

Les incertitudes du coût de la Stratégie Énergétique 2050 - Secteur électrique

B. Jeanneret, mars 2017.

Publié dans le site ClubEnergie.2051 :

<https://clubenergie2051.ch/2017/03/22/les-incertitudes-du-cout-de-la-strategie-energetique-2050-secteur-electrique/>

Le peuple suisse votera le 21 mai 2017 sur la nouvelle loi sur l'Energie - (LEne-2016, [ref.1]). Cette loi concrétise partiellement la Stratégie Énergétique du Conseil Fédéral pour 2050 (SE2050). Elle dit en particulier que le subventionnement actuel des énergies renouvelables (RPC) sera interrompu après six ans. Une autre loi, constitutionnelle et dite d'incitation, qui fixe les règles d'encouragement au moins jusqu'en 2035 sinon 2050, devait lui être adjointe. Il était même prévu que le peuple voterait sur les deux lois simultanément. Mais, curieusement, le 8 mars 2017 le Conseil National a suivi la recommandation de sa Commission de l'Energie et refusé d'entrer en matière sur cette 2ème loi [ref.2].

Nous allons donc voter le 21 mai sur une stratégie énergétique qui s'étend sur trente-trois ans, alors que

- Son financement n'est défini que pour 6 ans, et de manière partielle. L'OFEN ne chiffre pas son projet financièrement et nous gratifie d'un prix politique injustifiable de seulement 2.7 milliards de francs pour tout le projet, électrique et fossile.
- Son coût réel n'est pas explicitement publié et, peut-être, pas véritablement assumé par nos autorités (voir conclusions ci-dessous).
- Nous montrons plus bas que la seule partie électrique de la SE2050 coûtera très cher, environs 1250.-/ménage/an, soit 90 milliards de francs sur 33 ans.

Le 21 mai, il serait prudent de rejeter le projet de loi qui nous est proposé et de demander ainsi à notre gouvernement de pousser l'OFEN à revoir sérieusement sa copie. Et de nous proposer un nouveau projet, avec des buts clairs, des moyens bien définis et un plan financier crédible.

Si une acceptation sortait des urnes le 21 mai, mis face à des mesures désagréables (nouvelles taxes, obligations, interdictions), nous nous verrions dire avec un peu d'hypocrisie qu'il faut respecter la volonté populaire.

Nous discutons ici l'estimation des coûts du secteur électrique indiqués par les partisans de la SE2050, et par l'Office fédéral de l'Energie (OFEN, [ref.3 et 14]). Nous nous limitons encore un peu, en ne traitant que les secteurs photo-voltaïque et éolien. Nous utilisons les chiffres de production souhaités par l'OFEN, dans la LEne-2016 (art.2): 11.4 TWh/an de production renouvelable non hydraulique en 2035, et en 2050 : 11TWh/an de photo-voltaïque et 4.2 TWh/an d'éolien [ref.14].

Mais nous ne discutons ici ni de la pertinence des buts de la SE2050, ni de l'adéquation des solutions proposées à ses buts.

Sur le deuxième point, bornons nous à relever une citation du directeur de l'OFEN, M Benoît Revaz [Le Temps,ref.13] qui pense pouvoir diminuer la charge du réseau électrique. M. Revaz évoque «la possibilité d'échanger directement des kWh entre particuliers», et ceci localement. Un stockage par batterie pour une période supérieure à 24 heures est beaucoup trop cher. En plaine après deux jours de stratus, il n'y aura donc plus rien à échanger localement, quelque soit la sophistication du système de troc.

L'entier de cet article mérite par ailleurs d'être lu. Il montre parfaitement l'absence de plan opérationnel pour la SE2050. Et explique certainement la reculade du Conseil National et du Conseil Fédéral, ainsi que le malaise à parler du prix réel de cette stratégie.

On trouvera en annexe le justificatif et le détail de nos calculs suivant différentes approches.

Estimation des coûts de la SE2050

La Table 1 résume les coûts totaux estimés. Les détails de calcul sont donnés en annexe et en notes de commentaire des tables.

