul des ponts thermiques.
- Description des systèmes.
- Étude thermique réglementaire RT 2005 (non active dans notre exemple).
- Étude thermique réglementaire RT 2012.
- Étude thermique réglementaire RT Existant.
- Fiche standardisée XML.

Consultez ces différents documents, notamment l'Étude thermique réglementaire RT 2012 et les valeurs de Cep de notre projet. Vérifiez que le projet remplit l'objectif de BBio inférieur au BBiomax.

Le fiche standardisée XML permet de certifier des ouvrages pour le calcul RT 2012 et l'obtention des labels, auprès des bureaux de contrôle et des organismes certificateurs.

L'ensemble de ces documents (mis à part la fiche XML) sont exportables aux formats les plus courants (pdf, docx,

rtf, html...) pour être intégrés dans les rapports personnalisés des Bureaux d'Études. Les tableaux peuvent être copiés/collés dans un logiciel tableur.

2.5.4. Étude RT pièces par pièces

Afin d'obtenir une étude plus précise, notamment pour l'obtention des déperditions pièce par pièce dans l'étude climatique, il est possible, à partir du modèle ainsi réalisé, d'effectuer une étude pièce par pièce, ceci simplement en cloisonnant l'ouvrage, en créant des locaux, et en affectant de nouveau à ces locaux les caractéristiques de groupe.

2.5.4.1. Les parois verticales

Pour réaliser cette opération commencez par le cloisonnement, pour cela sélectionnez 'Paroi intérieure' et modélisez les cloisons avec le Type 2 : 'PLACOSTIL 78/48', au RDC et au 1er étage.

Pour séparer la partie 'SEJOUR SALON' et la partie 'HALL' modélisez une partition virtuelle au niveau de la poutre plate. (Car il y aura deux définitions de locaux différentes). Pour cela, sélectionnez 'Partition virtuelle'.

Il n'est pas nécessaire de modéliser les portes intérieures car elles n'auront pas d'impacts lors des différents calculs.

2.5.4.2. Les locaux

Vous pouvez supprimer les locaux assignés précédemment et de la même manière assigner à chaque local sa valeur personnalisée correspondante en fonction des locaux définis sur le fond de plan.

Pour le rez-de-chaussée :

- Définir le hall comme 'Palier'.
- Définir l'office comme 'Buanderie'.

Dans les menus suivants, ne mettez pas de revêtement mural, mettez un sol composé d'un revêtement 'Carrelage' et d'une base de revêtement de type 'Chape'. Mettez un plafond avec revêtement 'Enduit plâtre'.

Acceptez puis cliquez au milieu du local et nommez-le comme le nom sur le fond de plan.

Montez à l'étage, puis réalisez la même manipulation, en choisissant les conditions correspondant aux locaux :

- Définir le palier-mezzanine comme 'Palier',
- Définir le local entre la chambre 1, la chambre 2 et le palier mezzanine comme 'Gaine technique' en sélectionnant l'image de 'Vestibule indépendant'.

Dans les menus suivants, ne mettez pas de revêtement mural, mettez un sol composé d'un revêtement 'Carrelage' et d'une base de revêtement de type 'Chape'. Mettez un plafond sans revêtement.

Acceptez puis cliquez au milieu du local et nommez-le comme le nom sur le fond de plan.

2.5.4.3. Le groupe

2.5.4.3.1. Données générales

Passez en 'Calcul complet (RT2005/2012)'.

Éditez la zone 'Maison', Renseignez le type de programmeur pour le chauffage sur 'Horloge fixe avec contrôle d'ambiance'. Vous n'aurez pas de système de refroidissement, il n'est donc pas nécessaire de renseigner le type de programmeur, pour le type de CTA vous le retrouverez plus tard.

2.5.4.3.2. Système de ventilation

Le débit spécifique d'hygiène a été renseigné, vous devez renseigner et le bilan aéraulique et surventilation.

Éditez ensuite le système de ventilation, renseignez les débits mécaniques extraits (en pointe et en base) ainsi que la résistance thermique et pour finir les composants de ventilation.

Pour finir éditez la CTA associée qui sera une 'Ventilation mécanique à simple flux' avec un type de réseau 'Autre cas et type par défaut' à 'Extraction' et entrez les valeurs de puissance des ventilateurs de reprise.

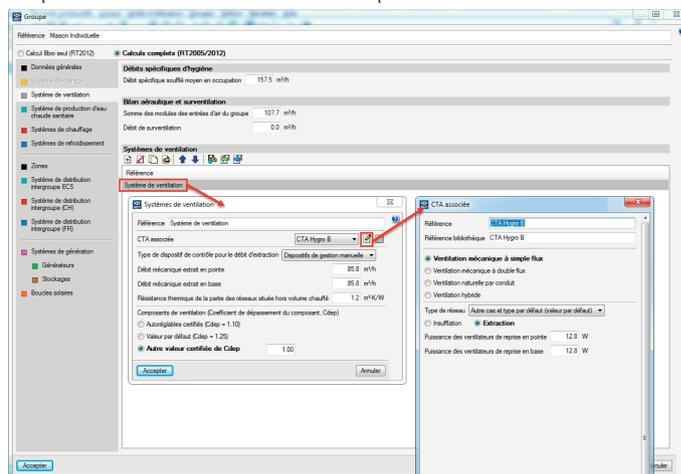


Figure 42: Edition du système de ventilation

2.5.4.3.3. Système de production d'eau chaude sanitaire

Éditez le système d'eau chaude sanitaire présent 'ECS'.

Vous pourrez ainsi vérifier le système de production de la génération à la production en passant par la distribution.

Pour le système d'émission, utilisez le calcul détaillé en installant seulement des 'Mitigeurs thermostatiques et mitigeurs mécaniques économes'.

