

# Analyse du Cycle de Vie (ACV) Notions et applications

Geneviève Doublet, Niels Jungbluth

ESU-services Sàrl, Zürich



Master ECOFOC-module Environnement urbain  
Université de Neuchâtel, 12 avril 2013

## ESU-services Sàrl.

- fondée en 1998 en tant que ETHZ spin-off
- Longue expertise depuis 1990 (doctorat ETH)
- 3 employés

## Nos services

- ACV (analyse complète, simplifiée, gestion de projet)
- Propre base de données d'inventaire de cycle de vie (ICV) :  
Acquisition et gestion
- Membre de comités de lecture (International Journal of LCA)
- Formation ACV
- Centre régional SimaPro (logiciel ACV) 

# Secteurs économiques

- Agriculture
- Production et consommation alimentaire
- Modes de vie
- Approvisionnement énergétique
- Energies renouvelables : naturemade star
- Construction



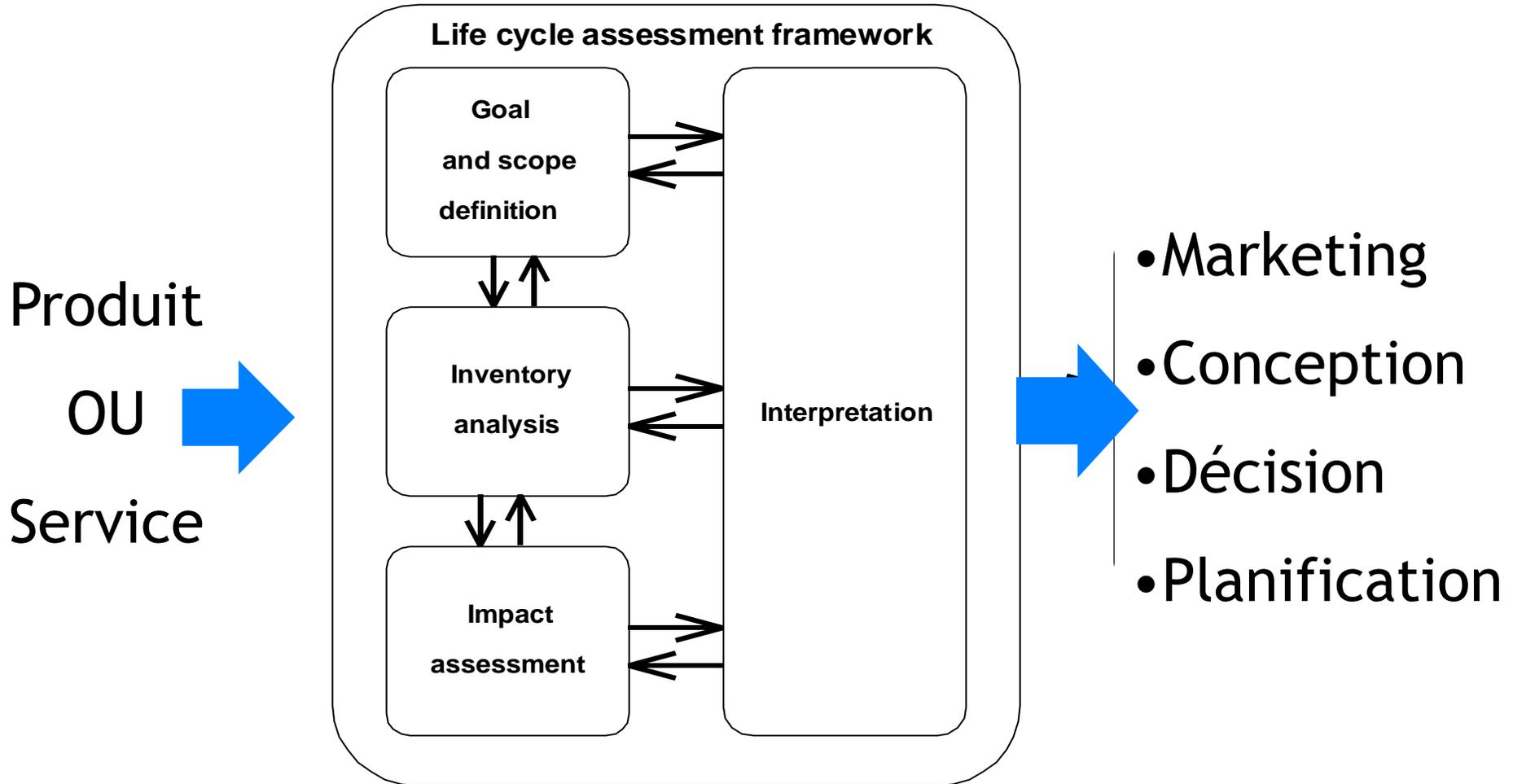
# Sommaire: Objectifs du cours

- Analyse de cycle de vie
- Méthode de la saturation écologique
- Calculateur d'empreinte écologique WWF

# Master ECOFOC

- Présentation de Denis Bochatay, Quantis
  - *Les matériaux de construction et leur énergie grise*
- Présentation de Josef Känzig, OFEN
  - *Approche cycle de vie-Cleantech et consommation respectueuse de l'environnement*

# ACV: ISO 14040/14044



# 1. Objectifs et champ d'étude

- **Objectif de l'étude**

- Impact environnemental d'une marchandise transportée en avion de son lieu de production à son lieu de distribution

- **Fonction**

- Transporter des marchandises d'un point A à un point B

- **Unité fonctionnelle (flux de référence)**

- 1 kg d'asperges transporté du Pérou à la Suisse (10700 km)
- Unité: t\*km

- **Frontières du système**

- De la production du kérosène aux émissions émises lors du trajet

## 2. Inventaire et analyse de l'inventaire

### Ressources

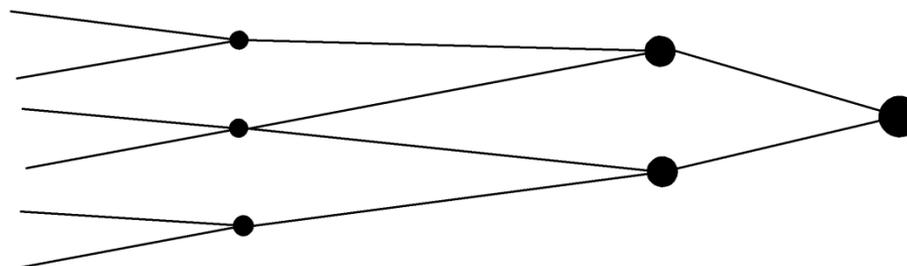
- Pétrole brut
- Gaz
- Matériaux
- eau



### Emissions Air

- Benzene
- CO<sub>2</sub>
- NO<sub>x</sub>
- Particules
- Métaux lourds

# 3. De l'inventaire à l'évaluation: méthode d'évaluation des impacts



Inventaire	Evaluation	
Emissions et ressources	Indicateurs pour chaque impact environnemental	Indicateur global
Base de données Inventaire du cycle de vie	Emissions de gas a effet de serre Toxicité Eutrophisation	
	Evaluation des impacts du cycle de vie: - méthode de la saturation écologique - Potentiel de réchauffement global - ReCiPe - Impact	

Schwegler R, Iten R., Grünig M., Boteler B., Känzig J., Hauser A., 2001: Critères de qualité applicables aux informations environnementales. OFEV, Berne  
Connaissance de l'environnement n° 1119

