

## Seul le PV peut livrer assez d'énergie pour décarboniser

Texte étendu de l'intervention Roger Nordmann à EU PVSEC, 11 Septembre 2020

[www.rogernordmann.ch](http://www.rogernordmann.ch)

### Table des matières

1	Le point de départ .....	1
2	Le contexte spécifique.....	2
3	L'ampleur du défi de l'approvisionnement électrique.....	2
4	Renversement de paradigme : seul le photovoltaïque a suffisamment de potentiel.....	3
5	Le scénario de base .....	4
6	Le peak shaving et le gas .....	5
7	Le peak-shaving aide pour l'hiver.....	5
8	Le résultat dans le scénario de base.....	5
9	Le bilan Co2 du scénario de base .....	6
10	Mon scénario est basique plutôt qu'optimal .....	6
11	Quelques enseignements de la démarche .....	7

Mesdames et Messieurs,

Aujourd'hui, j'aimerais vous présenter l'impact politique et sociétal de mon plan solaire en Suisse. J'espère que vous pourrez tirer de cette expérience des enseignements utiles pour faire avancer le photovoltaïque dans vos pays respectifs, et bien entendu au niveau européen, dont la Suisse est malheureusement auto-exclue.

Permettez-moi tout d'abord de me présenter brièvement : je suis élu au Parlement national, membre depuis 15 ans de la commission de l'énergie et l'environnement. Je suis président depuis 10 ans de Swissolar, qui est la fédération suisse des entreprises solaires, et président depuis cinq ans du groupe social-démocrate au Parlement.

J'avais publié en 2010 un premiers ouvrage « libérer la Suisse des énergies fossiles » et j'ai publié en 2019 « Le plan solaire et climat »,

### 1 Le point de départ

Comme tous les pays civilisés, la Suisse a ratifié l'accord de Paris, ce qui implique une décarbonisation total à terme. Il faudra donc davantage d'énergies renouvelables, et en particulier d'électricité, pour substituer les énergies fossiles dans le secteur de la chaleur, des transports et de l'industrie. Et, cela va de soi, il conviendra de tirer parti des gains d'efficacité, qui découlent d'ailleurs souvent directement du passage à l'électricité

En mai 2017, le peuple suisse a approuvé par référendum une loi interdisant la construction de nouvelles centrales nucléaires. Il faudra donc, en plus de la substitution des énergies fossiles, remplacer les quelques 35 % d'électricité nucléaire.

Le dispositif législatif approuvé en 2017 en référendum est limité et ne suffit que pour construire des installations couvrant la moitié de la production nécessaire à remplacer le nucléaire. Rien n'était prévue pour l'électricité destinée à remplacer les énergies fossiles.

La Suisse a donc besoin d'être beaucoup plus ambitieuse dans le déploiement des nouvelles sources d'électricité. Faire comprendre cela constituait l'un des buts de ma démarche, l'autre étant de montrer que le photovoltaïque allait couvrir l'essentiel de ces besoins.

## 2 Le contexte spécifique

Pour que vous compreniez bien ma démarche, il faut que je vous explique quelques éléments particuliers du contexte suisse :

Dans le cas suisse, il y a trois difficultés spécifiques :

- 1) Le potentiel de l'éolien et de la biomasse est relativement limité par l'exiguïté du territoire
- 2) La production hydraulique au fil de l'eau est plus haute à la fin du printemps et en été, en raison de la fonte des neiges, alors que la consommation est plus haute en hiver, en raison des besoins de chauffage.
- 3) L'hydroélectricité, pilier historique, a quasiment épuisé son potentiel.

