

- Introduction
- Courbe de charge
 - Statistiques
 - Rangement
 - Comparaison
- Évolution libre
 - Définition
 - Énergie
- Problèmes
 - Estimation
 - Refroidissement
- Discussion
 - Méthode
 - Applications
 - Conclusions

Évaluation des performances énergétiques des bâtiments en utilisant la température en évolution libre

Cristian
Ghiaus

Introduction

Courbe de charge

Statistiques

Rangement

Comparaison

Évolution libre

Définition

Énergie

Problèmes

Estimation

Refroidissement

Discussion

Méthode

Applications

Conclusions

Performances énergétiques des bâtiments

- Énergie spécifique consommée [W/m^2] et comparaison avec d'autres bâtiments de la même catégorie et du même climat
- Conductance (ou résistance) globale

Problèmes

- Pour comparer les performances en climats différents, on a besoin de corrections climatiques
- Les apports gratuits ne sont pas relevés
- Le domaine de température de confort n'est pas pris en compte

Introduction

Cristian
Ghiaus

Introduction

Courbe de charge

Statistiques

Rangement

Comparaison

Évolution libre

Définition

Énergie

Problèmes

Estimation

Refroidissement

Discussion

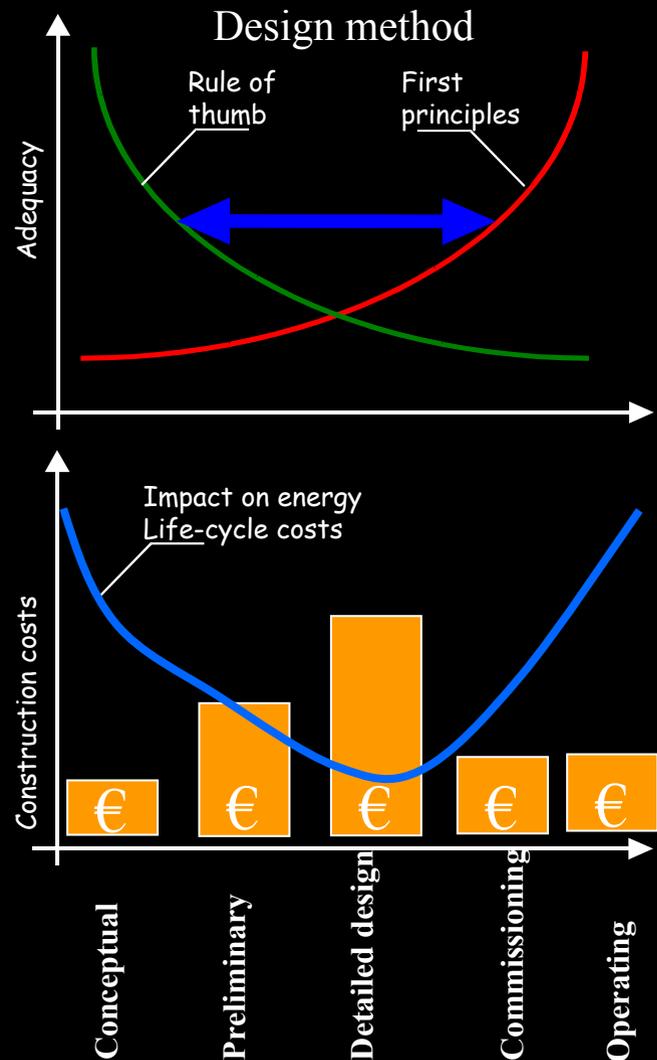
Méthode

Applications

Conclusions

Estimation des performances :

- statique
- dynamique



Introduction

Cristian
Ghiaus

Introduction

Courbe de charge

Statistiques

Rangement

Comparaison

Évolution libre

Définition

Énergie

Problèmes

Estimation

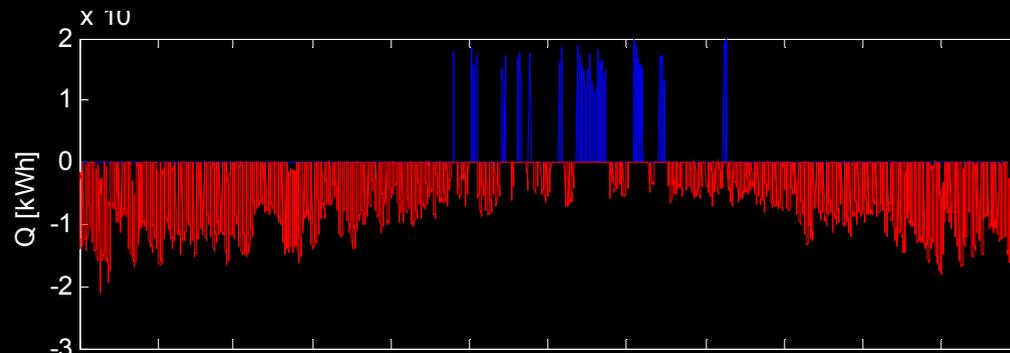
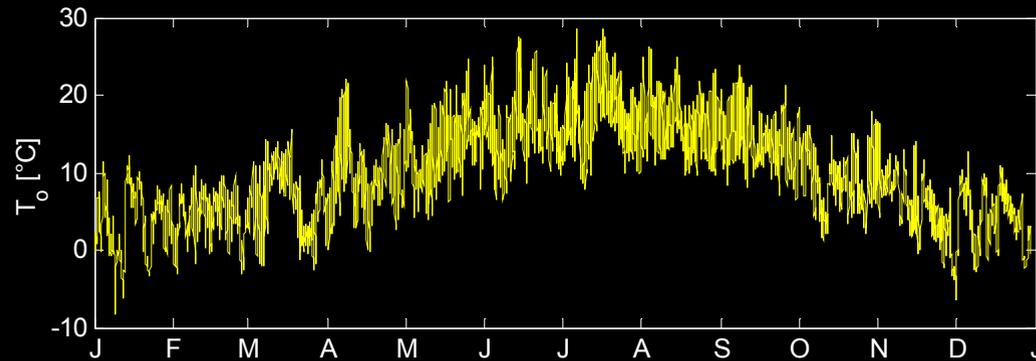
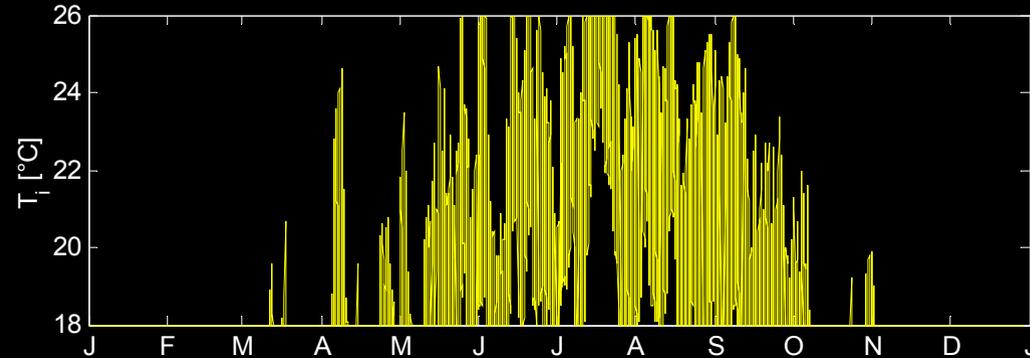
Refroidissement

