



# Bâtiments soutenable – entre rêve et réalité



**Radu Zmeureanu**  
**Centre d'études sur les bâtiments**  
**Département de génie du bâtiment et des génies civil et de**  
**l'environnement**  
**Université Concordia, Montréal, Québec, CANADA**



Concordia  
UNIVERSITY

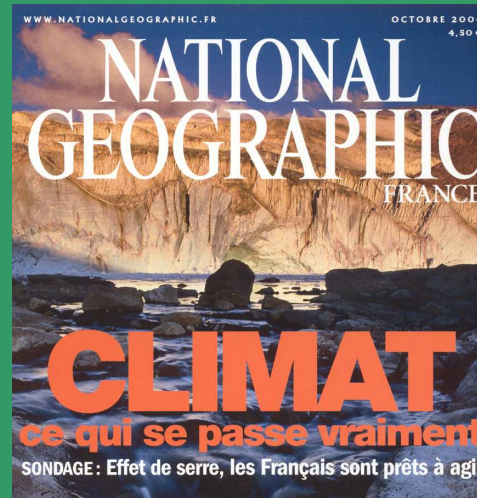


Time is  
running out

Our survival requires  
we fix global warming now



Meltdown:  
A global exaggeration



Warming  
theory  
in doubt

Warming cools off

Species in danger

Kyoto  
Protocol  
is dead

RUSSIA WAS LAST NAIL IN COFFIN

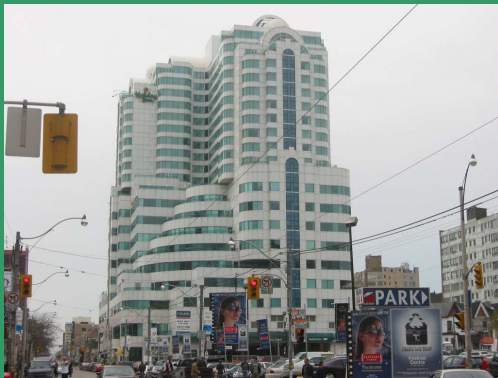


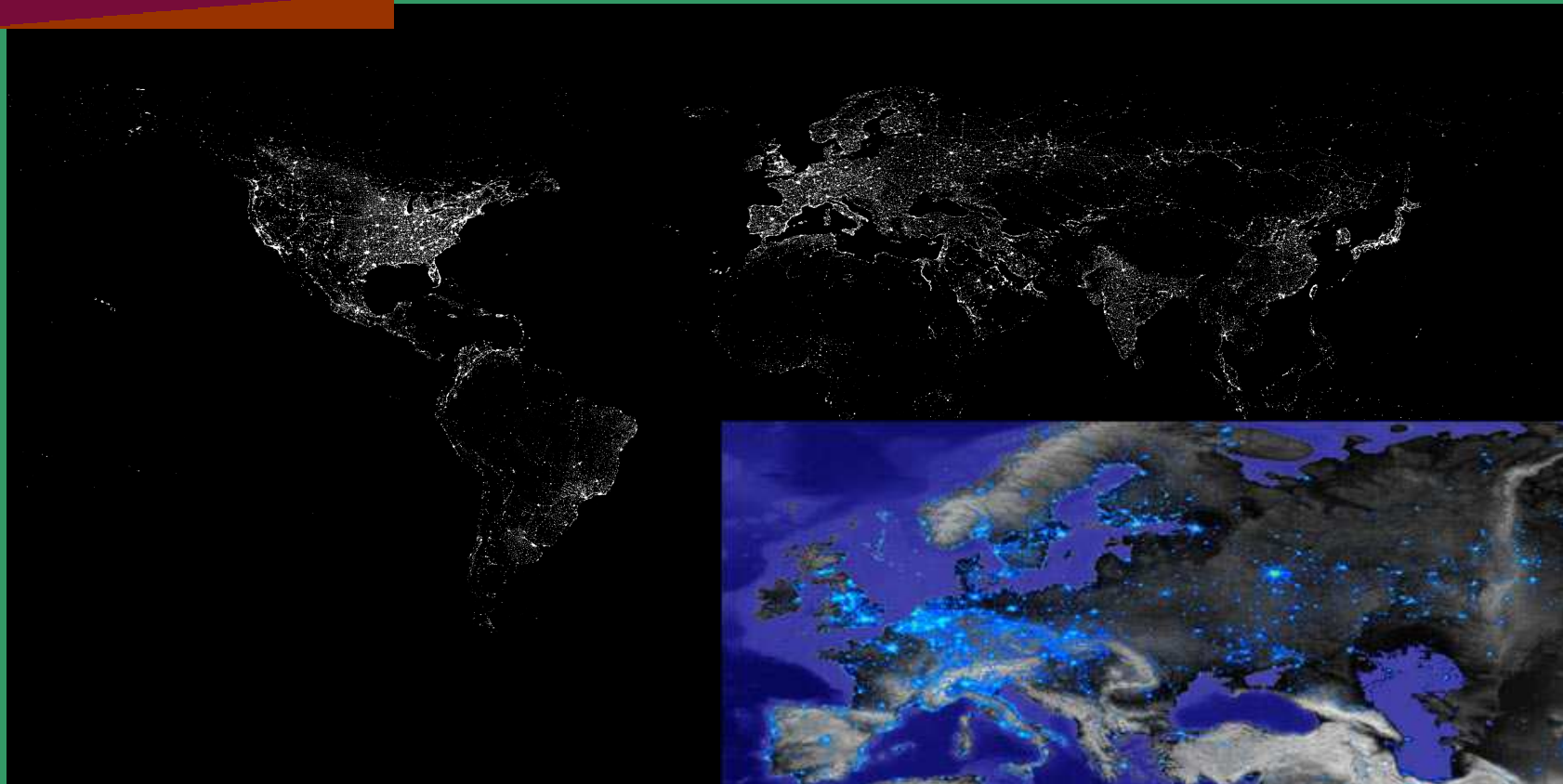
Où allons-nous ?



