

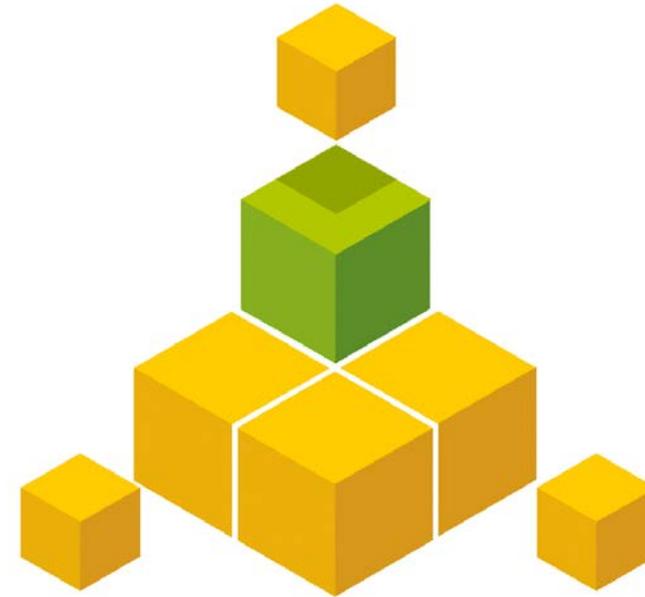
## 3. Logiciels en énergie

### 3.3 – TRNSYS

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

*Département de génie mécanique*

Mathieu Patin, M.ing.



# TRNSYS 18

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Fonctionnement
- Types couramment utilisés
- Types disponibles
- Conclusion

# Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs de la capsule***
- Fonctionnement
- Types couramment utilisés
- Types disponibles
- Conclusion

# Introduction et objectifs

- TRNSYS est un logiciel de simulation développé en 1975 par l'université du Wisconsin.
- Principalement utilisé dans le domaine des énergies renouvelables et du bâtiment.
- Il permet de simuler rapidement un très grand nombre de systèmes.

# Introduction et objectifs

- Objectifs de cette présentation
  - Présenter le fonctionnement de TRNSYS.
  - Énumérer les modules basiques et optionnels qu'il offre.

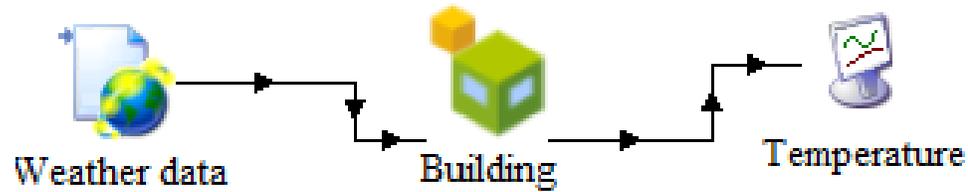
# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Fonctionnement***
- Types couramment utilisés
- Types disponibles
- Conclusion

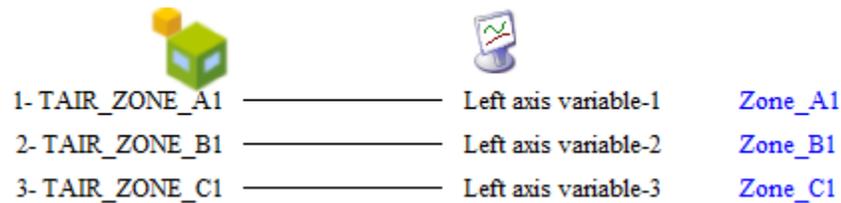
# Fonctionnement

- Une simulation sous TRNSYS se prépare en reliant différents modules appelés « types » entre eux.
- Chaque type simule un composant du système.
- Il recevra des données d'entrées issues des types connectés à ses inputs, et à son tour fournira des données aux types reliés sur ses valeurs d'outputs.

