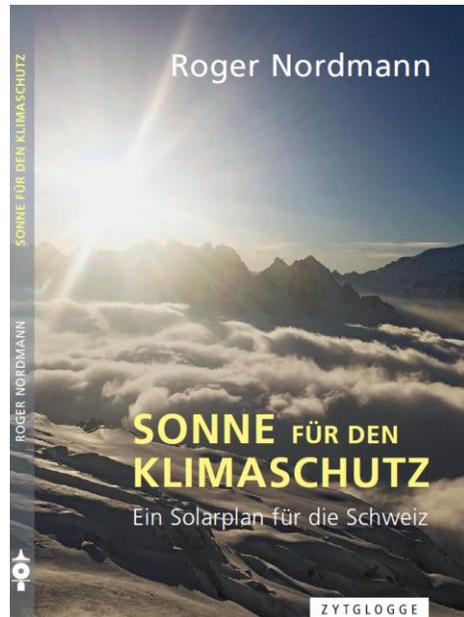


LES 20 ANS DU LUNCH-ENERGIE  
29 avril 2022

# *Le plan solaire et climat*

*Comment passer de 3 à 50 GW photovoltaïque pour remplacer le nucléaire, électrifier la mobilité et assainir les bâtiments...*



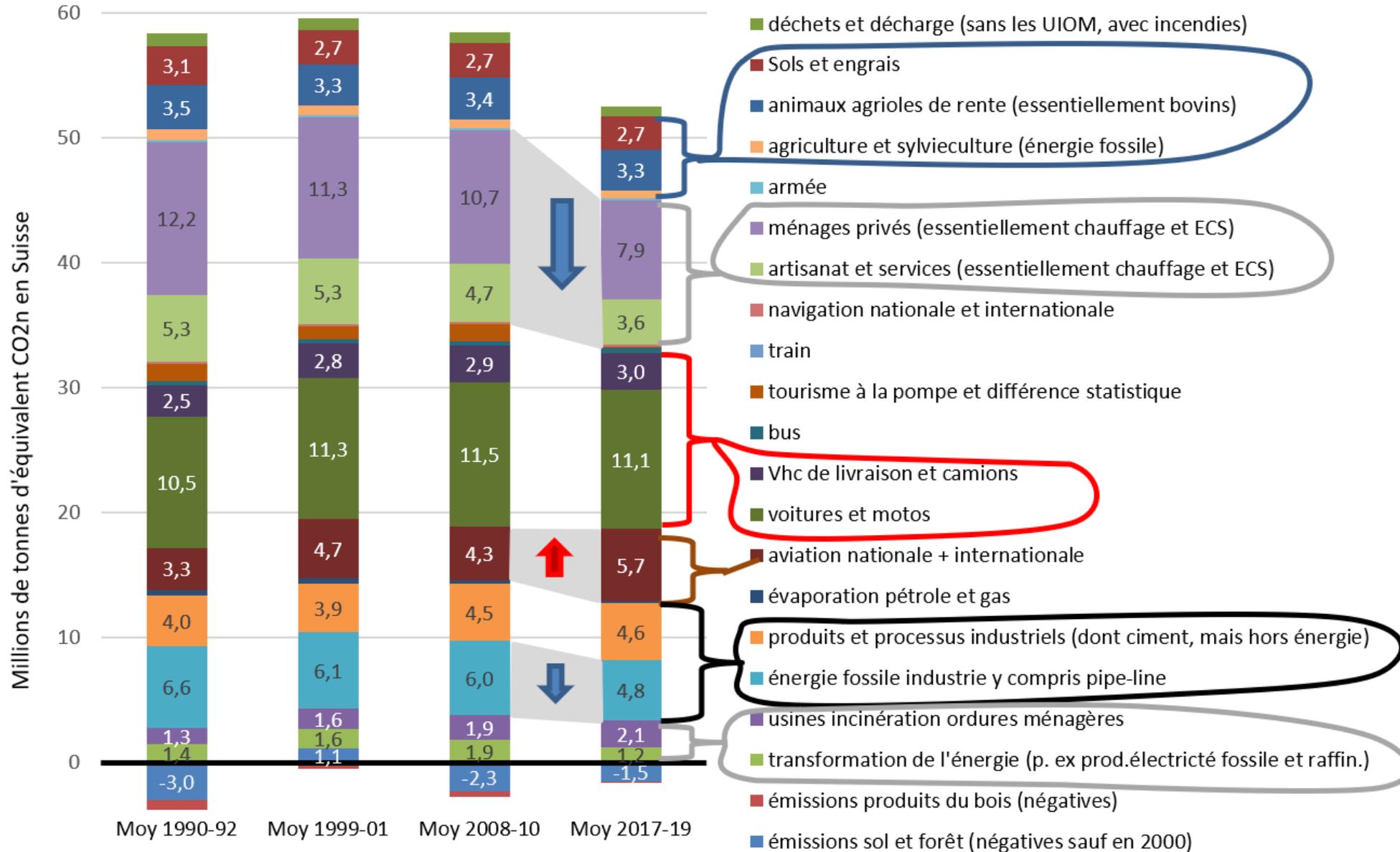
## **Roger Nordmann**

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)