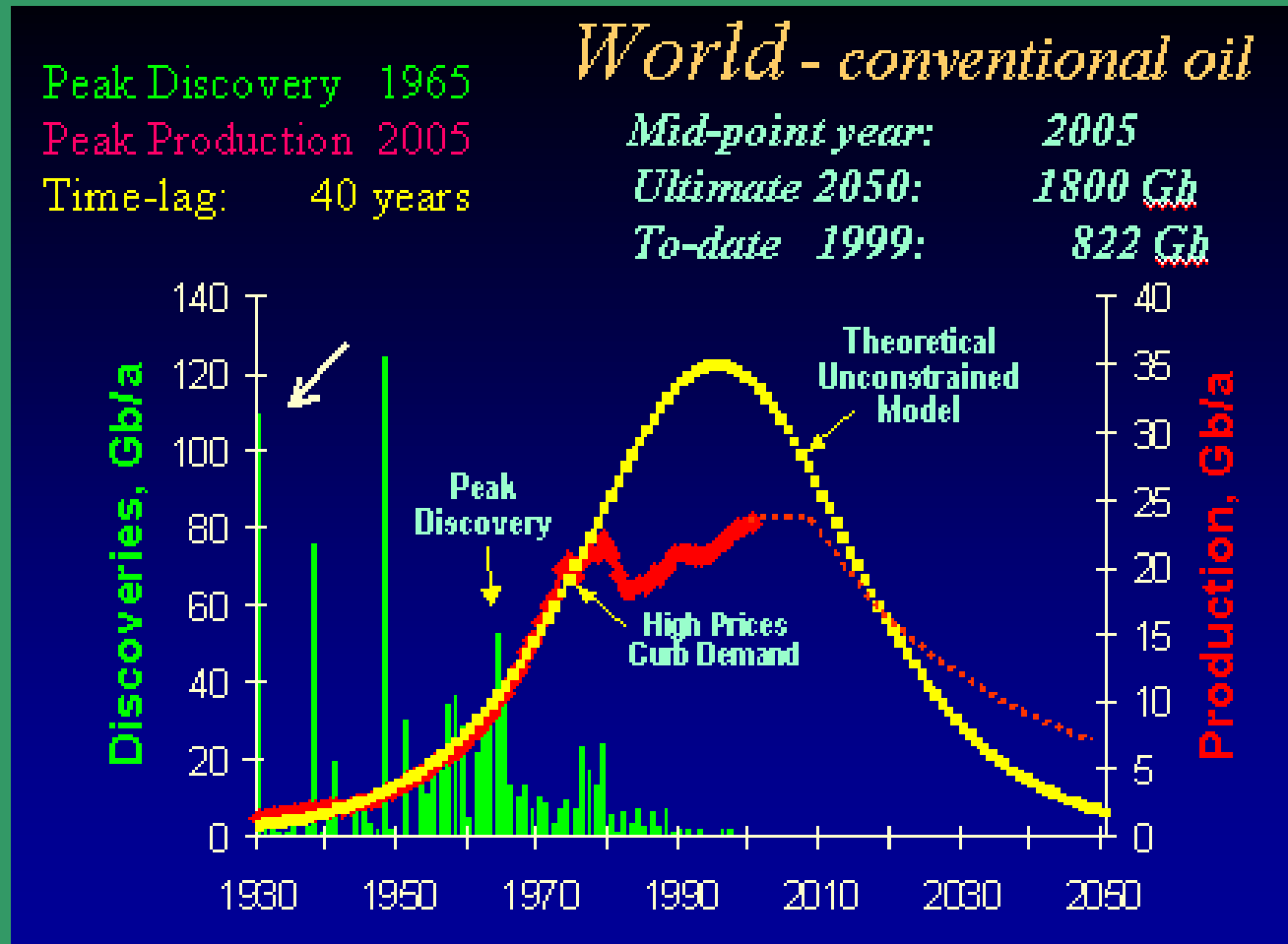
**Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.**

*Notre Avenir à Tous (ou Rapport Brundtland), 1987*





<http://earthobservatory.nasa.gov/>  
<http://visibleearth.nasa.gov/search.php?q=Earth+city+lights>



Campbell 2000



### Leadbitter (2002)

Définition Brundtland – pas de limites biophysiques

### Peacock (1999)

Développement soutenable est :

- réalisable par le développement des technologies (« business as usual »)
- ou
- la gestion de ressources (concept du canot de sauvetage),
- ou
- la symbiose entre les humains et l'écosystème

### Hammond (2004)

Plus de 200 définitions du développement soutenable





### Fowler et Hobbes (2003)

Comparaison avec 31 espèces animales :

- consommation de biomasse
- consommation d'énergie
- émissions de CO<sub>2</sub>
- population
- surface occupée

L'existence de l'humanité n'est pas soutenable car elle consomme et pollue plus que les autres espèces

### Voorspools (2004)

Lé développement soutenable est réalisable par :

- la découverte d'une source d'énergie infinie
- et
- le contrôle de la demande en services énergétiques



## Glicksman (2003)

Il n'y a pas de consensus sur la définition du bâtiment soutenable

Bâtiment vert

“How green is your green building ?”

## ASHRAE GreenGuide (2003)

Minimiser :

- \* consommation de ressources naturelles non-renouvelables
- \* émissions atmosphériques
- \* rejets liquides et solides
- \* impact négatif sur l'écosystème

ASHRAE Standard for the Design of High-Performance, Green Buildings  
(en développement)



**Protocole de Kyoto = un des premiers pas, non la panacée**

**Rêve = bâtiment soutenable**

- \* **définition du rêve**
- \* **contenu du rêve**
- \* **méthode de mesure**
- \* **échelle de comparaison de l'intensité du rêve**