Cependant, dans le contexte helvétique, avons aussi 2 chances :

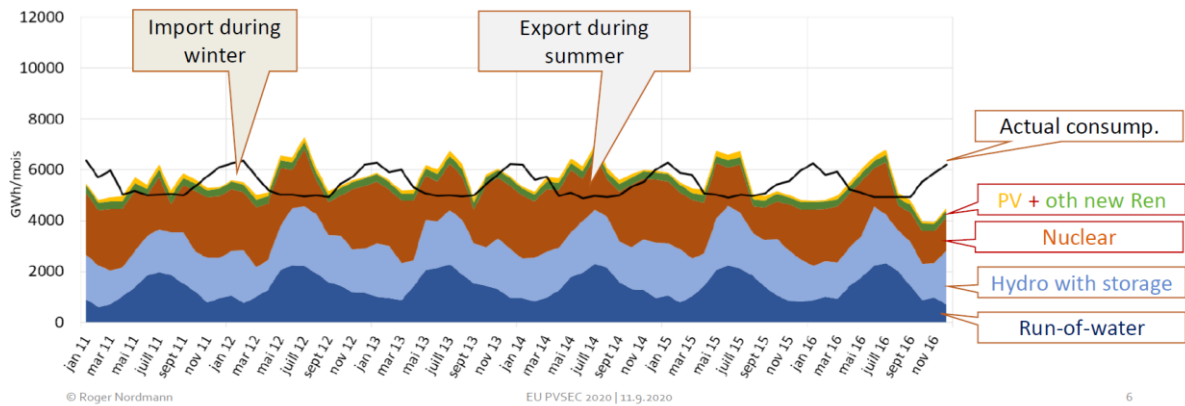
- Le potentiel photovoltaïque sur les toits est très important, notamment en raison du bon ensoleillement et de l'altitude. L'acceptation est très élevée. Ces 10 dernières années, 60% de la production électrique additionnelle vient du photovoltaïque.
- La moitié de la capacité hydraulique est dotée de réservoir à accumulation, que l'on peut utiliser comme de façon flexible. Nombre d'entre eux sont équipés non seulement de turbines, mais aussi de pompe permettant de stocker des surplus d'électricité en remontant l'eau dans les barrages. Nous avons en Suisse la capacité de stocker 1000 kWh d'électricité par habitant, et nous disposons d'une puissance de pompe d'un demi kW/habitant. Le stockage à court terme (jour/nuit, semaine) n'est donc pas un problème.

Cependant, cette capacité de stockage déjà utilisée au maximum pour transférer des kWh de l'été à l'hiver.

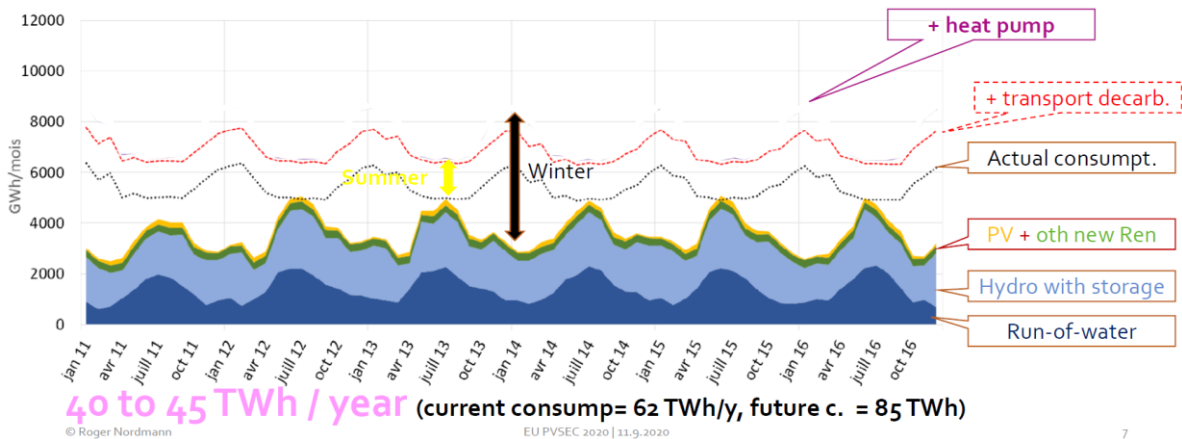
## 3 L'ampleur du défi de l'approvisionnement électrique

Pour faire comprendre à toutes et tous l'ampleur besoins d'énergie et le problème de l'équilibrage entre l'été et l'hiver, il a fallu y aller frontalement. J'ai donc présenté sous forme graphique l'évolution de la situation. Je me suis basé sur les données mensuelles 2011-2016. J'ai enlevé la production nucléaire et ajouté le besoin d'électricité pour remplacer les énergies fossiles.

