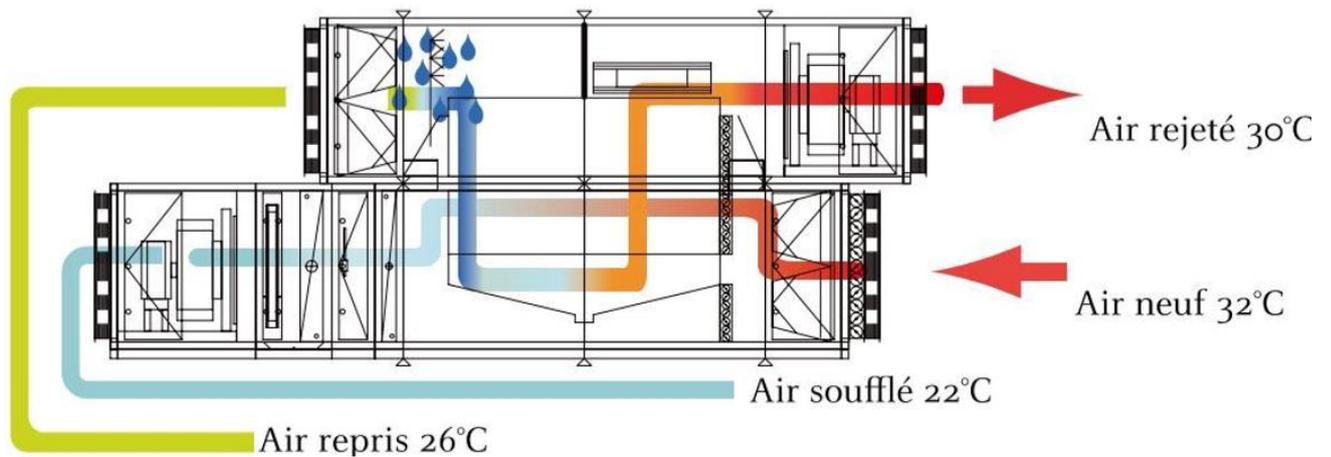


# CTA adiabatique -Script de modélisation

## Lyon



Source image: Fläktgroup

## Manuel d'utilisation

---



# SOMMAIRE

Sommaire .....	2
Fonctionnement de la ventilation adiabatique .....	3
1.1 Fonctionnement d'une CTA adiabatique .....	3
1.1.1 Généralités physiques .....	3
1.1.2 La modélisation de la CTA adiabatique sous Design Builder .....	4
Utiliser le module .....	5
1.1 Importer directement le module .ddf .....	5
1.2 Création du module dans un projet en cours .....	5
Adaptation de la modélisation sous Design Builder .....	5
1.1 Onglet « Activity » - Choix des zones .....	5
1.2 Onglet « HVAC » .....	5
Régler le module.....	6
1.1 Accéder au module .....	6
1.2 Les réglages et leur signification .....	6
1.2.1 Variables de régulation.....	6
1.2.2 Planning de fonctionnement.....	6
1.2.3 Caractéristiques de la CTA .....	7
1.2.4 Caractéristiques du réseau de ventilation .....	7
Analyse des résultats d'une simulation .....	9
1.1 Les variables de sortie .....	9
Annexe _Validation du modèle proposé.....	10

# FONCTIONNEMENT DE LA VENTILATION ADIABATIQUE

## 1.1 FONCTIONNEMENT D'UNE CTA ADIABATIQUE

### 1.1.1 GENERALITES PHYSIQUES

Le principe physique utilisé par les modules adiabatiques est le suivant : si un air chaud et sec traverse un filet d'eau, il en provoque l'évaporation. Cette évaporation va donc augmenter l'humidité (spécifique et relative) de cet air et donc sa température sèche diminue pour se rapprocher de sa température humide. Aucune énergie n'a été apportée au flux d'air, la transformation se fait à enthalpie constante, par conséquent cette transformation est adiabatique.