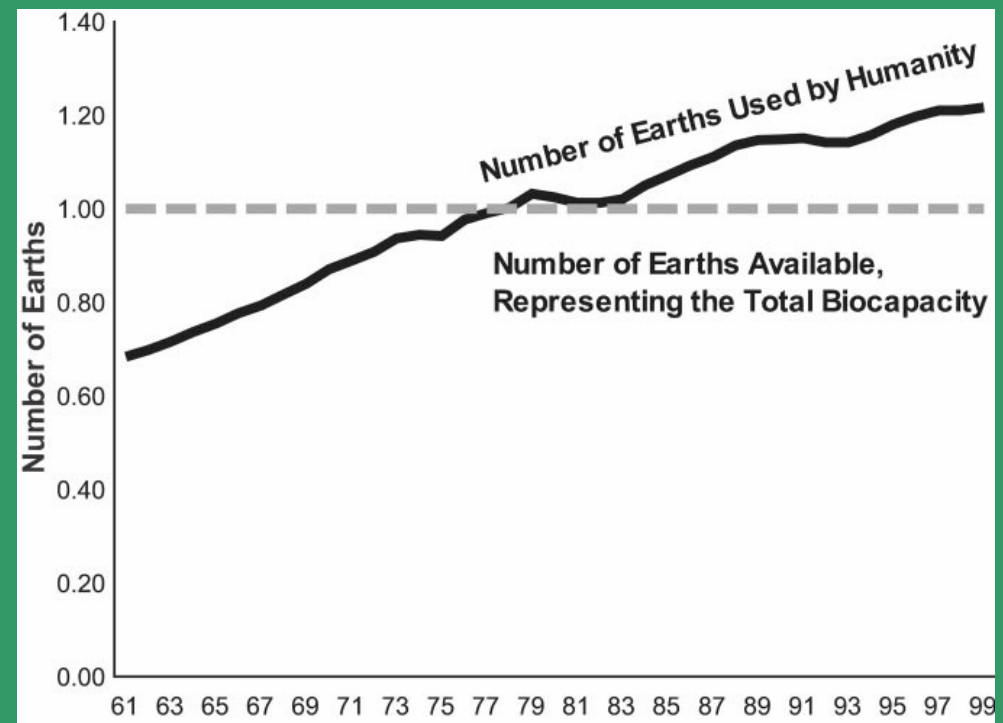
**Bâtiment soutenable :**

- \* **intégré dans un ensemble urbain**  
**ou**
- \* **générateur d'énergie et de produits physiques, socioculturelles...**  
**(par exemple : bâtiment à énergie positive, « zero-net »...)**



## Indices du développement (bâtiment ?) soutenable

### Empreinte écologique (Wackernagel 1998)





EPA Science and Technology Center  
Kansas EPA Laboratory, LLC  
Kansas City, KS  
**LEED 2.0 Gold**



- LEED Certifié (26-32 crédits)
- LEED Argent (33-38 crédits)
- LEED Or (39-51 crédits)
- LEED Platine (52 crédits ou plus)

**Performance minimale : 0 crédits**

- consommation d'énergie - 25% inférieure au Code modèle de l'énergie du Canada
- coût d'énergie – 18% inférieur à l'ASHRAE 90.1-1999)

**10 crédits – optimisation de la performance énergétique**

**3 crédits – ressources d'énergie renouvelables**

**1 crédits – monitoring et vérification**



Hornbogen (2003)

“Sustainability index” =  $1/\text{Génération de l'entropie (GE)}$   
à la condition que  $\text{GE} < \text{l'entropie négative du rayonnement solaire}$

Wall (1977), Rosen (2001) et al.

