

Gymnase de la Cité, 29 mars 2012

Energie et climat : vers un avenir sans nucléaire ni fossile ?

Roger Nordmann

Conseiller national, Parti Socialiste, Lausanne

Membre de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie
et de la Commission des transports et des télécommunications
Président de Swissolar,
Vice-président de l'Association transports et environnement (ATE)



Plan de la présentation

- 1. Intro: l'enjeu global « climat – énergie »**
- 2. Les grandes masses en Suisse**
- 3. L'enjeu du bâtiment**
- 4. La stratégie pour la mobilité**
- 5. Objectif 100% d'électricité renouvelable**
- 6. L'impact économique**
- 7. Conclusion**

*Sources bibliographiques et des données:
dans mon livre ou sur www.roger-nordmann.ch*

Avertissement

Une partie de cette présentation est politique: sur la base des valeurs qui m'animent, j'y préconise certaines actions politiques en matière énergétique. Il est tout à fait légitime de ne pas partager mes opinions.

La présentation n'a pas la prétention d'être neutre ou « objective », car cela est impossible en politique: la démocratie se nourrit d'ailleurs de la diversité des points de vues. Par contre, je m'efforce d'être objectif dans la présentation des faits.

1. Intro: l'enjeu global « climat – énergie »

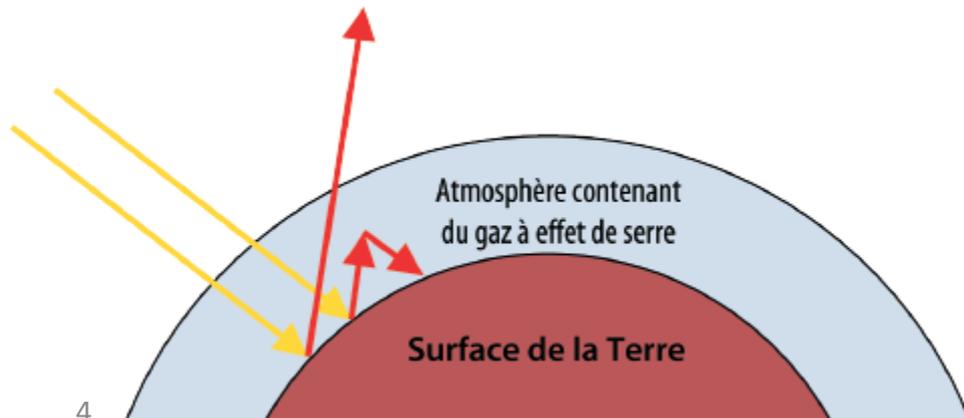
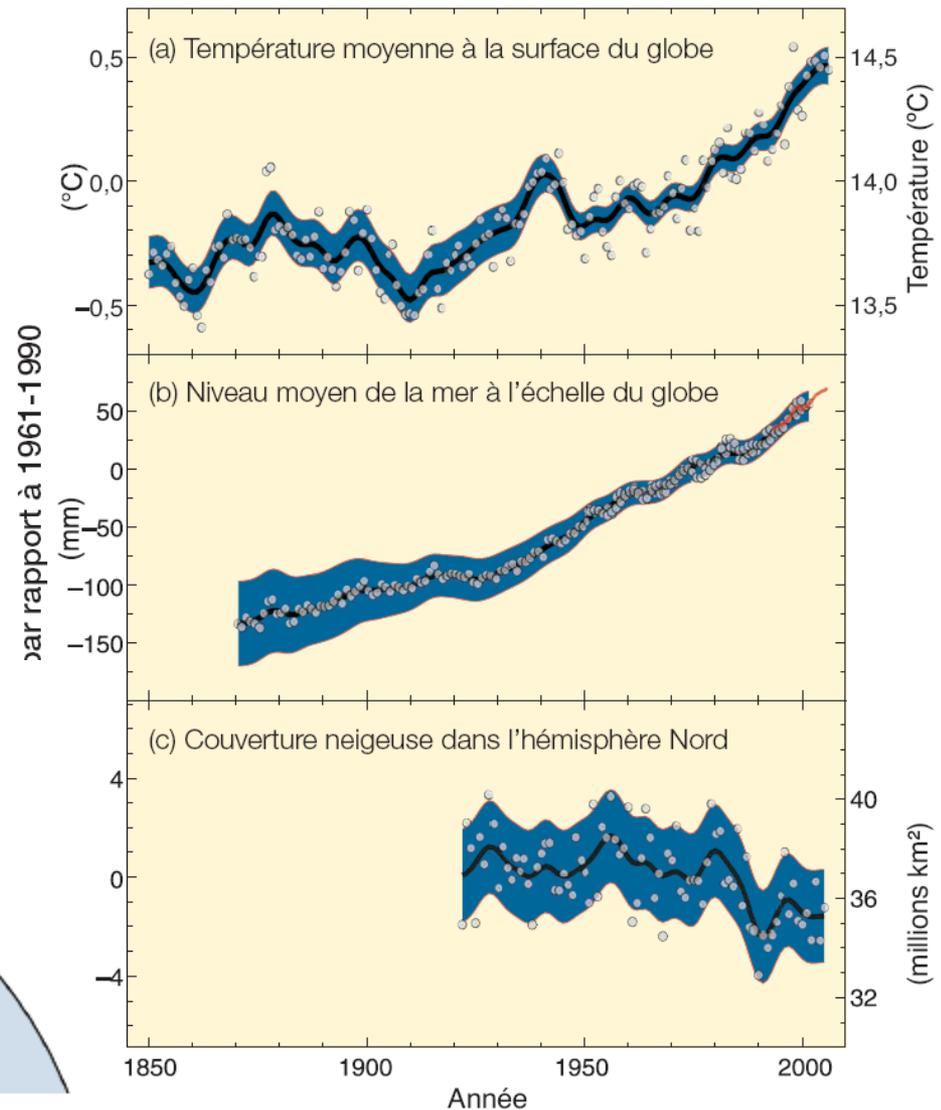
Le réchauffement climatique déjà observé

Variations de la température et du niveau de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord

Rapport GIEC/ IPCC 2007 pg 3

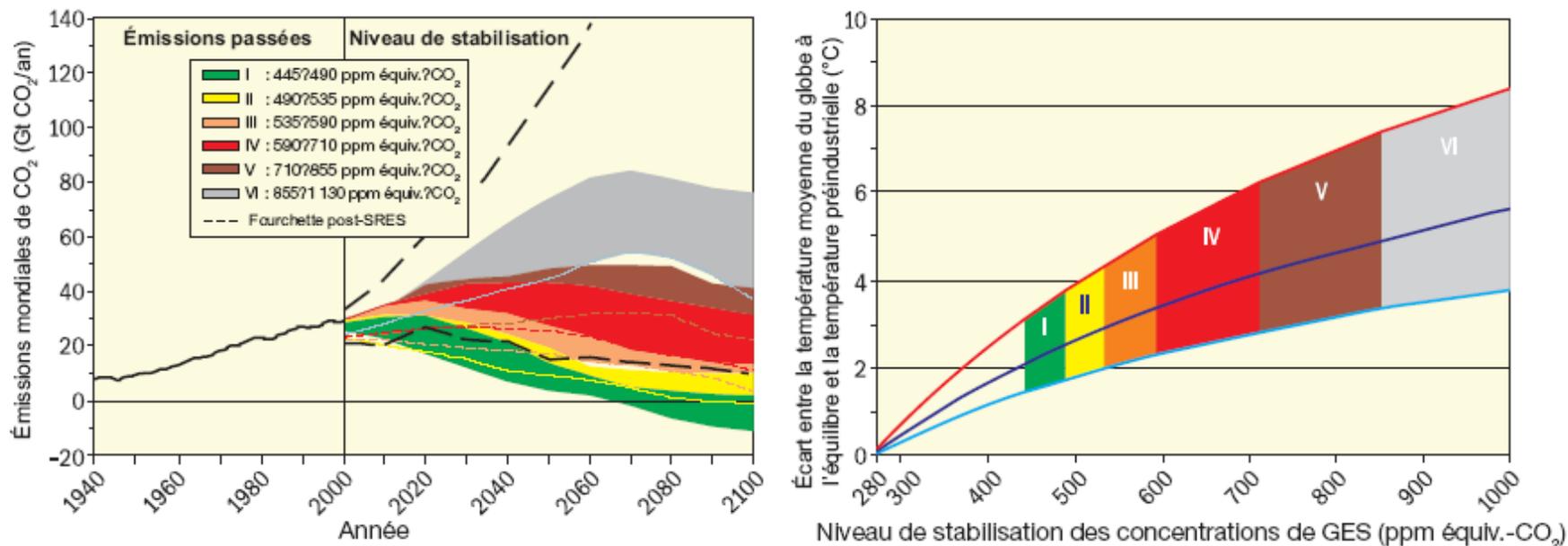
« Pour atteindre cet objectif [pas plus de 2° de réchauffement], les émissions mondiales de gaz à effet de serre devront passer de leur niveau actuel de 5,8 tonnes à 1 à 1,5 tonne d'équivalent CO₂ par habitant, selon l'évolution démographique »

Message Conseil fédéral, relatif à la politique climatique après 2012 (16.8.2009, point 1.5, pg 15).



Les scénarios de réchauffement du GIEC

Augmentation des émissions de CO₂ et de la température à l'équilibre
selon divers scénarios de stabilisation

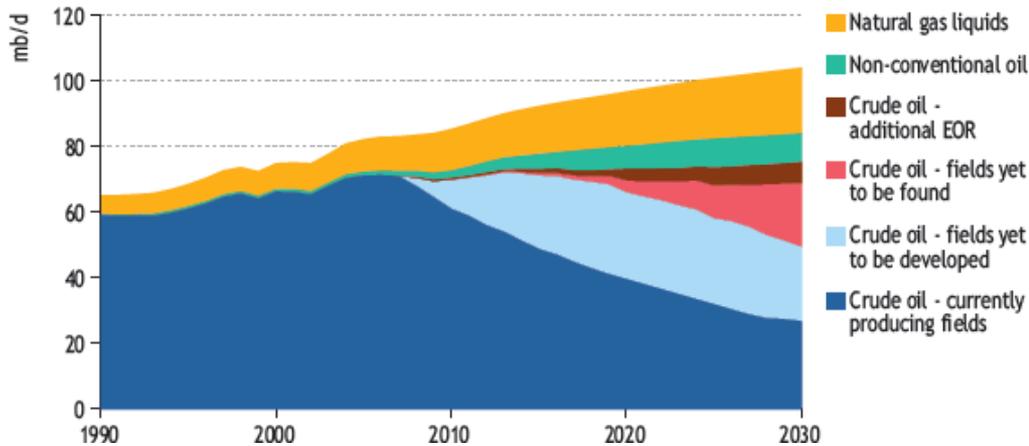


Source pg 68 rapport IPCC 2007

<http://www.ipcc.ch/>

L'épuisement du pétrole

Extraction pétrolière selon AIE, en millions de barils par jour



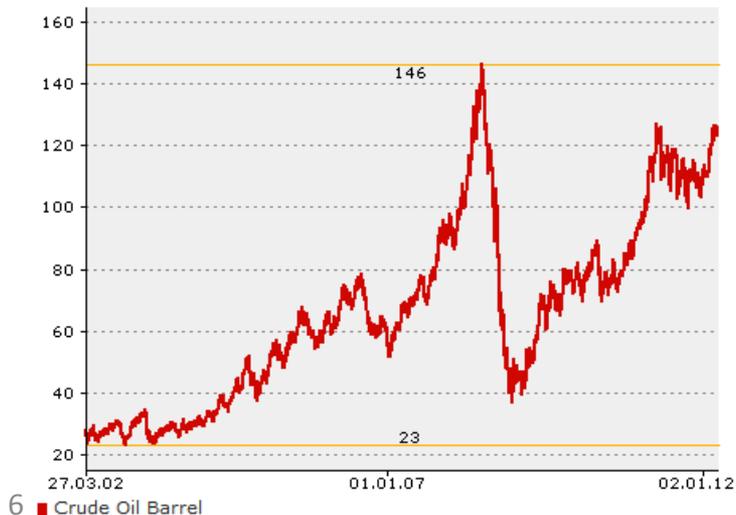
Source : OECD + Agence internationale de l'Énergie, World energy outlook 2008 pg 250.

Production et découvertes

www.energywatchgroup.org.

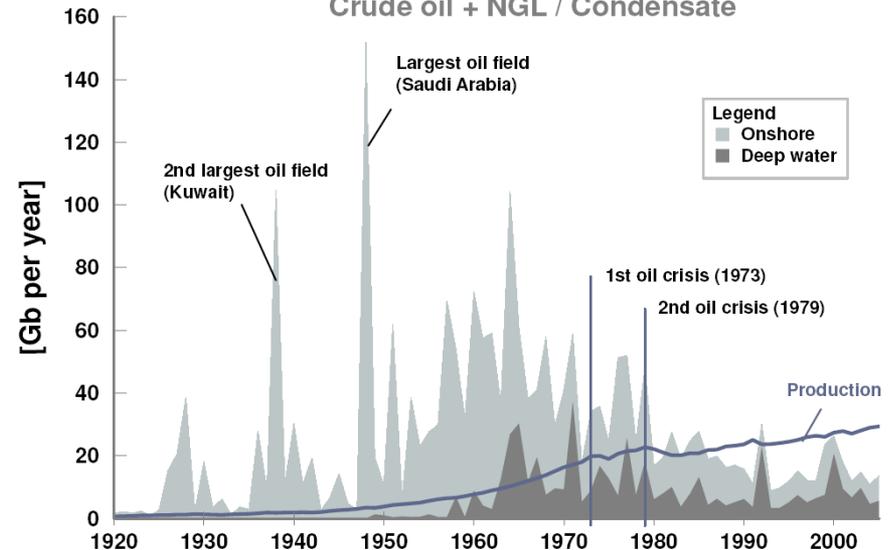
Energy Watch Group Zukunft der weltweiten Erdölversorgung Mai 2008, pg 36

