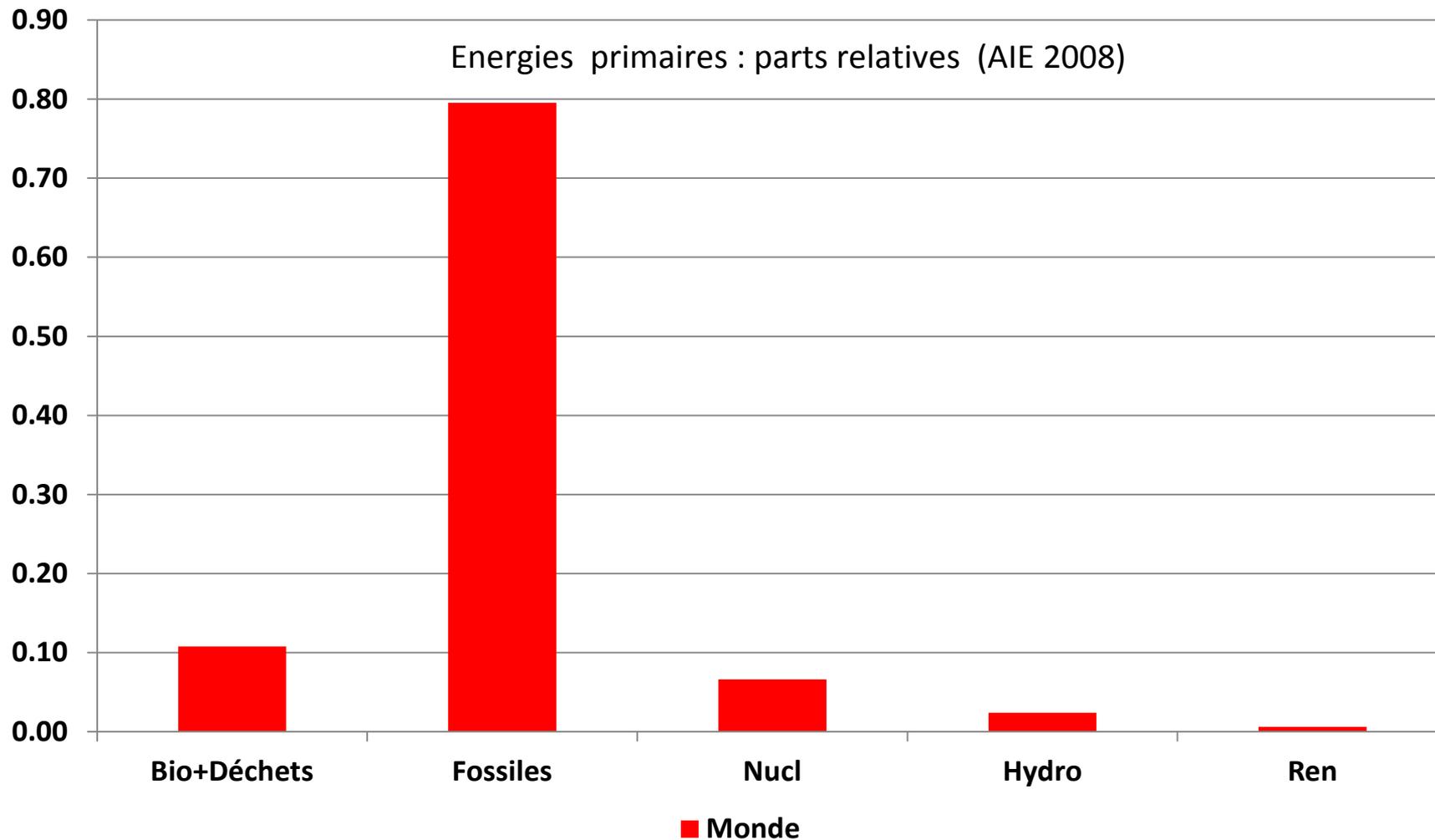


Sortir du nucléaire ?

Contraintes et opportunités

Michel Bonvin
michel.bonvin@hevs.ch

Nucléaire : on parle de quoi ?



Objectifs EU

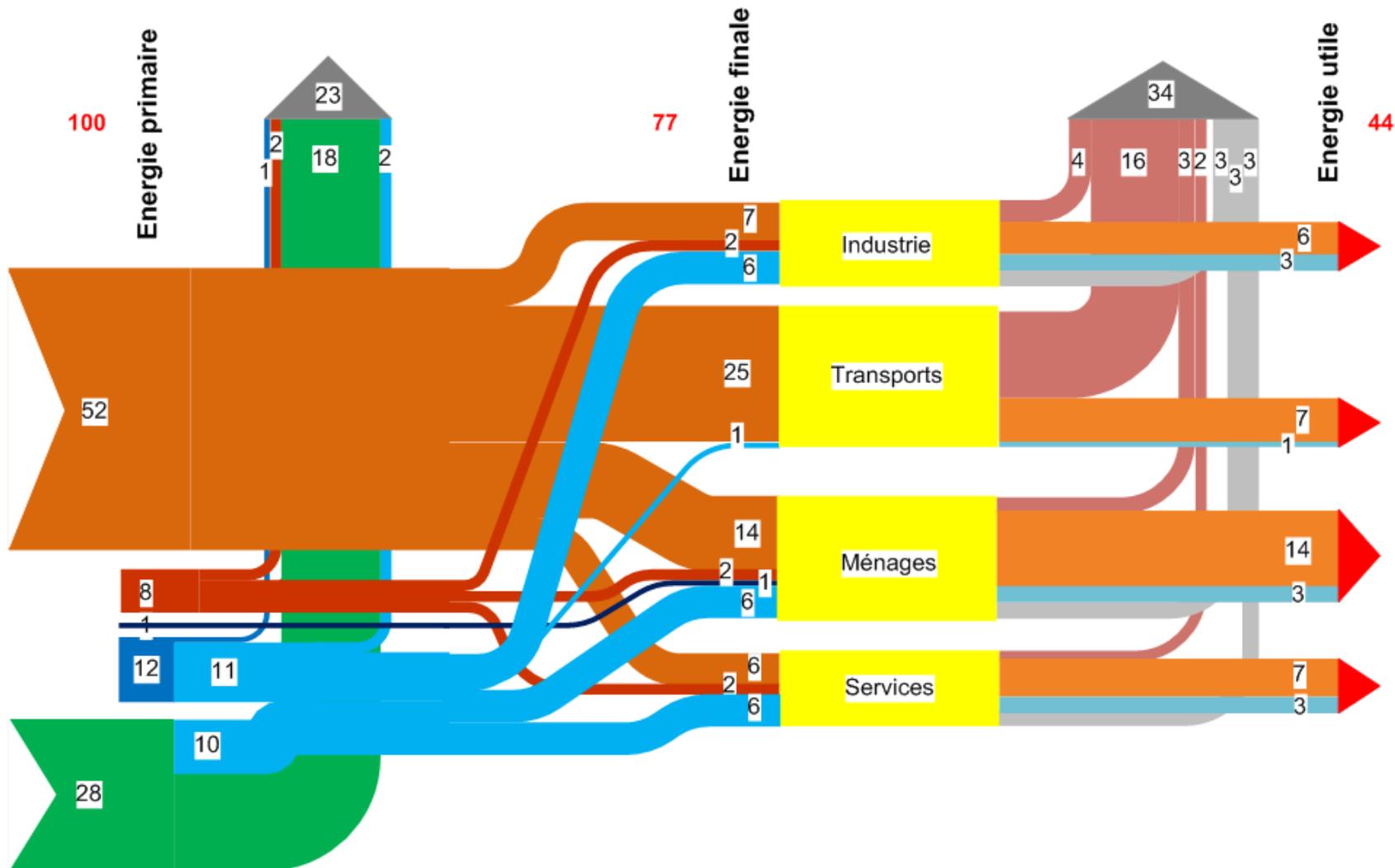
- 2020 : **20 / 20 / 20**
CO₂ / ER / Efficience énergétique
- 2050 : **moins de 2°C** (réchauffement climatique)
c'est-à-dire diminution de 80 – 95 % des
émissions de CO₂

