Cycle de formation énergie-environnement

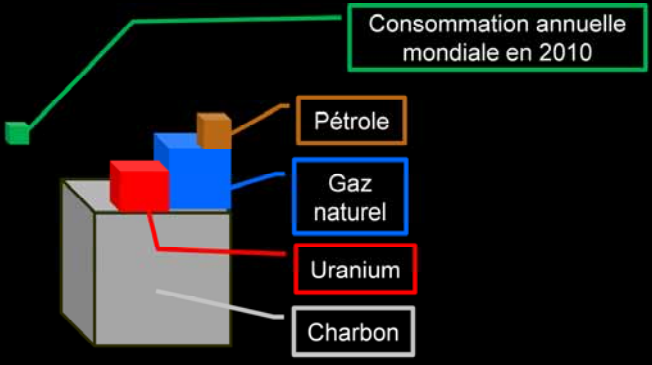
EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LES BÂTIMENTS
Espoirs et limites

Claude-Alain ROULET
Professeur titulaire
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

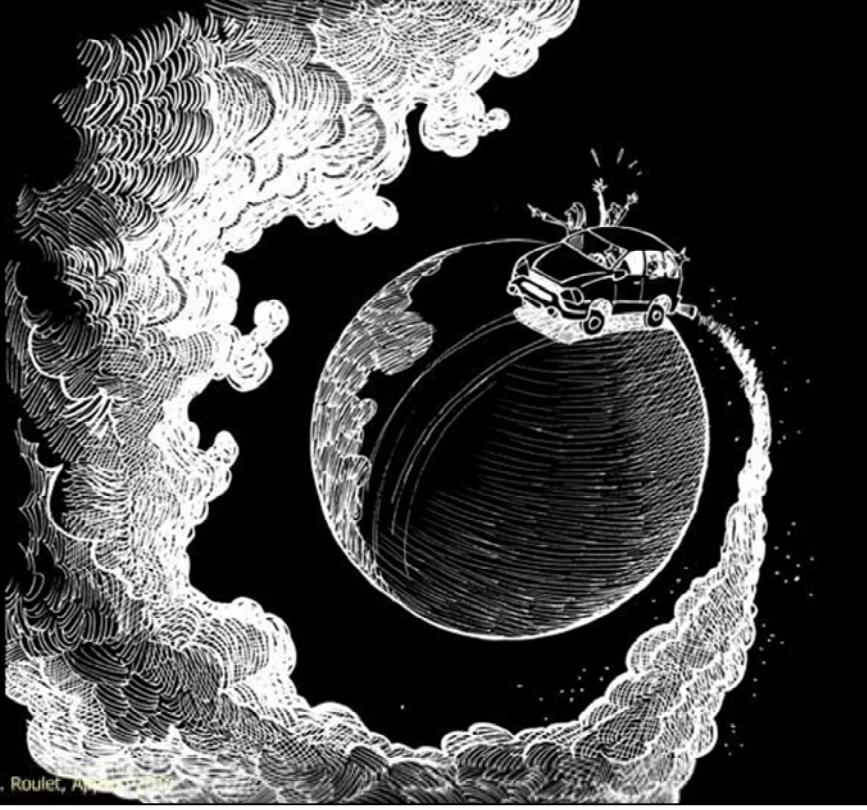
Le vaisseau spatial « Terre »

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Les ressources énergétiques

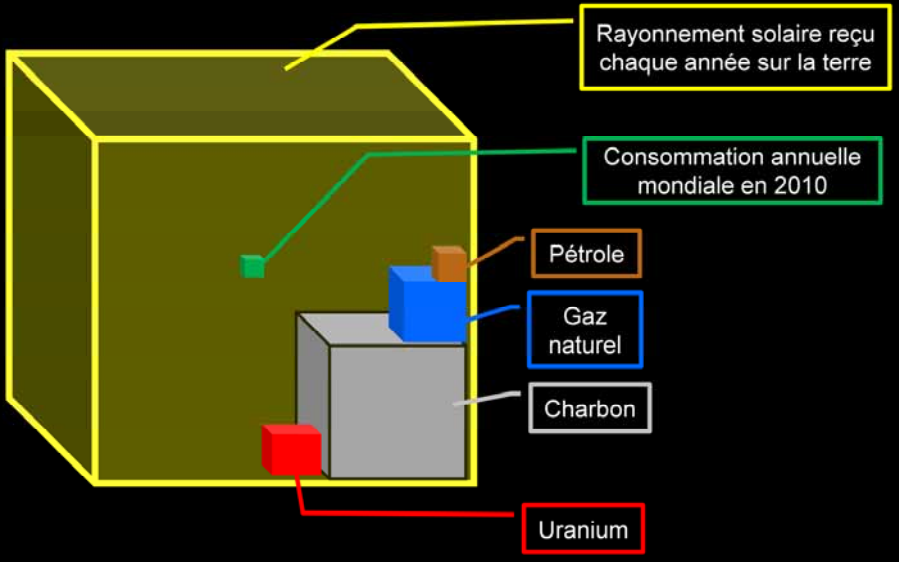


© Claude-A. Roulet, Apples, 2010



© Claude-A. Roulet, A

Les ressources énergétiques



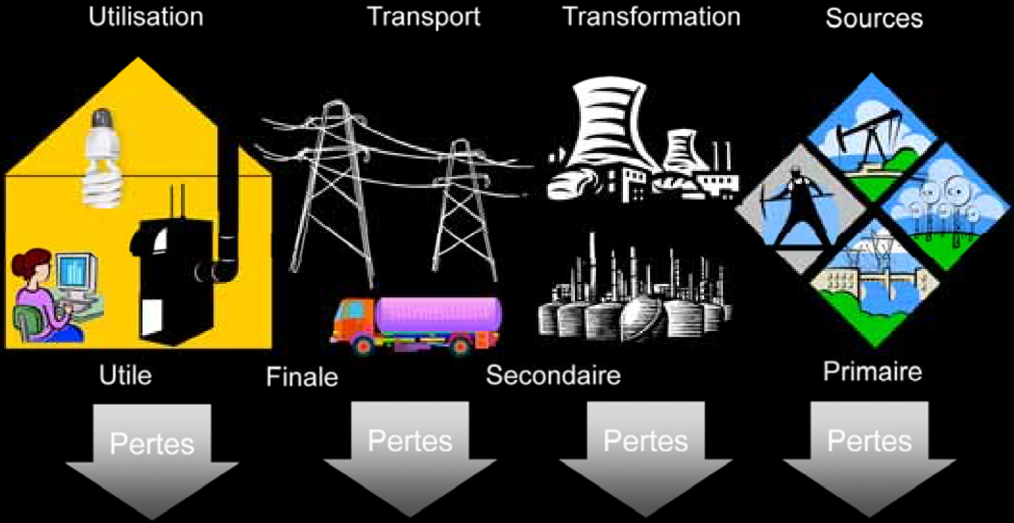
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Utilisation actuelle de l'énergie

