



**Réduire la consommation d'énergie
en minimisant la production d'entropie**

Alexandre ROJEY



Réduire la consommation d'énergie, Fondation Tuck en minimisant la production d'entropie

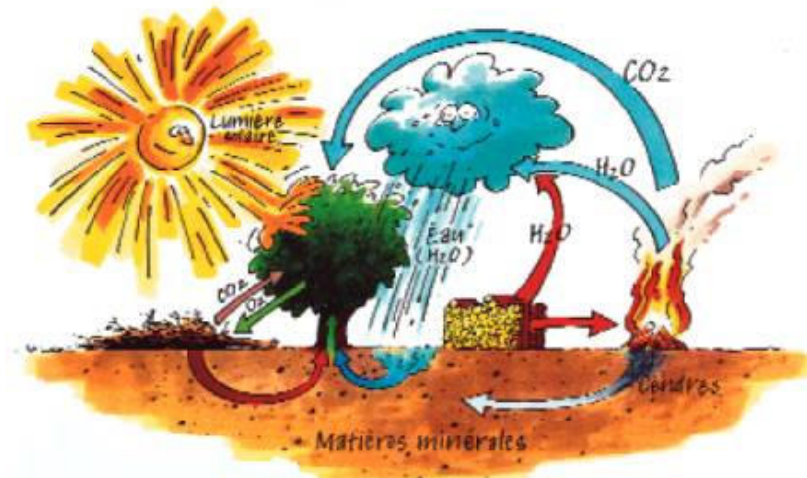
idées

- **Énergie, entropie et exergie**



- **Réduction de la consommation d'énergie**

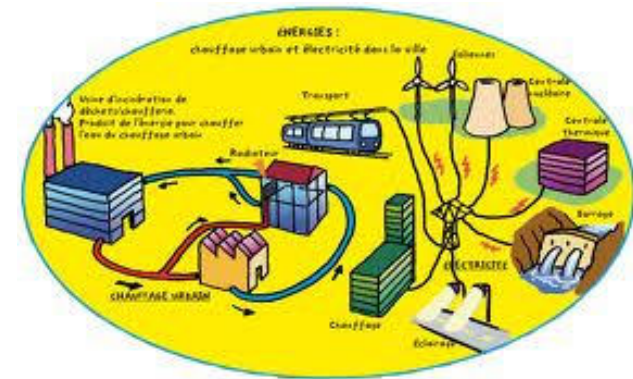
- **Perspectives à long terme**





Énergie, entropie et exergie

- **Intervient dans tous les secteurs**
- **Remplace le travail musculaire**
Hydraulique et éolien
- **Se conserve mais se dégrade**
Production d'entropie (Georgescu-Roegen)



Production d'entropie π



- L'énergie d'un système fermé et isolé se conserve, mais l'entropie augmente par suite des irréversibilités thermodynamiques.
- Les irréversibilités thermodynamiques, en générant de l'entropie, réduisent la part de l'énergie convertible en travail (exergie). Le reste est perdu sous forme de chaleur dans le « gouffre entropique »
- Sources d'irréversibilité:
 - Mécaniques**, dues au frottement (surfaces solides ou comportement visqueux des fluides)
 - Thermiques** dues à des chutes de température au cours d'un processus de transfert de chaleur ou de mélange entre des fluides de température différente.
 - Mélange** entre fluides de composition différente.