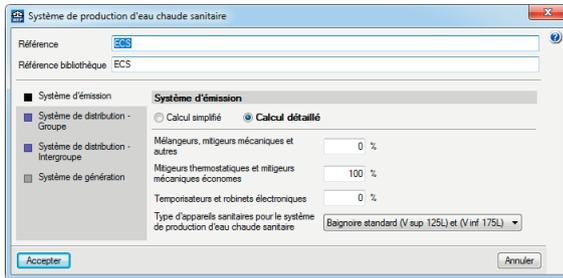


Figure 43 : Edition du système d'émission d'ECS

Pour le système de distribution, vous pouvez laisser les valeurs par défaut. La case 'Longueur du réseau en volume chauffé' ne doit pas être cochée, elle sera calculée automatiquement par le logiciel.

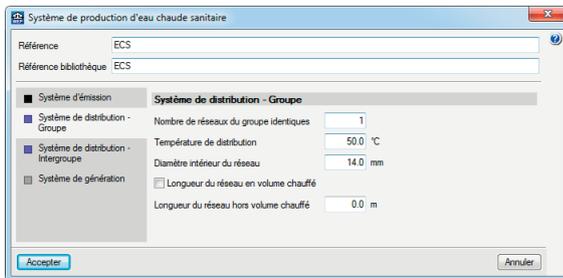


Figure 44 : Edition du système de distribution d'ECS

Vous êtes en logement individuel, il n'est donc pas nécessaire d'avoir un système de distribution intergroupe.

Le système de génération sera composé d'un générateur solaire, un ballon d'eau chaude et en appoint une chaudière gaz.

Éditez le 'Système de génération' puis le système de 'Production d'énergie'.

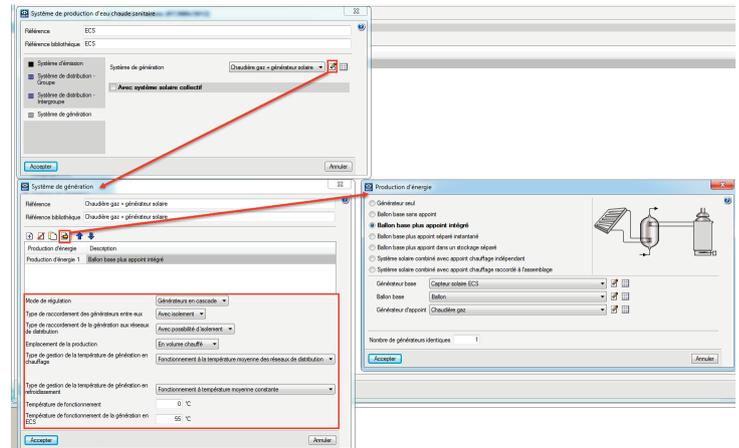


Figure 45 : Edition du système de génération d'ECS

Le système de production d'énergie est composé :

- D'un générateur base 'Capteur solaire ECS' composé d'un mode de production 'Pour ECS seul' et d'un type de générateur 'Solaire'. Ensuite vous éditez la 'Génération de chaleur' paramétré comme suit.

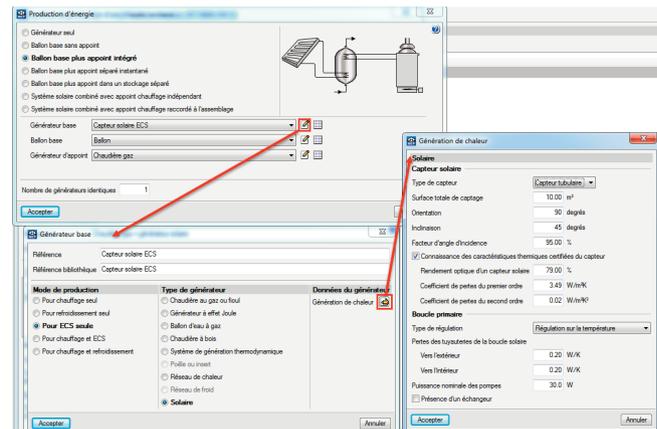


Figure 46 : Edition du générateur solaire

- D'un ballon de stockage de 200 L avec appoint intégré est paramétré, comme sur la copie d'écran suivante.

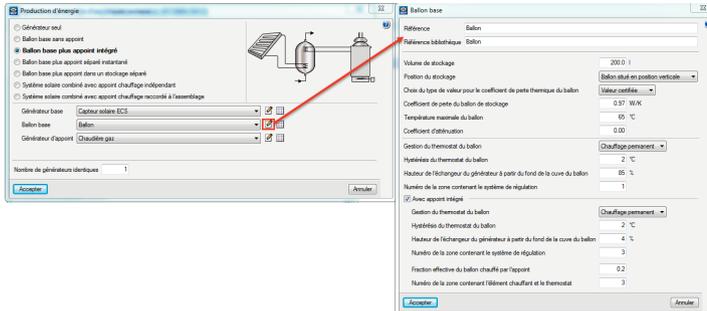


Figure 47 : Edition du ballon de stockage

- D'un générateur d'appoint 'Chaudière gaz', composé d'un mode de production 'Pour chauffage et ECS' puisque ce générateur servira au chauffage du logement et d'un type de générateur 'Chaudière au gaz ou fioul'. Ensuite vous éditez la 'Génération de chaleur' paramétrée comme suit. Ce générateur a été directement importé de la base Edibatec présente dans le logiciel avec l'icône .

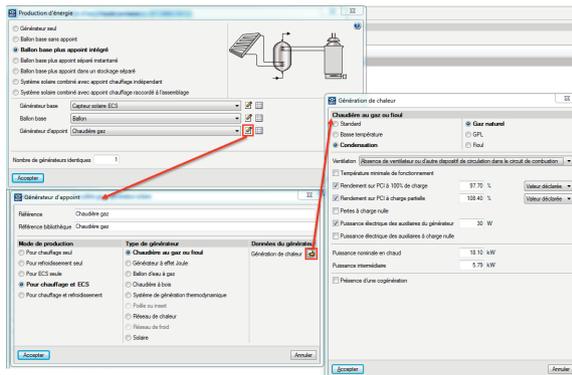


Figure 48 : Edition du générateur d'appoint

2.5.4.3.4. Système de production de chauffage

Vous avez 2 systèmes de chauffage, des radiateurs bitube avec une distribution sous fourreaux au RDC et distribution apparente en cuivre à l'étage.