Table 1 : Coût de la SE2050, secteur électrique seul et jusqu'en 2050 (33 ans)					
		1 ménage 4pers. [CHF/ an]	Tous les ménages [mioCHF/an]	33 ans [MiaCHF]	
	Prélèvement RPC 2.3 ct/kWh				
1	Estimation selon partisans SE2050	40	83	2.7	5000 kWh/an au compteur, Note 3
2	Ménages, coût direct taxe au compteur	140	295	9.7	Prélèvement au compteur, 6100 kWh/an Note 1
3	Coût total direct + indirect par ménage	450	950	31.4	Y.-c. prélèvement sur les entreprises, Note 2
	Calcul de coût direct. Voir Table 2 et notes				
4	Estimation basse, ménage 4 pers.	1000	2152	71	Note 4
5	Estimation haute, ménage 4 pers.	1500	3182	105	Note 6 et 8
6	Moyenne 4 et 5	1250	2700	88	
	Population suisse 2015 : 8.33 millions habitants (OFS). Si ménages = 4 pers. : 2.08 millions				
	Prélèvement RPC 2015 : 617 mioCHF pour 1.5 ct/kWh				
	Table 2 : Coûts de la SE2050, secteur électrique, par systèmes				
			Selon RPC [MiaCHF]	Calcul de coût direct [MiaCHF]	
1	PV		51	84	Note 5 et 6
2	Eolien		15	15.5	Note 7 et 8
3	Réseau, renforcement seul		24	24	Note 9
4	Pompage-turbinage, 3 GW / 6TWH		6	6	Note 10
5	Total		96	129.5	
	<i>A soustraire :</i>				
6	<i>14 TWh avec conventionnel le plus cher</i>		-25	-25	Note 11
7	Surcoût net		71	105	
8	Moyenne des deux estimateurs		88		

Unités utilisées :

1 mioCHF : 1 million de francs

1 MiaCHF : 1 milliard de francs

1 TWh = 1 Tera-Watt-heure = 1000 milliards de kWh

L'OFEN et les partisans de la SE2050 [ref. 3,4,5] donnent au projet un coût total, fossile et électrique, de 2.7 milliards de francs collectés en 33 ans, mais calculé sur la seule consommation électrique des ménages, soit 40.- par an. Le calcul du prix du courant électrique basé soit sur les prix de rachat garantis par la RPC soit sur les prix d'achats, d'installation et les frais financiers des équipements donne un coût total de 88 MiaCHF cumulés sur 33 ans, ou 1250.-/ménage/an, avec une large incertitude de plus ou moins 20 milliards de francs. La collecte totale de la rétribution à prix coûtant (RPC) présentement de 1.5 ct/kWh, passera à 2.3ct/kWh avec la SE2050 et rapportera 31 milliards de francs soit un coût de 450.-/ménage/an.

L'écart entre ces chiffres est très large, au point d'en être inquiétant. Même si l'on considère que le résultat du calcul de coût direct peut être un peu haut, le chiffre dérisoire des partisans de la SE2050 n'est pas explicable. Il est 30 fois plus petit que la valeur haute. Relevons tout de même l'astuce grossière de l'OFEN qui consiste à faire le calcul avec l'augmentation de 0.8ct/kWh de la RPC, plutôt qu'avec les 2.3 ct/kWh de la nouvelle loi. Mais même avec cette correction il manque encore un facteur dix.

On sait par les protestations de SwissSolar et SwissEole que les demandes de financement par la RPC forment une grosse file d'attente. Cette dernière n'est pas due à des retards administratifs, mais simplement à la limite de la trésorerie courante de la fondation RPC. Ce qui indique que la taxe RPC actuelle ne suffira jamais à atteindre les objectifs de la SE2050, voir ci-dessus : 31 milliards collectés pour 88 milliard nécessaires. Pour y arriver, il faudrait une taxe de 6.5ct/kWh ($2.3\text{ct} \times 81/33 = 6.5\text{ct}$), pour 400.-/an de prélèvement direct au compteur et de 1250.-/ménage/an en y ajoutant le prélèvement indirect sur la consommation hors-ménage.