$$E_{xe} = |E_{xs}| + T_0 \pi$$

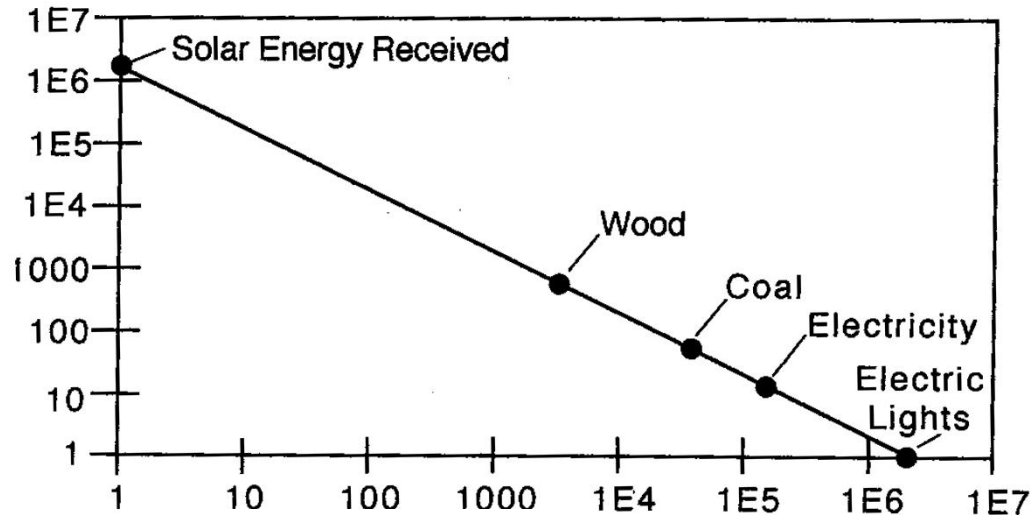
$$\eta_{ex} = \frac{|E_{xs}|}{E_{xe}}$$

$$Q (1 - T_0/T)$$

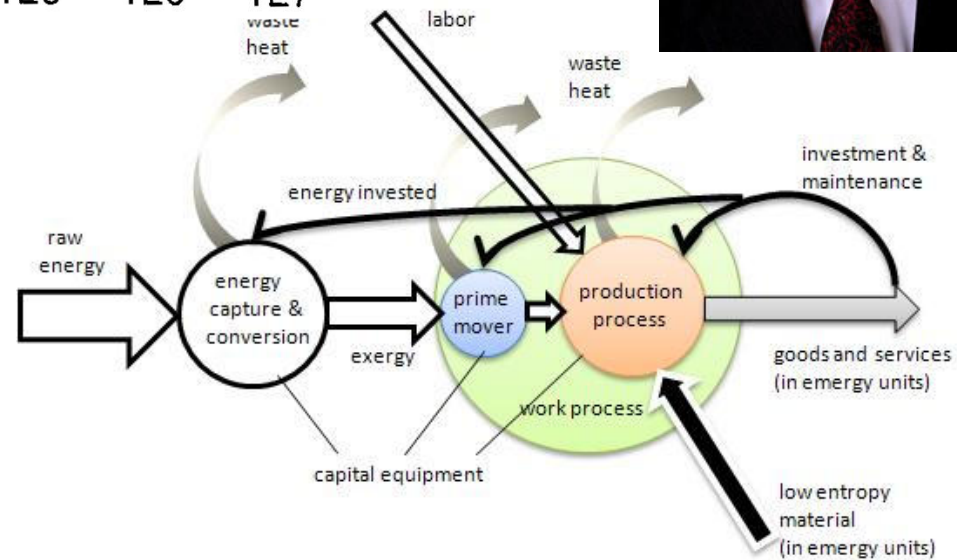
$$W$$

$$(\Delta H_i^* - T_0 \Delta S_i^*)$$

Pertes en cascade - Énergie



Howard Thomas Odum





Réduction de la consommation d'énergie



Fondation Tuck

Réduire la production d'entropie: implications



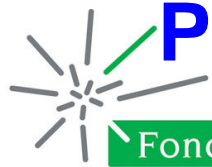
- Réduire la consommation d'énergie,
c'est réduire la production d'entropie