2.5.4.3.4.1. Système de production de chauffage – Radiateurs RDC sous fourreau

Commencez par éditer celui du RDC, le type est 'Radiateur Bitube' avec un précision de régulation de type 'Variation temporelle de température' de 0.41°C (Valeur certifiée).

Pour le système de distribution groupe, il existe des pertes de chaleur lors de la distribution donc il faut cocher la case 'Il existe des pertes de chaleur dans le système de distribution'. Renseignez les valeurs.

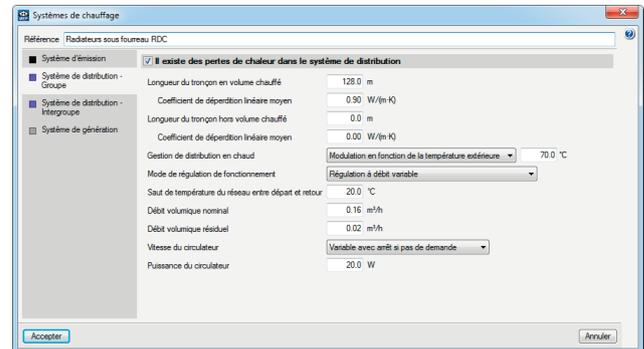


Figure 49 : Edition du système de distribution groupe de chauffage pour le RDC

Pour le système de distribution intergroupe, il est nécessaire de créer un réseau de distribution intergroupe fictif.

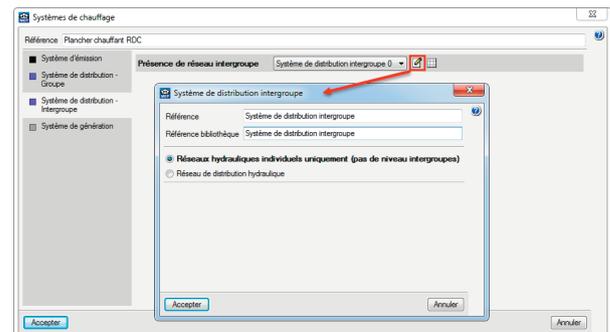


Figure 50 : Edition du système de distribution intergroupe de chauffage

Pour le système de génération, utilisez la 'Chaudière gaz + générateur solaire' qui a été détaillé pour le système de production d'ECS.

2.5.4.3.4.2. Système de production de chauffage – Radiateurs Étage

Le type d'émetteur est le même que celui du rez-de-chaussée. Les paramètres de distribution de groupe ne sont pas les mêmes que pour le système du RDC.

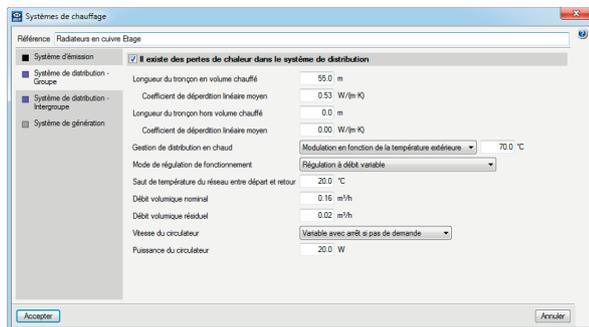


Figure 51: Edition du système de distribution groupe de chauffage pour l'étage

Le paramétrage des autres systèmes (Distribution intergroupe et de génération) se fait de la même façon que pour le système de chauffage du RDC.

2.5.4.3.5. Attribution des groupes

Attribuez ces caractéristiques de groupe aux locaux créés sauf le garage et le local 'Gaine technique'. Pour cela acceptez les différents menus et d'un clic gauche sélectionnez les locaux auxquels attribuer ces caractéristiques, puis d'un clic droit validez.

Le logiciel vous sollicitera au niveau du pourcentage de répartition entre les deux systèmes de chauffage définis. Pour les locaux du rez-de-chaussée, affectez 100% du chauffage au système 'Radiateurs sous fourreau RDC'. Pour les locaux du 1er étage, affectez 100% du chauffage au système 'Radiateurs en cuivre Étage'.

NOTA : L'ouvrage final, modélisé pièce par pièce est disponible dans le fichier 'Exemple 02 - Maison individuelle'. Vous pouvez l'ouvrir de la manière suivante : allez dans le menu déroulant Fichier > Gestion Fichiers > Exemples : double cliquez sur l'ouvrage 'Exemple 02 - Maison individuelle'.

Groupe	Catégorie	Classe d'inertie quotidienne	
Maison	CE1	Lourde	162.18

2.- VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ DU BÂTIMENT
Ce chapitre détaille le respect des exigences de performance énergétique, les caractéristiques thermiques et les exigences de moyens de l'Arrêté du 27 octobre 2010 dans le cadre de la réglementation thermique RT 2012.
Calculs réalisés par le logiciel Cypebat version 2013.k avec la version 1.1.5.2 du cœur de calcul de la RT 2012 fourni par le CSTB

2.1.- Besoin bioclimatique conventionnel en énergie du bâtiment

$B_{bioc} \leq B_{bioc,max}$	62.40 <= 62.80 points	0.64 %	✓
------------------------------	-----------------------	--------	---

B_{bioc}: Besoin bioclimatique conventionnel en énergie du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel.

2.2.- Consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment

$C_{con} \leq C_{con,max}$	50.20 <= 50.80 kWh _{ep} /(m².an)	1.18 %	✓
----------------------------	---	--------	---

C_{con}: Consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'ECS, l'éclairage artificiel des locaux, les auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'ECS, et de ventilation, déduction faite de la production d'électricité locale, divisée par la surface hors oeuvre nette de la réglementation thermique.

2.3.- Températures intérieures conventionnelles en été

Maison : Maison

$T_{i,c} \leq T_{i,c,max}$ (°C)	27.30 <= 33.60 °C	18.75 %	✓
---------------------------------	-------------------	---------	---

T_{i,c}: Température intérieure conventionnelle d'une zone, valeur maximale horaire en période d'occupation de la température opérative.

