

# Rénovation énergétique d'un pavillon



- Centre d'intérêt visé: Réduction des consommations énergétiques
- Objectif pédagogique : Identifier des solutions permettant de réduire la consommation énergétique d'une construction
- Lien avec le référentiel BTS Fluides Energies Domotique :
  - S8 – Etudes technologiques des systèmes
    - A- *Connaissances fondamentales*
    - A2) *Performance énergétique du bâtiment*
      - A2-2 *simulation dynamique thermique*
- Niveau : BTS FED 1<sup>ère</sup> Année
- Pré-requis : Connaissances des principes de la RT2012
  - Notion d'utilisation d'Archiwizard
  - Caractéristiques des installations solaires thermiques (panneaux solaires et réseau)
- Démarche retenue : Investigation
- Durée : 3 heures

## Situation déclenchante :

Le propriétaire d'un pavillon, datant des années 80, souhaite engager des travaux de rénovation énergétique afin de réduire de manière significative sa consommation d'énergie et de valoriser son bien immobilier.

Cependant, devant la multitude de possibilités, il souhaite obtenir des informations pertinentes lui permettant d'orienter ses choix vers des travaux limitant la gêne et permettant de se rapprocher au mieux d'une actuelle construction conforme RT2012.

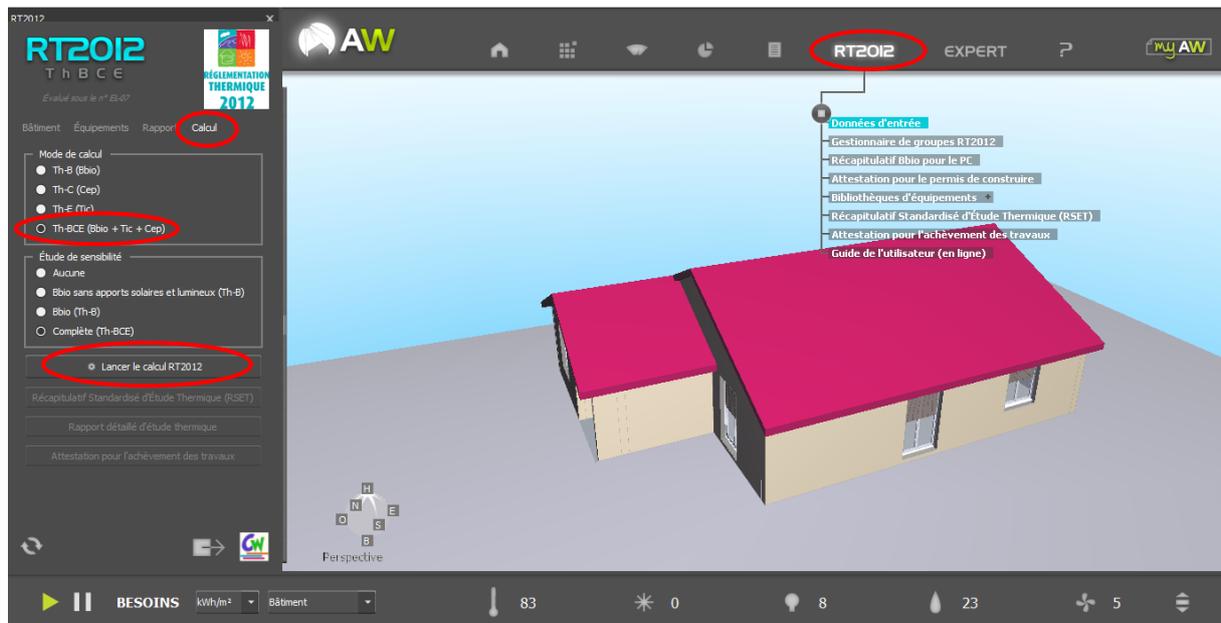
Les principales caractéristiques du pavillon existant sont les suivantes :

- chauffage électrique réalisée par des convecteurs
- ballon d'ECS électrique âgé d'une dizaine d'année
- ventilation simple flux autoréglable
- les menuiseries extérieures ont déjà fait l'objet de travaux récents de rénovation et peuvent être considérées comme neuves
- La maquette numérique du pavillon a déjà été réalisée au format Archiwizard (fichier pavillon initial.awz)

## 1. Etape 1 : diagnostic du pavillon existant

Dans cette partie, nous allons tout d'abord réaliser l'état des lieux du pavillon afin d'orienter nos choix sur des travaux prioritaire à réaliser.

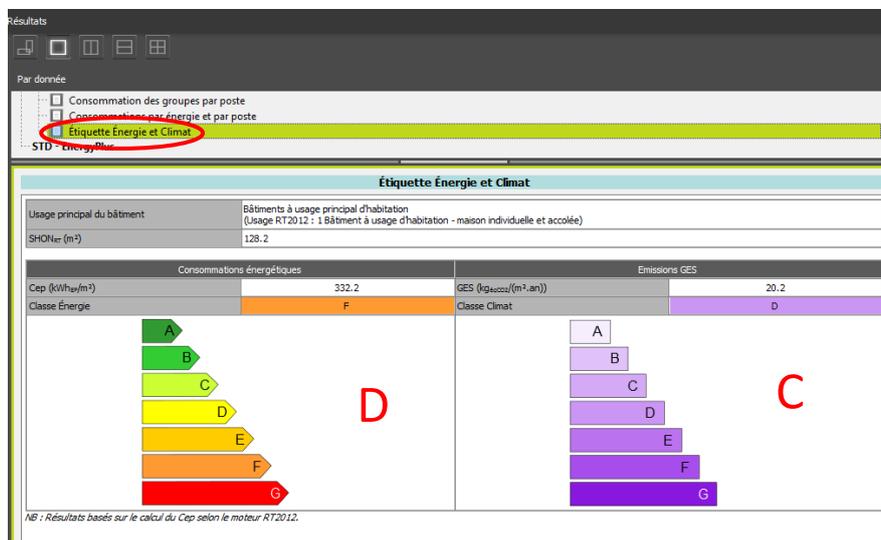
A l'aide de la maquette numérique donnée du pavillon existant, réaliser le calcul RT2012 de l'actuelle construction à l'aide du menu « RT2012 », puis cliquez sur l'onglet « Calcul » dans la fenêtre qui s'ouvre, et sélectionnez le mode de calcul « Th BCE », et sélectionnez le mode de calcul « Th BCE ».



Lancez alors le calcul RT2012.

**Note :** en fonction des caractéristiques de votre poste informatique, le calcul RT2012 peut parfois s'avérer long et dépasser la minute ...