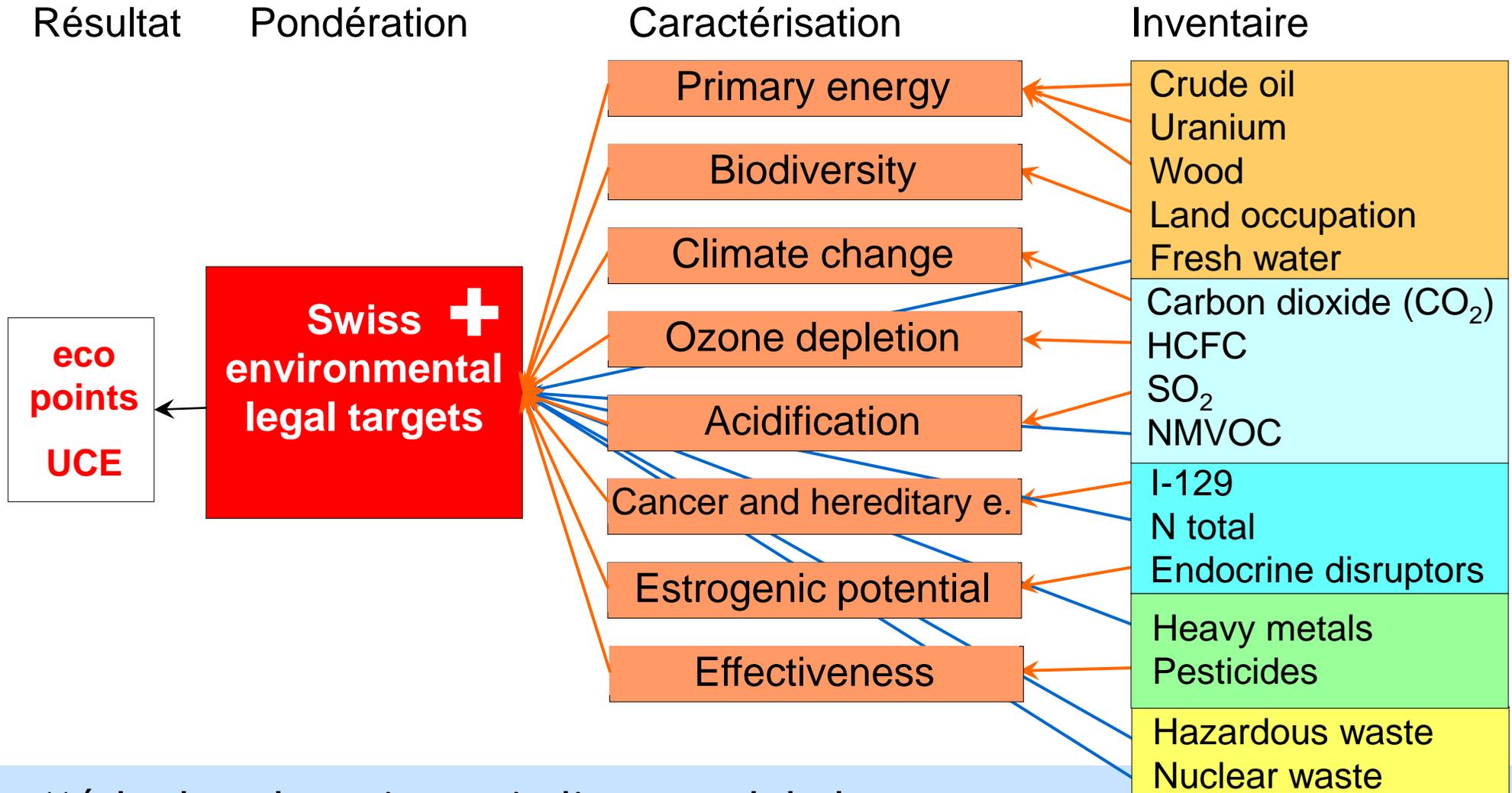
# 3. Evaluation des impacts

		One environmental issue		Several issues	
LCIA method:		CED	Carbon footprint	Ecological footprint	Ecological scarcity 2006
Impact category					
Resources	Energy, non-renew able	√	∅	∅	√
	Energy, renew able	∅	∅	∅	√
	Ore and minerals	∅	∅	∅	√
	Water	∅	∅	∅	√
	Biotic resources	∅	∅	∅	∅
	Land occupation	∅	∅	√	√
	Land-transformation	∅	∅	∅	∅
Emissions	Only CO <sub>2</sub>	∅	∅	√	∅
	Climate change incl. CO <sub>2</sub>	∅	√	∅	√
	Ozone depletion	∅	∅	∅	√
	Human toxicity	∅	∅	∅	√
	Particulate matter formation	∅	∅	∅	√
	Photochemical ozone formation	∅	∅	∅	√
	Ecotoxicity	∅	∅	∅	√
	Acidification	∅	∅	∅	√
	Eutrophication	∅	∅	∅	√
	Odours	∅	∅	∅	∅
	Noise	∅	∅	∅	∅
	Ionising radiation	∅	∅	∅	√
	Endocrine disruptors	∅	∅	∅	√
Others	Accidents	∅	∅	∅	∅
	Wastes	∅	∅	∅	√
	Littering	∅	∅	∅	∅
	Salinisation	∅	∅	∅	∅
	Erosion	∅	∅	∅	∅

Jungbluth et al. (2011) Impact environnemental de la consommation et de la production suisses. Combinaison d'une analyse entrées-sorties et d'analyses de cycle de vie . OFEV, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1111

➤ Nuisances environnementales dépendent de la méthode d'impact choisie

# 3. Méthode de la saturation écologique 2006



### 3. Méthode de la saturation écologique: Formule

$$w_i = \text{ecopoint} \cdot \underbrace{K_j}_{\substack{\text{Characterisation} \\ \text{(optional)}}} \cdot \underbrace{\frac{1}{F_{n,i}}}_{\text{Normalisation}} \cdot \underbrace{\left(\frac{F_i}{F_{k,i}}\right)^2}_{\text{Weighting}} \cdot \underbrace{\zeta}_{\substack{\text{Constant} \\ (10^{12})}}$$

$w_i$  : Eco - factor of elementary flow (emission, resource) 'i'

ecopoint : the unit

$K_{r,i}$  : Characterisation factor related to impact category 'j'  
of elementary flow 'i'

$F_{n,i}$  : Normalisation flow of elementary flow 'i', or impact category 'j'

$F_i$  : actual flow of elementary flow 'i'

$F_{k,i}$  : critical flow of elementary flow 'i'

### 3. Méthode de la saturation écologique Pondération

Pondération ou saturation:  $\left( \frac{F}{F_k} \right)$

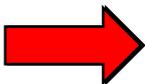
- Situation actuelle (F)
- Objectif défini à l'échelle politique/juridique suisse ( $F_k$ )
- Objectif international signé par la suisse ( $F_k$ )

## 3. Méthode de la saturation écologique

- **Objectif:**
  - Agrégation des polluants et ressources d'après la saturation définie politiquement
- **Caractéristiques:**
  - Agrégation totale
  - Large variété d'impacts environnementaux (et déchets) inclus dans l'évaluation
  - Objectif environnemental national ou international  
(or international agreements with national participation)

## 4. Interprétation des résultats

- ACV est outil pour les entreprises
  - Eco-conception
  - Décision
  - Planification

 Mais aussi un outil pour chaque individu

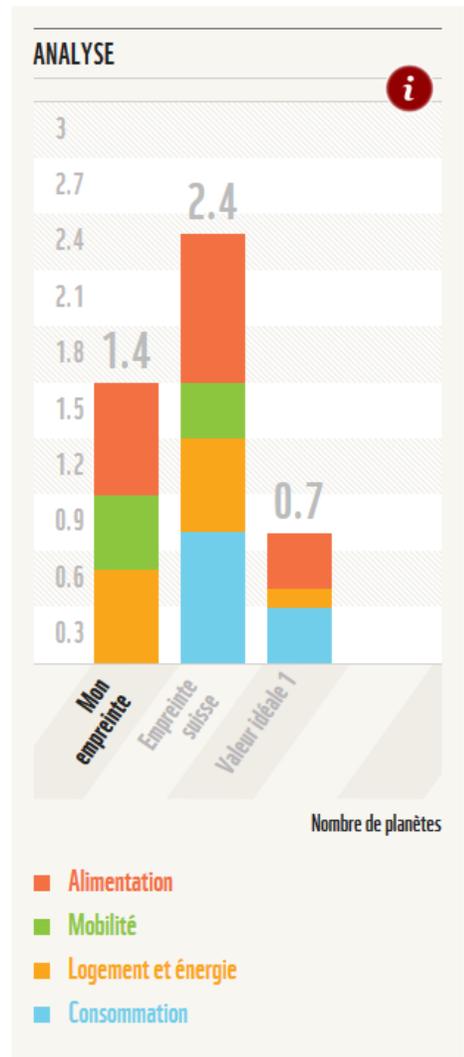
# Exemple d'application de l'ACV

## Calculateur d'empreinte écologique

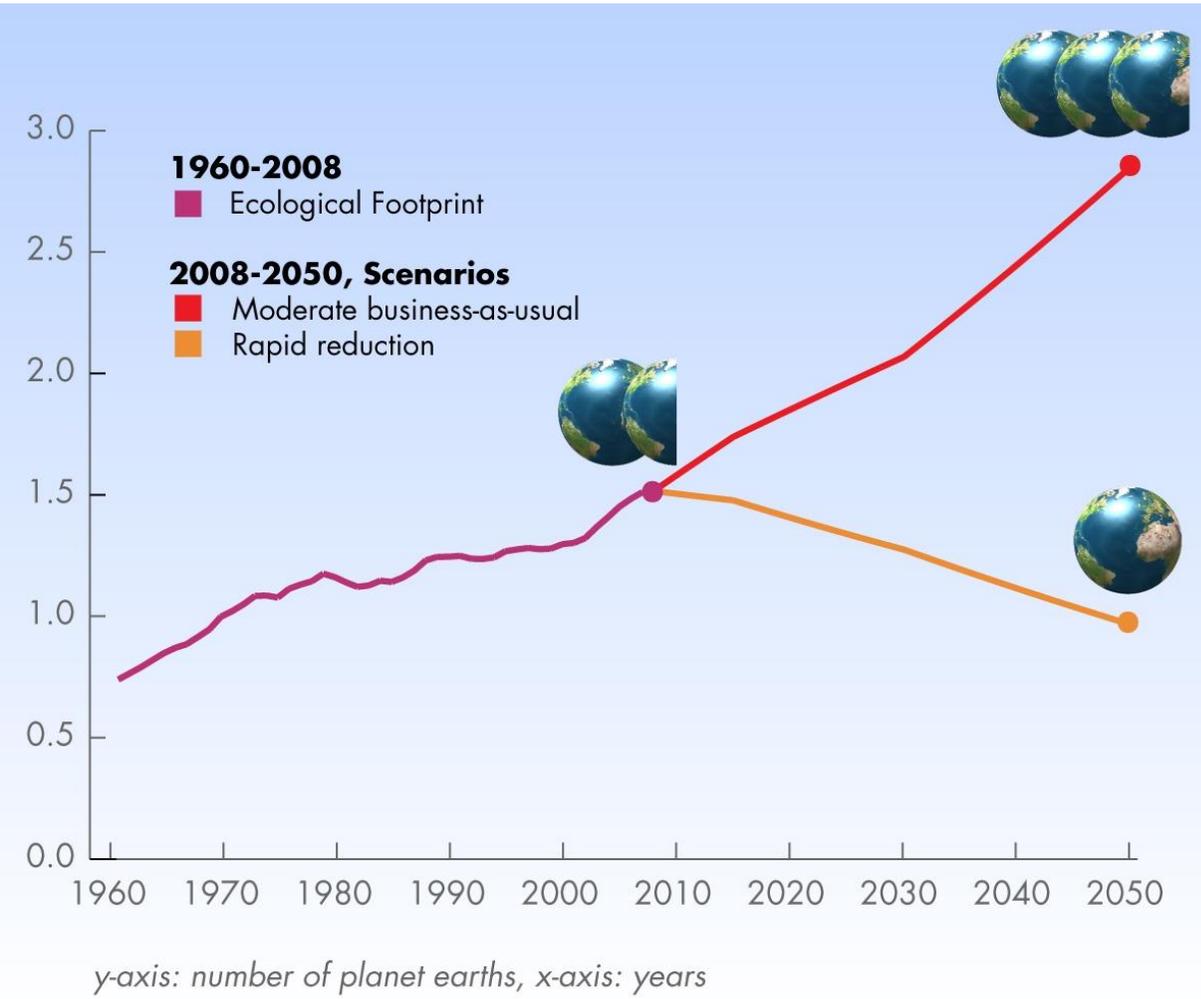
93 % du calculateur ont été complétés

Les Suisses déboursent environ 1000 francs en moyenne pour satisfaire des besoins autres que les besoins primaires (meubles, vêtements, etc.). Dépensez-vous, à titre individuel, plus ou moins que cette somme? **i**

- Bien plus (mes dépenses de consommation non essentielles s'élèvent à plus de CHF 2500 par mois)
- Légèrement plus (mes dépenses de consommation non essentielles s'élèvent à environ CHF 1500 par mois)
- Une somme équivalente (mes dépenses de consommation non essentielles s'élèvent à environ CHF 1000 par mois)
- Je consomme moins que la moyenne (mes dépenses de consommation non essentielles s'élèvent à environ CHF 600 par mois).
- Je consomme beaucoup moins que la moyenne (mes dépenses de consommation non essentielles sont inférieures à CHF 300 par mois).