2.4.- Caractéristiques thermiques minimales et exigences de moyens

2.4.1.- Énergies renouvelables

Production d'ECS solaire thermique: OUI
Réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable: NON
Production d'ECS par appareil électrique thermodynamique individuel: NON
Production d'ECS et/ou chauffage par chaudière à micro-co-génération suivant Art. 16: NON
 $A_{ren,elec} = 6.20 \geq 5$ kWh_{ep}/(m².an)_{HT,elec}: OUI
 $A_{ren,elec}$: Coefficient de contribution des énergies renouvelables

Recours à une source d'énergie renouvelable

			✓
--	--	--	---

2.4.2.- Étanchéité à l'air de l'enveloppe

$Q_{air,env} \leq Q_{air,env,max}$	0.60 <= 0.60 m³/(h.m²)	0.00 %	✓
------------------------------------	------------------------	--------	---

Q_{air,env}: Perméabilité à l'air de l'enveloppe sous 4 Pa prise en compte dans les calculs, de parois déperdiventes hors glandiers bas.

Figure 52 : Étude thermique réglementaire

2.6. Étude climatique : Calculs et analyse des résultats



Figure 53: Onglet de changement d'étude

Simplement en cliquant sur l'onglet 'Climatique', il est possible de procéder aux calculs des charges thermiques d'été et d'hiver, afin de dimensionner les émetteurs et les générateurs de notre projet. Vous allez voir également comment procéder à l'export vers EnergyPlus™ pour le calcul des besoins en chauffage et en rafraîchissement.

Les menus supérieurs sont les mêmes, mis à part le menu 'Installation' qui permet l'insertion graphique des installations de chauffage et de climatisation, et le menu 'Ensembles de locaux' qui permet de créer des ensembles de locaux afin de calculer la charge thermique simultanée.

Dans le menu 'Ouvrage', il est possible de consulter également les 'Données générales' de l'étude climatique, ainsi que les 'Options' de calcul des charges et de dimensionnement des installations.

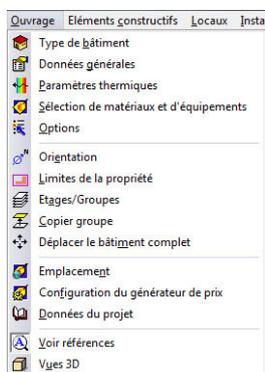


Figure 54: Menu 'Ouvrage' (Climatique)

Allez dans le menu 'Résultats' > 'Calculer'. Une boîte de dialogue apparaît, du fait qu'aucun ensemble de locaux n'a été introduit, vous proposant la création d'un unique ensemble de locaux : nommez le 'Maison'.

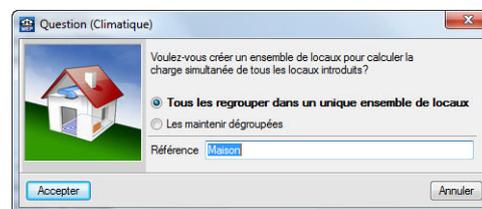


Figure 55: Regroupement d'un ensemble

2.6.1. Analyse graphique

Il est possible tout d'abord de survoler un local et de consulter les mètres de la pièce, le débit de ventilation pris en compte et les charges thermiques calculées, puis de cliquer dessus pour consulter la note de calcul détaillée des charges thermiques (conforme EN 12 831).

Local	
Référence	Bureau
Emprise	Maison
Type	Chambre
Surface utile	10.5 m²
Surface construite	13.3 m²
Volume	27.25 m³
Hauteur libre entre planchers	2.60 m
Volume net	26.62 m³
Hauteur libre	2.54 m
Paramètres thermiques	
Type de local	Local chauffé
CHARGES DE CHAUFFAGE	
Puissance totale de chauffage : 798.80 W	
Débit total de ventilation : 4.80 m³/m	

Charge maximale (Local isolé)		
Charge thermique nominale pour un espace chauffé		
Local:	Bureau, Rez-de-Chaussée	
Ensemble de locaux:	Maison	
Charge thermique nominale		
$Q_{th} = (Q_{tr} + Q_{tr,vent}) + Q_{tr,vent}$	760.76 W	
Majoration de la charge (Hiver) (5 %)	798.80 W	
Déperditions de base par transmission		
$Q_{tr} = (H_{tr} + H_{tr,vent} + H_{tr,vent}) \cdot (\theta_{int} - \theta_{ext})$	504.38 W	
H_{tr}	déperditions directes vers l'extérieur	18.55 W/K
$H_{tr,vent}$	déperditions à travers un espace non chauffé	0.00 W/K
$H_{tr,vent}$	déperditions à travers le sol	0.88 W/K
$H_{tr,vent}$	transferts de chaleur en direction ou en provenance d'espaces chauffés à une température différente	0.00 W/K
Déperditions nominales par renouvellement d'air		
$Q_{tr,vent} = H_{tr,vent} \cdot (\theta_{int} - \theta_{ext})$	141.06 W	
Surpuissance de relance		
$Q_{tr,vent} = A \cdot I_{tr}$	115.32 W	
Données d'entrée pour le calcul		

Figure 56: Analyse graphique des déperditions

Un calcul des ombrages a été réalisé également et peut être consulté paroi par paroi en cliquant sur le bouton  ou directement dans le vue 3D :



Figure 57: Rendu des ombrages

NOTA : Vous pouvez modéliser dans le menu 'Éléments constructifs' > 'Bâtiment proches et autres obstacles' un masque solaire lointain, et constater son impact sur notre projet dans la vue 3D, mais également dans les résultats de l'étude thermique RT.

2.6.2. Récapitulatifs et notes de calcul

Il est possible de générer plusieurs récapitulatifs, accessibles depuis la bande latérale gauche, ou dans le menu déroulant 'Fichier' > 'Imprimer' :

- Paramètres généraux.
- Liste complète des charges thermiques.
- Liste résumée des charges thermiques.
- Calcul de l'installation.

Consultez ces différents documents, notamment la liste résumée des charges thermiques qui fournit un tableau pièce par pièce et pour l'ensemble des charges thermiques de l'ouvrage, nécessaires au dimensionnement des corps de chauffe et du générateur de chauffage.