# Plan de la Présentation

1. **Climat: les champs d'action en Suisse**
2. **Le besoin d'électricité pour la décarbonisation**
3. **Consommation et production d'électricité par an**
4. **Pourquoi le photovoltaïque est la variante la plus réaliste**
5. **La variabilité du PV**
6. **La modélisation sur une base mensuelle avec 50 GW PV**
7. **La question hivernale**
8. **Solutions à combiner pour éviter le scénario du pire, à savoir 9 TWh fossile**
9. **Convergence « approx. hiver & décarbonisation de l'industrie »?**

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



Attention:  
pour 1 tonne émise en Suisse, la « swiss way of life » induite 1,5 à 2 tonnes à l'étranger

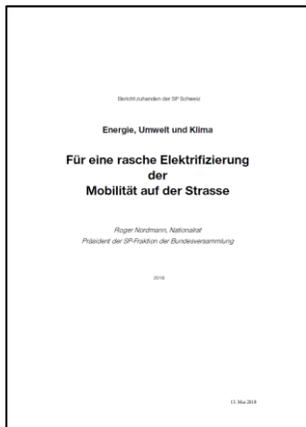
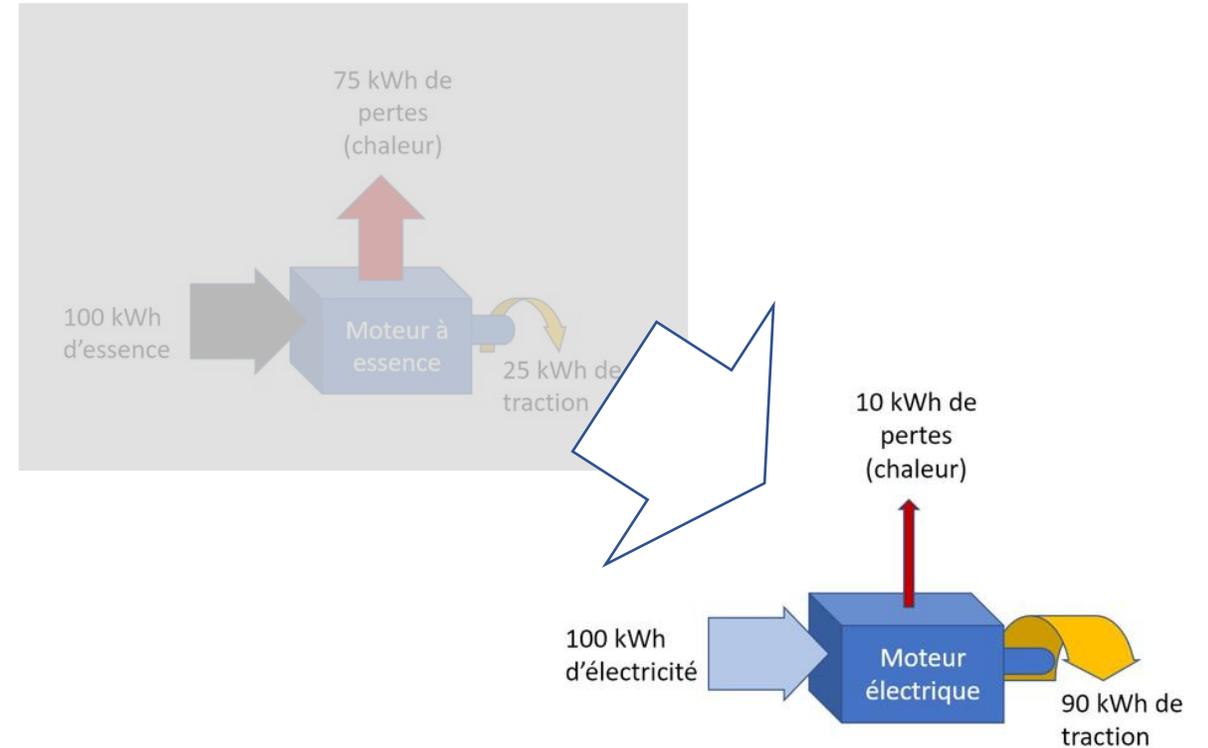
# 2. Le besoin d'électricité pour la décarbonisation

