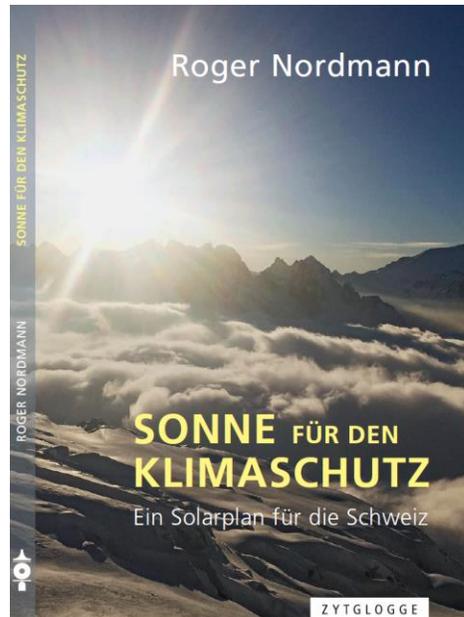
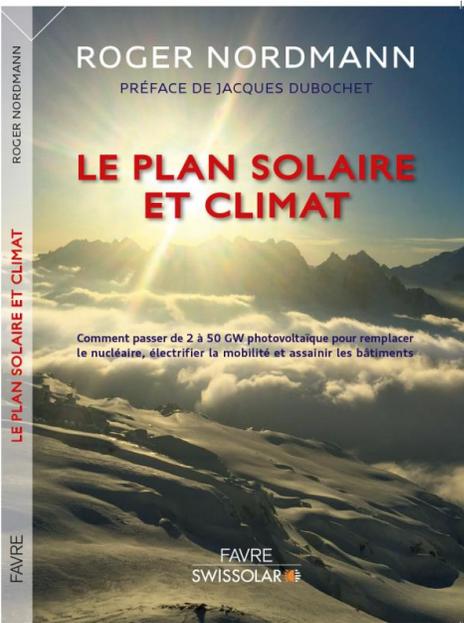


26 Mars 2021

Séminaire «La responsabilité du propriétaire d'infrastructures »  
OPAN & GUMA

# *Le plan solaire et climat*



## **Roger Nordmann**

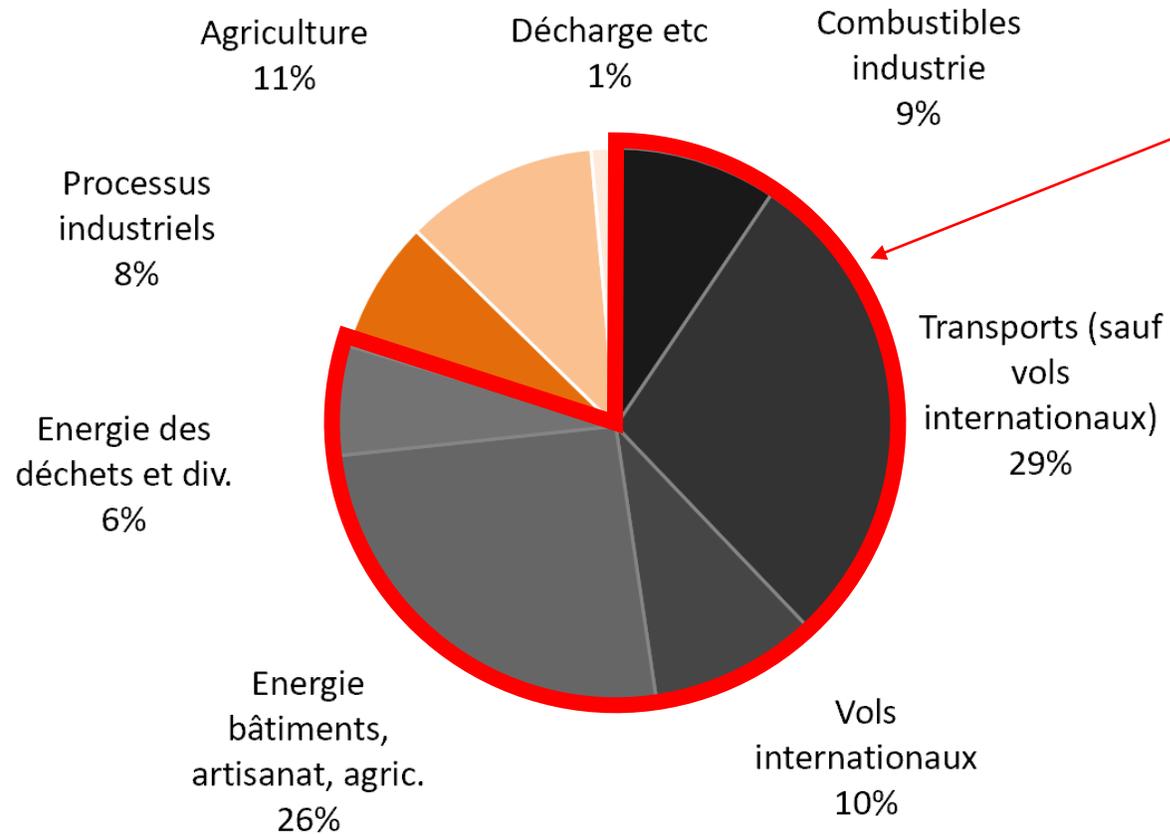
Conseiller national PS/VD, Président du Groupe socialiste aux Chambres fédérales,  
Membre de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de  
l'énergie (CEATE-N)  
Comité swisscleantech - Président de Swissolar

# Plan de la Présentation

PDF de cette présentation sur  
[www.roger-nordmann.ch](http://www.roger-nordmann.ch)

- 1. Climat: les champs d'action en Suisse**
- 2. Le besoin d'électricité pour la décarbonisation**
- 3. Pourquoi le photovoltaïque est la variante la plus réaliste**
- 4. La variabilité du PV**
- 5. La modélisation sur une base mensuelle avec 50 GW PV**
- 6. Conclusion**

# 1. Climat: Les champs d'action en Suisse



- En Suisse, 80% des gaz à effet de serre proviennent de la combustion d'énergies fossile
- Au niveau global: > 60% énergie
- It's the Energy, stupid!
- Attention: la «swiss way of life» induit beaucoup d'émissions à l'étranger: 1,5 à 2 x les émissions en Suisse

**Voir la *Stratégie climatique à long terme de la Suisse* adoptée aujourd'hui par le Conseil fédéral**

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/documentation/communiqu%C3%A9/anzeige-nsb-unter-medienmitteilungen.msg-id-82140.html>

## 2. Le besoin d'électricité pour la décarbonisation

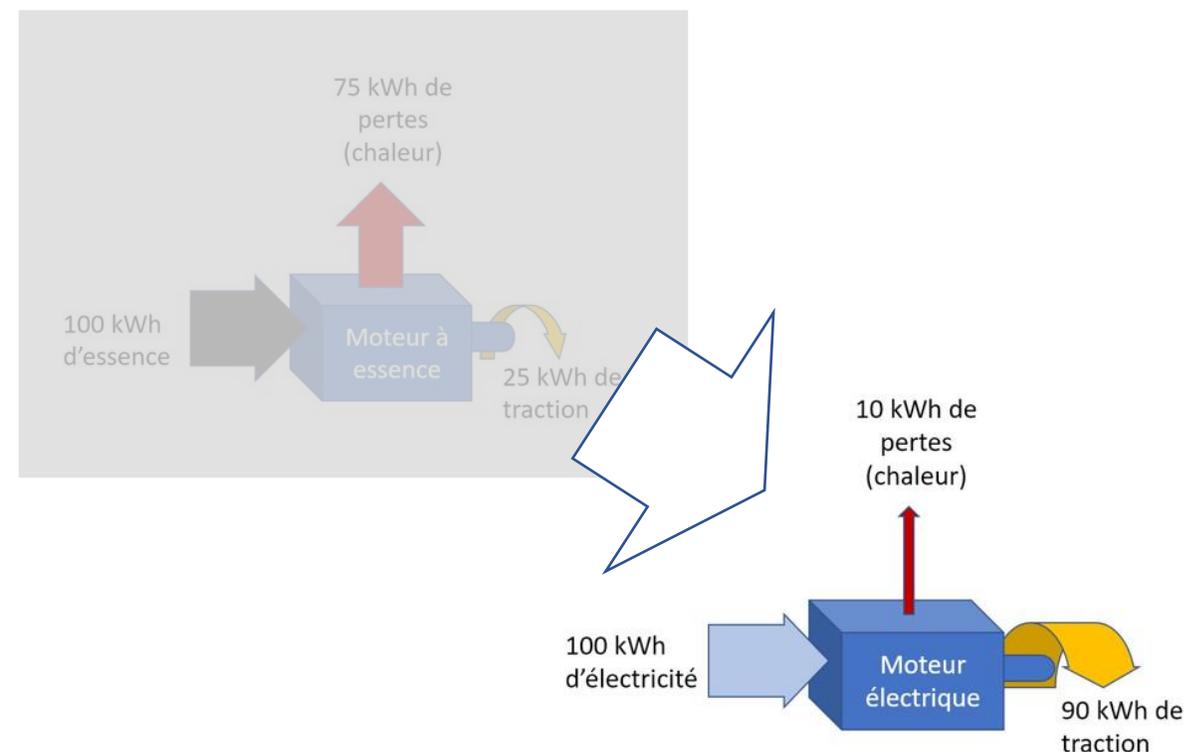
### Pour la mobilité:

60 TWh d'essence et de Diesel

→ **+17 TWh** d'électricité dans des batteries

Avec Hydrogène → **+ 50 à 60 TWh** d'électricité

Avec méthane de synthèse et moteur à expl.: → **+ 100 à 120 TWh** d'électricité



Excursus : Loi sur le CO<sub>2</sub>: Limitation des émissions des voiture neuves à 59 g/CO<sub>2</sub> par km en 2030 (→ **électrification massive**)

## Dans le bâtiment,

De 2007 à 2017: Fossile chauffage et ECS : 71 à 57 TWh

= **-14 TWh fossile**

(-19 % d'énergie et -21 % de CO<sub>2</sub> )  
(Surface chauffée + 8%)

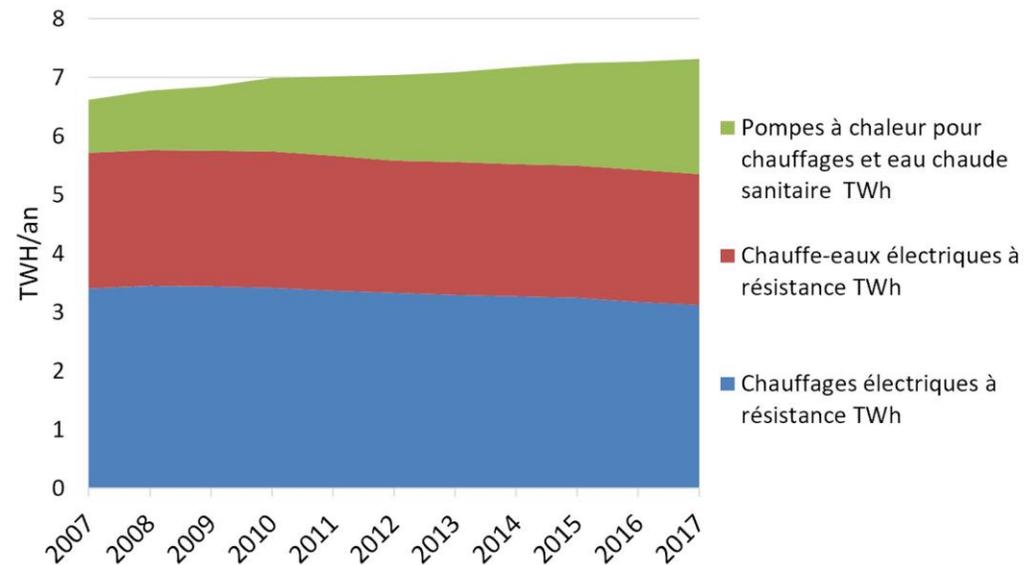
## **Pour y parvenir:**

Chaleur renouvelable:

- 11 à 16,7 TWh (+ 5,7)
- essentiellement grâce aux pompes à chaleurs, **qui utilisent 1 TWh d'électricité** en plus.
- Mais aussi bois, soleil, etc.

**Solde:** efficacité = Isolation, technique du bâtiment, réglages

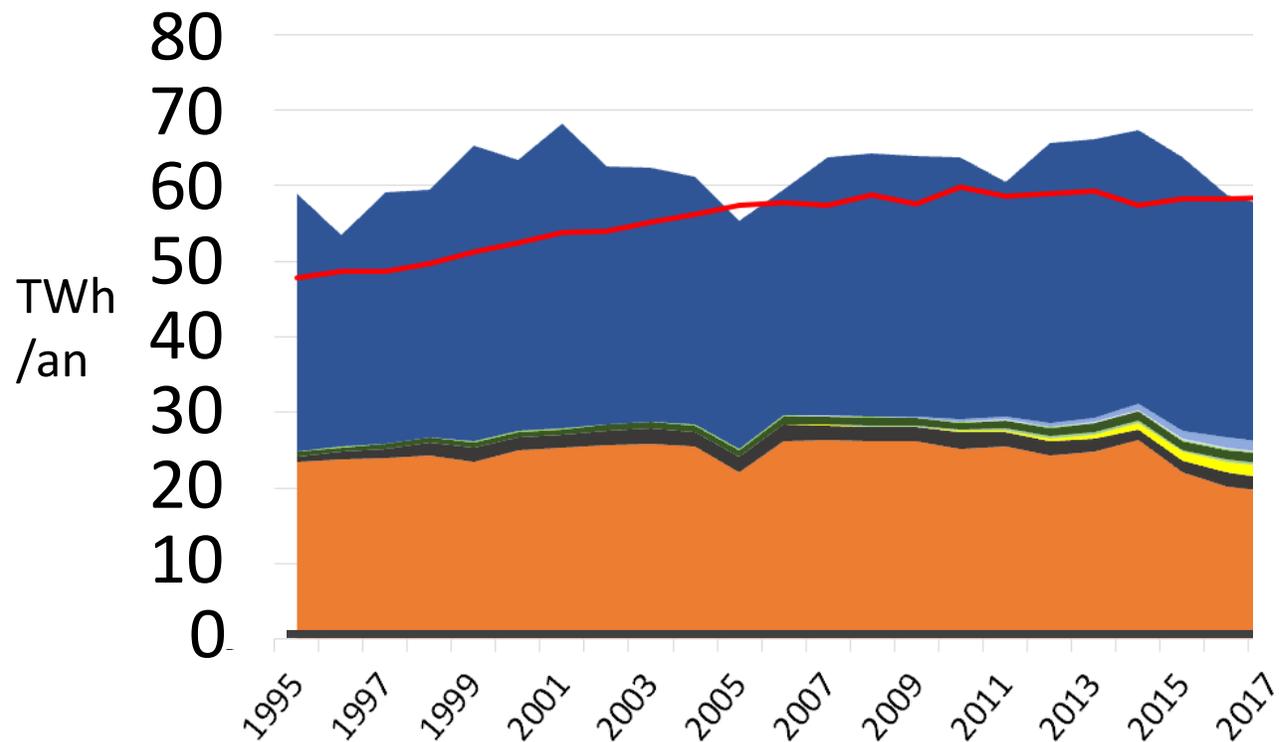
Consommation d'électricité chauffage et eau-chaude



**Pour arriver à zéro émissions, il faudra de l'électricité supplémentaire pour les pompes à chaleur**

**Environ 6 TWh, principalement en hiver**  
(peut-être un peu plus, mais économie sur les chauffages électriques directs = 3 TWh actuellement)

# Consommation et production d'électricité par an



6

17

20

**40 à 45 TWh / an**

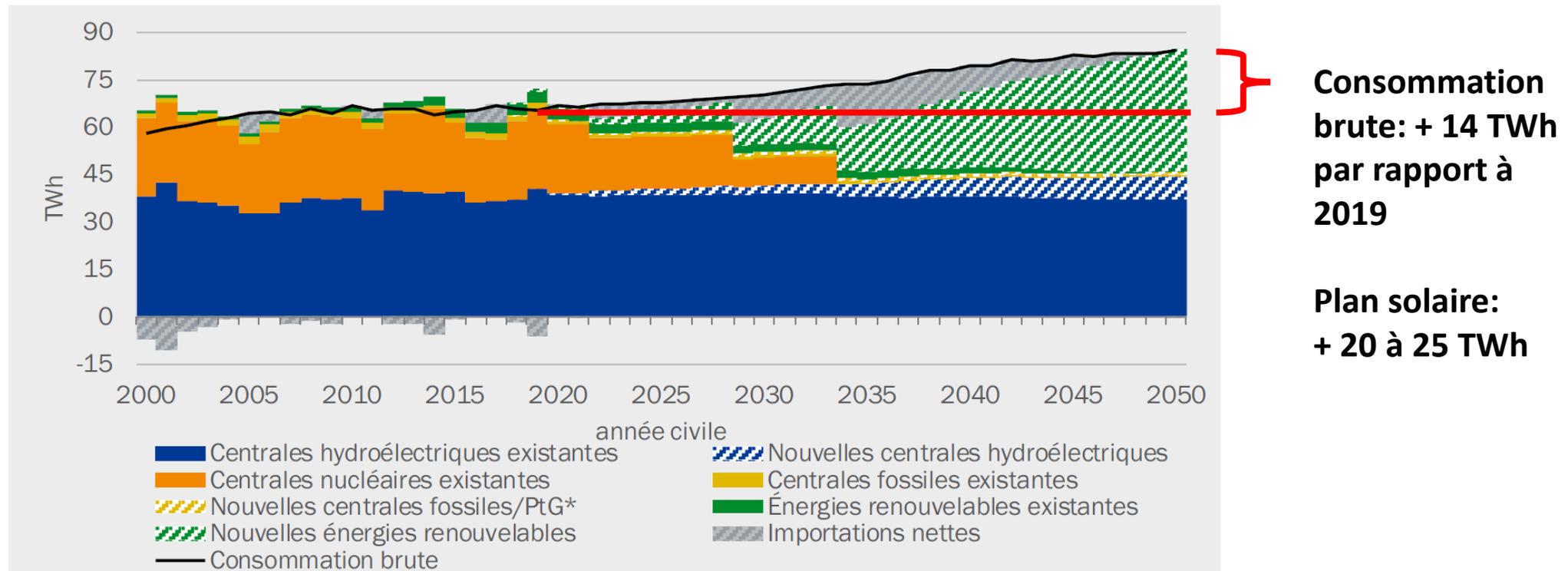
(1 TWh = Grande Dixence)

- Nucléaire
- Fossile (principalement déchets)
- Photovoltaïque
- Biomasse bois+agric.
- Déchets renouvelables
- Stations d'épuration
- Eolien
- Hydro RPC (<10MW)
- Grande hydro net (=././ Pompage ././ RPC)
- Consommation nette pour usages actuels
- - Consommation nette y c. décarbonisation mob. et bât.