- Actuellement, l'essentiel de l'énergie consommée sert à compenser des pertes:
  - Maintenir le climat intérieur
  - Vaincre des frottements
- ou à fournir des prestations inutiles:
  - Maintenir des services inutilisés
  - Offrir des biens et services non demandés
  - Mal utiliser les ressources disponibles

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

De l'énergie primaire à l'énergie utile



Efficacité énergétique

Quantité et qualité de biens et de services que l'on peut obtenir en consommant une quantité donnée d'énergie primaire.

Si les biens et services sont quantifiables:

$$\frac{\textit{Quantité de biens ou de services}}{\textit{Quantité d'énergie primaire utilisée}}$$

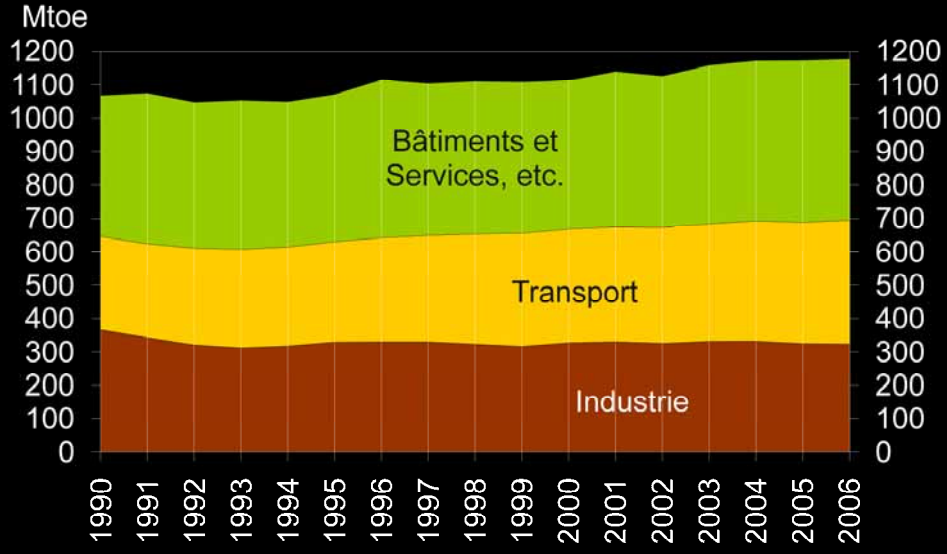
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Efficacité énergétique

- Une amélioration de l'efficacité énergétique est le seul moyen permettant de maintenir, voire d'augmenter notre train de vie tout en réduisant la consommation d'énergie.

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Consommation d'énergie en Europe



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

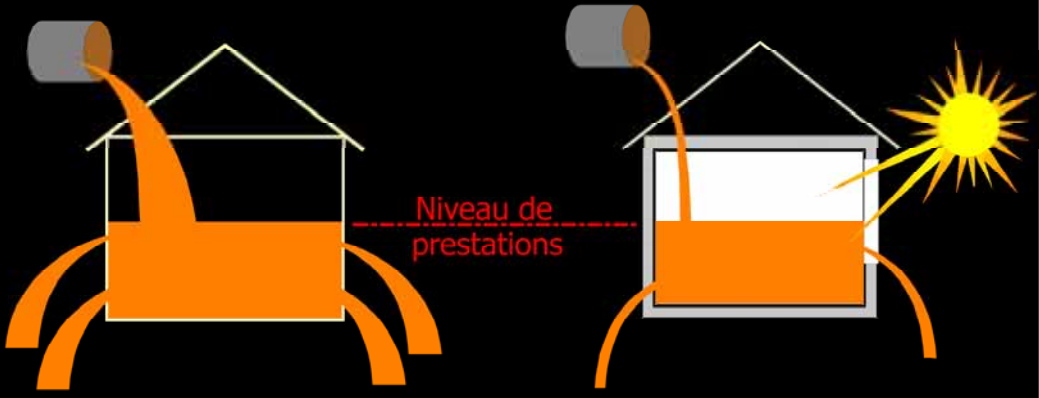
Source: Eurostat, May 2008

Le bâtiment consomme de l'énergie pour:

- Maintenir une température ambiante confortable malgré les variations climatiques
- Éclairer lorsque l'éclairage naturel fait défaut
- Ventiler les locaux
- Fournir de l'eau chaude
- Mobilité (ascenseurs, escalators)
- Communiquer
- Produire des biens et des services
- etc.

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Le bâtiment est un tonneau percé



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

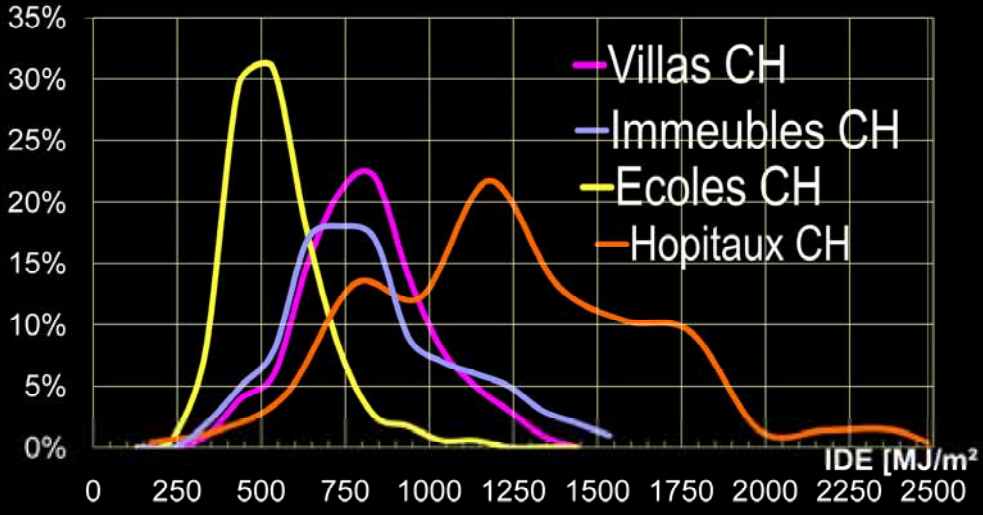
Indice de Dépense d'Énergie

$$IDE = \frac{\text{Consommation annuelle d'énergie}}{\text{Surface brute de plancher chauffé}} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