# Empreinte écologique (1)



CH: 2.8 planètes



GLOBAL: 1.5 planètes



Objectif: 1 planète



Source:

Global Footprint Network

[www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)

➤ L'empreinte écologique est en constante augmentation

# Empreinte écologique (2)

1.8 global hectares per person = 1 planète (2006)

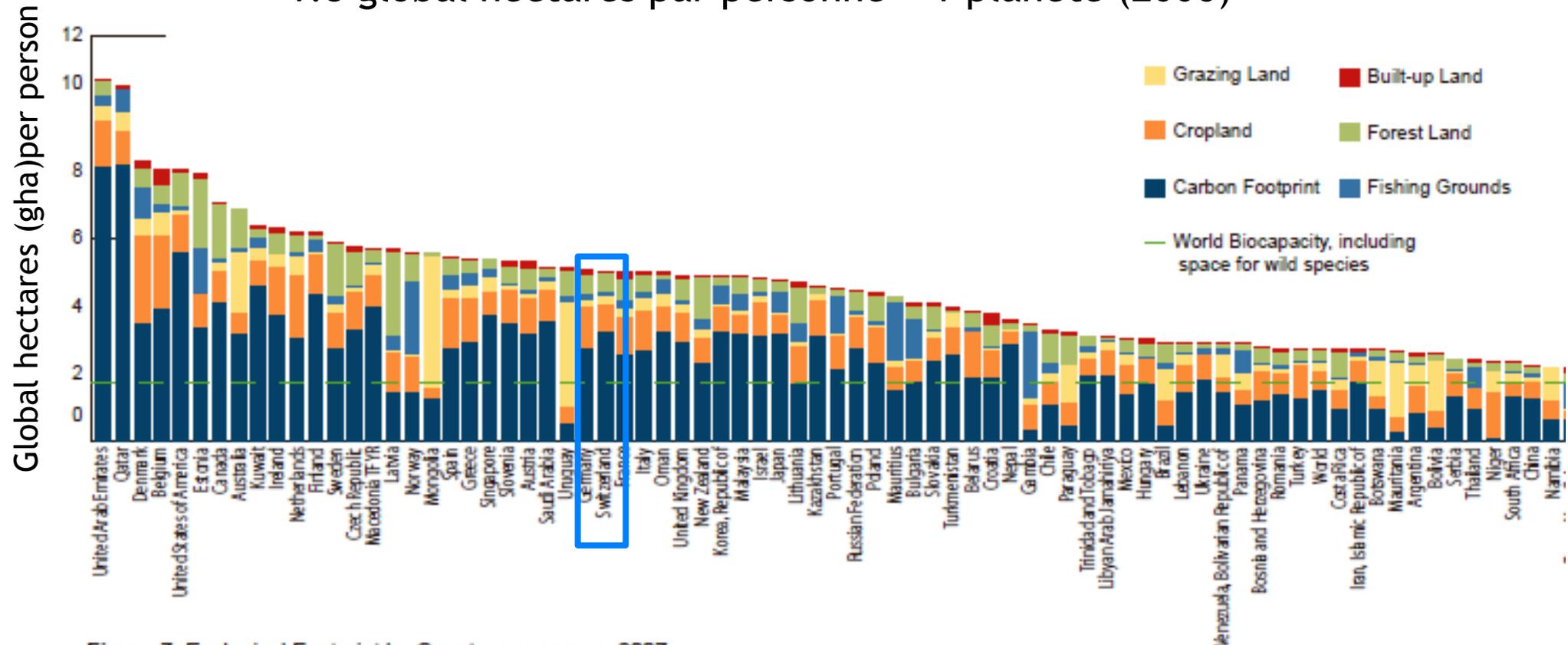


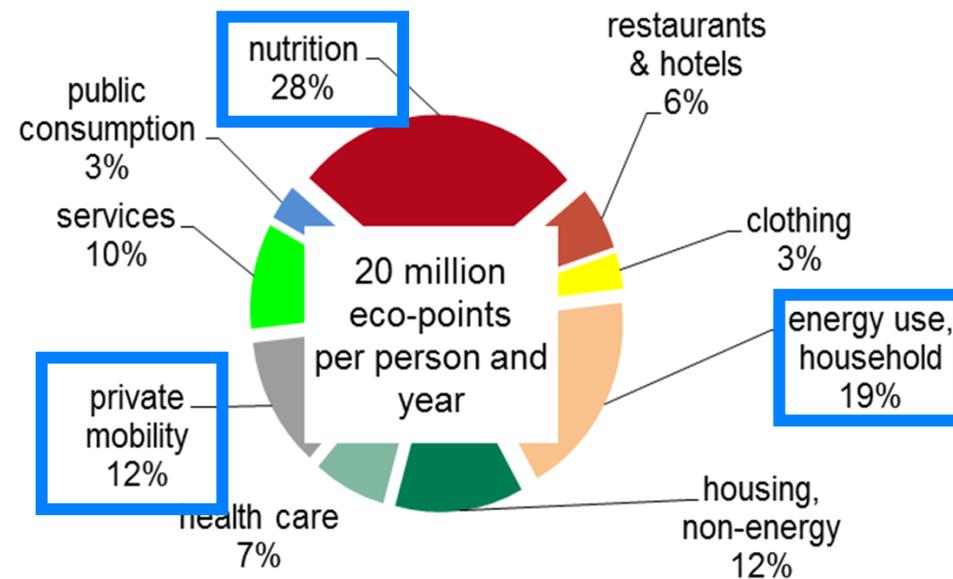
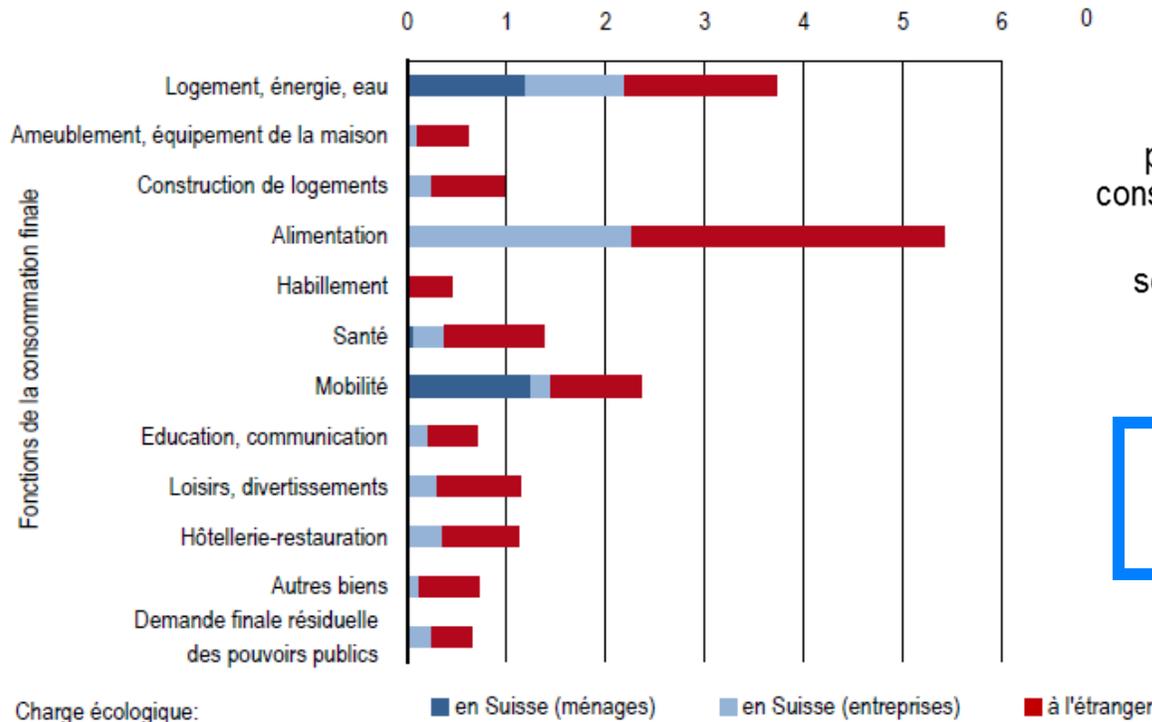
Figure 7. Ecological Footprint by Country per person, 2007

➤ La Suisse est au rang 27 avec 4.7 hectares globaux par personne

## Unité du calculateur

- Communication: empreinte écologique (Global Footprint Network)
- Calculation: unité de charge écologique (UCE) méthode de la saturation écologique 2006
- Budget suisse moyen pour la conversion (Jungbluth et al. 2011)
  - 20 Mio UCE = 2.8 planètes