Notons ici que les ménages allemands qui payaient en 2010 2.05ct€/kWh de taxe EEG (équivalent RPC) paient aujourd'hui 6.88ct€/kWh. Et il faut y ajouter des surtaxes de réseau.

Par ailleurs, les partisans de la SE2050 affirment que l'usage des énergies renouvelables permettra d'alléger la facture de l'importation de fossiles, et suggèrent donc que finalement, la SE2050 ne coûtera pas grand chose. Cet argument n'est pas sérieux. Notre production électrique n'utilise pas de fossiles, et l'usage d'une taxe carbone, appelée elle aussi à augmenter, montre que la réduction du fossile coûtera cher elle aussi. Et cette réduction peut-être faite de manière indépendante de la politique électrique.

Remarquons encore qu'un travail de thèse de l'ETH-Zürich [ref.12] étudie et chiffre différents scénarios électriques pour la Suisse d'ici 2050 aux moyens d'outils de simulation techniques et financiers développés par nos voisins européens directs. La différence de coût entre un scénario "pas de nucléaire + diminution de fossile-CO2 selon nos engagements internationaux + consommation maintenue" et le cas "peu de changement + moindre coût" est de 80 MiaCHF, soit pas très loin de notre estimation.

Annexe : Détails de calculs

Quelques chiffres de base pour commencer :

Population suisse 2015 : 8.33 millions d'habitants.

Population en nombre de ménage de 4 personnes : 2.08 millions.

Prélèvement RPC après acceptation de la SE2050 : 2.3 ct/kWh.

Consommation électrique au compteur [ref.8]: 6100 kWh/an/ménage.

Consommation électrique totale des ménages : 12.7 TWh.

Consommation électrique totale assujettie à la taxe RPC: 41.1 TWh.

Consommation électrique totale nette du pays [ref.8]: 58.2 TWh.

La Table 1 donne le résultat de plusieurs approches du calcul du coût de la seule partie électrique de la SE2050. Certains chiffres sont donnés pour le cas où la SE2050 est acceptée, mais où l'on suppose que le mode de financement restera le même pendant 33 ans, la loi qui devrait lui succéder étant abandonnée.

Nous nous limitons un peu plus en ne considérant que les coûts associés aux énergies renouvelables photo-voltaïque (PV) et éolienne, qui sont dominantes dans la SE2050.

Commençons par le produit de la rétribution à prix coutant (RPC), prélevée sur chaque kWh électrique consommé, exception faite des entreprises dont la facture électrique représente une part importante de leur coûts de production. La RPC actuelle (1.5 ct/kWh) serait augmentée à 2.3 ct/kWh. Le coût annuel direct par ménage sera de 140.-/an (ligne 2, Table1), pour un produit de 9.7 MiaCHF sur 33 ans. Mais il faut y ajouter le prélèvement sur les autres assujettis (entreprises, commerces, etc). Ces coûts ont un impact indirect sur les ménages mais tout aussi fort que la taxation au compteur. Ils sont finalement répercutés sur ces derniers (augmentations de prix, baisses de marge des entreprises donc pression sur les salaires, pertes à l'exportation donc pertes d'emplois). Il faut tripler les chiffres précédents, soit 450.-/an/ménage et 32 MiaCHF sur 33 ans (ligne 3, Table 1).

Les partisans de la SE2050 affirment qu'elle ne coûtera que 40.-/an/ménage. Soit un total de 2.7 MiaCHF collectés en 33 ans (ligne 1, Table 1). Mais outre le fait qu'ils oublient sciemment les coûts de la partie fossile (taxe CO2, etc), le calcul est fait très simplement : 5000 kWh/ménage/an [ref 3,4,5] au lieu de 6100 kWh, multipliés par l'augmentation de 0.8ct/kWh de la RPC. Soit 0.8ct/kWh au lieu de ce qui compte : le total de 2.3ct/kWh. Et la taxe RPC collectée hors ménage est deux fois plus élevée, voir paragraphe précédent.

Passons maintenant à une estimation des coûts directs. Deux calculs sont faits.