- Réduire toutes les irréversibilités
mécaniques, thermiques, mélanges

- La chaleur ambiante est disponible en
quantités illimitées





Produire de l'énergie en réduisant la production d'entropie

Fondation Tuck



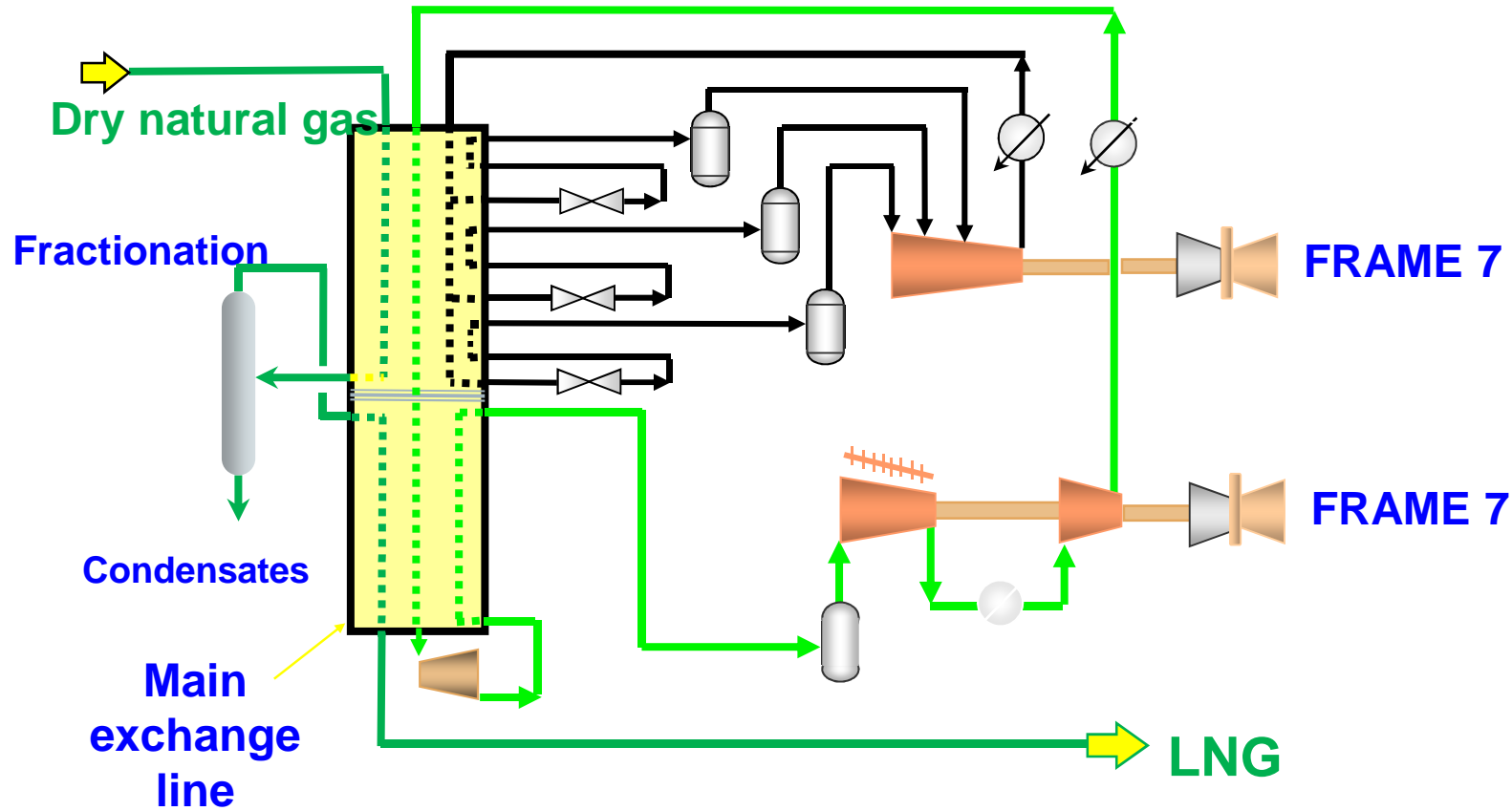
Énergie hydraulique



Éolienne



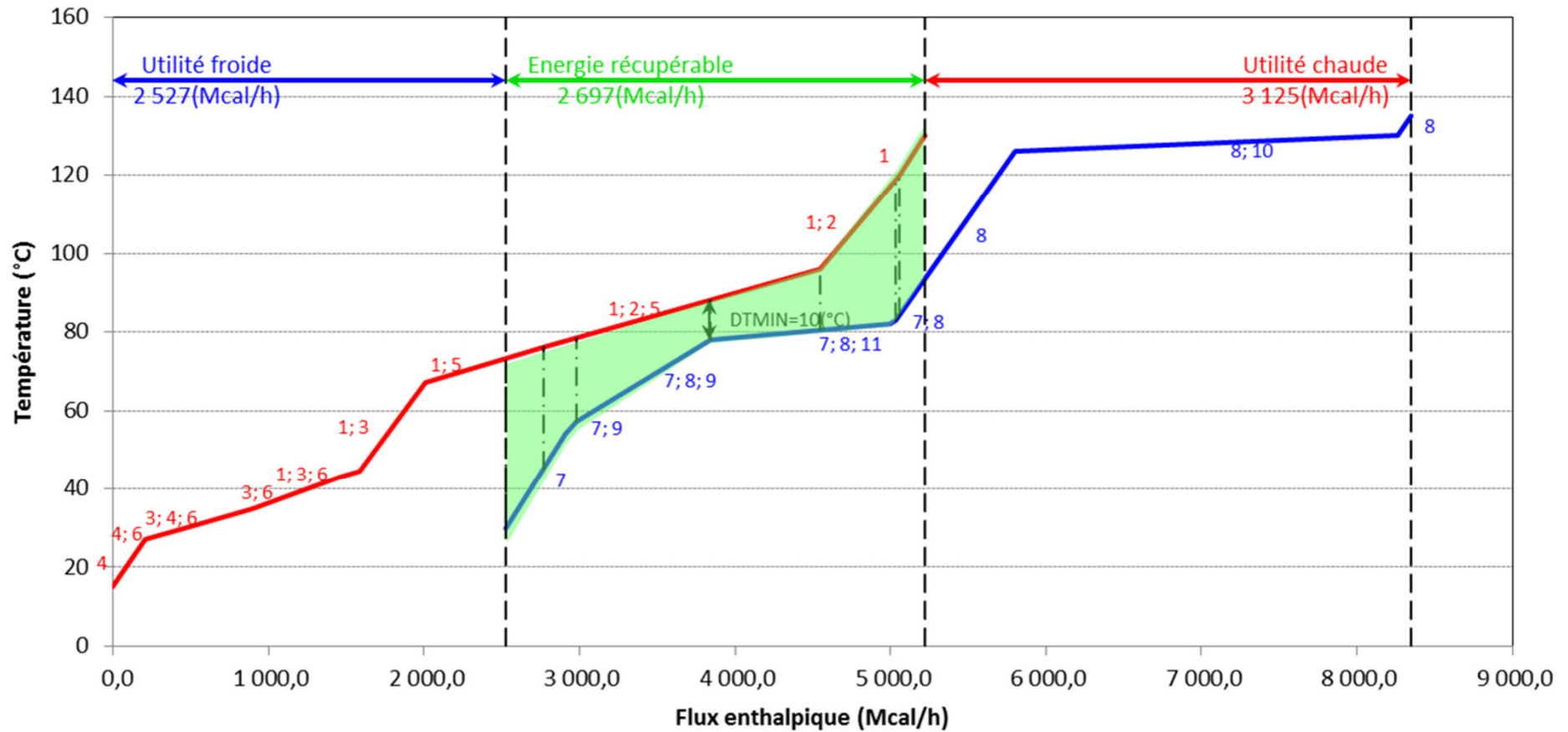
Réduire les irréversibilités Procédé *Liquefin*