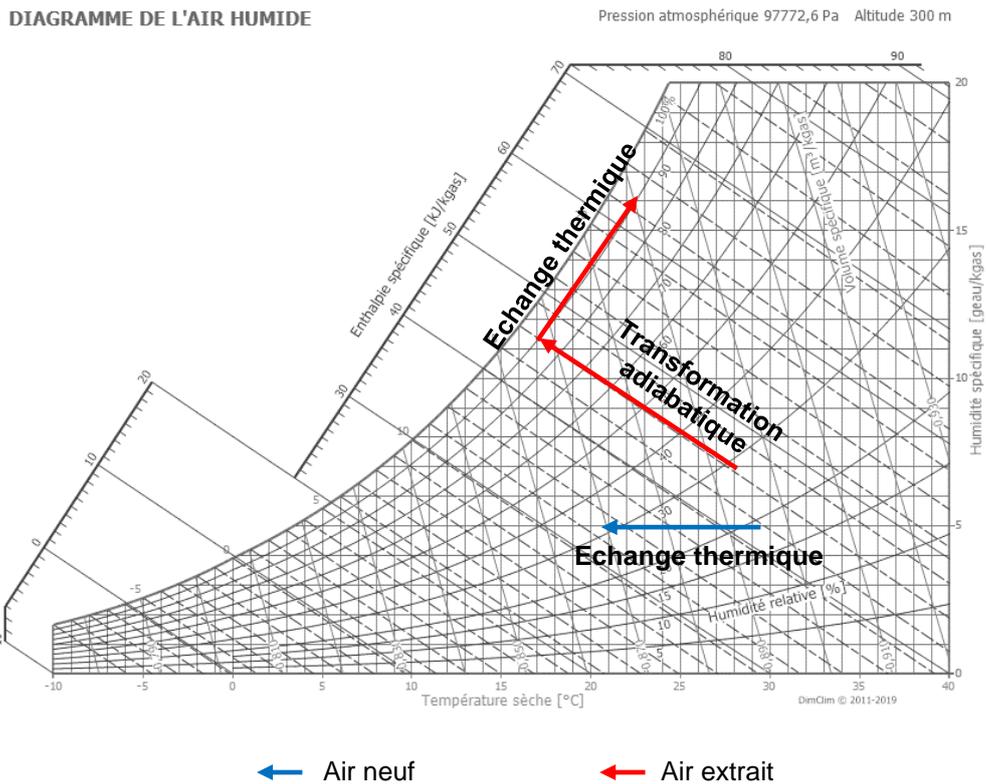


Figure 1 : Schéma de principe d'une CTA adiabatique

Le module Design Builder utilise la configuration dans laquelle le module adiabatique humidifie et donc refroidit l'air extrait du bâtiment avant que celui-ci ne traverse un échangeur double-flux et ne refroidisse l'air neuf entrant dans le bâtiment (figure 1).

