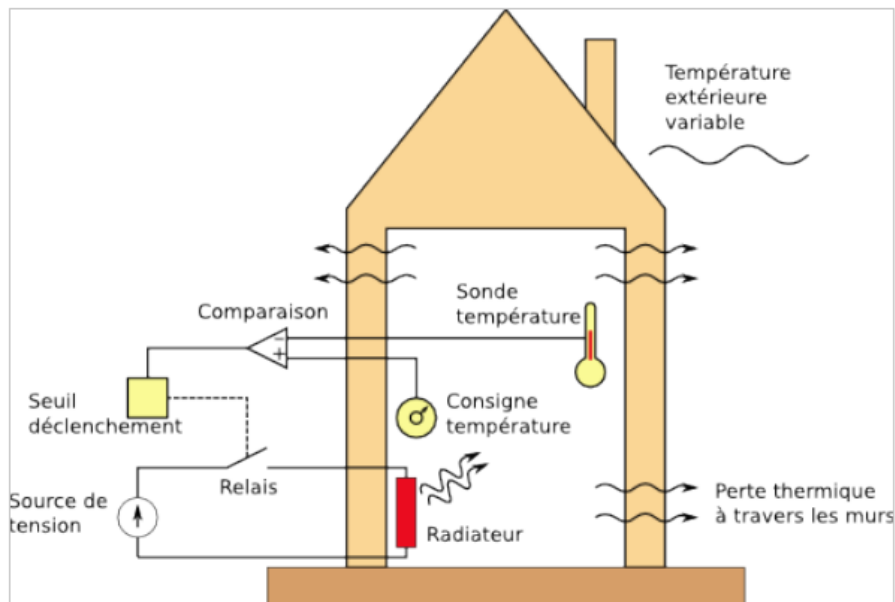


Chauffage d'une maison

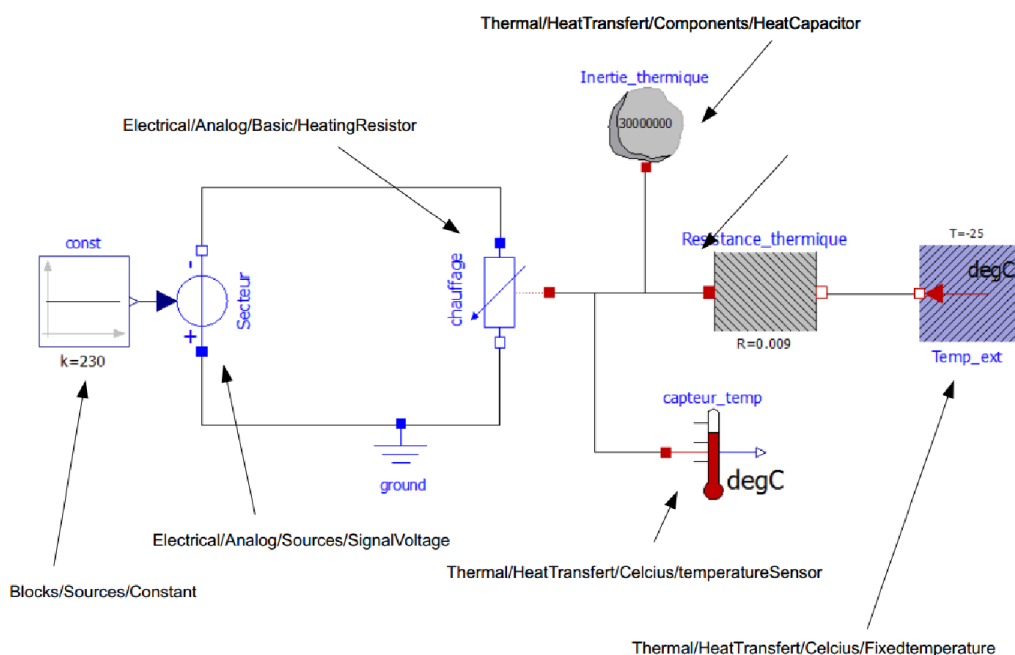
LE DISPOSITIF DE CHAUFFAGE

Nous allons étudier ici le chauffage d'une maison, l'objectif étant de maintenir une température dans les pièces d'environ 20°C même si la température extérieure chute en hiver.