Prix baril brut Brent US\$, sur 10 ans



Source: cash.ch

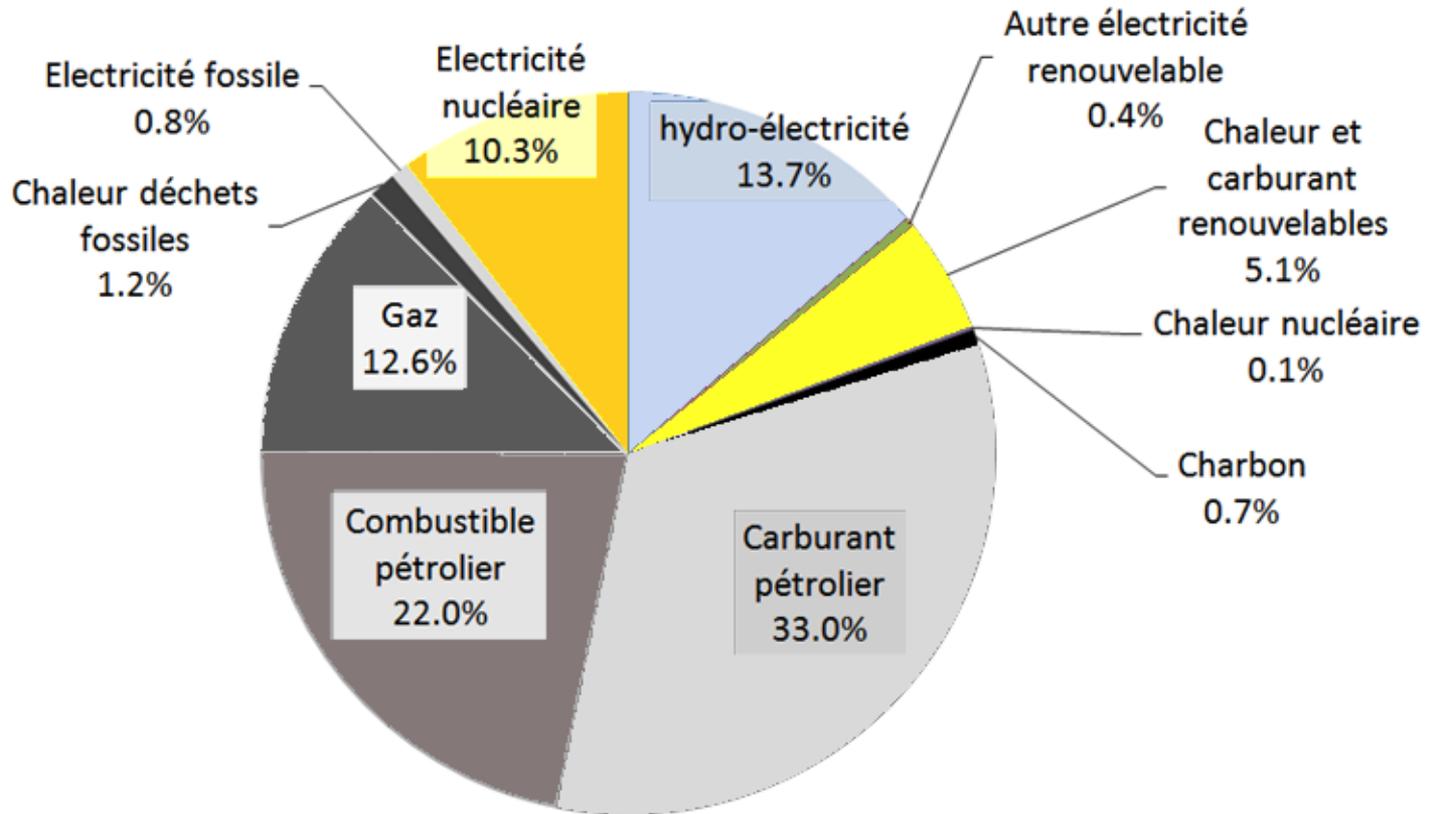
Crude oil + NGL / Condensate



Source: IHS Energy 2006

2) Les grandes masses en Suisse

L'origine de l'énergie en Suisse: électricité et fossile 2007



Source données du graphique: OFEN, Stat. Energie / électricité 2008

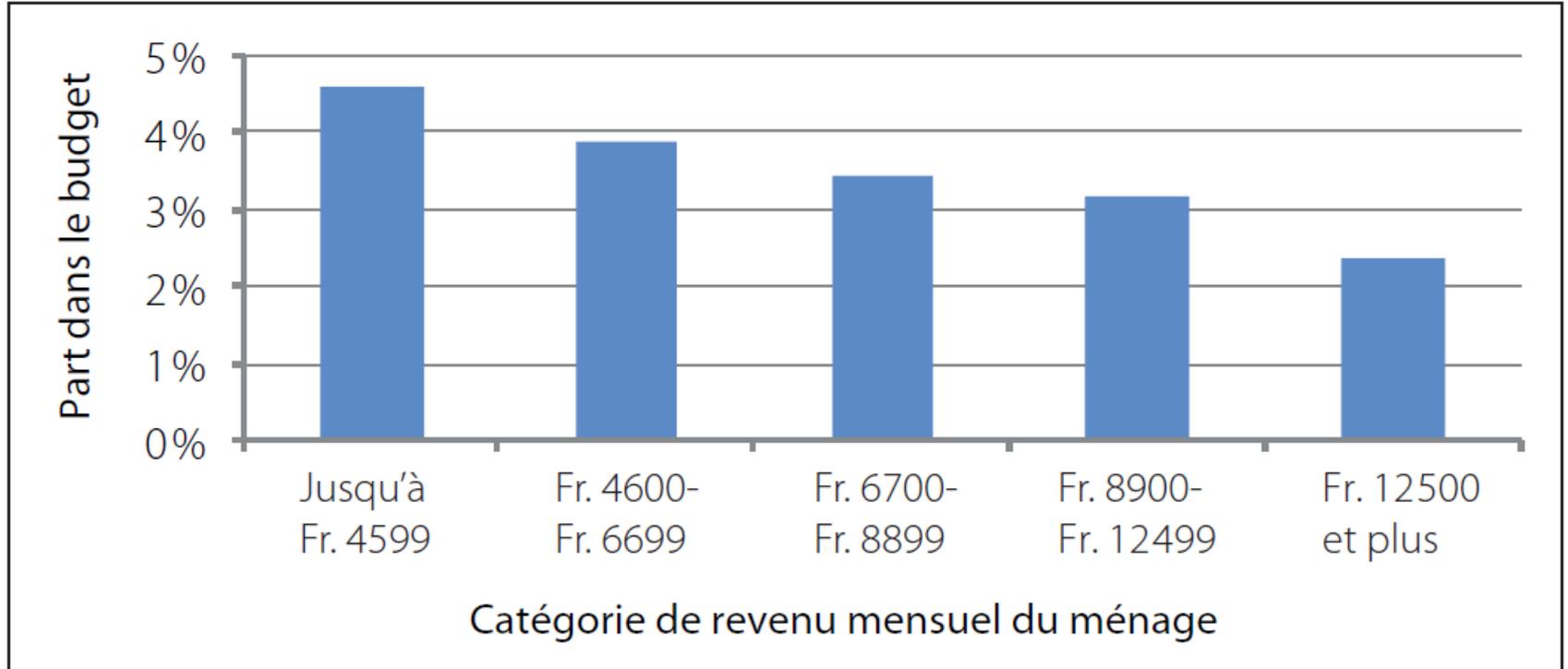
Total fossile: CH = 70% (→CO2), Monde = 87%

CH= 3% électricité fossile, EU 52%, Monde 66%

→ Lien direct entre les questions de l'électricité et du climat

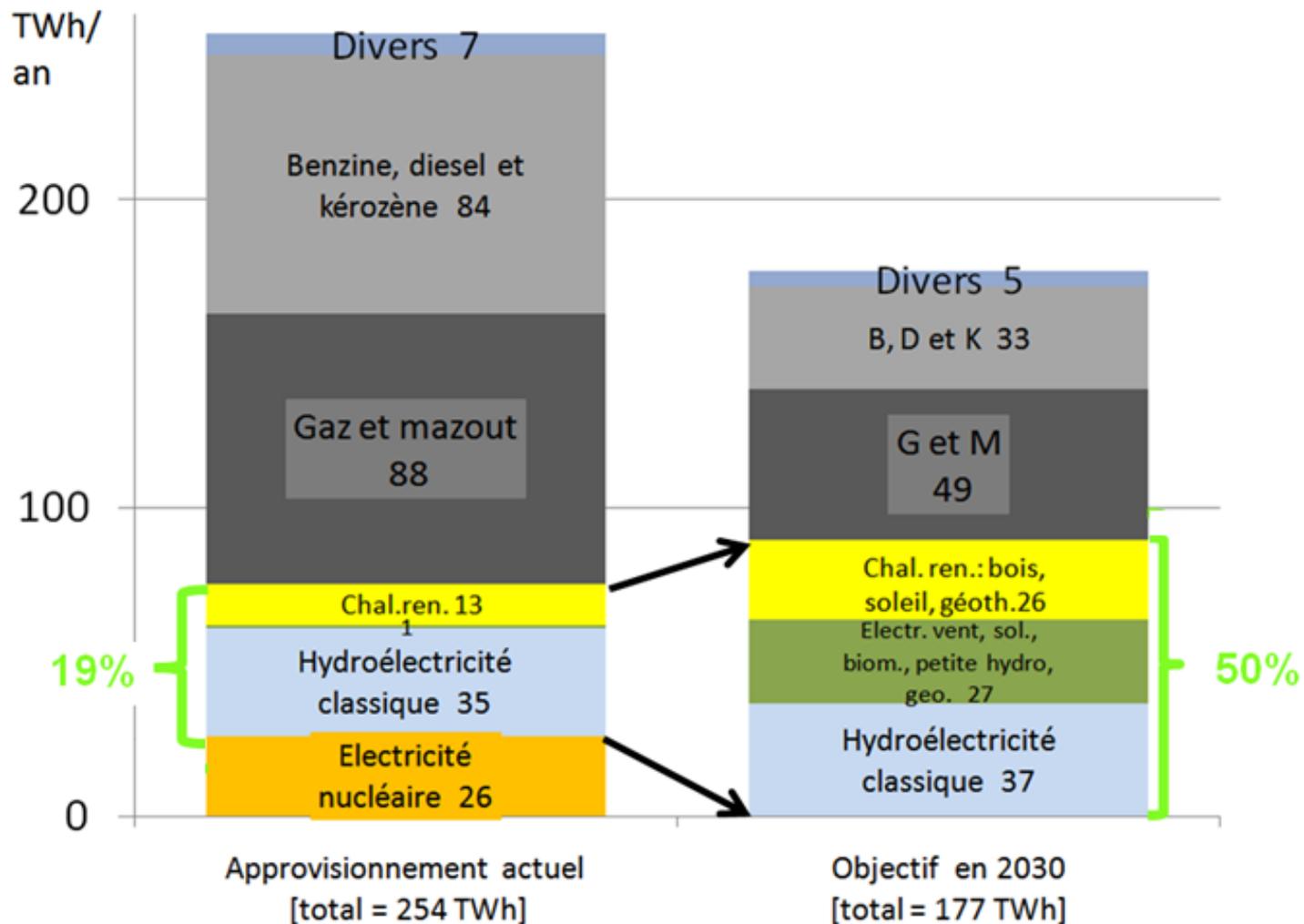
Nucléaire monde = 2,4% de l'énergie utile (13% de l'électricité)

Part des dépenses des ménages suisses pour l'achat d'énergie dans le budget du ménage, en distinguant différentes catégories



10 à 13 Milliards par an pour les importations de gaz et de pétrole!

La stratégie Cleantech du PS



3) L'enjeu du bâtiment

Fig. 36. Une maison à deux appartements de Riehen à bilan énergétique positif, lauréate du Prix solaire suisse 2008, catégorie «Nouvelles constructions»¹¹¹



Chaque année, cette maison injecte un surplus d'électricité dans le réseau (8054 kWh). Au total, elle produit 18 500 kWh d'électricité et de chaleur, alors qu'elle n'en consomme que 7060 kWh. Elle constitue donc une centrale électrique. Les surcoûts au niveau de la construction se sont élevés à 12 % par rapport à une villa ordinaire.

Haus Jenni, Burdorf, 100% Solaire
www.jenni.ch



Fig. 38. Un remarquable exemple d'assainissement, de Staufen AG, lauréat du Prix solaire 2008, catégorie « Rénovations »¹¹⁹



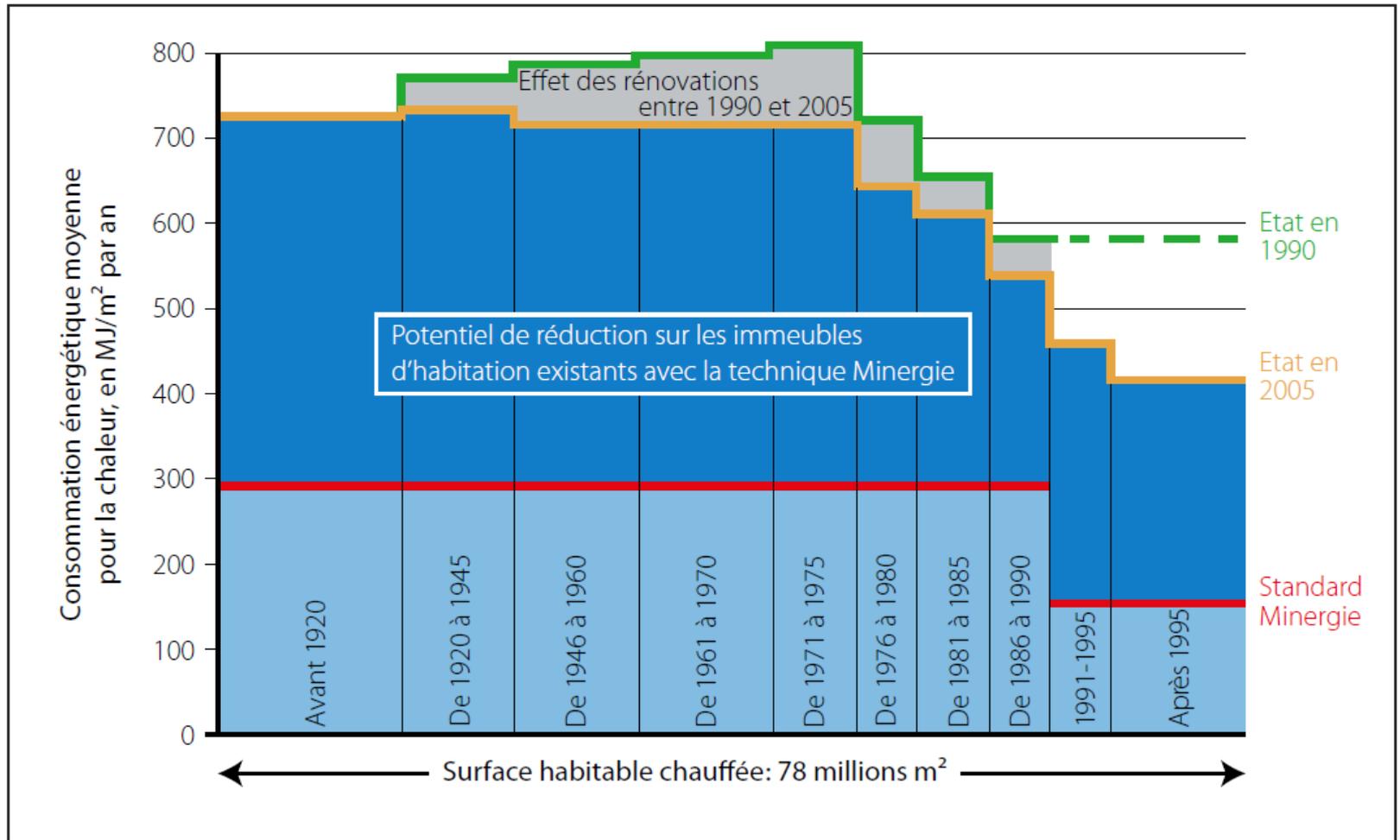
Avant les rénovations



Après les rénovations

Cet immeuble locatif de six appartements a réduit ses émissions de CO₂ de 80%. Ses achats d'énergie ont même été réduits de 87%, grâce à la production photovoltaïque. L'assainissement énergétique a coûté 100 000 fr. par appartement.