2.- RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE CALCUL DES LOCAUX

Chauffage

Charge thermique nominale totale de l'ensemble de locaux: Maison					
Local	Etage	Déperditions par transmission	Déperditions par renouvellement d'air	Surpuissance de relance	Charge thermique nominale
		$\Phi_{T,CR,i}^*$ (W)	$\Phi_{V,CR,i}^*$ (W)	$\Phi_{RH,i}$ (W)	$\Phi_{HL,i}$ (W)
Salon	Rez-de-Chaussée	1325.28	305.61	391.05	2021.94
Bureau	Rez-de-Chaussée	504.38	90.05	115.32	709.76
Salle d'eau	Rez-de-Chaussée	80.90	21.67	54.69	157.26
Cuisine	Rez-de-Chaussée	272.44	59.49	134.97	466.90
Office	Rez-de-Chaussée	359.56	65.62	79.55	504.73
Hall	Rez-de-Chaussée	427.22	63.44	145.11	635.76
CH.2	Etage 1	441.69	127.56	148.01	717.26
CH.3	Etage 1	360.47	115.16	166.14	641.77
CH.1	Etage 1	432.96	138.67	177.93	749.55
Salle de bain étage	Etage 1	359.77	63.76	138.85	562.38
Mezzanine	Etage 1	635.77	97.52	243.36	976.65
TOTAL		5200.43	1148.55	1794.98	8143.96
Majoration de la charge (Hiver) (5 %)					8551.15

* Le transfert de chaleur vers des espaces appartenant au même ensemble de locaux étant exclu

3.- RÉSUMÉ DES RÉSULTATS POUR LES ENSEMBLES DE LOCAUX

Chauffage		
Ensemble	Puissance par surface (W/m ²)	Puissance totale (W)
Maison	44.4	8551.2

Figure 58: Récapitulatif des déperditions

2.6.3. Calcul de la demande énergétique avec EnergyPlus™

EnergyPlus™ est un moteur de simulation thermique dynamique intégré à notre application, ce qui veut dire qu'il n'est pas nécessaire d'acquérir en plus une licence EnergyPlus™.

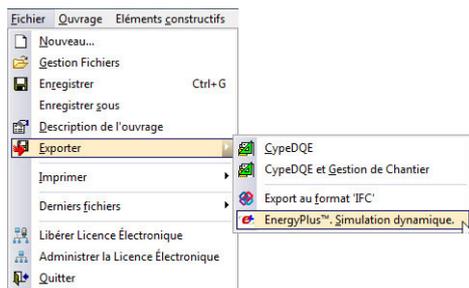


Figure 59: Exportation EnergyPlus™

CYPECAD MEP sert ici de modèleur, il récupère les caractéristiques thermiques du bâtiment et les conditions climatiques de l'environnement (températures, orientation géographique, bâtiments proches formant des masques solaires) pour envoyer ensuite ces informations vers EnergyPlus™ qui réalise les calculs des besoins en chauffage et en rafraîchissement sur la base de fichiers météo statistiques.

Allez dans 'le menu 'Fichier' > 'Exporter' > 'EnergyPlus™'.

Dans la boîte de dialogue suivante, vous pouvez réaliser une exportation complète (pièce par pièce).

Vous arrivez dans le visualiseur 3D de l'ouvrage envoyé à EnergyPlus™. Vous pouvez y consulter les différentes informations envoyées, au niveau des parois, des ponts thermiques, des scénarios d'activités...

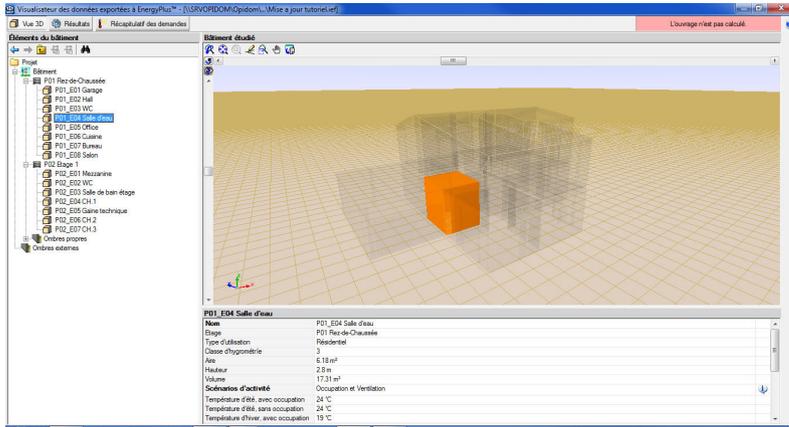
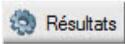


Figure 60: Visualisation des données exportées

Cliquez sur le bouton  et chargez le fichier météo 'FRA_Paris.Orly.071490_IWEC.epw' disponible dans le dossier 'CYPECAD MEP -Tutoriel Maison Individuelle' et lancez le calcul. Celui-ci peut prendre quelques minutes suivant les performances de votre ordinateur.

NOTA : Ces fichiers météo sont des fichiers propriétaires. Certains sont disponibles directement sur le site internet <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>, rubrique Add-ons > Weather Data. Pour d'autres emplacements que ceux disponible sur cette page, il est nécessaire de disposer d'une base météo ou d'un logiciel générant des fichiers météo au format .epw.