Le chauffage est assuré par des radiateurs qui vont chauffer l'air de la maison. Une régulation thermique est mise en place pour maintenir l'air à 20°C.

MODELISATION DU DISPOSITIF DE CHAUFFAGE



Les caractéristiques thermiques de la maison sont définies par sa résistance thermique (isolation) et son inertie thermique liée aux matériaux et à leurs masses.

LES ECHANGES AVEC L'EXTERIEUR

La température dans la maison varie en fonction de la température extérieure, les échanges thermiques se font au travers des murs et des fenêtres ainsi que par les fuites d'air. La mise en place d'isolants permet de limiter les échanges en augmentant la résistance thermique de la maison.

La résistance thermique de conduction, d'un élément exprime sa résistance au passage d'un flux de conduction thermique. Cette résistance s'applique aux solides ainsi qu'aux fluides (liquide ou gaz) immobiles. Dans le système international d'unités, elle est donnée en kelvin par watt K/W ou °C/W. Ainsi, pour une même différence de température plus la résistance thermique est forte moins la quantité de chaleur traversant le corps est forte. Un isolant thermique est donc un corps qui possède une résistance thermique de conduction importante.

La résistance thermique peut se calculer si on connaît l'ensemble des matériaux de la construction, ici sa valeur est estimée à 0,005 K/W. Si on prend l'inverse $1/0,005=200$ W/K, on constate qu'il y aura un flux de thermique de 200W pour chaque différence de 1° entre l'extérieur et l'intérieur de la maison.

L'INERTIE THERMIQUE DE L'AIR

Le chauffage n'est pas instantané, l'air a une certaine inertie thermique qu'il faut calculer. L'Inertie Thermique de l'air s'exprime en $J \cdot K^{-1}$. Elle se calcule à partir de la capacité thermique de l'air et de sa masse.

La capacité thermique massique, est déterminée par la quantité d'énergie à apporter par échange thermique pour élever d'un kelvin la température de l'unité de masse d'une substance. L'unité du système international est alors le joule par kilogramme-kelvin ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$). La capacité thermique de l'air est de 1004 $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

La masse de l'air dépend de sa masse volumique et du volume, la masse volumique de l'air sec est égale à $1,293 \times (273,15 / T)$ en kg, T étant la température ambiante en kelvin.

La surface au sol de la maison étant de 150 m² avec une hauteur sous plafond de 2,5m, on peut donc calculer le volume d'air, sa masse et son inertie thermique et saisir ensuite cette valeur sur le modèle.

INERTIE THERMIQUE DE DES MURS ET CLOISONS

L'inertie de la maison est essentiellement celle du béton qui la compose. La capacité thermique du béton est de $880 J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$. Sa masse volumique est de 2200 kg/m³.

Sachant que nous avons environ 15 m³ de béton on peut déterminer l'inertie thermique correspondant et saisir cette valeur sur le modèle.