# Comparaison avec les perspectives énergétiques de la Confédération de novembre 2020\*

**Figure 6: Production d'électricité selon les technologies**

Évolution de la production d'électricité annuelle selon les technologies dans le scénario ZÉRO base, variante stratégique «bilan annuel équilibré en 2050», en TWh

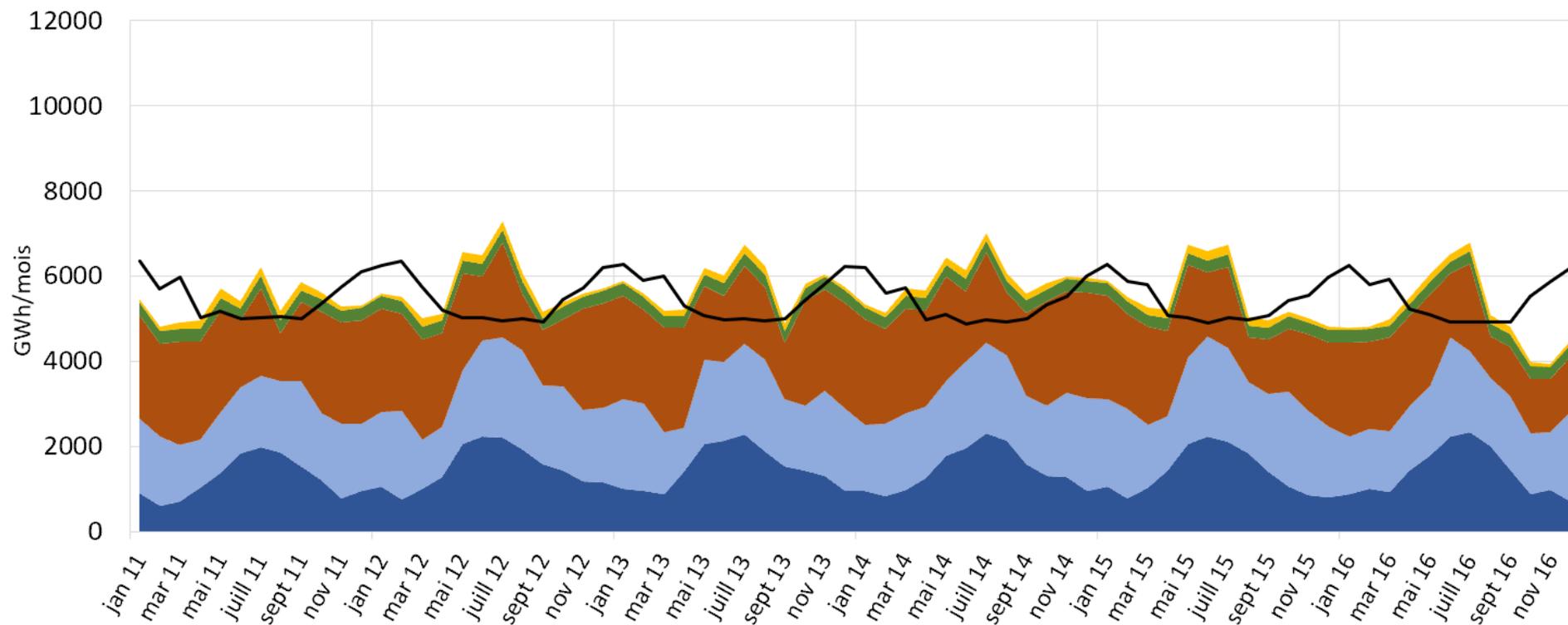


\* couplées et non couplées

© Prognos SA/TEP Energy Sàrl/INFRAS SA 2020

\*Doc: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/perspectives-energetiques-2050-plus.html>

# La répartition mensuelle

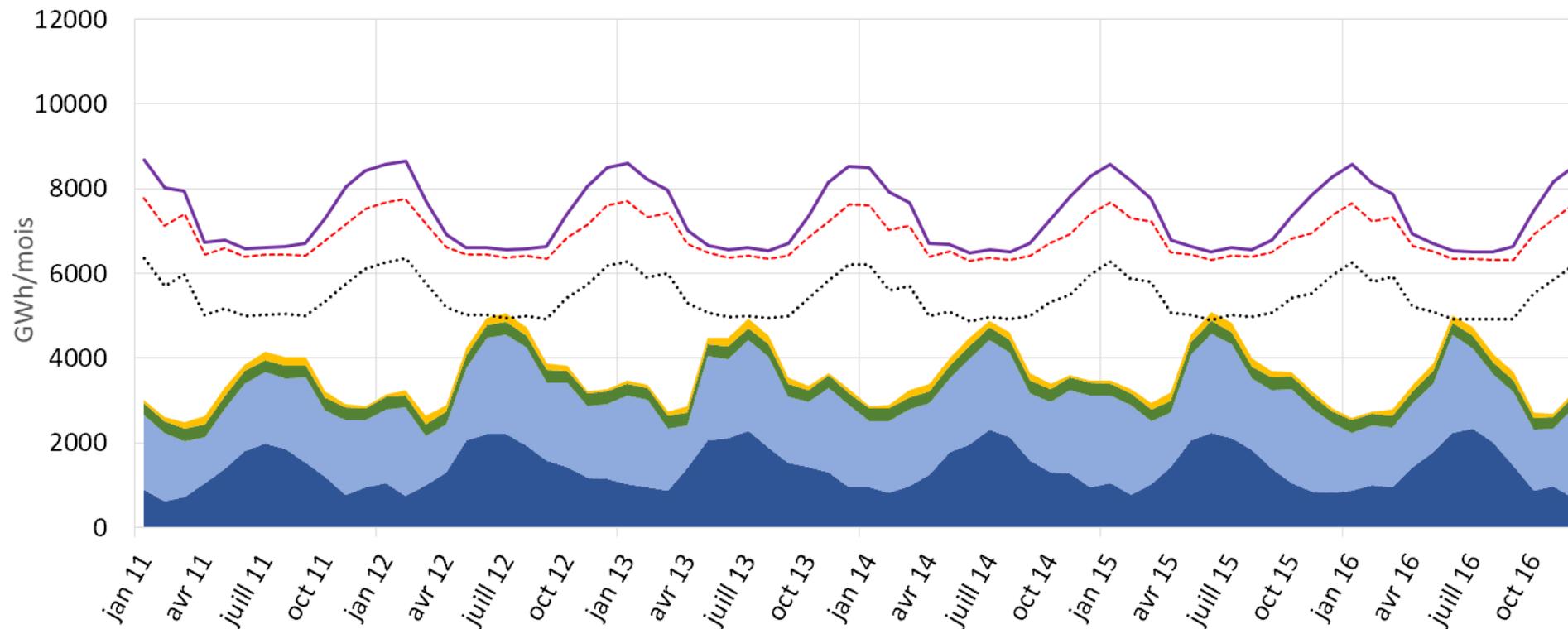


- PV 2017
- Biomasse, éolien et déchets incl. part fossile (estim. 2017, constant sur l'année)
- nucléaire effectif
- Hydraulique à accumulation réel
- Fil de l'eau réel
- Consommation actuelle, y-c pertes et pompage

40 à 45 TWh / an

(1 TWh = Grande Dixence)