Discussion

Méthode

Applications

Conclusions



Représentation statistique des données

Cristian
Ghiaus

Introduction

Courbe de charge

Statistiques

Rangement

Comparaison

Évolution libre

Définition

Énergie

Problèmes

Estimation

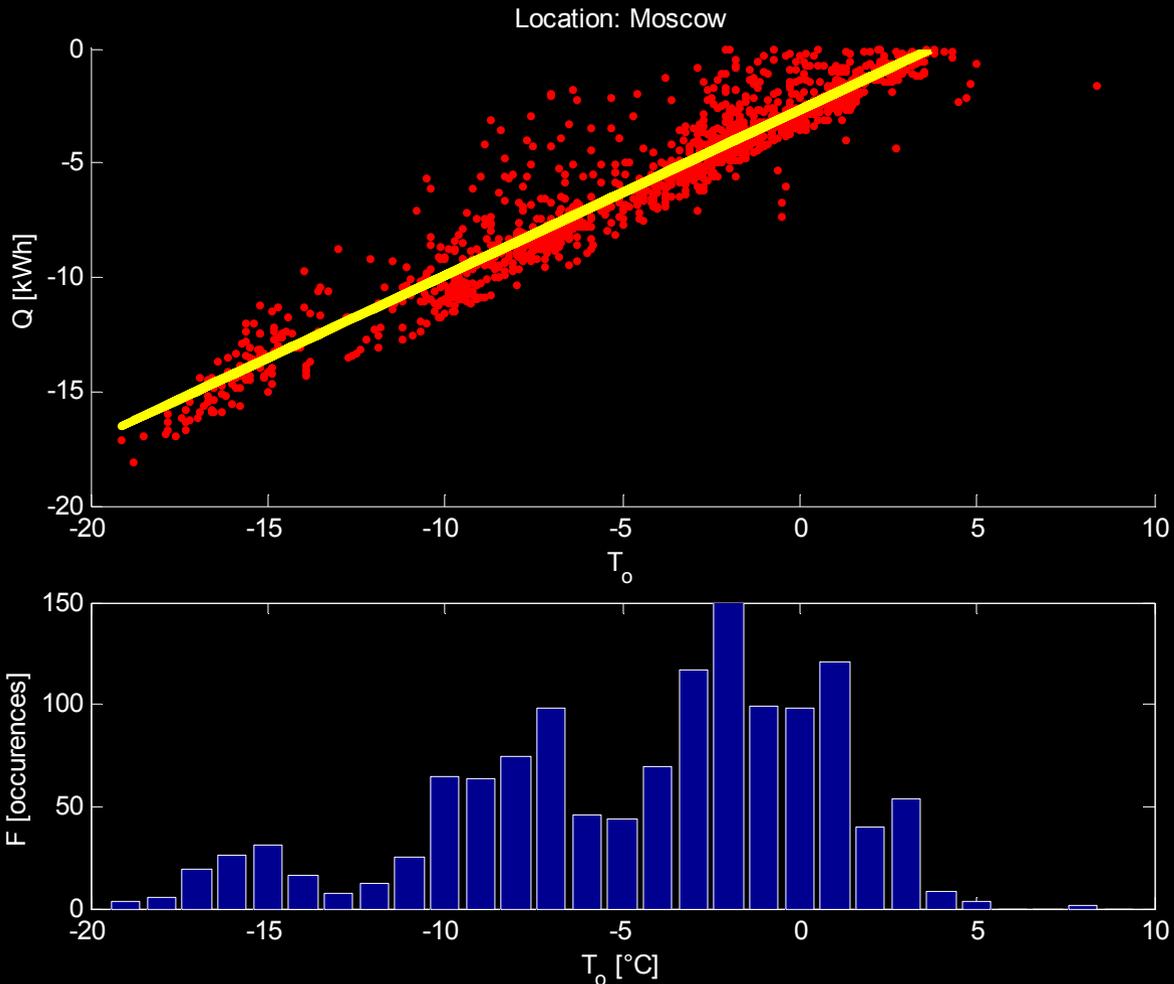
Refroidissement

Discussion

Méthode

Applications

Conclusions



Équivalence avec la méthode de rangement (*bin method*)