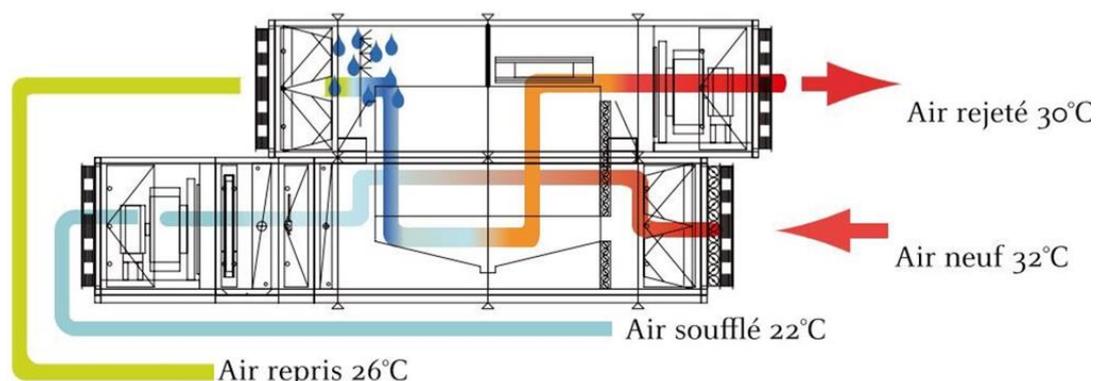


Figure 2: Principe de fonctionnement d'une CTA adiabatique

L'efficacité de l'humidification de l'air extrait et de l'échange thermique entre air neuf et air extrait est décrit via l'efficacité sensible décrite par l'équation suivante (eq. 1) :

$$\eta_{sensible} = \frac{T_{s\grave{e}che,air\ neuf\ entrant\ CTA} - T_{s\grave{e}che,air\ neuf\ sortant\ CTA}}{T_{s\grave{e}che,air\ neuf\ entrant\ CTA} - T_{saturation,air\ extrait\ entrant\ CTA}} \quad (eq. 1)$$

L'efficacité sensible est considérée constante sur la durée de la simulation.

### 1.1.2 LA MODELISATION DE LA CTA ADIABATIQUE SOUS DESIGN BUILDER

Sous Design Builder le module de ventilation adiabatique simule le fonctionnement d'une CTA adiabatique (figure 2). Il récupère différentes entrées :

- Conditions extérieures
- Conditions des zones thermiques liées à cette CTA
- Les caractéristiques de la CTA et du réseau de ventilation fournies par l'utilisateur
- La régulation voulue par l'utilisateur

Avec ces différentes variables le module simule le fonctionnement d'une CTA adiabatique dont :

- L'apport de chaleur des ventilateurs
- Le calcul de l'humidification et le transfert de chaleur de la CTA
- L'ajout d'une batterie froide sur air neuf
- Les pertes thermiques dans les conduites d'air neuf et d'air vicié
- La condensation dans les conduites de soufflage
- Un système de régulation

Le système de régulation permet de simuler le by-pass l'échangeur de chaleur si l'air repris est trop chaud et ne permettrait pas de refroidir l'air neuf entrant (même après humidification) ou de by-passer la batterie froide si celle-ci ne doit pas être utilisée.

Le module fonctionne uniquement sur l'entrée et la sortie de la ventilation mécanique.