## Mobilité:

60 TWh d'essence et de Diesel

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

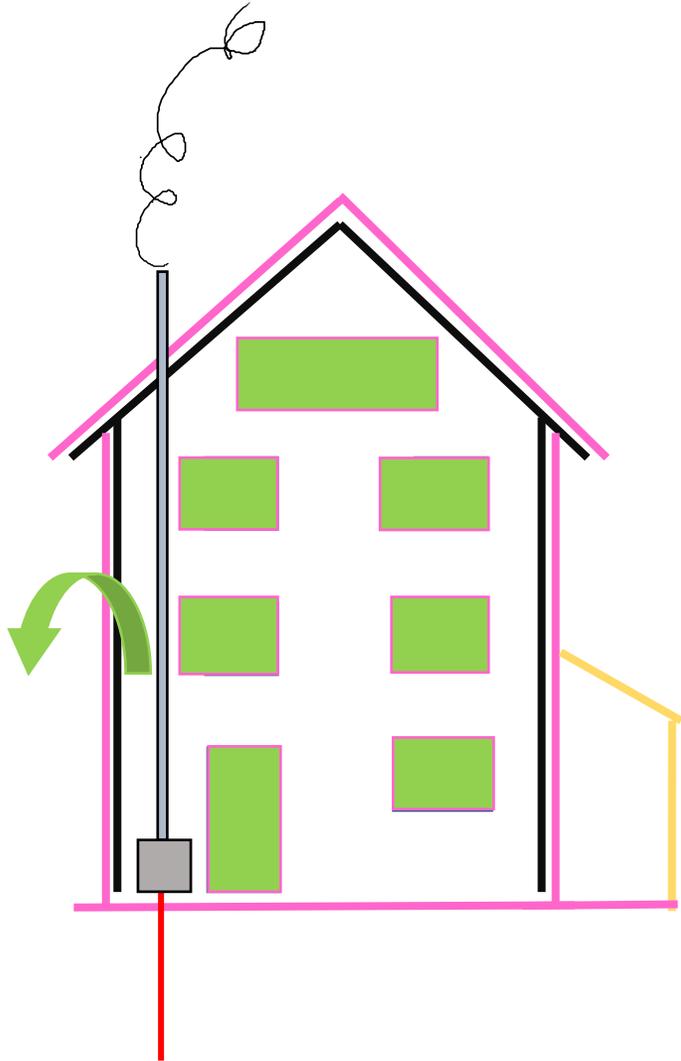
Avec Hydrogène → **+ 50 à 60 TWh** d'électricité



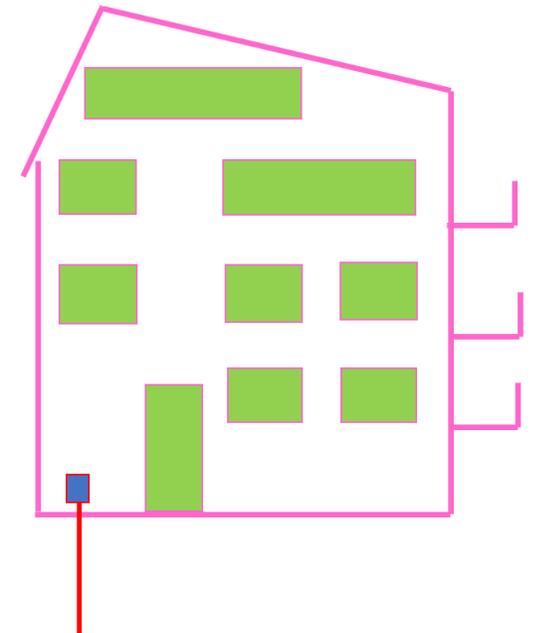
<https://rogernordmann.ch/energie-umwelt-und-klima-fur-eine-rasche-elektrifizierung-der-mobilitat-auf-der-strasse-bericht/>

# Assainissement des bâtiments: l'électricité comme une partie de la solution

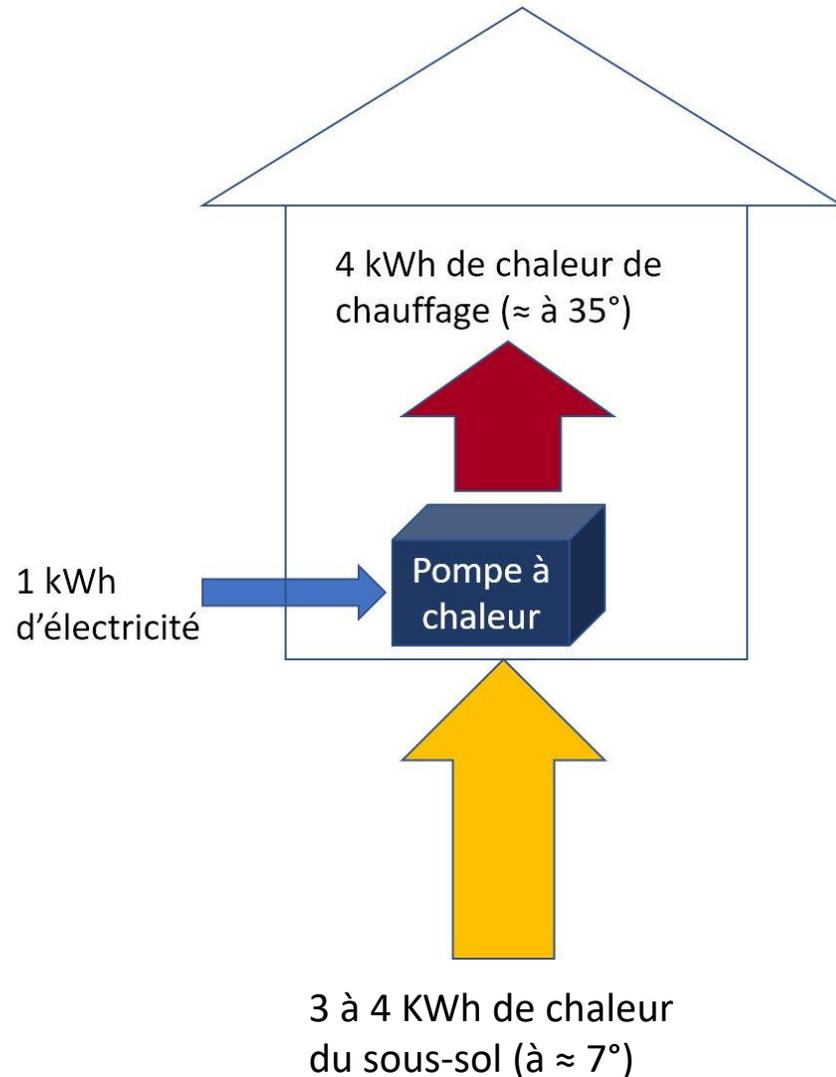
- Isolation de l'enveloppe
- Chauffage efficace, renouvelable
- Installations techniques (ventilation, éclairage, machines, etc)
- Utiliser le solaire passif
- Densification