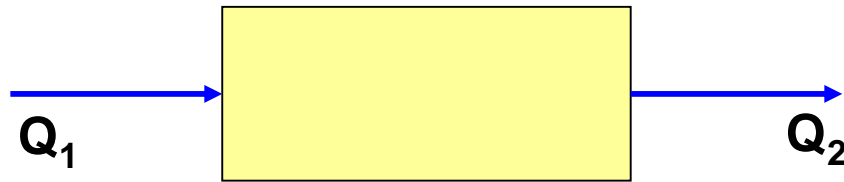


Rendement exergetique: 30 → 40%

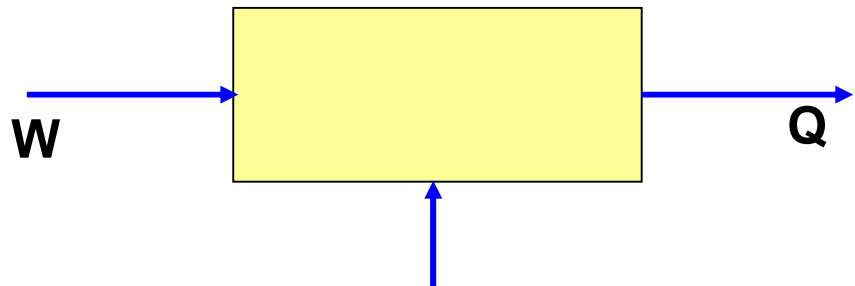
Autoconsommation: 15 → 10%

Courbes composées (TQ)