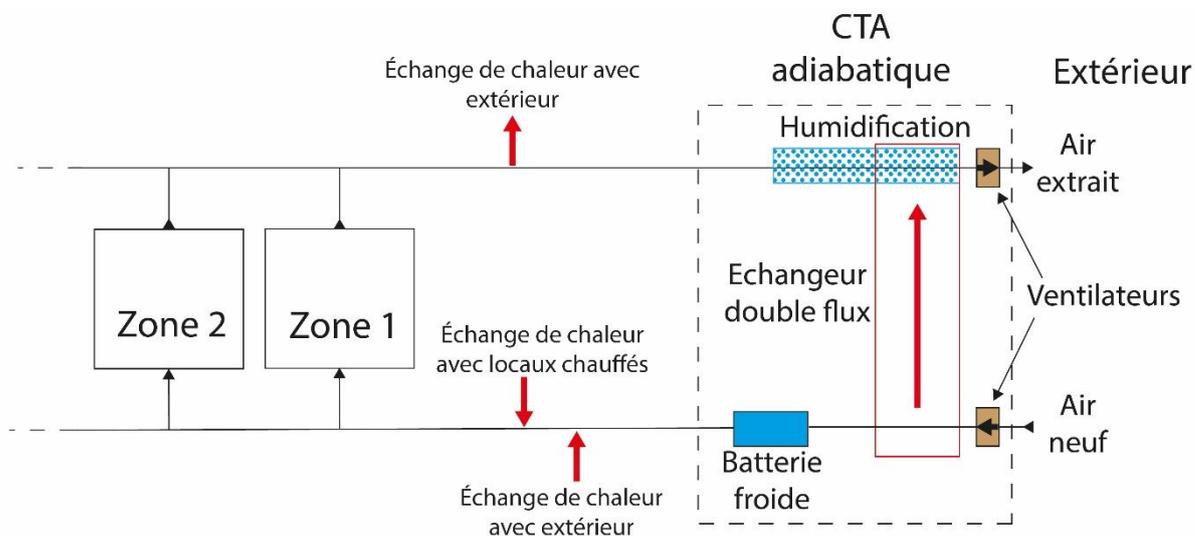


Figure 3 : Schéma de fonctionnement du module de ventilation adiabatique sous Design Builder

Le module offre plusieurs possibilités :

- Choix des zones thermiques traitées par la CTA adiabatique
- Mise en place de la ventilation mécanique sans CTA adiabatique dans les autres zones
- Mise en place de la climatisation dans toutes ou certaines zones
- Choisir la période de fonctionnement du système (attention : hors de cette période tout le système est by-passé, échangeur de chaleur compris, si une récupération de chaleur en hiver est requise, celle-ci doit être indiquée dans la modélisation des scénarios, en dehors du script)

---

# UTILISER LE MODULE

## 1.1 IMPORTER DIRECTEMENT LE MODULE .DDF

Dans la page d'accueil de Design Builder, sans aucun fichier ouvert :

- Onglet « Component libraries »
- Développer : « Script »
- Développer : « EMS »
- Cliquer à droite sur « import databases »
- Choisir le fichier .ddf présent dans le dossier .zip
- Supprimer tous les autres scripts qui ne sont pas par défaut dans Design Builder car ceux-ci peuvent provoquer des erreurs de compatibilité

## 1.2 CREATION DU MODULE DANS UN PROJET EN COURS

Après avoir ouvert le fichier de travail :

- Dans les icônes en haut, ouvrir « Scripts »
- Activer les scripts en cochant « Enable scripts »
- Supprimer tous les scripts qui ne sont pas par défaut dans Design Builder car ceux-ci peuvent provoquer des erreurs de compatibilité
- Créer un nouveau script
- Cocher la case « Enable program »
- Copier-coller le texte situé dans le fichier .txt dans le .zip
- Valider

---

# ADAPTATION DE LA MODELISATION SOUS DESIGN BUILDER

Pour utiliser le script et simuler la CTA adiabatique, il est nécessaire de faire quelques modifications sur la modélisation des scénarios sous Design Builder.

## 1.1 ONGLET « ACTIVITY » - CHOIX DES ZONES

La catégorie « Process » permet d'activer la CTA adiabatique dans les zones désirées. Les zones reliées à la CTA adiabatique seront toutes les zones où le process serait activé (« On »). La puissance inscrite ensuite et le planning associé n'influeront pas sur la connexion entre la CTA adiabatique et la zone. La puissance de « process » ne sera pas prise en compte dans la simulation (remise à zéro par le script).

## 1.2 ONGLET « HVAC »

Dans l'onglet « HVAC », il faut activer la ventilation mécanique dans toutes les zones (cocher on). S'il est nécessaire de simuler des zones sans ventilation mécanique, il est possible de mettre le schedule sur « OFF 24/7 » ou régler le débit par zone et indiquer 0 vol/h. Les débits de la ventilation mécanique seront pris en compte pour la ventilation adiabatique.

La présence de ventilation mécanique n'indique pas forcément la présence de la ventilation adiabatique sur cette zone. La ventilation adiabatique n'est présente que sur les zones avec le « process » actif.

---

# REGLER LE MODULE

## 1.1 ACCEDER AU MODULE

Pour accéder au module, après avoir ouvert le modèle, il faut aller dans « Script » situé dans les icônes en haut. Ensuite, il faut activer les scripts en cochant la case « enable scripts » puis éditer notre script. La section [1.2](#) indique comment importer le script dans un projet en cours.