Cristian
Ghiaus

Introduction

Courbe de charge

Statistiques

Rangement

Comparaison

Évolution libre

Définition

Énergie

Problèmes

Estimation

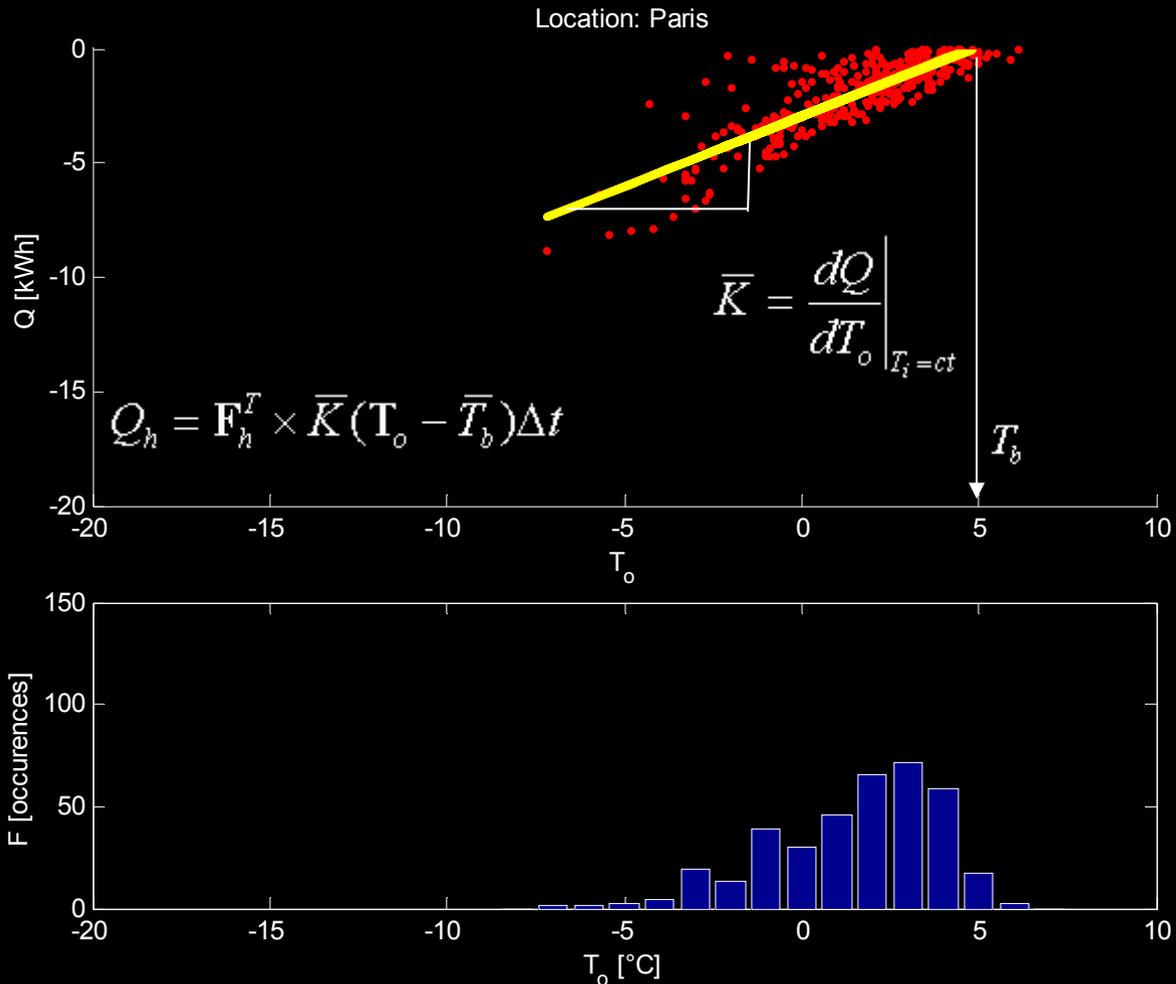
Refroidissement

Discussion

Méthode

Applications

Conclusions



Comparaison pour des données climatiques différents

Cristian
Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge**
 - Statistiques
 - Rangement
 - Comparaison**
- Évolution libre
 - Définition
 - Énergie
- Problèmes
 - Estimation
 - Refroidissement
- Discussion
 - Méthode
 - Applications
 - Conclusions

Comparaison de la consommation totale pour le chauffage pendant le programme d'occupation (10h – 18h) calculée par intégration et en utilisant la courbe de charge

	Lat [deg]	[kWh]	[kWh]	[%]
Paris	48.8	-739	-748	1.16
Moscou	55.7	-7574	-7631	0.75
Moscou*			-7368	-2.72