## The monthly electricity production and consumption in Switzerland: 72 months 2011-2016



## The monthly electricity production and consumption in Switzerland: nuclear removed + new consumption



40 to 45 TWh / year (current consump= 62 TWh/y, future c. = 85 TWh)

Chacun a pu donc comprendre l'ampleur du défi. Au total, nous aurons besoin d'environ 85 térawatt-heures par an, alors que nous disposons, sans le nucléaire, d'une capacité que ne peut en couvrir que la moitié. Il manque 40 à 45 TWh d'électricité par an. En plus, le besoin est beaucoup plus important en hiver qu'en été.

## 4 Renversement de paradigme : seul le photovoltaïque a suffisamment de potentiel

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ce graphique soulignant l'ampleur du besoin et le problème hivernal ne m'a pas handicapé pour promouvoir le photovoltaïque. Il a au contraire posé les bases de la démarche, parce qu'en osant désigner le problème, il nous a rendu plus crédible. Cela nous a permis d'établir un large consensus sur le fait qu'il faudra investir massivement dans la production électrique (pas seulement solaire).

En y réfléchissant « Out of the box », il me paraissait évident, du strict point de vue quantitatif, que seul le PV avait la capacité de couvrir le besoin additionnel. Le potentiel réaliste du PV en Suisse est de 120 GW en Suisse, dont la moitié sur les bâtiment (toits et façades), ce qui suffit très largement pour produire les 40 ou 45 TWh dont nous avons besoin.

Affirmer que le PV aurait ce rôle constituait un renversement copernicien des paradigmes: le PV n'est plus une petite source d'appoint, mais est appelé à devenir un pilier principal de l'approvisionnement électrique (au côté de l'hydro).

Pour y parvenir, il a fallu surmonter des objections techniques, mais aussi des lignes d'argumentation traditionnelles et des préjugés, lesquels se mélangent souvent.

Toutefois, avant de commencer par traiter les objections de nos adversaires, j'ai commencé par balayer nos propres préjugés. Il fallait faire admettre aux milieux écologistes que les gains d'efficacité ne suffiront pas, qu'il faudra beaucoup d'électricité en plus, et que l'électricité deviendra la forme d'énergie la plus importante (c'est une rupture, car dans les milieux écologistes, on critiquait volontiers l'utilisation d'électricité en raison des nuisances de la production).

Sur le plan technique, dans le contexte suisse, il fallait apporter surtout une réponse à deux questions :

- Comment faire pour avoir suffisamment de production pour assurer la sécurité de l'approvisionnement électrique en hiver ?
- Comment gérer le réseau, dès lors qu'avec de très grandes quantités de PV, il pourrait y avoir une sur-production momentanée et un important déficit de capacité dans le réseau ?

## 5 Le scénario de base

Pour ce faire, j'ai calculé un scénario de base simple et robuste, qui répond à ces questions, avec les hypothèses suivantes :

- La consommation pour les usages actuels de l'électricité reste stable : les gains d'efficacité compensent la croissance démographique et économique.
- la consommation de l'électrification de la mobilité terrestre et des pompes à chaleurs additionnelles s'ajoute à la consommation actuelle : autrement dit, on ramène à zéro la consommation d'essence, de diesel, de mazout et de gaz pour la mobilité, le chauffage et l'eau chaude.
- Seul le PV se développe massivement. Les autres productions d'électricité renouvelable stagnent.
- Durant chaque mois d'été, au maximum un térawatt-heures peut être utilisés pour le power to-gaz. Le gaz ainsi obtenu est réutilisé pendant l'hiver suivant pour faire de l'électricité, mais avec une efficacité totale de seulement 30 % (mesuré d'électricité injectée à électricité restituée).
- En solde mensuel, la Suisse n'exporte pas plus qu'aujourd'hui pendant l'été, et n'importe pas plus qu'aujourd'hui pendant l'hiver.
- Pas de renforcement massifs du réseau

Sur cette base, j'ai proposé d'installer 50 GW de photovoltaïque, en Suisse soit une quantité d'environ 6 kW par habitant. C'est 25 fois plus qu'en 2018. Au terme de cette transition, la production photovoltaïque serait plus grande que la production hydroélectrique.