# Charge écologique individuelle



Réalisation: ESU-services GmbH und Rütter+Partner

Jungbluth et al. (2011) Impact environnemental de la consommation et de la production suisses. Combinaison d'une analyse entrées-sorties et d'analyses de cycle de vie. OFEV, Berne. Connaissance de l'environnement n°1111

➤ 20 Millions UCE par personne et par an

➤ L'alimentation est la fonction de la consommation majeure

# Calculateur d'empreinte écologique

## Questions posées

### 1. Alimentation

- 7 questions

### 2. Mobilité

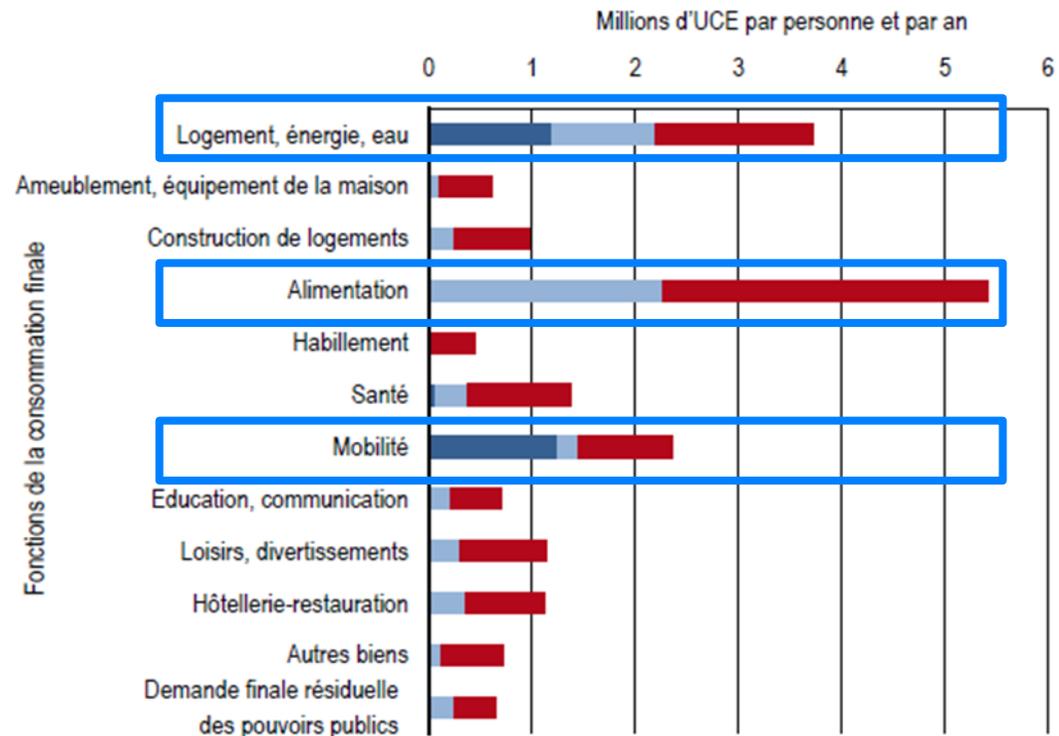
- 6 questions

### 3. Logement, énergie, eau

- 14 questions

### 4. Consommation

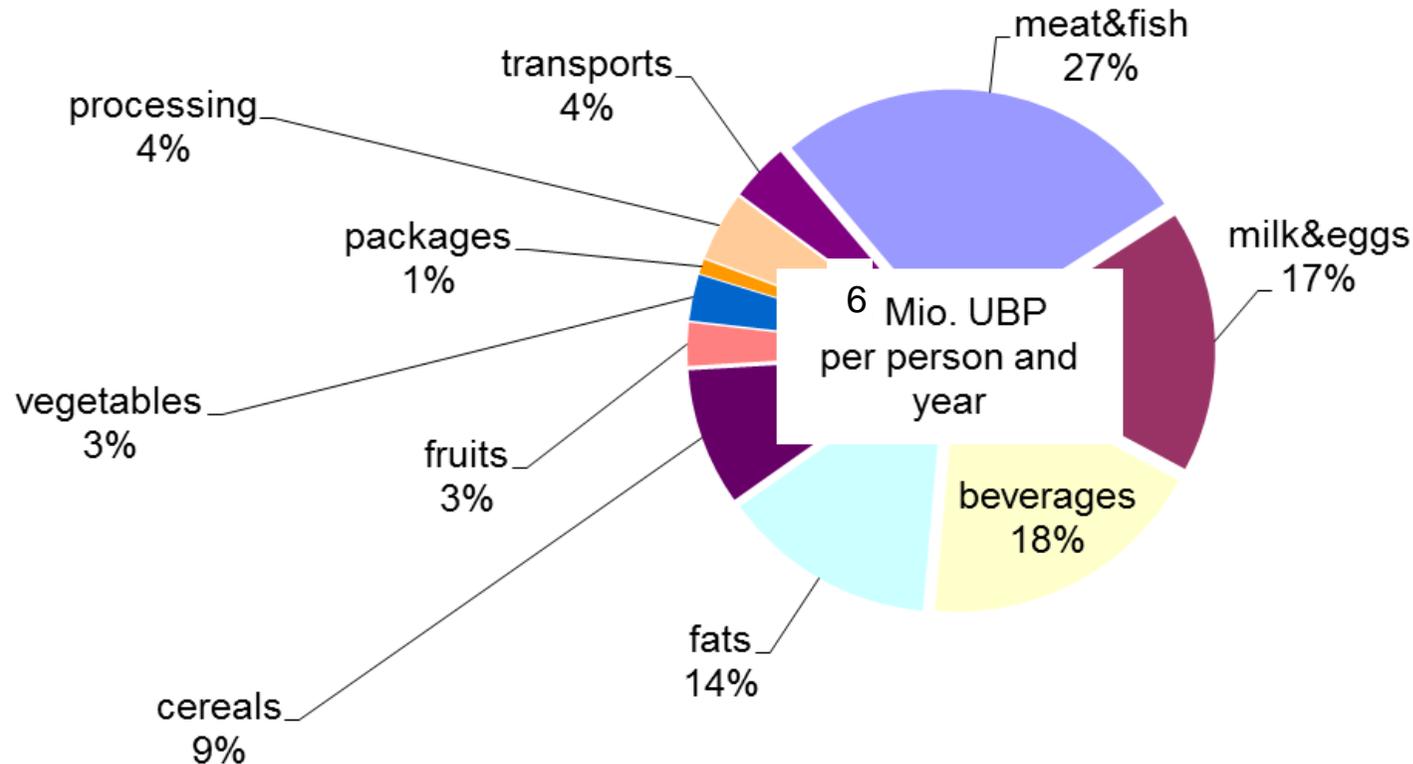
- 3 questions



## Méthode de calcul : questions

- Impact environnemental de la moyenne est calculée avec la méthode de la saturation écologique
  - Alimentation: 28% des impacts
  - Viande et poisson: 27% des impacts de l'alimentation
- Ecart par rapport à la moyenne sur la base des impacts environnementaux
  - Viande et poisson: 1 fois par jour 100%
  - Viande et poisson: 2-3 fois par jour 150%
  - Viande et poisson: 4-6 fois par semaine 71%

# 1. Alimentation

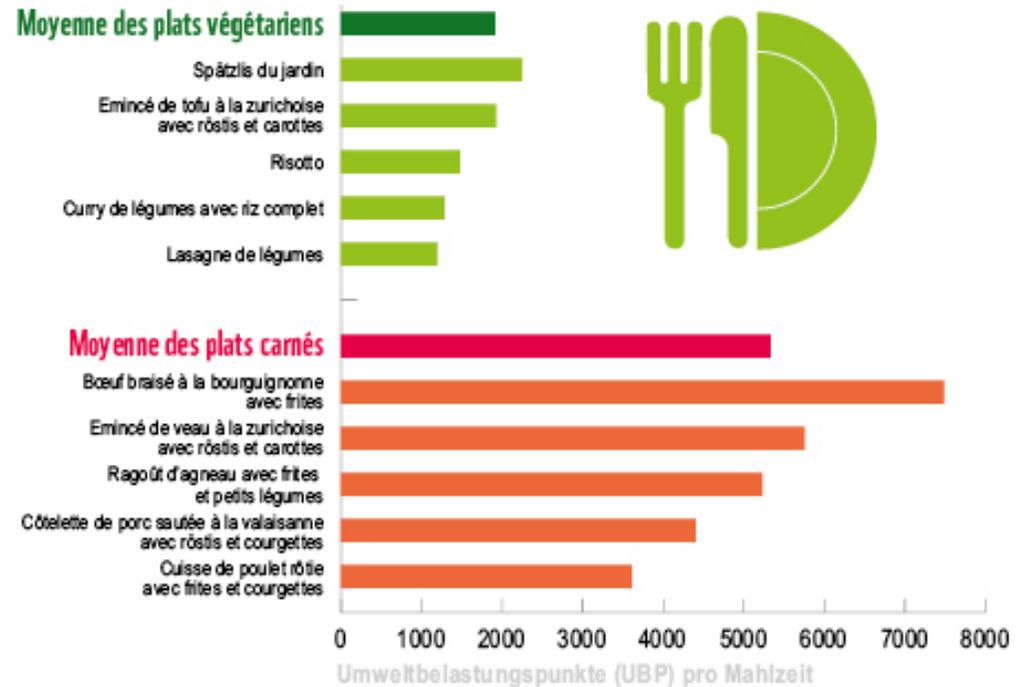


- Viande et produits dérivés des animaux: 44% des impacts
- Boissons: vin, café et bière sont importants

# 1. Alimentation: viande

- 1 kg de viande requiert 7 à 16 kg de fourrage
- Production fourrage:
  - Sol
  - Fertilisants
  - Pesticide
  - Energie

