

# Perspectives énergétiques du canton de Vaud à l'horizon 2035

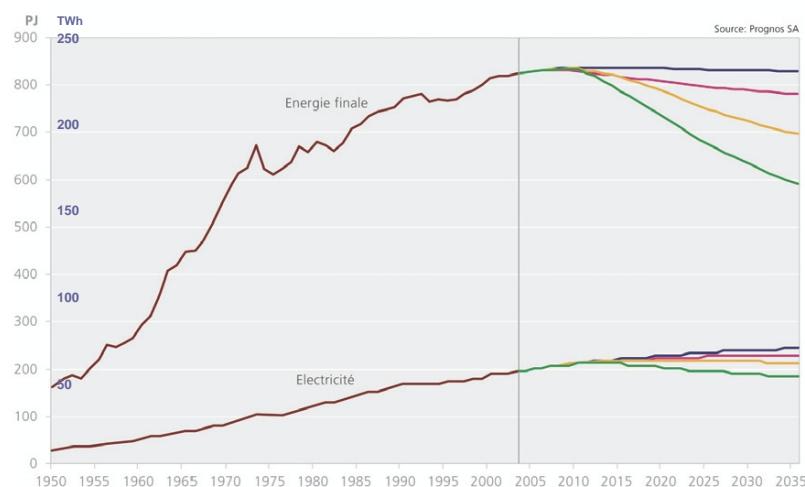
Charles Weinmann



Weinmann-Energies SA  
Ingénieurs-conseils EPFL-SIA-USIC

Lausanne, le 23 février 2010

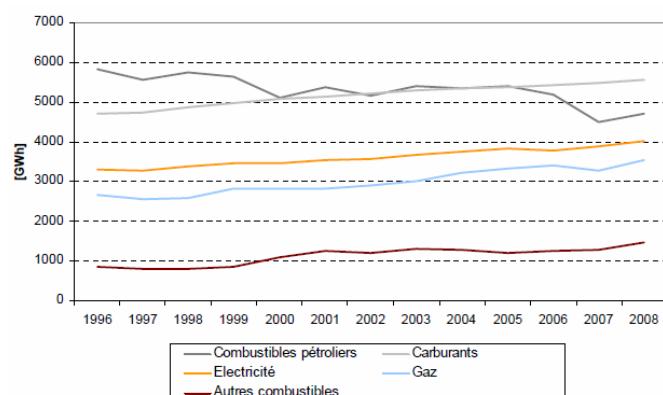
## Contexte : Perspectives énergétiques pour 2035 en Suisse



## Contexte : les 4 scénarios de la Confédération

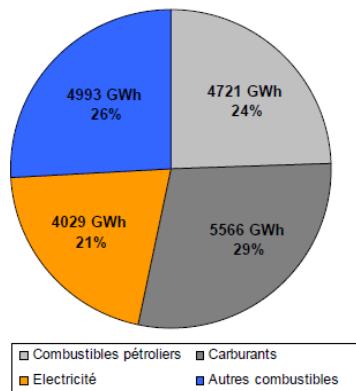
- Scénario I : Poursuite de la politique actuelle / évolution non-influencée
- Scénario II : Collaboration renforcée
- Scénario III : Nouvelles priorités
- Scénario IV : Société à 2000 W en 2100

## Evolution de la consommation vaudoise d'énergie



Evolution de la consommation des ressources énergétiques principales entre 1996 et 2008 (autres combustibles = charbon, bois, chaleur à distance, déchets).

## Consommation actuelle du canton



Part de l'énergie finale consommée en 2008, selon les types d'utilisation (autres combustibles = gaz, charbon, bois, chaleur à distance, déchets).

**Coût de l'énergie pour les vaudois en 2008 (électricité et combustibles): 1'680 mios de francs!**

## Objectifs globaux du canton (COCEN et Programme de législature 2007 – 2012)

- Améliorer l'efficacité énergétique
- Augmenter la production renouvelable
- Diminuer la consommation due aux transports, amélioration du réseau de transports publics
- Information & formation
- Exemplarité de l'Etat

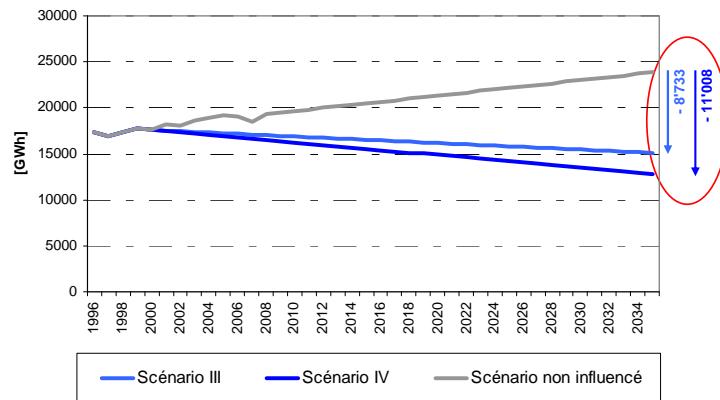


**Réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 1.5 mios tonnes  
(période 2004 – 2035)**

Objectifs Programme de législature ~= objectifs scénario III de la Confédération appliqués au canton!!