## 6 Le peak shaving et le gas

Formuler cette proposition comportait le risque de me faire passer pour un extrémiste. Mais deux réponses techniques incluses d'emblées dans mon modèle m'ont permis de désamorcer cette perception.

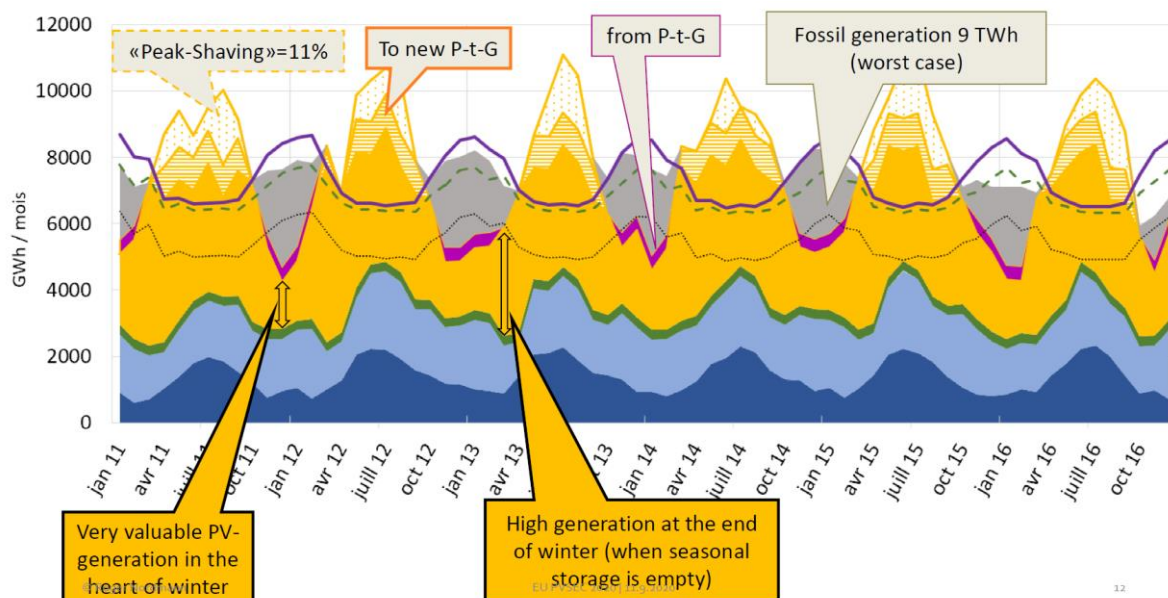
- Lorsque la production photovoltaïque dépasse la capacité d'absorption du réseau ou que l'on ne sait plus quoi faire de cette énergie, on réduit l'injection en faisant ce qu'on appelle du « Peak shaving » (curtailment). On ajuste en temps réel l'injection. Cette solution a l'avantage d'être quasiment gratuite, comme nous le verrons.
- La deuxième proposition consiste à assumer l'emploi de gaz fossile pour produire de l'électricité s'il en manque en hiver. Cette proposition ne vous surprendra pas, mais elle constituait un tabou en Suisse, car il n'y a actuellement pour ainsi dire production fossile. Bien entendu, comme il s'agit d'une production hivernale, la chaleur résiduelle peut être utilisée pour les besoins de chauffage, dans une logique de cogénération.

## 7 Le peak-shaving aide pour l'hiver

En lissant la courbe annuelle de production, le Peak-shaving nous permet d'insérer beaucoup plus de PV dans le réseau. La perte économique est limitée, car il a lieu au moment où la valeur de l'électricité est basse, lorsqu'il y a trop d'énergie sur le marché (ce qui rend le peak-shaving acceptable pour nous, voir même intéressant économiquement, en protégeant la valeur du kWh).

## 8 Le résultat dans le scénario de base

Sur le graphique suivant, on voit quelle aurait été la situation entre 2011 et 2016 avec 50 GW de photovoltaïque, bien entendu en ayant complètement décarboné les bâtiments et la mobilité terrestre. C'est mon scénario de base.