L'assainissement des bâtiments existant est décisif



Source: Energieplanungsbericht 2006 Bericht des Regierungsrates über die Energieplanung des Kantons Zürich

www.energie.zh.ch Pg 18

Concrètement dans le logement

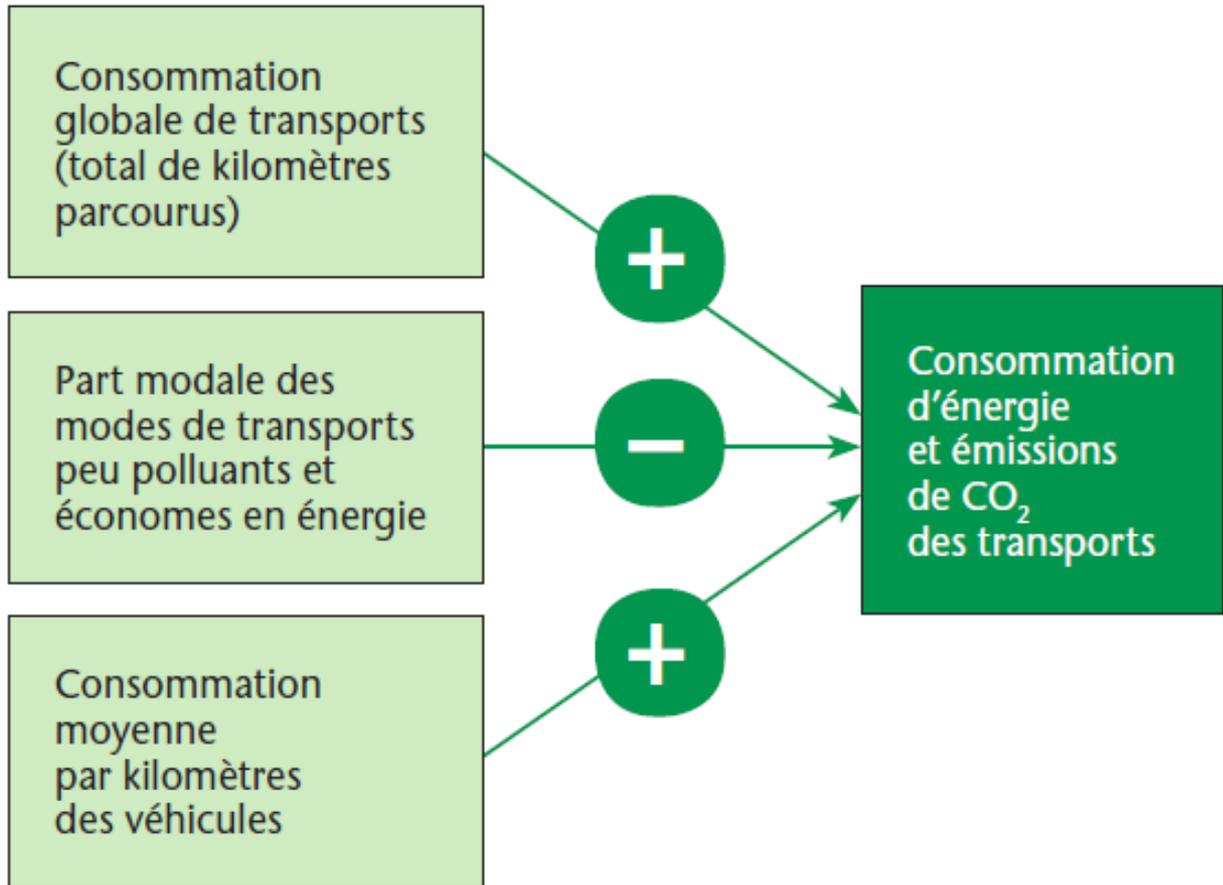
Assainissement

- Isolation de l'enveloppe (murs, fenêtres, toit, sol)
- Assainissement du système de chauffage (y compris part d'énergies renouvelables, en particulier solaire thermique)
- Assainissement des installations techniques (ventilations, moteurs, climatisations, éclairage, cuisine, etc)
- Densification

Nouvelles constructions (et reconstruction)

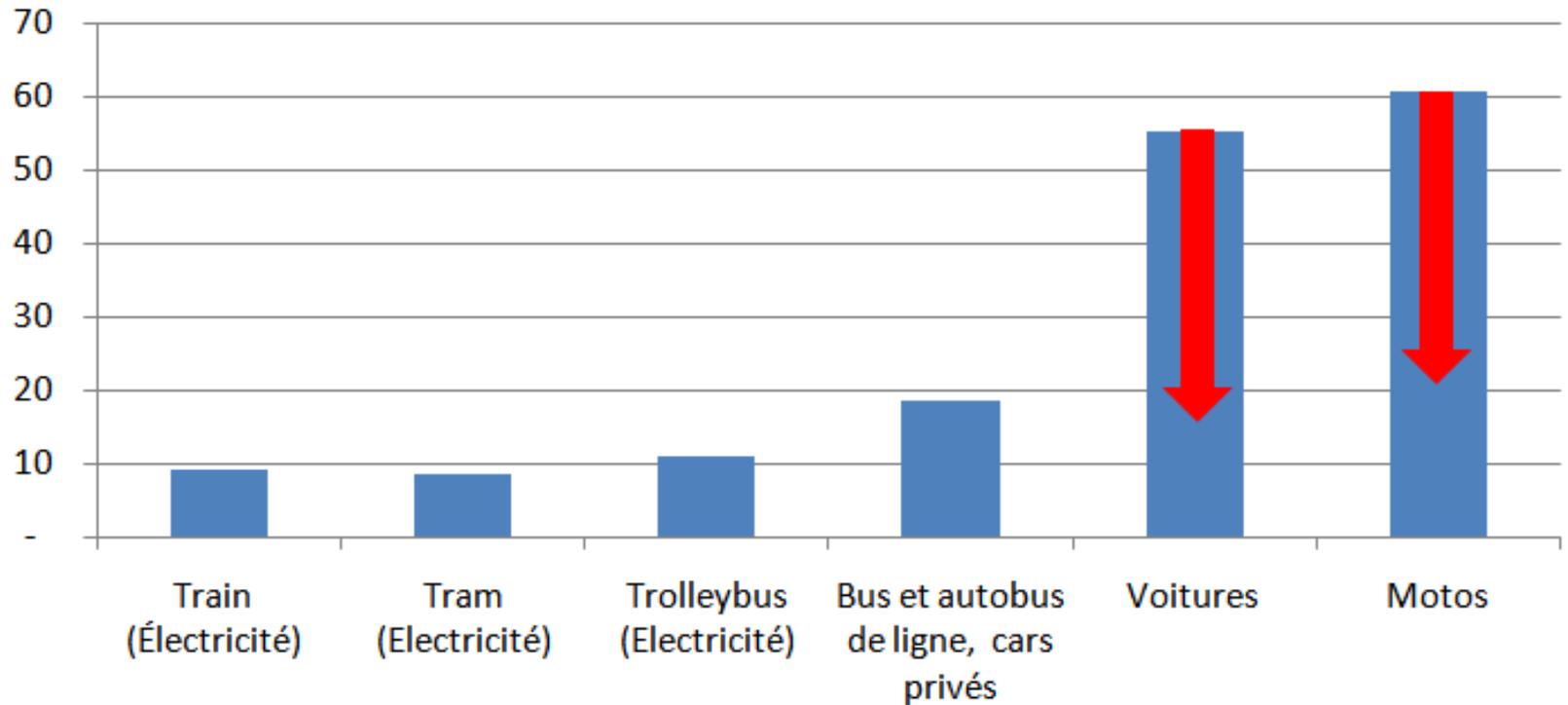
- Hautes performances
- Emplacement accessible en transport publics

4. La stratégie pour la mobilité

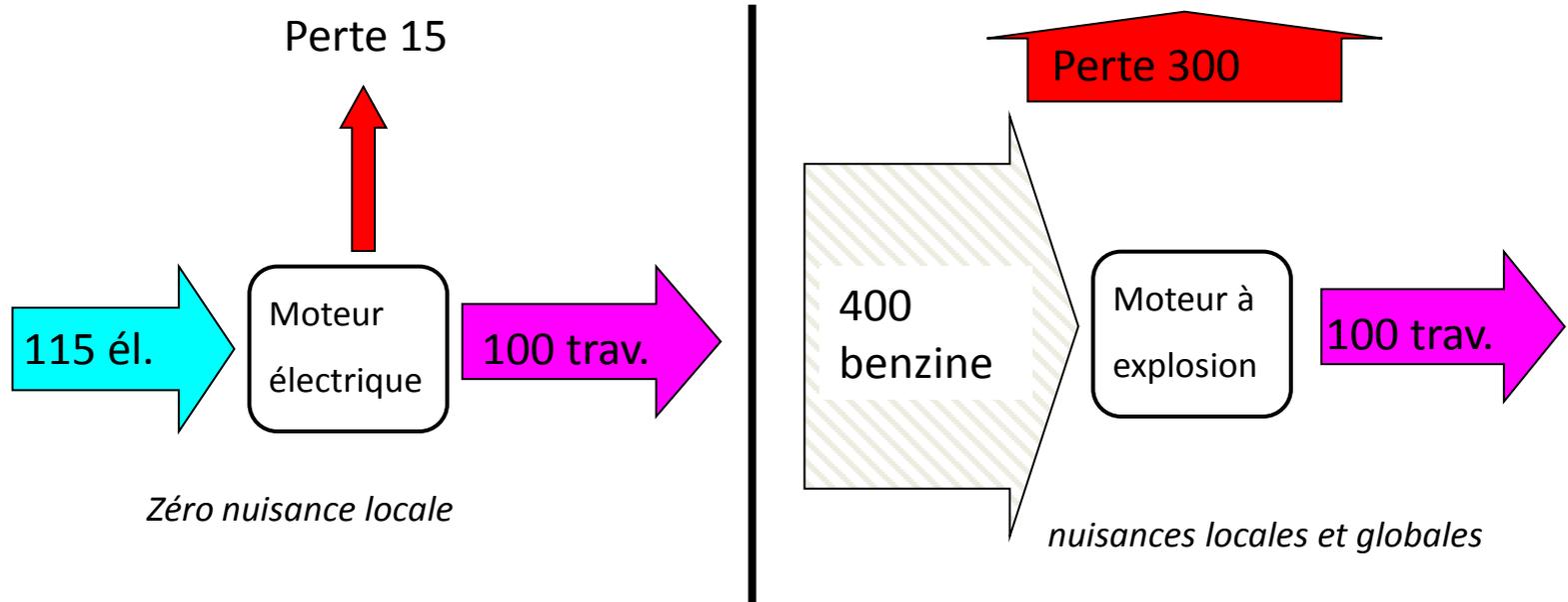


Consommation énergétique des modes de transports

(KWH consommés en moyenne pour transporter une personne sur 100 kilomètres, en 2008)



Le rôle de l'électricité dans la quête d'efficacité



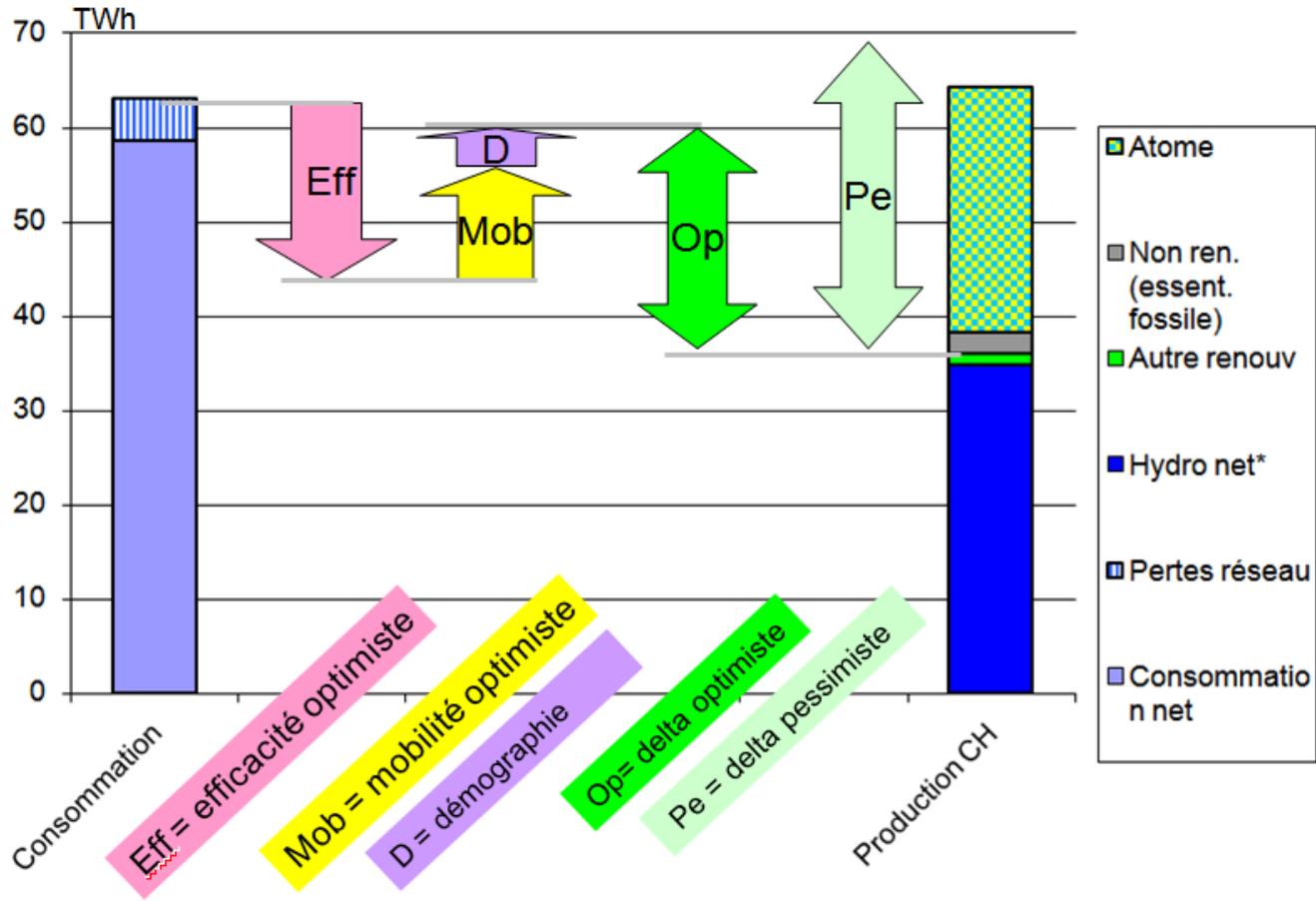
- L'électricité est très efficace dans son utilisation (excellent rendement)
- Elle peut être produite de manière propre, contrairement aux « agro-carburants »

Contre-indications:

- si émissions de CO₂ en masse pour produire cette électricité
- électricité d'origine nucléaire