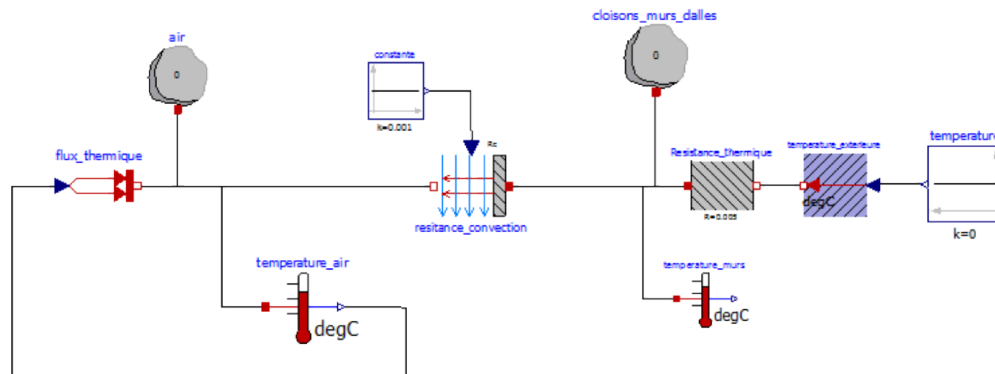
ECHANGE THERMIQUE AVEC LES MURS ET CLOISONS

S'il s'agit d'une dalle chauffante, le chauffage va agir directement sur les masses en présence. Dans certains cas, le chauffage de la maison va se faire par convection, l'air est chauffé par les radiateurs et va à son tour chauffer les murs et réciproquement.

La convection est un mode de transfert qui implique un déplacement de matière dans le milieu, par opposition à la conduction thermique ou à la diffusion de la matière. La matière est transportée-conduite par au moins un fluide. Ainsi, durant la cuisson de pâtes, l'eau se met en mouvement spontanément. Les groupes de particules de fluide proches du fond de la casserole sont chauffés, se dilatent donc deviennent moins denses et montent. Ceux de la surface de la casserole sont refroidis par le contact de la surface avec un milieu moins chaud, se contractent donc gagnent en densité et plongent. Ce phénomène physique très

commun se produit dans de nombreux systèmes (casserole, atmosphère, manteau terrestre, étoile...) sous des formes diverses.

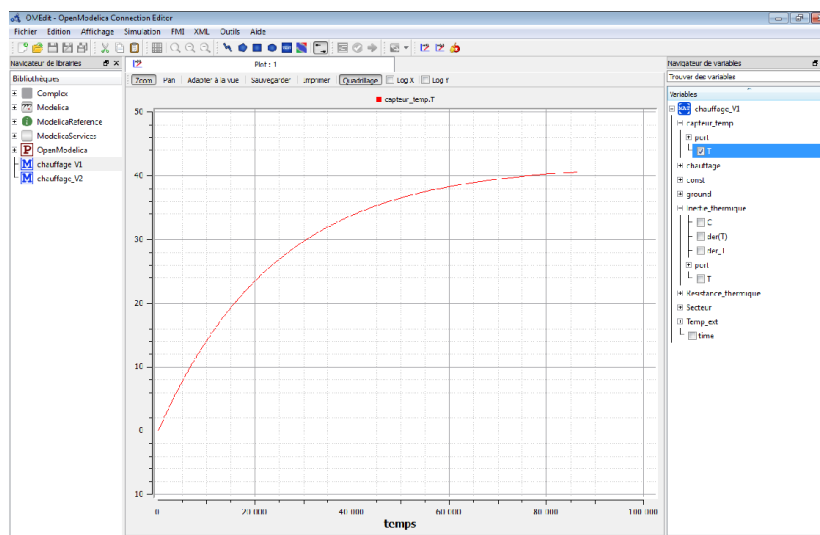
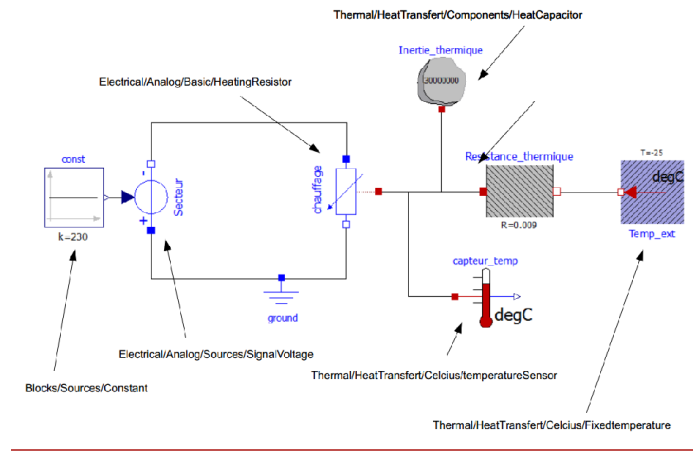
Le modèle serait est alors plus juste.