In fine, c'est ce graphique qui a fait bouger la politique :

- Il montre que grâce à au Peak shaving et accessoirement au power to gas, il est possible d'intégrer d'énormes quantités de solaire.
- Le peak-shaving en fait en réalité perdre que 11% de la récolte possible d'électricité solaire.

- Avec la puissance PV qu'il devient possible d'installer, le solaire amène au cœur de l'hiver un socle très précieux.
- Et qu'à la fin de l'hiver, lorsque les barrages à accumulation sont vides, le photovoltaïque est déjà très puissant.

## 9 Le bilan Co2 du scénario de base

Oser formuler frontalement le problème du déficit hivernal a surpris m'a permis d'être beaucoup plus crédible. Comme j'ai proposé, dans le pire des cas, d'utiliser du gaz, certains médias et de vieux pronucléaires ont naturellement tenté de m'attaquer sur les émissions fossile de cette production gazière. Toutefois, bilan carbone de ma stratégie est très favorable, puisque il permet une réduction des émission de CO2 de 86% dans le périmètre concerné. De ce fait, ces voix critiques n'ont eu quasiment aucun écho.

	Million tons CO <sub>2</sub>	2017	Full decarb (off-) road and buildings
= 3/5 of overall Swiss GHG Emissions	(off-) Road	16	0
	Buildings	14.8	0
	Fossil power Generation	0	4.4
	<b>Total</b>	<b>30.8</b>	<b>4.4</b>
	<b>Decrease CO<sub>2</sub></b>		<b>-86%</b>

Je crois que d'avoir honnêtement indiqué l'ampleur et la nature m'a ouvert énormément de portes. Depuis quelques mois, la quasi-totalité du monde politique et la plupart des milieux intéressés admettent qu'il faudra une énorme quantité de solaire. Bien entendu, certains estiment que 50 GW sont excessifs et qu'il nous faut seulement 30. Mais dans la mesure où nous sommes actuellement à 2,5 et où ces mêmes milieux affirmaient qu'il est impossible de n'avoir plus que 5 ou 10, je suis content de l'évolution de la discussion.

## 10 Mon scénario est basique plutôt qu'optimal

Vous objecterez que mon scénario n'est pas à jour, que l'on pourrait valoriser l'entier des KWh excédentaires, en développant massivement le P-t-G. Et avec ce gaz renouvelable, on pourrait couvrir le déficit hivernal. Quitte, pour cela, à installer un peu plus que 50 GW. Ou que d'autres solutions entrent aussi en ligne de compte pour le stockage de longues durée, comme les réservoirs de chaleurs ou la régénération estivale des sondes géothermique

Sur le plan technique, vous avez absolument raison.

Sur le plan économique, il s'agit d'un trade-off à calculer. Les pertes de production dues au peak-shaving dessinent une espèce de base-line bon-marché et praticable. Mais si on peut faire mieux et que c'est économiquement raisonnable, il n'y a aucune objection à le faire.

Mais c'est au plan politique que le caractère très basique de mon scénario s'est avérée décisive : même les milieux les plus conservateurs, comme les entreprises qui veulent exploiter les centrales

nucléaires pendant encore 30 ans, ont vu que c'était techniquement possible. Et cela tombait bien : après l'enterrement de leurs rêves nucléaires lors du référendum de 2017, ils avaient besoin d'autres solutions. Ils ne pouvaient pas bouder éternellement dans leur coin...

En fin de compte, avoir choisi un scénario basique et conservateur plutôt qu'un scénario à la pointe de la technologie permet à tout le monde de discuter comment l'optimiser...

Et le fardeau de la preuve d'une certaine façon changé de camp. Désormais, ce sont les adversaires du photovoltaïque qui doivent prouver qu'ils disposent d'un scénario crédible. Or il n'en n'ont pas, à moins d'importer ou de ressortir le nucléaire de son tombeau...

L'approche frontale que j'ai adoptée (les 50 GW) a aussi contribué à faire avancer la discussion sur le financement des investissements à venir dans la production électrique. Alors que les grandes entreprises prétendaient financer tous les investissements sur le marché libre, grâce au « energy only market », le débat profondément évolué et l'on se rend compte de l'impasse : désormais, on discute sur les modalités de l'extension du soutien à l'investissement dans les énergies renouvelables. Les uns préconise plutôt des appels d'offres sur les kilowattheures, et les autres plutôt des aides uniques élevées à l'investissement.