5. Objectif 100% d'électricité renouvelable

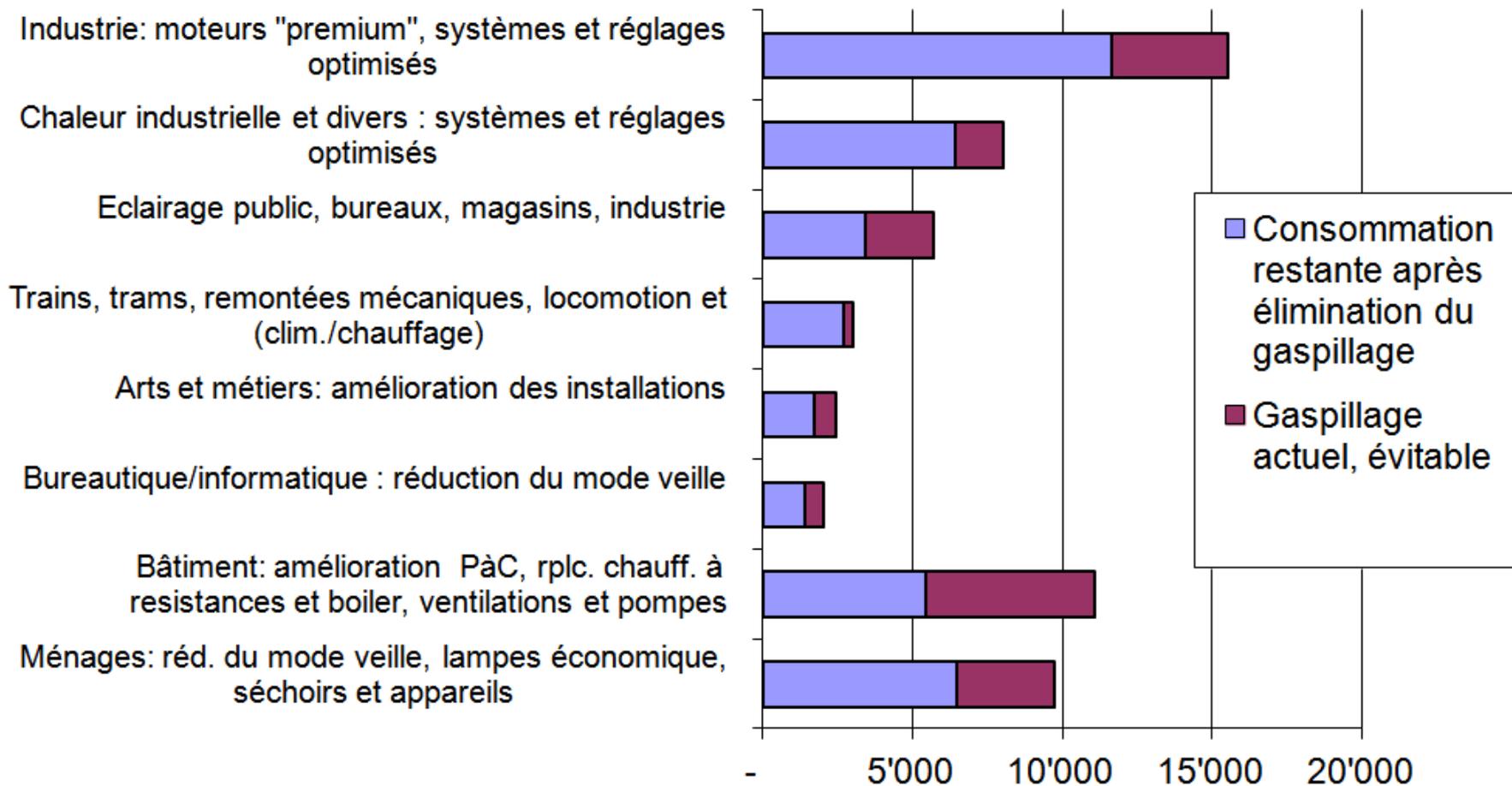
La situation électrique Suisse 2008 et perspective à 20 ans



*Hydro net= production hydroélectrique après déduction du courant utilisé pour le pompage

Gain d'efficacité dans l'électricité

Potentiel d'élimination du gaspillage dans l'utilisation de l'électricité, en GWh



Les mesures pour l'efficacité

- Objectif d'efficacité pour les entreprises de distribution électrique (Bonus/Malus).
- Fonds pour l'efficacité électrique, alimenté par 1 ct sur le KWh nucléaire.
- Obligation de produire de l'électricité dans toutes les grosses installations de chauffage, au moyen de couplage chaleur-force
- Obligation de remplacer les chauffages électriques directs et les boilers par des capteurs solaire ou des pompes à chaleurs.
- Renforcement des standards pour les appareils électriques

Electricité renouvelable en Suisse

(Situation au 1.1.2012 – hors les 35 TWh hydraulique existant)

| TWh additionnels | Potentiel | Scénario Livre RN oct. 2010 |
|------------------|---|------------------------------|
| Biomasse | 9 | 4 |
| Hydroélectricité | 2 | 2 |
| Eolien | 6 | 5 |
| Photovoltaïque | 42 (dont 18 sur les toits +200 KM2 =0.5% CH) | 13 (uniquement les toits) |
| Géothermie | 2 | 1 |
| Total | 61 | 25 |
| En % consomm. CH | | 41.7% |

Source: BFE; Consommation CH = 60 TWh

Etat d'avancement dans la RPC

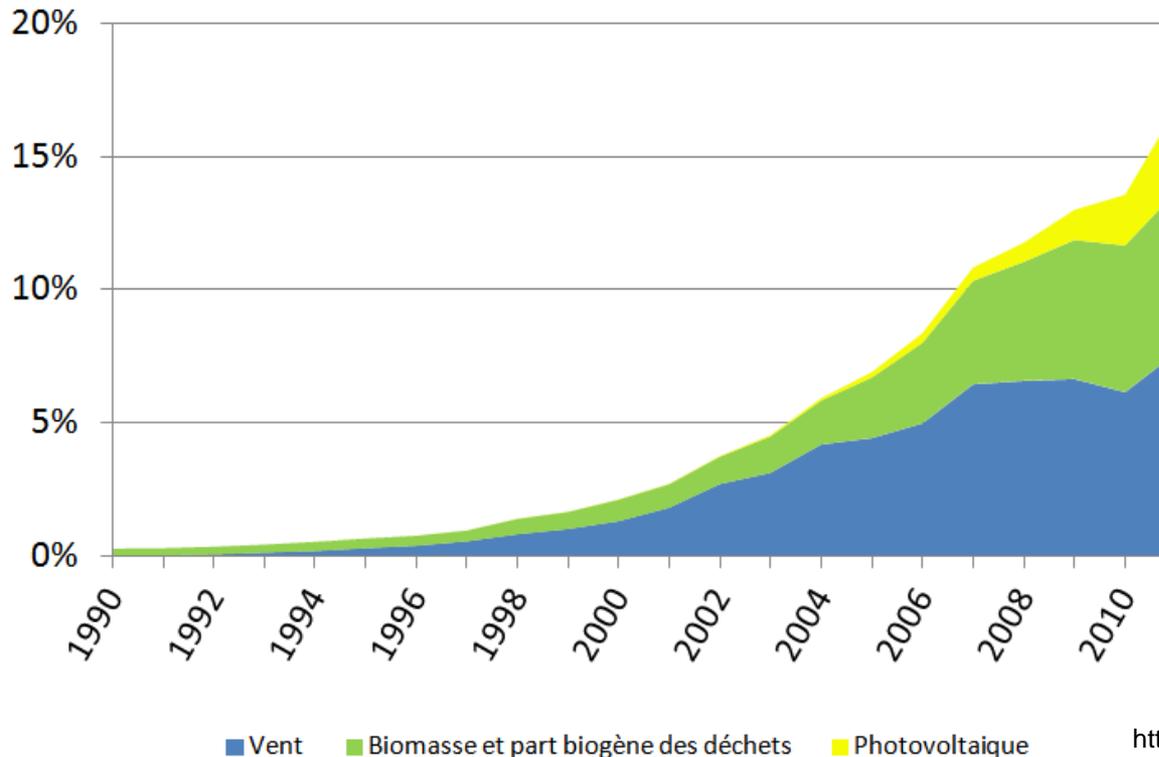
- En fonction: 1.1 TWh
- OK RPC: 3,6 TWh
- Liste d'attente 4 TWh

Total 8.7 TWh
(=14% de la consommation)

La mesure pour l'électricité renouvelable

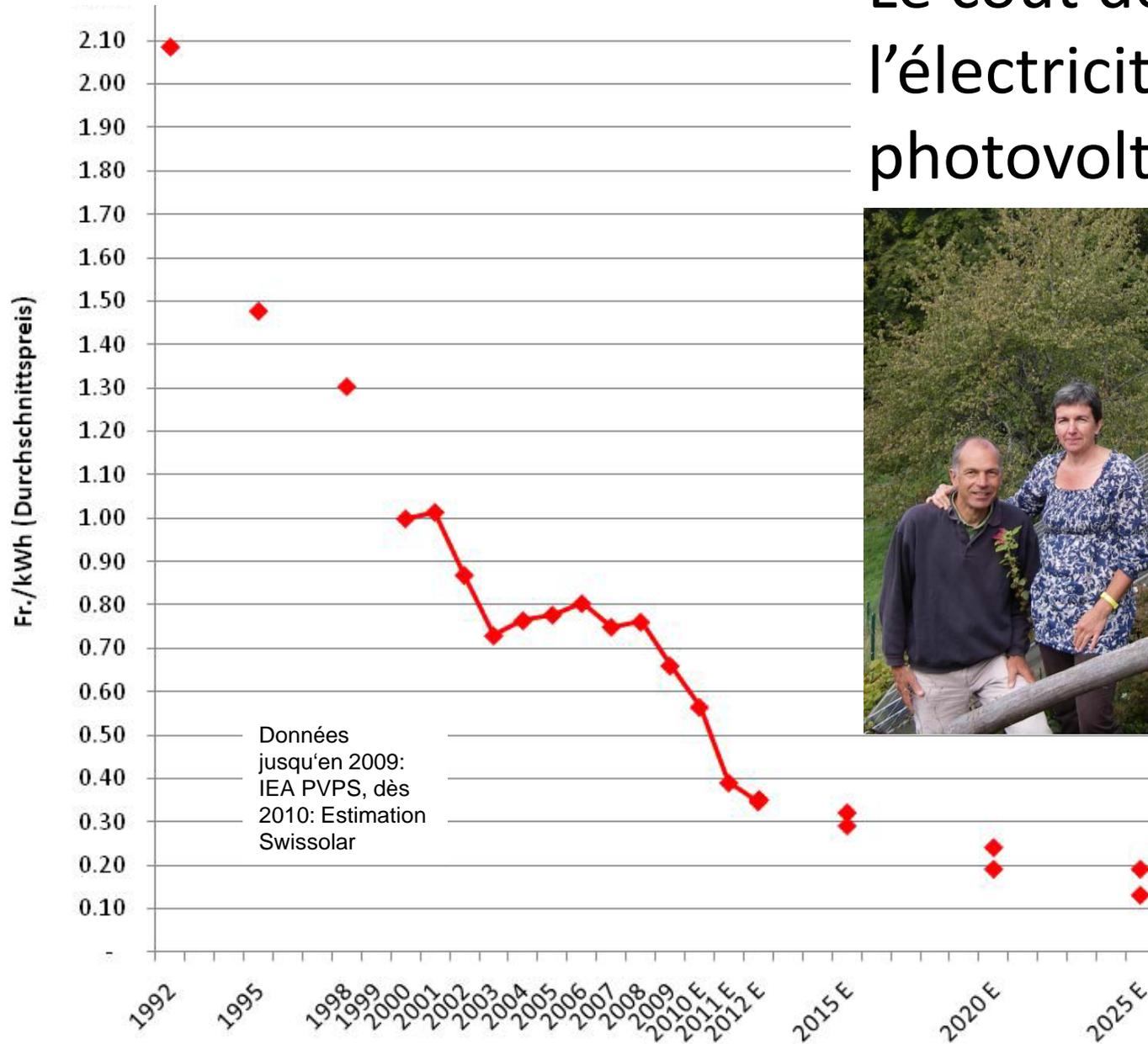
Déplafonner complètement le système du *rachat à prix coûtant* (RPC)

- Les investisseurs privés et publics sont dans les startings-blocs: plus de 15000 projets en attente
- La RPC permet de répartir l'effort équitablement entre tous les consommateurs.
- Seul le KWh produit est pavé. Pas de subvention à la construction.



*L'électricité provenant des **nouvelles énergies renouvelables** en % de la consommation électrique en Allemagne, grâce à 13 ans de RPC*

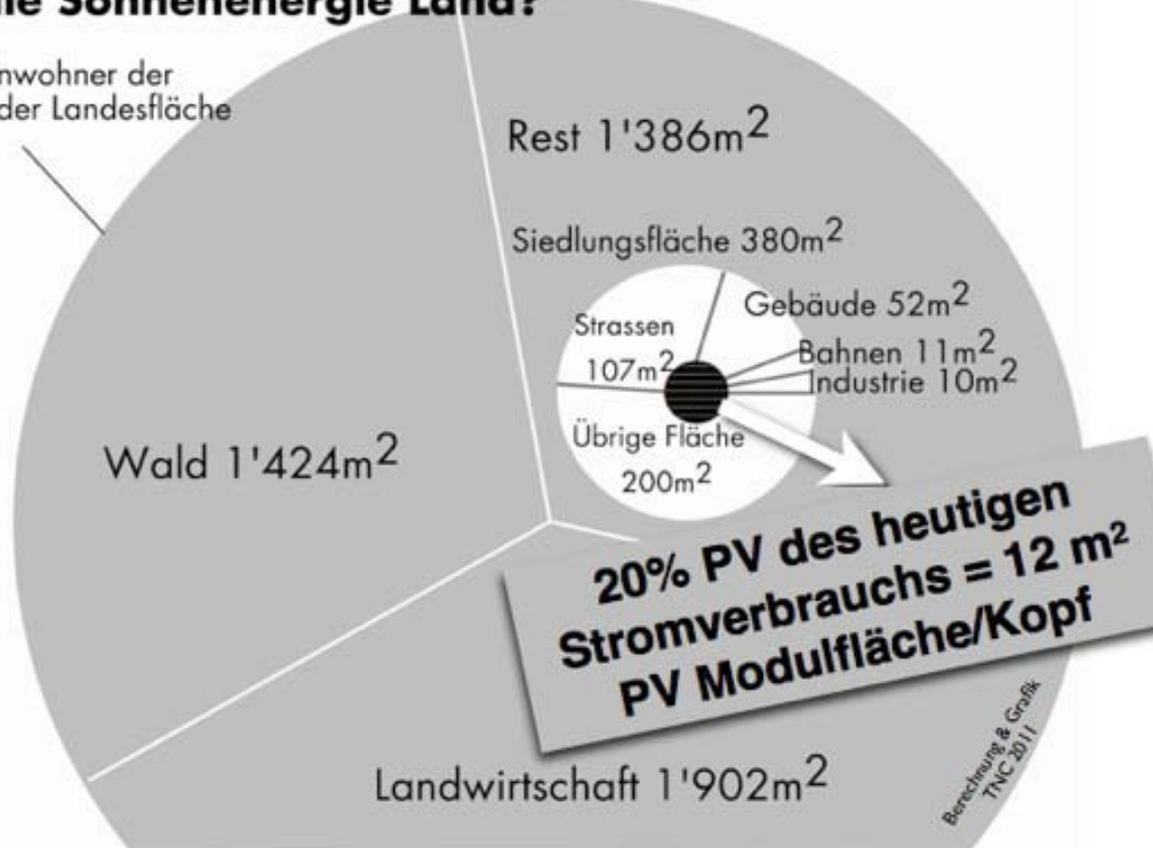
Le coût de l'électricité photovoltaïque





"Frisst die Sonnenenergie Land?"

