

en partenariat avec



et avec le soutien de



# La solution basse température pour chauffer et rafraichir les bâtiments BBC

Vendredi 25 juin 2010

Université de La Rochelle

Maison des Sciences de l'Ingénieur  
Amphi 100

Avec le concours financier de  
la Région Poitou-Charentes



*Accélérateur d'innovation*

## LE CONTEXTE DE LA BASSE TEMPÉRATURE

# LES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE, EFFICACITÉ, AVANTAGES, INCONVÉNIENTS

**Christian INARD**, Professeur - LEPTIAB





# CHAUFFAGE ET BASSE TEMPERATURE?

C. INARD

Université de La Rochelle

Laboratoire d'Étude des Phénomènes de Transfert et de l'Instantanéité : Agro-industrie et Bâtiment

[christian.inard@univ-lr.fr](mailto:christian.inard@univ-lr.fr)

# SYSTEMES ET BASSE TEMPERATURE

<b>SYSTEME</b>	<b>Température départ</b>	<b>Température retour</b>
<b>Haute Température (HT)</b>	<b>90 °C</b>	<b>70 °C</b>
<b>Moyenne Température (MT)</b>	<b>55 °C</b>	<b>35-40 °C</b>
<b>Basse Température (BT)</b>	<b>45 °C</b>	<b>25-35 °C</b>
<b>Très Basse Température (TBT)</b>	<b>35 °C</b>	<b>25 °C</b>

Systemes de chauffage à eau chaude : niveaux de température  
(Eijdems et al., 2000)

## BASSE TEMPERATURE ET CONFORT THERMIQUE

SYSTEME	Plancher chauffant	Mur chauffant	Radiateurs BT
Rayonnement	+++	++	+
Gradient de température	+++	++	++
Asymétrie de rayonnement	0	0	0
Température de plancher	+++	0	0
Fluctuations de température	++	+	+
Temps de relance	-	-	-
Possibilité de rafraîchissement	+++	++	0
Vitesse d'air et courant d'air	+	+	+

Référence : radiateurs 90/70 ° C (Eijdens et al., 2000)

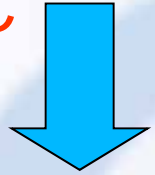
# BASSE TEMPERATURE, QAI ET ENERGIE

SYSTEME	Plancher chauffant	Mur chauffant	Radiateurs BT
<b>Qualité de l'Air Intérieur</b>			
Particules	+++	++	+
Acariens	+++	+	0
Température d'air	+++	++	+
Poussières	++	++	+
<b>Consommations énergétiques</b>			
Déperditions par transmission	-	-	0
Déperditions par ventilation	++	++	+
Distribution	-	-	-
Récupération des gains	+	+	0

Référence : radiateurs 90/70 ° C (Eijdens et al., 2000)