Un aperçu des résultats que fournit EnergyPlus™ après calcul :

	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUEL	
P01_E02 Hall	15.42	7.14	5.73	4.07	1.19	-	2.06	0.86	0.45	4.13	0.52	4.66	7.10	37.91
P01_E04 Salle d'eau	6.18	5.41	5.17	3.48	1.07	-	1.75	0.62	0.33	4.13	0.23	3.47	5.44	31.09
P01_E06 Cuisine	13.19	0.24	0.21	0.06	0.00	-	0.01	-	-	0.09	-	0.09	0.26	0.96
P01_E07 Bureau	13.25	2.32	1.03	0.32	0.01	-	0.47	0.08	0.03	1.59	-	0.69	2.24	8.77
P01_E08 Salon	41.80	4.76	3.00	1.51	0.23	-	0.96	0.36	0.14	2.68	0.03	2.34	4.75	20.76
P02_E01 Mezzanine	26.17	7.21	5.98	4.27	1.53	0.03	3.09	1.49	1.07	5.34	1.40	5.11	7.17	43.68
P02_E03 Salle de bain étage	15.80	8.62	7.52	5.18	1.79	0.04	2.76	1.23	0.92	5.41	1.79	6.11	8.47	49.83
P02_E04 CH.1	18.92	4.80	3.32	1.66	0.38	-	1.57	0.64	0.35	3.33	0.14	2.65	4.73	23.55
P02_E06 CH.2	16.11	5.74	3.88	1.87	0.40	-	1.58	0.63	0.32	3.42	0.18	3.21	5.69	26.91
P02_E07 CH.3	18.01	5.47	4.08	2.18	0.51	-	1.78	0.73	0.40	3.66	0.25	3.17	5.43	27.66
Total	184.84	5.32	3.98	2.42	0.68	0.01	1.63	0.69	0.42	3.42	0.46	3.19	5.28	27.49

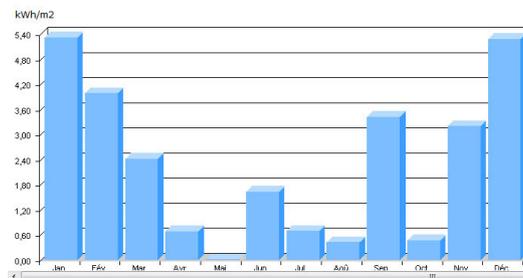


Figure 61: Résultats de demande thermique EnergyPlus™

2.6.4. Dimensionnement d'installations

Il est possible de dimensionner tout type d'installation de chauffage ou de refroidissement. Pour ce faire, il faut renseigner les trois principales composantes de l'installation :

- Le système de génération (type chaudière pompe à chaleur ...)
- Le système de distribution (tuyauterie)
- Le système d'émission (radiateur, planchers chauffant ...)

Pour accéder à ces différents outils, on utilise le menu 'Installation' dans la barre des menus.

Ce menu comme celui correspondant aux éléments constructifs, est divisé en deux parties. La première partie du menu permet de créer des entités, et la deuxième permet d'agir sur ces entités.

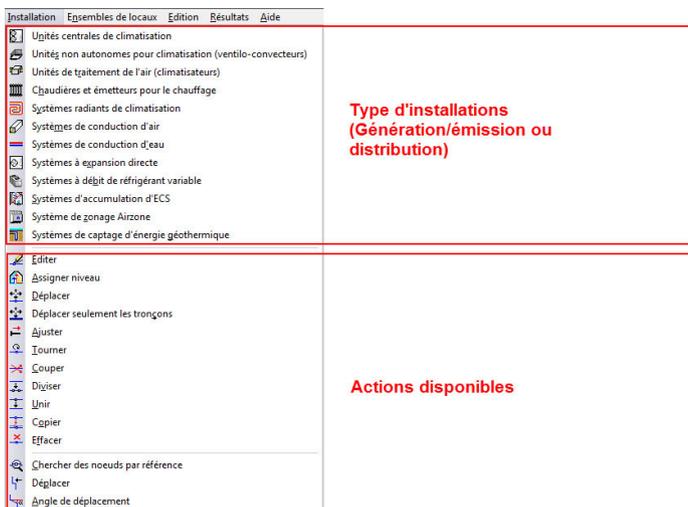


Figure 62: Menu Installation

2.6.4.1. Modélisation du système de chauffage

L'objectif ici est de dimensionner un chauffage type chaudière gaz alimentant des radiateurs haute température de la gamme T6 chez Finimetal.

Pour ce faire, utilisez le bouton :



Cela ouvrira le menu suivant :

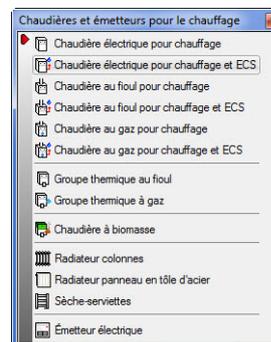


Figure 63: Menu des chaudières et radiateurs

Choisissez dans ce menu une 'Chaudière gaz pour chauffage et ECS' paramétrée avec les mêmes caractéristiques que celle paramétrée dans l'onglet thermique, et placez-la dans la buanderie au RDC. La description de la chaudière est visible sur la copie d'écran ci-dessous :

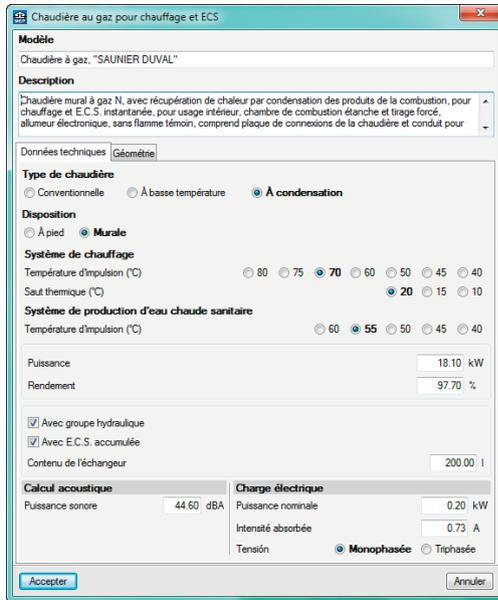


Figure 64 : Edition de la chaudière à gaz pour chauffage et ECS

NOTA : La modélisation des radiateurs définit en fait le simple positionnement de l'élément par rapport à la longueur maximale que vous avez introduit. Le logiciel adaptera sa taille en fonction du besoin de chauffage dans la pièce ou le radiateur a été positionné selon le catalogue de produits disponibles

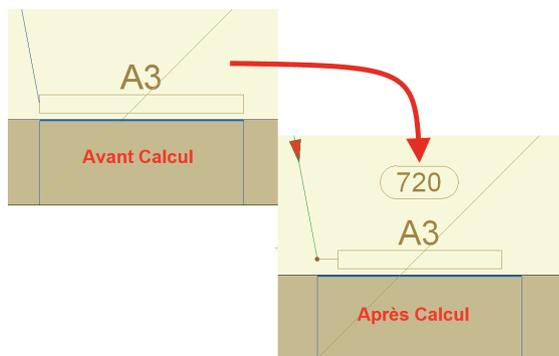


Figure 65: Dimensionnement des radiateurs

De la même manière, choisissez un 'Radiateur panneau en tôle d'acier'. Sélectionnez la famille que vous souhaitez et positionnez les radiateurs dans les différentes pièces.