Anteil pro Einwohner der Schweiz an der Landesfläche
4'712m²



La question des éoliennes

5 TWh de courant éolien =

= 833 éoliennes 3MW à 2000h «pleine charge » ou

= 1666 éoliennes de 2MW à 1500h «pleine charge »

Eolien:

- Entièrement démontable et recyclable, y-c béton et acier du socle. En 5 ans, retour à l'état naturel.
- Désormais: machine hautes, lentes et quasiment inaudibles: plus beaucoup de problème de faune si implantation adéquate.
- Peu d'emprise au sol: maintien des activités agricoles ou forestières.
- Coûts raisonnables: environ 20 ct/ KWh actuellement en CH.
- Excellente rendement énergétique (énergie grise / production)
- La question esthétique



L'éolienne de Griessee

(Nufenen, 2400m, Swisswind avec SIG, Enalpin et divers)



6. L'impact économique

Révision des paradigmes

- Pendant longtemps: économie et protection de l'environnement étaient perçues comme opposées.
- Premier basculement: Sir Nicholas Stern (oct. 2006) constate que l'inaction a un coût nettement plus élevé que la prévention. Mieux vaut donc prévenir que subir.
- Deuxième basculement: les réductions d'émissions de CO2 sont rentables et dynamisent l'économie.

Impact de l'initiative PS Cleantech sur l'emploi et le PIB

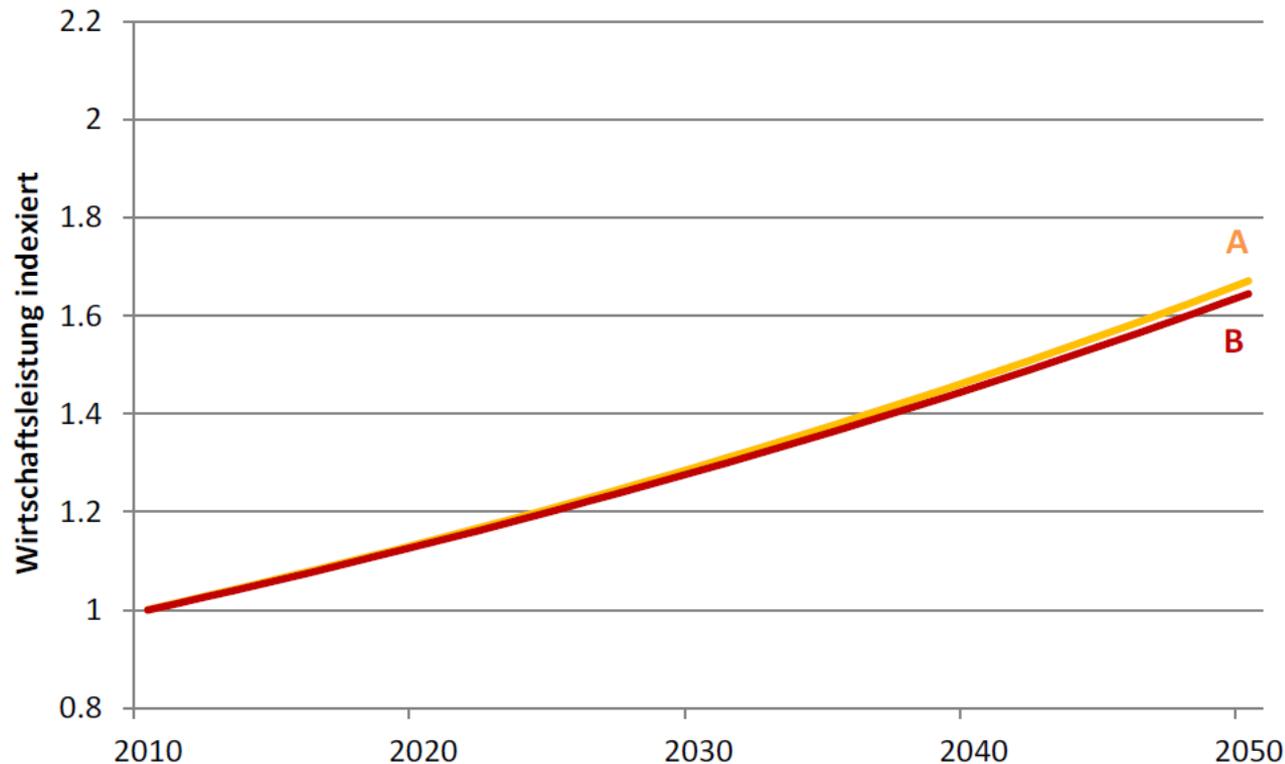
(50% de renouvelable en 2030)

| | chiffre d'affaires (millions) | valeur ajoutée (millions) | en % PIB* | emplois | en % total* |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------|----------------|----------------|
| Bâtiment | 4'850 | 7'393 | 0.7 | 55'012 | 1.3 |
| Transport | 5'363 | 9'170 | 0.9 | 43'916 | 1.0 |
| Efficacité énergétique | 1'000 | 1'799 | 0.2 | 24'758 | 0.6 |
| Electricité renouvelable | 3'294 | 4'832 | 0.5 | 27'750 | 0.6 |
| Impact net global | 14'507 | 23'194 | 2.2 | 151'436 | 3.5 |

* Il s'agit du PIB et de l'emploi total estimé en 2030 sur base de la croissance moyenne de long terme.

- Les domaines de l'assainissement des bâtiments et des transports sont ceux qui sont le plus **autoporteurs**
- Le nombre total d'emplois est **comparable à celui obtenus dans d'autres études**, suisses et allemandes.
- Les résultats ci-dessus sont également prometteurs pour les entreprises actives sur les marchés internationaux de l'éolien et du photovoltaïque.
- Au début, opération neutre. A court-moyen terme l'effet multiplicateur se déclenche et que l'opération devient bénéfique pour l'économie suisse dans son ensemble.
- En grande partie des dépenses d'investissements qui mènent à une amélioration du stock de capital dans l'économie suisse.

Performance économique de la Suisse, décarbonisation avec ou sans nucléaire, indexé (2010=1)



Comparaison de la performance économique de la Suisse de 2010 à 2050:

Scénario A (orange): réduction des émissions de gaz à effet de serre de 65% sans sortie du nucléaire

Scénario B (rouge): réduction des émissions de gaz à effet de serre de 65% **avec sortie du nucléaire**

Source: Anderson, Boulouchos, Bretschger, Energiezukunft Schweiz, EPFZ, 2011

(http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/111114_energiestudie_rok)

7 Conclusion

- **Valoriser le soleil, le vent et la biomasse, comme autrefois la force hydraulique.** Désormais, les technologies sont disponibles.
- **Pour la Suisse, le solaire, c'est l'hydroélectricité du futur**
- **Excellent projet pour la Suisse:**
 - Diminue l'exposition de notre économie aux risques énergétiques et géostratégiques (prix, pénurie).
 - Augmente la sécurité et pose la base d'une prospérité partagée
 - Permet de remplir nos obligations climatiques
 - L'assainissement des équipements et des infrastructures est un fabuleux générateur d'activité économique en Suisse.
 - En retrouvant un rôle de pionnier, la Suisse assure un savoir-faire très précieux sur les marchés du futur.
 - L'initiative « Nouveaux emplois grâce aux énergies renouvelables- Cleantech » offre des perspectives positives à la Suisse, comme modèle et comme moteur de l'innovation.

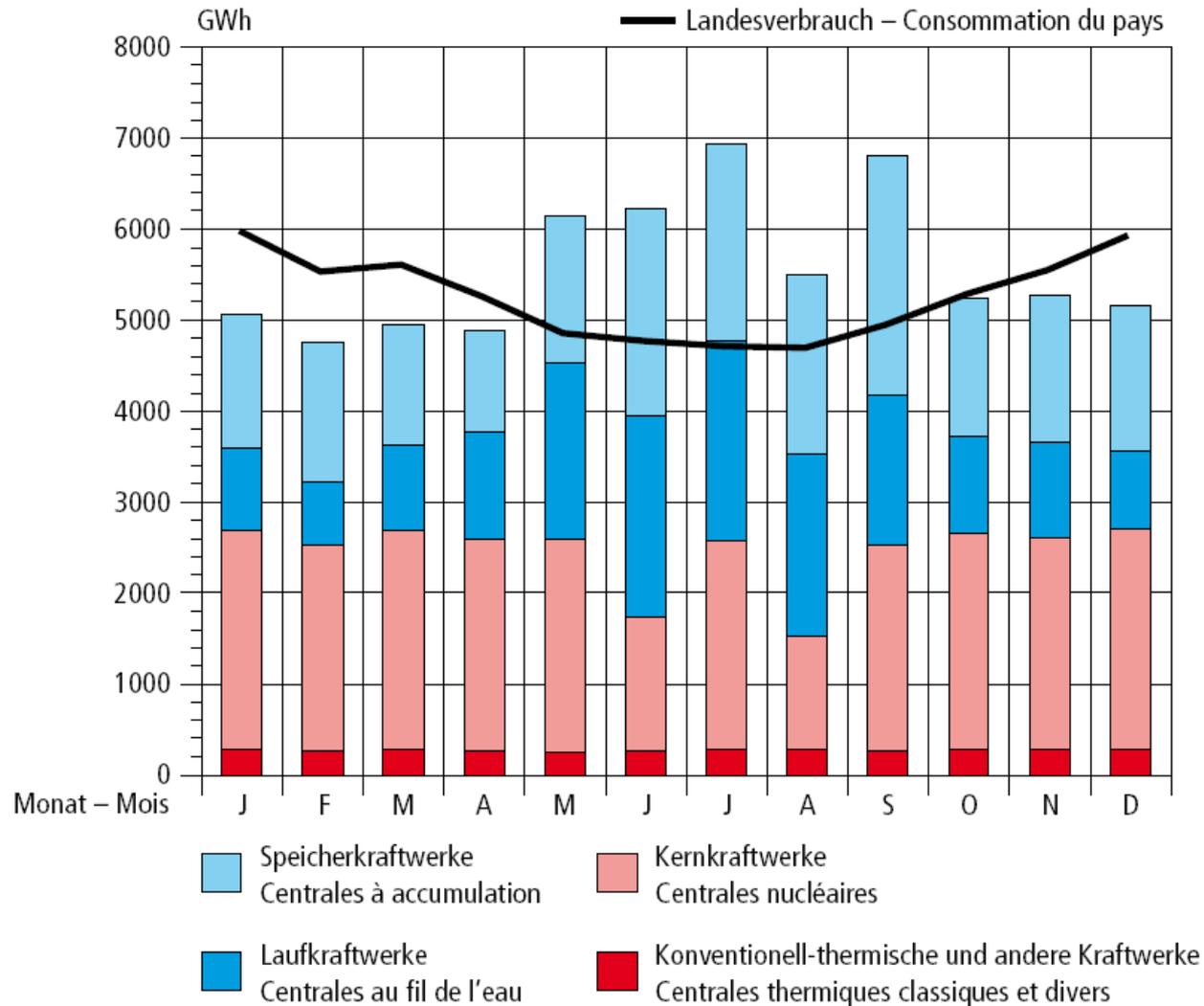
Merci de votre attention



www.roger-nordmann.ch

Annexes

L'année électrique en Suisse (elstat 2008).



Electricité renouvelable avec la RPC, en Suisse (31.12.2011)

(Rachat à prix coutant)

| Energieträger | In Betrieb | Fortschrittsmel- dung erfolgt | Positiver Bescheid ausgestellt | Warteliste | Annulliert/ Ausgetreten |
|---------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------|
| Biomasse | 472 GWh | 342 GWh | 181 GWh | 583 GWh | 1'216 GWh |
| Geothermie | 0 GWh | 0 GWh | 0 GWh | 29 GWh | 0 GWh |
| Photovoltaik | 55 GWh | 6 GWh | 11 GWh | 454 GWh | 23 GWh |
| Wasserkraft | 484 GWh | 37 GWh | 1'345 GWh | 1018 GWh | 137 GWh |
| Wind | 46 GWh | 12 GWh | 1'655 GWh | 2'046 GWh | 42 GWh |
| Total | 1'057 GWh | 397 GWh | 3'192 GWh | 4'130 GWh | 1'418 GWh |

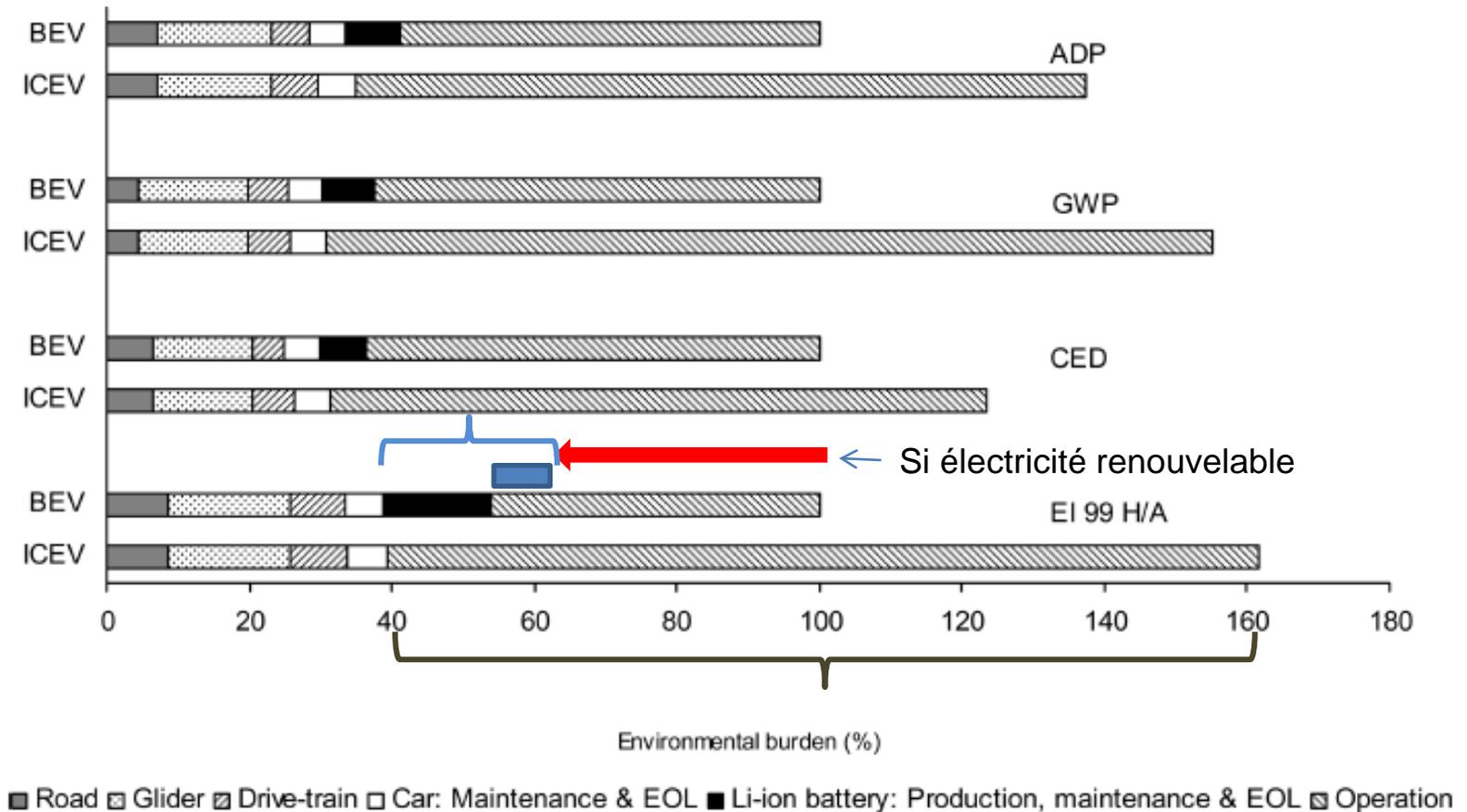
| Energieträger | In Betrieb | Fortschrittsmeldung erfolgt | Positiver Bescheid ausgestellt | Warteliste | Annulliert/ Ausgetreten |
|---------------|--------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|
| Biomasse | 173 | 25 | 49 | 168 | 112 |
| Geothermie | | | | 4 | |
| Photovoltaik | 2666 | 116 | 446 | 13612 | 632 |
| Wasserkraft | 244 | 11 | 387 | 333 | 40 |
| Wind | 17 | 4 | 471 | 449 | 15 |
| Total | 3'100 | 156 | 1'353 | 14'566 | 799 |