# COMBUSTION ET CHAUFFAGE

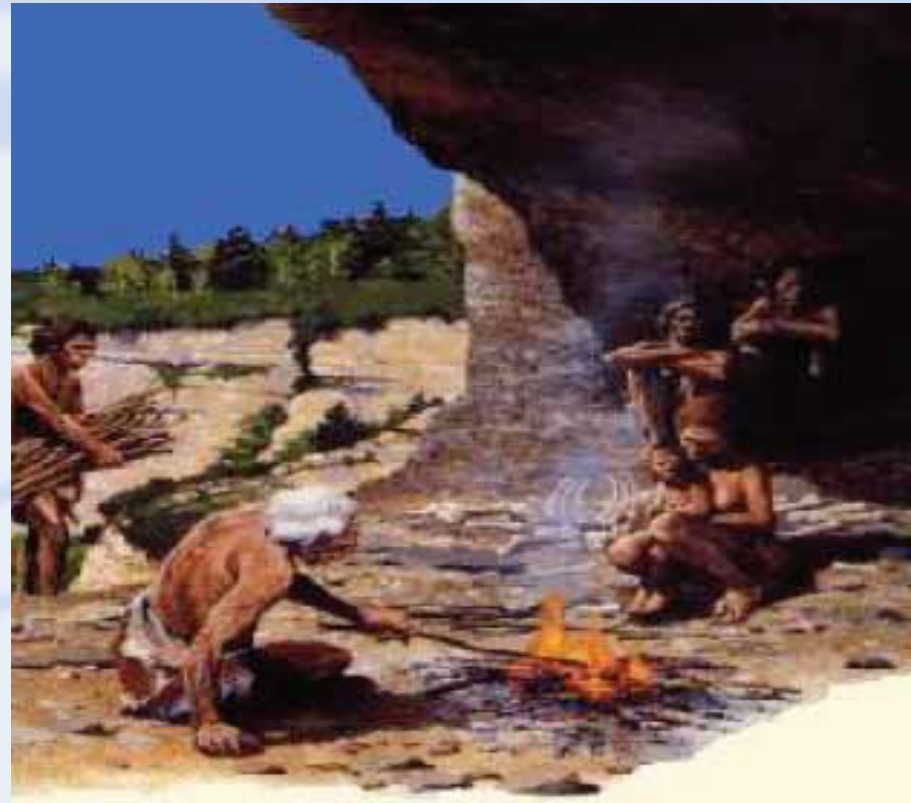
1200 °  
C



90 °  
C



20 °  
C



Efficacité énergétique ~ 90%

Efficacité exergétique ~ 15%

TECHNOLOGIE DIGNE DU 21<sup>ème</sup> SIECLE?

# ANALYSE EXERGETIQUE

1<sup>er</sup> PRINCIPE  
(Rendement)



2<sup>ème</sup> PRINCIPE  
(Entropie)



Température  
ambiante

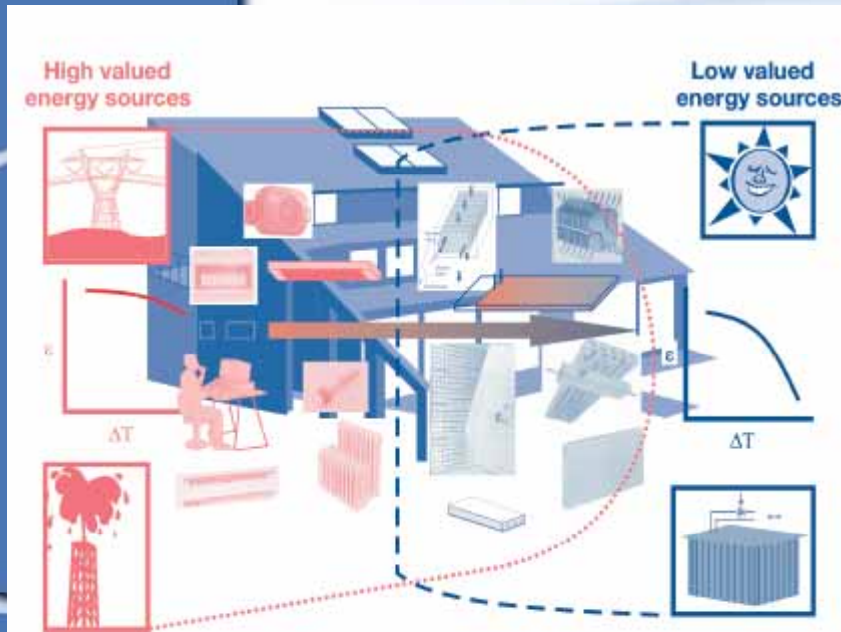


ANALYSE EXERGETIQUE

QUALITE ET QUANTITE DES ENERGIES

QUANTIFICATION DE L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE  
(IMPACT ENVIRONNEMENTAL)

# ANALYSE EXERGETIQUE



$$\text{ENERGIE} = \text{EXERGIE} + \text{ANERGIE}$$

ENERGIE  
« PAUVRE »

ENERGIE « RICHE »  
(Energie mécanique)