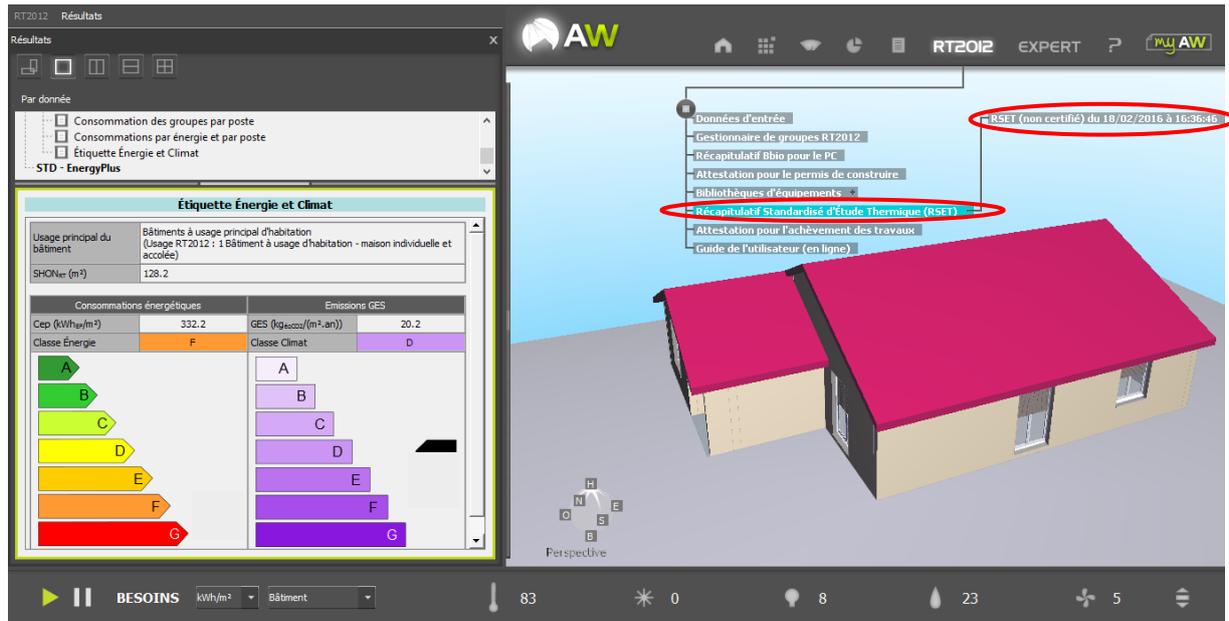
Dans les résultats donnés à l'issue du calcul, identifier la classe énergétique et la classe climat sur l'étiquette Energie et Climat de l'actuelle construction :



Que pensez-vous de l'actuelle situation énergétique et environnementale du pavillon ? Justifier votre réponse ci-dessous par des éléments chiffrés.

La situation énergétique et environnementale actuelle n'est pas bonne car le pavillon est relativement énergivore (212,5 kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>) et générateur d'effet de serre (11,2 kg<sub>eqCO2</sub>/(m<sup>2</sup>.an)).

Nous allons maintenant tenter d'identifier pourquoi ce logement est si énergivore et proposer des pistes d'amélioration pour se rapprocher, si possible, d'une conformité RT2012.



En vous aidant du « **Récapitulatif Standardisé d'Études Thermiques (RSET)** » du pavillon, donné par Archiwizard, indiquer quelles sont les exigences de performance énergétique non-satisfaites pour répondre à la RT2012.

	Valeur projet	Valeur maximale	Exigences de performance énergétique	Conformité ? (OUI / NON)
C <sub>ep</sub>	212,5	65	C <sub>ep</sub> < C <sub>ep max</sub>	NON
B <sub>bio</sub>	139,2	84	B <sub>bio</sub> < B <sub>bio max</sub>	NON
Tic			Tic < Tic <sub>ref</sub>	OUI

**Synthèse :**

Pour se rapprocher de la conformité RT2012, il faudra :

- **Abaisser** la consommation d'énergie primaire **C<sub>ep</sub>** du pavillon en choisissant des équipements performants en remplacement des systèmes de chauffage et de production d'ECS actuels obsolètes et énergivore.
- **Abaisser** la valeur du **B<sub>bio</sub>** en travaillant sur l'amélioration de l'enveloppe actuelle du pavillon
- **Planter** un équipement d'énergie renouvelable permettant de répondre à l'exigence de moyen de la RT2012, dont le surcoût d'achat sera largement compensé par les économies d'énergie réalisées et les aides fiscales actuellement en vigueur

## 2. Etape 2 : Amélioration du $B_{bio}$ par la rénovation de l'isolation en comble perdus

Une piste envisageable pour l'amélioration du  $B_{bio}$  est la rénovation de l'isolation des combles perdus. Cette solution présente plusieurs avantages :

- La surface traitée est importante ce qui permet de réduire grandement les déperditions du logement sur d'importantes surfaces,
- La gêne durant les travaux est minimale car on ne touche pas à l'intégrité des parois intérieures,
- L'isolation des combles fait partie intégrante des travaux éligibles aux aides fiscales actuellement en vigueur.

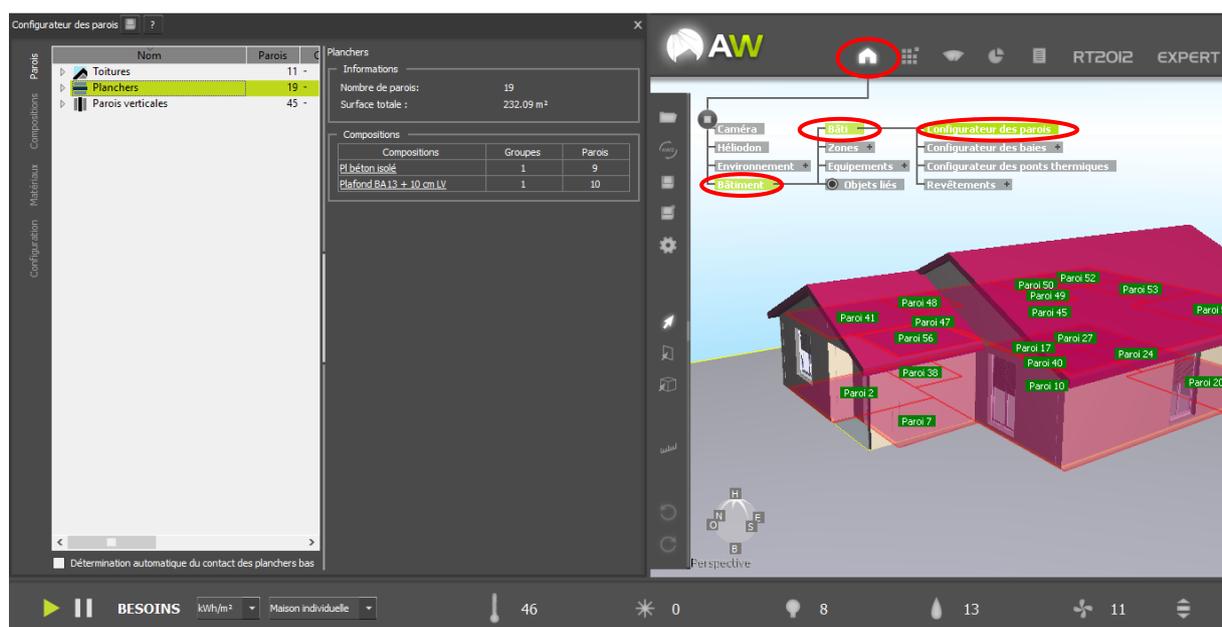
Pour constater l'impact de cette rénovation, nous allons modifier l'épaisseur actuelle de l'isolant pour la faire passer de **10 à 32 cm** dans la maquette numérique, en procédant de la manière suivante :