Norme SIA 416

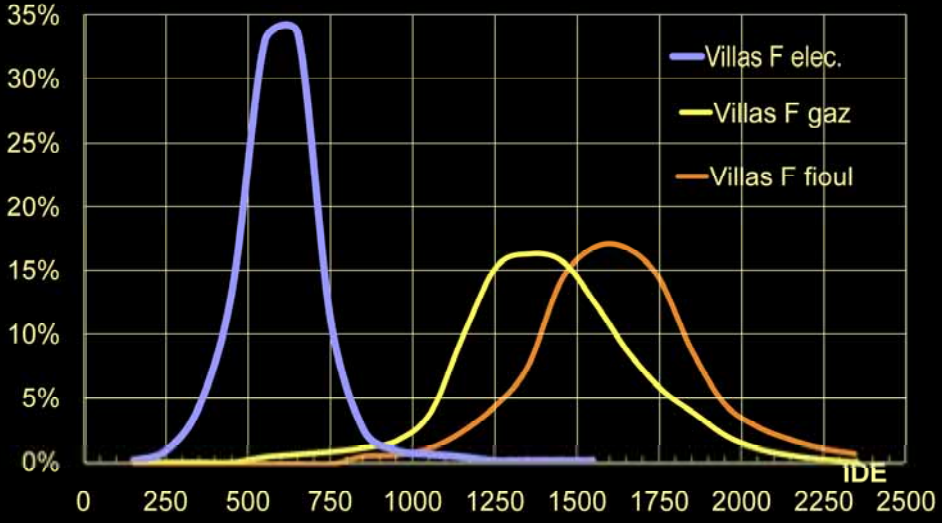
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Indices de Dépense d'Energie en Suisse



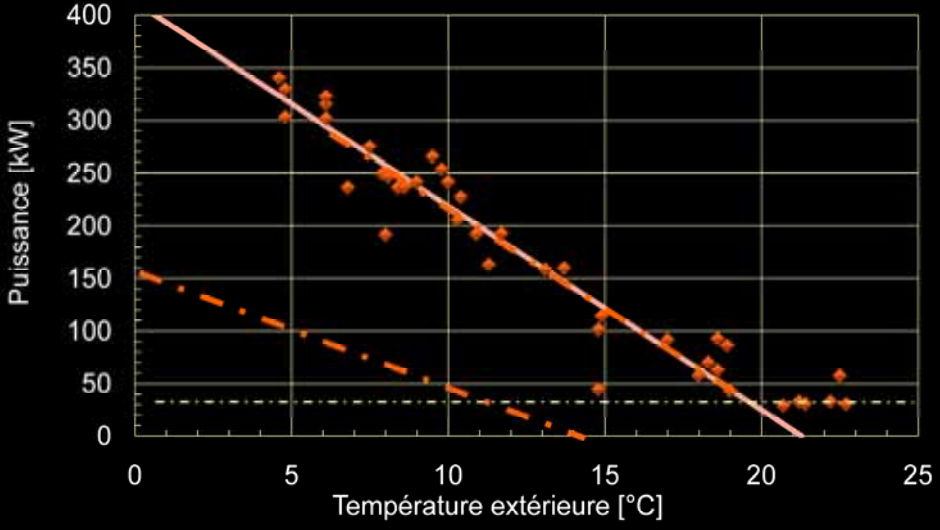
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

IDE en France



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

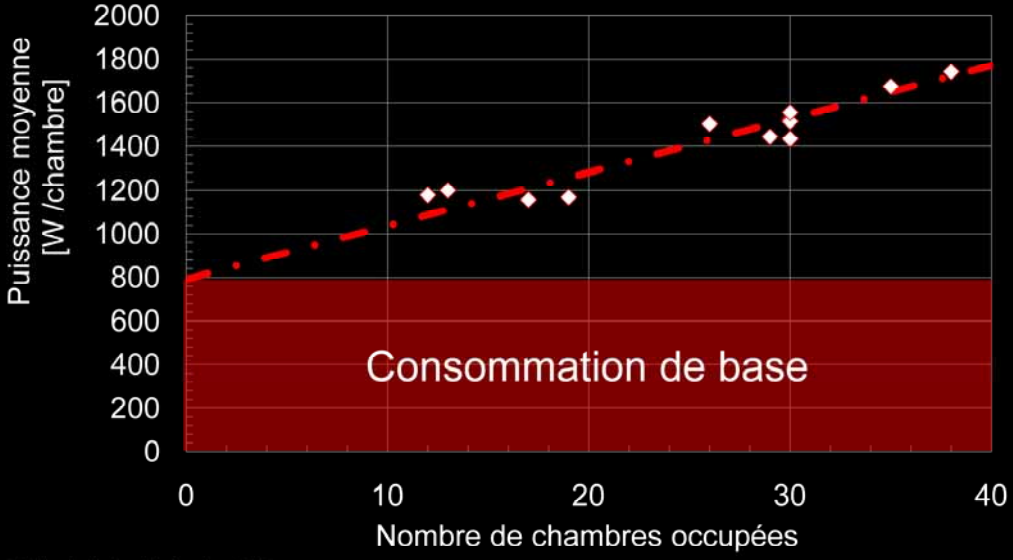
Signature énergétique, chauffage



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Signature électrique, hôtels