La sortie du nucléaire : **un** problème parmi d'autres

Réserves / Consommation annuelle (stat. BP)

– Pétrole :	40 %	45.7 ans
– Gaz :	26 %	62.8 ans
– Charbon :	34 %	119 ans

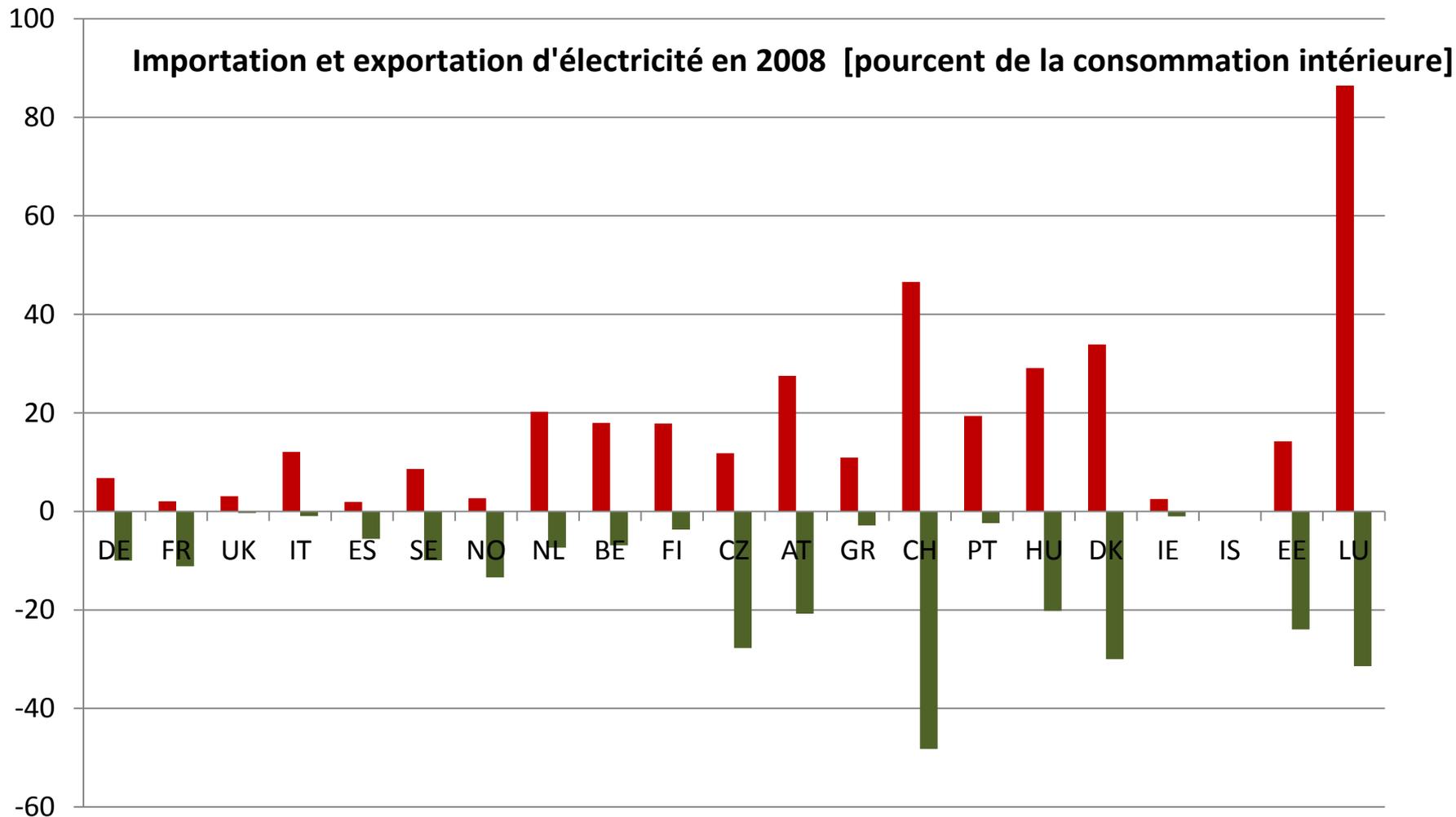
Suisse 2008 (AIE)