Modifiez le relevé d'informations indiquées dans le bandeau de calculs d'Archiwizard pour noter les besoins initiaux du pavillon avant rénovation en kWh/m<sup>2</sup> pour une **maison individuelle**:

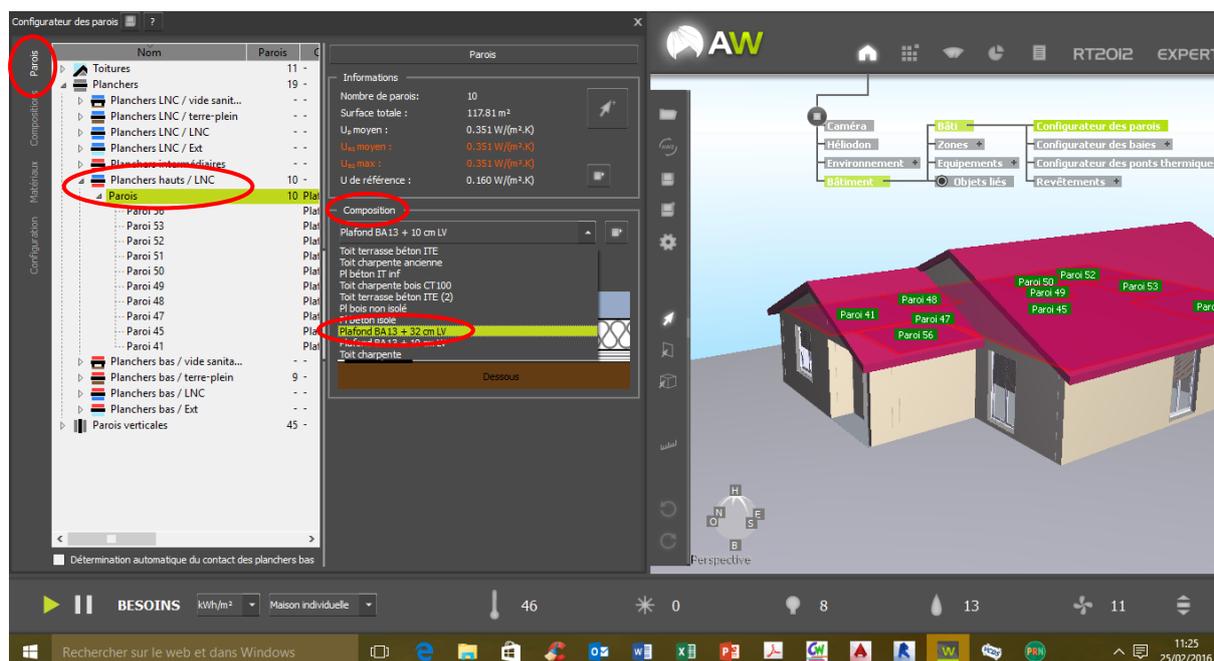


Besoin	Besoin initial (kWh/m <sup>2</sup> )
Chauffage	72
Climatisation	0
Eclairage	8
Eau chaude sanitaire	13
Ventilation	5

Cliquez alors sur l'onglet « **Bâtiments et équipements** », puis « **Bâtiment** », « **Bâti** » et « **Configurateur des parois** ».



Dans la fenêtre « configurateur des parois » qui s'ouvre à côté de la vue 3D du pavillon, cliquez alors sur « **Parois** », puis « **Planchers** ».



Dans la rubrique « **Planchers hauts / LNC** », sélectionnez la ligne « **Parois** », puis modifiez la composition de la paroi en sélectionnant la paroi « **Plafond BA13 + 32 cm LV** »

Observez alors l'évolution des différents besoins dans le bandeau de calculs d'Archiwizard lors de la validation de la nouvelle paroi rénovée en plafond pour le pavillon :

Besoin	Besoin après rénovation (kWh/m <sup>2</sup> )
Chauffage	61
Climatisation	0
Eclairage	8
Eau chaude sanitaire	13
Ventilation	5

Réalisez de nouveau un calcul réglementaire RT2012 Th BCE à l'aide d'archiwizard, tout comme à l'étape 1 et, en vous aidant du nouveau « Récapitulatif Standardisé d'Etudes Thermiques (RSET) », indiquez alors dans le tableau ci-dessous l'évolution des différentes exigences de performance thermique et de l'étiquette Energie et Climat :

	Nouvelle Valeur projet	Nouvelle Valeur maximale	Exigences de performance énergétique	Conformité ? (OUI / NON)
C <sub>ep</sub>	176,9	65	C <sub>ep</sub> < C <sub>ep max</sub>	NON
B <sub>bio</sub>	115,8	84	B <sub>bio</sub> < B <sub>bio max</sub>	NON
Tic			Tic < Tic <sub>ref</sub>	OUI

Etiquette Energie et Climat

Classification Energie	D
Classification Climat	B

### Synthèse :

L'augmentation du niveau d'isolation de l'enveloppe contribue à :

- **Améliorer** la valeur du  $B_{bio}$  en réduisant notamment les besoins de chauffage
- **Améliorer** la consommation d'énergie primaire  $C_{ep}$  du pavillon car les besoins énergétiques en chauffage du pavillon diminuent avec l'isolation de l'enveloppe
- **Diminuer** l'impact environnemental en consommant moins d'énergie primaire générant des gaz à effet de serre

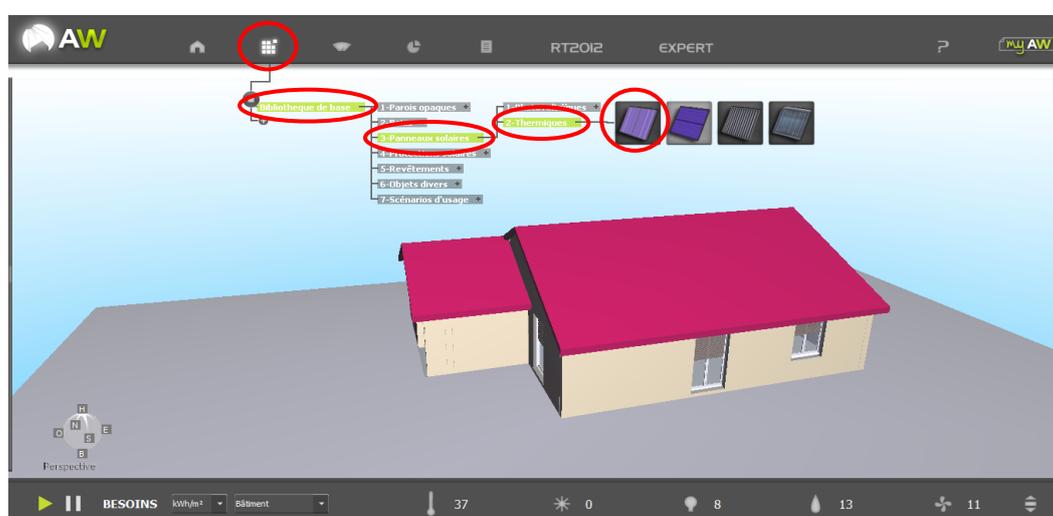
### **3. Etape 3 : Implantation d'un équipement d'énergie renouvelable pour la production d'ECS**