Ecobilan: électrique vs essence

(selon 4 méthodes)

ICEV:
VW Golf
LCI, moteur
à explosion,
5 litres
d'essence/
100 KM

BEC:
Equivalent
VW Golf,
électrique à
Battery,
UCTE Mix
(>500 gr
co2/KWh)



Source: Dominic A Notter & alli, EMPA, Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles, ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY / VOL. 44, NO. 17, 2010

Impact environnemental Route vs TP

| Thème | Importance | Etat TP | <u>TendanceTP</u> | Etat route | Tendance route |
|----------------------------------|------------|---------|-------------------|------------|----------------|
| Consommation d'énergie (absolue) | ● | ■ | ☹ | ■ | ☺ |
| Efficacité énergétique | ● | ■ | ☺ | ■ | ☺ |
| Emissions de CO2 (absolues) | ● | ■ | ☹ | ■ | ☺ |
| Polluants atmosphériques | ● | ■ | ☺ | ■ | ☺ |
| Bruit | ● | ■ | ☺ | ■ | ☺ |
| Vibrations | ● | ■ | ☺ | ■ | ☺ |
| Surface de sol | ● | ■ | ☺ | ■ | ☺ |
| Découpage du paysage | ● | ■ | ☺ | ■ | ☺ |
| Charge pour le sol et les eaux | ● | ■ | ☺ | ■ | ☺ |

Nucléaire: danger dans toute la chaîne d'exploitation

- Extraction du minerai, puis de l'uranium
- Enrichissement l'uranium
- Traitement chimique pour former du dioxyde d'uranium
- Exploitation de la centrale
- Retraitement chimique, pour séparer les différentes éléments et préparer le stockage (y-c plutonium à usage militaire)
- Le démantèlement
- La question du stockage (demie-vie du plutonium: 24'000 ans)
- Entre les étapes, la question du transport



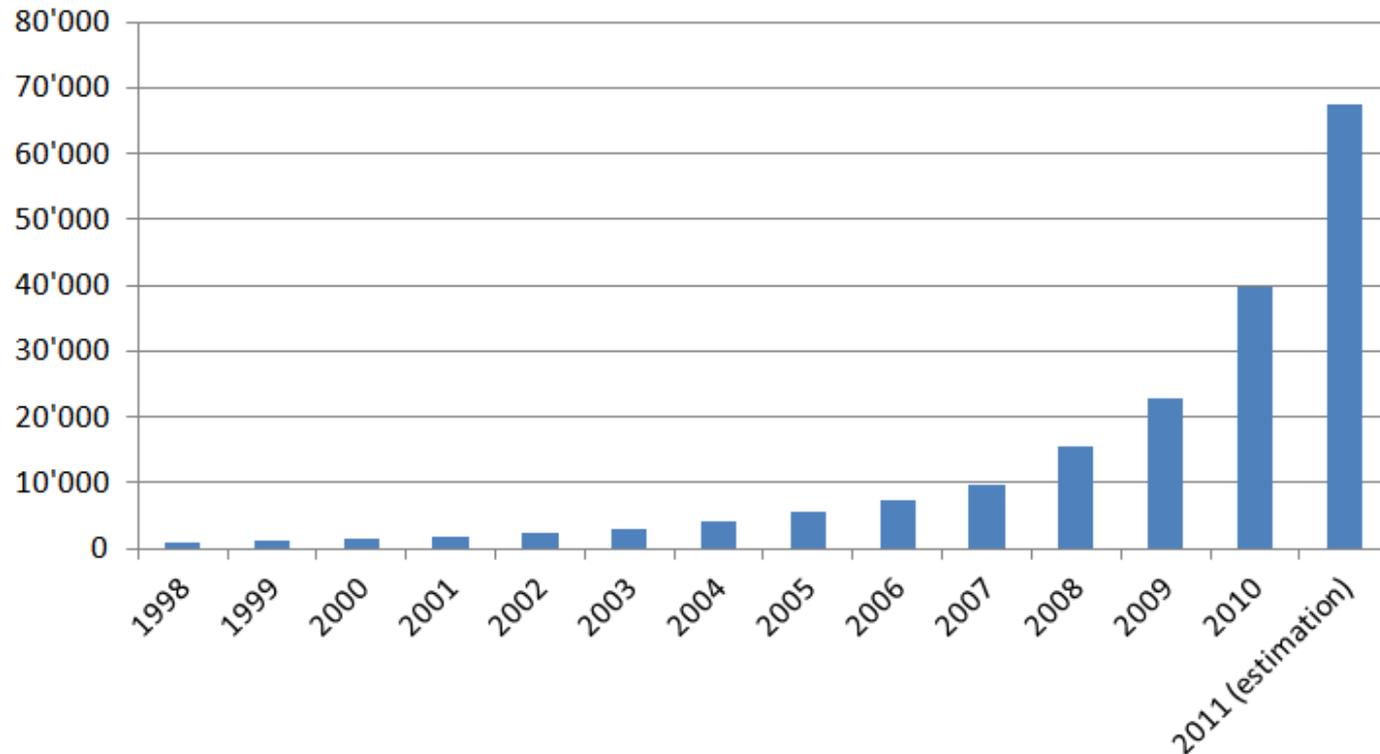
Le nucléaire n'est pas une solution, mais un problème

- Le nucléaire émet certes moins de CO₂ que le charbon ou le gaz naturel fossile: les émissions sur le cycle de vie sont estimées à 66 grammes de CO₂ par KWh de la mine au stockage ^[1], contre 350 pour le gaz et 700 à 900 pour le charbon (10 à 50 le renouvelable).
- Le nucléaire ne garantit pas la sécurité de l'approvisionnement, mais la menace.
- Le nucléaire est de plus en plus cher.
- Mais surtout, quel est le sens de remplacer une pollution grave à long terme (les gaz à effet de serre) par une autre pollution encore plus dangereuse (la radioactivité) ?
- La seule vraie question: avons-nous des alternatives aux énergies fossiles et nucléaires?

[1] Source: Benjamin Sovacool cité Kurt Kleiner, Nuclear energy: assessing the emissions, nature reports climate changes, Vol 2, octobre 2008, <http://www.nature.com/climate/2008/0810/full/climate.2008.99.html>.

La puissance photovoltaïque installée au niveau mondial

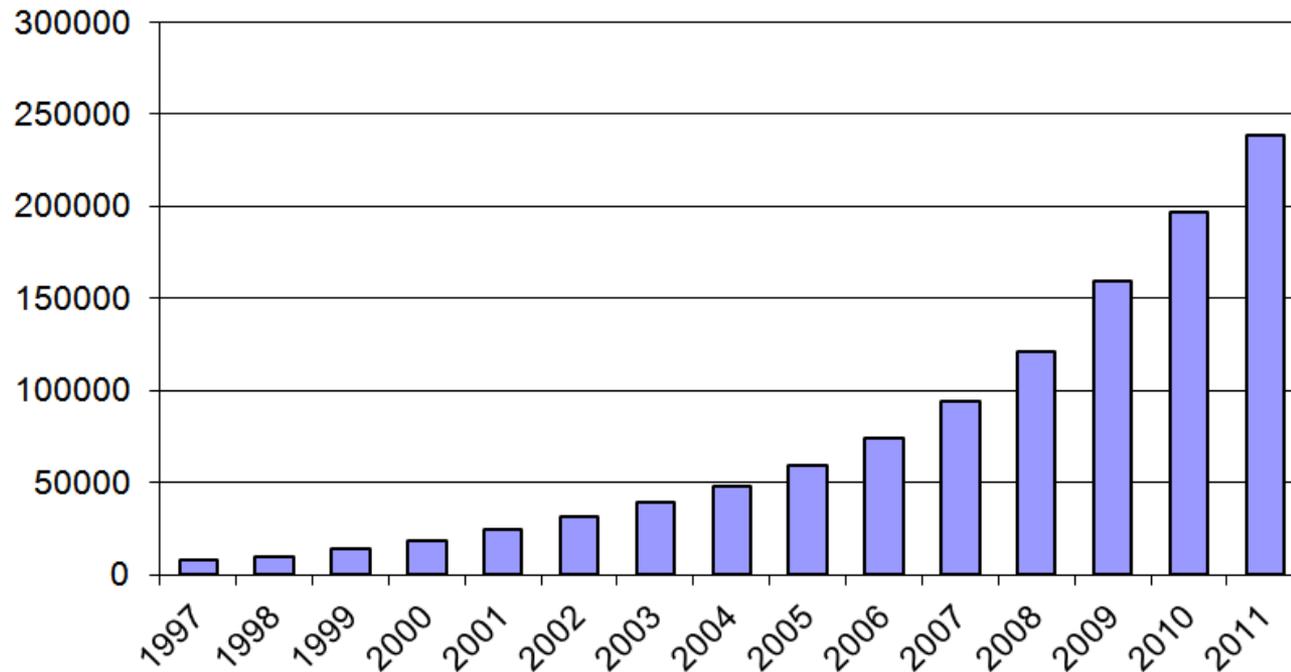
MW Photovoltaïque (puissance de crête)



Production val. annuelle 2011: 68 TWh = 8 x la production annuelle de la centrale nucléaire de Gösgen. Doublement tous les 2 à 3 ans

Le boom mondial de l'éolien

Puissance électrique totale des éoliennes (monde) en MW



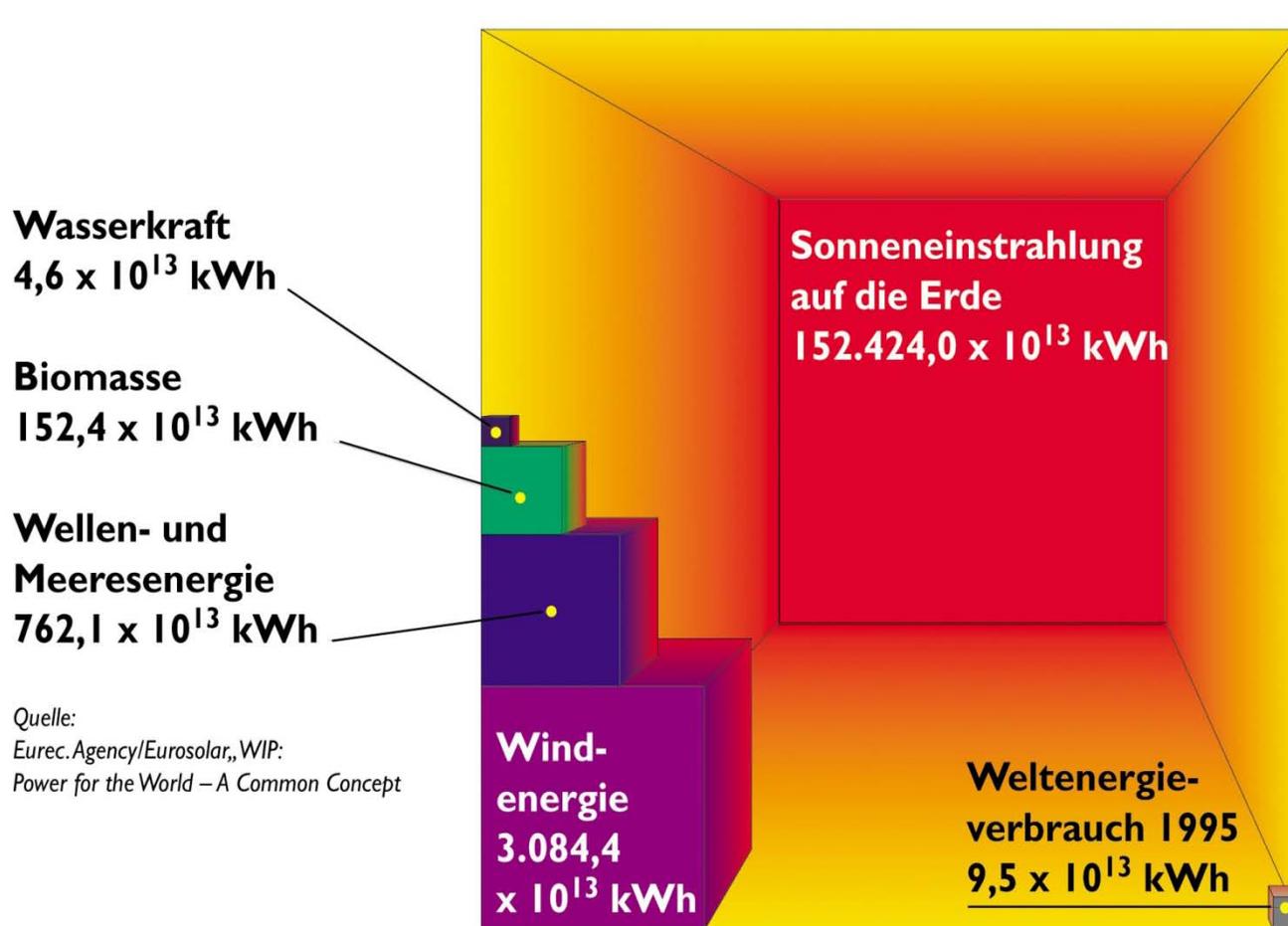
Prod. estimée en val. annuelle fin 2011: 480 TWh d'électricité = 60 x centrale nucléaire de Gösgen (consommation CH=58 TWh).