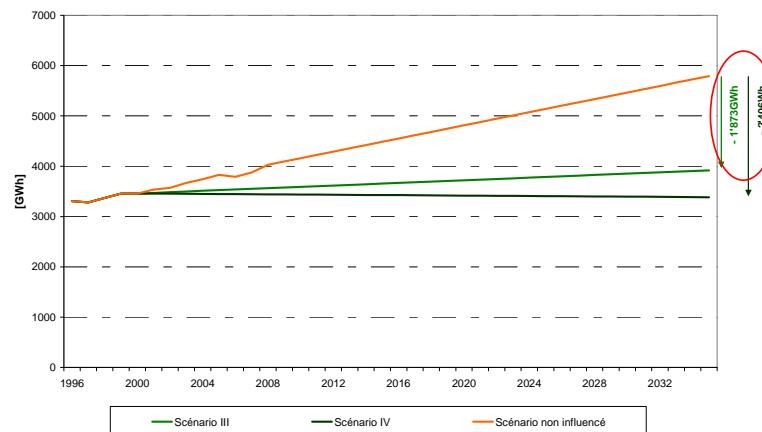
## Application des scénarios III et IV de la Confédération au canton de Vaud

Energie finale totale



## Application des scénarios III et IV de la Confédération au canton de Vaud

Energie électrique

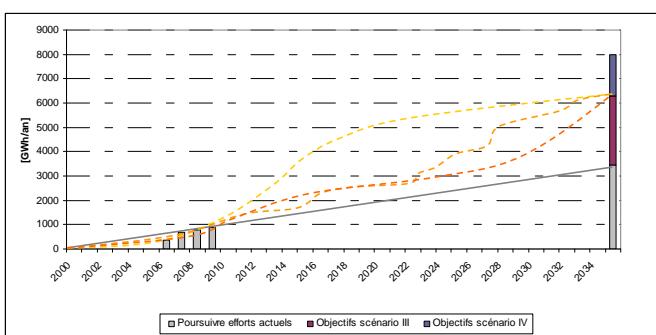


## Application des scénarios III et IV de la Confédération au canton de Vaud

Energie thermique



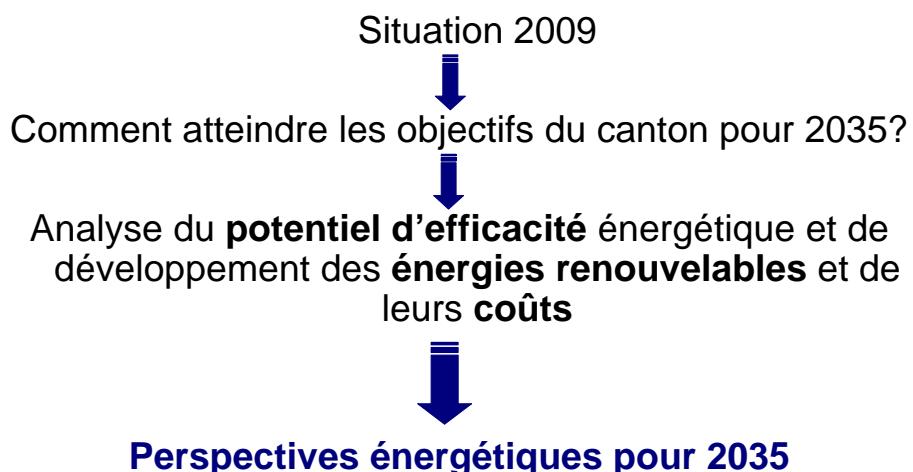
## Visualisation des mesures directes et indirectes déjà effectuées



Energie économisée ou produite par des sources renouvelables :  
**865 GWh/an en 2009, suite aux actions 2001 - 2009**

Economie/production renouvelable à effectuer d'ici 2035 (électricité + chaleur):

- Scénario III : 6'300 GWh/an
- Scénario IV : 8'000 GWh/an



## Potentiel d'économies et de production renouvelable et coûts

- 4 types de mesures :
  - 1) Efficacité électrique
  - 2) Efficacité thermique
  - 3) Electricité renouvelable
  - 4) Chaleur renouvelable
- Pour chaque mesure :
  - Potentiel en GWh/an
  - Investissement total
  - Coût/kWh
  - Difficulté de mise en œuvre