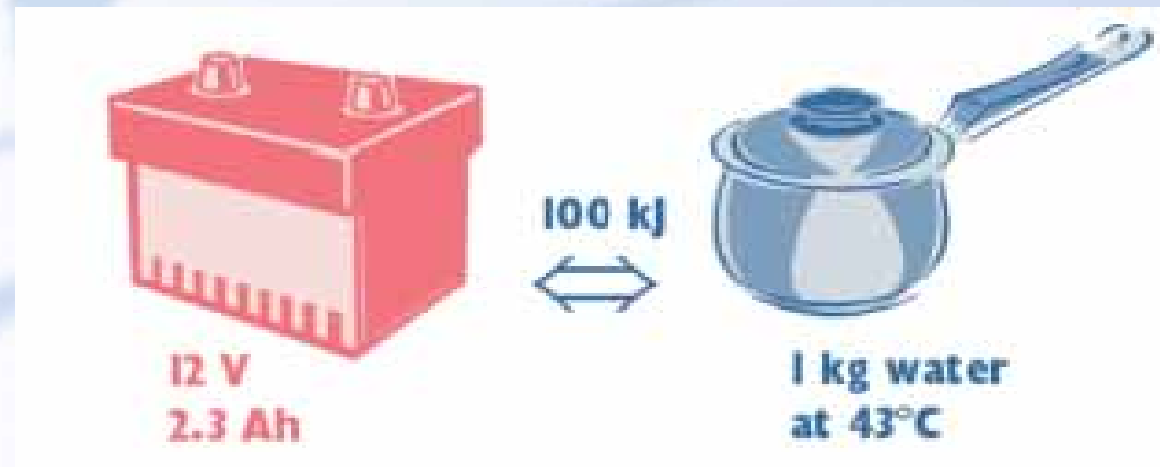
BESOINS EXERGETIQUES POUR CHAUFFER OU REFROIDIR LES  
BATIMENTS TRES FAIBLES (Tint proche de Text)