# La répartition mensuelle

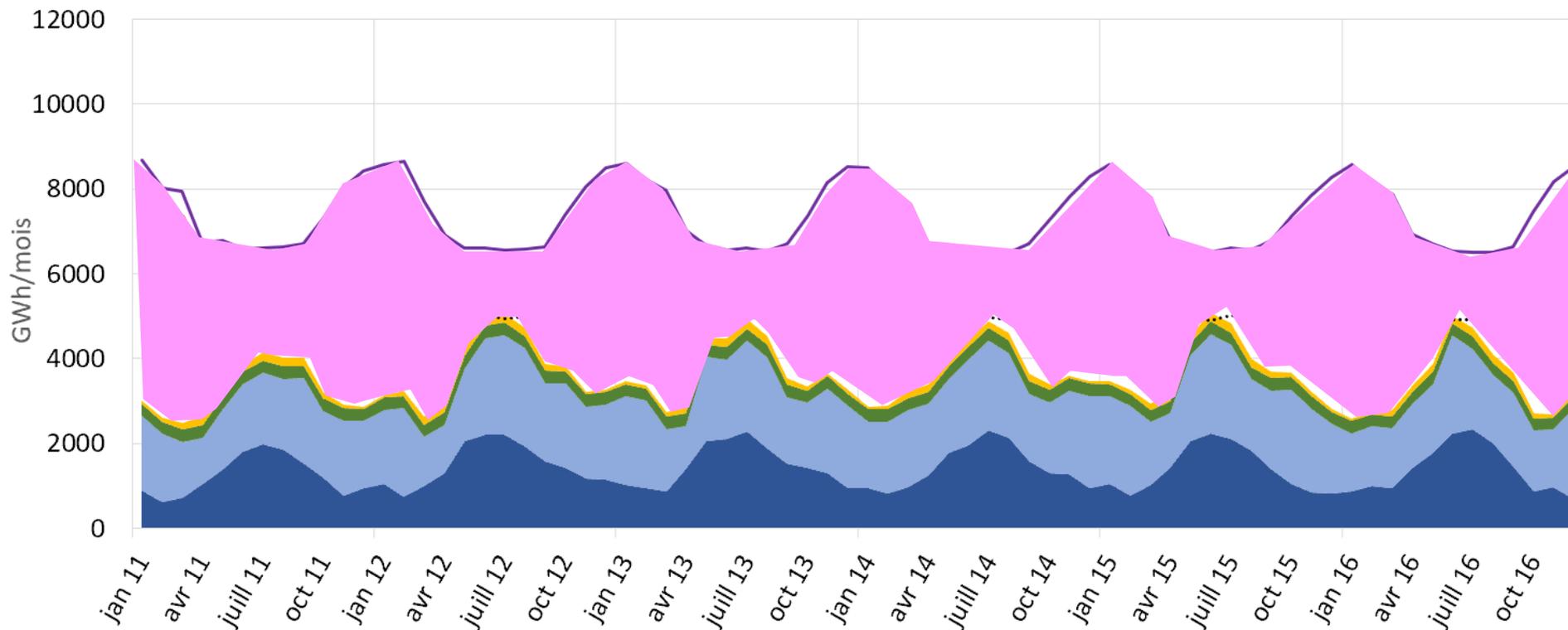


- PV 2017
- Biomasse, éolien et déchets incl. part fossile (estim. 2017, constant sur l'année)
- Hydraulique à accumulation réel
- Fil de l'eau réel
- + Electricité pour décarbonisation chauffage et eau chaude sanitaire
- + Electricité pour remplacement diesel et essence (100% = 17 TWh/J)
- Consommation actuelle, y-c pertes et pompage

**40 à 45 TWh / an**

(1 TWh = Grande Dixence)

# La répartition mensuelle

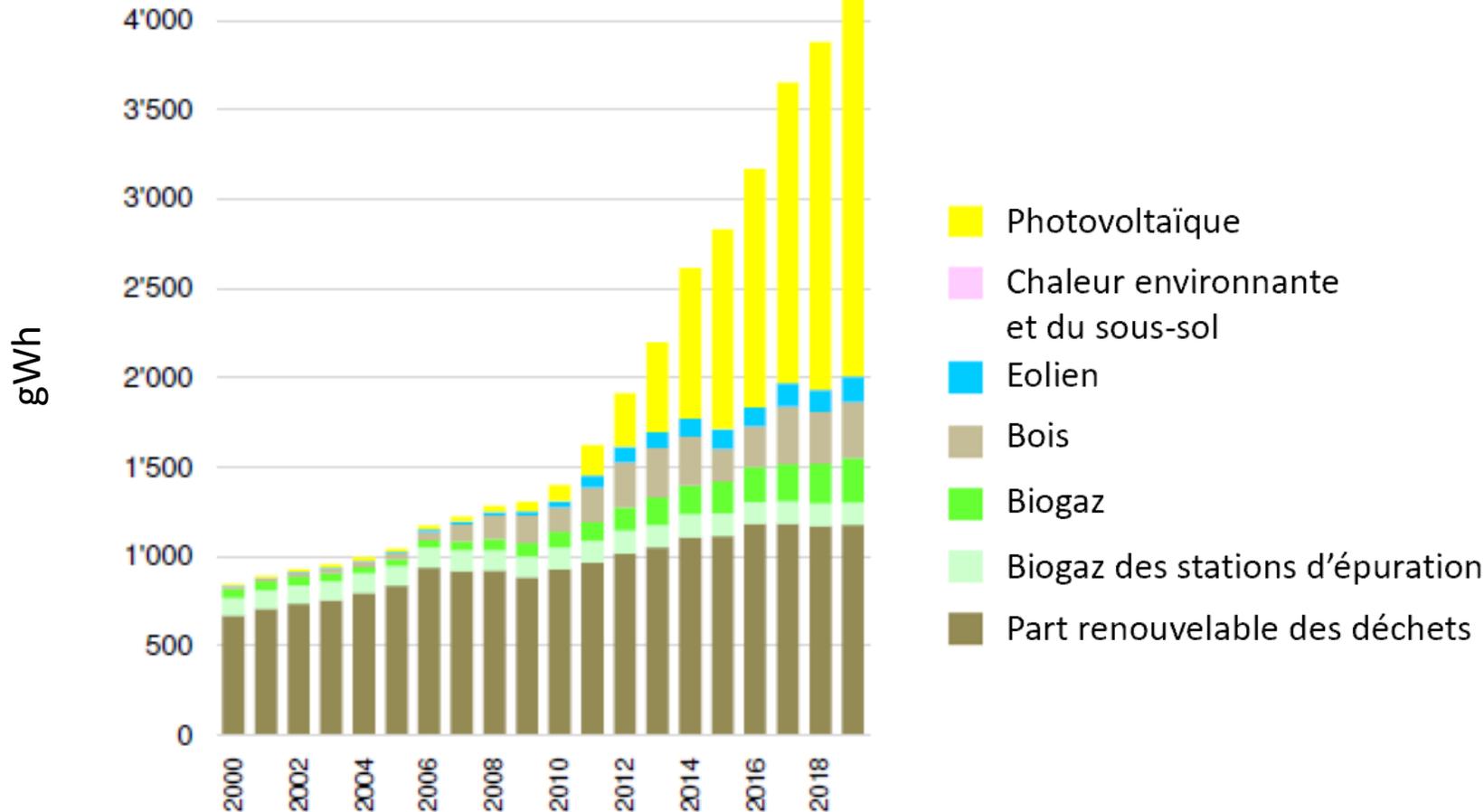


- PV 2017
- Biomasse, éolien et déchets incl. part fossile (estim. 2017, constant sur l'année)
- Hydraulique à accumulation réel
- Fil de l'eau réel
- + Electricité pour décarbonisation chauffage et eau chaude sanitaire
- + Electricité pour remplacement diesel et essence (100% = 17 TWh/J)
- ..... Consommation actuelle, y-c pertes et pompage

**40 à 45 TWh / an**  
(1 TWh = Grande Dixence)

# 3. Pourquoi le photovoltaïque est la variante la plus réaliste

Electricité renouvelable hors hydro



Situation 2018:  
2 GW produisant 2 TWh

Potentiel économique: 118 TWh  
Dont 45 TWh à court et moyen  
terme

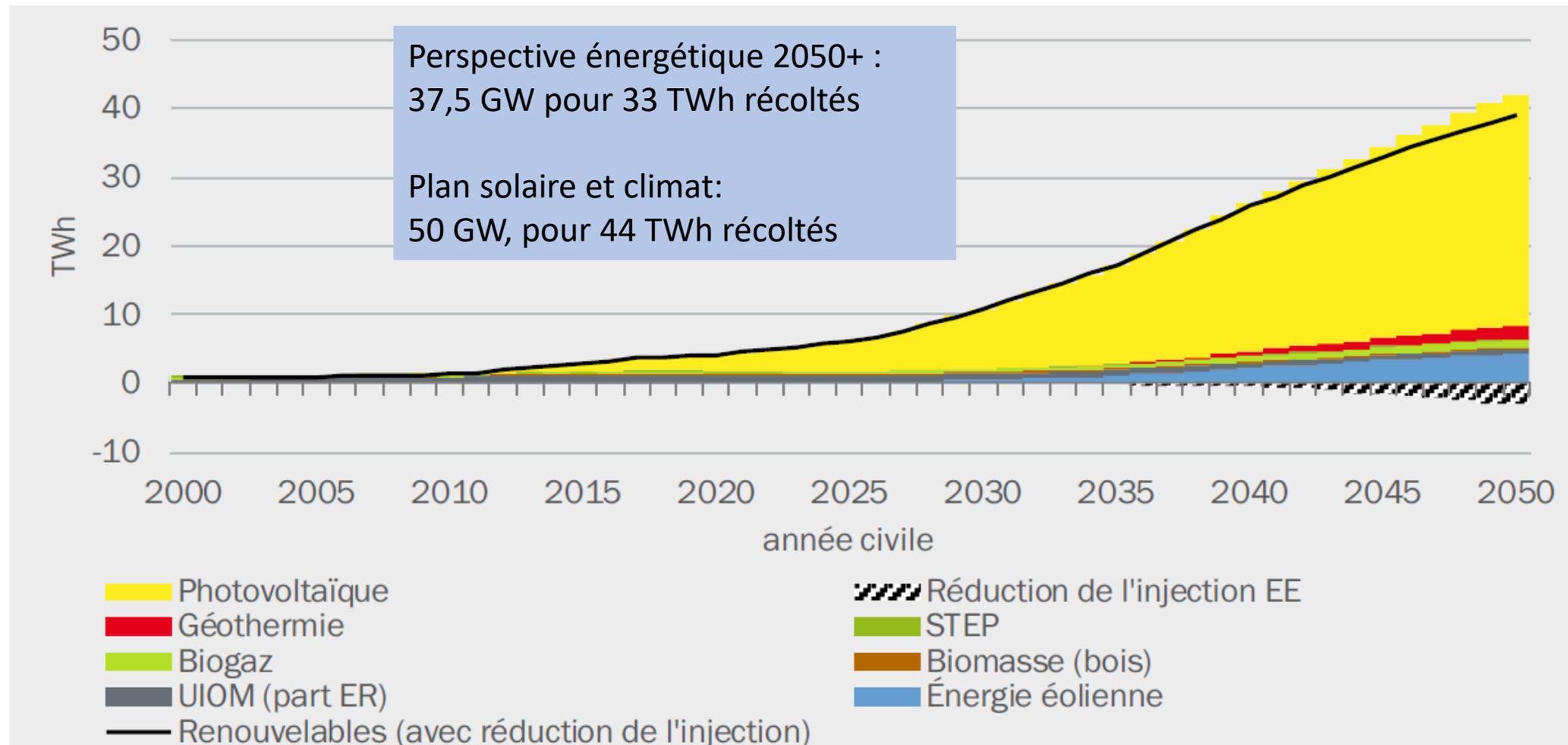
Notre proposition:

**Passer de 2 à 50 GW  
de photovoltaïque  
d'ici 30 ans.  
(2018 x 25 )**

# A titre de comparaison: la production électrique dans les perspectives énergétiques 2050+, nov .2020.

**Figure 10: Production d'électricité à partir d'énergies renouvelables**

Évolution de la production d'électricité annuelle à partir d'énergies renouvelables selon les technologies dans le scénario ZÉRO base, variante stratégique «bilan annuel équilibré en 2050», en TWh

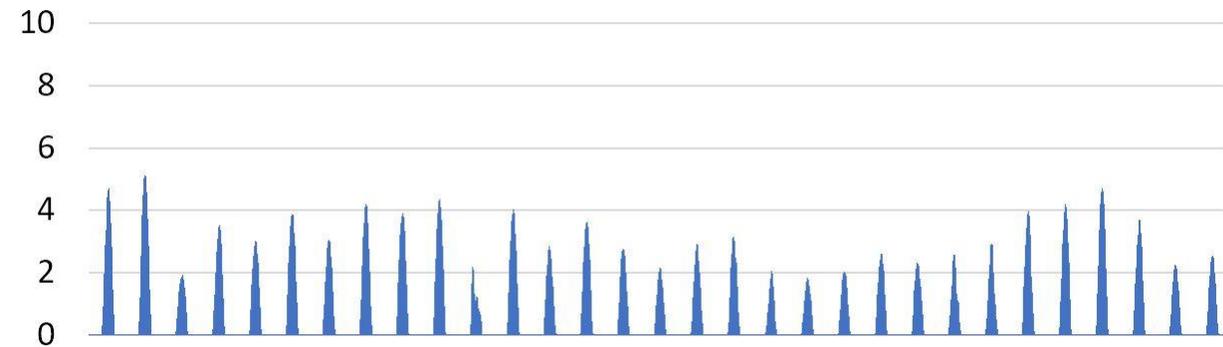


# Le potentiel en Suisse

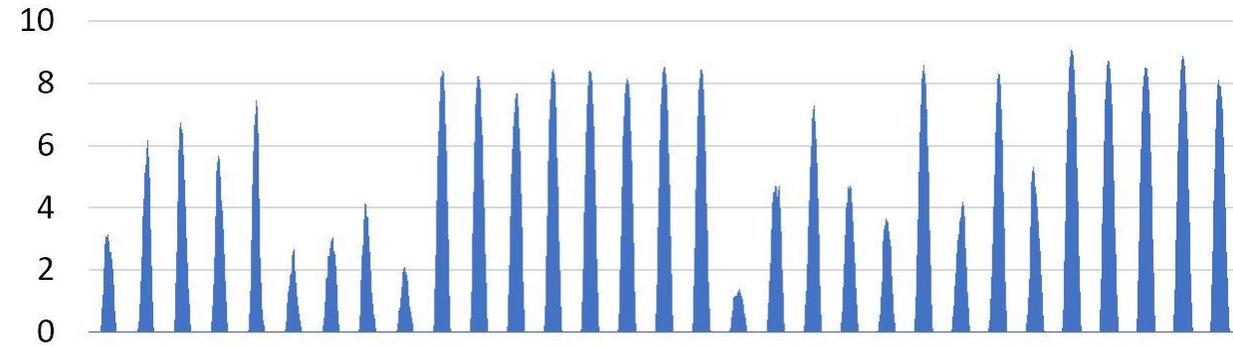
	TWh	Potentiel exploitable	Exploitable à court et moyen terme	Surface au sol [km <sup>2</sup> ]
Toits		49.1	23.3	153
Façades		17.2	8.2	(Surf. verticale: 107.4)
Routes		24.7	2.5	16.2
Parking		4.9	3.9	25.7
Bordure d'autoroutes		5.6	3.9	25.7
Alpes (Pâturages)		16.4	3.3	31.3
<b>Total</b>		<b>117.9</b>	<b>45.1</b>	251.9 (Sans façades)

## 4. La variabilité du photovoltaïque

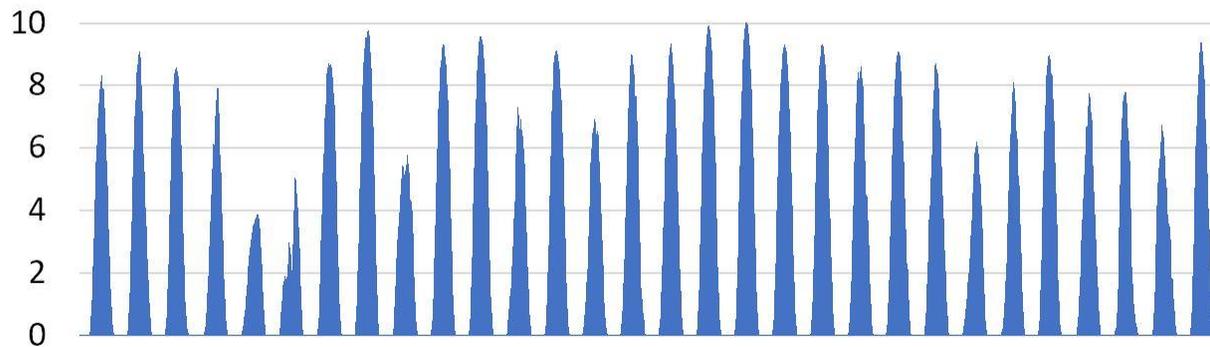
Les 31 jours de décembre 2016 (MWh/quart d'heure)



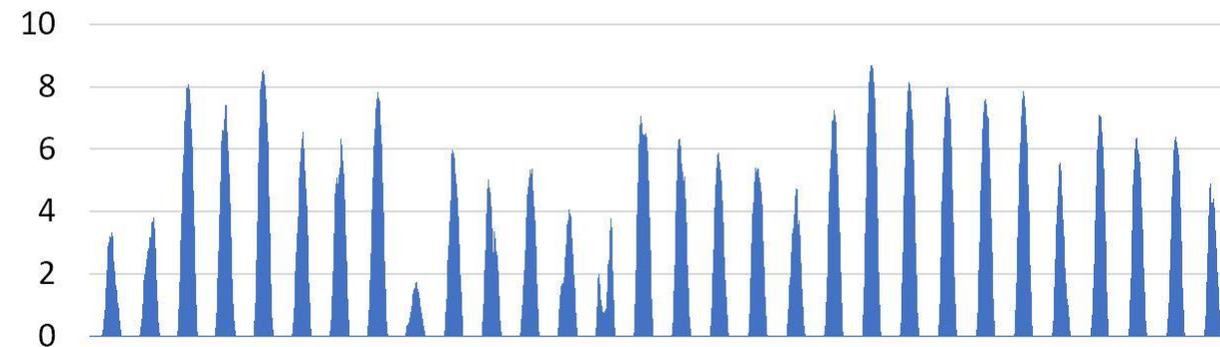
Les 31 jours de mars 2017 (MWh/quart d'heure)



Les 31 jours de juin 2017 (MWh/quart d'heure)



Les 30 jours de septembre 2017 (MWh/quart d'heure)