L'objet nommé Flux thermique représente l'ensemble des éléments chauffants, sa valeur s'exprime en watt. Ce flux thermique chauffe l'air de la maison.

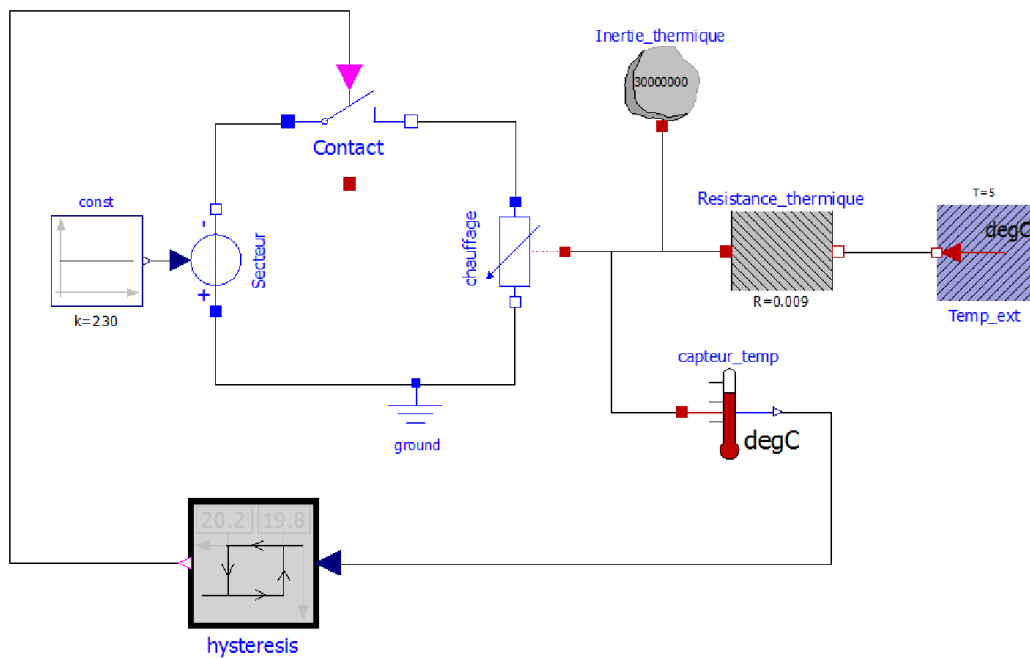
TEMPERATURE EXTERIEURE CONSTANTE

Dans un premier temps, nous considérons que la température extérieure est constante, elle est égale à 0°C