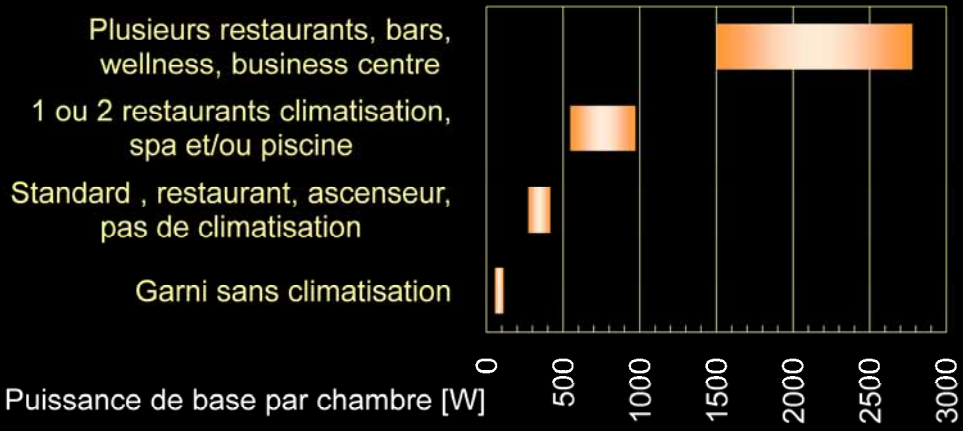
Ch. Weinmann, S. Pache, F. Gass



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Electricité de base dans les hôtels

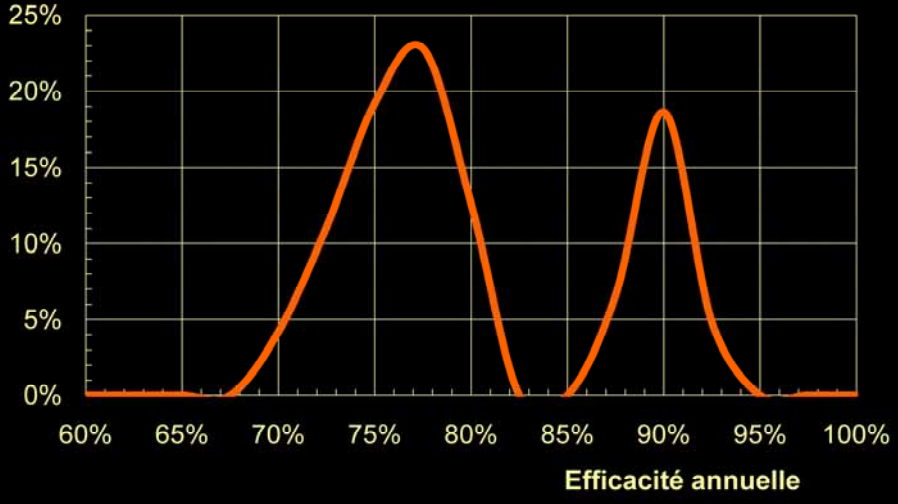
Ch. Weinmann, S. Pache, F. Gass



Puissance variable: de 200 à 3'300 W/chambre occupée

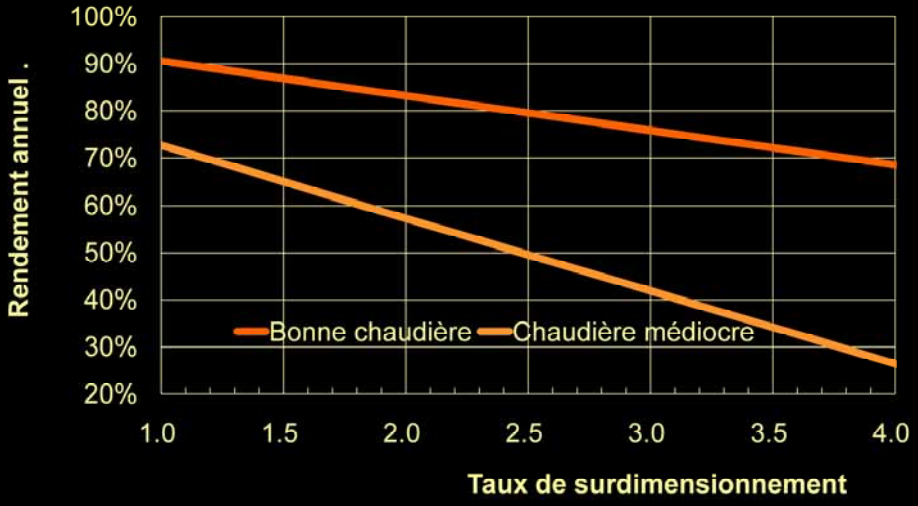
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Rendement de chaudières à gaz européennes



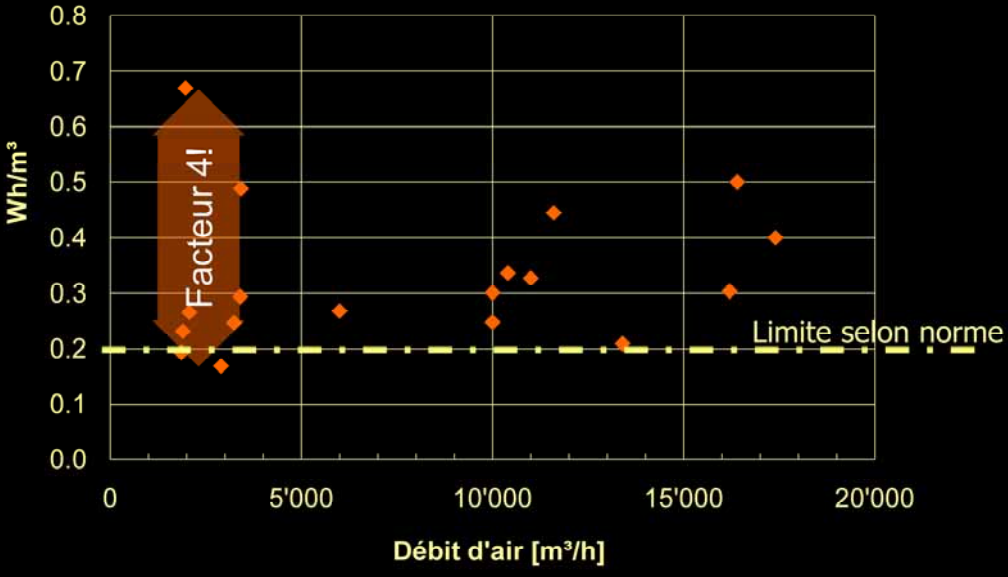
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Efficacité annuelle de chaudière