Le premier est basé sur les tarifs de rachats RPC censés couvrir les frais effectifs de production des kWh photo-voltaïque (PV) et éolien. Pour le PV, un tarif approximatif serait de 30ct en moyenne dans le futur (voir note 5). Pour l'éolien, le tarif est presque stable, tout près de 20ct/kWh (voir note 7). La rétribution totale serait de 51 MiaCHF pour le PV et de 15 MiaCHF pour l'Eolien. Voir 2ème colonne, lignes 1 et 2, Table 2. Et ligne 4 Table1.

Le deuxième calcul est basé sur les prix des installations donnés par les entreprises électriques ou les promoteurs de parcs éoliens. Pour le photo-voltaïque, des offres précises sont faites aux particuliers. Les prix en 2014 et 2016 sont identiques (voir note 6). Pour l'éolien, les chiffres donnés par les promoteurs sont relativement précis, quoique parfois optimistes (voir note 8). Il faut détecter les plus raisonnables. A l'investissement initial s'ajoutent des frais d'entretiens et des intérêts sur les emprunts. Sur 33 ans, le coût pour le PV est ici de 84 MiaCHF et pour l'éolien 15.5 MiaCHF. Voir 3ème colonne, lignes 1 et 2, Table 2. Et ligne 4 Table1.

Aux deux calculs et à cause de l'intermittence du PV et de l'éolien, il faut ajouter 24 MiaCHF pour le renforcement du réseau électrique (Note 9, et ligne 3, Table2), [ref 7]. Et construire de nouvelles capacités de pompage-turbinage pour environs 6 milliards de francs (Note 10, et ligne 4 Table 2)).

Le total pour chacun des deux calculs donne une fourchette de coût sur 33 ans de 96 à 130 MiaCHF (ligne 5 Table 2), à laquelle il faut soustraire le coût d'une production plus conventionnelle. La plus chère serait à priori nucléaire. Nous considérons donc cette option pour estimation, sans préjuger de ce qui sera fait si la SE2050 est abandonnée. Le coût à soustraire serait de 25 MiaCHF (Note 11, ligne 6, Table 2).

La fourchette de surcoût de la partie électrique de la SE2050 serait donc finalement de 71 à 105 MiaCHF (ligne 7 Table 2), pour une moyenne de 88 MiaCHF. Ceci sans compter le nécessaire stockage saisonnier (nouveaux grands barrages, certainement impossible, ou batteries, beaucoup trop chères : coûts qui n'apparaissent nulle part dans la documentation de l'OFEN). Il sera plutôt fait usage de centrales à gaz de type chaleur-force, non chiffrées ici. Pour faire bonne mesure il faudrait encore ajouter le coût des autres productions renouvelables subventionnées (essentiellement dérivées de la bio-masse).

Notes

1. Population suisse 2015 : 8.33 millions d'habitants. 1 ménage selon Off. Féd. Statistique : 2.25 personnes. Donc 3.7 millions. ménages. Consommation moyenne d'un ménage : 3475 kWh. Prélèvement RPC après acceptation de la SE2050 : 2.3 ct/kWh. On s'aligne ici sur les chiffres donnés pour des ménages de 4 personnes, utilisés par les politiques : donc 2.08 mio de ménages, consommation au compteur de 6100 kWh/an selon les statistiques de l'OFEN [ref 8].

2. Total de la recette RPC 2015 : 617 mioCHF pour 1.5 ct (KEV-stiftung, [ref 6]), modifié pour 2.3ct: 950 mioCHF. Toute taxe prélevée hors ménage doit être comptée. La fraction de la consommation nette du pays assujettie à la RPC est de 70% et celle des ménages de 22%. Les 48% taxés hors-ménages ont un impact indirect et invisible mais tout aussi fort que la taxation au compteur sur les ménages. Le passage des lignes 2 à 3 de la Table 1 est obtenu en multipliant par 70%/22%, soit 3.2.

3. Des deux chiffres des partisans de la SE2050 , 5000 kWh et 40.-, on déduit une taxe RPC de 0.8ct/kWh. Ce qui correspond uniquement à l'augmentation de l'actuel 1.5ct à 2.3ct avec la SE2050. Mais seul le dernier chiffre compte : avec la loi qui nous est proposée le 21 mai le taux provisoire de 1.5ct sera caduque et c'est bien une RPC à 2,3ct à laquelle nous serons dorénavant assujettis.