# Fonctionnement



Simulation simplifié d'un bâtiment



Outputs du bâtiment

|                                                |                 |   |
|------------------------------------------------|-----------------|---|
| Dry bulb temperature                           | 1- TAMB         | 0 |
| Dew point temperature                          | 2- RELHUMAMB    | 0 |
| Wet bulb temperature                           | 3- TSKY         | 0 |
| Effective sky temperature                      | 4- TSGRD        | 0 |
| Mains water temperature                        | 5- AZEN         | 0 |
| Humidity ratio                                 | 6- AAZM         | 0 |
| Percent relative humidity                      | 7- IT_N_180_90  | 0 |
| Wind velocity                                  | 8- IT_S_0_90    | 0 |
| Wind direction                                 | 9- IT_E_270_90  | 0 |
| Atmospheric pressure                           | 10- IT_W_90_90  | 0 |
| Total sky cover                                | 11- IT_H_0_0    | 0 |
| Opaque sky cover                               | 12- IB_N_180_90 | 0 |
| Extraterrestrial solar radiation               | 13- IB_S_0_90   | 0 |
| Global horizontal radiation (not interpolated) | 14- IB_E_270_90 | 0 |
| Direct normal radiation (not interpolated)     | 15- IB_W_90_90  | 0 |
| Solar zenith angle                             | 16- IB_H_0_0    | 0 |
| Solar azimuth angle                            | 17- AI_N_180_90 | 0 |
| Total horizontal radiation                     | 18- AI_S_0_90   | 0 |
| Horizontal beam radiation                      | 19- AI_E_270_90 | 0 |
| Sky diffuse radiation on the horizontal        | 20- AI_W_90_90  | 0 |

Inputs du bâtiment

# Fonctionnement

- Le fonctionnement de chaque type peut être réglé par une série de paramètres.
- Les paramètres globaux de la simulation seront eux définis par la carte de contrôle.

|   |  | Name                           | Value | Unit | More    | Macro                               |
|---|--|--------------------------------|-------|------|---------|-------------------------------------|
| 1 |  | Nb. of left-axis variables     | 3     | -    | More... | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 |  | Nb. of right-axis variables    | 3     | -    | More... | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 |  | Left axis minimum              | -30   | -    | More... | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4 |  | Left axis maximum              | 80    | -    | More... | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 |  | Right axis minimum             | 0.0   | -    | More... | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6 |  | Right axis maximum             | 5000  | -    | More... | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7 |  | Number of plots per simulation | 1     | -    | More... | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8 |  | X-axis gridpoints              | 12    | -    | More... | <input checked="" type="checkbox"/> |

Paramètres du type affichant les courbes de température

|   |  | Name                          | Value                                                                            | Unit | More    |
|---|--|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|---------|
| 1 |  | Simulation start time         | 0                                                                                | hr   | More... |
| 2 |  | Simulation stop time          | 168                                                                              | hr   | More... |
| 3 |  | Simulation time step          | 1                                                                                | hr   | More... |
| 4 |  | Solution method               | <input checked="" type="radio"/> Successive<br><input type="radio"/> Powell's me | -    | More... |
| 5 |  | The minimum relaxation factor | 1                                                                                | -    | More... |
| 6 |  | The maximum relaxation factor | 1                                                                                | -    | More... |
| 7 |  | Equation solver               | 0                                                                                | -    | More... |
| 8 |  | Equation type                 | <input type="radio"/> Traj                                                       | -    | More... |

Paramètres de la simulation

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Fonctionnement
- ***Types couramment utilisés***
- Types disponibles
- Conclusion

# Types couramment utilisés

- Les types **météo** (type 15, 99, 109) permettent d'extraire des données de fichiers météo sous différents codages (EPW, TMY2, CWEC...).
- Puis de les introduire dans la simulation.