Pour la salle d'eau du RDC, choisir un 'Sèche-serviettes' de type 'Sèche-serviette tubulaire en tôle d'acier'.

Une fois les radiateurs positionnés, il faut les relier à la chaudière à l'aide d'un système de conduction d'eau chaude. Utilisez pour ce faire le bouton ci-dessous :

Systèmes de conduction d'eau

Il existe deux types de conduites :

- Les conduits verticaux

Une fois ces étapes réalisées, modélisez la colonne montant du circuit d'eau chaude du RDC avec celui de l'étage.



Figure 66 : Arrivée de la conduite verticale au premier étage

- Les conduits horizontaux

Vous allez modéliser une distribution encastrée sous fourreau. D'abord sélectionnez d'abord le matériau qui sera en polyéthylène encastré dans le mur.

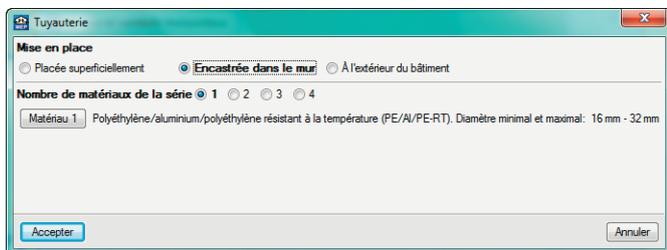


Figure 67: Sélection du matériau

Placez-vous au RDC et reliez chaque radiateur à la chaudière et la distribution vers la colonne montante.

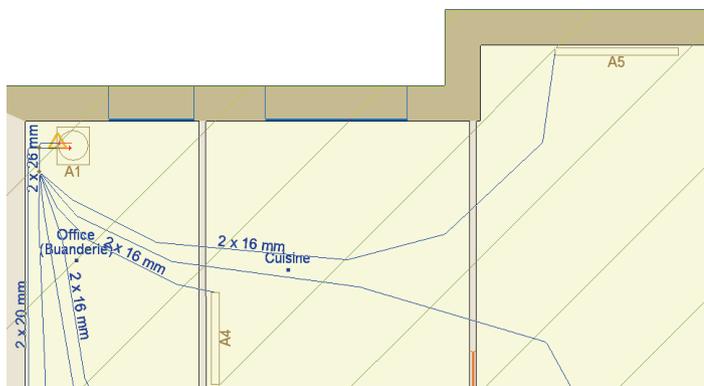


Figure 68 : Modélisation de la distribution du RdC

NOTA : Il est possible de créer manuellement le circuit d'impulsion et le circuit de retour de manière distincte. Cependant ici, il est plus simple de ne tracer qu'un seul conduit qui vaudra pour deux dans le calcul de l'ouvrage.

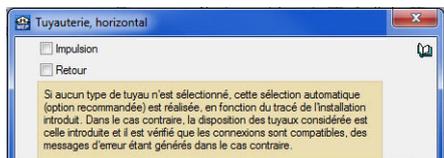


Figure 69 : Type de tuyauterie horizontale

Pour ce faire, laissez les deux cases ci-dessus décochées.

Remontez à l'étage, ici vous choisirez un tuyau en cuivre dans une distribution apparent.

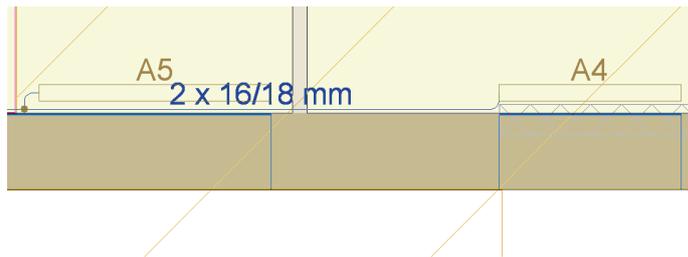


Figure 70 : Modélisation de la distribution à l'étage

Vous pouvez également choisir la hauteur à laquelle seront placées vos conduites d'eau et ainsi tout disposer de manière réaliste dans l'espace. Utilisez l'outil :



Assigner niveau

. La fenêtre ci-dessous s'ouvre :

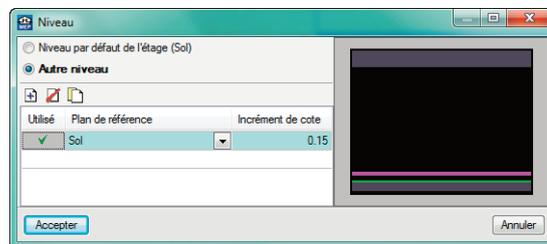


Figure 71 : Niveau des conduites

2.6.4.2. Résultats

Ci-dessous un aperçu des résultats fournis par CYPECAD MEP :

2.- ÉMETTEURS POUR CHAUFFAGE

Ensemble de locaux	Locaux	Étages	Type d'émetteur	Type	Référence	Pertes calorifiques (W)	Longueur (mm)	Puissance (W)
Maison	CH.1	Étage 1	Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A4	857	720	906
	CH.2	Étage 1	Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A3	845	720	906
	CH.3	Étage 1	Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A2	724	600	755
	Mezzanine	Étage 1	Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A5	1082	920	1159
	Salle de bain étage	Étage 1	Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A1	599	520	655
	Bureau	Rez-de-Chaussée	Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A3	764	720	906
	Cuisine	Rez-de-Chaussée	Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A4	511	520	655
	Hall	Rez-de-Chaussée	Radiateur panneau en tôle d'acier	1	A7	689	400	842
	Salle d'eau	Rez-de-Chaussée	Sèche-serviettes	1	A2	157	500	426
	Salon	Rez-de-Chaussée	Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A5	2170	1000	1259
				Radiateur panneau en tôle d'acier	2	A6	2170	800

Types de radiateurs panneaux	
Type	Description
4	Deux panneaux avec deux rangées d'ailettes, en tôle d'acier, de 750x105mm, avec une contenance de 8,6 l/m, pour une différence moyenne de température de 50°C (75°C - 65°C) entre la radiateur et le milieu ambiant.
6	Deux panneaux avec une rangée d'ailettes, en tôle d'acier, de 500x80mm, avec une contenance de 6,1 l/m, pour une différence moyenne de température de 50°C (75°C - 65°C) entre la radiateur et le milieu ambiant.