Dans cette partie, on cherche à mettre en place un équipement d'énergie renouvelable permettant de remplacer l'actuelle production d'ECS vétuste et ainsi satisfaire, par la même occasion, l'une des exigences de moyens de la RT2012 pour la production d'ECS.

Le choix de l'équipement d'énergie renouvelable se porte sur l'installation d'un chauffe-eau solaire individuel (CESI), pourvu de panneaux solaires plans vitrés à lame d'air.

Pour implanter cet équipement, procédez de la manière suivante dans Archiwizard :

Sélectionnez le menu « **Bibliothèque** » dans le menu d'Archiwizard, puis « **Bibliothèque de base** », « **Panneaux solaires** », et « **Thermiques** ».



Sélectionner alors un premier « **panneau vitré air** » et faites le glisser jusque sur le pan de toiture orienté **sud**.

Double-cliquez sur le panneau solaire pour éditer ses caractéristiques, données ci-dessous par le fabricant du panneau :

<i>Géométrie</i>		<i>Coefficients</i>	
largeur	1,0 m	Coefficient A0	0,67
hauteur	1,7 m	Coefficient A1	4,2 W/m <sup>2</sup> .K

Placez-vous alors sur le bandeau ENR pour ECS d'Archiwizard pour vérifier la valeur des besoins, de la production et de la couverture d'ECS renouvelable.



En principe, la production solaire doit permettre d'obtenir une couverture annuelle des besoins d'ECS située entre **50 et 70 %**.

Si le taux de couverture est insuffisant, il faudra alors placer un nouveau capteur solaire identique au précédent à proximité du capteur déjà installé.

Quel sera le nombre et la surface totales de capteurs solaires à implanter, permettant de satisfaire la couverture annuelle des besoins d'ECS ?

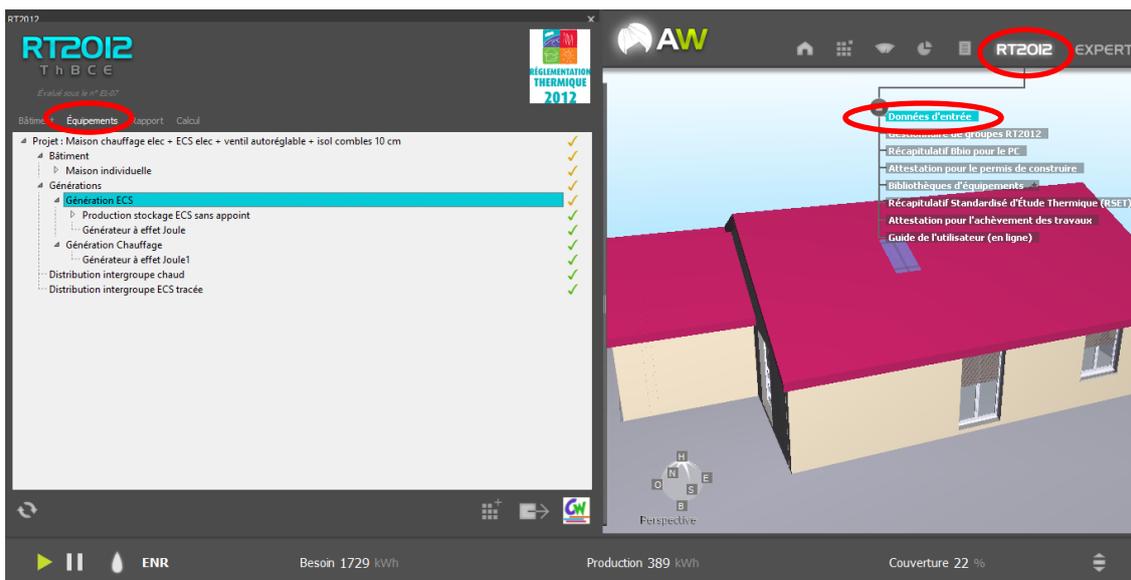
Nombre totale de capteurs à installer : **2**  
 Surface totale de capteurs à installer : **3,4 m<sup>2</sup>**

Indiquer ci-dessous les résultats finaux après implantation du ou des capteurs solaires :

Besoin [kWh]	1729
Production solaire [kWh]	979
Couverture [%]	57

Pour déterminer la nouvelle consommation d'énergie  $C_{ep}$  du pavillon, il faut remplacer l'ancien chauffe-eau électrique par la nouvelle installation solaire thermique dans les équipements pris en compte pour le calcul RT2012.

Pour cela, sélectionnez le menu « **RT2012** », puis « **Données d'entrée** ».  
 Dans la fenêtre qui s'ouvre alors, cliquez sur « **Equipements** ».



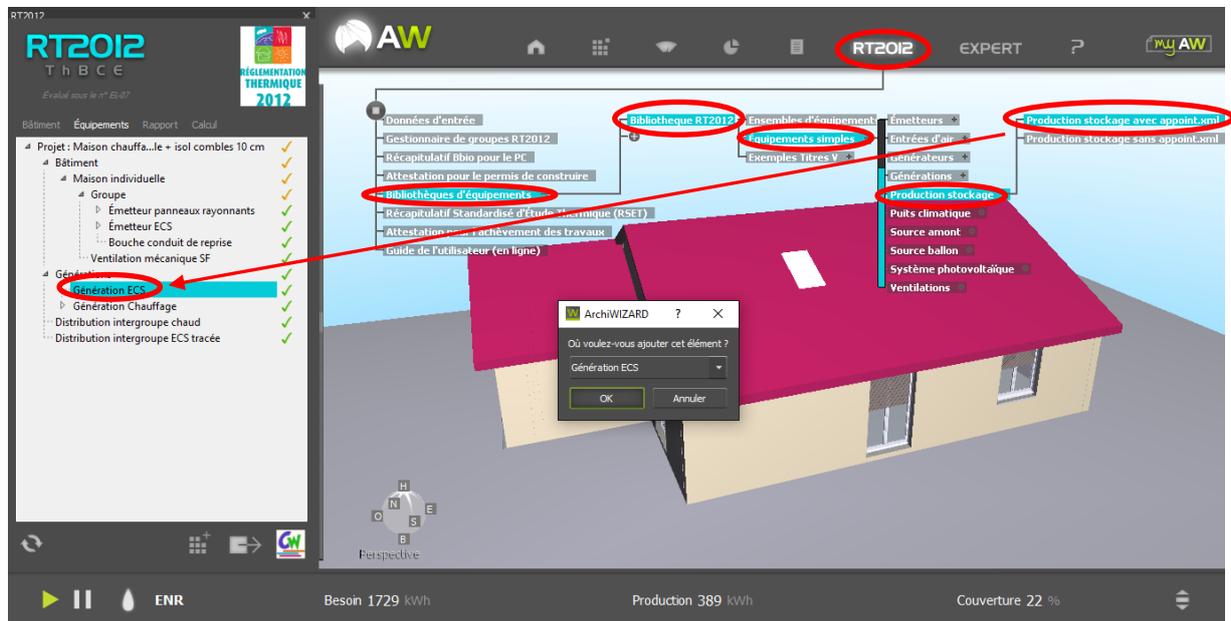
Il faut, tout d'abord, supprimer l'ancien ballon d'ECS électrique de la manière suivante :