Construction de remplacement à hautes performances



## L'efficacité de la pompe à chaleur



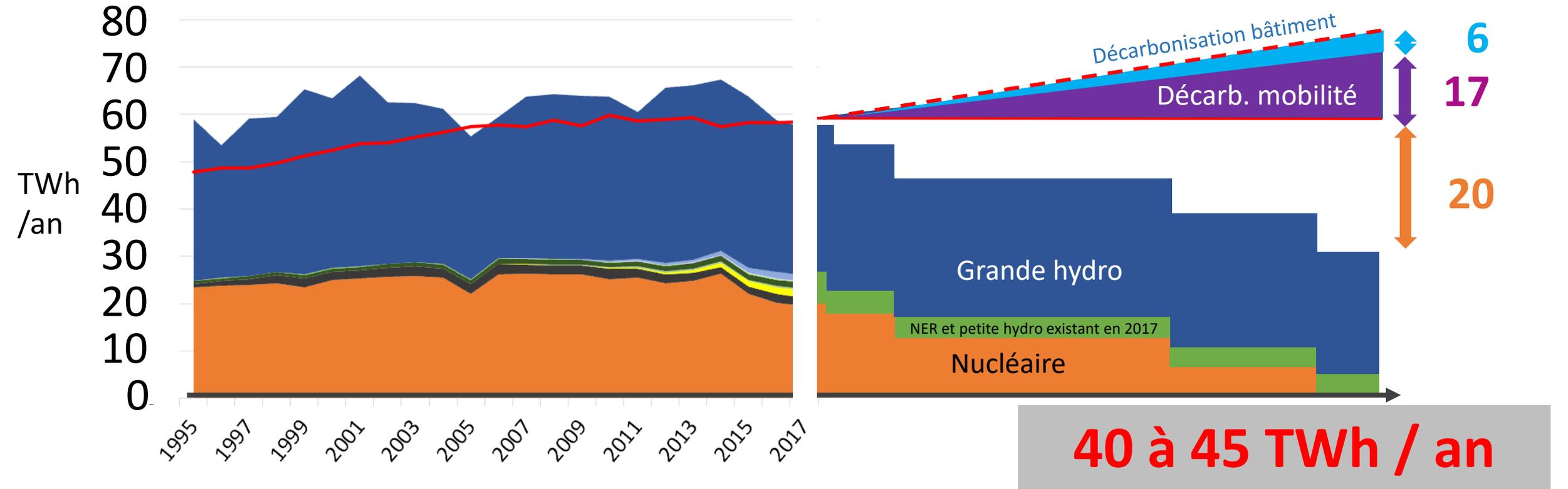
### Bâtiment:

**Actuellement environ 55 TWh  
de gaz et de mazout**

En tenant compte de  
l'isolation et de la chaleur  
renouvelable pour arriver à  
zéro fossile