Nouvelles installations de 2011 = 80 TWh = 8 x Gösgen

Source des chiffres mondiaux et du graphique : <http://wwindea.org/home/index.php>

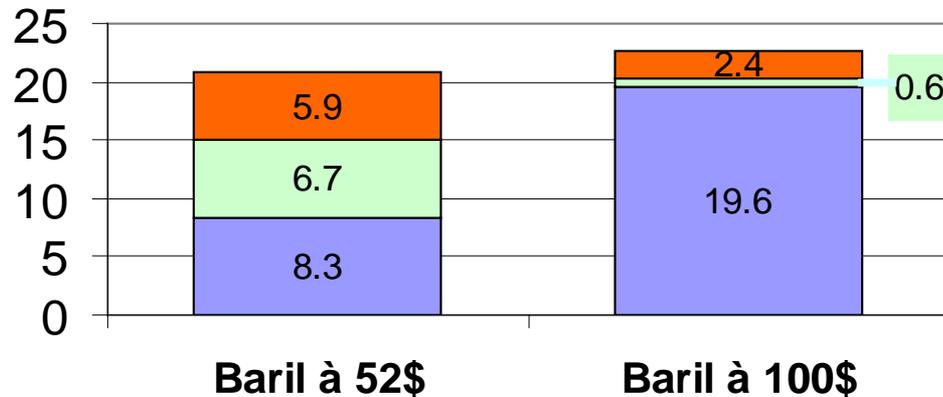
4. Le potentiel mondial des renouvelables

L'afflux de renouvelable sur la terre



Réduire les émissions de CO2 est rentable

- Coût d'évitement entre fr. 15.- et 150.- par tonne
- Coût d'évitement entre fr. 0.- et 15.- par tonne
- Coût d'évitement négatif (= économie nette)



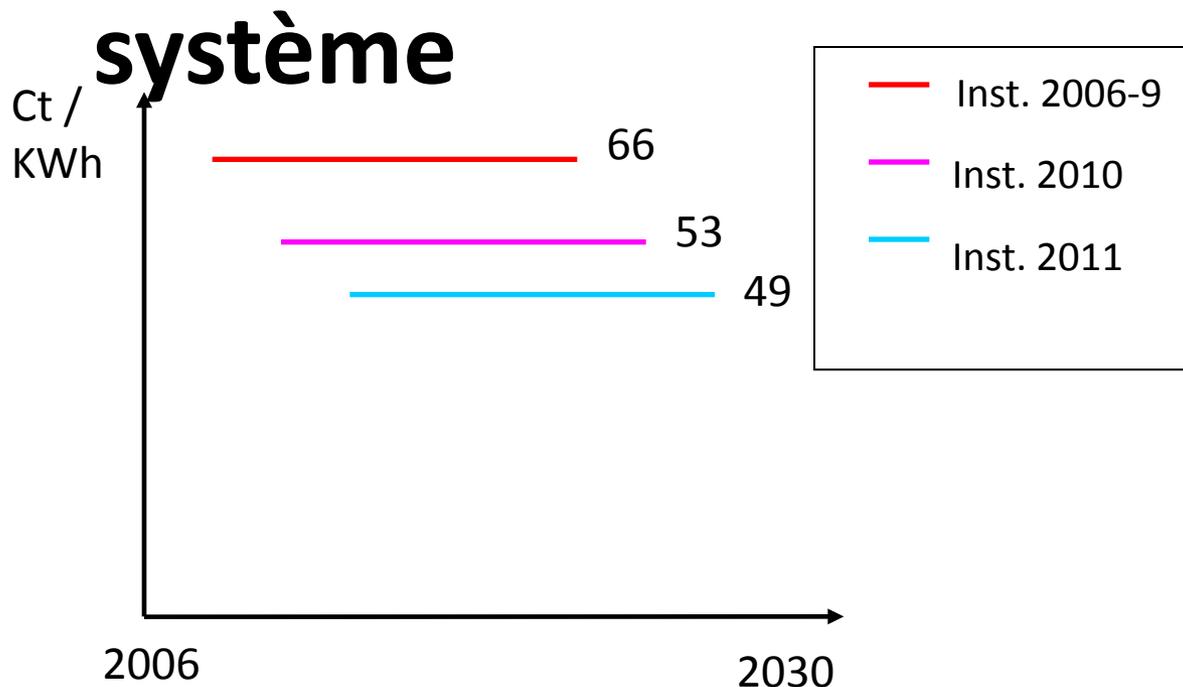
| | | |
|--------------------------------|---------|---------|
| Réduction émi. CO2e d'ici 2030 | 34% | 37% |
| Investissements d'ici 2030 | 57 mrd | 72 mrd |
| Gain annuel | 110 mio | 900 mio |

Source: Marco Ziegler, Reto Bättig, Swiss GhG abatement cost curve, McKinsey, Zürich, janvier 2009 (disponible sous www.mckinsey.com/clientservice/ccsi/pdf/GHG_cost_curve_report_final.pdf)

Rachat à prix coûtant (RPC): le système

Principes généraux:

1. Pour chaque installation: rétribution du KWh stable sur la durée d'amortissement (avec exception vent).
2. Niveau de la rétribution déterminé sur la base d'installation de référence de la technologie en question
3. Le prix baisse chaque année pour les nouvelles installations (exception biomasse + hydro)



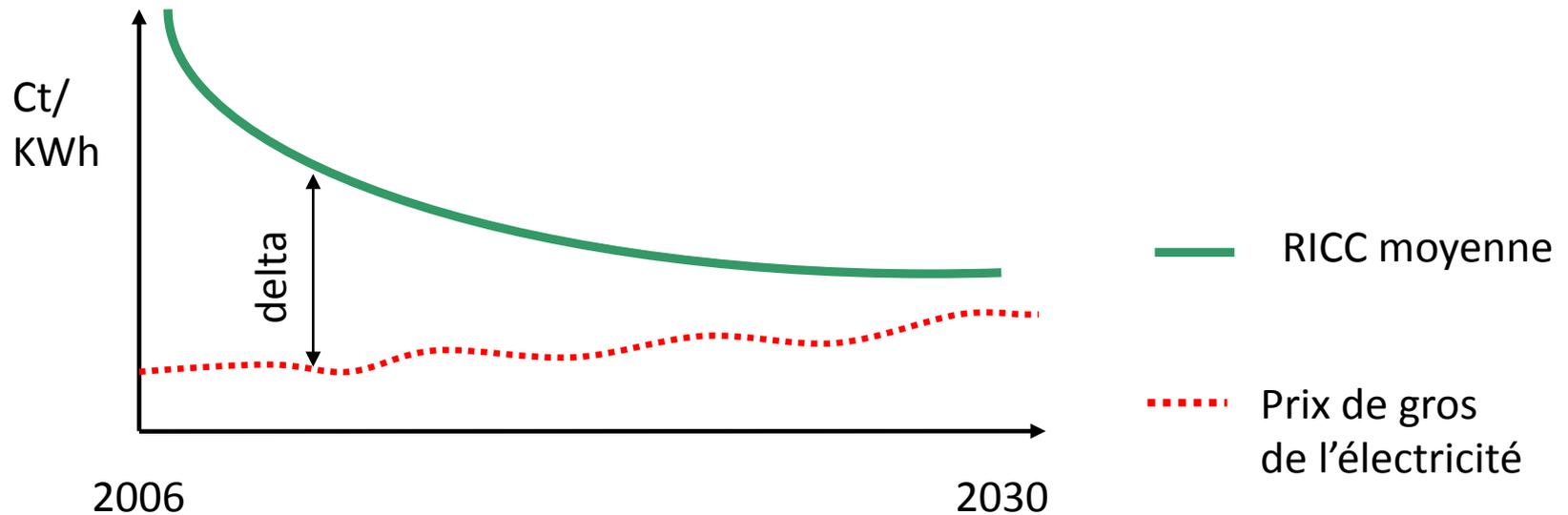
Exemple

→ 2009: Photovoltaïque, posé sur toit, puissance entre 10 et 30 KW: 66ct pendant 25 ans.

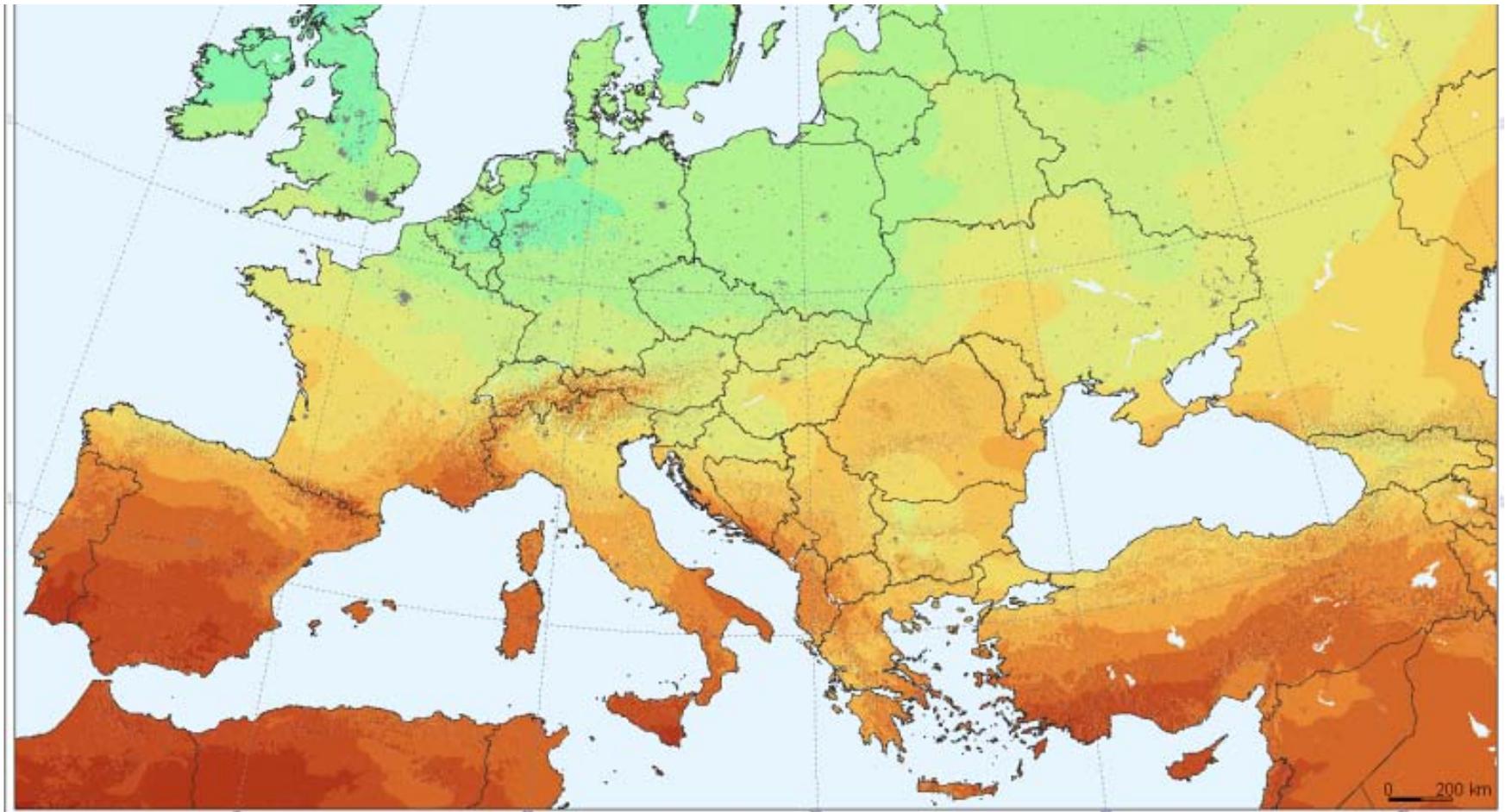
→ 2010 pour les nouveaux contrats 53.3ct (-18%)

→ Dès 2010: de nouveau -8% selon ordon.

rejoindre les prix du marché pour
rendre concurrentielles les
nouvelles énergies
renouvelables.



L'ensoleillement en Eurpop



Yearly sum of global irradiation incident on optimally-inclined south-oriented photovoltaic modules

Global irradiation [kWh/m²]
<600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200>

Yearly sum of solar electricity generated by 1 kWp system with optimally-inclined modules and performance ratio 0.75