## Efficacité électrique

Liste des mesures « Efficacité électrique »		Fourchette des coûts [mios frs]	Coût moyen [mios frs]	Fourchette des potentiels [GWh/an]	Potentiel moyen [GWh/an]	Coût du kWh économisé [frs]
1) Interdiction du chauffage électrique dans les nouvelles constructions	1	-			-	-
2) Interdiction à terme du chauffage électrique dans les constructions existantes	2	1290 - 1700	1'495	380 - 500	440	0.17
3) Interdiction de pose ou de remplacement des chauffe-eau électriques	3	295 - 370	330	120 - 150	130	0.13
4) Limitation à terme des apponts électriques (PAC)	4	7 - 14	10	5 - 10	7	0.07
5) Remplacement des moteurs industriels	5	50 - 140	95	100 - 280	190	0.03
6) Remplacement des pompes de circulation dans les ménages	6	40 - 80	60	50 - 100	75	0.04
7) Assainissement de l'éclairage public	7	38 - 63	50	15 - 25	20	0.14
8) Eclairage dans les bâtiments d'habitation et de services	8	90 - 360	225	100 - 400	250	0.07
9) Ventilation	9	30 - 46	38	10 - 15	13	0.17
10) Climatisation, froid commercial	10	3 - 5	4	4 - 8	6	0.03
11) Appareils de bureaux	11	72 - 108	90	80 - 120	100	0.05
12) Appareils ménagers	12	380 - 500	440	180 - 240	210	0.10
13a) Stand-by ménages	13	15 - 17	16	30 - 36	33	0.03
13b) Stand-by services et industries	14	3 - 5	4	2 - 4	3	0.09
TOTAL		2310 - 3410	2'860	1080 - 1890	1'480	

## Efficacité thermique

Liste des mesures « Efficacité thermique »	Fourchette des coûts [mios frs]	Coût moyen [mios frs]	Fourchette des potentiels [GWh/an]	Potentiel moyen [GWh/an]	Coût du kWh économisé [frs]
<i>Nouveaux bâtiments et agrandissements</i>					
1) Obligation Standard Minergie P pour toutes les nouvelles constructions (sur 50 ans)	3'240 - 4'400	3'820	250 - 340	300	0.26
<i>Bâtiments existants</i>					
2) Amélioration de l'enveloppe thermique des bâtiments existants (sur 30 ans)	3000 - 5000	4'000	600 - 1000	800	0.17
3) Contrôle du respect des valeurs limites SIA 380/1 pour les nouvelles constructions (1 poste de travail pour 20 ans)	3 - 5	4	10 - 15	13	0.02
4) Obligation de poser une régulation pièce par pièce	150 - 180	165	170 - 200	185	0.05
5) Optimisation de la gestion d'exploitation pour les bâtiments publics (sur 4 x 5 ans)	46 - 92	70	60 - 120	90	0.04
<i>Industrie, services et arts et métiers</i>					
6) Application du MoPEC (gros consom.) et audit énerg. pour les PME	200 - 300	250	200 - 300	250	0.05
TOTAL	6640 - 9980	8'310	1290 - 1980	1'640	

## Électricité renouvelable

Liste des mesures « Augmentation des énergies renouvelables »		Fourchette des coûts [mios frs]	Coût moyen [mios frs]	Fourchette des potentiels [GWh/an]	Potentiel moyen [GWh/an]	Coût du kWh économisé [frs]
1) Energie hydraulique	1	800 - 960	880	200 - 240	220	0.20
2) Energie photovoltaïque (25 ans)	2	18000 - 27000	22500	1200 - 1800	1'600	0.60
3) Energie éolienne	3	700 - 1300	100	500 - 1000	750	0.20
4) Couplages chaleur-force à partir du bois et du biogaz	4	200 - 250	225	80 - 100	90	0.16
5) Géothermie profonde (sur 30 ans)	5	0 - 135	75	0 - 30	15	0.20
<b>TOTAL</b>		<b>19700 - 29650</b>	<b>23'780</b>	<b>1980 - 3170</b>	<b>2'680</b>	