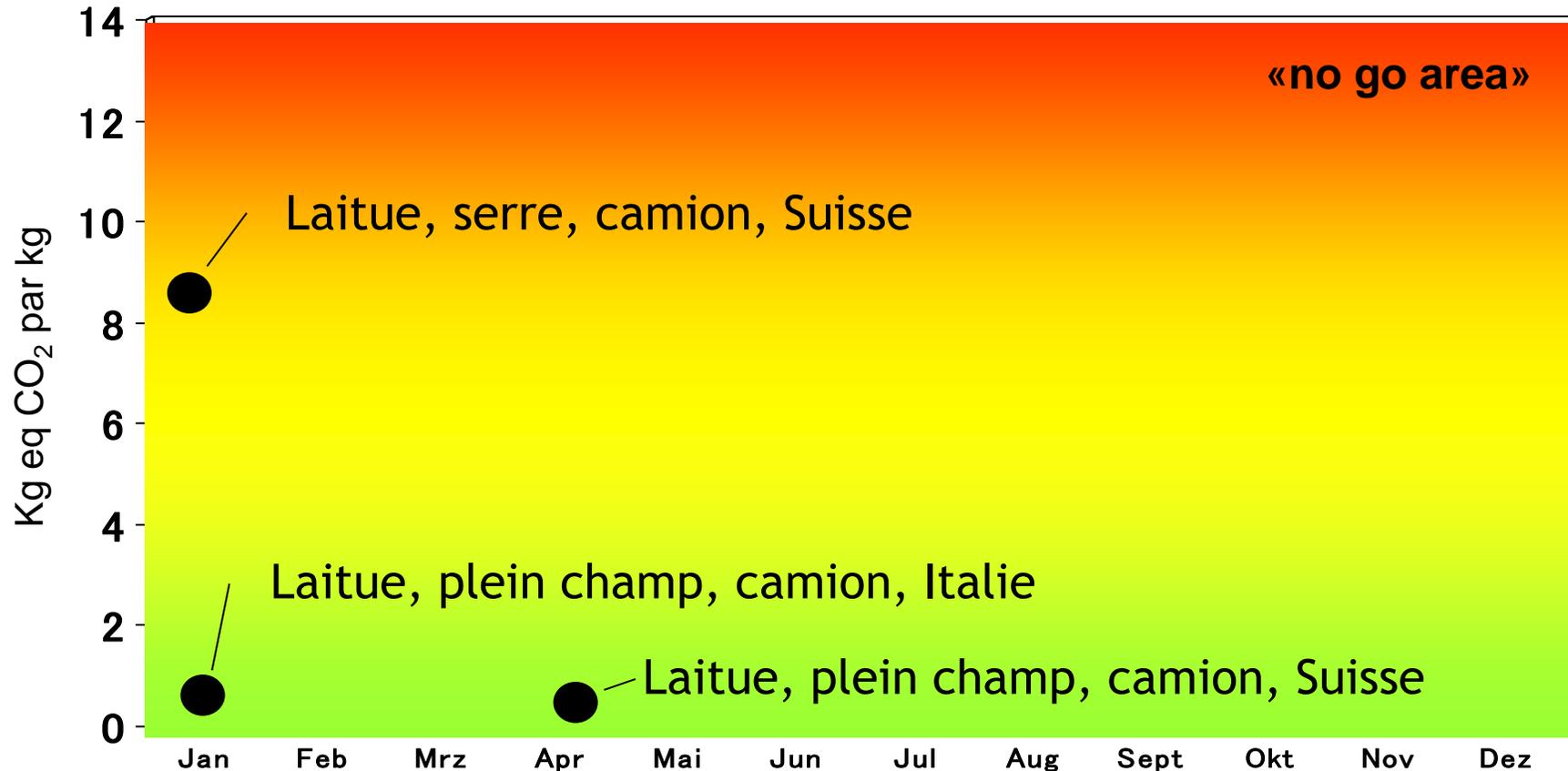
## Analyse comparative de l'impact environnemental de certains plats



Statistiques: N. Jungbluth, et al. 2010

➤ La production du fourrage pour les animaux est l'élément-clé

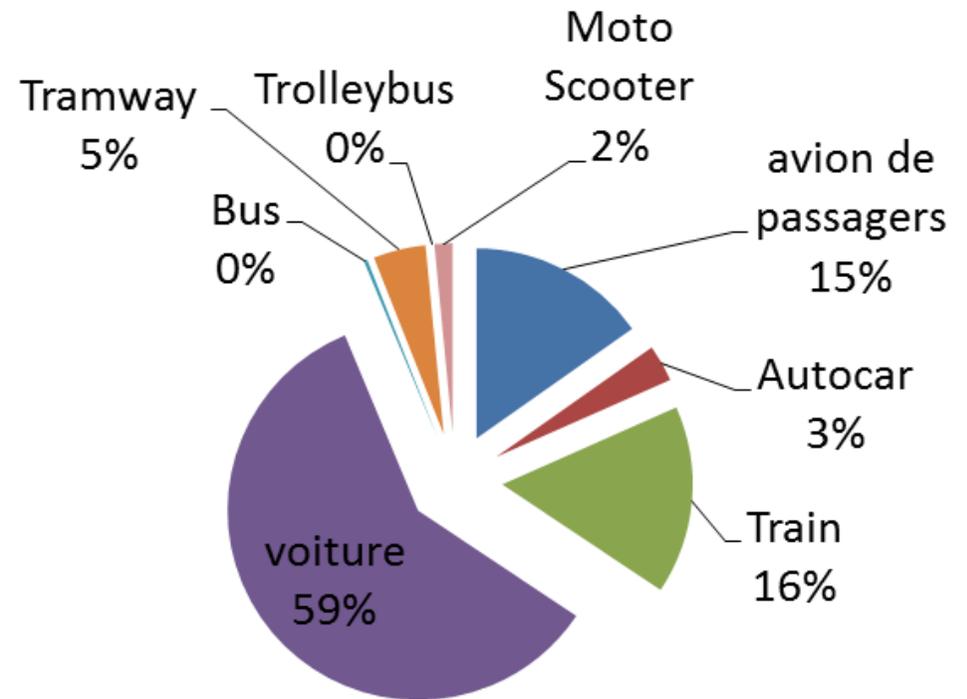
# 1. Alimentation: produits de saison



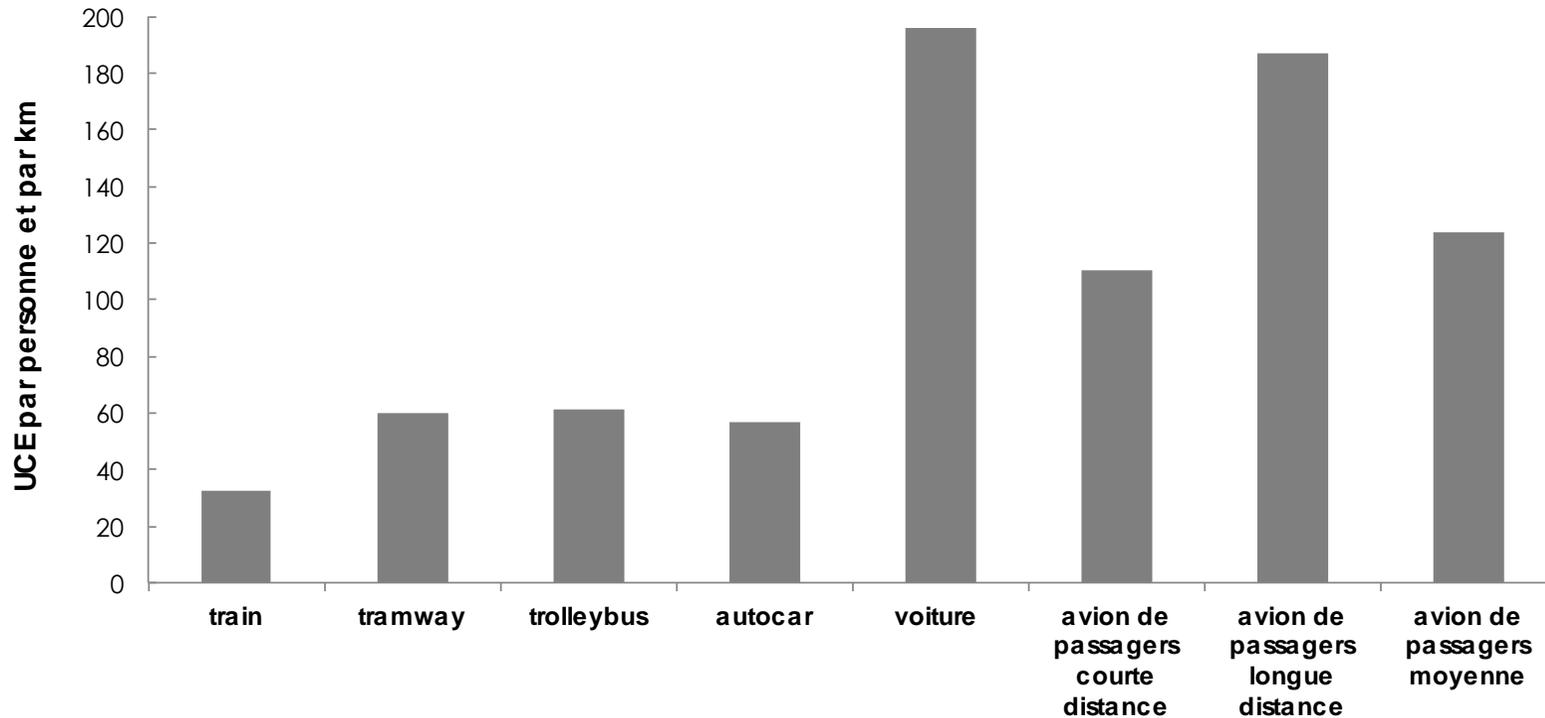
➤ Légumes sous serres chauffées ont un impact sur le bilan énergétique