4. Chiffres basés sur le tarif de rachat garanti RPC et les quantités annuelles à produire en 2050, avec une montée linéaire depuis 2017. RPC photo-voltaïque : 30ct/kWh, voir note 5 , RPC Eolien : 20ct/kWh, voir note 7.

5. Le tarif de rachat RPC pour le photovoltaïque récemment installé est un peu difficile à déterminer précisément. Il a été régulièrement modifié parce que les prix ont baissé. La fondation RPC ne publie que la prestation totale annuelle à toutes les installations, quelques soit leur date de mise en production. De l'évolution des années récentes et jusqu'en 2014, on peut cependant déduire un prix coûtant estimé d'environ 30ct. en moyenne. Aujourd'hui, 60 % du prix d'une installation PV est liée au support et au boîtier des panneaux, au câblage, aux boîtiers onduleurs et de contrôle, ainsi qu'au travail d'installation. Cette partie du prix ne baissera plus. Quant à la baisse récente du prix des plaques de silicium, elle a été due pour une bonne part à la production de masse chinoise dont l'industrie est subventionnée et la main-d'oeuvre bon marché. Subventions d'ailleurs ouvertement critiquées par l'Union Européenne et remises en cause par le gouvernement chinois. Il est donc peu probable que les prix baissent beaucoup dans le futur. Production attendues en 2050 : 11 milliards de kWh/an (11TWh/an), avec une montée linéaire depuis 2017.

On notera encore ici que trop souvent on nous parle de kWh photo-voltaïque à 10ct. Or les productions à ce prix ne se trouvent que dans des déserts d'altitude près des tropiques (Mexique, Chili). C'est-à-dire là où le temps est sec et le ciel clair, et où il n'y pas de soleil bas d'hiver. L'énergie produite par mètre carré est plus du double que sous nos latitudes, et seules les très grosses installations sont considérées.

6. Photo-voltaïque - prix du kW-crête : 4700.- (BKW 2014, Romande Energie 2016 [ref 9,10]), donc coût du 1m2 utile : $c_0=660.-$ avec 140W-crête/m2. Coûts de maintenance 1%/an, intérêts 4%/an => 2% sur 40ans, amortissement linéaire. Compter seulement 20 ans : la moitié de la durée de vie (40 ans) sera ultérieure à 2050 => $c=(1+0.01*20+0.02*20)c_0 = 1.6c_0$. Avec un facteur de charge $F=0.1$ (production moyenne = 10% de la valeur crête), 1m2 produit $0.1 \times 0.14kW \times 8760h/an = 122 kWh/an$. Pour 11 milliards de kWh/an , 90 km2 de surface utile de panneaux est nécessaire. Coût total : $90 \text{ millions de m}^2 \times 1.6 \times 660.- = \mathbf{95 \text{ MiaCHF}}$, **chiffre qui se réduit à 84 MiaCHF** si un tiers de la production est issue de grandes installations. Voir ci-dessus, note 5, pour le futur de ces prix.

7. RPC Eolien: 20ct/kWh. Production attendues en 2050 : 4.3 milliards de kWh/an (4.3 TWh/an). Prix total avec une montée linéaire depuis 2017: $0.2CHF \times 4.13 \times 33 \text{ ans}/2 = \mathbf{15.1 \text{ MiaCHF}}$. Voir aussi Note 8.

8. Eolien - coût du MégaWatt installé : $c_0=3.5 \text{ mioCHF}$. La technologie est mature. Les nouveautés sont essentiellement le fait de machines plus grandes, mais le prix par unité de puissance installée ne changera presque plus. Coûts de maintenance 2%/an, intérêts 4%/an avec amortissement linéaire : 2% sur 20ans, => $c=(1+0.02*20+0.02*20)=1.8c_0$. Puissance installée nécessaire $P = 2450 \text{ MW}$: l'énergie produite est le produit de cette puissance par le nombre d'heures par an (8760h) et multipliée par le facteur de charge $F=0.2$ lié à l'intermittence de la production. $E = 8760 \times F \times P / 1'000'000 = 4.3 \text{ TWh/an}$. Coût total : $1.8 \times 2450 \times 3.5 \text{ MCHF} = \mathbf{15.5 \text{ milliards de francs}}$.