|                                                |                                     |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Dry bulb temperature                           | Total diffuse radiation for surface |
| Dew point temperature                          | Angle of incidence for surface      |
| Wet bulb temperature                           | Slope of surface                    |
| Effective sky temperature                      | Azimuth of surface                  |
| Mains water temperature                        | Latitude                            |
| Humidity ratio                                 | Longitude                           |
| Percent relative humidity                      | Shift in solar time hour angle      |
| Wind velocity                                  | Site elevation                      |
| Wind direction                                 | Heating season indicator            |
| Atmospheric pressure                           | Cooling season indicator            |
| Total sky cover                                | Monthly average temperature         |
| Opaque sky cover                               | Monthly minimum temperature         |
| Extraterrestrial solar radiation               | Monthly maximum temperature         |
| Global horizontal radiation (not interpolated) | Annual average temperature          |
| Direct normal radiation (not interpolated)     | Annual minimum temperature          |
| Solar zenith angle                             | Annual maximum temperature          |
| Solar azimuth angle                            | Global horizontal illuminance       |
| Total horizontal radiation                     | Direct normal illuminance           |
| Horizontal beam radiation                      | Diffuse illuminance on horizontal   |
| Sky diffuse radiation on the horizontal        | Zenith luminance                    |
| Ground diffuse radiation on the horizontal     | Horizontal visibility               |
| Total diffuse radiation on the horizontal      | Ceiling height                      |
| Angle of incidence for horizontal              | Precipitable water                  |
| Total tilted surface radiation for surface     | Aerosol optical depth               |
| Beam radiation for surface                     | Snow depth                          |
| Sky diffuse radiation for surface              | Days since last snowfall            |
| Ground reflected diffuse radiation for surface | Month                               |
| Total diffuse radiation for surface            | Hour of the month                   |
|                                                | Hour of the day                     |
|                                                | Day of the year                     |
|                                                | Day of the month                    |
|                                                | Ground reflectance                  |