**En utilisant la courbe de charge obtenue pour Paris*

Comparaison avec des données climatiques différents

Cristian
Ghiaus

Introduction

Courbe de charge

Statistiques

Rangement

Comparaison

Évolution libre

Définition

Énergie

Problèmes

Estimation

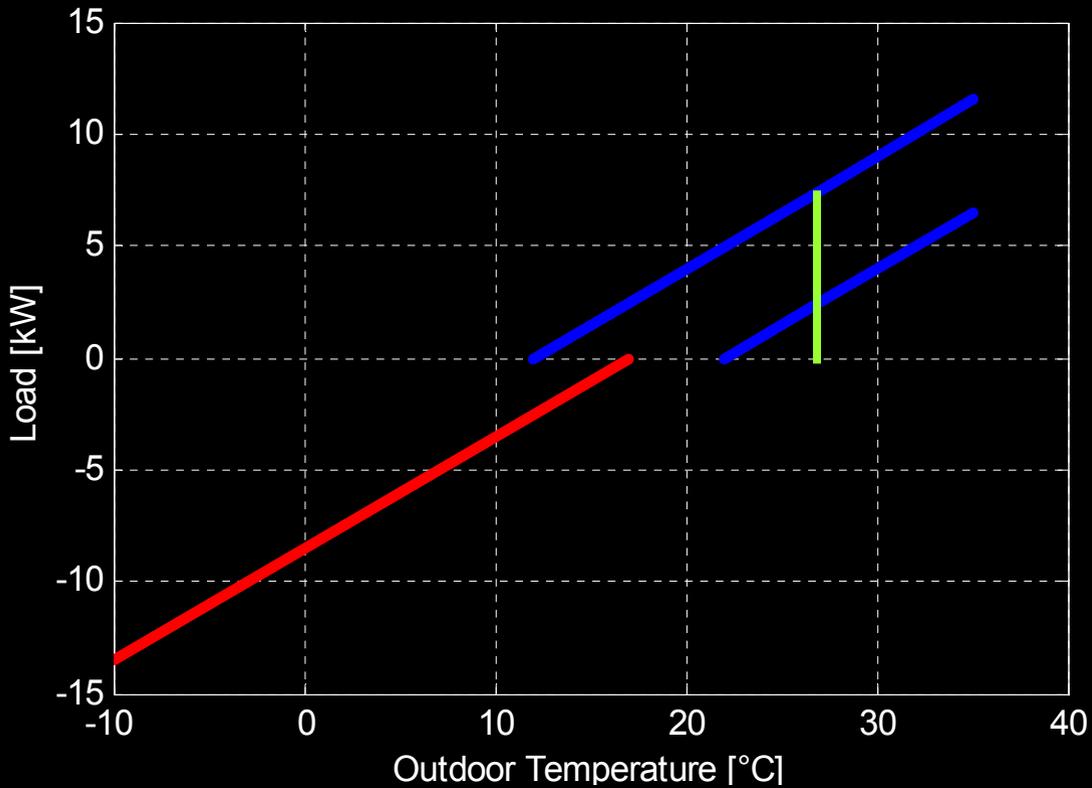
Refroidissement

Discussion

Méthode

Applications

Conclusions



température en évolution libre

Définition

Cristian

Ghiaus

Introduction

Courbe de charge

Statistiques

Rangement

Comparaison

Évolution libre

Définition

Énergie

Problèmes

Estimation

Refroidissement

Discussion

Méthode

Applications

Conclusions

$$\bar{g}_g = \bar{K} * (T_{cl} - \bar{T}_b)$$

$$\bar{g}_g = \bar{K} * (\bar{T}_{fr} - \bar{T}_o)$$



$$\bar{T}_{fr} - T_{cl} = \bar{T}_o - \bar{T}_b$$

$$\bar{q}_h = \bar{K} (T_o - \bar{T}_b)$$



$$\bar{q}_h = \bar{K} (\bar{T}_{fr} - T_{cl})$$

$$\bar{T}_{fr} = T_{cl} + \bar{R} * \bar{q}$$

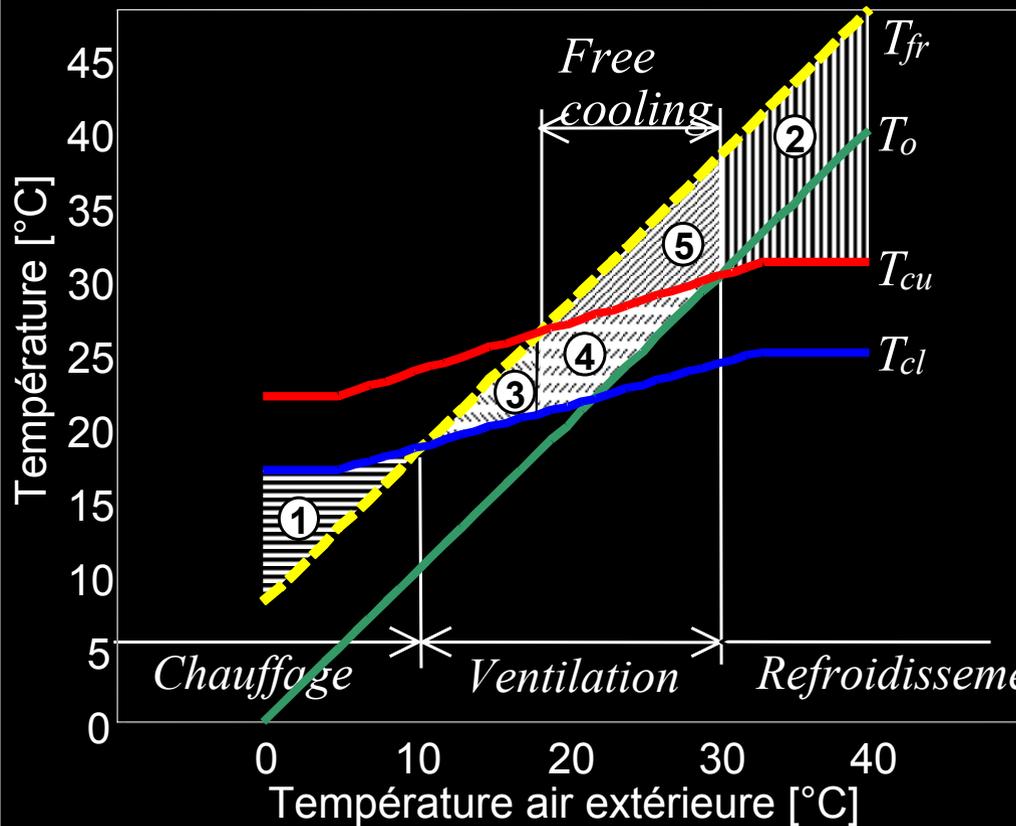
$$\bar{T}_{fr} = T_{cl} + \bar{R} * \bar{Q}_h / \Delta t$$

température en évolution libre

Définition

Cristian
Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge
- Statistiques
- Rangement
- Comparaison
- Évolution libre**
- Définition**
- Énergie
- Problèmes
- Estimation
- Refroidissement
- Discussion
- Méthode
- Applications
- Conclusions



Domaines

- Chauffage*
- Refroidissement*
- Ventilation*
- Free cooling*
- Froid économisé par ventilation*

Températures

- T_{cl} *limite inférieure*
- T_{cu} *limite supérieure*
- T_{fr} *évolution libre*
- T_o *extérieure*

$$\tilde{T}_{fr} = T_{cl} + \tilde{Q}_h / (\tilde{K} \cdot \Delta t)$$

$$\bar{T}_{fr} = T_{cl} + \bar{Q}_h / (\bar{K} \cdot \Delta t)$$

Température en évolution libre

Définition

Cristian
Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge
- Statistiques
- Rangement
- Comparaison
- Évolution libre**
- Définition**
- Énergie
- Problèmes
- Estimation
- Refroidissement
- Discussion
- Méthode
- Applications
- Conclusions

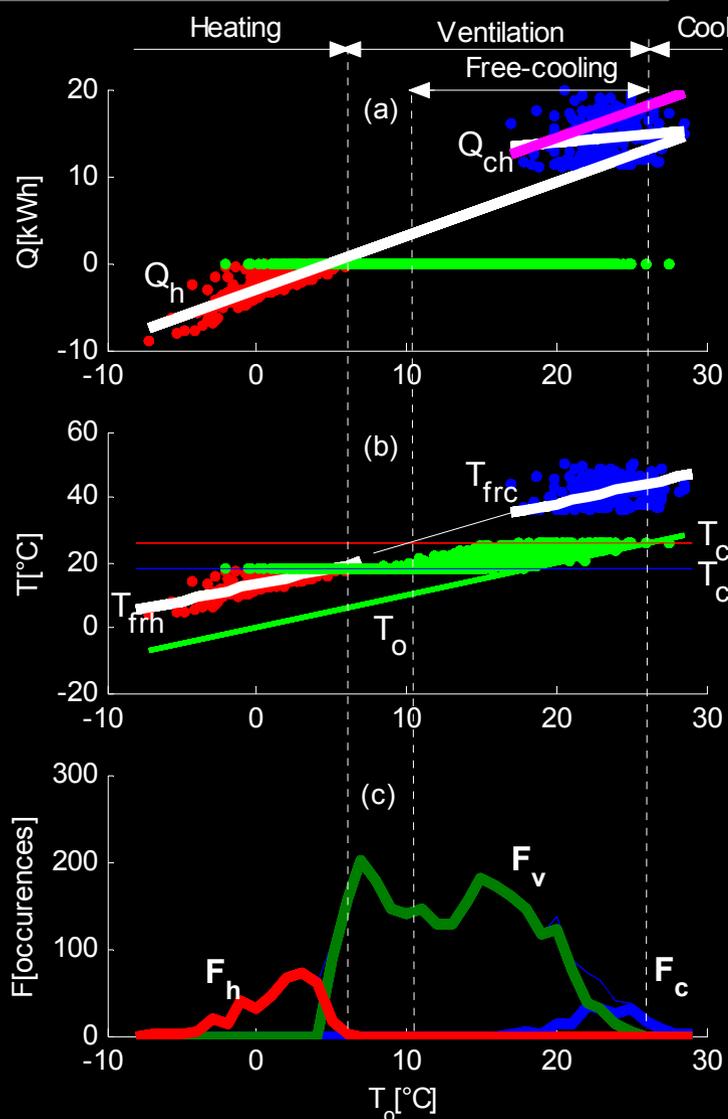
$$\sum_{T_o} [q_h] = \mathbf{F}^T \times \bar{\mathbf{K}} * (\mathbf{T}_o - \bar{T}_b)$$