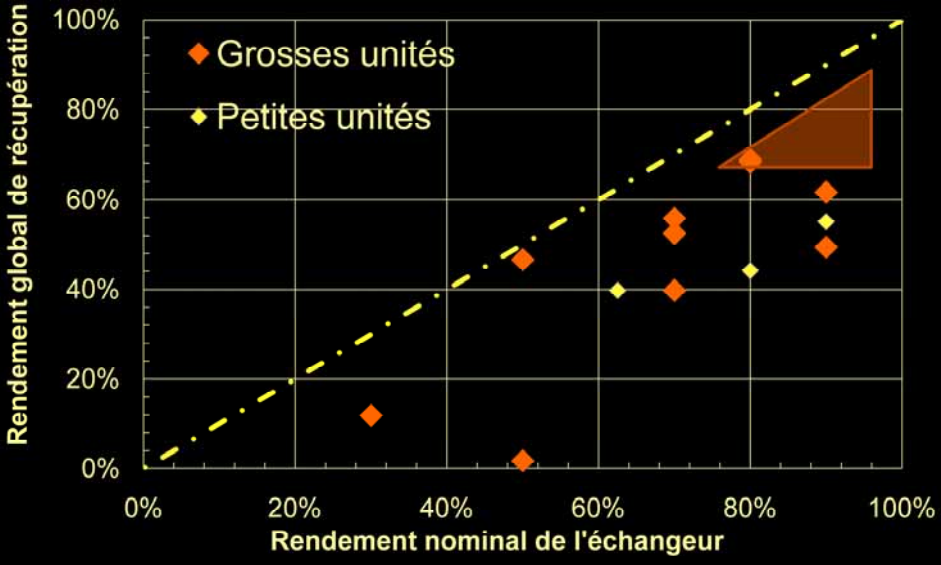
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Energie de ventilation



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Récupération de chaleur dans l'air extrait

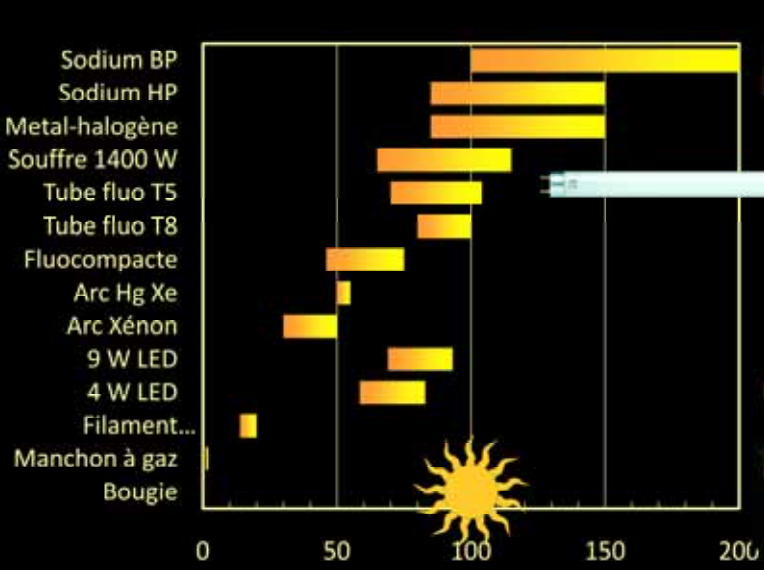


© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Eclairage

© Claude-A. Rouiet, Apples, 2010

Efficacité lumineuse



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Consommation en veille

Appareil	Puissance en veille (W)	Consommation annuelle (kWh/an)
Micro-ondes	2 à 6	18 à 52
Ordinateur	3 à 11	26 à 96
Fax	8 à 11	70 à 96
Télévision	8 à 13	70 à 114
Magnétoscope	5 à 19	44 à 166
Chaine HiFi	0 à 18	0 à 158

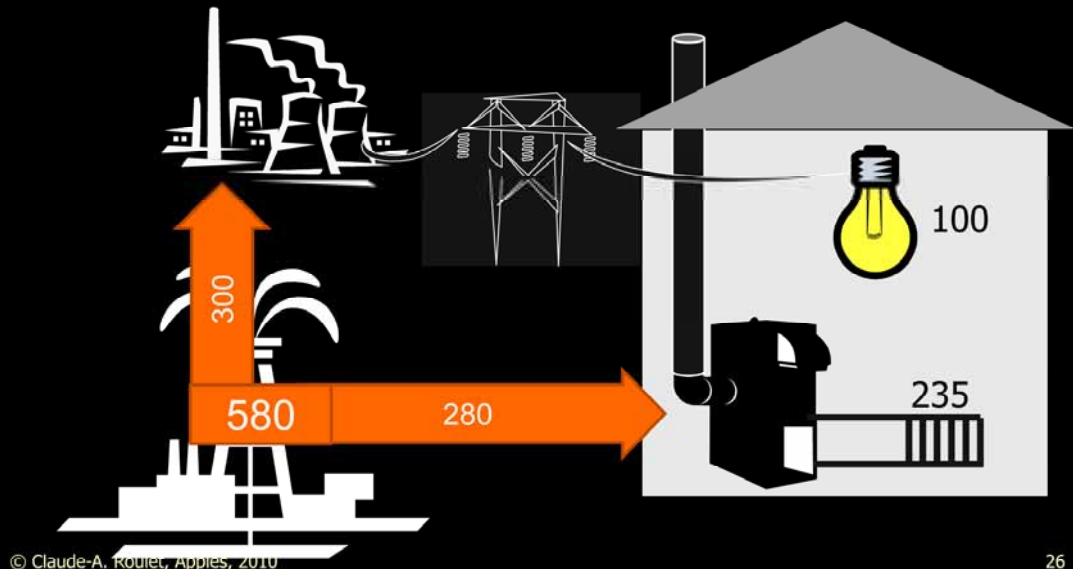
Source: AGENA Contact n. 36

EU: 6.3% de la consommation, > 20 TWh/an ou 2'300 MW!