9. Estimation AES [ref 7]. La valeur conservatrice est retenue, la forte probabilité d'oppositions obligeant à installer des lignes haute-tension souterraines n'étant pas retenue même dans cette option.

10. Basé sur le coût du Nant-de-Dranse et de Linth-Limmern. La puissance installée nécessaire en 2050 est un peu incertaine aujourd'hui. Elle dépend d'autres options (e.g. nombre de centrales électriques à gaz).

11. Conventionnel le plus cher: nucléaire devant le charbon ou le gaz. Projet Hinckley-Point (UK) : estimation 2016 , construction+frais financier (juillet 2016) : 24.5 G£ = 40 GCHF pour 3.2GigaWatt. Prix généralement considéré comme trop élevé. Energie à produire en Suisse jusqu'en 2050 : 14TWh/an pendant 17ans, soit de 2033 (fin approximative des centrales actuelles) à 2050. Prix du kWh garanti au constructeur (jugé abusif) : 0.1CHF/kWh. Soit **24.5 MiaCHF**. Puissance installée : $P=14TWh/8760h/0.8=0.002TW=2GW$, Construction : $(2/3.2)*40=$ **25 MiaCHF**. Les deux chiffres sont presque identiques.

Bibliographie

[1] <https://www.admin.ch/opc/fr/federal-gazette/2016/7469.pdf>

[2] UN NON CLAIR ET NET AU SYSTÈME INCITATIF EN MATIÈRE CLIMATIQUE ET ÉNERGÉTIQUE, <https://www.parlament.ch/press-releases/Pages/mm-urek-n-2017-01-31.aspx?lang=1036>

[3] Benoît Revaz, directeur de l'OFEN, questionné par P. Veya, Le Matin Dimanche , 29.01.2017.

[4] Jacques Bourgeois, questionné par B. Wuthrich, Le Temps , 19.01.2017
<https://www.letemps.ch/suisse/2017/01/19/jacques-bourgeois-strategie-energetique-2050-personne-na-achete>

[5] Yannick Buttet, Le temps 10.02.2017
<https://www.letemps.ch/opinions/2017/02/10/yannick-buttet-nucleaire-vecu-vive-renouvelable>

[6] Fondation RPC, rapport annuel 2015
<http://www.stiftung-kev.ch/fr/rapports/rapport-annuels/download//272df8cb7e5740be8145bdab8e7a5790.html>

[7] Scénarios pour l'approvisionnement électriques du futur , Association des entreprise électriques suisses (AES), 2012.

[8] Statistique suisse de l'électricité, OFEN 2015.

[9] Calculateur BKW, 2014, lien aujourd'hui désactivé,
<http://www.bkw.ch/calcul-du-rendement-energetique.html>

[10] Romande Energie, offre écrite à ses clients, 2016.

[11] <https://clubenergie2051.ch/2017/01/05/le-prix-du-kwh-en-allemande-jusquou-ira-t-on/>

[12] DISS. ETH NO. 23264 – *LONG TERM EVOLUTION OF THE SWISS ELECTRICITY SYSTEM UNDER A EUROPEAN ELECTRICITY MARKET* – RAJESH MATHEW PATTUPARA, 2016, accepted on the recommendation of Prof. Dr. A. Wokaun, examiner, Prof. Dr. K. Hungerbühler, co-examiner, Dr. Evangelos Panos, co-examiner.

[13] Benoît Revaz: «Le consommateur deviendra aussi producteur», discussion avec Willy Boder, Le Temps , dimanche 12 mars 2017.
<https://www.letemps.ch/economie/2017/03/12/benoit-revaz-consommateur-deviendra-producteur>

[14] Perspectives énergétique 2050, résumé, DETEC/OFEN, Octobre 2013.