$$Q_h = \mathbf{F}_h \times \bar{K} (\mathbf{T}_{cl} - \mathbf{T}_{fr})$$

$$Q_c = \mathbf{F}_c \times \bar{K} (\mathbf{T}_{fr} - \mathbf{T}_{cu})$$

$$Q_{fc} = \mathbf{F}_{fc} \times \bar{K} (\mathbf{T}_{fr} - \mathbf{T}_{cu})$$



température en évolution libre

Estimation de la consommation énergétique

Cristian
Ghiaus

Introduction

Courbe de charge

Statistiques

Rangement

Comparaison

Évolution libre

Définition

Énergie

Problèmes

Estimation

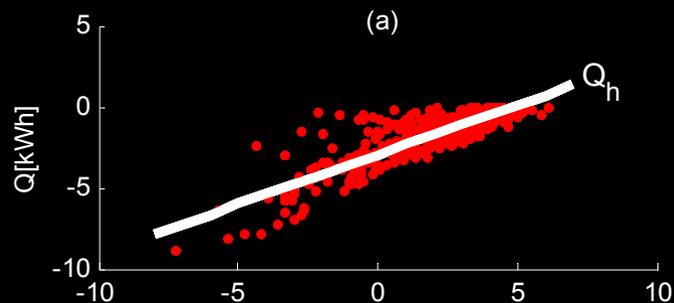
Refroidissement

Discussion

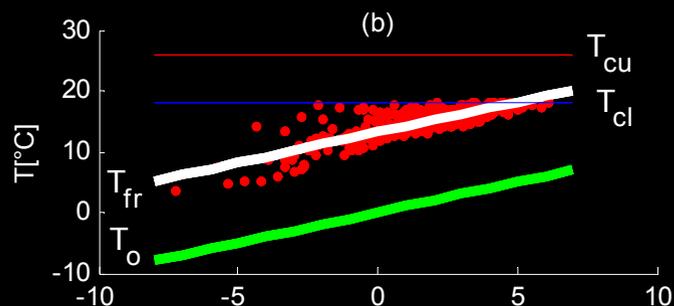
Méthode

Applications

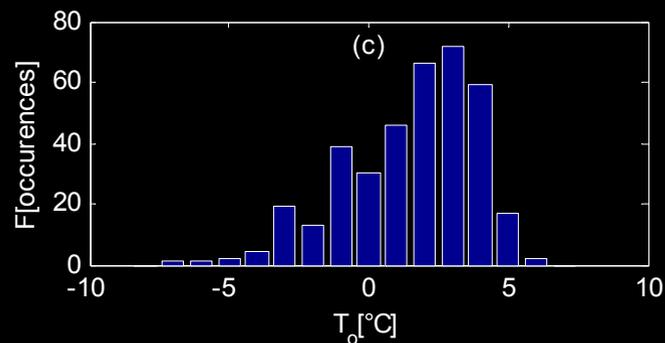
Conclusions



$$Q_h = F_h^T \times \bar{K} (T_o - \bar{T}_b) \Delta t$$



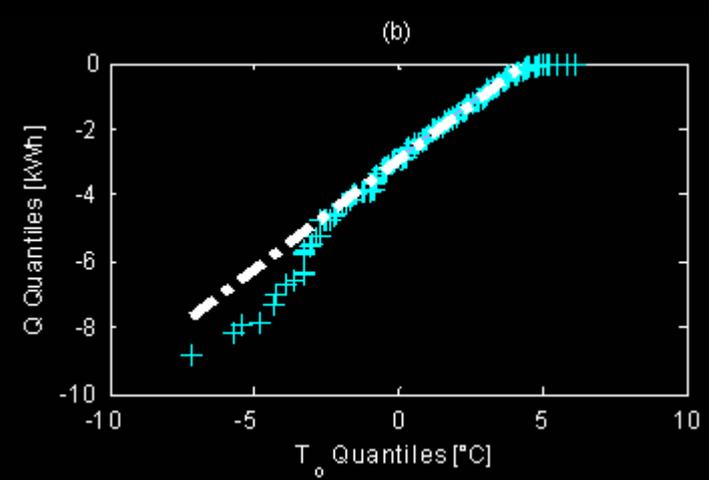
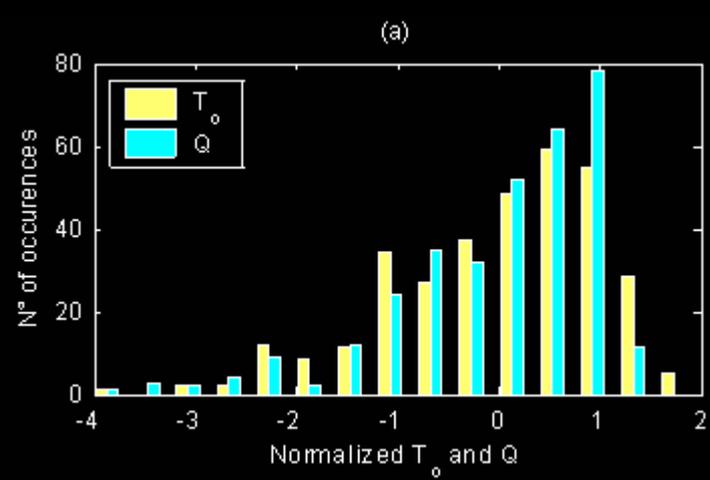
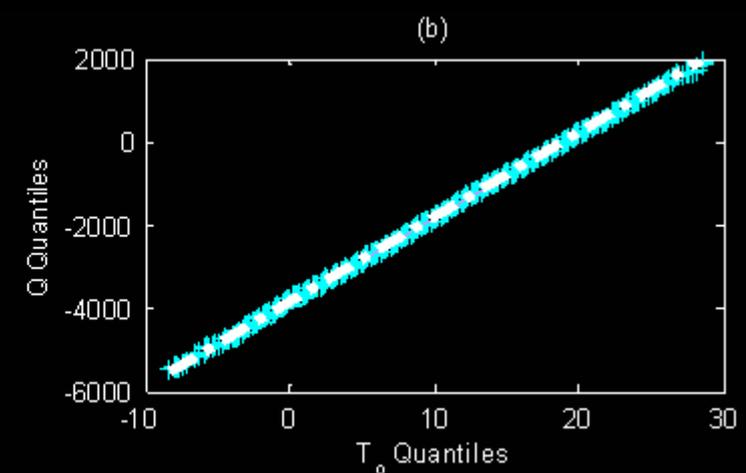
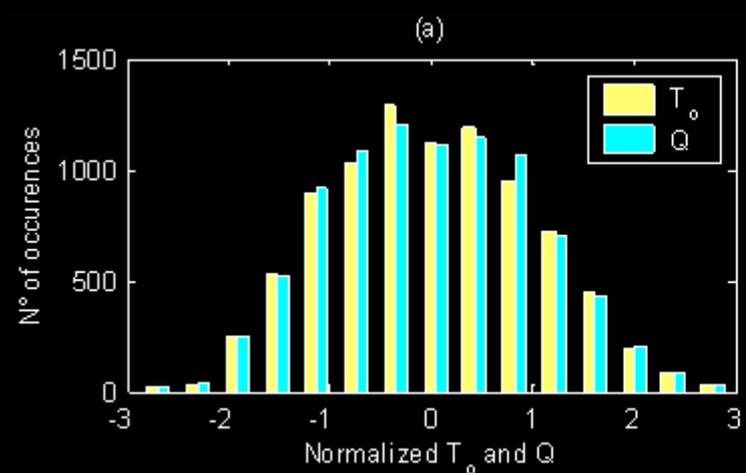
$$Q_h = F_h^T \times \bar{K} (T_{cl} - T_{fr}) \Delta t$$