Développez l'arborescence « **Génération ECS** », puis « **Production et stockage ECS sans appoint** ». Supprimez alors la ligne « **Générateur à effet joule** » et la ligne « **Production et stockage ECS sans appoint** ».



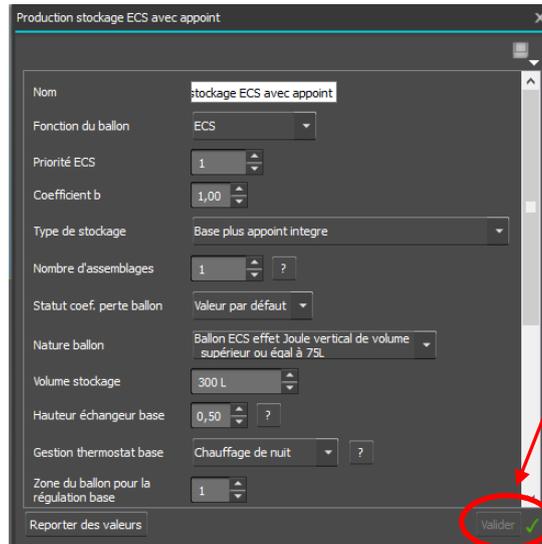
Maintenant, il faut placer le nouvel équipement solaire thermique pour la production d'ECS en procédant comme décrit ci-dessous :

Dans le menu « **RT2012** », sélectionnez la ligne « **Bibliothèques d'équipements** », puis « **Bibliothèque RT2012** », « **Equipements simples** », « **Production stockage** », et faire glisser la ligne « **Production stockage avec appoint.xml** » jusqu'à la ligne « **Génération ECS** » des équipements.



Ajouter cet élément à la Génération ECS.

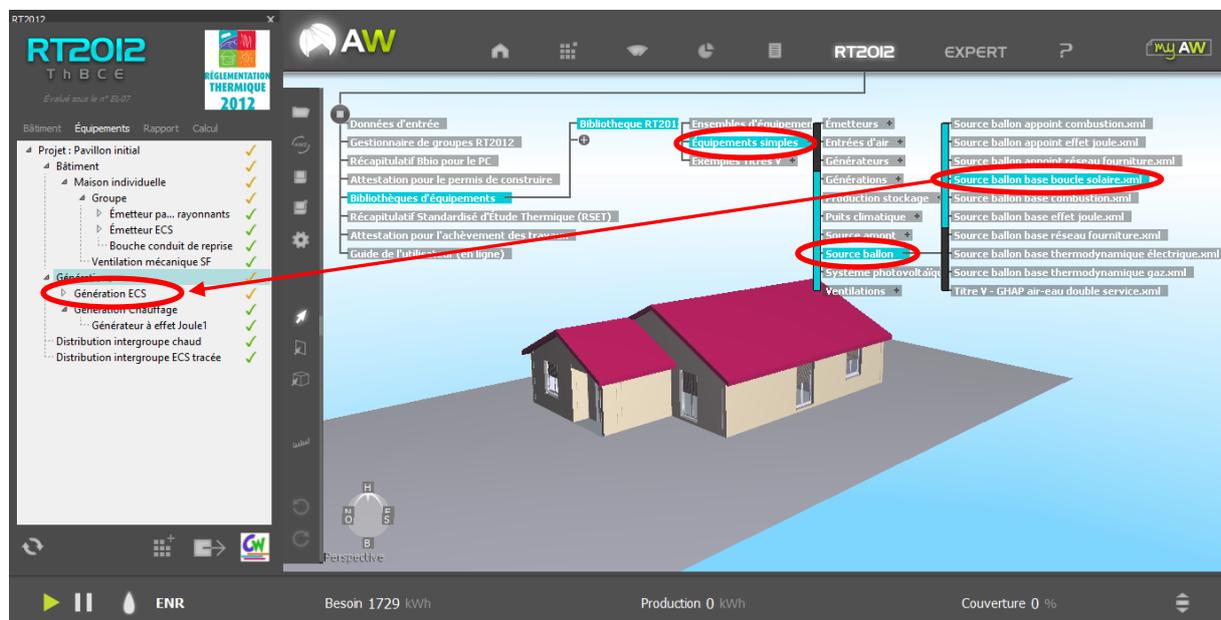
Double-cliquez sur la nouvelle ligne « **Production stockage ECS avec appoint** » créée, puis paramétrez la production stockage ECS avec les valeurs indiquées ci-dessous, puis **validez** :



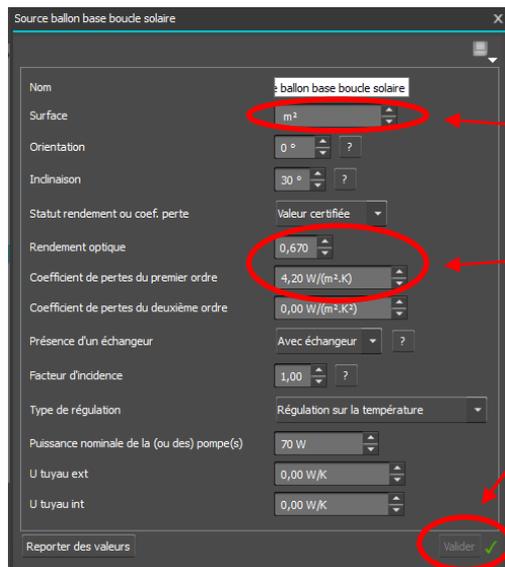
Nous venons de finaliser le paramétrage du ballon de production et de stockage d'ECS.

Il faut maintenant paramétrer les capteurs vitrés plans et la boucle solaire reliant les capteurs au ballon de stockage selon la méthodologie ci-dessous :

Sur la ligne « **Equipements simples** », sélectionnez cette fois l'élément « **Source ballon** », puis faites glisser la ligne « **Source ballon base boucle solaire.xml** » jusqu'à « **Génération ECS** ».