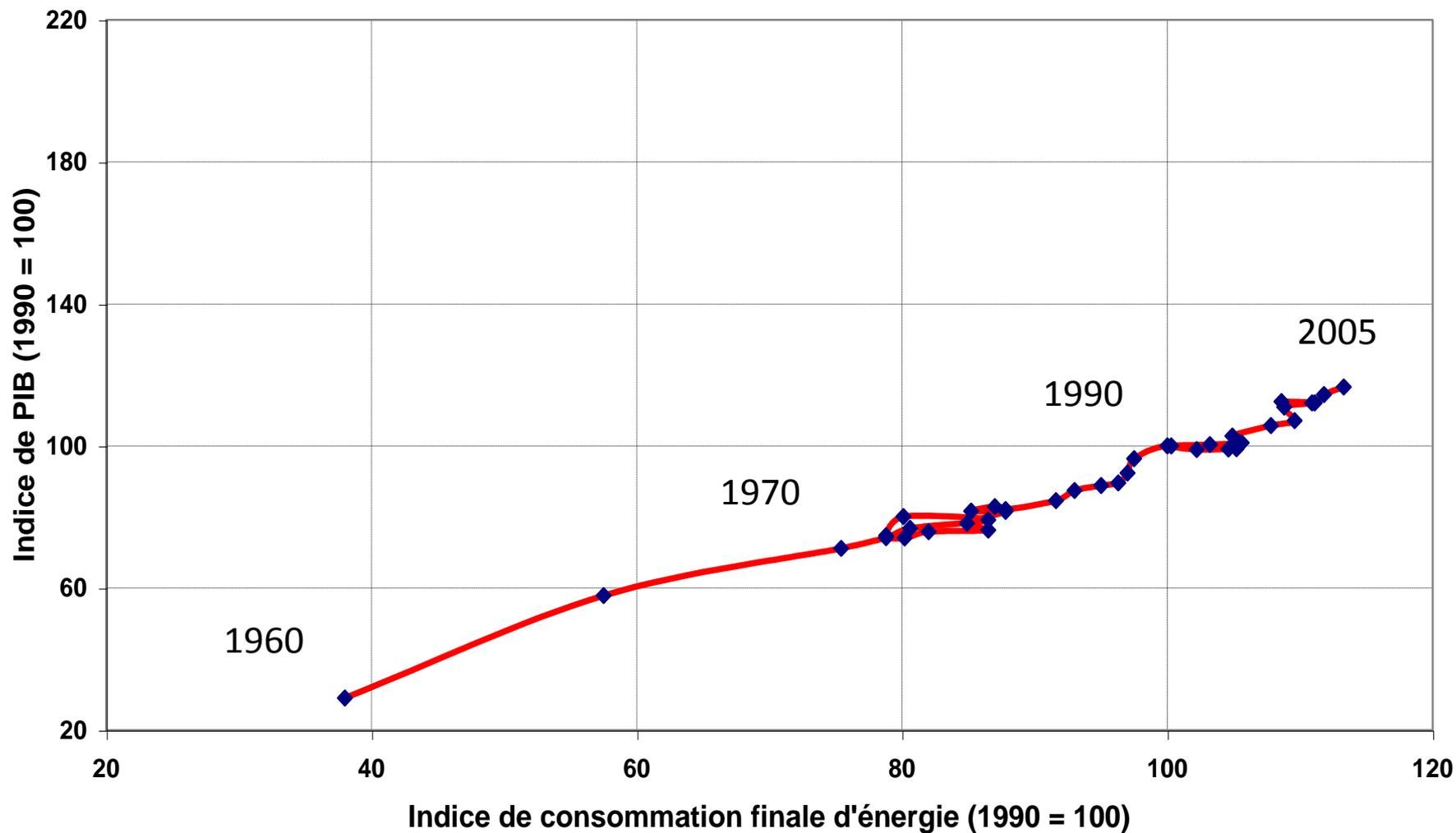
Compensation du nucléaire par des technologies existantes ou futures

- Centrales à gaz : **on oublie !**
- Importation d'électricité : **on oublie !**
- Fusion thermonucléaire : **on patiente !**

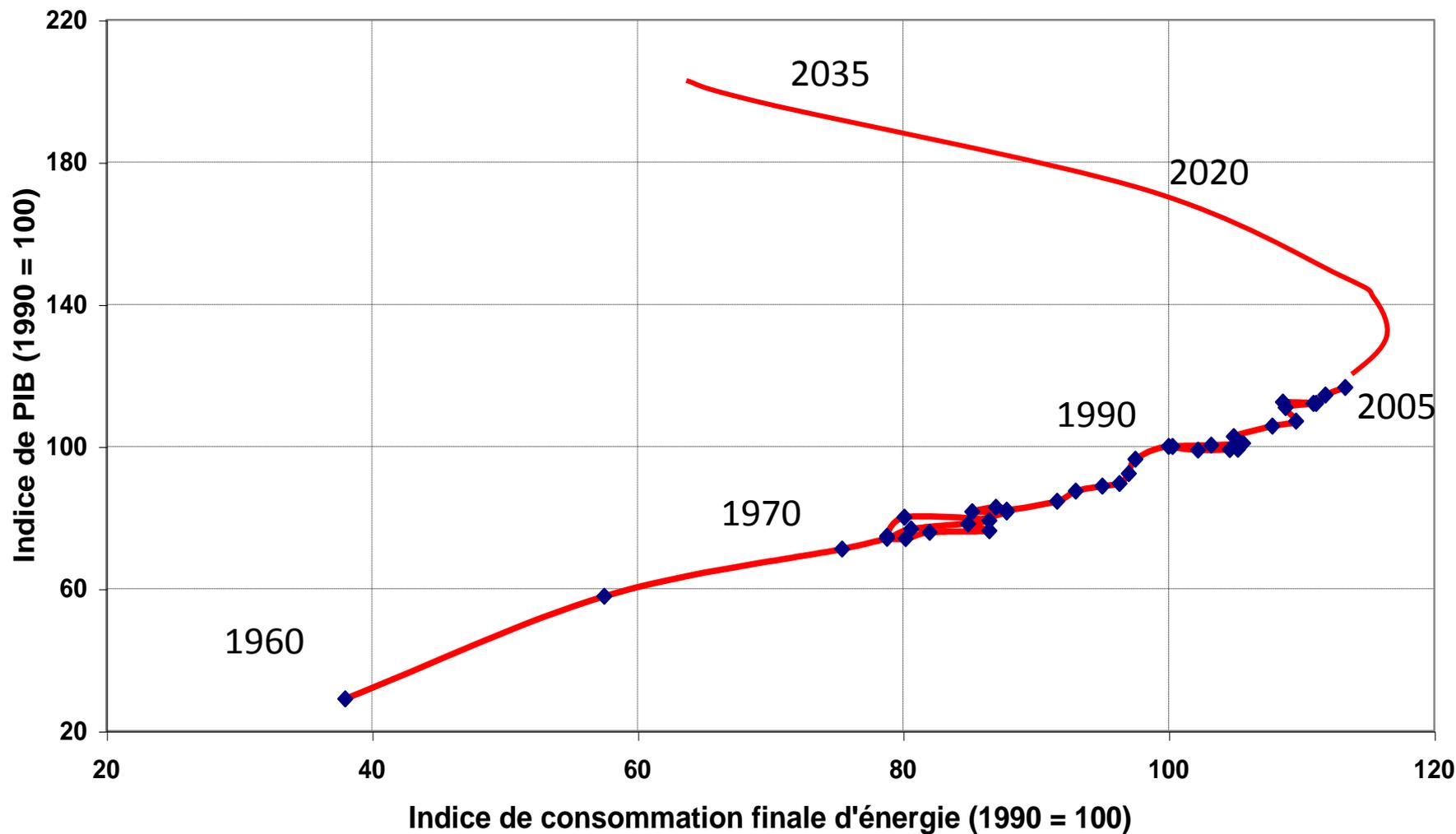
Les échanges d'électricité



PIB et consommation finale d'énergie (Suisse, 1960-2005)