→ **+6 TWh d'électricité**

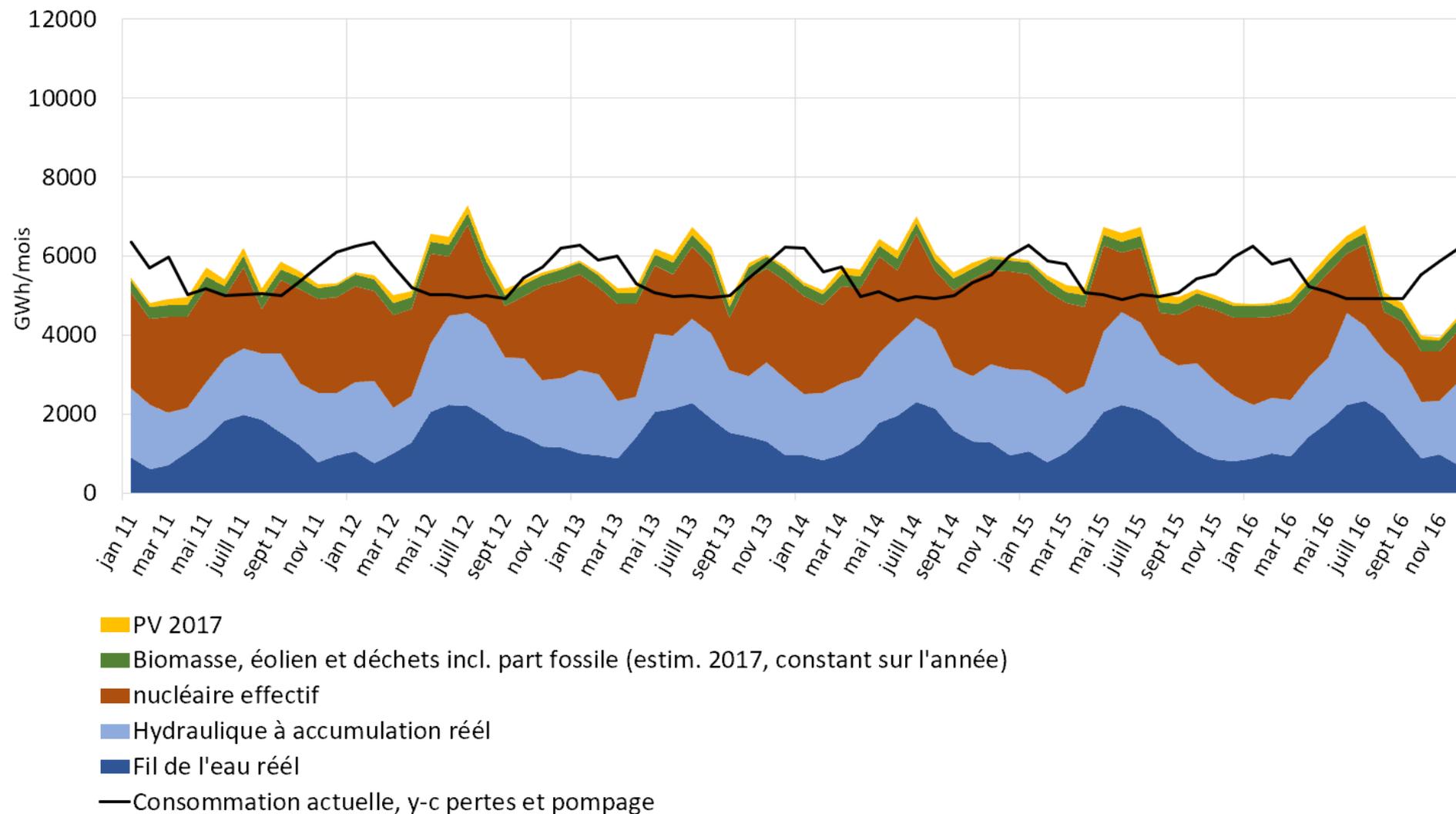
### 3. La production et le besoin d'électricité y-c la décarbonation



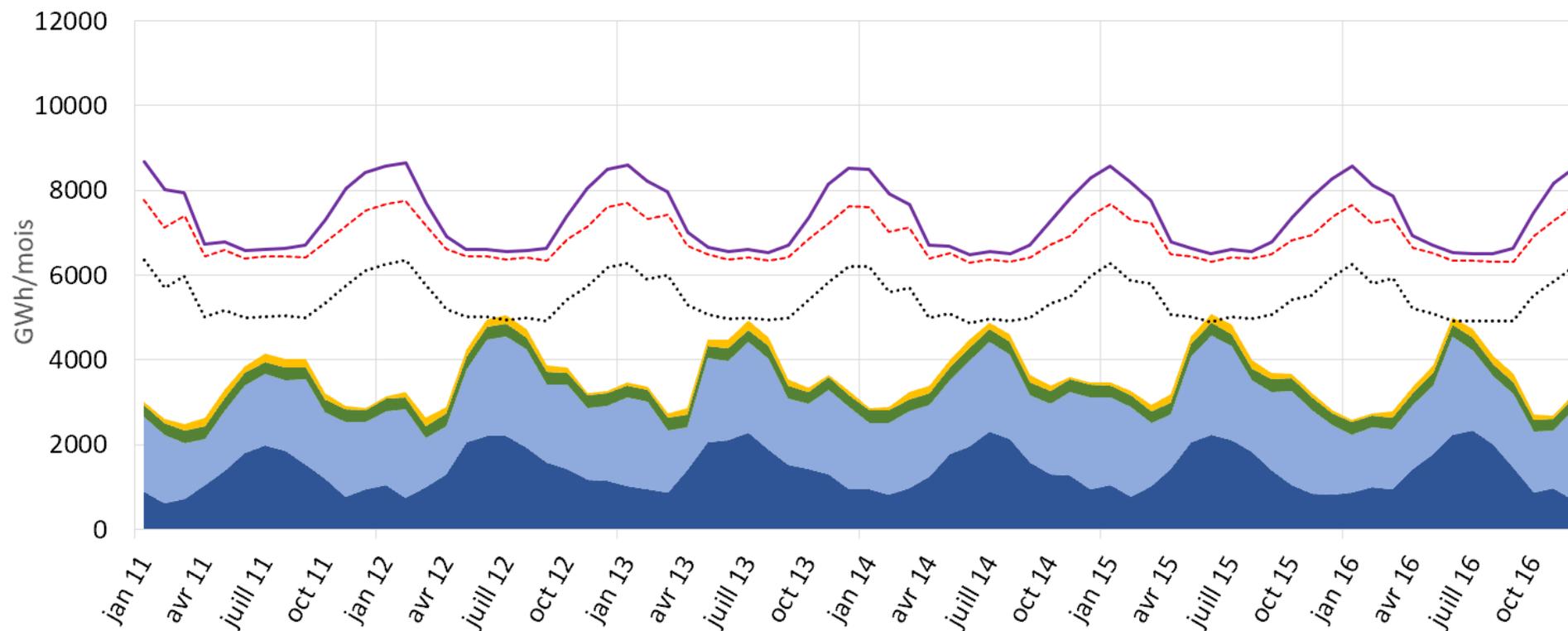
- Nucléaire
- Biomasse bois+agric.
- Eolien
- Fossile (principalement déchets)
- Déchets renouvelables
- Hydro RPC (<10MW)
- Photovoltaïque
- Stations d'épuration
- Grande hydro net (=././ RPC)
- - Consommation nette pour usages actuels
- - Consommation nette y c. décarbonisation mob. et bât.