## 2. Mobilité

	Moyenne suisse (Mikrozensus, BFS/ARE 2007)
Unité	pkm/personne par an
Avion de passagers	2'456
Autocar	506
Train	2'590
Voiture	9'582
Bus publique	49
Tram	718
Trolley bus	0
Moto / Scooter	246
Total	16'147

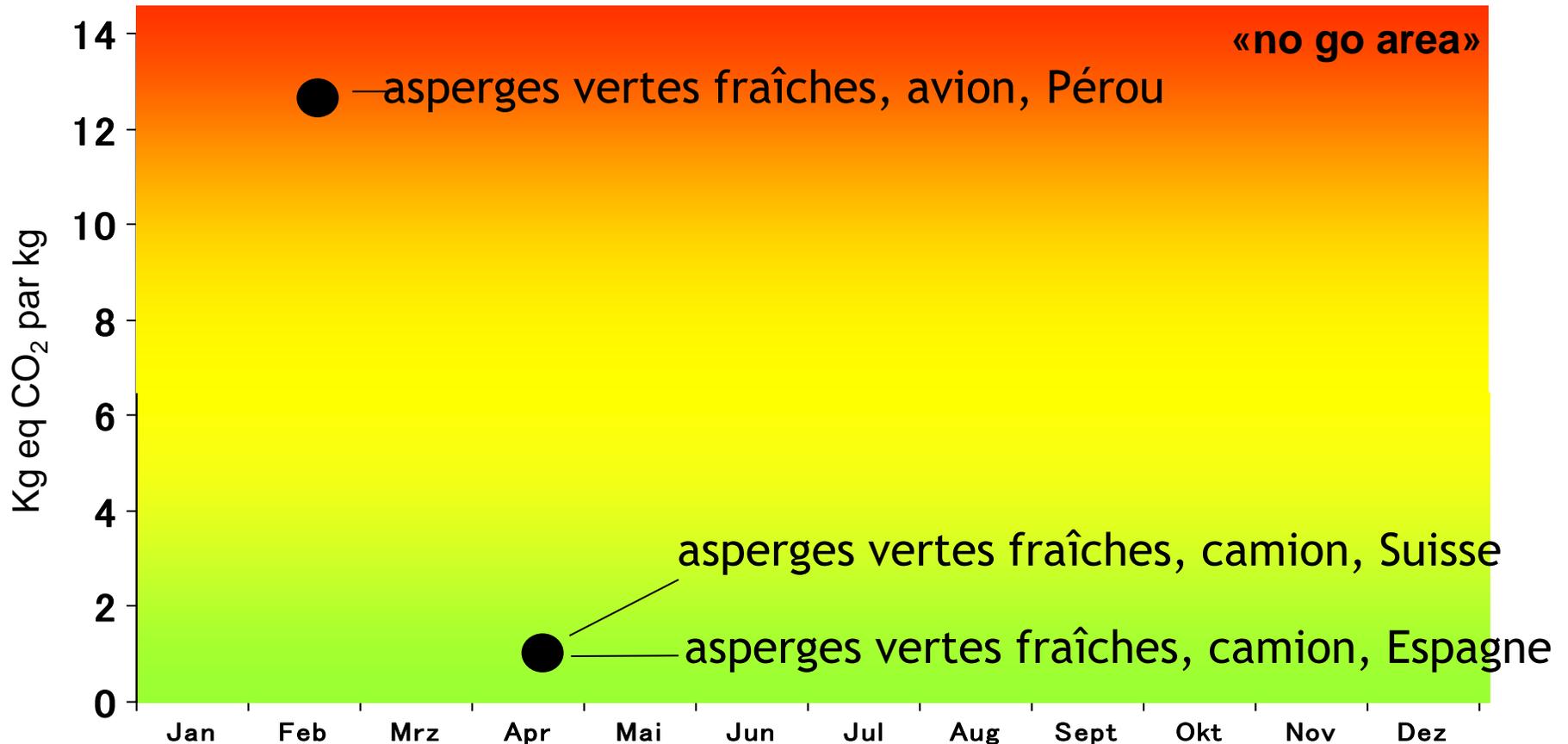


## 2. Mobilité



- La distance parcourue par avion est souvent 10 fois plus grande que celle parcourue en voiture
- Les impacts d'un transport en avion sont donc considérables

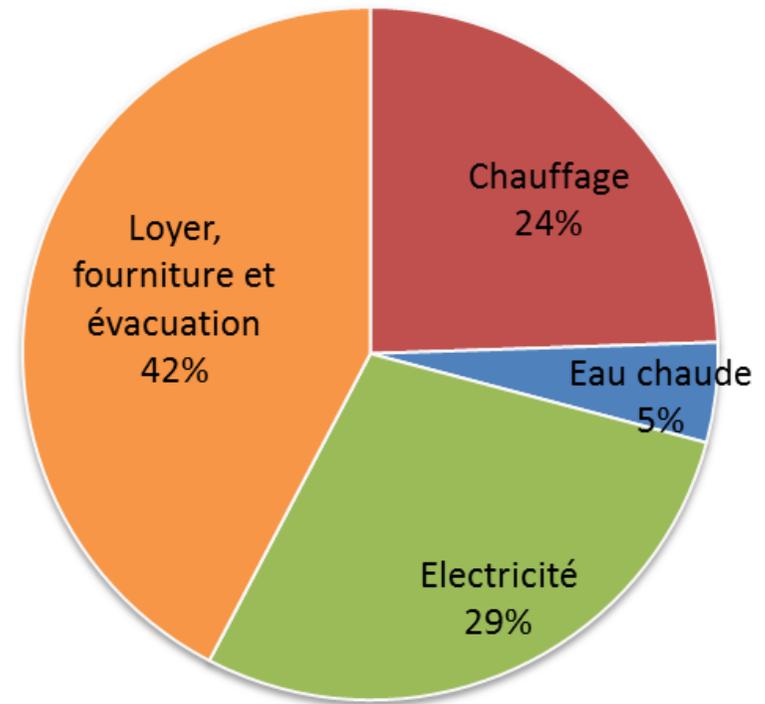
## 2. Mobilité



➤ Transport par avion augmente les émissions de gas à effet de serre

## 3. Logement et énergie

- Données fixes
  - Fourniture eau potable
  - Evacuation eaux usées
- Données à évaluer
  - Chauffage 30%
  - Electricité 30%
    - Appareils électroménagers
    - Ampoules
    - Réfrigérateur

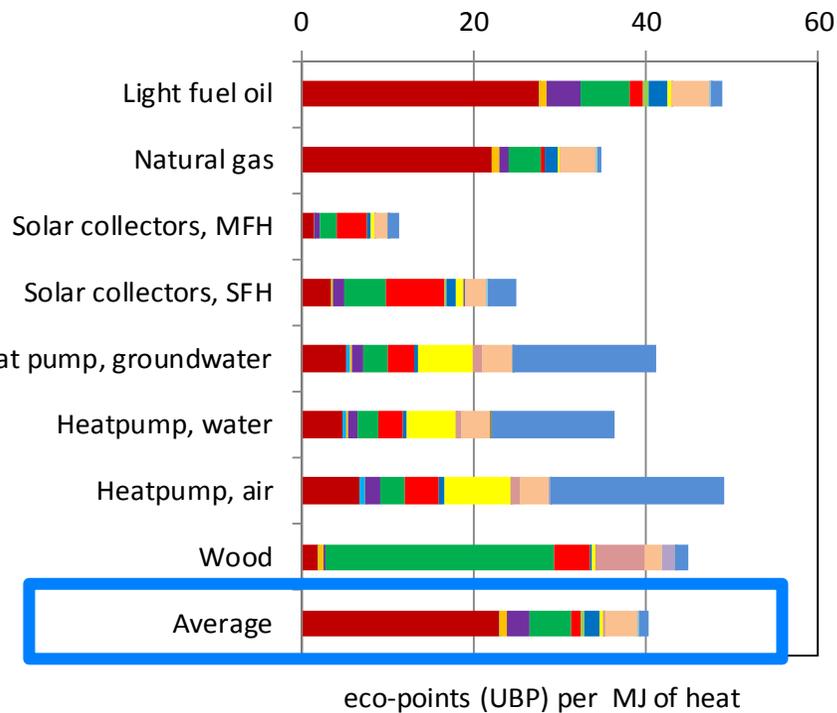


➤ Consommation électricité et chauffage peuvent être influencées

## 3. Logement et énergie

	Energy consumption in Swiss households 2005 (BFE 2006)	Shares of the different energy sources
Unit	MJ/person and year	%
Electricity	8'506	23.9%
Light fuel oil	17'403	48.8%
Natural gas	6'407	18.0%
Wood logs	54	0.2%
District heat	2'484	7.0%
Solar collectors	784	2.2%
Total per inhabitant	35'638	100.0%
Inhabitants	7'459'128	