## 1.2 LES REGLAGES ET LEUR SIGNIFICATION

Les variables modifiables se situent entre la ligne 25 et 62 délimitées par des commentaires. Des valeurs par défauts sont déjà présentes dans le script mais il appartient à chacun de calibrer ces valeurs en fonction du projet.

### 1.2.1 VARIABLES DE REGULATION

#### **T\_demarrage\_ventil\_adia :**

Unité : [°C]

Température de consigne d'air repris à l'entrée de la CTA qui enclenche l'activation du rafraichissement de l'air neuf (humidification de l'air repris et échange thermique avec l'air neuf).

*Exemple : Si la température de l'air repris au niveau de la CTA est supérieure à cette température de consigne, l'humidification de l'air repris et l'échange de chaleur avec l'air neuf va être effectué (uniquement si cela permet de rafraichir l'air neuf)*

#### **T\_demarrage\_Batterie\_froide :**

Unité : [°C]

Température de consigne d'air repris à l'entrée de la CTA qui enclenche l'activation de la batterie froide présente sur l'air neuf. Indiquer une valeur élevée (100 °C par exemple) permet de désactiver la batterie froide.

*Exemple : Si la température de l'air repris au niveau de la CTA est supérieure à cette température de consigne, la batterie froide va être activée et rafraichir l'air neuf jusqu'à sa consigne de soufflage décrite ci-dessous.*

#### **T\_soufflage\_Batterie\_froide :**

Unité : [°C]

Lorsque la batterie froide est active, celle-ci va rafraichir l'air neuf jusqu'à cette température de consigne.

*Exemple : Si cette température de consigne est de 16°C, la puissance de la batterie froide sera ajustée pour que l'air neuf sortant de celle-ci soit à 16 °C en prenant en compte la surconsommation due à la condensation si nécessaire.*

### 1.2.2 PLANNING DE FONCTIONNEMENT

#### **Jour\_debut :**

Unité : aucune

Jour du mois de début (décrit ci-dessous) à partir duquel la CTA adiabatique va fonctionner.

#### **Mois\_debut :**

Unité : aucune

Mois de l'année à partir duquel la CTA adiabatique va fonctionner.

#### **Jour\_fin :**

Unité : aucune

Jour du mois de fin (décrit ci-dessous) à partir duquel la CTA adiabatique ne va plus fonctionner.

#### **Mois\_fin :**

Unité : aucune

Mois de l'année à partir duquel la CTA adiabatique ne va plus fonctionner.

Exemple : Pour que la CTA fonctionne du 15 Avril au 30 Septembre (inclus), les variables devront être rentrées ainsi :

- **Jour\_debut** = 15
- **Mois\_debut** = 4
- **Jour\_fin** = 30
- **Mois\_fin** = 9

### 1.2.3 CARACTERISTIQUES DE LA CTA

#### **Rendement\_CTA :**

Unité : aucune

Rendement de la CTA adiabatique (indiqué comme « rendement sensible » dans les fiches techniques de Fläktgroup, par exemple, voir eq. 1 section [1.1.1](#)). Attention, celui est différent du rendement de l'échangeur double-flux de la CTA adiabatique car il prend aussi en compte l'humidification de l'air repris.

Ce rendement est constant sur la durée de la simulation.

#### **Rendement\_ventilateur :**

Unité : aucune

Rendement moyen des ventilateurs de la CTA.

### 1.2.4 CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE VENTILATION

#### **A\_conduit\_exterieur\_entrant :**

Unité : [m<sup>2</sup>]

Surface extérieure totale du conduit de ventilation d'air neuf situé à l'extérieur. Pour négliger les pertes thermiques de l'air neuf avec l'extérieur, indiquer une surface de 0 m<sup>2</sup>.