# ANALYSE EXERGETIQUE

## EXERGIE

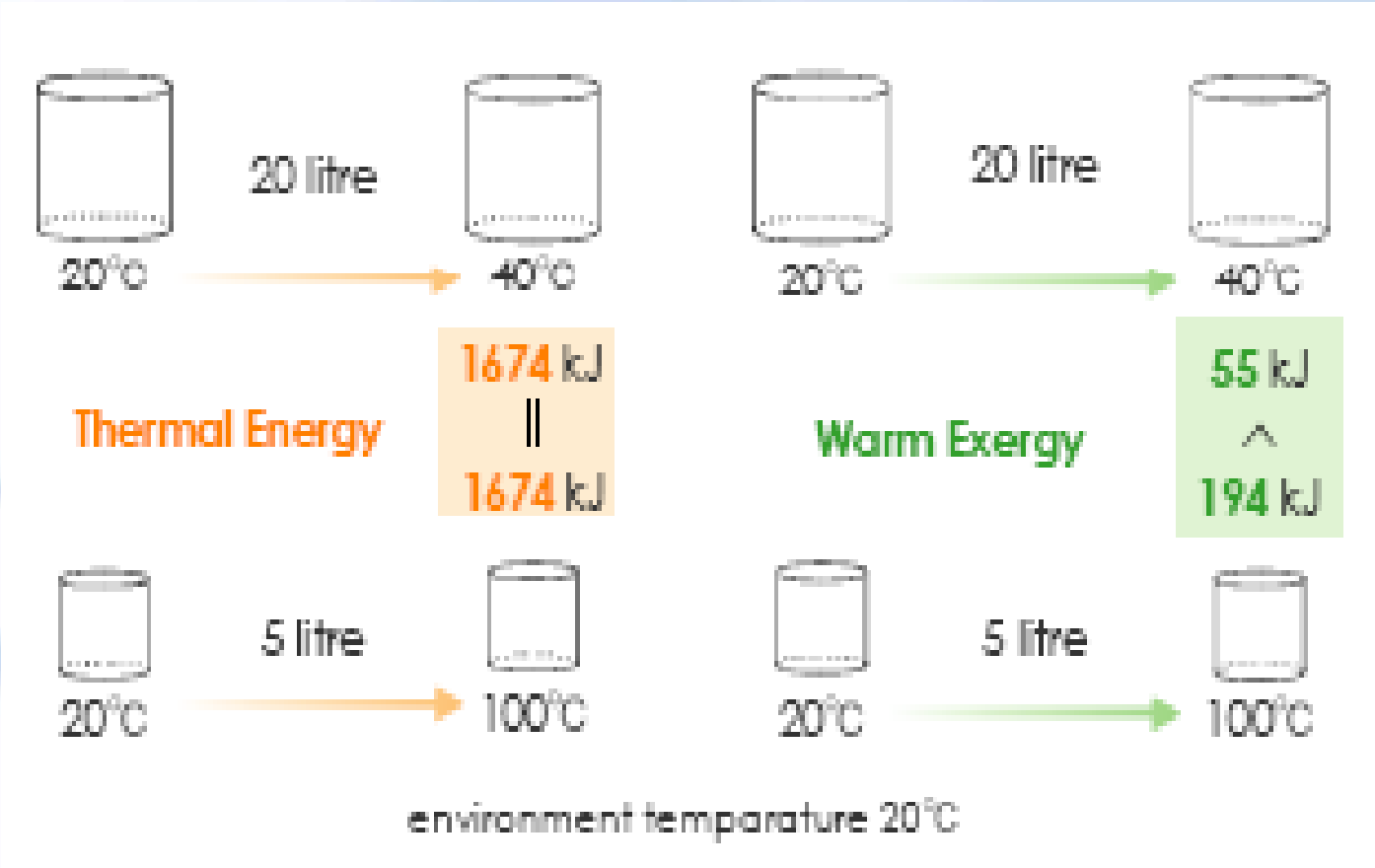
100 kJ

7,3 kJ



TEMPERATURE AMBIANTE : 20 ° C

# ANALYSE EXERGETIQUE