Exergie = indice unificateur

Impact  
environnemental

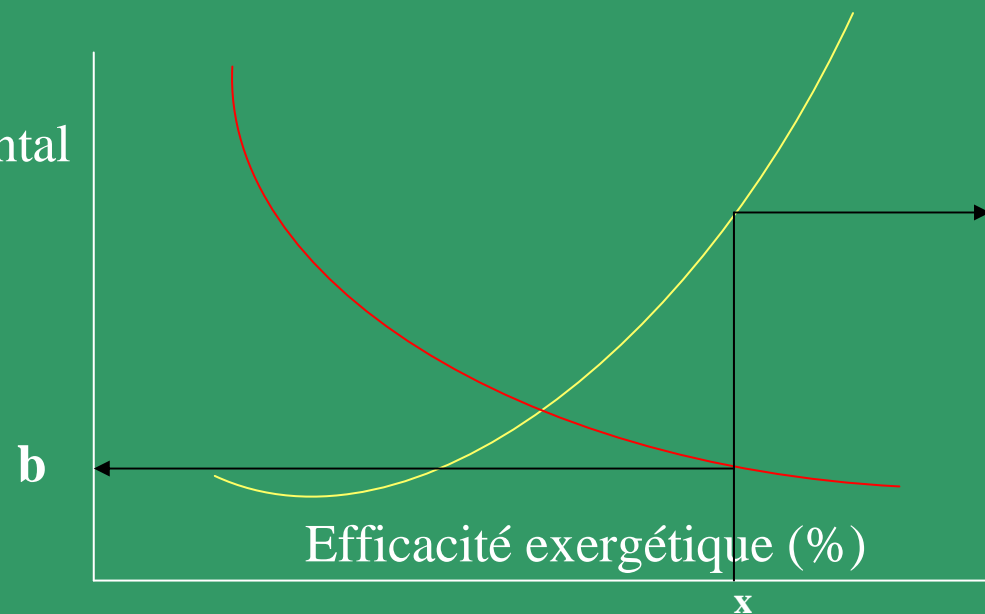




Table 5  
Comparison of different countries in terms of exergy utilization efficiencies for the residential-commercial sector and total (%)

Country	Year analyzed	Methodology used	Exergy efficiencies for the residential-commercial sector (%)	Total exergy efficiencies (%)	References
USA	1970	Reistad's approach	14.00	21.00	Ertesvag (2001)
Sweden	1980	Wall's approach	10.00	22.00	Ertesvag (2001)
Finland <sup>a</sup>	1985	Reistad's approach	8.00	13.00	Ertesvag (2001)
Japan	1985	Wall's approach	3.00	26.00	Wall (1990)
Canada <sup>a</sup>	1986	Reistad's approach	15.00	24.00	Ertesvag (2001)
Brazil <sup>a</sup>	1987	Reistad's approach	12.00	23.00	Ertesvag (2001)
Italy	1990	Wall's approach	2.00	17.00	Wall et al. (1994)
OECD <sup>a</sup>	1990	Reistad's approach	7.00	12.00	Ertesvag (2001)
World <sup>a</sup>	1990	Reistad's approach	5.00	10.00	Ertesvag (2001)
Turkey	1991	Reistad's approach	10.90	23.70	Unal (1994)
Turkey	1993	Reistad's approach	12.05	27.10	Rosen and Dincer (1997b)
Sweden	1994	Wall's approach	10.00	16.00	Wall et al., 1994
Turkey	1995	Reistad's approach	6.21	13.00	Ileri and Gurer (1998)
Norway	1995	Wall's approach	11.00	24.00	Ertesvag and Mielnik (2001)
Saudi Arabia	1990–2001	Reistad's approach	8.68–9.65	26.5–39.5	Dincer et al. (2004b)
Turkey	1999	Reistad's approach	8.02	24.04	Utlu and Hepbasli (2004a)
Turkey	2000	Reistad's approach	8.02	24.78	Utlu and Hepbasli (2004b)
Turkey	2001	Reistad's approach	8.98	24.96	Utlu and Hepbasli (2003)
Turkey	2002	Reistad's approach	9.16	24.99	Present study

<sup>a</sup>Losses associated with non-energy use are not included.