#### **R\_conduit\_exterieur\_entrant :**

Unité : [m<sup>2</sup>.k/W]

Résistance thermique du conduit de ventilation d'air neuf situé à l'extérieur.

#### **A\_conduit\_chauffe\_entrant :**

Unité : [m<sup>2</sup>]

Surface extérieure totale du conduit de ventilation d'air neuf situé dans les locaux chauffés. Pour négliger les pertes thermiques de l'air neuf avec les locaux chauffés, indiquer une surface de 0 m<sup>2</sup>.

#### **R\_conduit\_chauffe\_entrant :**

Unité : [m<sup>2</sup>.k/W]

Résistance thermique du conduit de ventilation d'air neuf situé dans les locaux chauffés.

#### **A\_conduit\_exterieur\_repris :**

Unité : [m<sup>2</sup>]

Surface extérieure totale du conduit de ventilation d'air repris situé à l'extérieur. Pour négliger les pertes thermiques de l'air repris avec l'extérieur, indiquer une surface de 0 m<sup>2</sup>.

#### **R\_conduit\_exterieur\_repris :**

Unité : [m<sup>2</sup>.k/W]

Résistance thermique du conduit de ventilation d'air repris situé à l'extérieur.

#### **dP\_repris :**

Unité : [Pa]

Pertes de charge dans les conduites d'air repris en prenant en compte la partie adiabatique de la CTA (elle ajoute environ 100 Pa).

#### **dP\_souffle :**

Unité : [Pa]

Pertes de charges dans les conduites d'air neuf.