**40 à 45 TWh / an**

# La répartition mensuelle

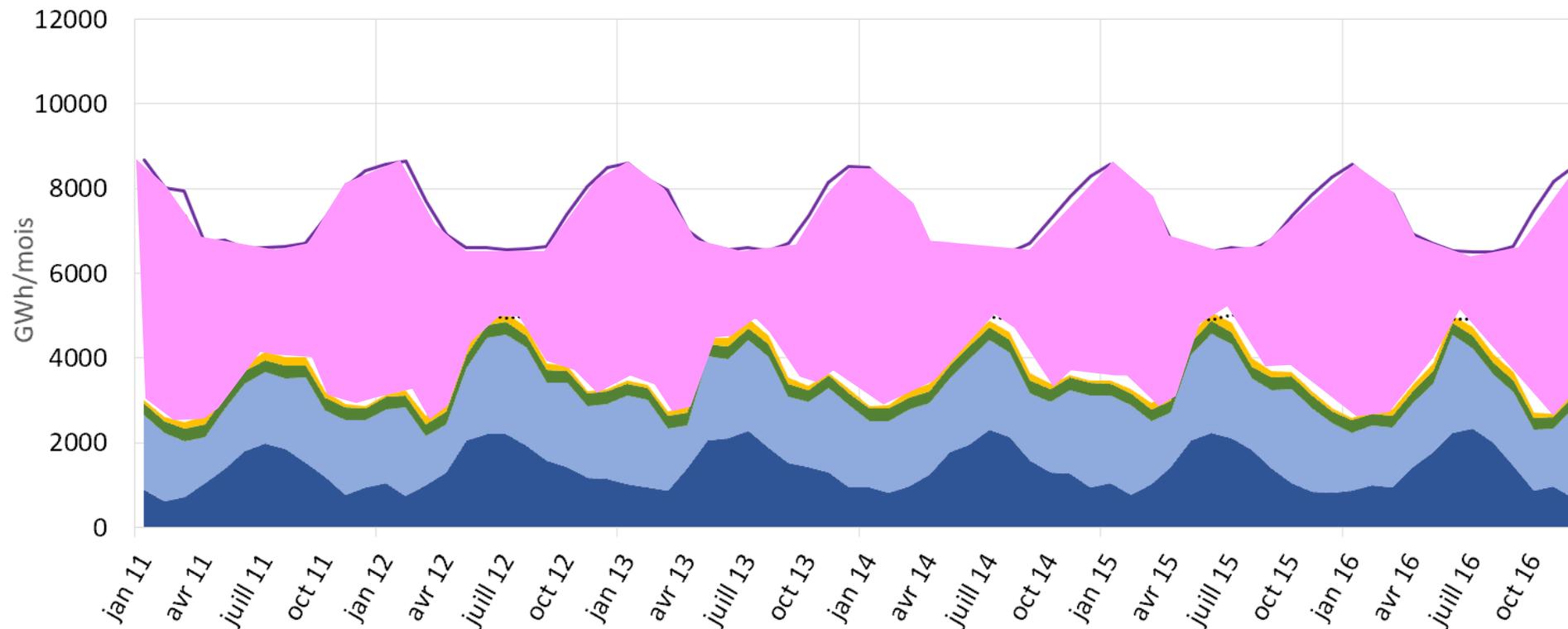


# La répartition mensuelle



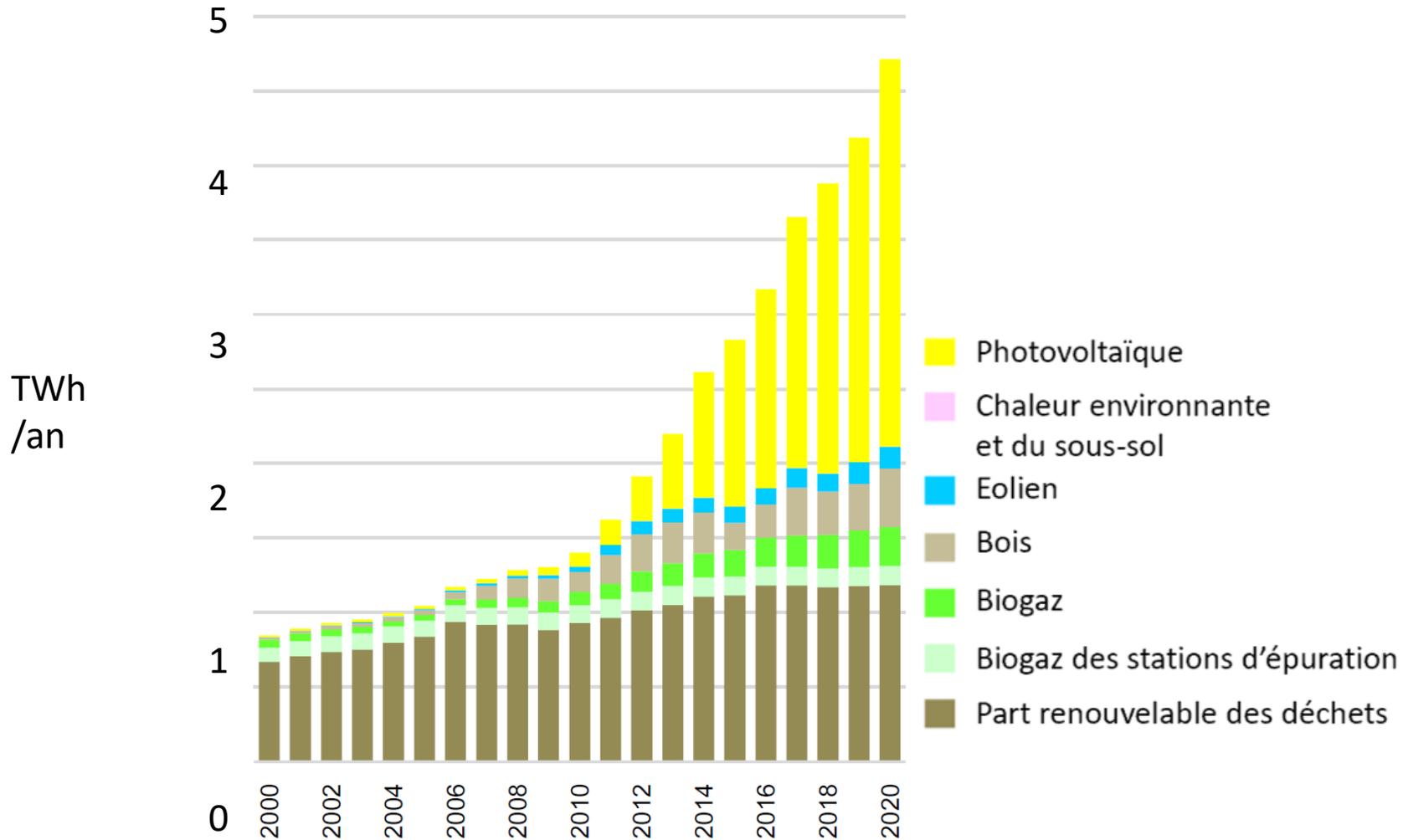
- PV 2017
- Biomasse, éolien et déchets incl. part fossile (estim. 2017, constant sur l'année)
- Hydraulique à accumulation réel
- Fil de l'eau réel
- + Electricité pour décarbonisation chauffage et eau chaude sanitaire
- + Electricité pour remplacement diesel et essence (100% = 17 TWh/J)
- Consommation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

# 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

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



Situation 2020:

3 GW produisant 2,6 TWh  
=Plus de 4% de la  
consommation brut

Notre proposition:

**Passer de 3 à 50 GW  
de photovoltaïque  