PIB et consommation finale d'énergie (Suisse, 1960-2005)



Sortir du nucléaire : Nécessités

- On optimise et on contrôle fermement **l'utilisation de l'énergie**
- On développe avec enthousiasme et vigoureusement des **formes renouvelables locales d'énergie**

Optimisation et contrôle

- **Adapter les besoins :**
 - Réduction de **20 %** sur l'énergie utile dans les transports, les processus industriels et les processus ménagers
 - Réduction de **80 %** sur les besoins de chaleur des immeubles (logements et administrations)
- **Chaleur de l'environnement** pour chauffage des locaux (PAC)
- **Electrification des transports automobiles** pour diminuer les pertes de conversion

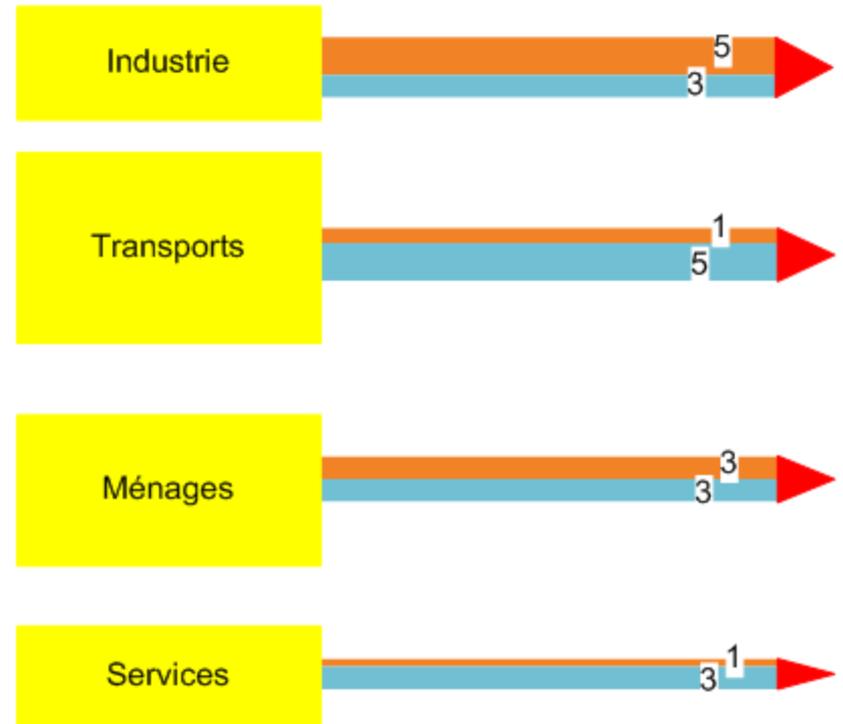
CH 2100 - vision

Energie primaire

Energie finale

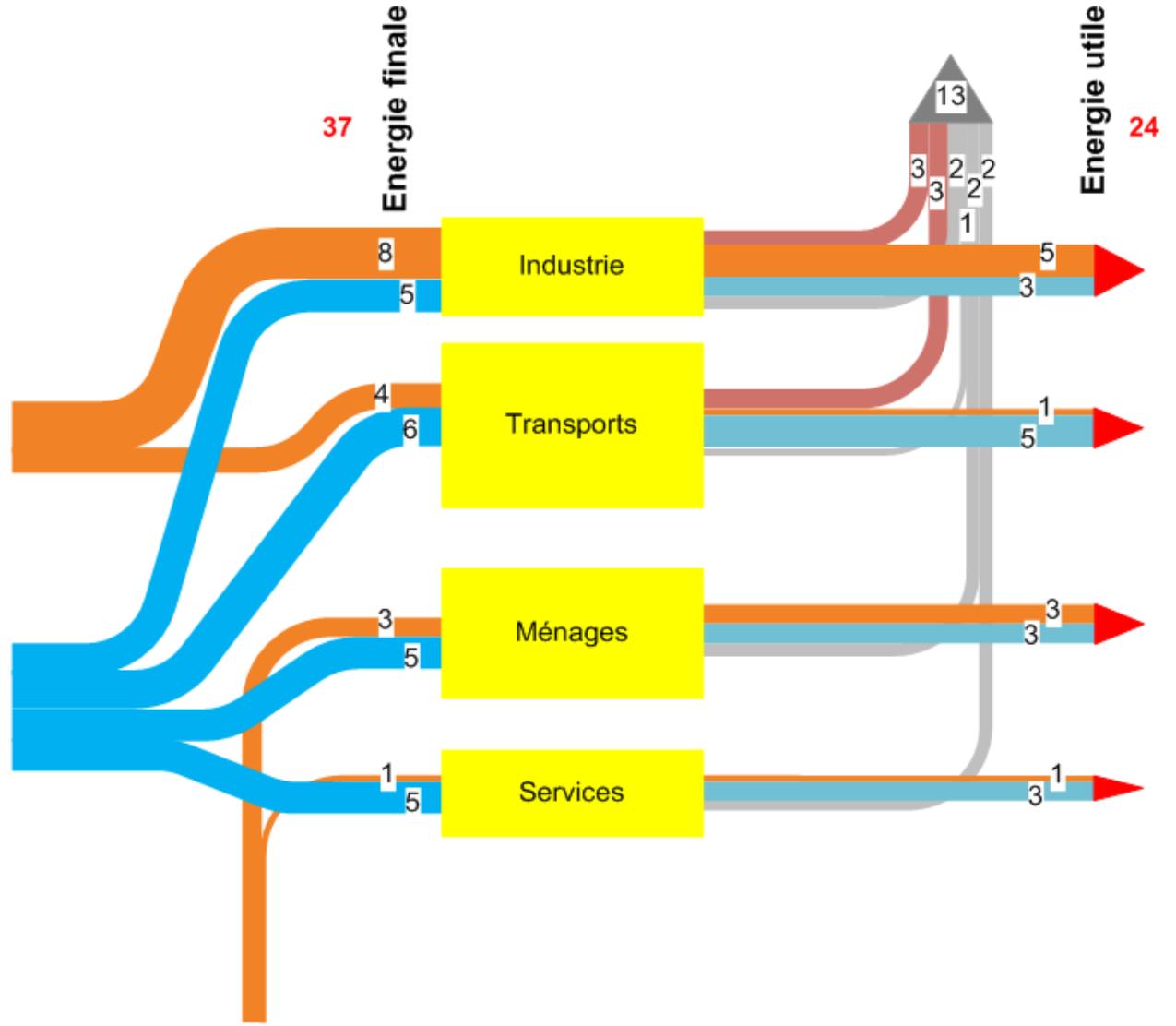
Energie utile

24



CH 2100 - vision

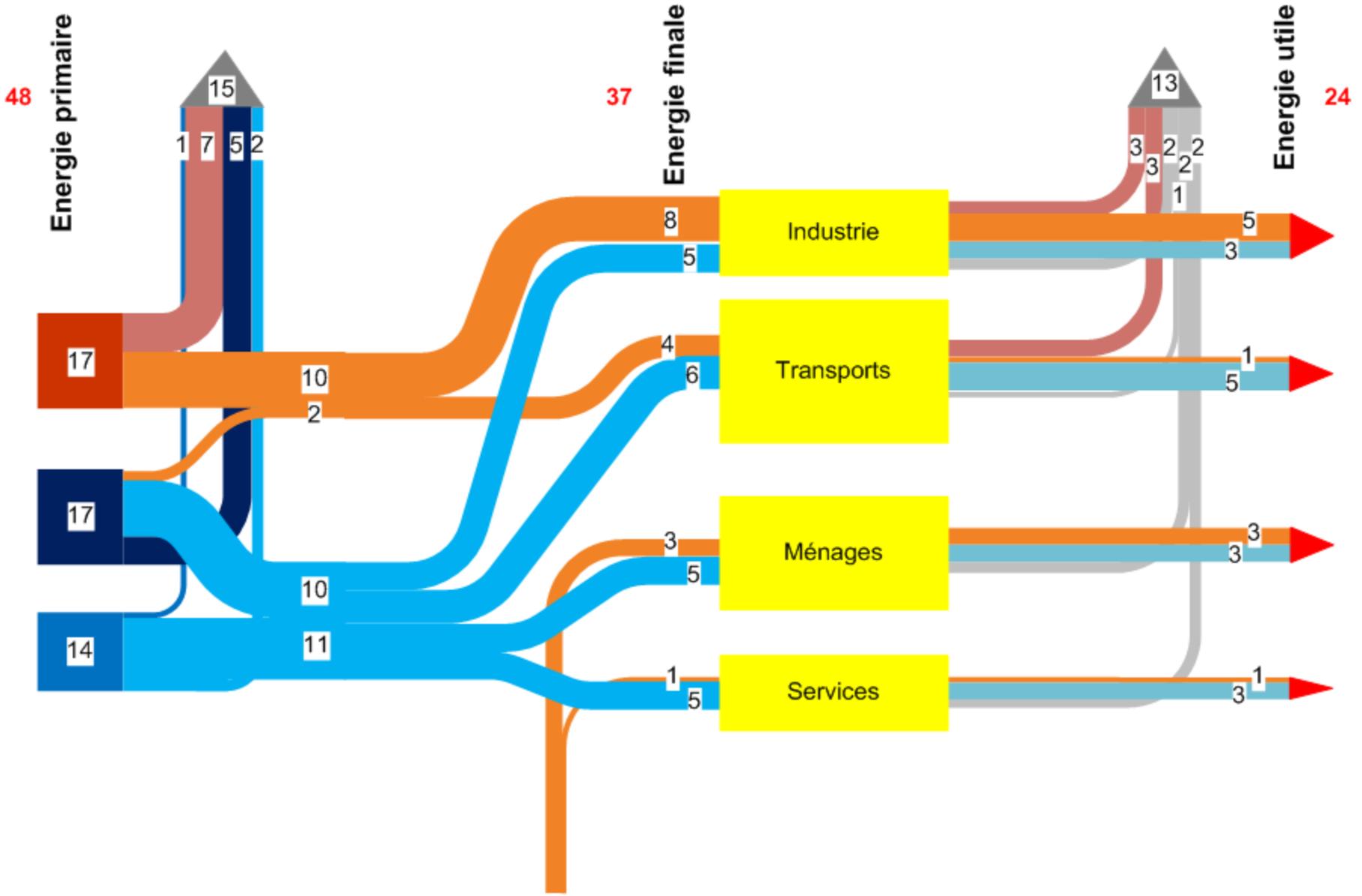
Energie primaire



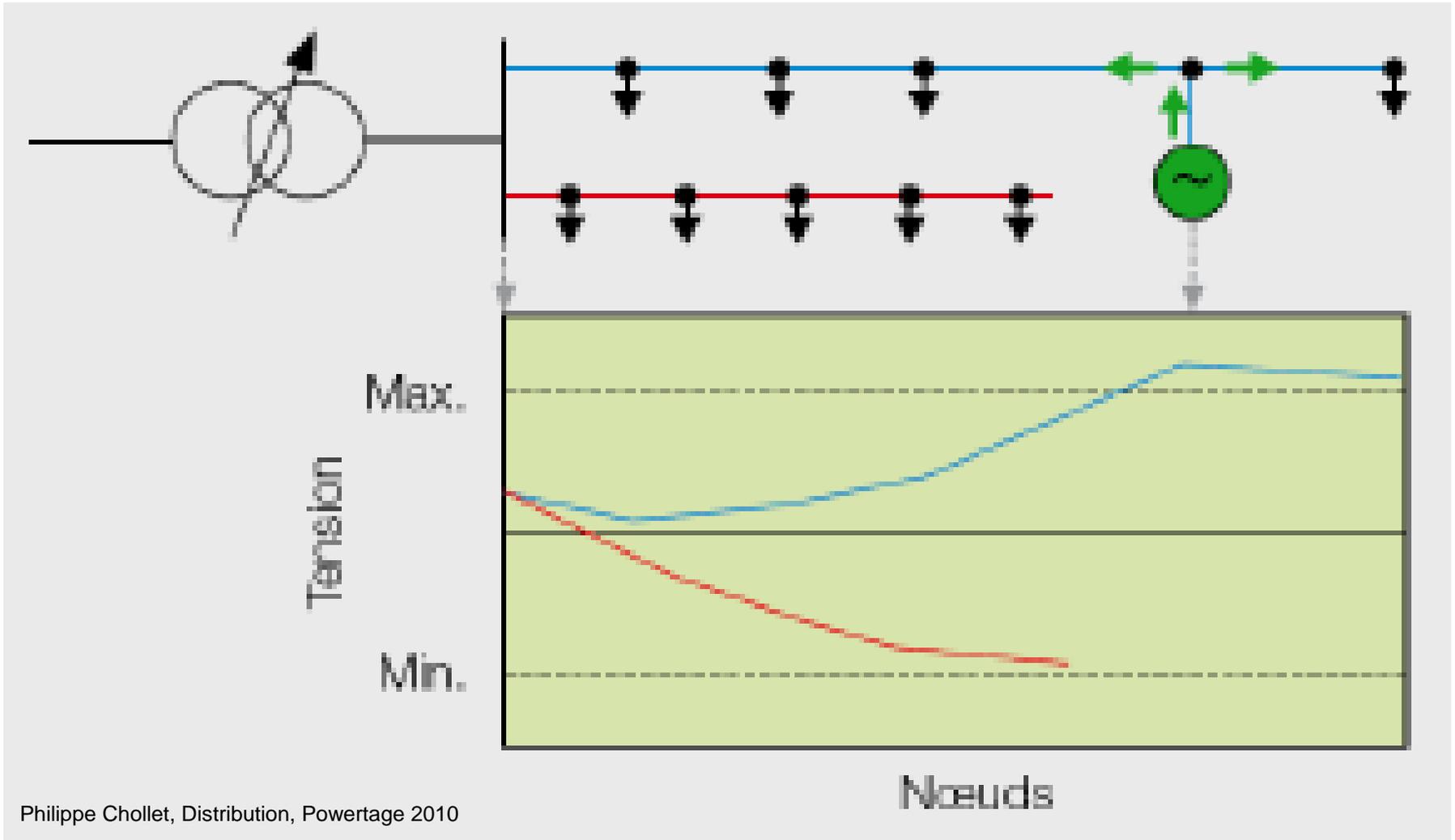
Quel scénario pour les énergies primaires ?