Utlu et Hepbasli 2006



## COP refroidisseur=5

Mois	COP	
	Système	Énergie primaire
	VAV	VAV
Janvier	1.34	0.88
Février	1.38	0.91
Mars	1.38	0.91
Avril	1.43	0.94
Mai	1.22	0.81
Juin	1.04	0.69
Juillet	1.03	0.68
Août	1.02	0.67
Septembre	1.13	0.74
Octobre	1.28	0.84
Novembre	1.27	0.83
Décembre	1.33	0.88
Moyenne	1.24	0.82

Mois	Éfficacité exergetique (%)	
	Système	Énergie primaire
	VAV2	VAV2
Janvier	5.6	3.8
Février	6.5	4.4
Mars	5.2	3.5
Avril	4.7	3.2
Mai	2.6	1.8
Juin	1.9	1.3
Juillet	2.0	1.3
Août	1.8	1.2
Septembre	2.5	1.7
Octobre	3.7	2.5
Novembre	3.8	2.5
Décembre	5.2	3.5
Moyenne	3.8	2.6

Zhentao and Zmeureanu 2006





Système	COP [-]	$\eta_2$ [%]	Indice de compatibilité environnementale
No.1	0.71	6.9	0.51
No.2	0.73	8.4	0.18
No.3	1.19	29.5	0.50
No.4	0.66	4.9	0.51
No.5	0.83	5.1	0.51
No.6	0.88	5.6	0.51
No.7	0.90	6.8	0.19
No.8	1.49	25.4	0.51
No.9	1.46	26.8	0.33