jusqu'en 2050  
(prod. 2020 x 17 )**

# Le potentiel de production photovoltaïque en Suisse

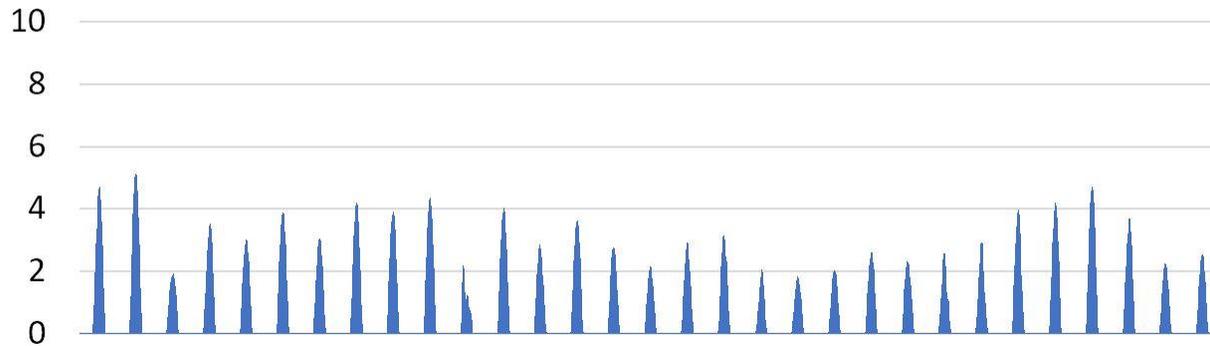
	TWh	Potentiel exploitable	Exploitable à court et moyen terme	Surface au sol [km <sup>2</sup> ]
Toits		49.1	23.3	153
Façades		17.2	8.2	(Surf. verticale: 107.4)
Routes		24.7	2.5	16.2
Parking		4.9	3.9	25.7
Bordure d'autoroutes		5.6	3.9	25.7
Alpes (Pâturages)		16.4	3.3	31.3
<b>Total</b>		<b>117.9</b>	<b>45.1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

Source: <https://www.swissolar.ch/services/medien/news/detail/n-n/schweizer-pv-potenzial-basierend-auf-jedem-einzelnen-gebäude/>  
et <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/actualites-et-medias/communiqués-de-presse/mm-test.msg-id-74641.html>