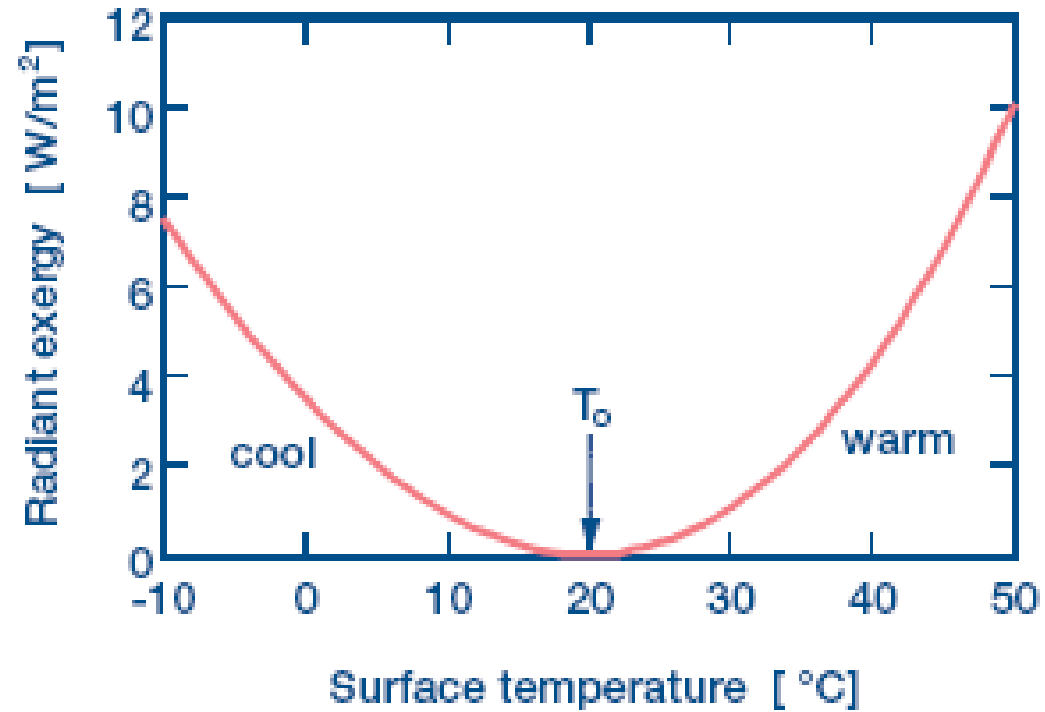


## ANALYSE EXERGETIQUE

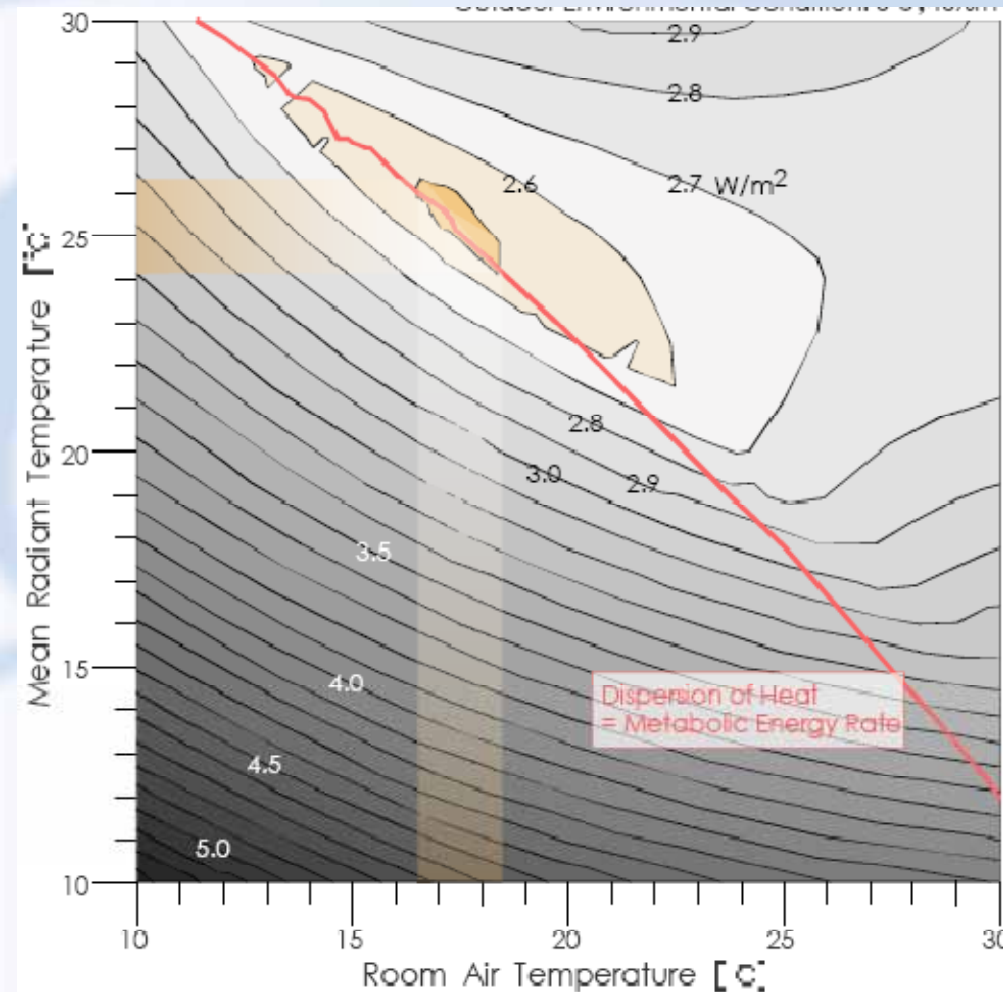
$$E = \left| 1 - \frac{T_0}{T} \right| Q$$