## 11 Quelques enseignements de la démarche

En guise de conclusion, j'aimerais souligner quelques caractéristiques de ma démarche qui, au-delà des solutions techniques, lui ont donné du crédit. En effet, il me semble que ces attitudes sont susceptibles de produire des évolutions positives, quel que soit le pays concerné. J'aurais tendance à classer ces approches en trois catégories, celles touchant le diagnostic, les propositions et le travail de conviction.

Bien entendu, il est clair qu'au plan technique, la démarche ne peut pas être transférée telle quelle. Chaque pays a ses atouts (p. ex de l'éolien pour l'hiver) ou des difficultés (p. ex absence de stockage). Ce qui peut être transposé, c'est plutôt l'état d'esprit.

### 1) La phase de diagnostic

- A) La phase consistant à diagnostiquer les problèmes est cruciale. Elle requiert du temps et de l'imagination. Il ne s'agit pas simplement d'inventorier des données, mais de les hiérarchiser.
- B) En clair, dans des systèmes aussi complexes que ceux de l'énergie, une situation est bien posée quand elle sait se concentrer sur les défis centraux et oublier les mille questions annexes qui obscurcissent le tableau et incitent au final à l'immobilisme.
- C) Le diagnostic doit comprendre, c'est essentiel, l'état culturel du débat. La manière dont les experts et l'opinion se représentent les enjeux est aussi importante que les enjeux techniques en eux-mêmes. Une bonne compréhension des images et des paradigmes qui dominent les esprits politiques et citoyens doit être établie avant de se lancer dans la construction de solutions.

### 2) La phase de proposition

- D) Un plan consiste autant à enlever des obstacles qu'à tracer des chemins. Au nombre des obstacles, il ne faut jamais négliger ses propres préjugés et les préjugés des milieux alliés.
- E) Une bonne proposition n'escamote pas les problèmes les plus gênants, mais tente de les aborder franchement. Il n'est donc pas utile de minimiser les difficultés ou les oppositions, mais de maximiser la capacité d'entraînement du plan pour la société en général.
- F) Un bon plan repose sur des faits solides, documentés et surtout prudents, non sur un optimisme exagéré. Il doit résister aux hypothèses les plus rudes. Le crédit augmente si on choisit de travailler avec des paramètres de départ peu favorables.

### 3) La phase de persuasion

- G) On ne convainc pas uniquement en additionnant les arguments, les chiffres, les schémas et en inondant l'interlocuteur de démonstrations implacables et savantes. On met en mouvement



l'esprit de la partie adverse en lui renvoyant les questions de fond et le devoir de trouver une issue aux enjeux. Quelle autre solution, plus avantageuse, de votre point de vue? Le plan doit avoir été établi de manière à permettre cette stratégie.

- H) Pour ce faire, il ne faut pas craindre d'aller sur le terrain de l'adversaire, non en s'inféodant à sa pensée, mais en lui désignant un chemin qui tient compte de ses intérêts. Il faut l'aider à sortir de l'ornière de ses raisonnements traditionnels et lui ouvrir une porte de sortie.
- I) Enfin, il ne faut pas oublier que le terme « énergie » ouvre dans l'esprit de nos concitoyens un immense éventail de significations et de représentations, parfois contradictoires. Il part des sciences dures, mathématiques, physiques, traverse tout le champ des technologies, mais touche également la psychologie, la santé, l'art de vivre...

Un nouvel art de vivre ensemble, n'est-ce pas peut-être aussi cela un plan solaire techniquement opérationnel et politiquement crédible?

Reference Livre + E-book:

Français: <https://www.editionsfavre.com/livres/le-plan-solaire-et-climat/>

Allemand: <https://www.zytglogge.ch/sonne-fuer-klimatschutz-solarplan-solarenergie-sonnenenergie-roger-nordmann>

Further infos: <https://rogernordmann.ch/livre-le-plan-solaire-et-climat/>