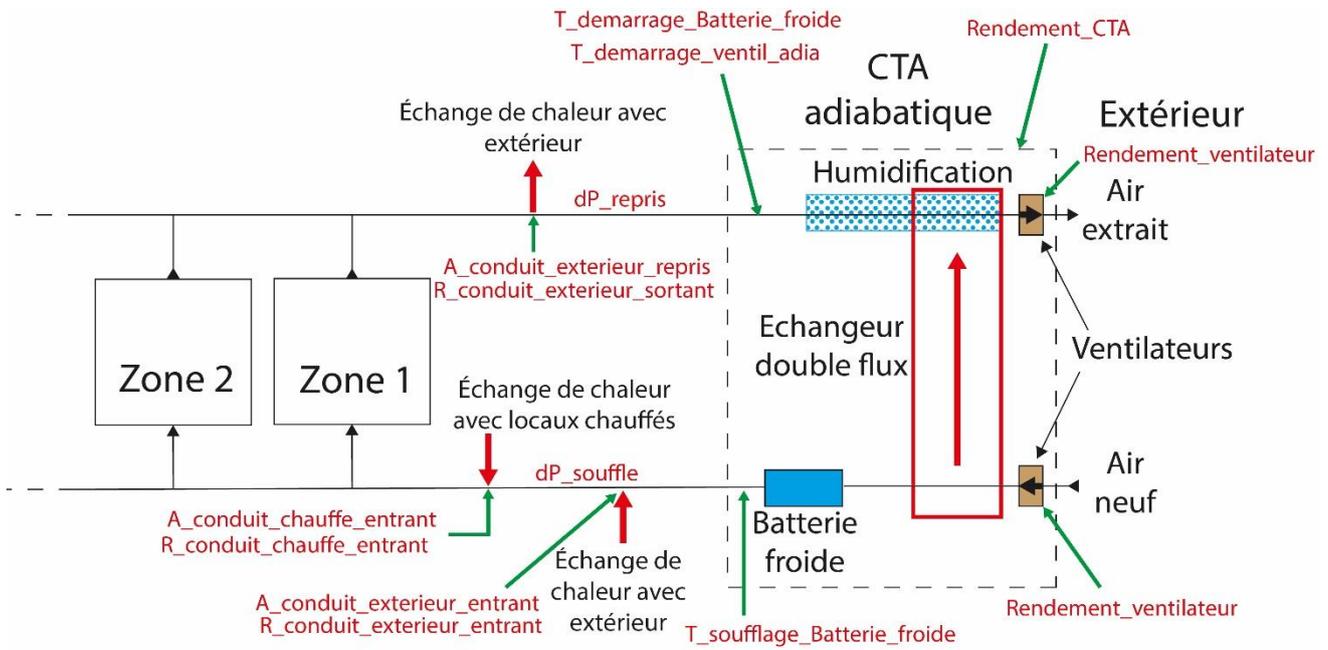


Figure 4 : Schéma d'une partie des variables d'entrée de l'utilisateur

# ANALYSE DES RESULTATS D'UNE SIMULATION

## 1.1 LES VARIABLES DE SORTIE

Une simulation avec l'utilisation du script produit différentes variables. Celles-ci sont visibles en analysant le fichier de résultats EnergyPlus (.eso) et sont classées dans la catégorie EMS. Le pas de temps utilisé est celui de la simulation.

Dénomination	Unité	Description
<b>Débit entrant sortant CTA</b>	[m <sup>3</sup> /s]	Débit d'air repris dans la CTA adiabatique (est égal à la somme des débits des zones avec la ventilation adiabatique active) = débit d'air neuf dans ces mêmes zones (débits d'air neuf et d'air repris égaux)
<b>Température sèche entrant CTA</b>	[°C]	Température de l'air repris entrant dans la CTA
<b>Zone +'nom de zone'+ active</b>	[-]	Indique si cette zone est reliée à la ventilation adiabatique (1) sinon 0
<b>Température finale de soufflage</b>	[°C]	Température de l'air soufflé dans les zones liées à la CTA adiabatique (identique pour toutes les zones)
<b>Puissance échangeur</b>	[kW]	Puissance transmise via l'échangeur double flux
<b>Puissance batterie froide</b>	[kW]	Puissance froide fournie par la batterie froide lorsque celle-ci fonctionne
<b>Débit de condensation</b>	[g/s]	Débit d'eau condensé