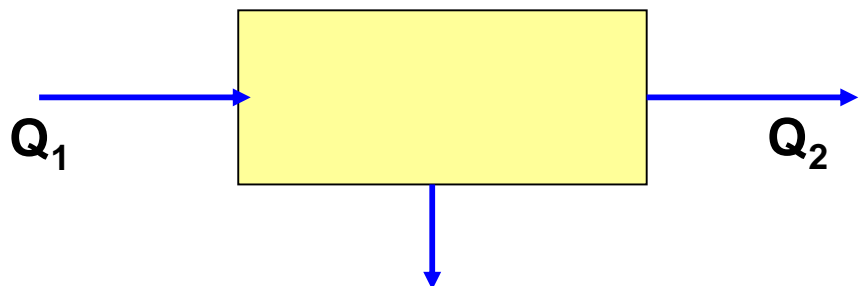




Chauffage direct à 50° C
 $\eta_{\text{ex}} = 8\%$



PAC
COP = 3

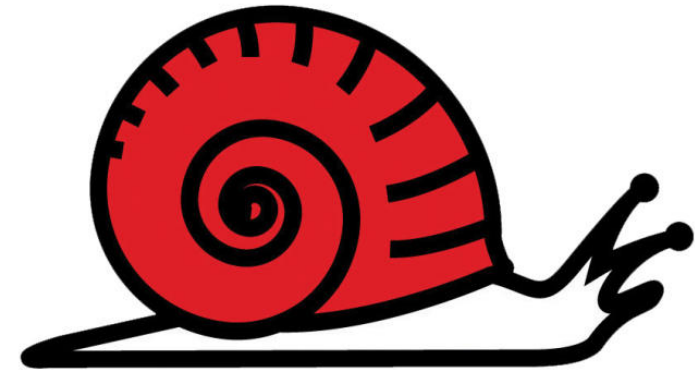


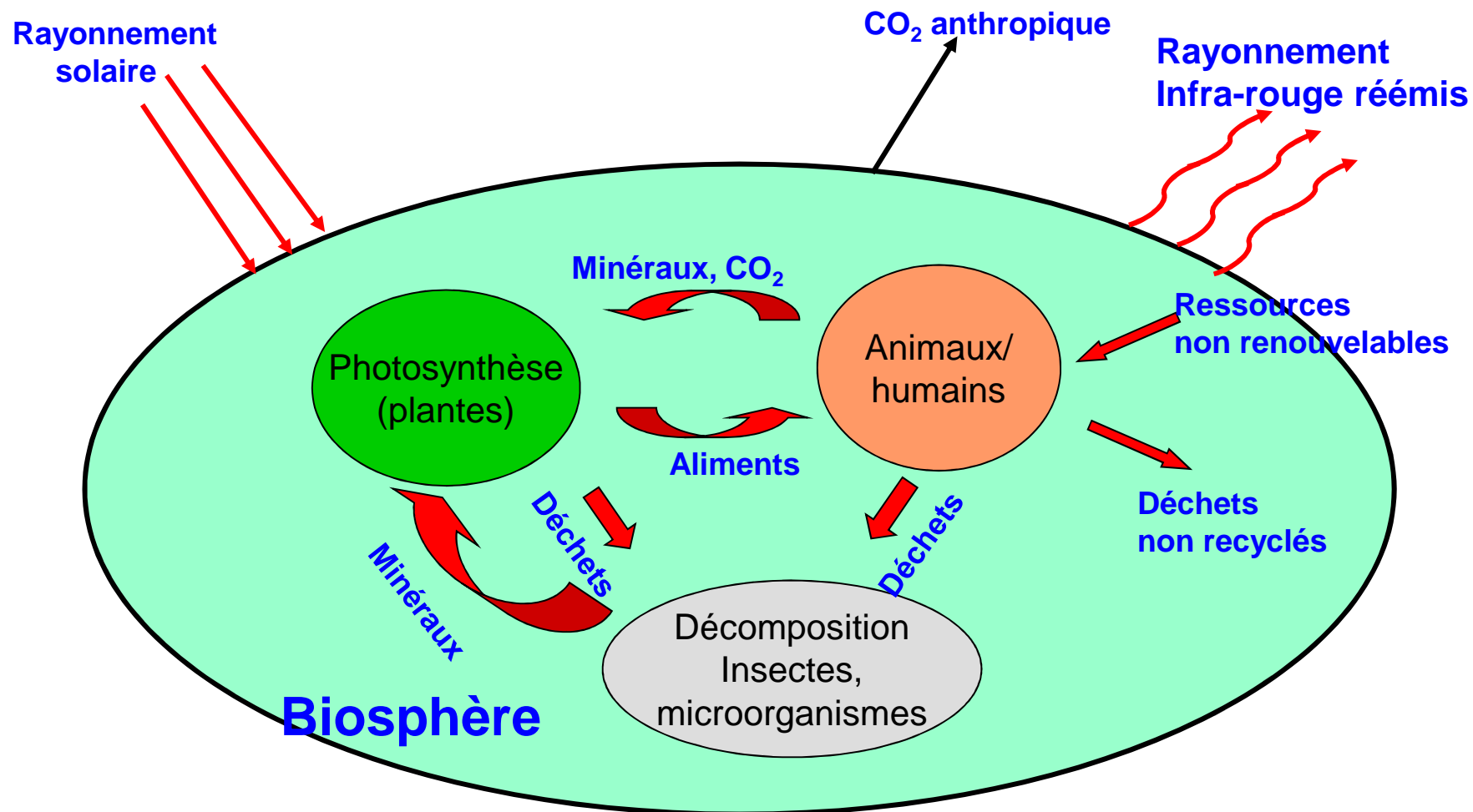
Thermotransformateur 100 → 130° C
 $Q_2 (1 - T_0 / T_2) = \eta_{\text{ex}} Q_1 (1 - T_0 / T_1)$
 $Q_2 / Q_1 = 0,77 \eta_{\text{ex}}$



Perspectives à long terme

- Toute activité humaine génère de l'entropie, c'est-à-dire plus de désordre (Georgescu-Roegen)
- Faire preuve de sobriété (frugalité)
- Améliorer l'autonomie et la résilience des communautés humaines
- Rechercher la qualité de vie: « sobriété heureuse », ralentissement du rythme de vie