## Période de retour de l'investissement (énergie, exergie): panneaux PV intégrés au bâtiment

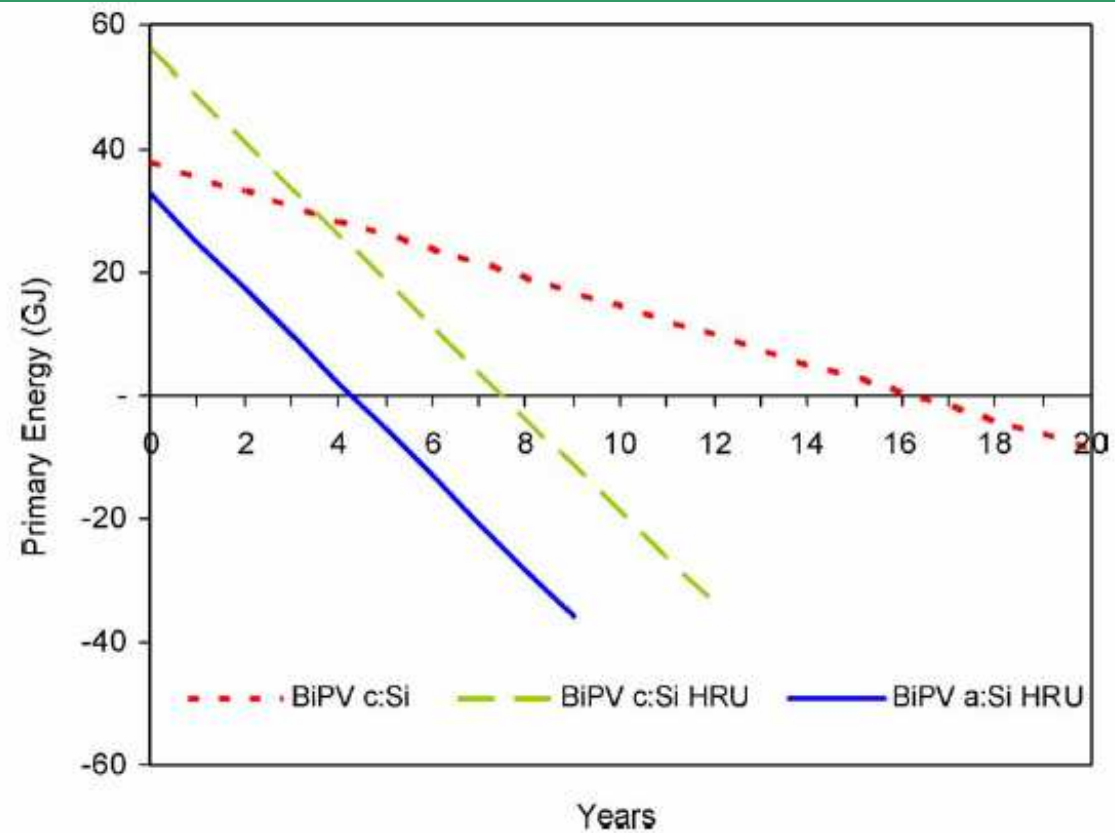
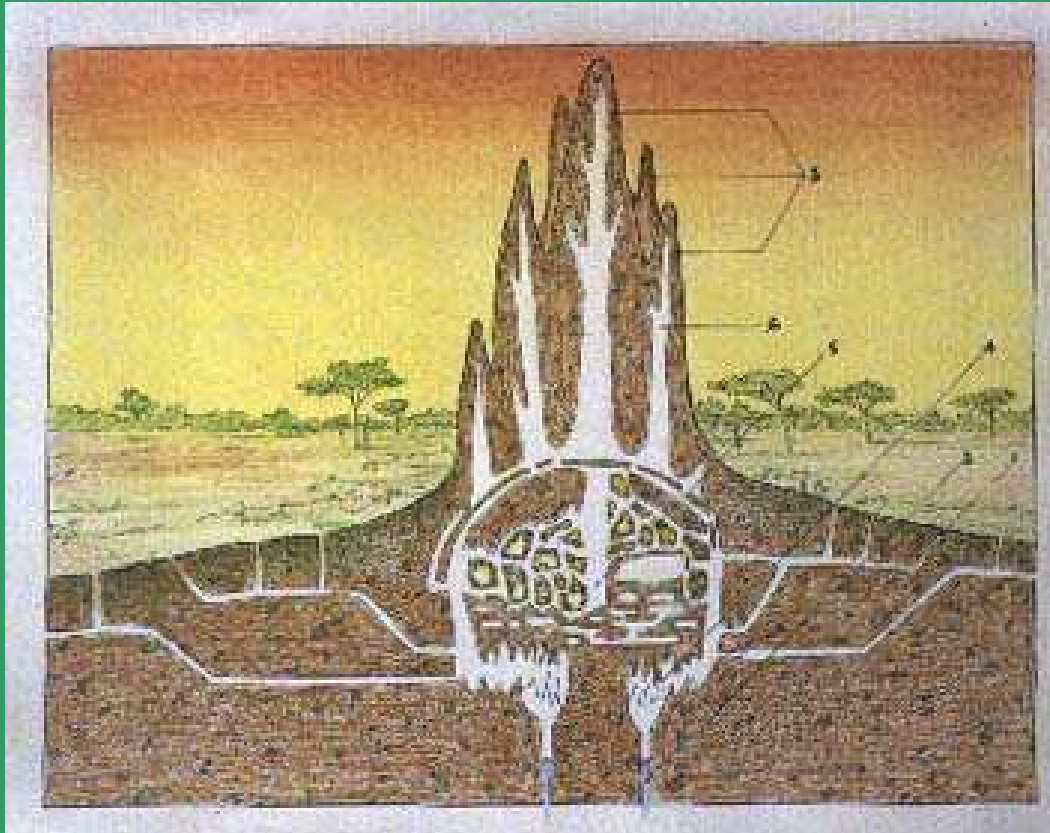


Fig. 2. BiPV energy payback periods (high embodied energy and electrical-based thermal output scenario). N.B. '0' years = embodied energy.