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Efficacité globale
Distribution « classique »

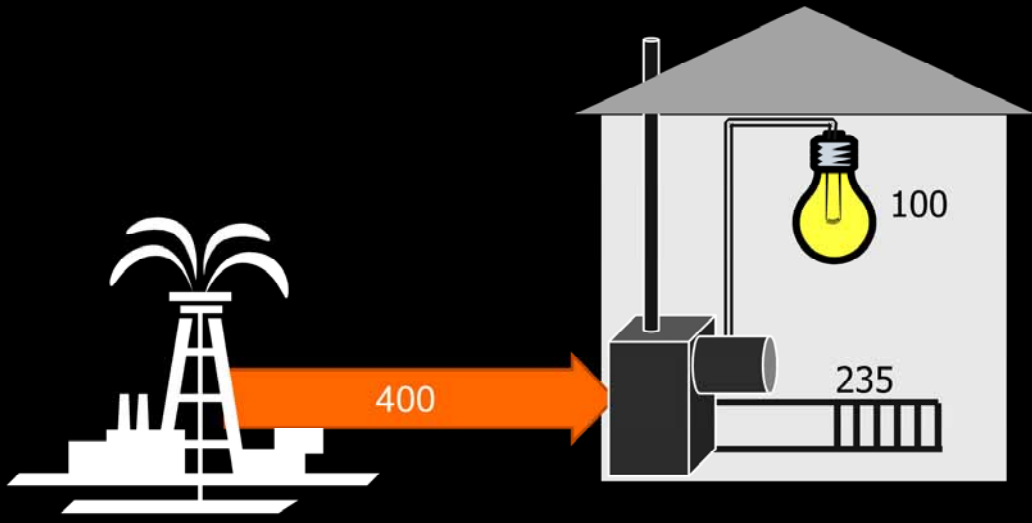
58%



© Claude-A. Roulet, Applies, 2010

Efficacité globale
Cogénération

84%



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Contrôle de l'environnement intérieur

Mesures passives

Mesures architecturales et constructives permettant d'atteindre naturellement le but poursuivi

Mesures actives

Mesures technologiques permettant d'atteindre le but poursuivi par des actions mécaniques

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Mesures passives

- Distribution des volumes
- Emplacement des ouvertures
- Isolation thermique
- Ventilation naturelle
- Refroidissement passif
- Chauffage solaire passif
- Isolation et absorption acoustiques
- Éclairage naturel
- Etc.

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Mesures actives

- Chauffage local ou central
- Ventilation mécanique
- Conditionnement d'air
- Musique d'ambiance
- Eclairage artificiel
- Images sur écrans
- Etc.

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Avantages et inconvénients

Mesures passives

- Bon marché
- Pas d'énergie
- Pas de panne
- Disponibilité
- Contrôle

Mesures actives

- Cher
- Energivore
- Tombe en panne
- Disponibilité
- Contrôle

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Stratégie

Pousser les mesures passives aussi loin que raisonnablement possible

Pallier les insuffisances avec des mesures actives efficaces

Réduit la dimension et le coût des mesures actives
Donne souvent plus de liberté dans la conception

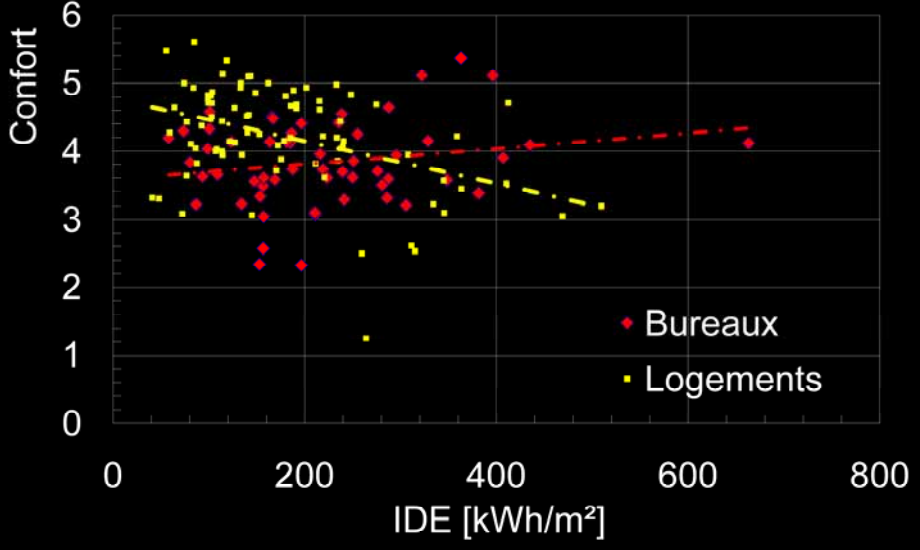
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Efficacité énergétique du bâtiment

- isolation thermique
- protections solaires mobiles (contrôle)
- vitrages clairs et isolants
- étanchéité à l'eau et à l'air
- ventilation contrôlée
- installations « classe A »
- sources renouvelables

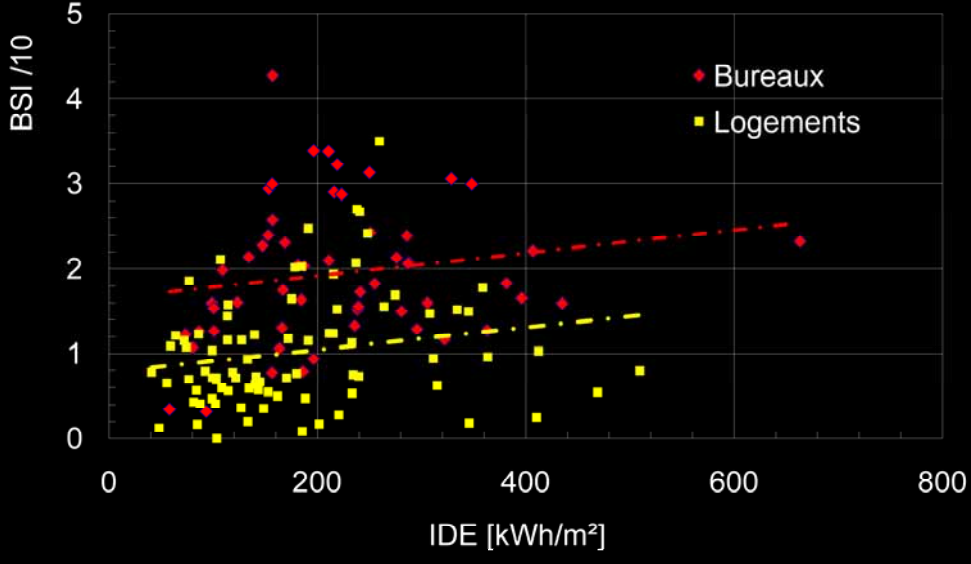
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Energie et confort



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Energie et bien être



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Limites de l'efficacité énergétique

- Limites physiques
- Limites politico-sociales
- Limites économiques

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Limites physiques

De l'énergie est nécessaire pour agir

- On ne peut pas réduire la consommation à zéro.

Rendement

- … est toujours inférieur à 100 %!

Limite de Carnot

- La quantité d'énergie mécanique que l'on peut tirer de sources de chaleur est limitée.