$$\eta = \frac{\text{Exergie utile produite}}{\text{Exergie entrante}}$$

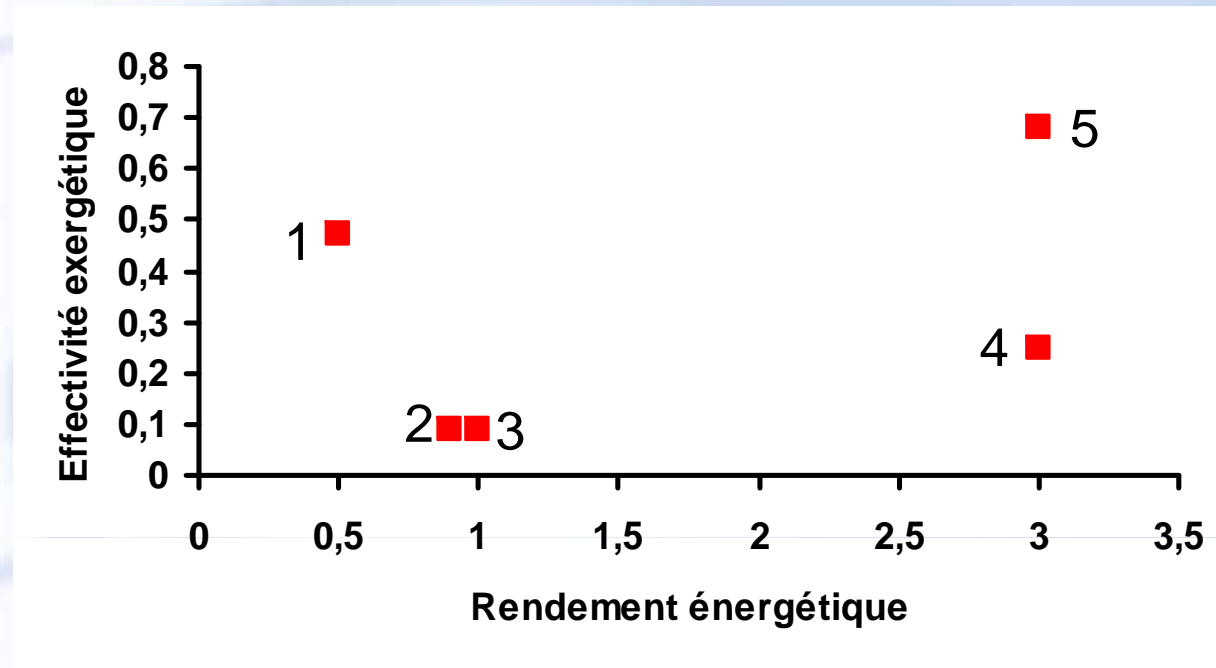
# ANALYSE EXERGETIQUE



# CONSOMMATION EXERGETIQUE HUMAINE



## EXERGIE-ENERGIE : CHAUFFAGE



1 : Géothermie

4 : PAC

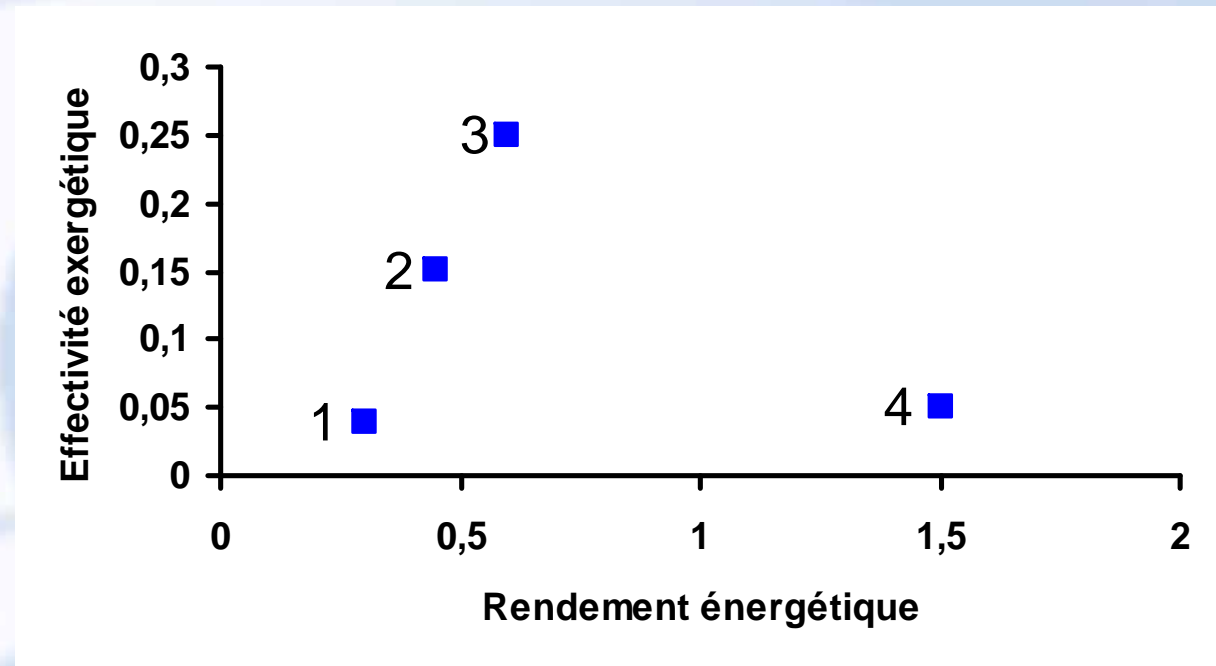
2 : Radiateur à eau

5 : PAC géothermale solaire

3 : Convecteur électrique

Source : Le Pierrès et Luo (2006)