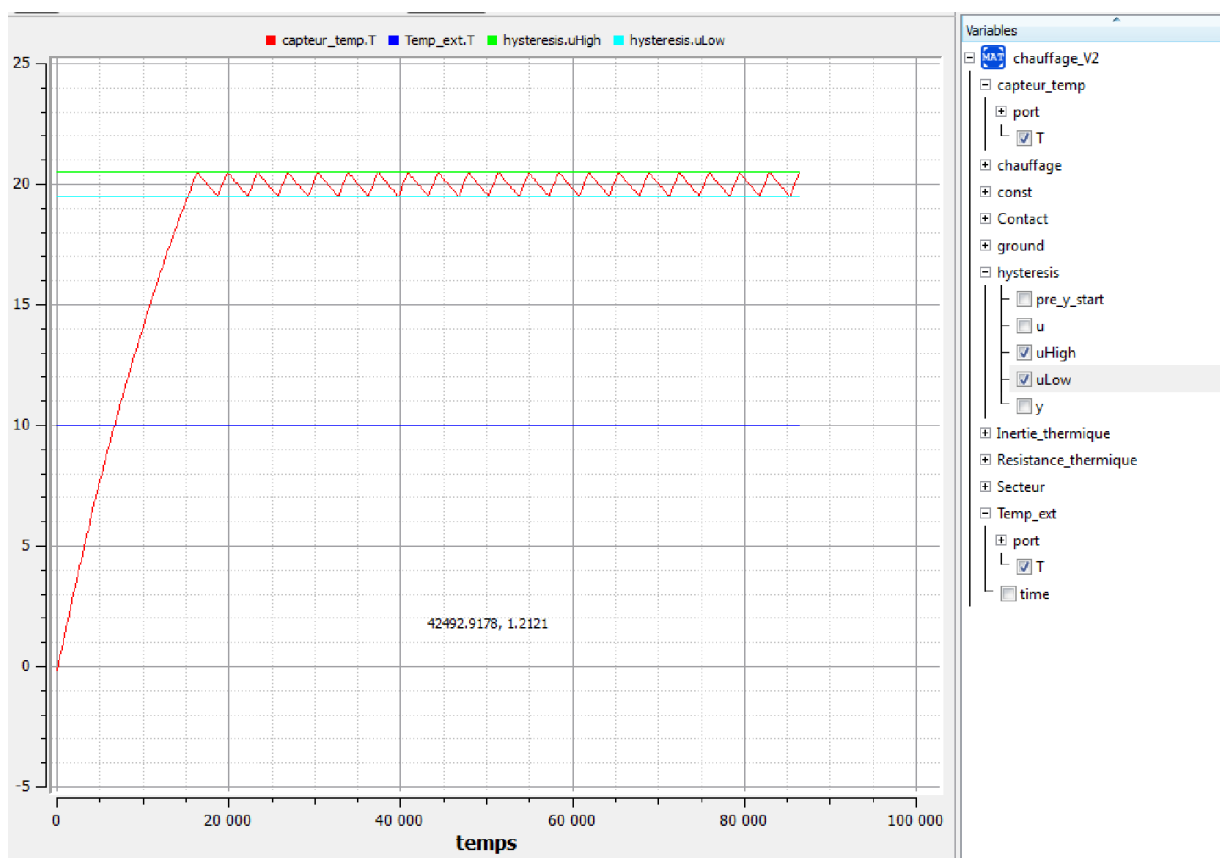


MISE EN PLACE D'UNE REGULATION (THERMOSTAT)

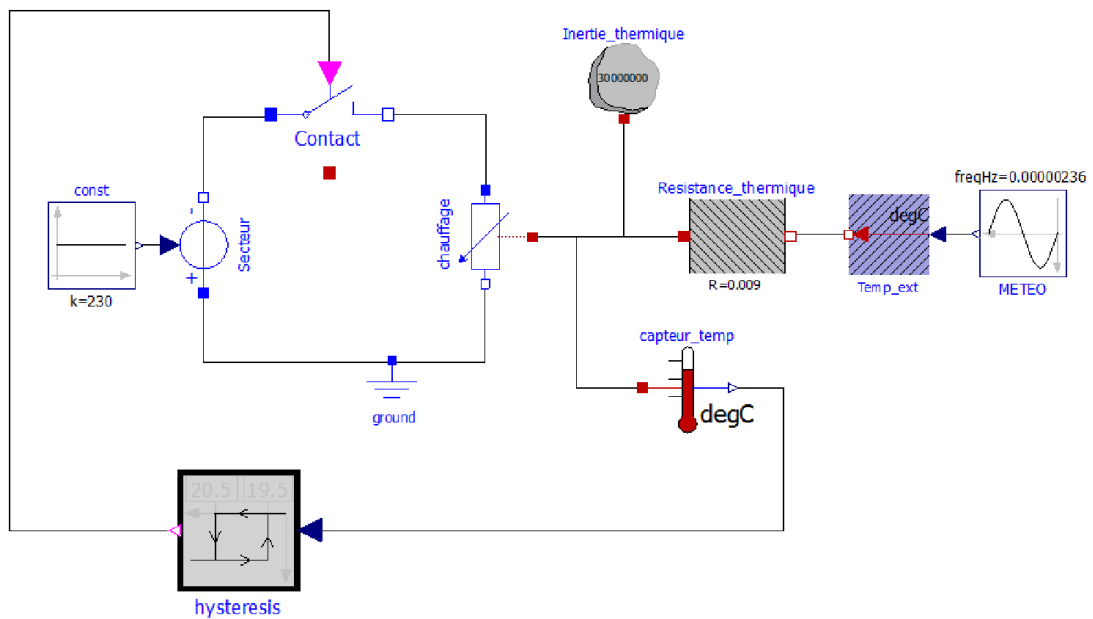
Pour stabiliser la température autour de 20°C, une régulation est mise en place avec une boucle de retour.