## 3. Logement et énergie



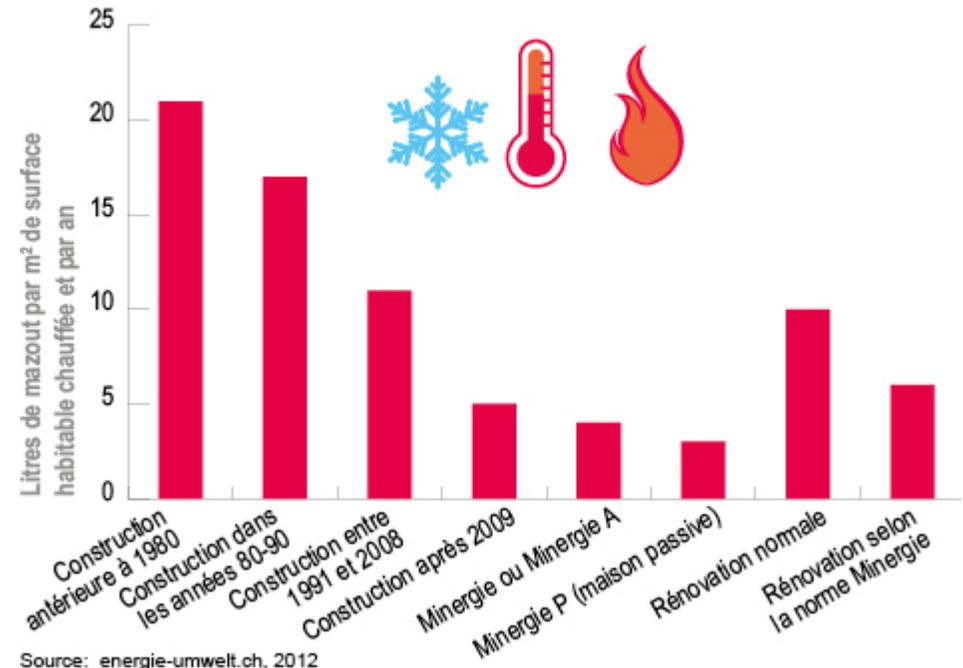
What kind of heating system are you using?	
Electric heating	310%
Light fuel oil heating	121%
Natural gas heating	87%
Wood pellets	91%
Wood chips	93%
Wood logs	112%
Solar collectors	62%
District heat	61%
Heat pump	91%
Heat pump, certified electricity	34%
Swiss average	100%

➤ Ecart par rapport à la moyenne d'après les résultats ACV

## 3. Logement

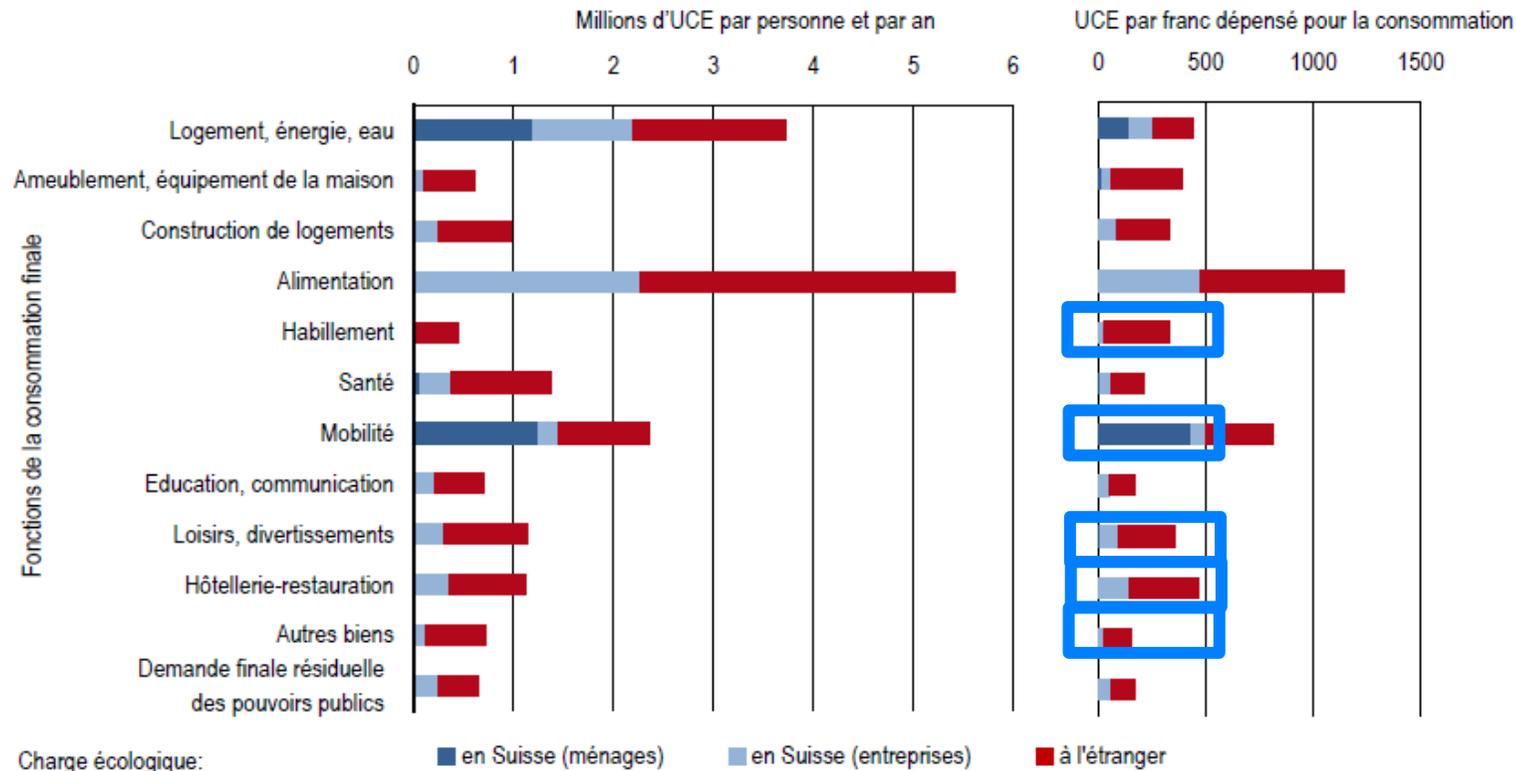
- 1/3 énergie utilisée en Suisse consacrée au chauffage
- Normes de construction

Besoins en chauffage au m<sup>2</sup> en fonction des différentes normes de construction des bâtiments



- Bâtiment Minergie: réduction par 4 des besoins en chauffage
- Surface par personne facteur-clé

## 4. Consommation



Réalisation: ESU-services GmbH und Rütter+Partner

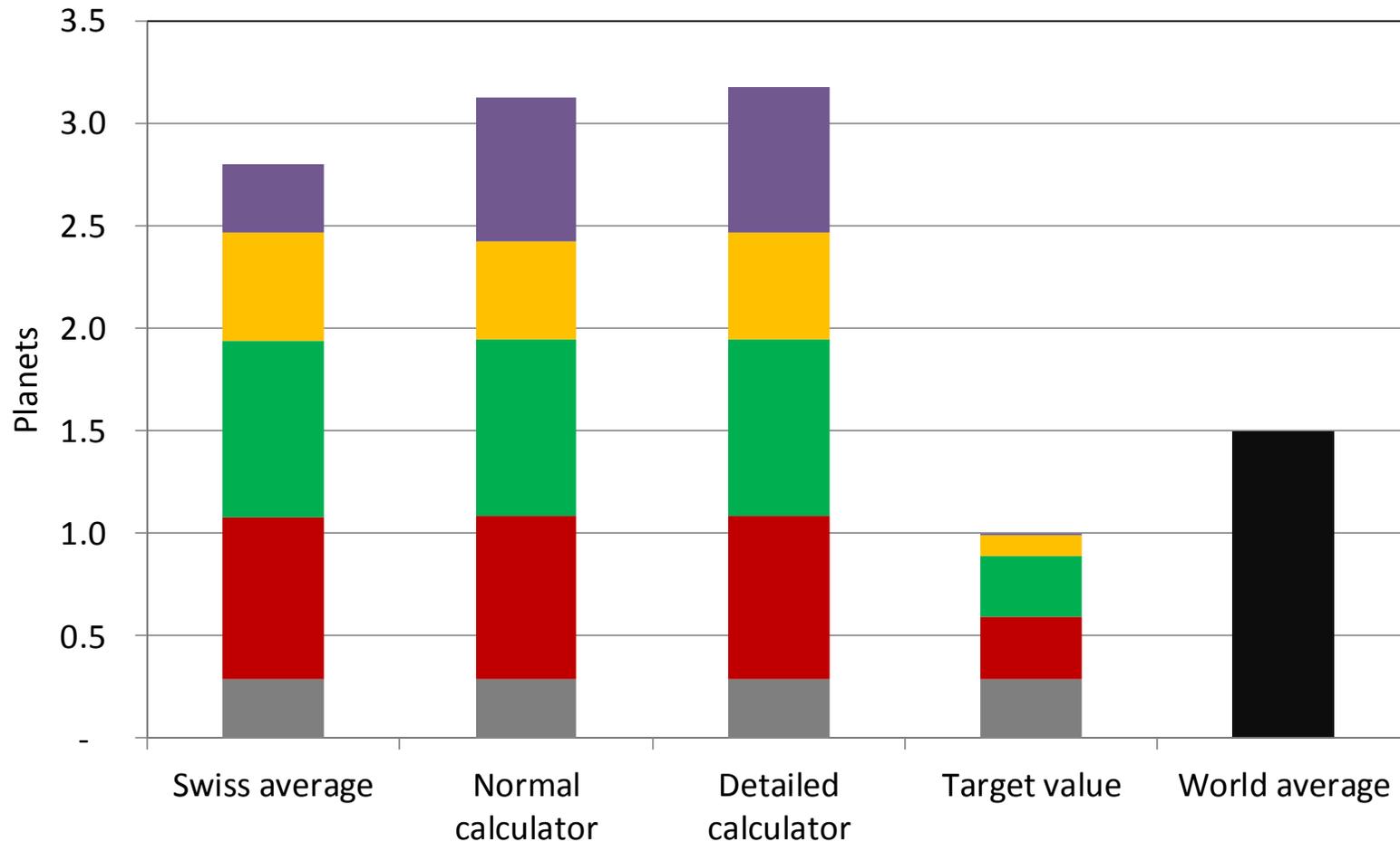
➤ Une moyenne est calculée pour les impacts environnementaux

## 5. Autres secteurs

- Empreinte écologique incompressible:
  - santé
  - demande pouvoirs publics
  - Elimination déchets