Double-cliquez sur la nouvelle ligne « **Source ballon base boucle solaire** » créée, puis paramétrez la source et la boucle solaire avec les valeurs indiquées ci-dessous, puis **validez** :



Valeur de la surface totale des capteurs déterminée précédemment pour obtenir la bonne couverture d'ECS

Caractéristiques du panneau solaire données précédemment par le fabricant

Nous venons maintenant de valider les capteurs et la boucle solaire.

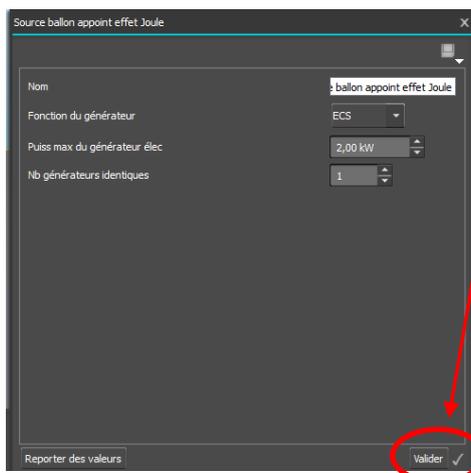
Il reste encore à finaliser la définition de l'équipement avec l'ajout et le paramétrage de la résistance électrique d'appoint dans le ballon de stockage.

On procède de la manière suivante :

Sélectionnez la ligne « **Source ballon** », puis faites glisser la ligne « **Source ballon appoint effet joule.xml** » jusqu'à « **Génération ECS** ».



Double-cliquez sur la nouvelle ligne « **Source ballon appoint effet joule** » créée, puis paramétrez la source et la boucle solaire avec les valeurs indiquées ci-dessous, puis **validez** :



L'ensemble de l'équipement solaire pour la production d'ECS avec appoint électrique est maintenant entièrement paramétré dans le moteur de calcul RT2012.

Lancez un nouveau calcul RT2012 Th-BCE et observez alors, à l'aide du nouveau « récapitulatif standardisé d'étude thermique » l'évolution des coefficients  $C_{ep}$ ,  $B_{bio}$ , et les évolutions de l'étiquette Energie et Climat :

	Nouvelle Valeur projet	Nouvelle Valeur maximale	Exigences de performance énergétique	Conformité ? (OUI / NON)
$C_{ep}$	150,5	65	$C_{ep} < C_{ep\ max}$	NON
$B_{bio}$	115,8	84	$B_{bio} < B_{bio\ max}$	NON
$Tic$			$Tic < Tic_{ref}$	OUI

#### Etiquette Energie et Climat

Classification Energie	D
Classification Climat	B

#### Synthèse :

Le remplacement de l'ancien système de production d'ECS par un nouveau système solaire permet :

- **d'améliorer** la consommation d'énergie primaire  $C_{ep}$  du pavillon car les consommations énergétiques en ECS du pavillon diminuent avec l'utilisation d'un système solaire
- **de satisfaire** l'une des exigences de moyens (utilisation d'une énergie renouvelable) demandées par la RT2012
- **d'améliorer** la classification sur l'étiquette Climat avec l'utilisation d'une part importante d'énergie renouvelable pour l'ECS n'émettant aucun gaz à effet de serre.

#### 4. Rénovation du système de chauffage

Lors du diagnostic du pavillon réalisé à l'étape 1, nous avons mis en évidence une consommation d'énergie primaire  $C_{ep}$  importante et liée à l'utilisation d'un système de chauffage électrique (convecteurs) très pénalisant, compte tenu du coefficient de conversion en énergie primaire pour l'électricité consommée (2,58 pour mémoire).

Il est aussi primordiale d'opter pour un système de chauffage qui n'engendrera pas de travaux lourds et coûteux, et privilégiant une énergie non pénalisante pour la conversion de la consommation en énergie primaire.

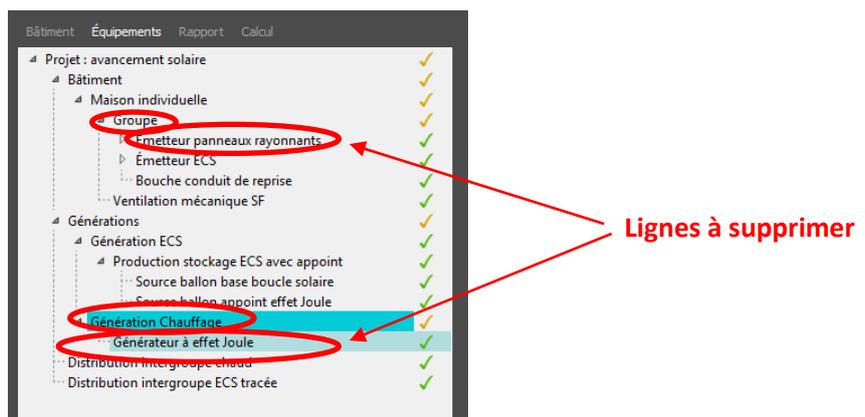
Le choix se porte alors naturellement vers **un système poêle à bois** qui permet de satisfaire l'ensemble de ces contraintes.

Pour modifier le système de chauffage actuel, sélectionnez le menu « **RT2012** », puis « **Données d'entrée** ». Dans la fenêtre qui s'ouvre alors, cliquez sur « **Equipements** ».

Il faut d'abord supprimer le système de chauffage par convecteurs électriques existant avant de placer le nouveau système de chauffage, de la manière suivante :