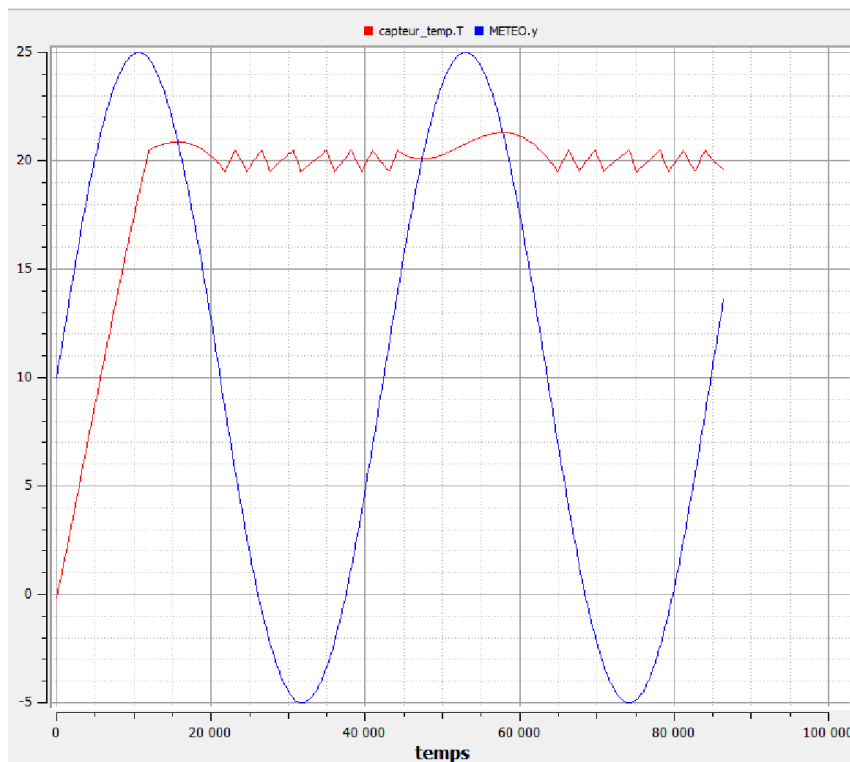
Le comparateur à hystérésis est réglé avec deux seuils, il coupe le chauffage à 21°C et le rétablit à 19°C



Dans la réalité, la température extérieure varie, nous allons faire varier celle-ci de -5° à $+25^{\circ}$ en deux semaines, pour cela nous remplaçons la constante par une sinusoïde.



On constate que le chauffage reste efficace si la température descend en dessous de -5°C . si elle monte au-dessus de 25°C , la température monte dans la maison car il n'y a pas de système de refroidissement.



Le dispositif de régulation mis en place ici constitue une forme simple d'asservissement avec une boucle de retour et une commande en tout ou rien.