

## Impact des changements climatiques sur la demande de chauffage et la climatisation

Bernard Aebischer, CEPE, ETH Zürich

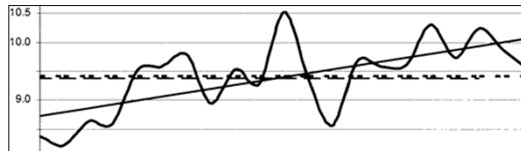
Colloque «Climatisation: confort, enjeux énergétiques, alternatives»  
21ème Journée du CUEPE, 7 octobre 2011



## Premières estimations pour la Suisse

Perspectives 2035 de l'office fédéral de l'énergie 2004-2007

- Scénarios politiques I-IV
- Variantes: PIB, prix de l'énergie, **changements climatiques (CC)**



Source: Hofer, 2007, p. 43

→ (OFEN, 2007)

CEPE = secteur tertiaire (services)

→ (Aebischer/Catenazzi, 2007) → (Aebischer et al., 2006, 2007)

## Définition de la variante CC

Variation de la température moyenne en 2035

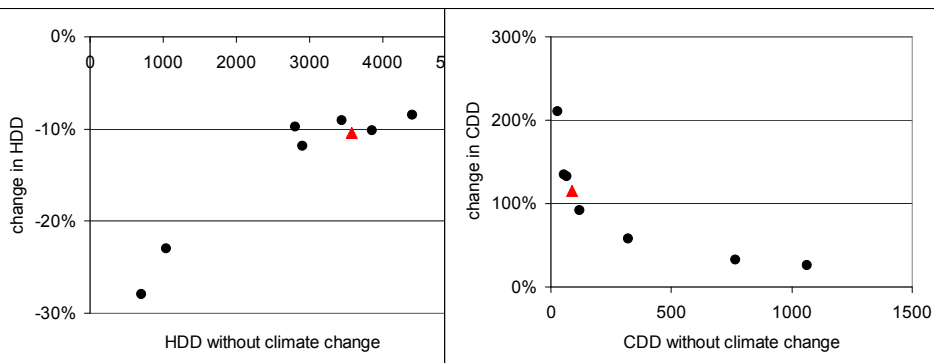
- +1 °C en hiver (septembre – mai)
- +2 °C en été (juin – août)
- → diminution des «degrés-jours (chauffage)» (HDD ou DD)
- → augmentation des «degrés-jours climatisation» (CDD)

Amélioration énergétique des bâtiments et des systèmes de chauffage et de climatisation comme scénarios référence

Pas de mesures d'adaptation, excepté augmentation accélérée de la surface climatisée!

3

Variation relative des HDD et des CDD en 2035 due aux changements climatiques pour différentes régions en Europe



4

## Impact sur la demande de chaleur

Analogue à la normalisation de la demande de chaleur pour des années avec des conditions climatiques différentes

Méthode traditionnelle «degrés-jours chauffage» (20, 12):

$$H_{CC} = H_{2005} + a * H_{2005} * (HDD_{CC} - HDD_{2005}) / HDD_{2005}$$

$$(H_{CC} - H_{2005}) / H_{2005} = a * (HDD_{CC} - HDD_{2005}) / HDD_{2005}$$

$$dH / H = a * dHDD / HDD , \text{ in } \%$$

$$\approx -10\%$$

5

## Impact sur la demande de froid (1)

Demande d'électricité pour la climatisation **sans CC**

- $EI_{clim} = surface_{clim} * el_{clim}$

- $surface_{clim}$

	2000	2005	2015	2025	2035
	Fraction of floor area				
<b>Office buildings</b>					
not cooled	47%	43%	33%	23%	14%
partially cooled	31%	35%	41%	48%	55%
fully cooled	22%	23%	26%	29%	32%
<b>Education</b>					
not cooled	90%	89%	86%	83%	81%
partially cooled	6%	7%	9%	11%	13%
fully cooled	4%	4%	5%	6%	6%

- $el_{clim}$

23 MJ/m<sup>2</sup>.year (6.3 kWh/m<sup>2</sup>.year) for partially air conditioned office buildings,

96 MJ/m<sup>2</sup>.year (26.7 kWh/m<sup>2</sup>.year) for fully air conditioned office buildings.

6

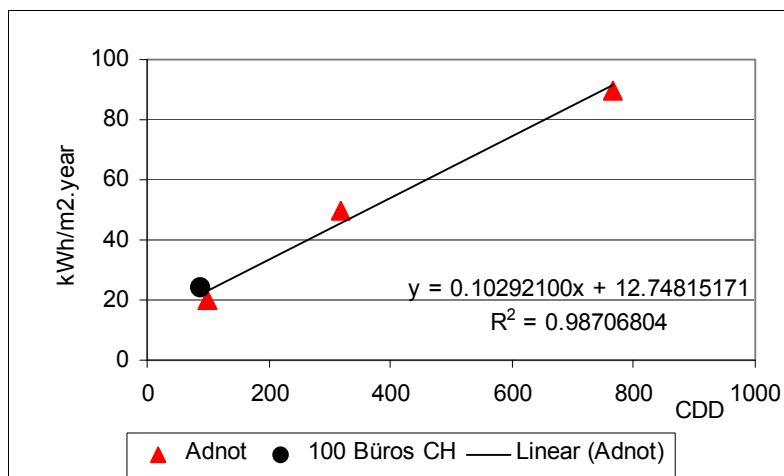
## Impact sur la demande de froid (2)

Variante CC: deux mécanismes:

1. Augmentation (plus rapide) de la surface climatisée
  - → hypothèses ad-hoc (pas seconde été 2003!)
    - 50% de la surface non-climatisée → climatisation partielle
    - 50% de la surface climatisée partiellement → climatisation intégrale
2. Augmentation de l'énergie moyenne unitaire
  - $el-clim_{CC} - el-clim_{2005} = 0.102921 * (CDD_{CC} - CDD_{2005})$ , en kWh/ m<sub>c</sub><sup>2</sup>.a