- **« Diversité domestique »** : mix formé de nucléaire de nouvelle génération, renforcement hydroélectricité, solaire, éolien
- **« Not in my back yard »** : solaire du désert, nucléaire étranger, charbon étranger
- **«Renouvelable»** : Eolien, solaire local, biomasse
- **«Le vôtre »** :

CH 2100 - vision



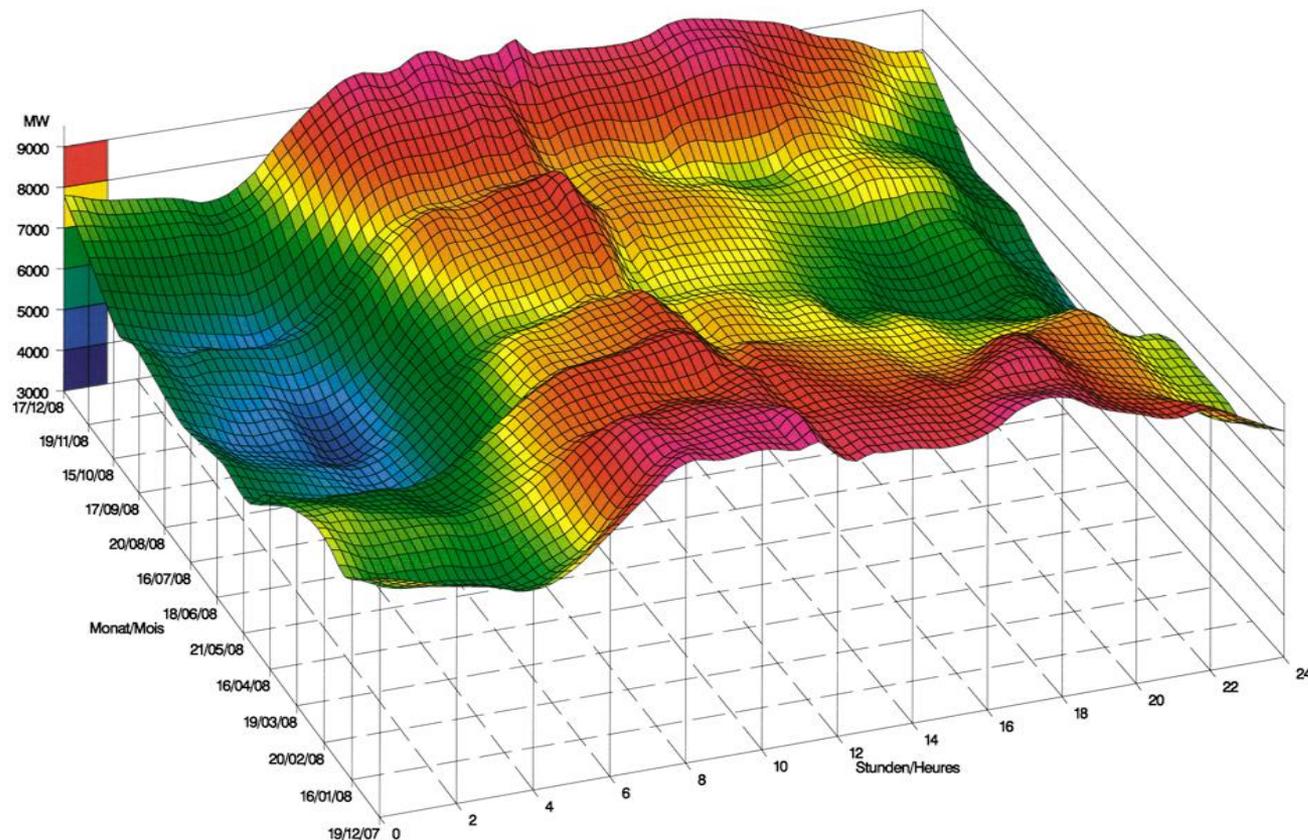
Injection décentralisée



Philippe Chollet, Distribution, Powerstage 2010

L'irrégularité des besoins

Belastungswerte 2008 der schweizerischen Elektrizitätswerke
 Charge horaire et mensuelle des centrales électriques suisses en 2008