# Trop d'électricité en été?

D'abord remplir les stocks

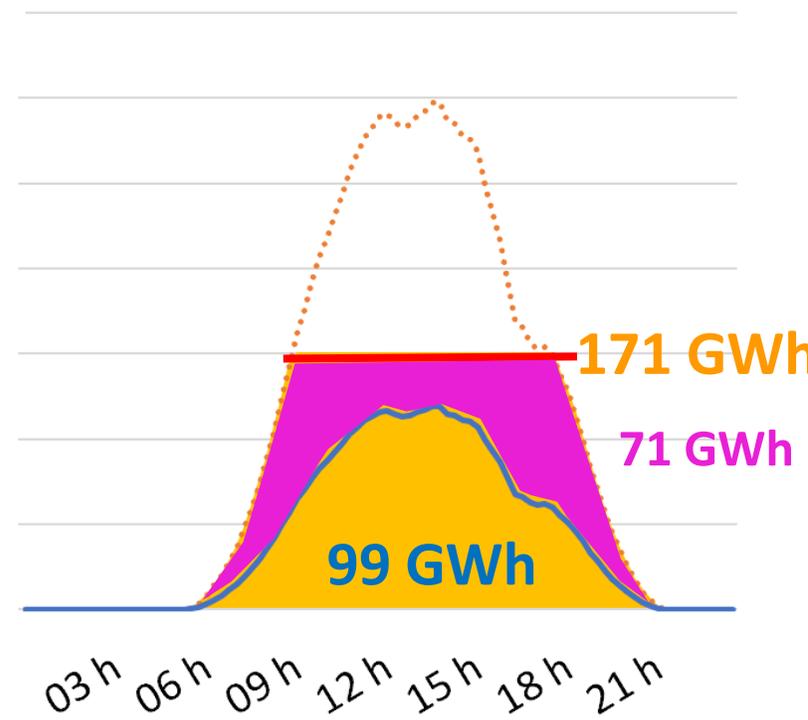
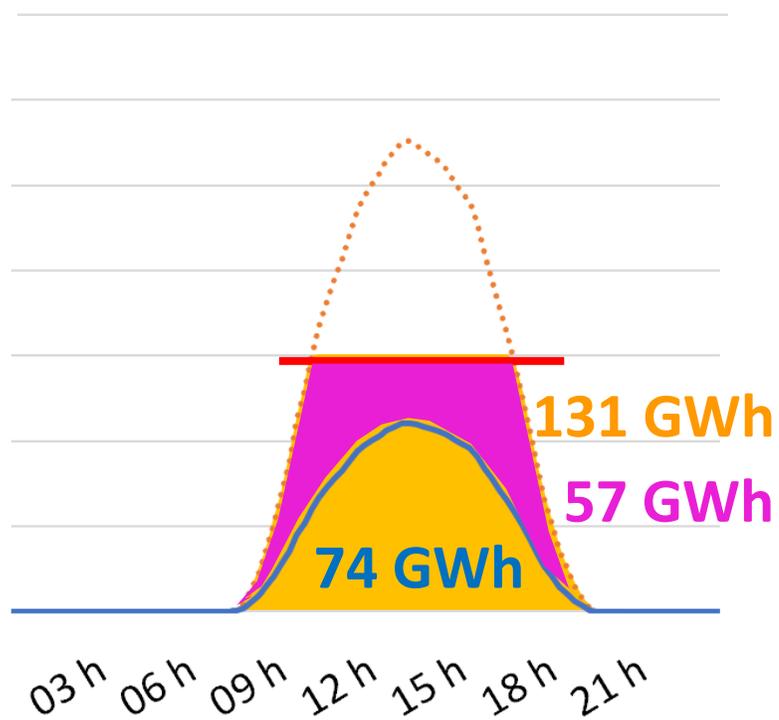
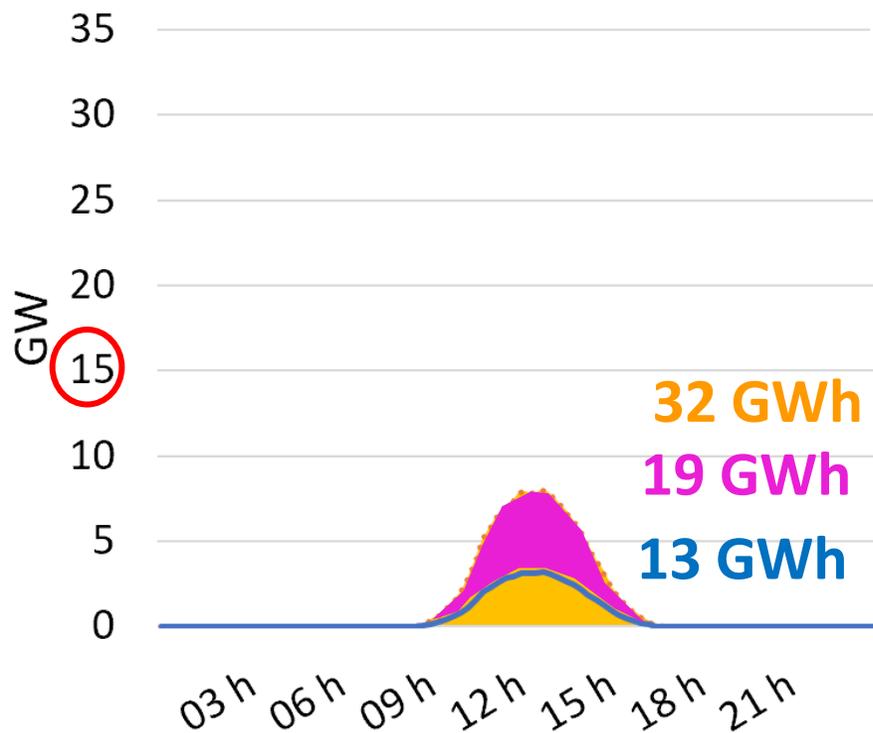
Ensuite: **peak-shaving** real time (adaptation en temps réel de l'injection)

Puissance = **50 GW = 25x plus** qu'en 2018

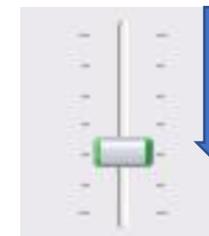
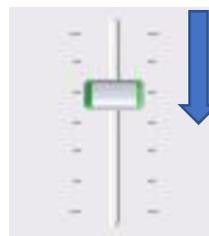
21 décembre 2017