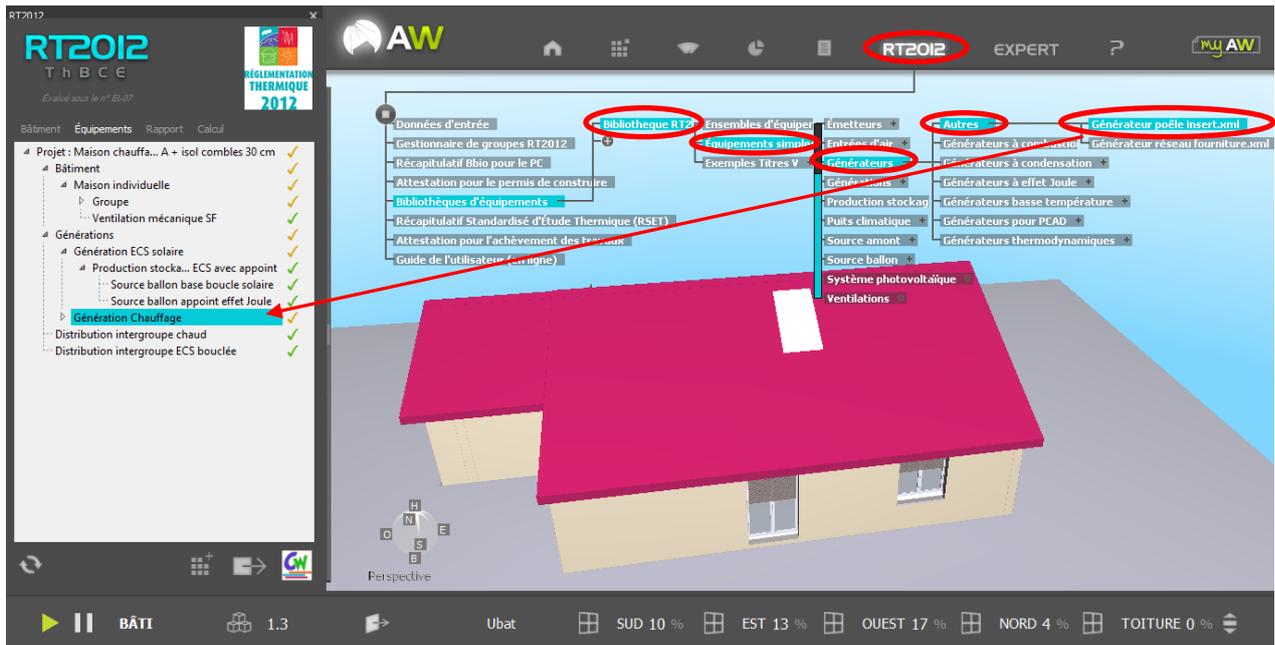
Développez l'arborescence « **Génération Chauffage** », et « **Groupe** ».

Supprimez alors la ligne « **Générateur à effet joule** » et « **Emetteur panneaux rayonnants** »

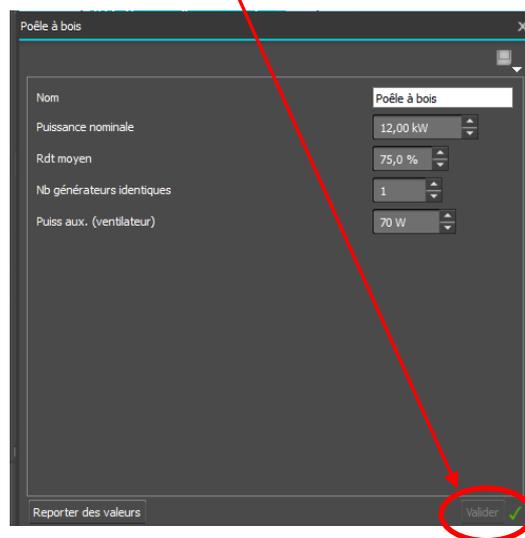


Il faut maintenant placer le nouvel équipement poêle à bois pour le chauffage en procédant comme décrit ci-dessous :

Dans le menu « **RT2012** », sélectionnez la ligne « **Bibliothèques d'équipements** », puis « **Bibliothèque RT2012** », « **Equipements simples** », « **Générateurs** », « **Autres** » et faire glisser la ligne « **Générateur poêle insert.xml** » jusqu'à la ligne « **Génération Chauffage** » des équipements.



Double-cliquez sur la nouvelle ligne « **Poêle à bois** » créée, puis paramétrez le nouveau générateur avec les valeurs indiquées ci-dessous, puis **validez** :

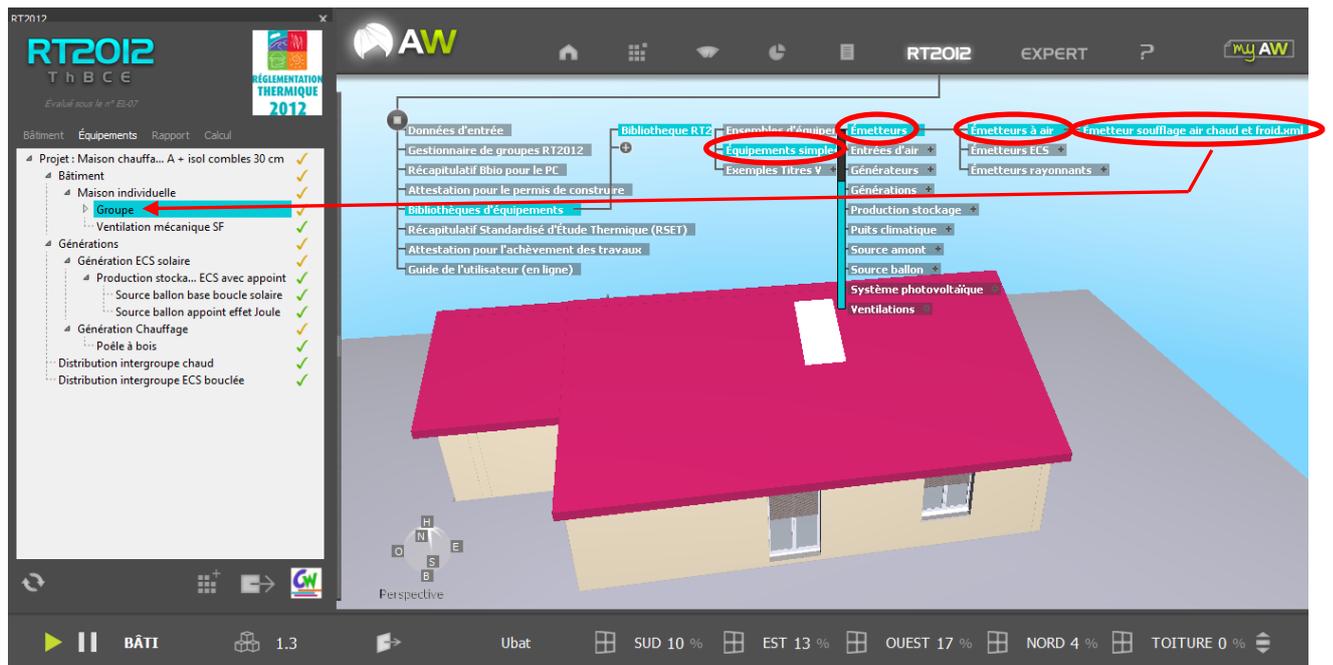


Nous venons maintenant de valider la nouvelle production de chaleur, réalisée à l'aide d'un poêle à bois.

Il reste encore à ajouter l'émission de la chaleur dans le logement qui, dans ce cas particulier, sera réalisé par des « émetteurs fictifs » de soufflage d'air chaud.

Pour placer ces émetteurs, on procède de la manière suivante :

Sélectionnez la ligne « **Équipements simples** », puis « **Émetteurs** », « **Émetteurs à air** » et faites glisser la ligne « **Émetteur soufflage air chaud et froid.xml** » jusqu'à « **Groupe** ».