## Termitière



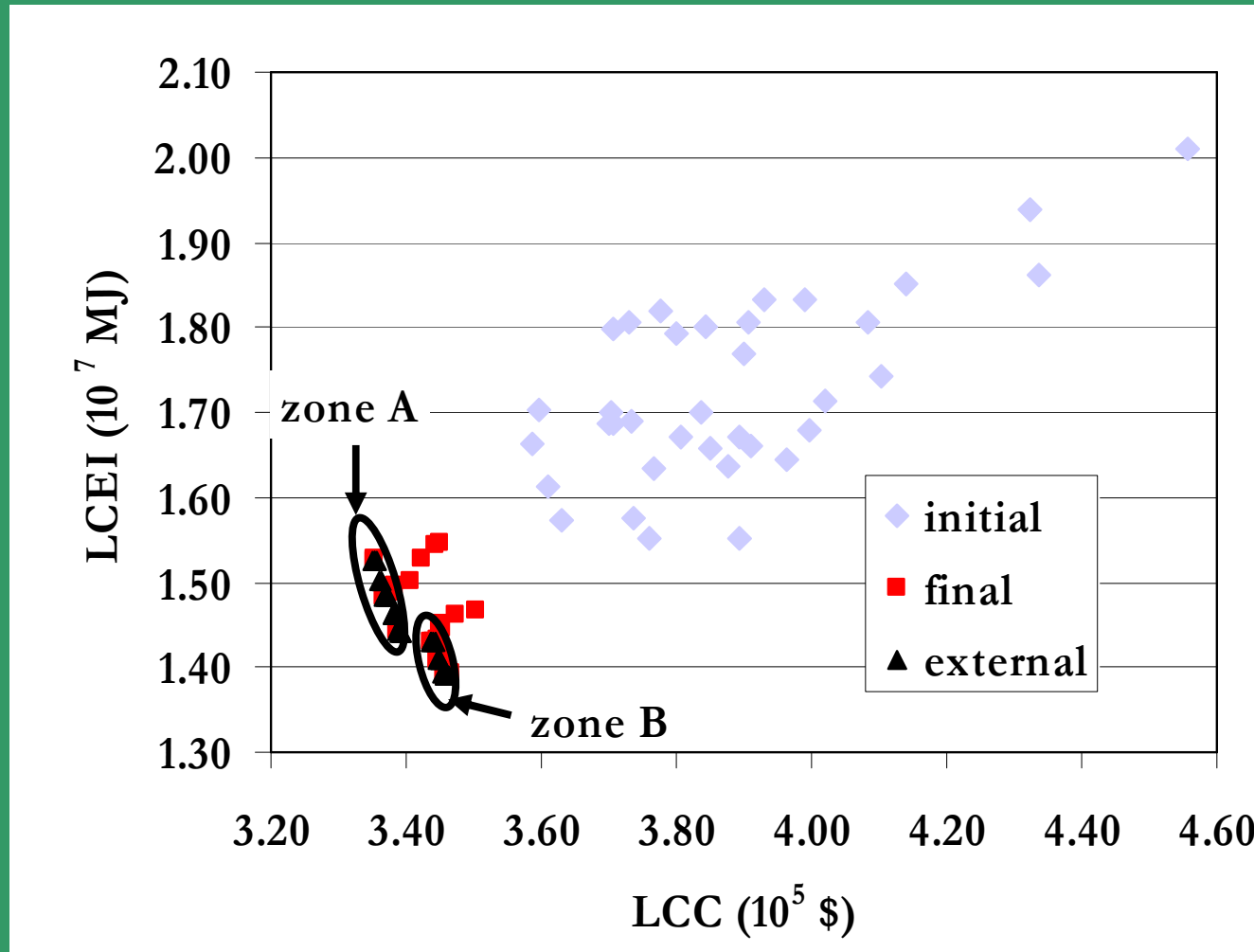
E. Tsui. Evolutionary Architecture. 1999.



[http://www.exchangedlife.com/Creation/african\\_macroterm.htm](http://www.exchangedlife.com/Creation/african_macroterm.htm)



## Optimisation des bâtiments par algorithme génétique



Weimin et al (2005)