Estimation robuste de la courbe de charge

Cristian
Ghiaus

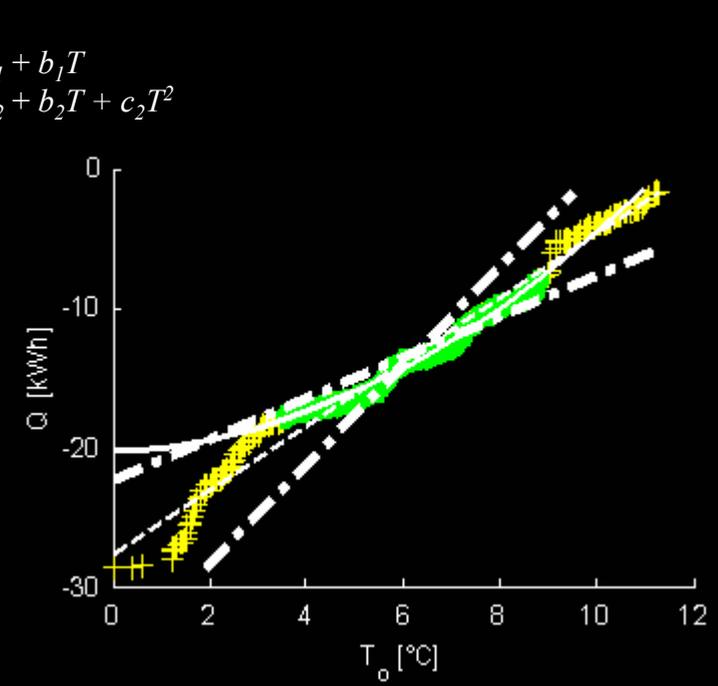
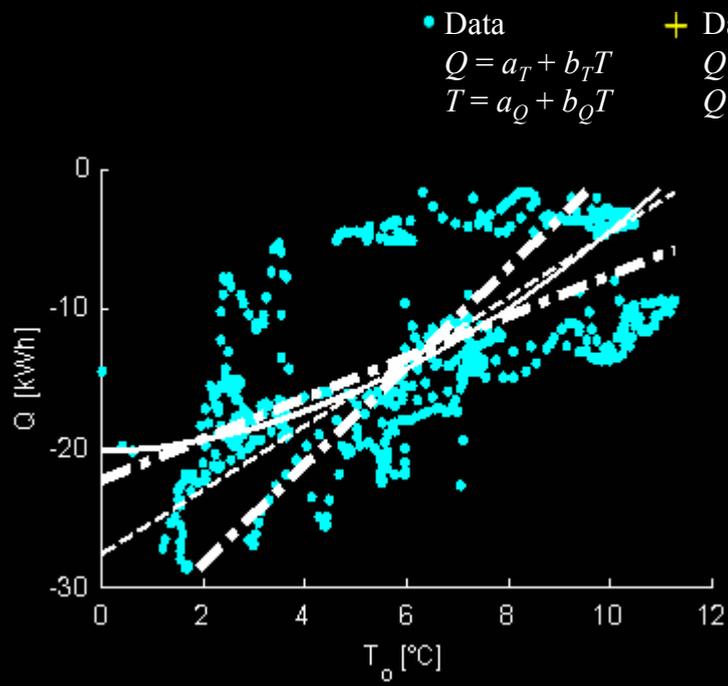
- Introduction
- Courbe de charge
 - Statistiques
 - Rangement
 - Comparaison
- Évolution libre
 - Définition
 - Énergie
- Problèmes**
 - Estimation**
 - Refroidissement
- Discussion
 - Méthode
 - Applications
 - Conclusions



Estimation robuste de la courbe de charge

Cristian
Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge
 - Statistiques
 - Rangement
 - Comparaison
- Évolution libre
 - Définition
 - Énergie
- Problèmes**
 - Estimation**
 - Refroidissement
- Discussion
 - Méthode
 - Applications
 - Conclusions



$$\mathbf{Q} = [\mathbf{1} \quad \mathbf{T}_o] \times [a_T \quad b_T]^T$$

$$\mathbf{T}_o = [\mathbf{1} \quad \mathbf{Q}] \times [a_Q \quad b_Q]^T$$

$$\mathbf{Q} = a + b\mathbf{T}_o$$

$$b = \sigma_Q / \sigma_{T_o}$$

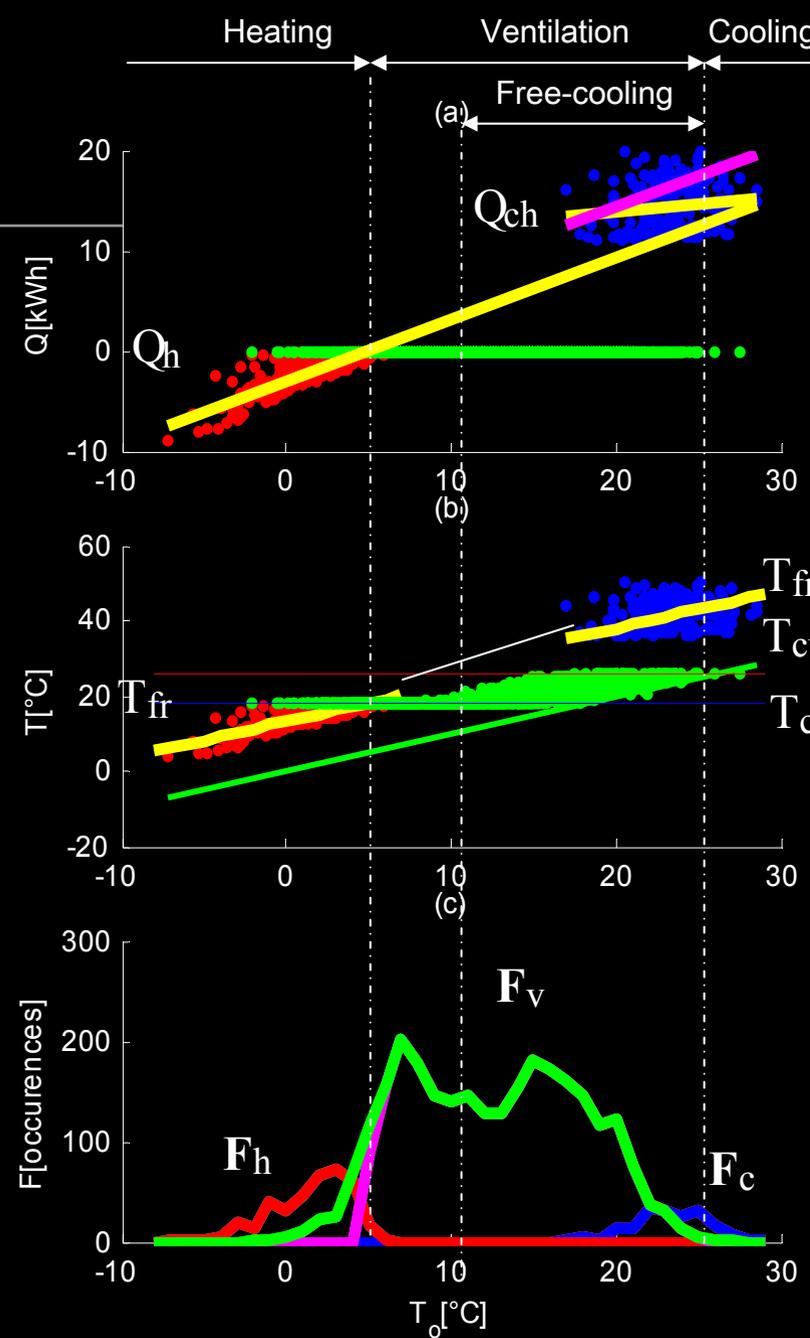
$$a = \mu_{T_o} - b\mu_Q$$

Problèmes spéciaux

Estimation en régime de refroidissement

Cristian Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge
 - Statistiques
 - Rangement
 - Comparaison
- Évolution libre
 - Définition
 - Énergie
- Problèmes**
 - Estimation
 - Refroidissement**
- Discussion
 - Méthode
 - Applications
 - Conclusions