Double-cliquez sur la nouvelle ligne « **Emetteur chaud et froid par soufflage d'air** » créée, puis paramétrez les nouveaux émetteurs avec les valeurs indiquées ci-dessous, puis **validez** :

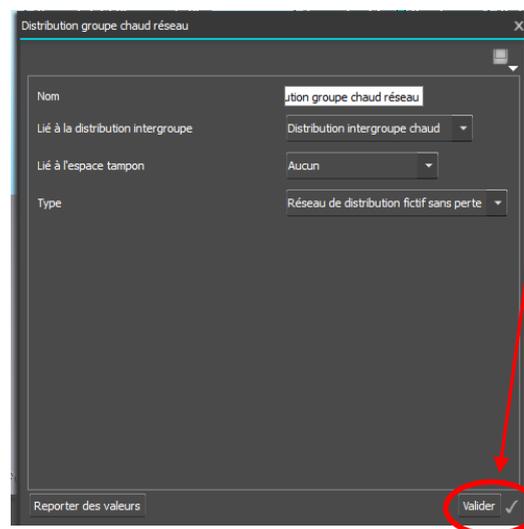
Nom	et froid par soufflage d'air
Plafond	Local de moins de 4 mètres sous plafond
Pertes au dos	0,00
Gestion ventilateurs	Régulation automatique permettant un arrêt total des ventilateurs lorsque la température
Emetteur chaud	Oui
Type émetteur chaud	Murs chauffants, panneaux rayonnants de plafonds, cassettes rayonnantes basse ou moyenne
Classe variation spatiale chauffage	Valeur par défaut de la variation spatiale pour les poêles et les inserts
Nombre de niveaux desservis	Un niveau
Statut variation temporelle chaud	Valeur conventionnelle pour les poêles et les inserts
Régulation poêle ou insert	Régulation avec thermostat d'ambiance
Ratio spatial chaud	1,00
Ratio temporel chaud	1,00
Emetteur froid	Non
Régulation batterie refroidissement	Batterie à débit d'eau régulé de façon progressive
Super petite vitesse	Non
Puissance grande vitesse	0 W
Puissance moyenne vitesse	0 W
Puissance petite vitesse	0 W
Débit recirculation grande vitesse	0,0 m³/h
Reporter des valeurs	Valider ✓

Il faut maintenant liasonner nos émetteurs sur une distribution fictive avec la production de chaleur en procédant comme ci-après :

Sélectionnez la ligne « **Equipements simples** », puis « **Distributions** », « **Distributions de groupe** » et faites glisser la ligne « **Distribution groupe chaud réseau fictif.xml** » jusqu'à « **Emetteur chaud et froid par soufflage d'air** ».

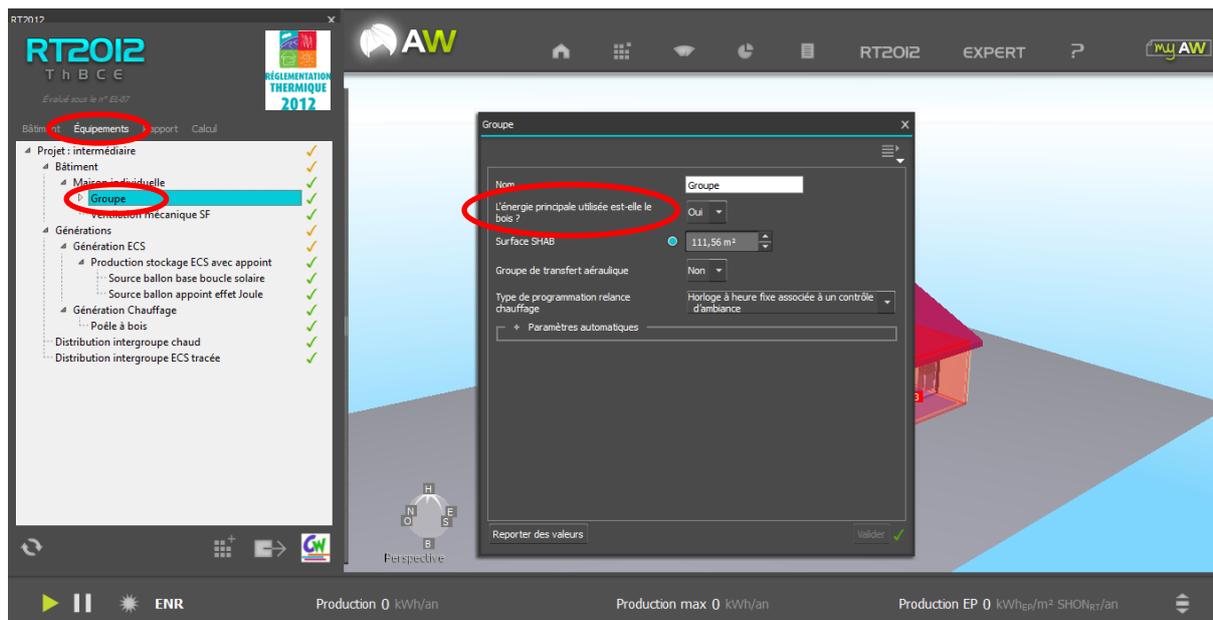


Double-cliquez sur la nouvelle ligne « **Distribution groupe chaud réseau** » créée, puis paramétrez le réseau de distribution fictif avec les valeurs indiquées ci-dessous, puis **validez** :



L'énergie bois étant la nouvelle énergie principalement utilisée pour le pavillon, il faut déclarer ce changement d'énergie dans Archiwizard pour le calcul du nouveau  $C_{ep\ max}$  de la manière suivante :

Dans le tableau des données d'entrée, sélectionnez l'onglet « **Equipements** », puis la ligne « **Groupe** », et indiquez alors que l'énergie principale utilisée est le bois.



L'ensemble du nouveau système de chauffage par poêle à bois est maintenant entièrement paramétré dans le moteur de calcul RT2012.

Lancez un nouveau calcul RT2012 Th-BCE et observez alors, à l'aide du nouveau « récapitulatif standardisé d'étude thermique » l'évolution des coefficients  $C_{ep}$ ,  $B_{bio}$ , et les évolutions de l'étiquette Energie et Climat :

	Nouvelle Valeur projet	Nouvelle Valeur maximale	Exigences de performance énergétique	Conformité ? (OUI / NON)
$C_{ep}$	105,5	80	$C_{ep} < C_{ep\ max}$	NON
$B_{bio}$	115,8	84	$B_{bio} < B_{bio\ max}$	NON
$Tic$			$Tic < Tic_{ref}$	OUI

#### Etiquette Energie et Climat

Classification Energie	C
Classification Climat	A

#### Synthèse :

Le remplacement de l'ancien système de chauffage par un nouveau système poêle à bois permet :

- **d'améliorer** considérablement la consommation d'énergie primaire  $C_{ep}$  du pavillon car les consommations de chauffage sont désormais réalisées avec une énergie bois dont le coefficient de conversion en énergie primaire est de 1.
- **d'améliorer** considérablement la classification sur l'étiquette Climat avec l'utilisation d'une part importante d'énergie renouvelable pour le chauffage, le cycle carbone du bois étant neutre vis-à-vis des gaz à effet de serre.