Solution: **sources renouvelables**

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Limites politico-sociales

Résistance au changement

- « tout va bien come ça!!! »

Il y a encore des réserves

- « on découvre plus qu'on consomme »
- « il nous en reste pour au moins 100 ans! »

Planification à court terme

- « ce n'est pas rentable »
- « l'économie va en souffrir »
- « pas avant 2020… »

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Limites économiques

- Investissements lourds
  - Coût immédiat élevé pour un retour à long terme.
- Disponibilité industrielle
  - Il n'est techniquement pas possible de tout changer tout de suite!
- Économie de marché
  - Le prix de l'énergie est fixé par le marché
  - Le marché fonctionne à très court terme
  - Le marché cherche à croitre à tout prix
  - La valeur intrinsèque et le coût des conséquences ne sont pas pris en compte

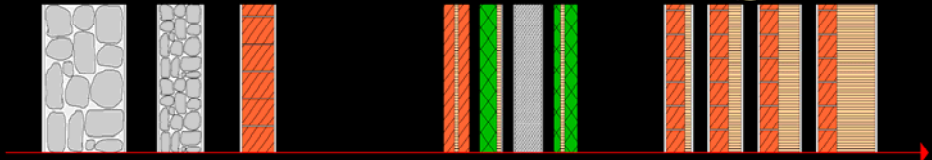
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

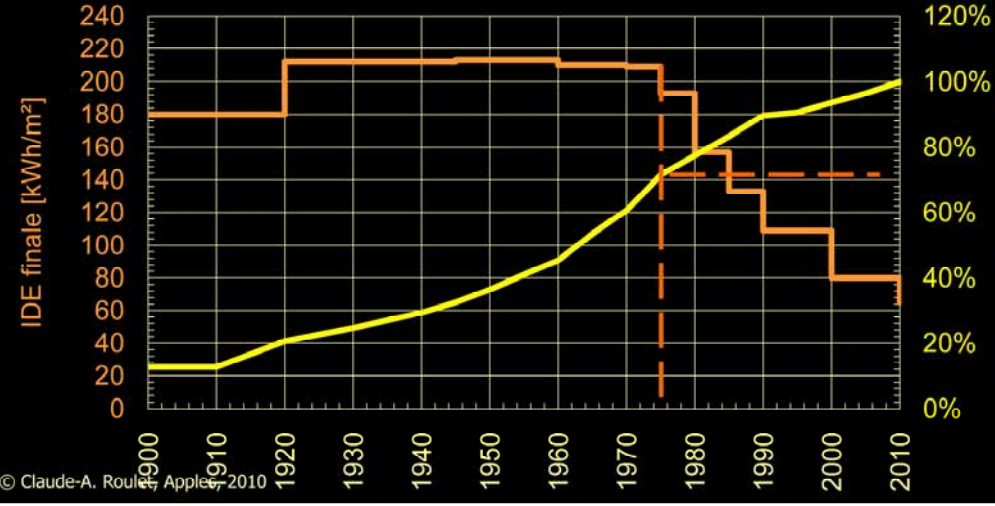
Petit historique

- 1940: « la femme suisse cuit à l'électricité »
- 1950 -1970: passage du charbon au pétrole
- 1972: premier choc pétrolier
- 1973: fondation de la SSES
- 1975: création du GRES, qui devient LESO en 1982
- 1978: 2ème choc pétrolier
- 1978-1990: Impulsprogram
- 1980: SIA 180/1 et 180/3
- 1988: SIA 380/1, révisées en 2001 et 2009
- 1998: fondation de Minergie®

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

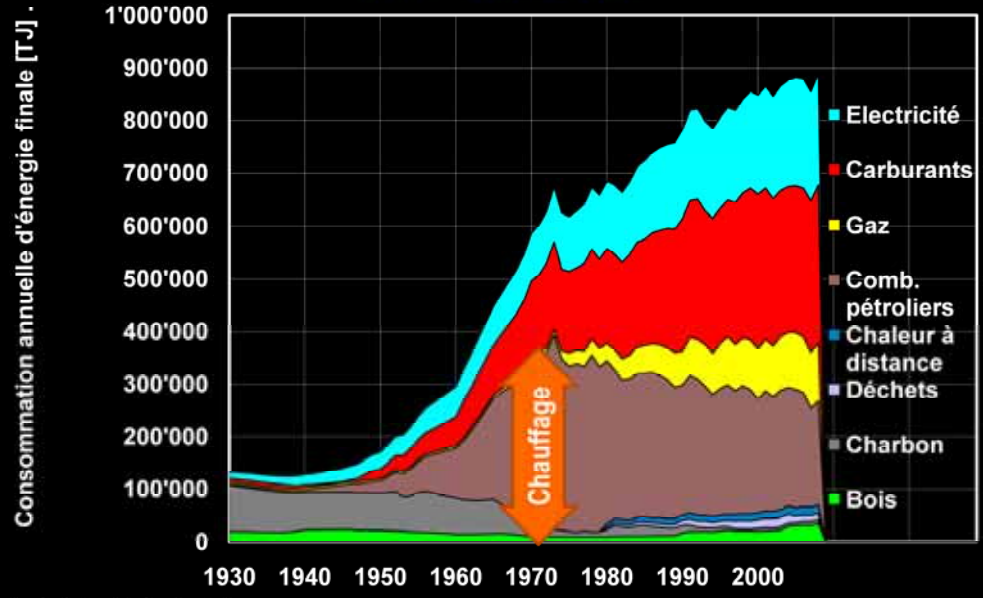
IDE Suisse - Chauffage





© Claude-A. Roulet, Appleby, 2010

Consommation d'énergie finale en Suisse



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

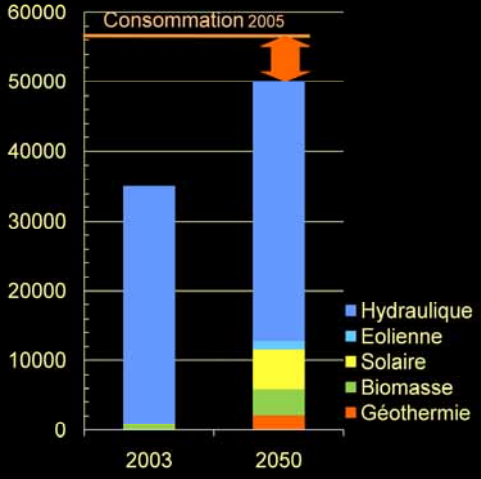
Le bâti et le futur

- Un bâtiment dure plusieurs dizaines d'années entre rénovations et encore plus jusqu'à sa déconstruction
- Les bâtiment d'aujourd'hui voient et verront la révolution énergétique
- La construction et la rénovation d'aujourd'hui doit donc viser l'efficacité énergétique maximale pour assurer le confort de demain, donc le maintien de la valeur du bâti.