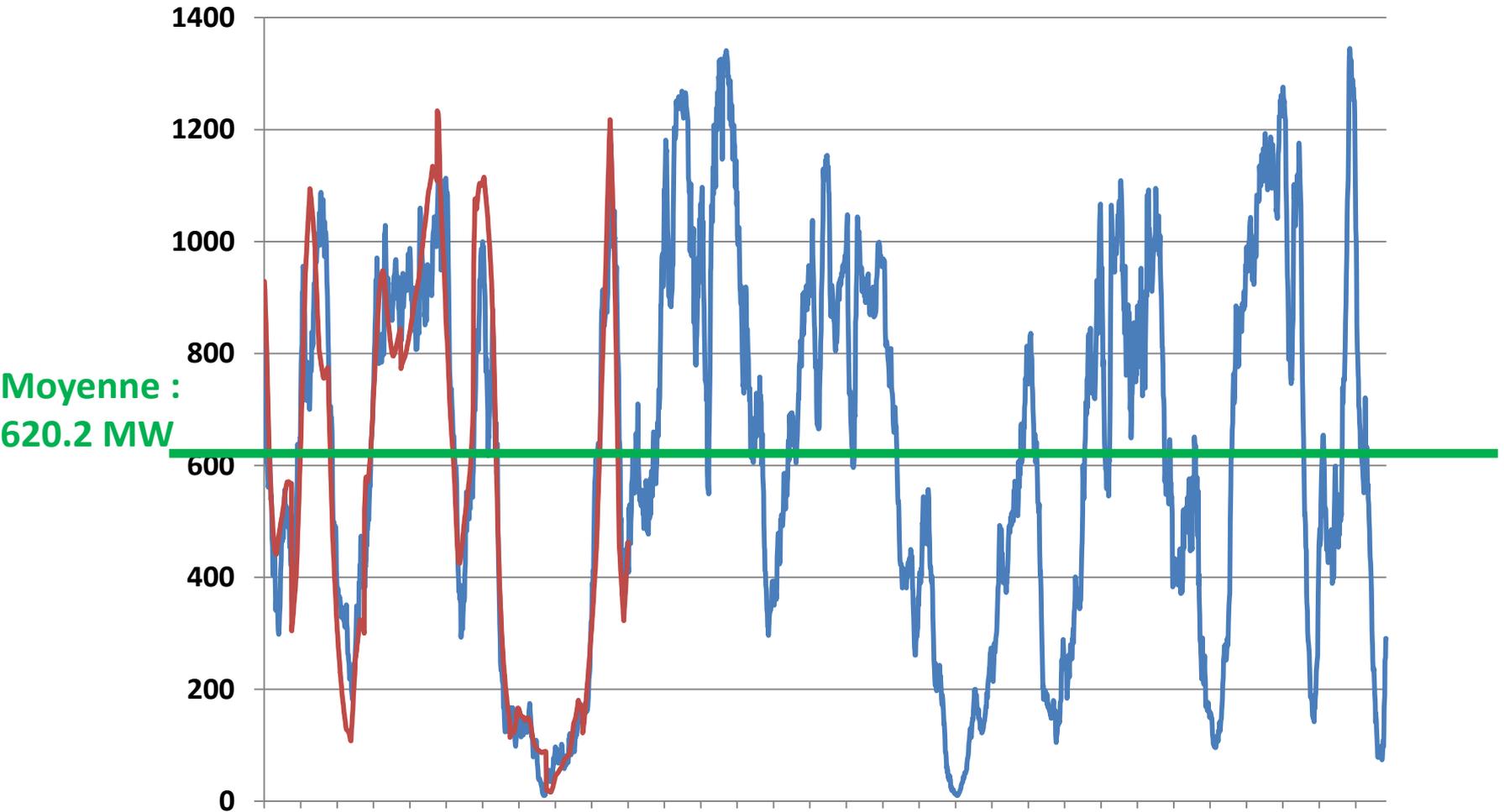
Quelle: BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2008
 Source: OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2008

La volatilité : l'exemple de l'éolien

Eolien - Irlande [MW]

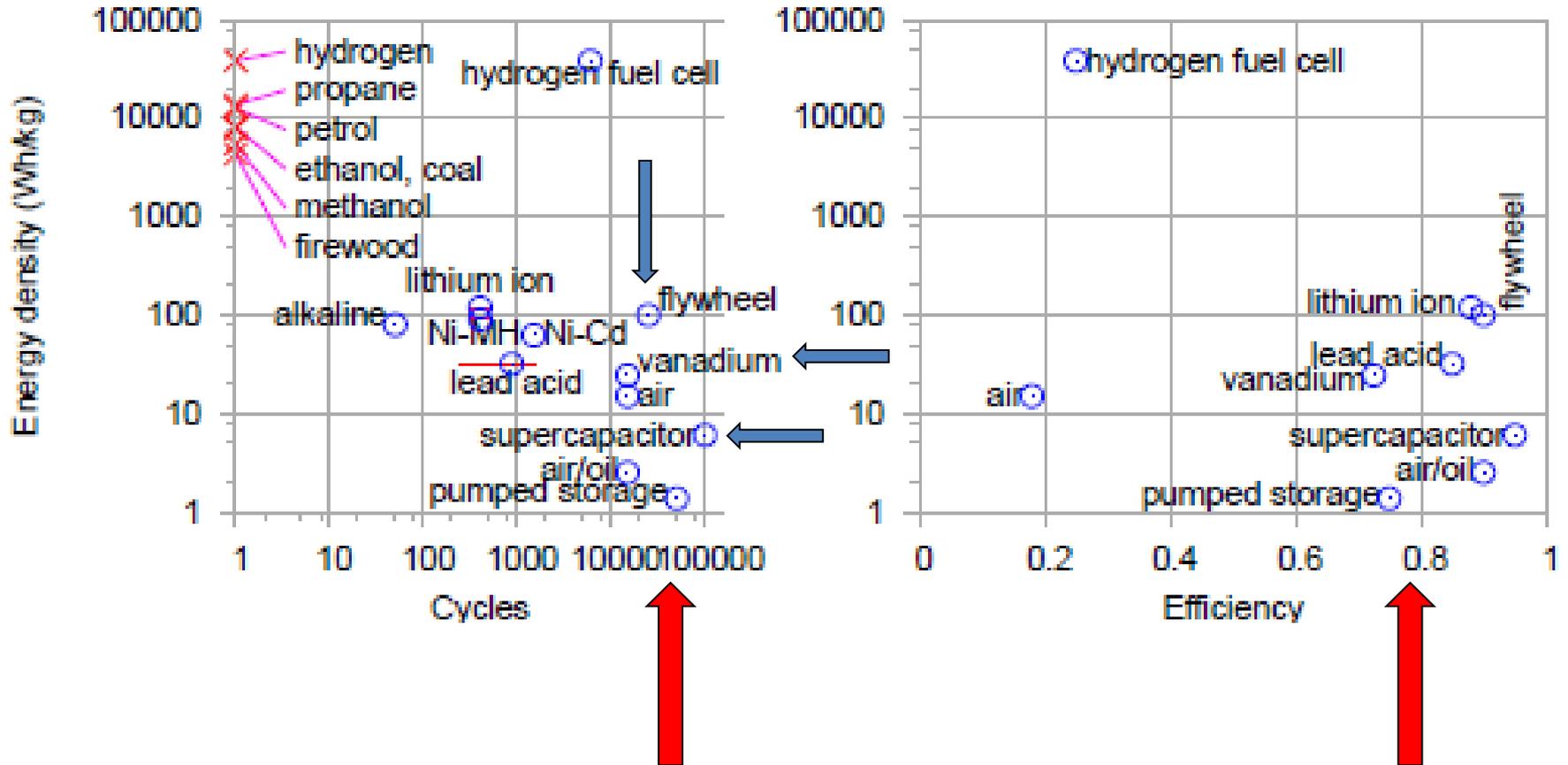
24 sept. – 24 oct. 2011

www.eirgrid.com



Quelles possibilités de stockage ?