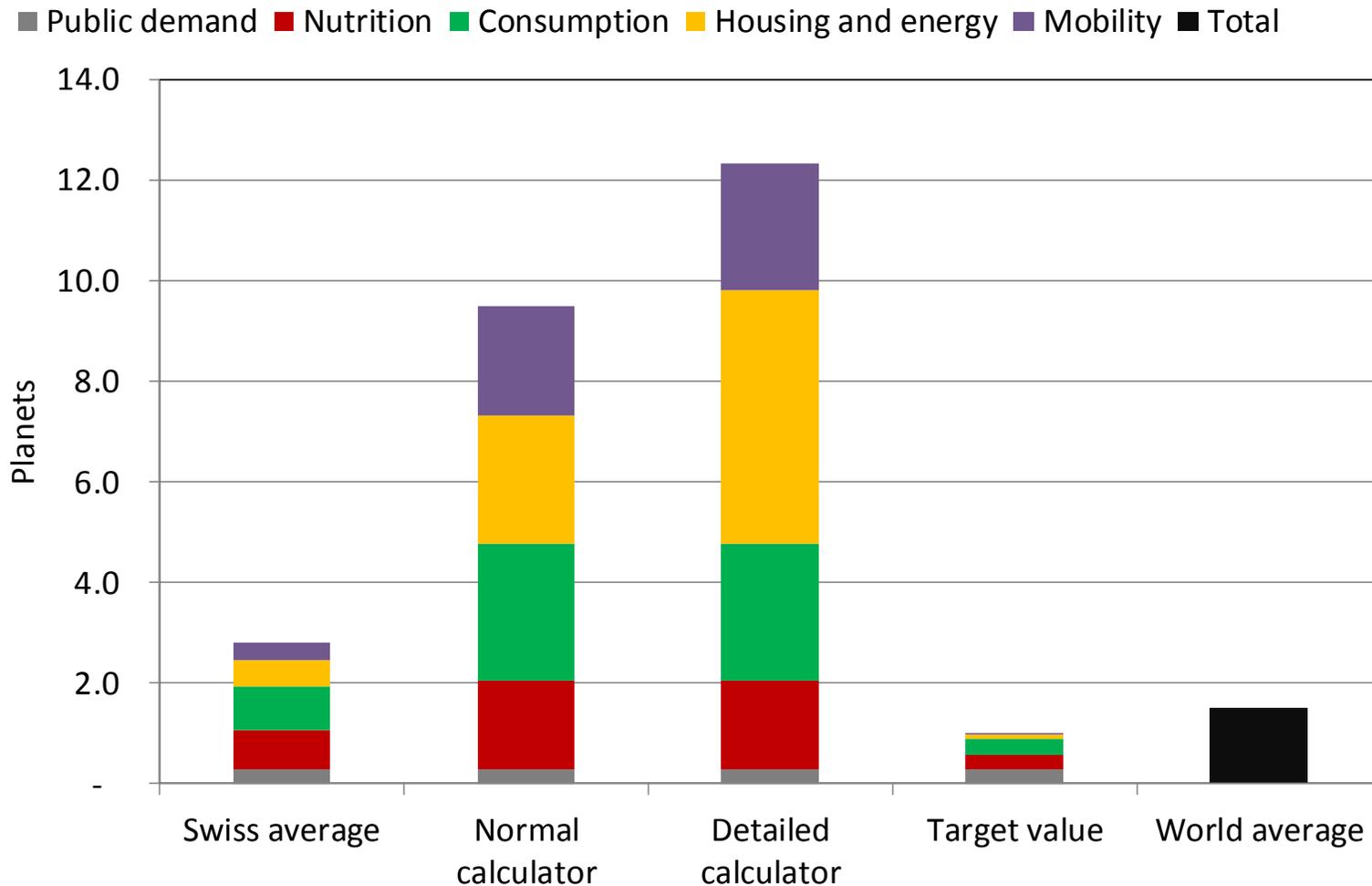
# Augmentation distance parcourue par avion

■ Public demand ■ Nutrition ■ Consumption ■ Housing and energy ■ Mobility ■ Total



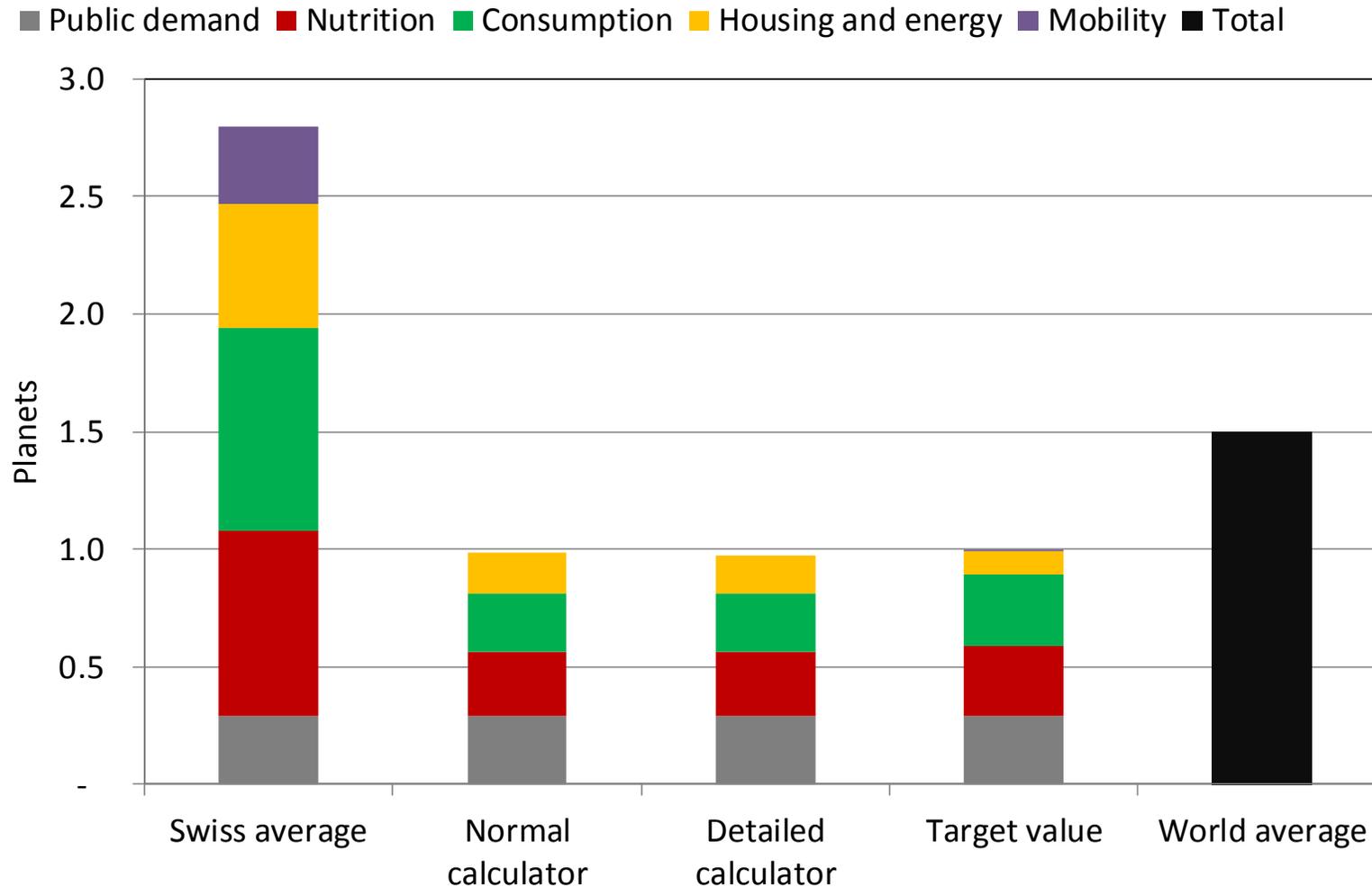
➤ 40 heures de vol par an provoque une augmentation de 0.4 planètes

# Empreinte maximale



➤ Il est facile d'augmenter son empreinte (avion, surface d'habitation)

# Empreinte minimale(1)



➤ L'empreinte minimale correspond à 1 planète

## Empreinte minimale (2)

- Pas de mobilité motorisée (voiture, avion, train, bus, scooter)
- Végétalisme (excl. chair animale, produits dérivés animaux)
- Moins de 25 m<sup>2</sup> net aire d'habitation par personne
- Moins de 300 CHF par mois pour autre consommation (fourniture, habits, cadeaux, restaurants, vacances, etc)

# Conclusions calculateur WWF

- **Potentiel individuel énorme**
  - Alimentation
  - Mobilité
  - Logement
  - Consommation
- **Une empreinte écologique de 1 planète reste un défi**
- **Un outil ACV pour les individus et non pour les entreprises**

## Merci pour votre attention!

- Contact: [doublet@esu-services.ch](mailto:doublet@esu-services.ch)

- Calculateur d'empreinte WWF

[http://www.wwf.ch/fr/agir/experience\\_bonheur2/calculateur\\_d\\_empreinte/](http://www.wwf.ch/fr/agir/experience_bonheur2/calculateur_d_empreinte/)

- Documentation BAFU sur consommation suisse

<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01611/index.html?lang=fr>

- Jungbluth et al. (2012) - Impact environnemental de la consommation et de la production suisses

<http://www.esu-services.ch/fr/projects/modes-de-vie/>

<http://www.esu-services.ch/projects/ioa/>

## Base de données calculateur

- Projet financé par:
  - WWF Suisse
  - Energieforschung Zürich - EWZ-fournisseur d'électricité Zürich
  - Office fédéral pour l'environnement OFEN
- ecoinvent Centre (2010). ecoinvent data v2.2, Dübendorf, Switzerland, Swiss Centre for LCI
- LC-inventories (2013). Corrections, updates and extensions of ecoinvent data v2.2, ESU-services Ltd.