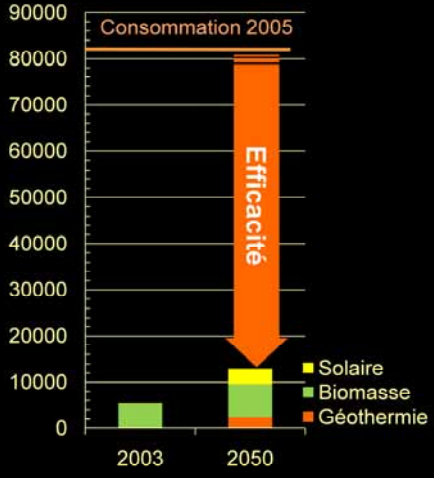
© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Potentiel du renouvelable (CH)

Electricité



Chaleur



Source: ASST/SATW

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

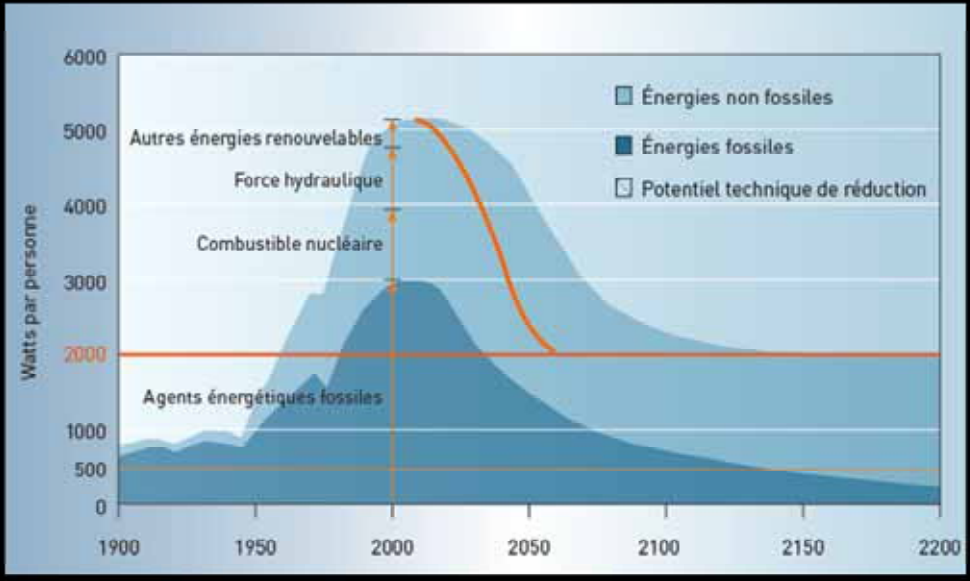
Société à 2000 Watts

2000 Watt, en terme de consommation primaire par personne et en moyenne permet d'assurer

- un équilibre entre les régions
- un bon niveau de vie à tous
- l'utilisation des seules sources renouvelables
- le développement durable.

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

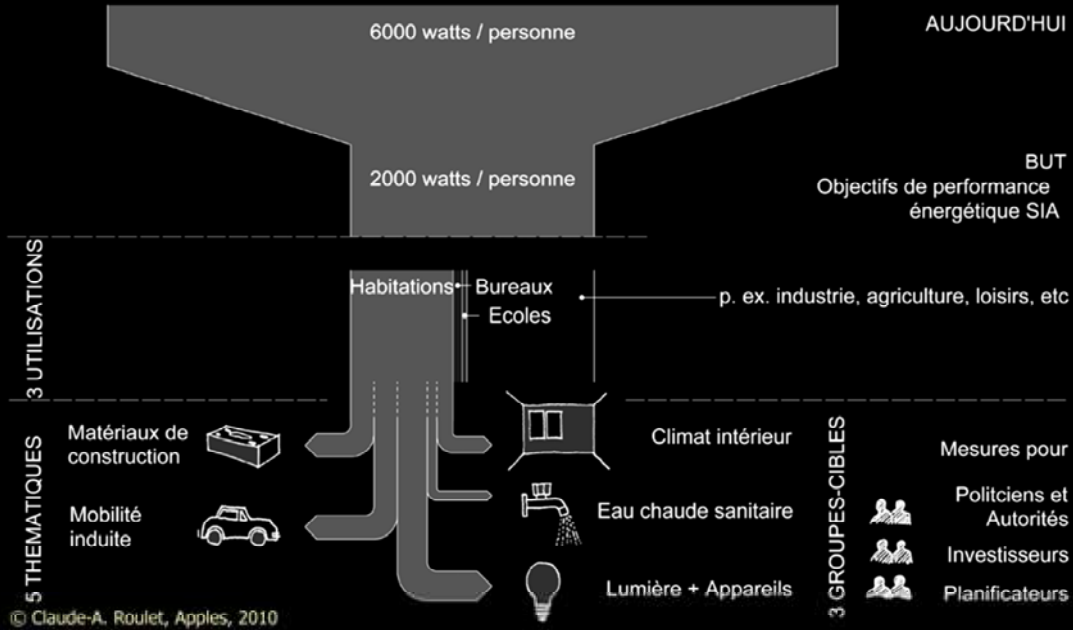
Vers une Société à 2000W



© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Source: Novatlantis

Société à 2000 Watts: Objectifs et performances selon SIA



L'efficacité énergétique…

nous donne un grand espoir:

- maintenir à long terme notre qualité de vie et le donner à chacun

a des limites

- physiques, sociales et économiques

Pour assurer les besoins résiduels

- Utiliser les sources d'énergie renouvelables
- Elles ont une limite: une fraction de 174'000 TW
- Limiter les besoins….

donc la population.

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

Claude-Alain Roulet

Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments

2e édition mise à jour et complétée

PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

INGÉNIERIE DE L'ENVIRONNEMENT

© Claude-A. Roulet, Apples, 2010

ADER

Association pour le développement des énergies renouvelables

L'énergie au futur

ÉDITIONS D'EN BAS