23 septembre 2017

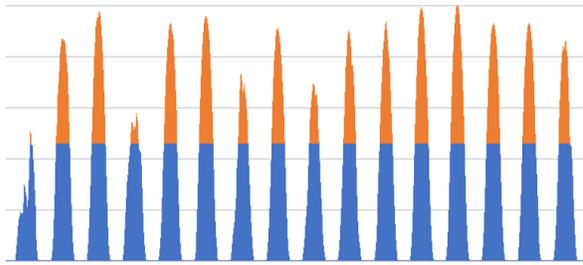
21 Juin 2017



Peak-shaving

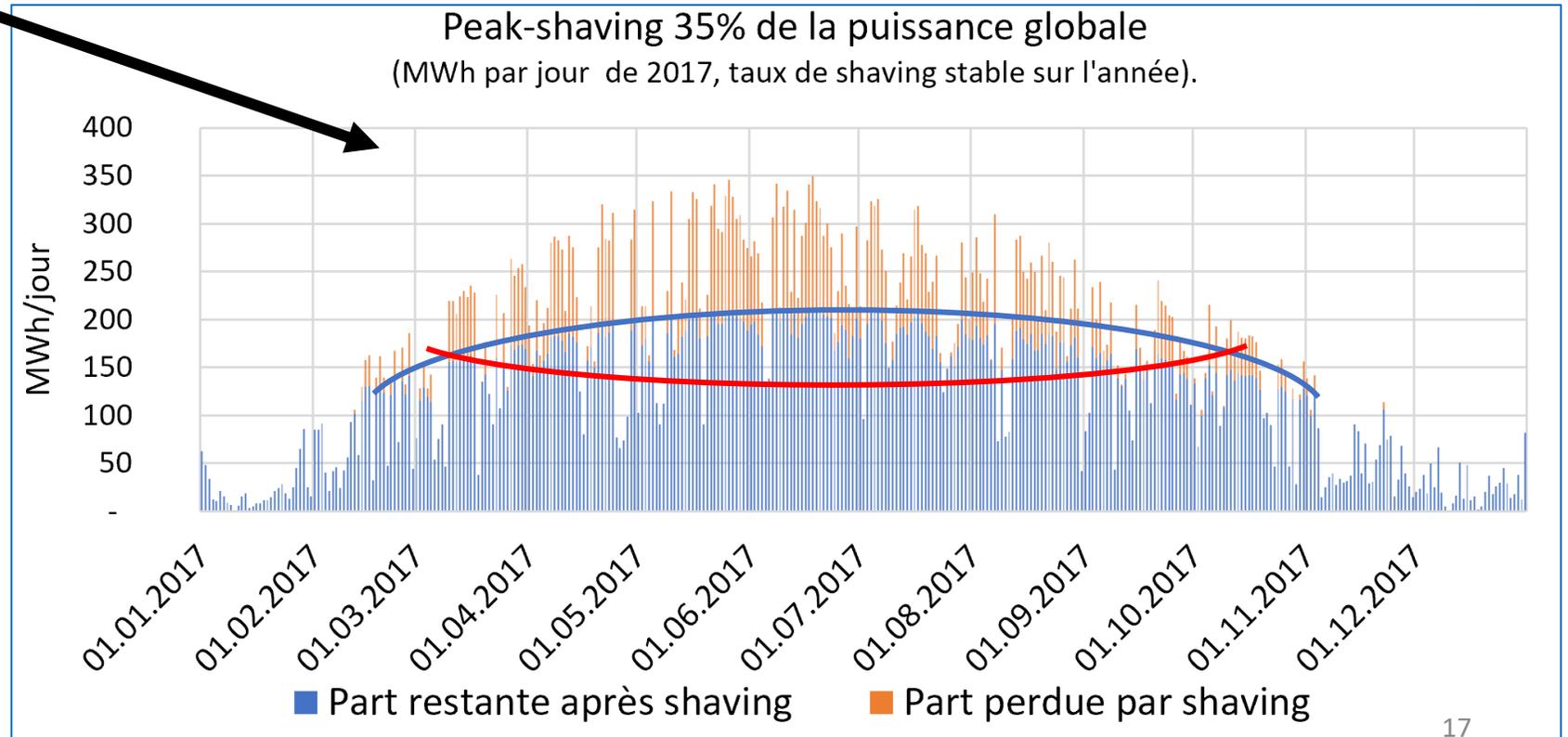


# Le Peak-Shaving sur une année



■ Après Shaving à 35%   ■ Partie perdue

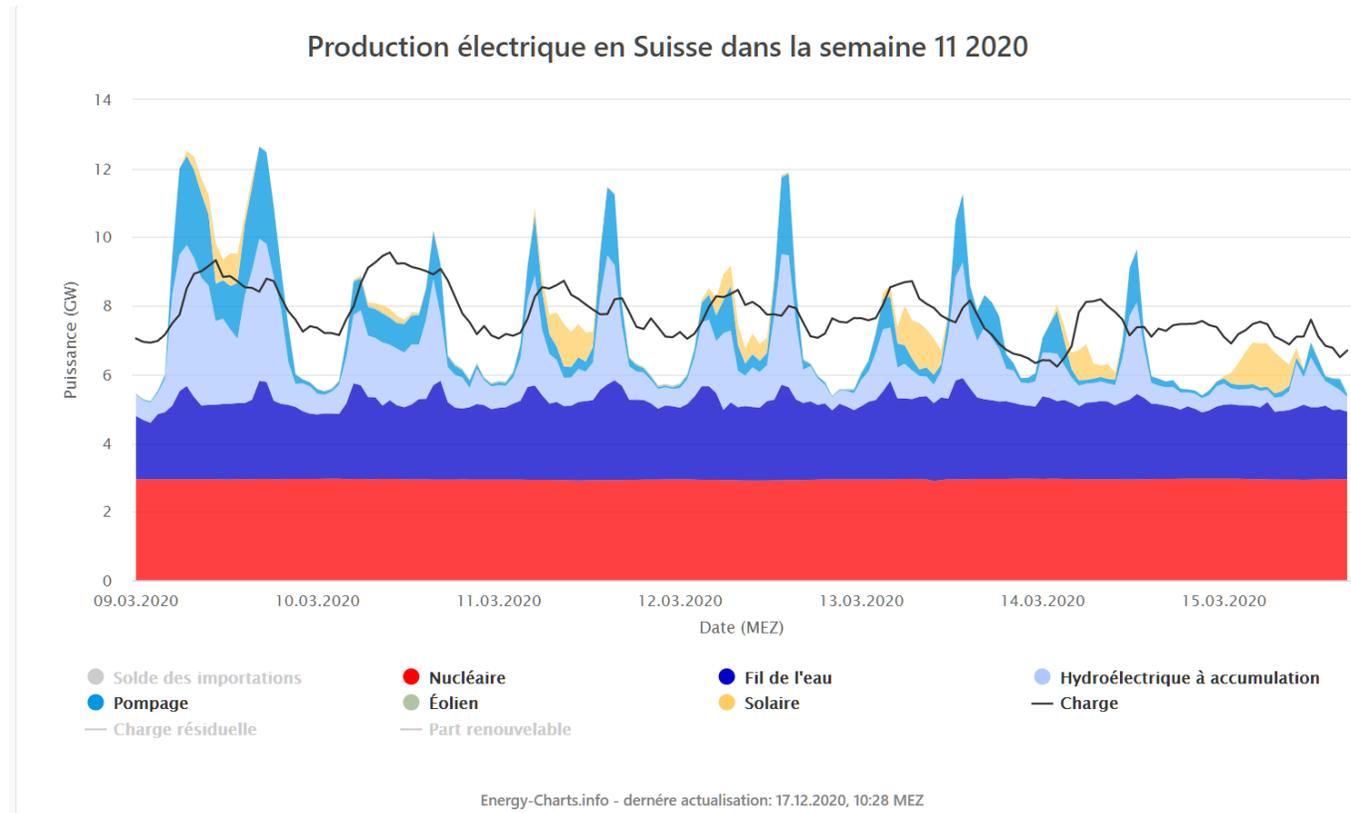
**Peak-shaving à 35%  
de la puissance  
nominale=**  
**20% de**  
**renoncement à la**  
**production**  
*(Lorsque la valeur  
est basse)*



# Pour les creux, le stockage

A court terme (heures, jours ou semaine):

- Hydroélectricité actuellement sous-utilisée
- A terme: capacité à doubler (batterie ou autre)



Source <https://energy-charts.info/charts/power/chart.htm?l=fr&c=CH>

# Le défi, c'est le stockage à long terme pour passer l'hiver

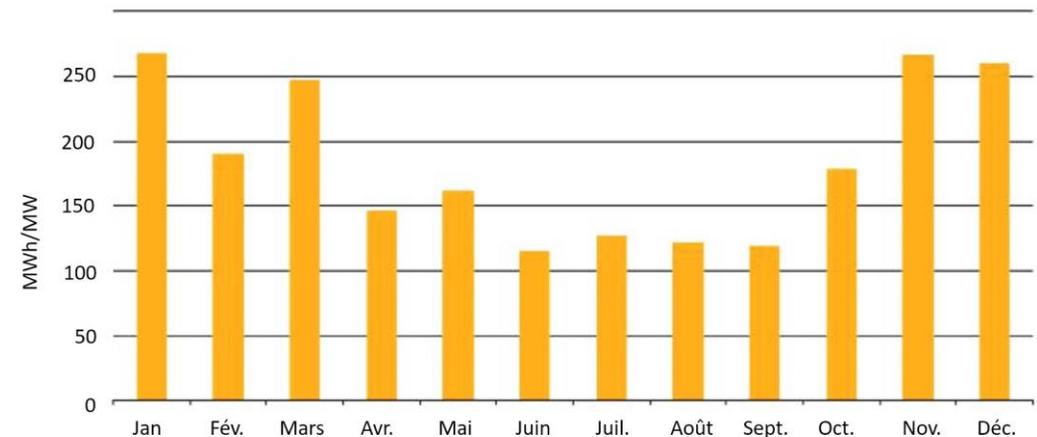
- Barrages déjà pleins en septembre (9TWh + 2 TWh rehaussement?)
- Power-to-gas (pertes de conversion importantes)
- Stockage saisonnier de chaleur (pour diminuer la consommation électrique hivernale)
- Eolien
- La régénération des sondes géothermiques de pompes à chaleur

## Réservoir Jenni Tank = Thermos

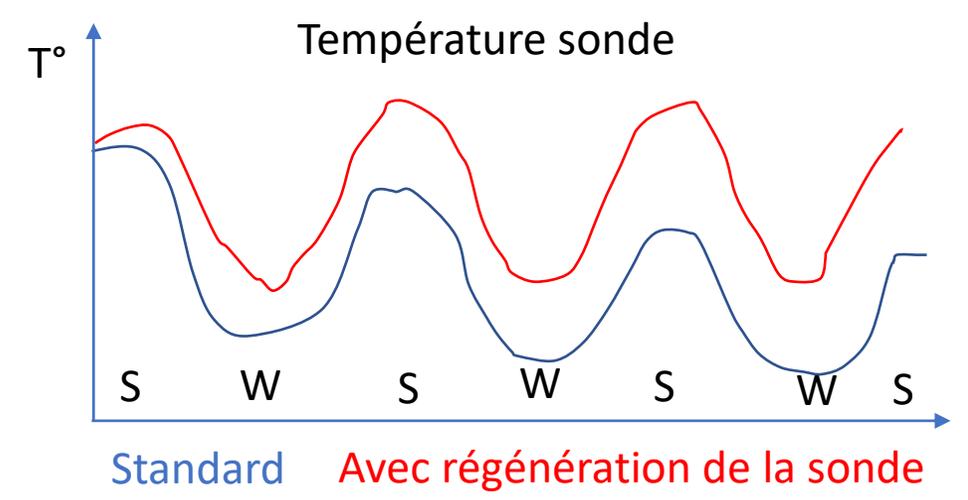
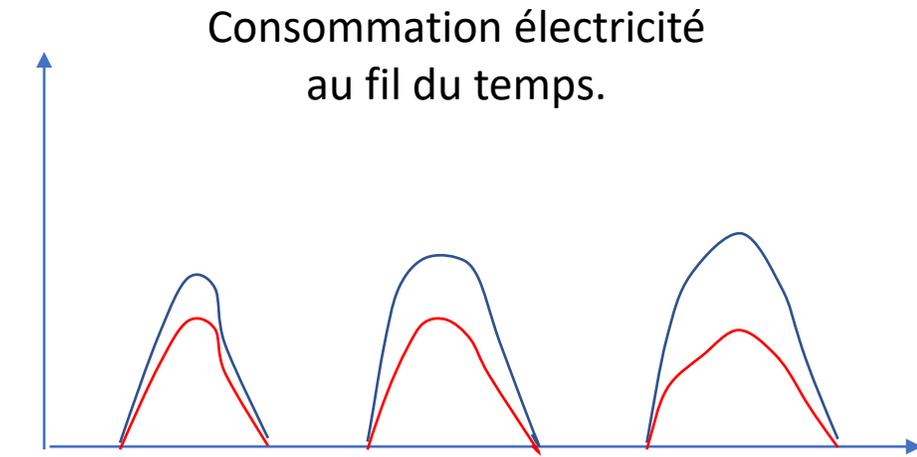
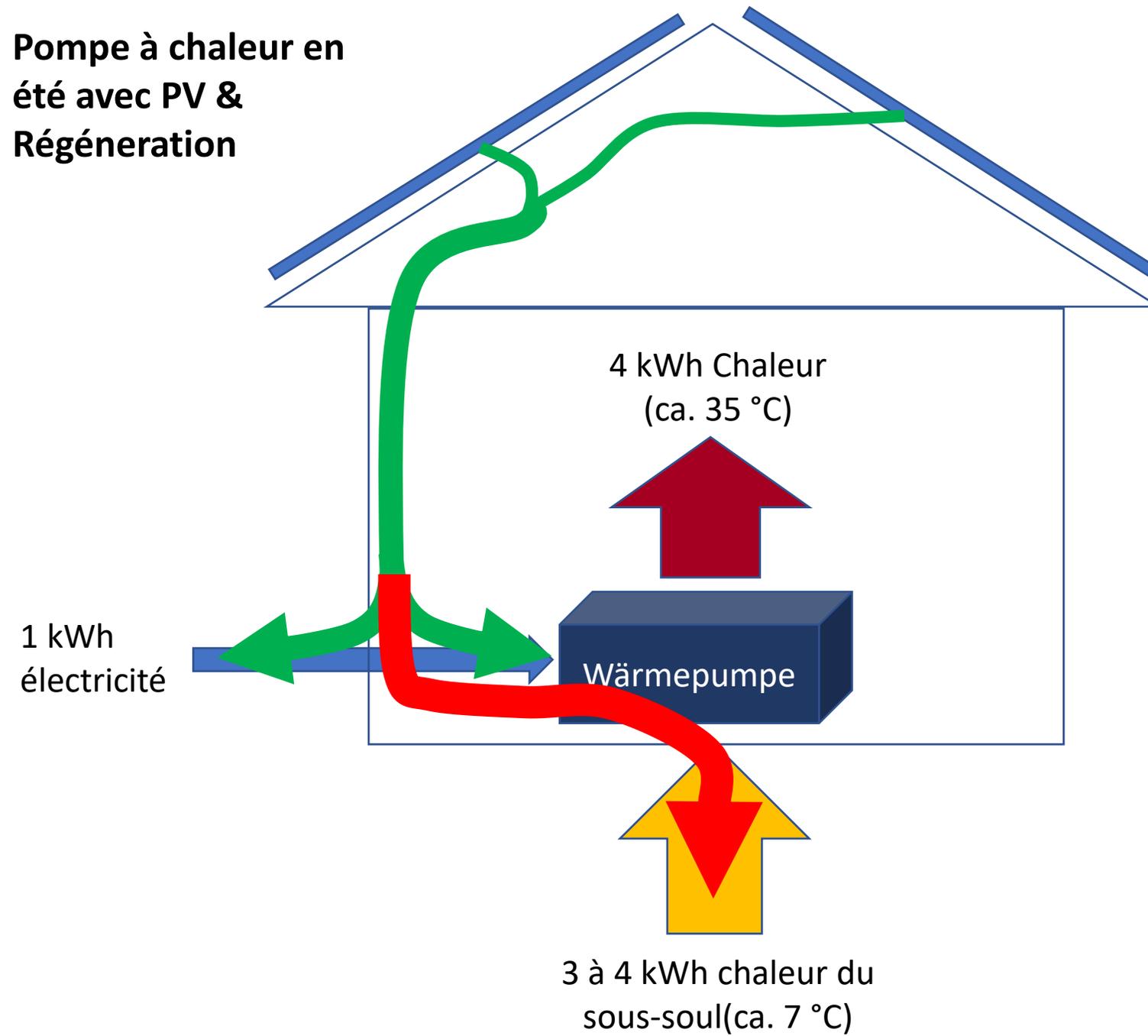