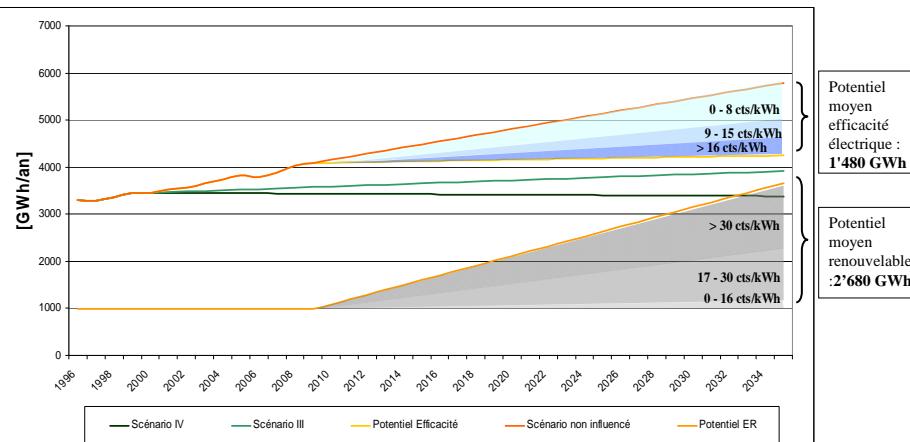
## Chaleur renouvelable

Liste des mesures « Augmentation des énergies renouvelables »		Fourchette des coûts [mios frs]	Coût moyen [mios frs]	Fourchette des potentiels [GWh/an]	Potentiel moyen [GWh/an]	Coût du kWh produit [frs]
1) Chaufferies de quartier et chaudières individuelles à bois	440 - 620	530	100 - 140	120	0.22	
2) Couplages chaleur-force à partir du bois et du biogaz	400 - 460	430	180 - 210	195	0.11	
3) STEP et Rejets industriels	?	?	?	?	?	
4) pompes à chaleur en remplacement des chauffages électriques (part tirée de l'env.) <b>! L'investissement est pris en charge par la mesure 2 de l'efficacité électrique!</b>	(1290 - 1700)	(1495)	380 - 500	440	0.17	
5) Solaire thermique pour 70% ECS renouvelable	1780 - 1980	1'880	450 - 500	475	0.20	
6) Géothermie profonde (sur 30 ans)	536 - 804	670	120 - 180	150	0.15	
<b>TOTAL</b>	<b>3160 - 5700</b>	<b>3'510</b>	<b>1230 - 1530</b>	<b>1'380</b>		

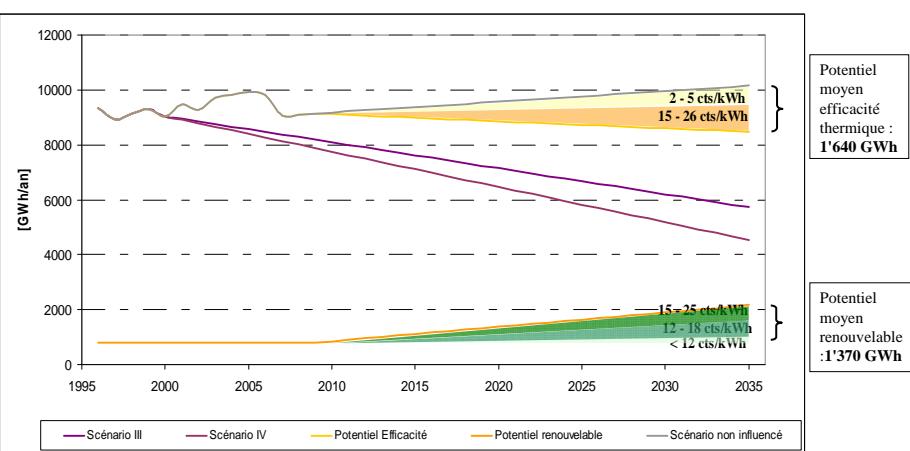
## Récapitulatifs des potentiels vaudois et de leur coût

		Objectif de réduction ou de production renouvelable de la Confédération appliqués au canton de Vaud [GWh/an]		Potentiel vaudois moyen [GWh/an]	Coût global moyen de toutes les mesures [mios frs]
		Scénario III	Scénario IV		
<b>Energie thermique</b>	Efficacité	4'423	5'616	1'640	8'310
	Energies renouvelables			1'380	3'510
<b>Energie électrique</b>	<b>TOTAL</b>	<b>4'400</b>	<b>5'600</b>	<b>3'000</b>	<b>11'800</b>
	Efficacité	1'873	2'406	1'480	2'860
	Energies renouvelables			2'680	23'780
	<b>TOTAL</b>	<b>1'900</b>	<b>2'400</b>	<b>4'200</b>	<b>26'600</b>
<b>TOTAL visé</b>		<b>6'300</b>	<b>8'000</b>	<b>7'200</b>	<b>38'400</b>
<b>Carburants TOTAL</b>		<b>4'200</b>	<b>4'800</b>	?	?

## Aperçu de la situation: électricité



## Aperçu de la situation: chaleur





**Merci de votre attention**