Outputs extraits des fichiers météo

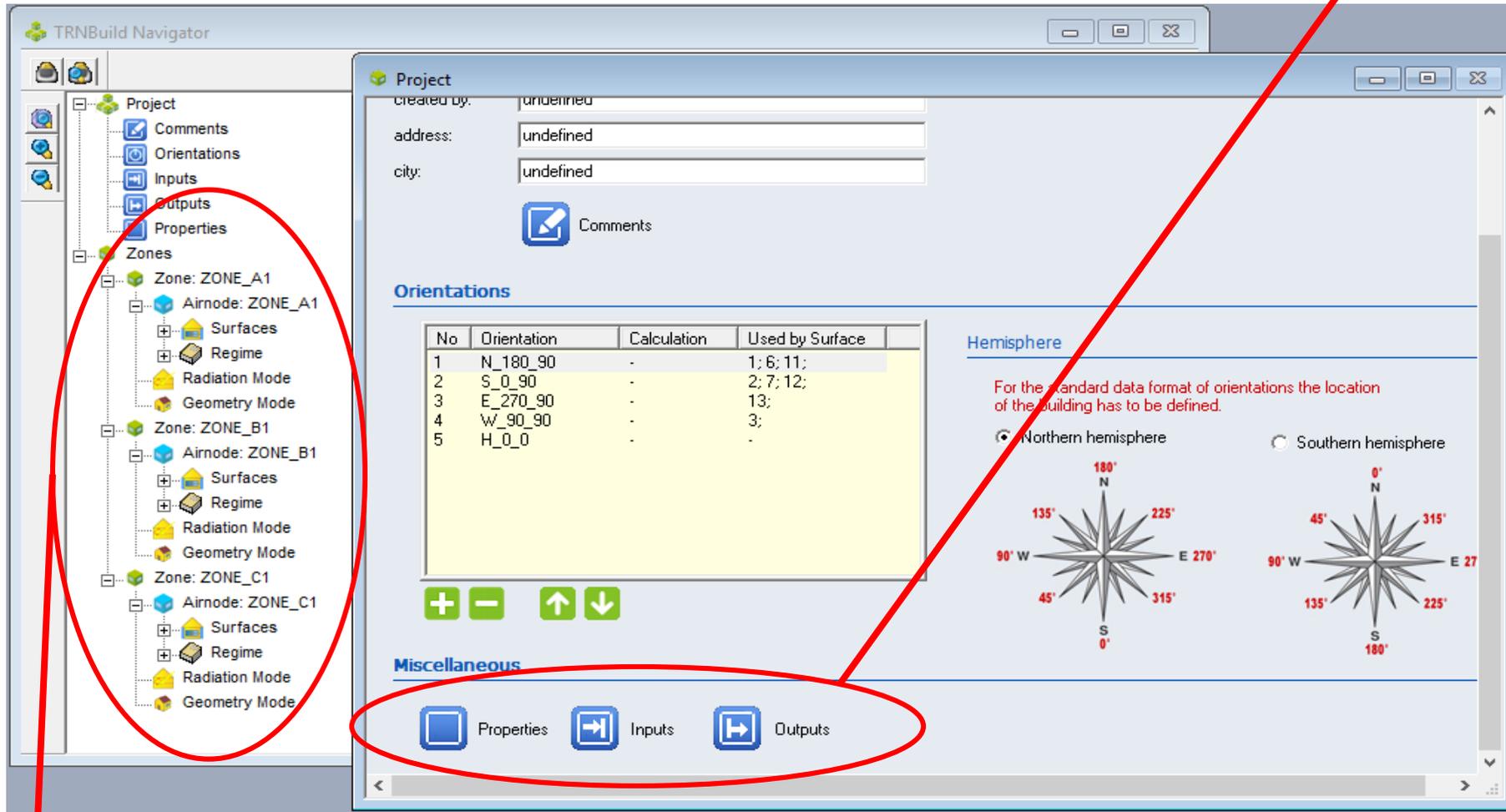
# Types couramment utilisés

- Le type 56 **Multi-zone building** permet de simuler l'ensemble d'un bâtiment.
- De nombreux paramètres sont modifiables ce qui permet de s'approcher au mieux du bâtiment à simuler.
- Le réglage de ce type se fait dans un logiciel à part : TRNBuild.



# Types couramment utilisés

Gestion des entrées et sorties du modèle



Gestion des zones du bâtiment

Fenêtre de paramétrage du bâtiment

# Types couramment utilisés

The screenshot shows a software interface for configuring zone parameters. It is divided into several sections:

- Airmodes:** A dropdown menu set to 'ZONE\_A1' and a 'number' field set to '1'.
- Airmode Regime Data:** A grid of icons for selecting regimes: Infiltration, Heating, Gains, Initial Values, Ventilation, Cooling, Comfort, and Humidity.
- Therm. Zone:** Icons for Radiation Modes and Geometry Modes.
- Walls:** A table of 'Additional Windows' and a configuration panel below it.
- Windows:** A table of windows and a configuration panel below it.

| Surf | Type     | Area   | Category |          |
|------|----------|--------|----------|----------|
| 1    | OUTWALL  | 20.00  | EXTERNAL | N_180_90 |
| 2    | OUTWALL  | 20.00  | EXTERNAL | S_0_90   |
| 3    | OUTWALL  | 100.00 | EXTERNAL | W_90_90  |
| 4    | GROUND   | 20.00  | BOUNDARY |          |
| 5    | INTFLOOR | 100.00 | ADJACENT | ZONE_B1  |

| Surf | Type      | Area | Category | u-Value | g-Value |
|------|-----------|------|----------|---------|---------|
| 16   | DOUBLE    | 2.00 | EXTERNAL | 1.4     | 0.589   |
| 17   | undefined | 2.00 | EXTERNAL | 0       | 0       |

**Walls configuration:** wall type: OUTWALL, area: 20 m<sup>2</sup>, category: EXTERNAL, geosurf: 0.1, wall gain: 0, orientation: N\_180\_90, view fac. to sky: 0.5.