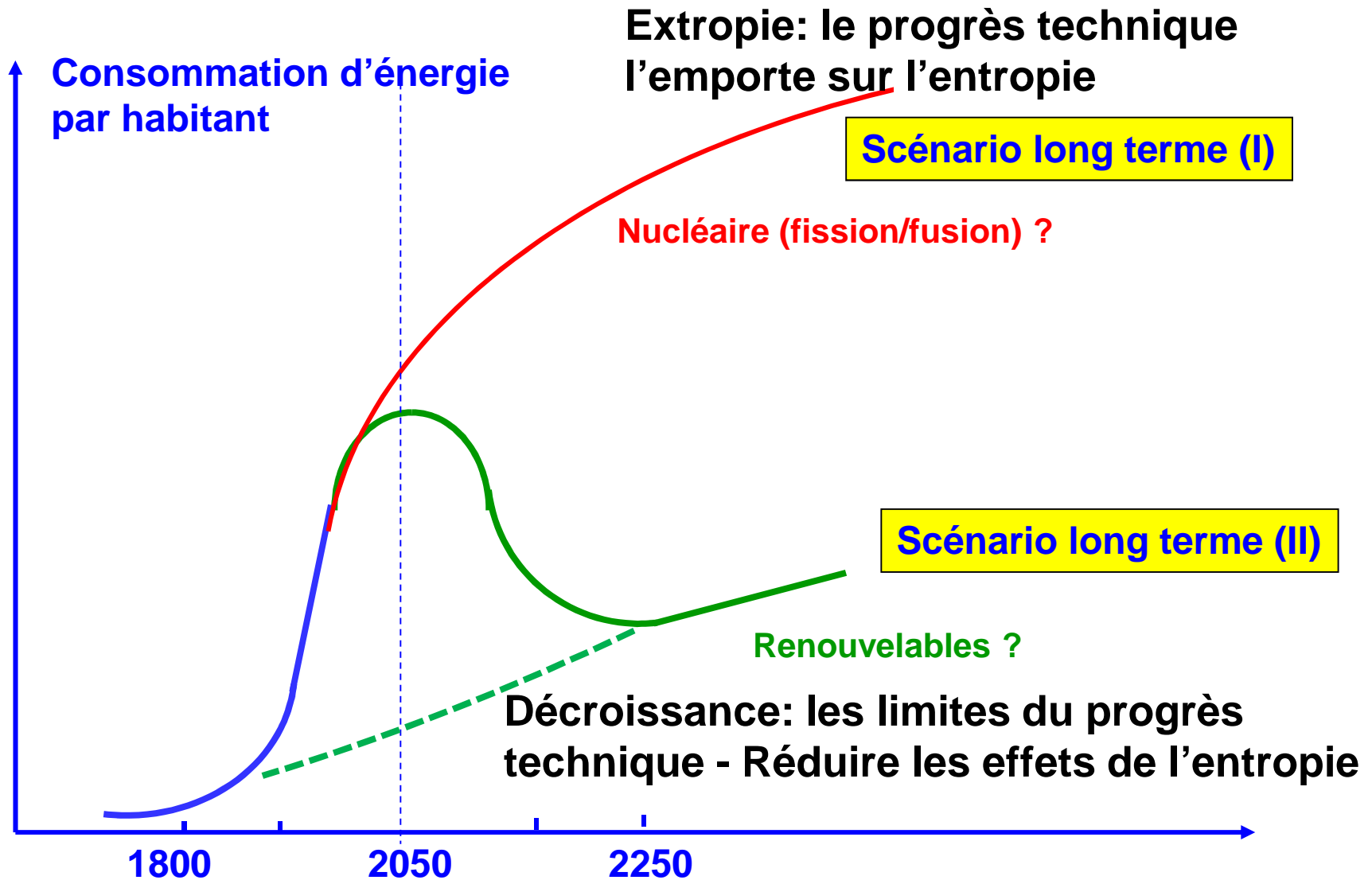


Ecosphère

Un apport continu d'énergie à un système fermé (mais non isolé) permet de compenser la génération d'entropie à l'intérieur du système



Biosphère II





Think Tank

iDées