Solar electricity [kWh/kWp]
<450 600 750 900 1050 1200 1350 1500 1650>

Entrée sorties électricité

Fig. 3
Einfuhr-/Ausfuhr-Saldo
2008 (in TWh), vertragliche
Werte

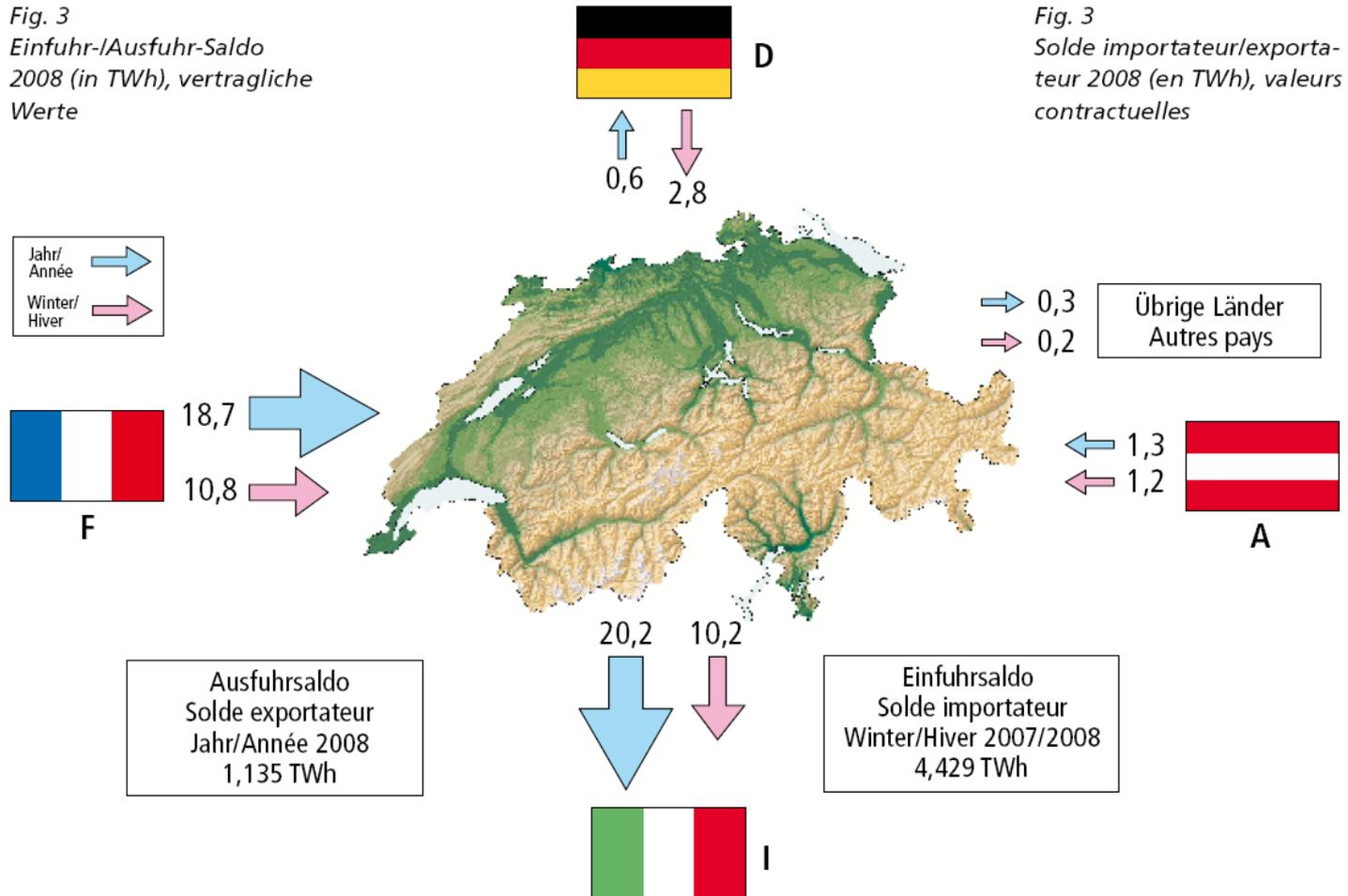
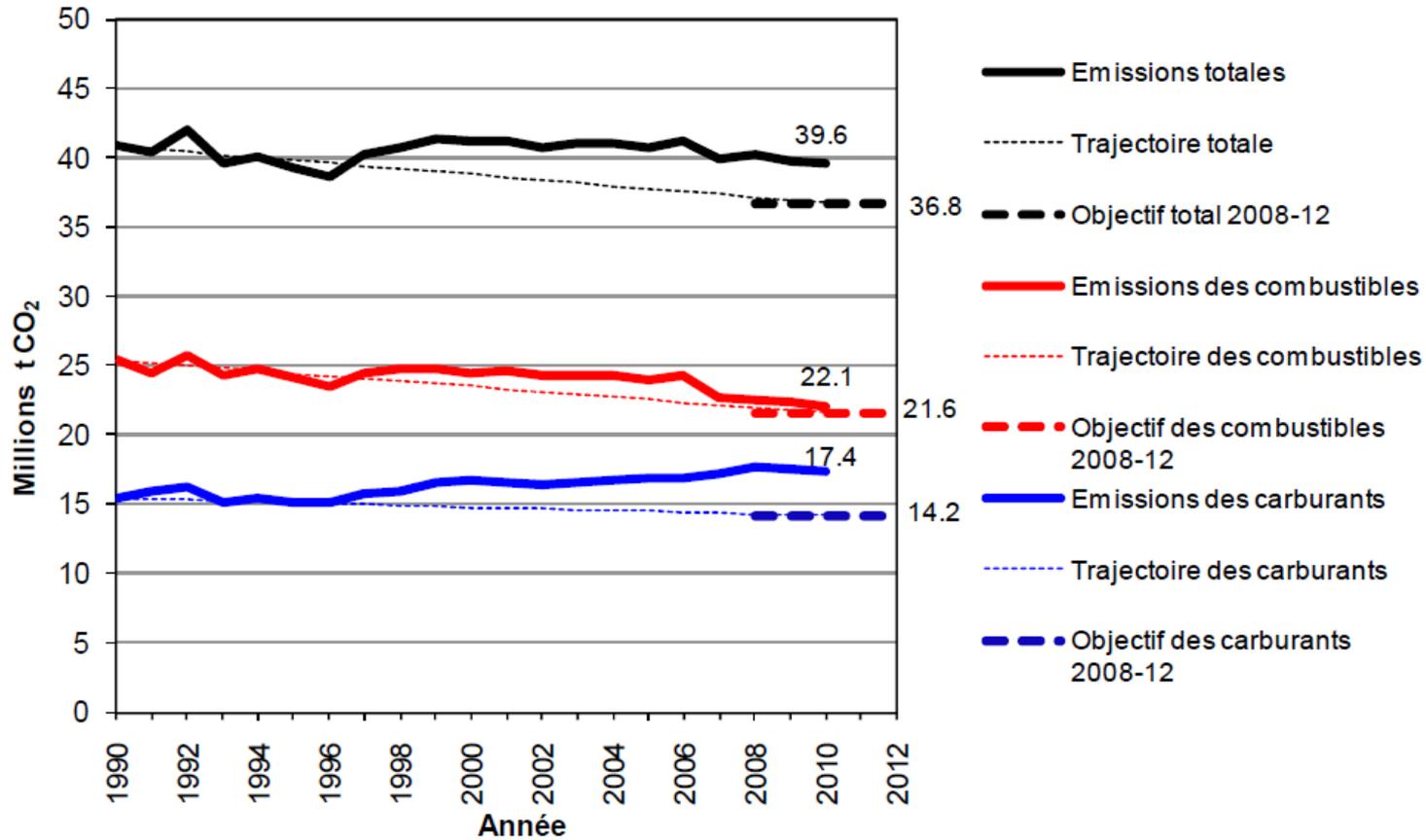


Fig. 3
Solde importateur/exportateur
2008 (en TWh), valeurs
contractuelles

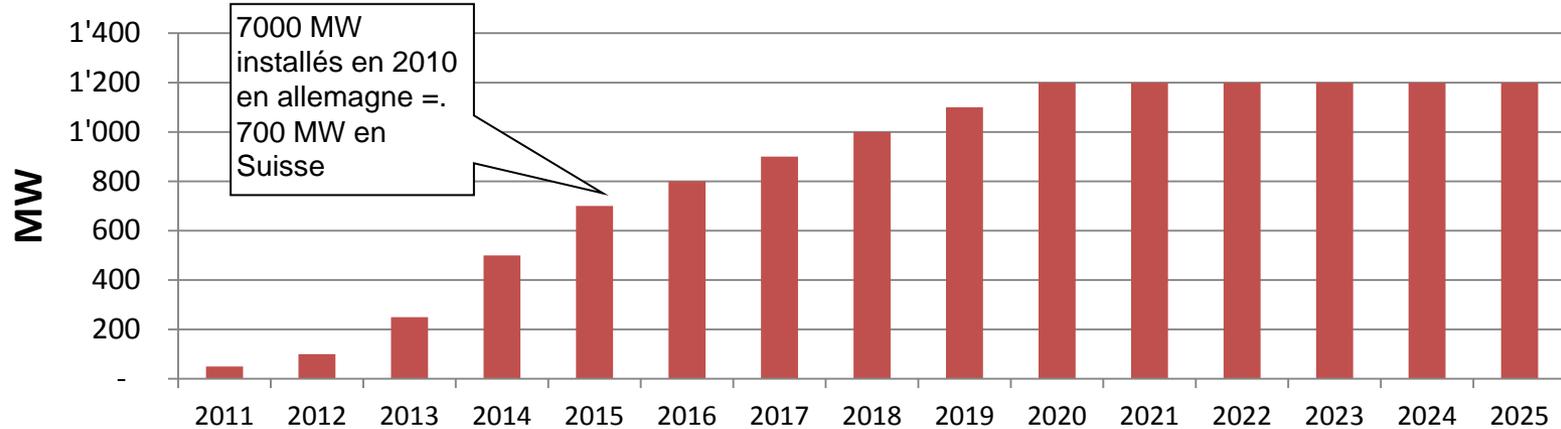
Les émissions de CO2



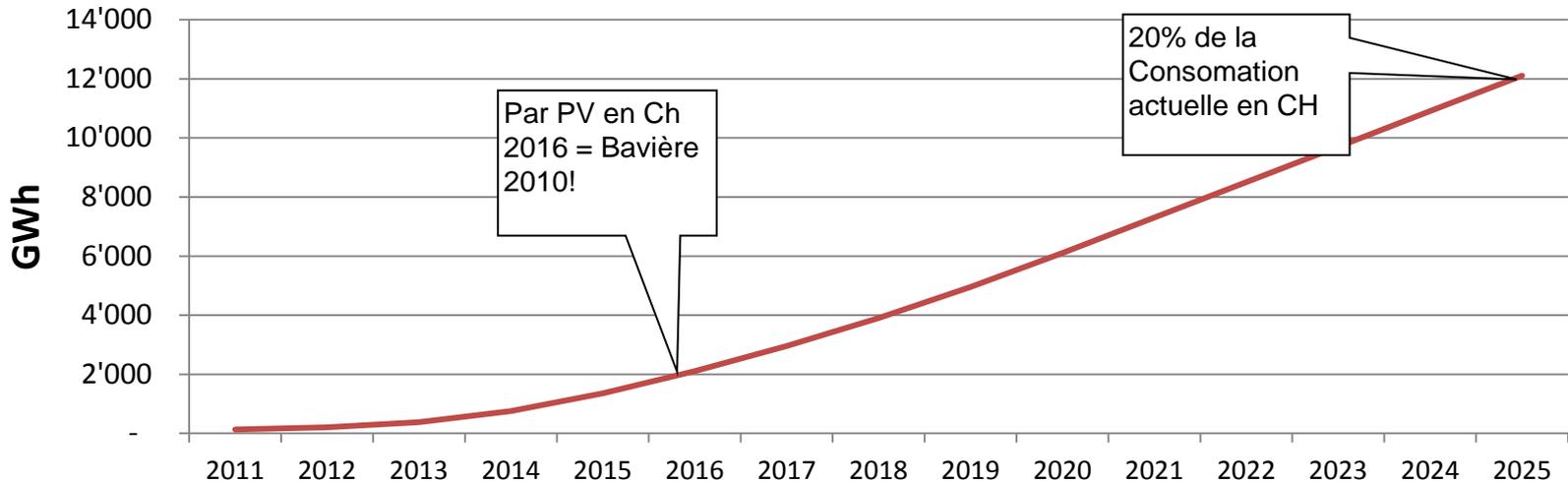
Source: Confédération, Émissions d'après la loi sur le CO₂ et d'après le Protocole de Kyoto, 26.7.2011

Le chemin vers 20% de courant solaire

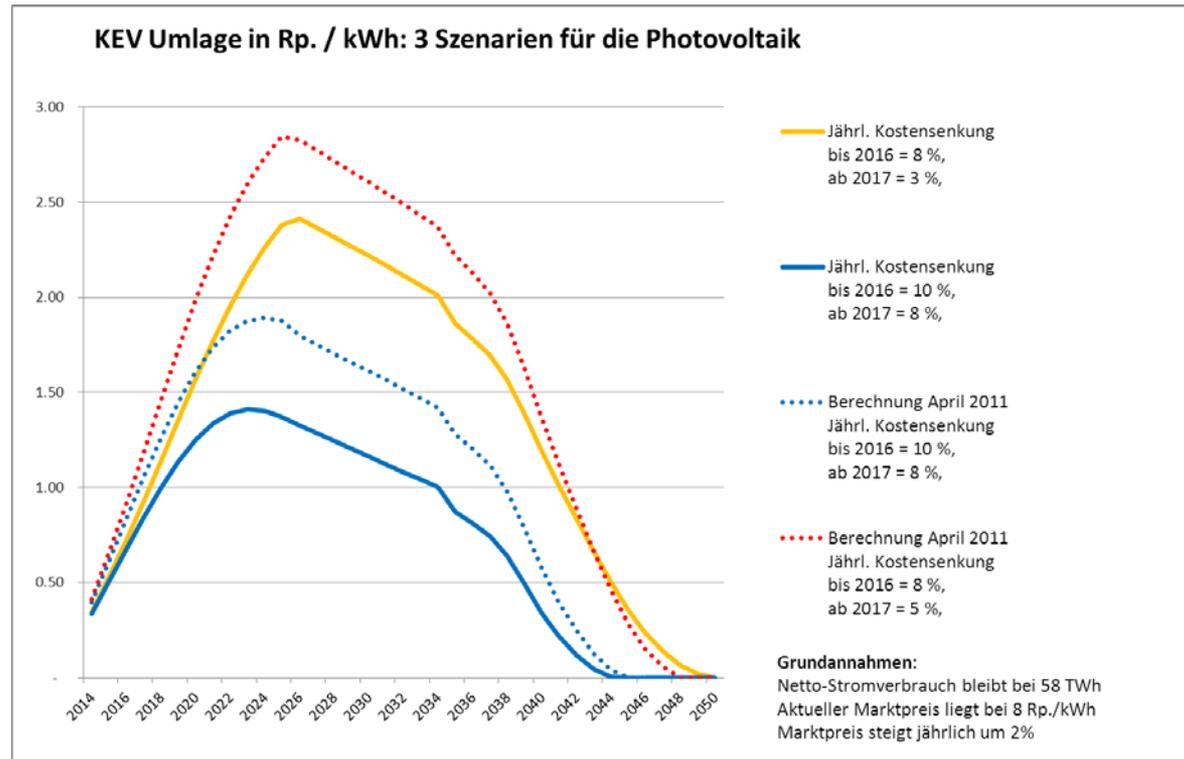
Nouvelle installations



Production annuelle



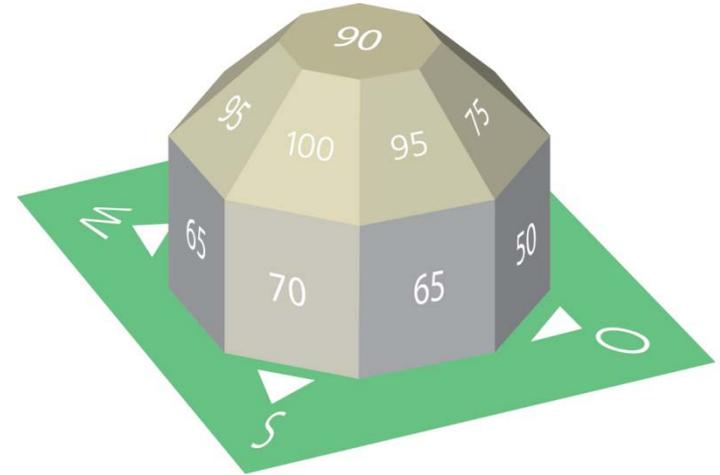
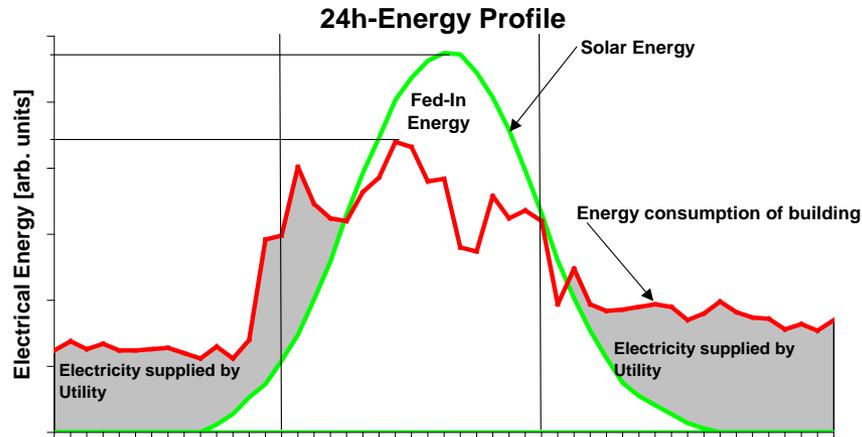
Pas si cher



Pour un maximum de 2.4 Rappen par KWh consommé, la Suisse peut remplacer la moitié du courant nucléaire (estimation Mars 2012)

Charge par ménage: culmine à fr 6 par mois en 2025

Übereinstimmung Produktion und Verbrauch



- Gute Übereinstimmung Solarstromproduktion mit Verbrauch
- Vermehrter Kühlbedarf über Mittag
- Mittagsspitze verbreitern durch vermehrte Installation von Anlagen auf Ost- und Westdächern sowie Fassaden
- Winter-Strombedarf senken durch Ersatz Elektroheizungen und Gebäudeisolation