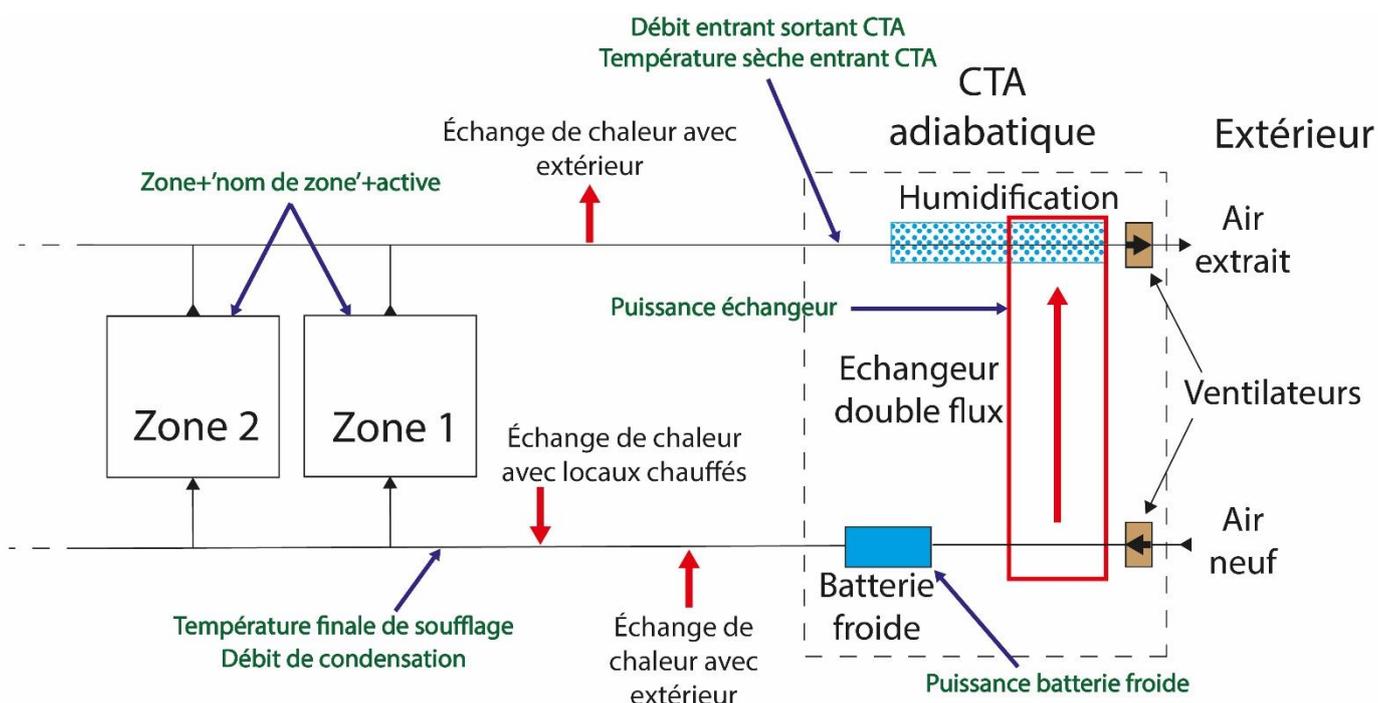


Figure 5 : Schéma d'une partie des variables de sortie

# ANNEXE \_ VALIDATION DU MODELE PROPOSE

Pour valider la précision du module adiabatique, une comparaison des résultats avec des données fournies par un constructeur a été effectuée.

Les points de fonctionnement ont été fournis par l'entreprise Flåktgroup avec les conditions suivantes :

- Modèle de CTA adiabatique ECOTWINCOOL
- Rendement sensible de 0,8
- Le rendement des ventilateurs et les pertes de charge de la CTA n'ont pas été fournies par le constructeur, elles seront donc négligées dans le calcul fait avec notre module
- Conditions d'entrée ci-dessous :

Conditions d'entrée										
Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Température sèche intérieure (°C)	32	30	25	32	31	30	32	28	35	30
Humidité relatives intérieure (%)	30	50	50	30	50	30	50	50	30	50
Température sèche extérieure (°C)	35	30	25	35	30	35	30	25	35	30
humidité relative extérieure (%)	40	40	40	60	60	40	40	40	60	60

Les données de sortie de la CTA adiabatique sont, selon le constructeur, les suivantes :

Conditions de sortie selon constructeur										
Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Température sèche soufflage (°C)	22.3	23.4	19.1	22.3	24.2	21.1	24.8	21.2	23.9	23.4
Puissance transférée via l'échangeur (kW)	31.9	16.5	14.7	31.9	14.7	69.8	26	19.1	55.6	33.1

En utilisant le rendement sensible fourni par le constructeur, les conditions d'entrée et en négligeant les apports de ventilateurs, le module adiabatique permet d'obtenir ces valeurs :

Conditions de sortie selon le module										
Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Température sèche soufflage (°C)	22.5	23.6	19.3	22.5	24.3	21.4	25.0	21.3	24.3	23.6
Puissance transférée via l'échangeur (kW)	31.3	15.9	14.1	31.3	14.4	68.3	25.2	18.5	53.8	31.9

L'écart entre les données constructeur et le module adiabatique est le suivant :

Ecart entre les données constructeur et le module										
Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ecart sur la température sèche soufflage (°C)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.4	0.2
Ecart sur la puissance transférée via l'échangeur	2%	4%	4%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	4%

L'écart entre les données constructeur et le module est donc inférieur à 5 %. Cette différence peut provenir des apports internes des ventilateurs qui ont été négligés par le module adiabatique.