**Windows configuration:** window type: DOUBLE, area: 2 m<sup>2</sup>, category: EXTERNAL, geosurf: 0, gain: 0, orientation: N\_180\_90, view fac. to sky: 0.5.

Fenêtre de paramétrage d'une zone

Création des parois et sélection de leurs caractéristiques

Création des fenêtres et sélection de leurs caractéristiques

# Types couramment utilisés

Sélection des régimes qui vont contrôler les entrées/sorties d'air et de chaleur dans la zone

The screenshot displays a software interface for configuring a zone's thermal and air regimes. A red oval highlights the 'Airmode Regime Data' section, which contains the following icons and labels:

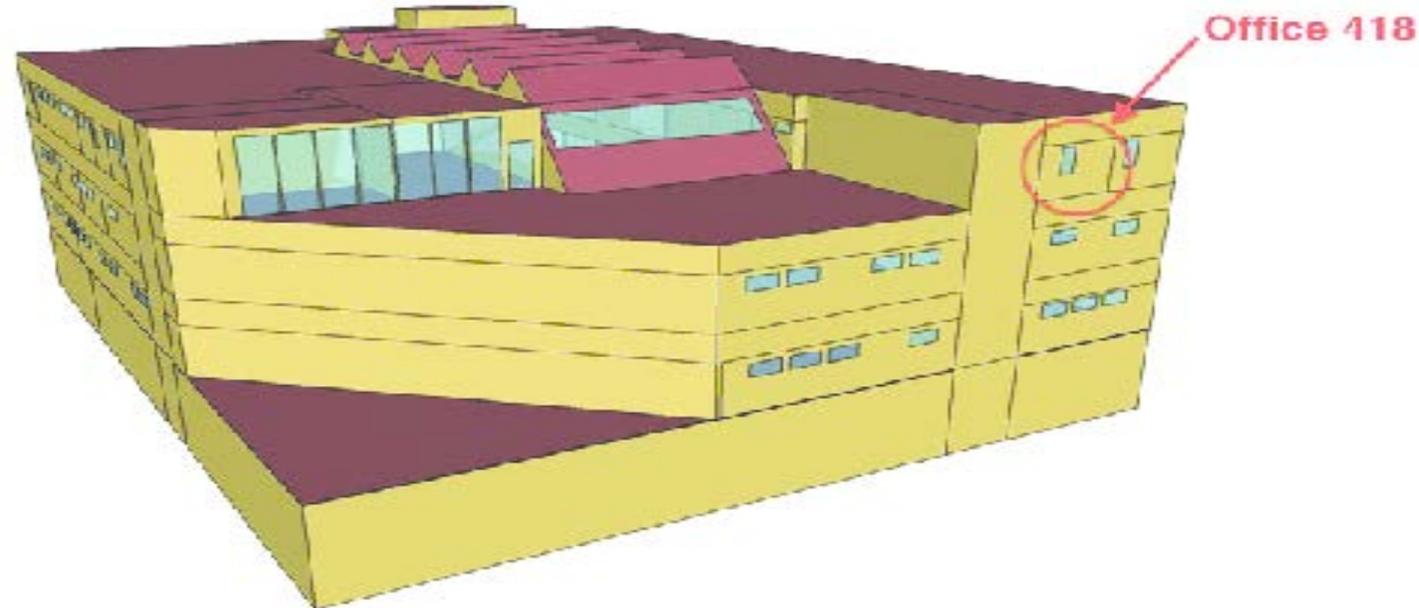
- Infiltration (window icon)
- Heating (flame icon)
- Gains (candle icon)
- Initial Values (burst icon)
- Ventilation (fan icon)
- Cooling (snowman icon)
- Comfort (green leaf icon)
- Humidity (water droplets icon)

The interface also includes the following sections and fields:

- Airmodes:** ZONE\_A1 (selected), ZONE\_A1 (displayed), +, -, ↺, number: 1
- Walls:** (house icon)
- Airmode Regime Data:** volume: 200 m<sup>3</sup>, capacitance: 480 kJ/K
- Therm. Zone:** Radiation Modes, Geometry Modes
- Input Fields:** area, category: EXT, geosurf: 0.1, wall gain: 0 kJ/h, gain: 0 kJ/h, orientation: N\_180\_90, view fac. to sky: 0.5

# Types couramment utilisés

- Pour faciliter la modélisation, il est également possible d'utiliser un plugin SketchUp, un logiciel de modélisation 3D.



Source : Jones, Christian & Mammoli, Andrea & Schuster, Larry & Barsun, Hans & Burnett, Richard. (2013). Implementation of IT Infrastructure for Model based Real-time HVAC Diagnostics.

# Types couramment utilisés

- Pour extraire des données de la simulation, plusieurs types sont disponibles :
  - Online Plotter (type 65) qui affiche l'évolution des variables pendant la simulation pour vérifier le bon fonctionnement.
  - Printer (type 25) qui sauvegarde l'évolution des variables dans un fichier externe.
  - Printegrator (type 46) qui intègre et sauvegarde des variables sur un intervalle de temps donné.