Source: [www.jenni.ch](http://www.jenni.ch)

## Eolien



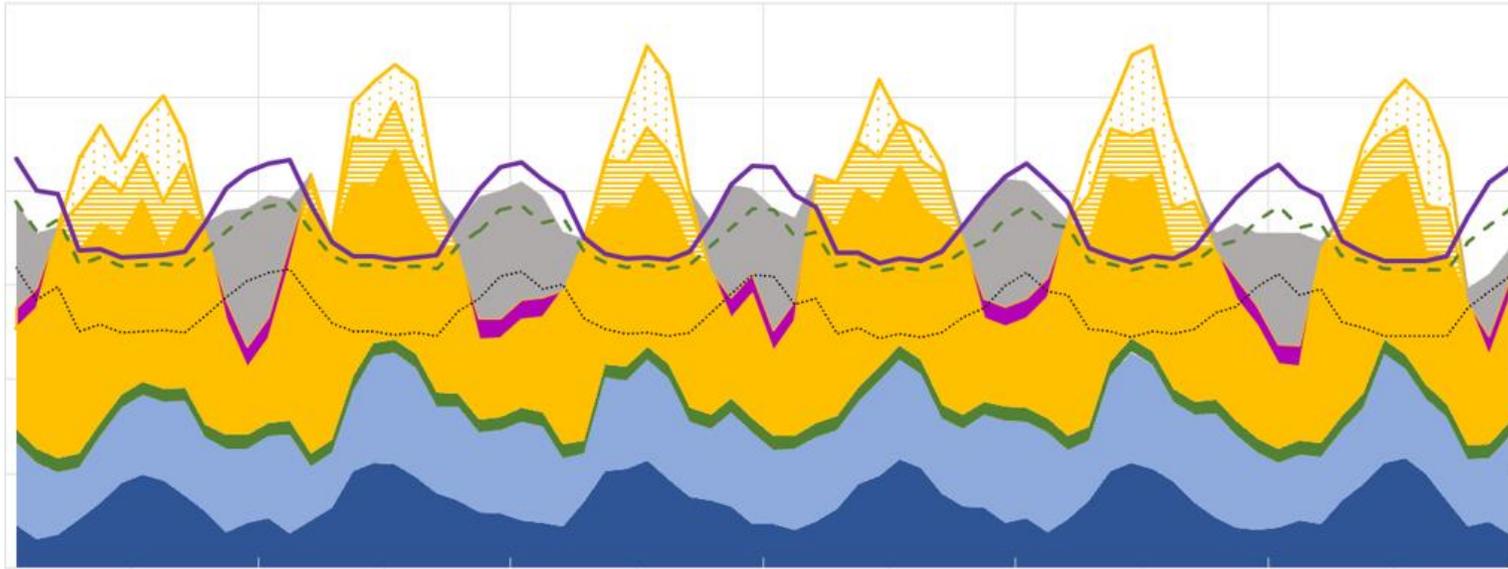
# Pompe à chaleur en été avec PV & Régénération



## 5. La modélisation sur une base mensuelle, 50 GW PV

- Modélisation mensuelle, avec 50 GW de PV
- Avec peak-shaving des pointes solaires (pas plus d'exportation qu'aujourd'hui en été)
- Stockage additionnel P-t-G: 1 TWh absorbé au max par mois (30% d'efficacité)
- Gaz fossile pour l'électricité manquante en hiver afin de ne pas importer plus qu'actuellement
- Hypothèse pessimiste dans le scénario de base: les autres énergies renouvelables ne se développent pas.





**49 TWh PV**

**-5 TWh perdus par peak-shaving (11% sur l'année)**

**=38 TWh PV utilisées (jaune) et 6 pour le stockage additionnel (rayures jaunes)**

**et 9 TWh d'électricité gazières fossiles (gris).**

**= 4,4 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>**

## Bilan CO<sub>2</sub>

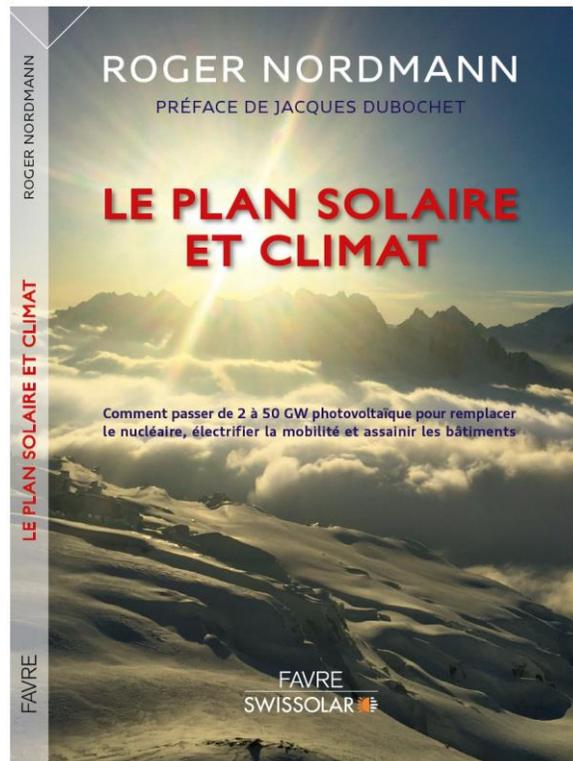
Millions de tonnes CO <sub>2</sub>	Actuel	Décarbonisation mob. et bât. à 100%, et 50 GW PV
Transports	16	0
Bâtiment et ECS	14.8	0
Electricité gaz fossile	0	4.4
<b>Total</b>	<b>30.8</b>	<b>4.4</b>
<b>Baisse du CO2</b>		<b>-86%</b>

## 6 Conclusion pour les propriétaire d'infrastructures

- Nous avons besoin de beaucoup d'électricité, car il faut remplacer le nucléaire et décarboner.
- Avec le PV, nous pouvons couvrir sans complication 80% des besoins
  - Mettre à disposition les toits, les grandes façades et les infrastructures (avant d'aller sur des prés).
- Dans mon scénario de base, pessimiste, il y a un peu de fossile pour l'électricité, mais cela permet une décarbonisation massive.
- Il y a des alternatives pour éviter cela: P-t-G, Eolien, stockage chaleur
  - Le bâtiment et les infrastructures peuvent jouer un grand rôle (PàC, isolation, utilisation de la chaleur renouvelable, régénération, tunnels & forages, parking, etc

# *Des p'tits pas, des p'tits pas, des p'tits pas ça suffit pas!*

Manifestants pour le climat, Lausanne, 2 février 2019



Merci pour l'attention

[www.roger-nordmann.ch](http://www.roger-nordmann.ch)

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