## EXERGIE-ENERGIE : RAFRAICHISSEMENT



1 : Dessiccant cooling

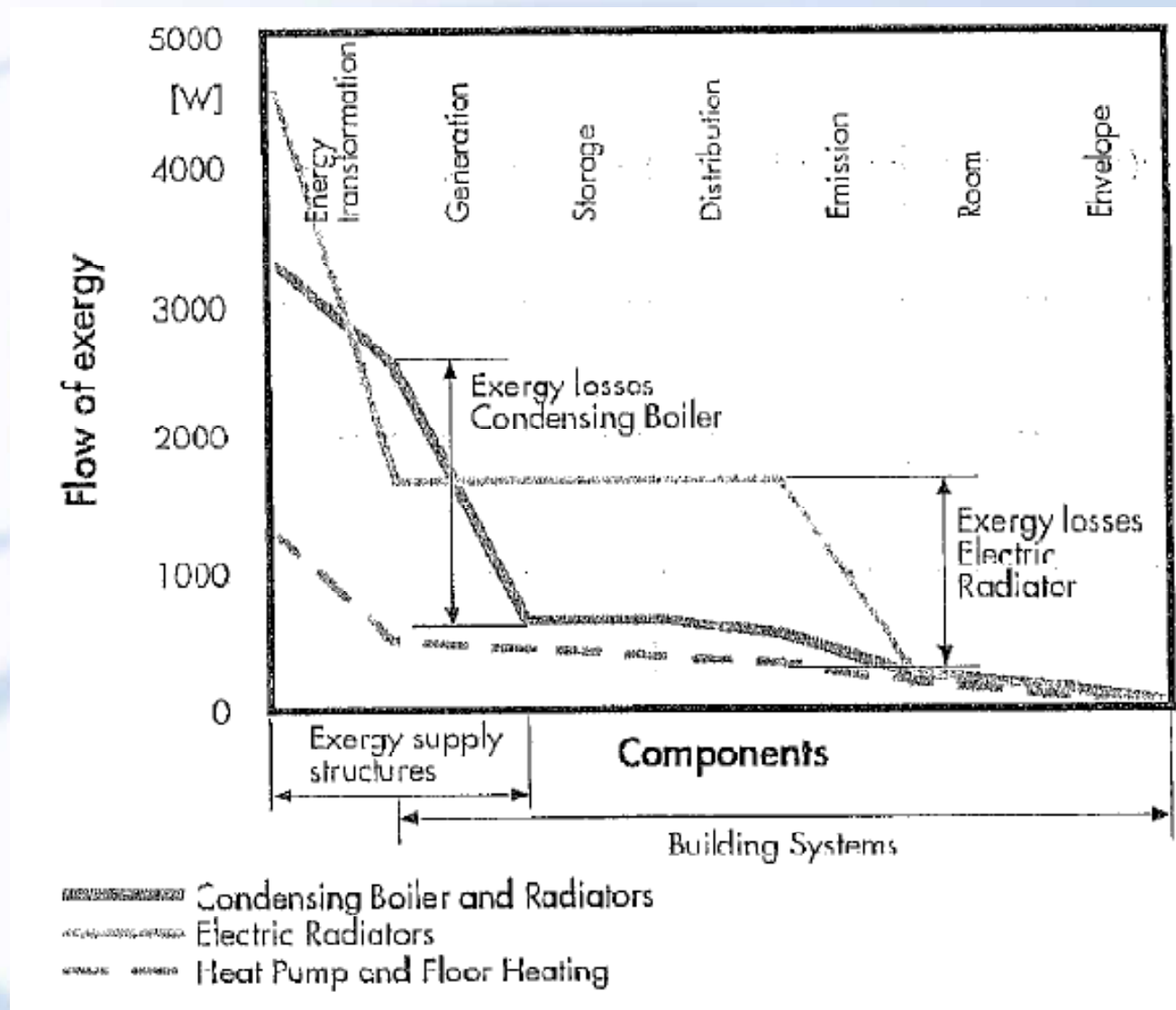
3 : Absorption

2 : Adsorption

4 : Thermoélectricité

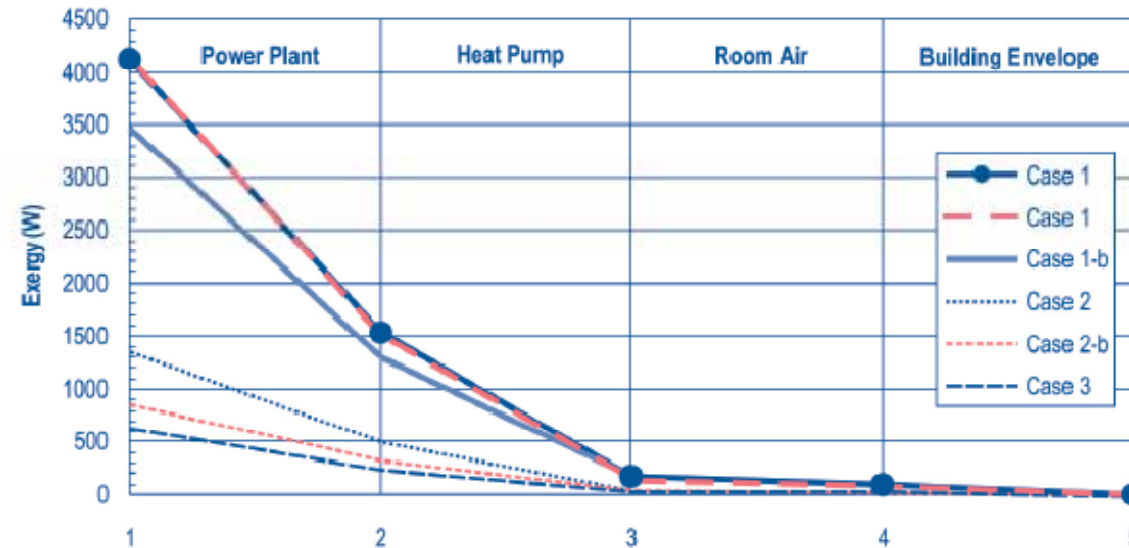
Source : Le Pierrès et Luo (2006)

# CONSOMMATION EXERGETIQUE



# CONSOMMATION EXERGETIQUE

Comparison of Exergy Consumption Patterns



Case 1	Base Case - Moderate Thermal Insulation of Building Envelope, Internal Shading Devices
Case 1-b	Improved COP Coefficient
Case 2	Improved Thermal Insulation, External Shading Devices
Case 2-b	Improved Thermal Insulation, External Shading Devices, Improved Electric Lighting
Case 3	Improved Thermal Insulation, COP and Electric Lighting, External Shading Devices

# CONCLUSION

- La réduction de la consommation énergétique et de la production des GES dépend de l'efficacité énergétique des bâtiments
- Les systèmes à basse exergie peuvent être utilisés pour le chauffage et le rafraîchissement des bâtiments
- Le niveau d'isolation des bâtiments doit être élevé (BBC)
- Des systèmes de chauffage et/ou de rafraîchissement à basse température peuvent être utilisés



**Nous n'héritons pas la Terre de nos ancêtres,  
nous l'empruntons à nos enfants.**

**Antoine de Saint Exupéry**