Types de sèche-serviettes	
Type	Description
1	Radiateur sèche-serviettes tubulaire en tôle d'acier finition blanc, pour salle de bain, gamme basique, de 500x733 mm et émission calorifique de 358 kcal/h pour une différence moyenne de température de 50°C entre la radiateur et le milieu ambiant

Figure 72 : Résultats pour les radiateurs

NOTA : Pour visualiser le projet terminé, ouvrir Exemple 02 – Maison individuelle.

Il est également possible de visualiser directement les valeurs d'installation en survolant l'élément concerné.

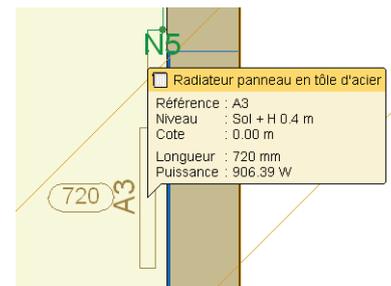
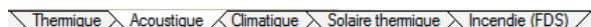


Figure 73 : Résultats visuels

2.7. Étude acoustique: Calculs et analyse des résultats

Cliquez sur l'onglet 'Acoustique'.



Vous pourrez procéder à la vérification des conformités acoustiques :

- Isolement des bruits aériens intérieurs et extérieurs.
- Isolement aux bruits de chocs.
- Temps de réverbération, surface mini d'absorption.
- Niveau de pression normalisé d'équipements.

Pour notre projet de maison individuelle, seul l'isolement au bruit aérien extérieur va être vérifié. Allez dans le menu 'Résultats' > 'Calculer'.

2.7.1. Analyse graphique

Il est possible de visualiser la détection des transmissions acoustiques indirectes à l'aide du bouton . Ces transmissions sont ainsi consultables directement dans chaque local sous la forme d'une visualisation 3D des arêtes des ponts thermiques dans le plan du niveau concerné.

Il est également possible de survoler un local et de consulter les résultats des conformités acoustiques dans cette pièce puis de cliquer dessus pour consulter la note de calcul correspondante :

Local	
Référence	: Salon
Type	: Salon / Salle à manger
Surface utile	: 35,6 m ²
Surface construite	: 41,8 m ²
Volume	: 92,43 m ³
Hauteur libre entre planchers	: 2,60 m
Volume net	: 90,30 m ³
Hauteur libre	: 2,54 m
NRA 2000	
Type de local : Pièce principale	
Bruit aérien extérieur	
D _{n,T,Air} (245° - SO) = 53 dB	(Exigé: 30 dB)
D _{n,e,Air} minimum pour entrées d'air	
1 entrée d'air :	24
2 entrées d'air :	27
3 entrées d'air :	29
D _{n,T,Air} (155° - SE) = 32 dB	(Exigé: 30 dB)
D _{n,e,Air} minimum pour entrées d'air	
1 entrée d'air :	29
2 entrées d'air :	32
3 entrées d'air :	34
D _{n,T,Air} (65° - NE) = 44 dB	(Exigé: 30 dB)
D _{n,e,Air} minimum pour entrées d'air	
1 entrée d'air :	25
2 entrées d'air :	28
3 entrées d'air :	29
D _{n,T,Air} (335° - NO) = 56 dB	(Exigé: 30 dB)
D _{n,e,Air} minimum pour entrées d'air	
1 entrée d'air :	24
2 entrées d'air :	27
3 entrées d'air :	29

Figure 74: Conformité acoustique par local

2.7.2. Récapitulatifs

Dans la bande latérale gauche, ou dans le menu déroulant 'Fichiers' > 'Imprimer' le rapport d'étude acoustique pour le bâtiment complet est disponible.

des entrées dans les tableaux de résumé des résultats.

1 Isolement acoustique standardisé adapté au bruit rose, $D_{nT,A,tr}$

Type de local récepteur:	Salon (Salon / Salle à manger)
Situation du local récepteur:	Rez-de-Chaussée
Orientation de la façade:	154.5° (Sud-Est)
Surface totale en contact avec l'extérieur, S_g:	18.8 m ²
Volume du local récepteur, V:	124.7 m ³

$$D_{nT,A,tr} = R'_{A,tr} + \Delta L_{f_0} + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0 S} \right) = 32 \text{ dB} \geq 30 \text{ dB} \quad \checkmark$$

$$R'_{A,tr} = -10 \log \left(10^{-0.1R_{Dn,A,tr}} + \sum_{f=F+1}^n 10^{-0.1R_{Dn,A,tr}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0.1R_{Dn,A,tr}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0.1R_{Dn,A,tr}} + \frac{A_0}{S} \sum_{d=1}^n 10^{-0.1D_{d,A,tr}} \right) = 28.5 \text{ dB}$$

Données d'entrée pour le calcul:

Façade

Élément structural basique	m	$R_{A,tr}$	Revêtement intérieur	$\Delta R_{d,A,tr}$	S_i
	(kg/m ²)	(dB)		(dB)	(m ²)
Bloc béton ép 20cm, Doublage intérieur Labelrock 135+10 des ets Rockwool	359	46.8	PLACOMUR Ultra 32 10+120	8	10.39

Ouvertures en façade

Figure 75 : Résultats acoustique par local