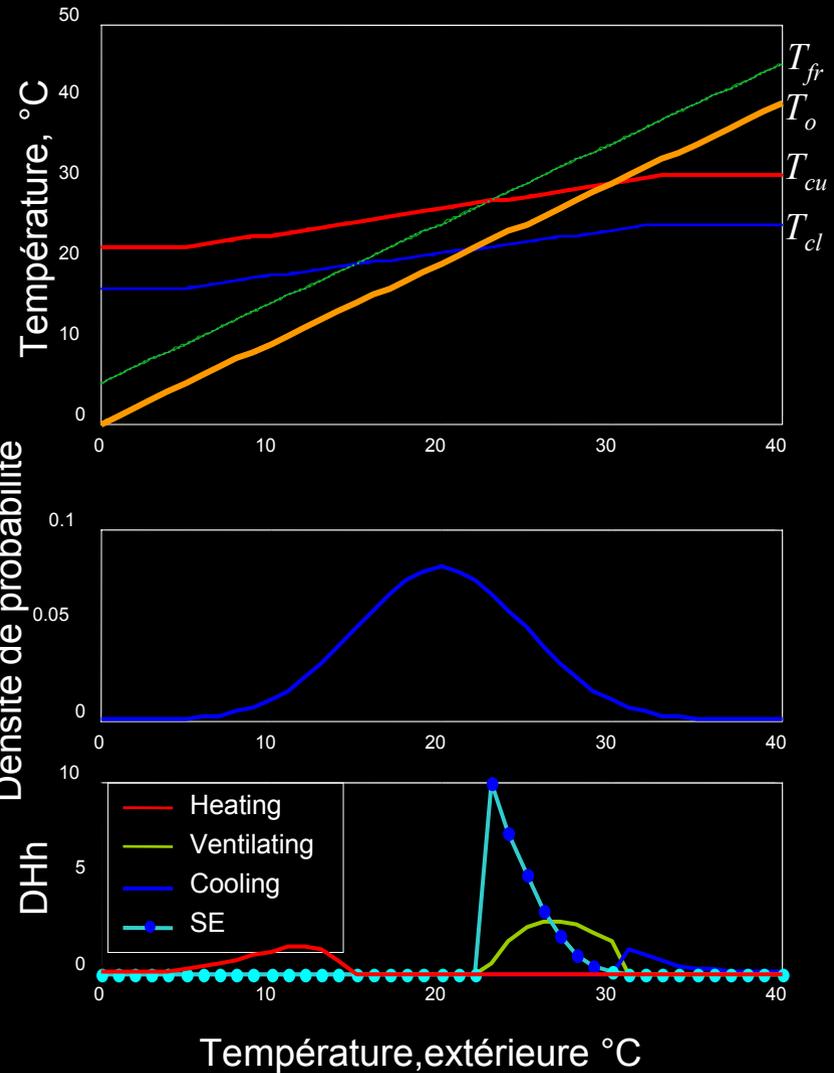


Méthode

Cristian
Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge
 - Statistiques
 - Rangement
 - Comparaison
- Évolution libre
 - Définition
 - Énergie
- Problèmes
 - Estimation
 - Refroidissement
- Discussion
- Méthode**
- Applications
- Conclusions

- Domaine de confort et température en évolution libre
- Densité de probabilité de la distribution de la température en évolution libre
- Distribution de probabilité de degrés - heures

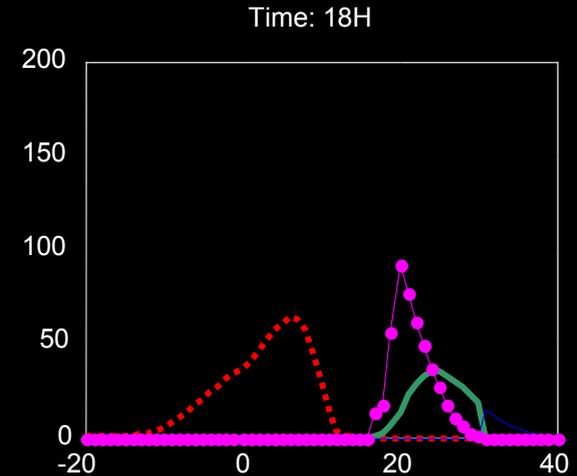
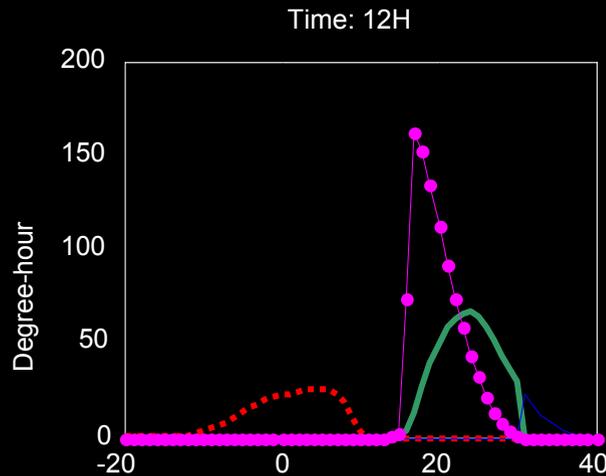
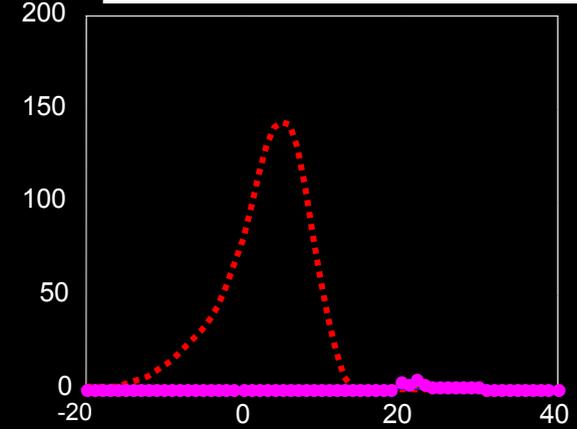
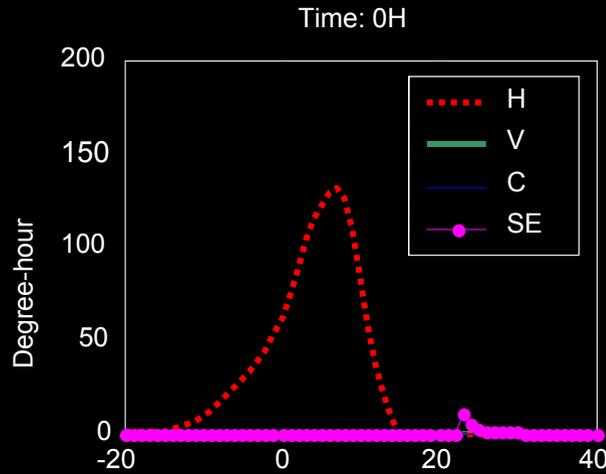
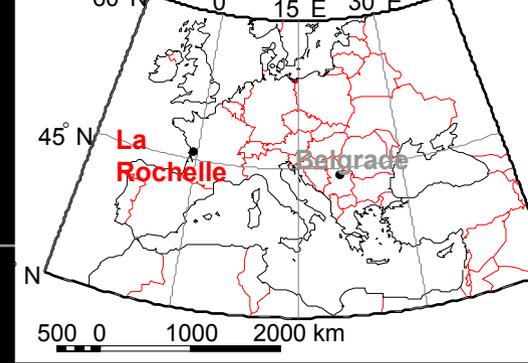