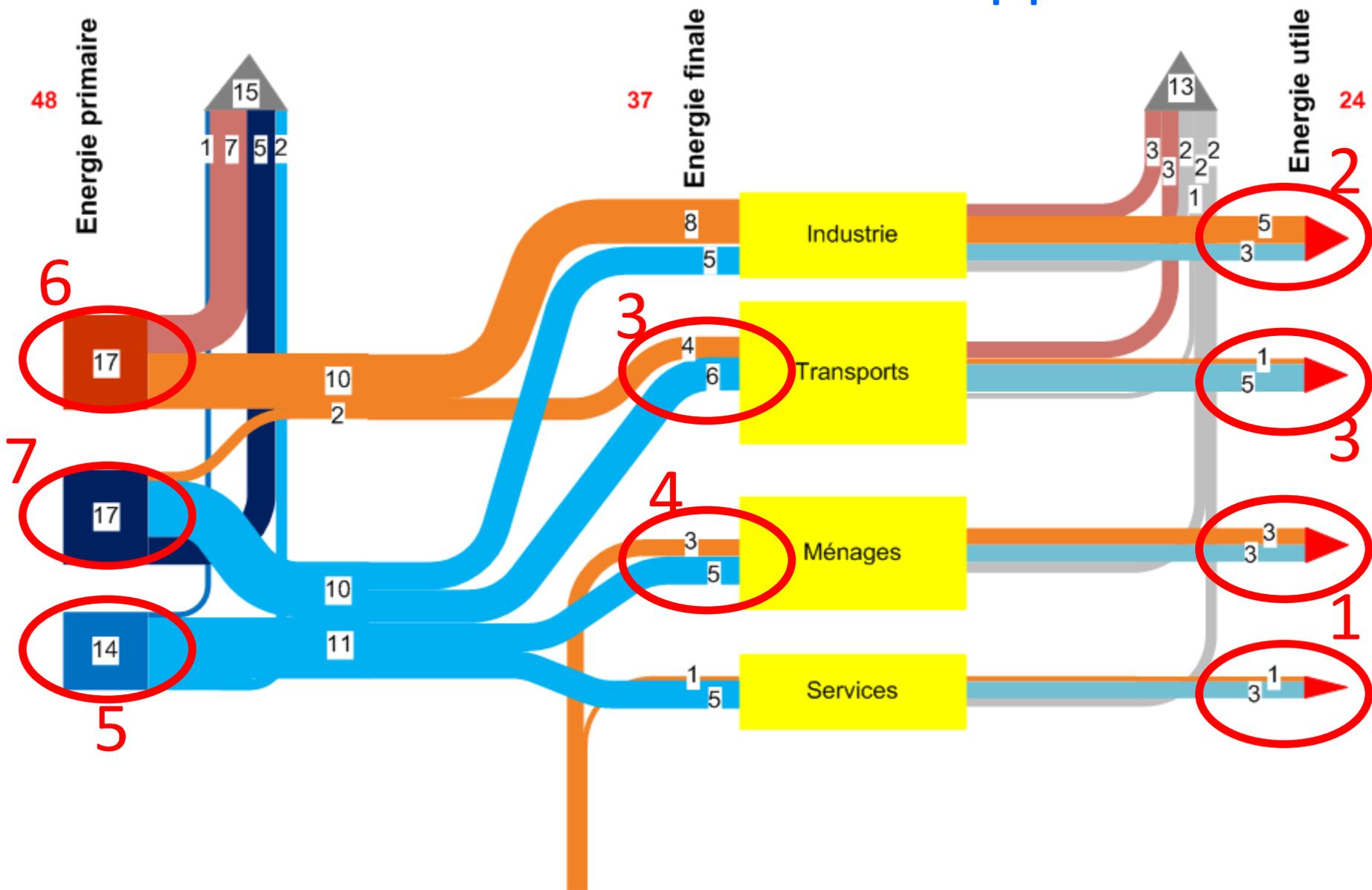
(David JC MacKay 2009)



Stockage : ordres de grandeurs

- **Volant d'inertie** : jusqu'à 1000 kWh si 800 t à 125 tours minutes
- **Supercapacité** : jusqu'à 1 kWh, stocké et rendu très rapidement (récupération de l'énergie de freinage d'une auto)
- **Vanadium** : VRB (vanadium redox battery). Pour stocker 10 GWh il faut :
 - (500 x 500 x 2) m³
 - 36'000 t de vanadium (production mondiale : 40'000 t, réserves mondiales estimées : 63'000'000 t)
- **Pompage-turbinage** : Pour stocker 10 GWh il faut :
 - 10 millions de m³ avec 300 m de chute

Opportunités



Opportunités

1. Rénover et/ou remplacer les bâtiments et les équiper d'appareils efficaces
 - Méthodes de diagnostic, principes d'intervention
 - Efficacité des appareillages (éclairage, ménager, ...)
2. Optimiser les activités industrielles (écologie industrielle)
 - Optimisation conventionnelle de processus
 - Reconsidération des limites du système : écologie industrielle
 - Méthodes avancées de réglage et de contrôle
3. Redéfinir et électrifier les transports individuels
 - Nouvelle mobilité individuelle (villes, stations, campagnes, ...)
 - Infrastructure adéquate

Opportunités

4. Utiliser la chaleur de l'environnement (PAC, géothermie)
 - Réseaux de chaleur à très basse température
 - Réglages simplifiés
 - Stock de chaleur / stock d'énergie électrique : centrale virtuelle
5. Augmenter et valoriser l'utilisation de la force hydraulique
 - **Maintien, voire augmentation des capacités de retenue**
 - **Adaptation d'infrastructure pour stockage d'énergie électrique**
 - **Machines à vitesses variables (pompes / turbines)**
 - **Monitoring et maintenance de machines**
 - **Lignes électriques de transport/distribution renforcées et enterrées**

Opportunités

6. Doubler l'utilisation de l'énergie liée au traitement des déchets et de la biomasse
 - Exploitation de la biomasse à des fins énergétiques (biocombustibles, biocarburants)
 - Exploitation des déchets
7. Développer (facteur 15) le photovoltaïque, l'éolien, ...
 - Utilisation de de la « bonne perception valaisanne » envers les énergies renouvelables
 - Diffusion de solutions (et non de technologies)
 - **Technologies d'injection dans les réseau électrique**
 - **Technologies de contrôle, de réglage, de sécurisation du réseau**
 - **Stockage : adaptation de capacités et des technologies**
 - **Lignes électriques de transport et de distribution renforcées**

Opportunités : nouveaux « métiers »

- **Négoce** de l'énergie électrique
- **Technologies réseaux électriques**
- Solutions pour l'implantation de **productions renouvelables**
- Solutions en matières **d'efficacité énergétique**
- **Formation de d'ingénieurs et de techniciens** dans les domaines de l'énergie et de l'environnement
-

Un exemple : Nant-De-Drance