Type65

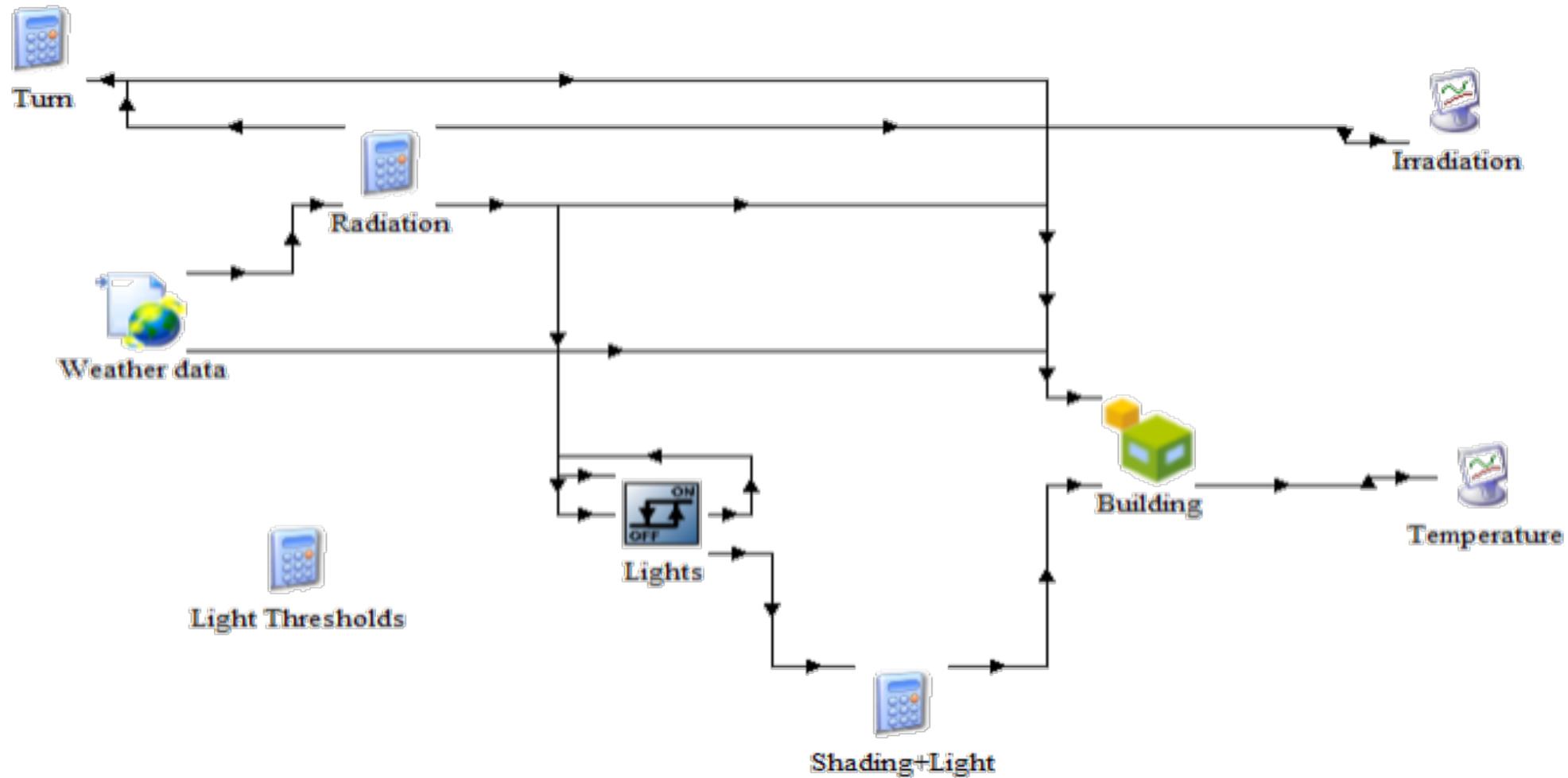


Type25



Type46

# Types couramment utilisés



Simulation d'un bâtiment créé automatiquement par TRNSYS

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Fonctionnement
- Types couramment utilisés
- ***Types disponibles***
- Conclusion

# Types disponibles

- Le package standard de TRNSYS inclut une centaine de types différents. Ils sont rassemblés dans les catégories suivantes :
  - Électrique (panneau PV, éolienne, batteries...)
  - Contrôleur (microprocesseur, PID, thermostat...)
  - Chauffage, Ventilation, Climatisation
  - Système à hydrogène (pile à combustible, compresseur, électrolyse...)
  - Hydronique (pompe, tuyau, ventilateur...)
  - Charge et structure (bâtiment multizone, infiltration, zone simple...)

# Types disponibles

- Outputs (Online printer, scope, printegrator...)
- Phénomène physique (propriétés thermo, température ciel/sol...)
- Solaire thermique (Collecteurs solaires, calcul de performances...)
- Couplage avec le sol (simulation de sous-sol...)
- Stockage thermique (stockage par lit de roche, par stratification...)
- Utilitaire (lecture de donnée, interpolation, appel de logiciels externe exemple : Matlab, Excel, Python...)
- Météo (TMY2/3, CWEC, EPW...)

# Types disponibles

- Au package standard s'ajoutent les types de la librairie TESS.
- Ils viennent compléter les catégories précédentes avec des types plus complets ou plus spécifiques.
- Environ 500 composants peuvent ainsi être achetés.

# Types disponibles

- D'autres types existent et sont vendus individuellement auprès de différentes compagnies.
- TRNSYS offre les outils pour créer ces propres types en Fortran ou en C++.
- Il est également possible de simuler un composant en utilisant les types 155 et 163 qui font appel respectivement à des scripts Matlab et Python et les intègrent dans la simulation.

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Fonctionnement
- Types couramment utilisés
- Types disponibles
- ***Conclusion***

# Conclusion

- TRNSYS permet de facilement simuler un grand nombre de composants ainsi que leurs interactions;
- Les types disponibles dans TRNSYS sont robustes et faciles à prendre en main;
- Cependant créer ou modifier un type peut être compliqué et il est parfois nécessaire d'acheter des types spécialisés pour mener à bien une simulation.



**Merci de votre attention !**

Lorsque cette capsule de formation est présentée en asynchrone (PDF récupérable sur le site du cours), si vous avez des questions à formuler, veuillez les poser par écrit et spécifier le nom et le numéro de la présentation. Nous vous répondrons le plus rapidement possible.

# Période de questions