Discussion

Applications

Cristian
Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge
- Statistiques
- Rangement
- Comparaison
- Évolution libre
- Définition
- Énergie
- Problèmes
- Estimation
- Refroidissement
- Discussion**
- Méthode
- Applications**
- Conclusions

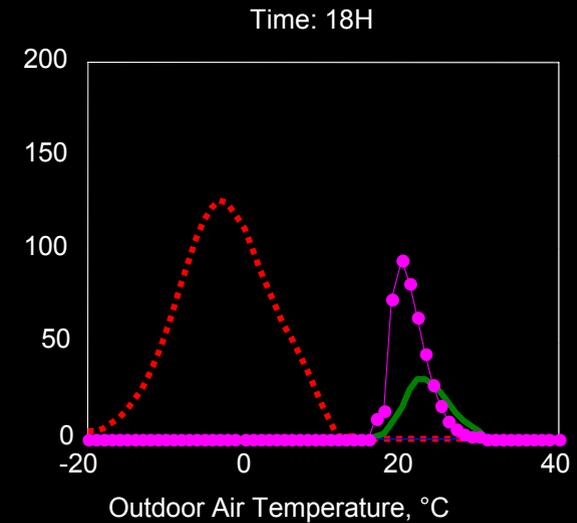
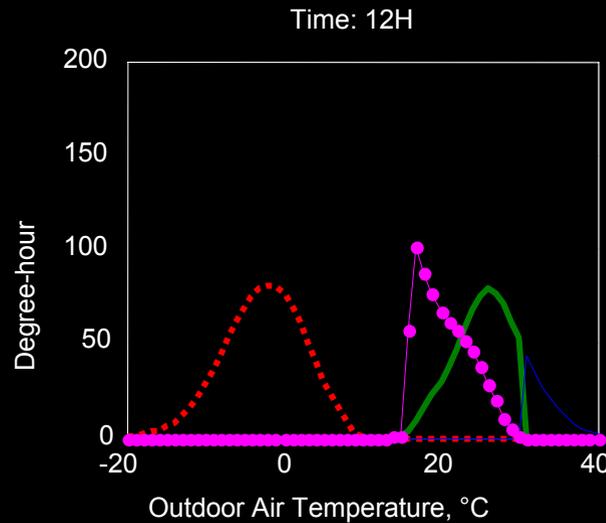
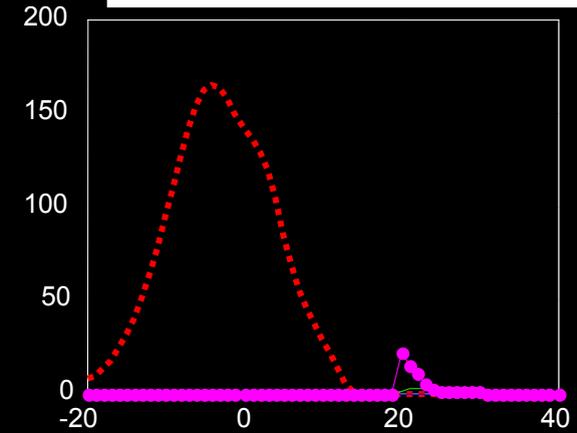
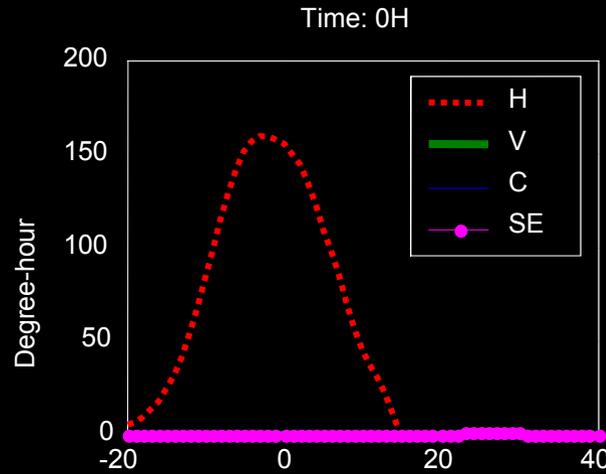
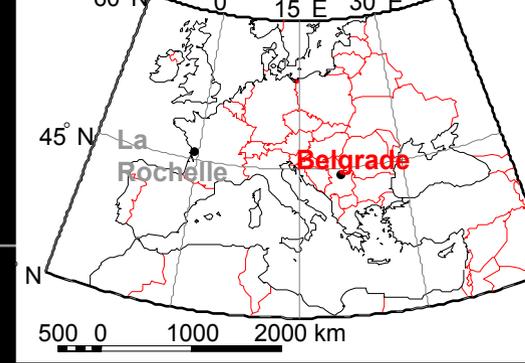


Discussion

Applications

Cristian
Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge
- Statistiques
- Rangement
- Comparaison
- Évolution libre
- Définition
- Énergie
- Problèmes
- Estimation
- Refroidissement
- Discussion
- Méthode
- Applications
- Conclusions



Conclusions

Cristian
Ghiaus

- Introduction
- Courbe de charge
 - Statistiques
 - Rangement
 - Comparaison
- Évolution libre
 - Définition
 - Énergie
- Problèmes
 - Estimation
 - Refroidissement
- Discussion
- Méthode
- Applications
- Conclusions

Courbe de charge :

- caractéristique du bâtiment ; performance mesurable
- + fréquence de distribution de la température extérieure → estimation de la consommation énergétique (erreur <5%)
- utile en régime de chauffage et refroidissement

Température en évolution libre :

- équivalente à la courbe de charge (caractéristique du bâtiment ; performance mesurable + fréquence de distribution de la température extérieure → estimation de la consommation énergétique (erreur <5%))
- utile dans tout le domaine de fonctionnement (chauffage, ventilation, refroidissement)
- le bâtiment (T_{fr}), le confort (T_{cl} T_{cu}) et le climat (fréquence de distribution T_{cl}) sont découplés
- approche statistique : les avantages du statique + dynamique