7

Energie moyenne pour la climatisation, en kWh/m<sup>2</sup>.a, de bâtiments de bureau à Londres, Milan and Séville. Source: Adnot, Henderson, CEPE



8

## Impact sur la demande de froid (3)

En 2035 augmentation de l'énergie pour la climatisation relative au cas "pas de changements climatiques"

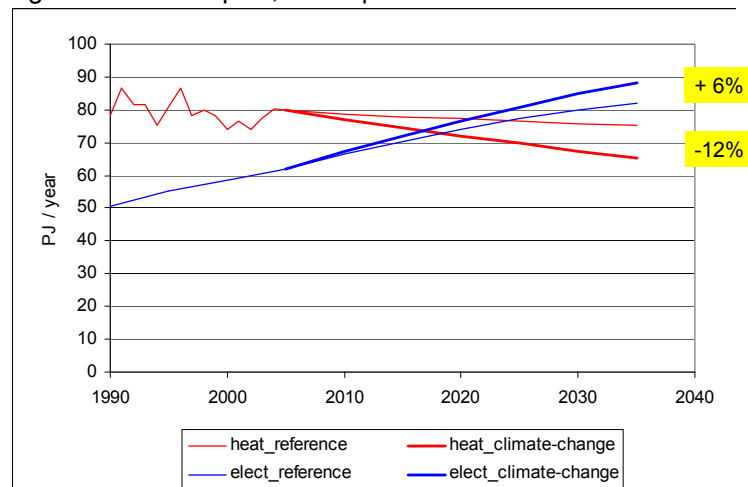
+ 115%

Contributions des deux mécanismes:

- Augmentation de la surface climatisée = 60%
- Augmentation de l'énergie moyenne unitaire = 40%

9

Demande de chaleur et demande d'électricité **totale** du secteur des services en Suisse dans les scénarios référence (température constante) et changements climatiques, en PJ per an. Source: CEPE



10

## Résumé and conclusions (1)

### Augmentation de la température moyenne

- Diminution HDD ou DD → réduction demande de chaleur
- Augmentation CDD → augmentation demande de froid
  1. Augmentation "discomfort" thermique → augmentation surface climatisée
  2. Augmentation de l'énergie unitaire pour la climatisation

### Bilan net (énergie finale) en Suisse

- Secteur des services -3%; tous les secteurs -2%

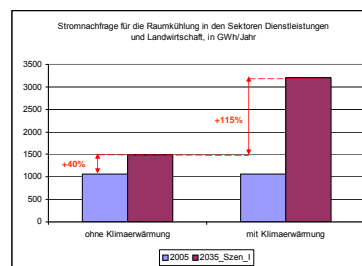
### Bilan émissions CO<sub>2</sub>

- Secteur des services -13%; tous les secteurs finaux -5%;  
y compris transformations -3%

11

## Résumé and conclusions (2)

Augmentation +115% pour l'énergie pour la climatisation dans le service des secteurs (pas de mesures «intelligentes» d'adaptation aux CC!)



→ Renforcement et nouvelles mesures politiques:

- Conception des nouveaux bâtiments et rénovations en considérant l'augmentation future de la température
- Stratégie double: éviter le refroidissement conventionnel et améliorer le refroidissement conventionnel
- Ne pas oublier le chauffage!

12

- Adnot et al., 1999. Energy Efficiency of Room Air-Conditioners (EERAC). A study for the Directorate General for Energy (DGXVII) of the Commission of the European Communities, Paris, May
- Adnot et al., 2003. Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC). A study for the D.G. Transportation-Energy (DGTREN) of the Commission of the E.U., Paris, September
- Aebischer B., Jakob M., The late Henderson G., Catenazzi G. (2007). Impact of climate change on thermal comfort, heating and cooling energy demand in Europe. Proceedings eceee 2007 Summer Study "Saving Energy – Just do it!". 4–9 June 2007, La Colle sur Loup, France. ISBN: 978-91-633-0899-4  
[http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_5\\_110.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_5_110.pdf)
- Aebischer B., G. Henderson and G. Catenazzi (2006). Impact of climate change on energy demand in the Swiss service sector - and application to Europe. In Bertoldi P. and B. Atanasiu (editors), "Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings". Proceeding of the International Conference IECEB'06, Frankfurt, Germany, 26 / 27 April 2006. European Communities, EUR 22316 EN, ISBN 92-79-02748-4  
[http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_IECEB\\_06\\_paper\\_9-3-06.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_IECEB_06_paper_9-3-06.pdf)
- Aebischer B., G. Catenazzi, 2007. Der Energieverbrauch der Dienstleistungen und der Landwirtschaft, 1990 – 2035. Ergebnisse der Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten BIP hoch, Preise hoch und Klima wärmer. CEPE/ETHZ, März 2007  
<http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000010446.pdf>
- Brunner C.U., Steinemann U., Nipkow J., 2007. BAUEN, WENN DAS KLIMA WÄRMER WIRD. Bundesamt für Energie. Ittigen, 15. November 2007  
<http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000009600.pdf>

- Hofer P., 2007. Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte, 1990 – 2035. Ergebnisse der Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten BIP hoch, Preise hoch und Klima wärmer. Prognos AG.  
<http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000010445.pdf>
- OFEN, 2007. Perspectives énergétiques pour 2035 (tome 1). Synthèse. Office Fédéral de l'Energie, Januar 2007  
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_834349284.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_834349284.pdf)

Changes in relative CO2 emission from heating and cooling due to climate change in different locations (characterised by HDD), in percent