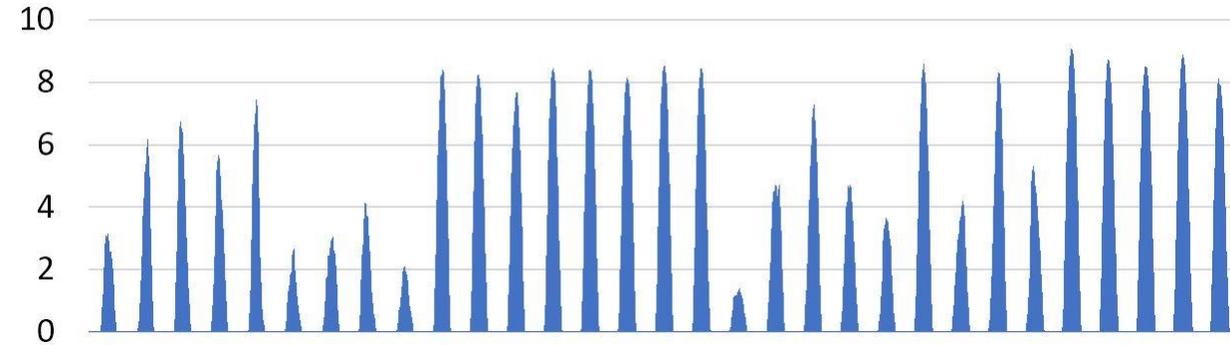
# 5. La variabilité du photovoltaïque et le réseau

Le profil de production effectif d'un échantillon RPC de 53,2 MWp

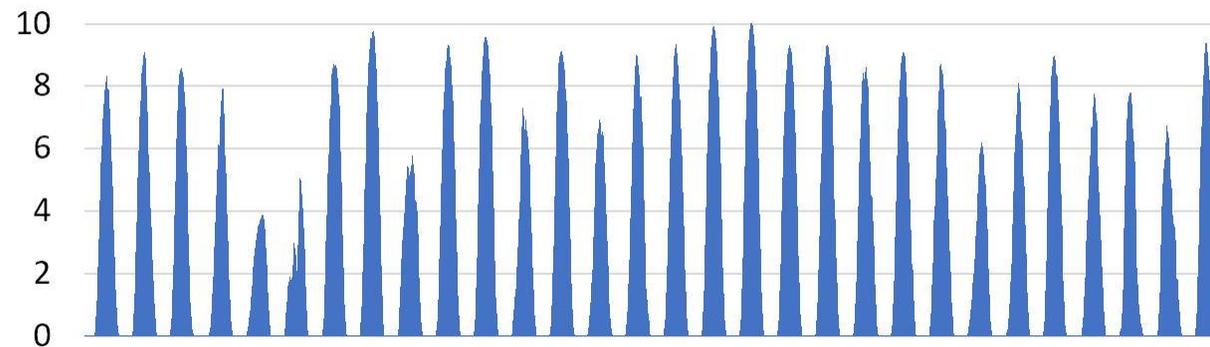
Les 31 jours de décembre 2016 (MWh/quart d'heure)



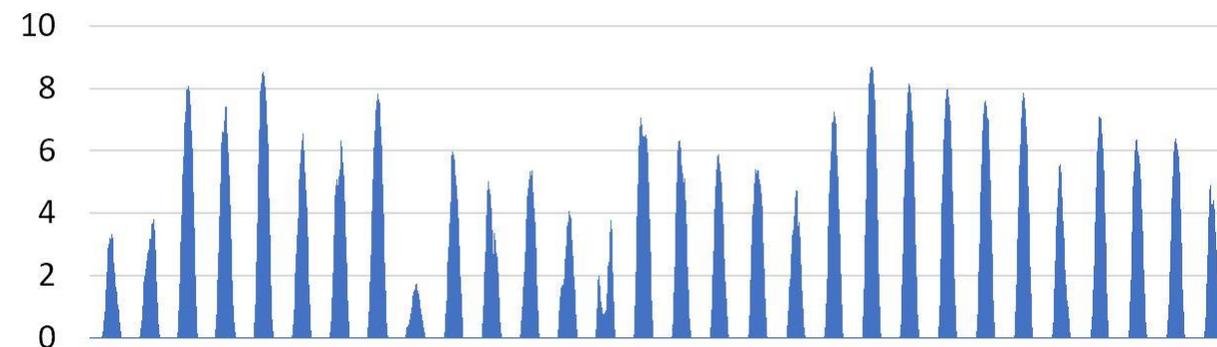
Les 31 jours de mars 2017 (MWh/quart d'heure)



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



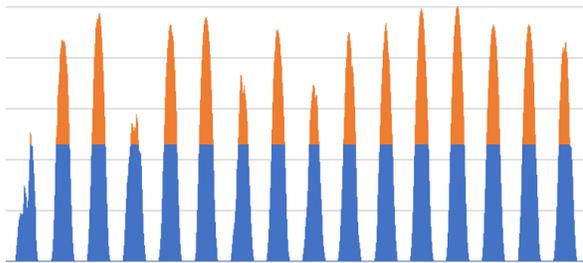
Les 30 jours de septembre 2017 (MWh/quart d'heure)



# Trop d'électricité en été?

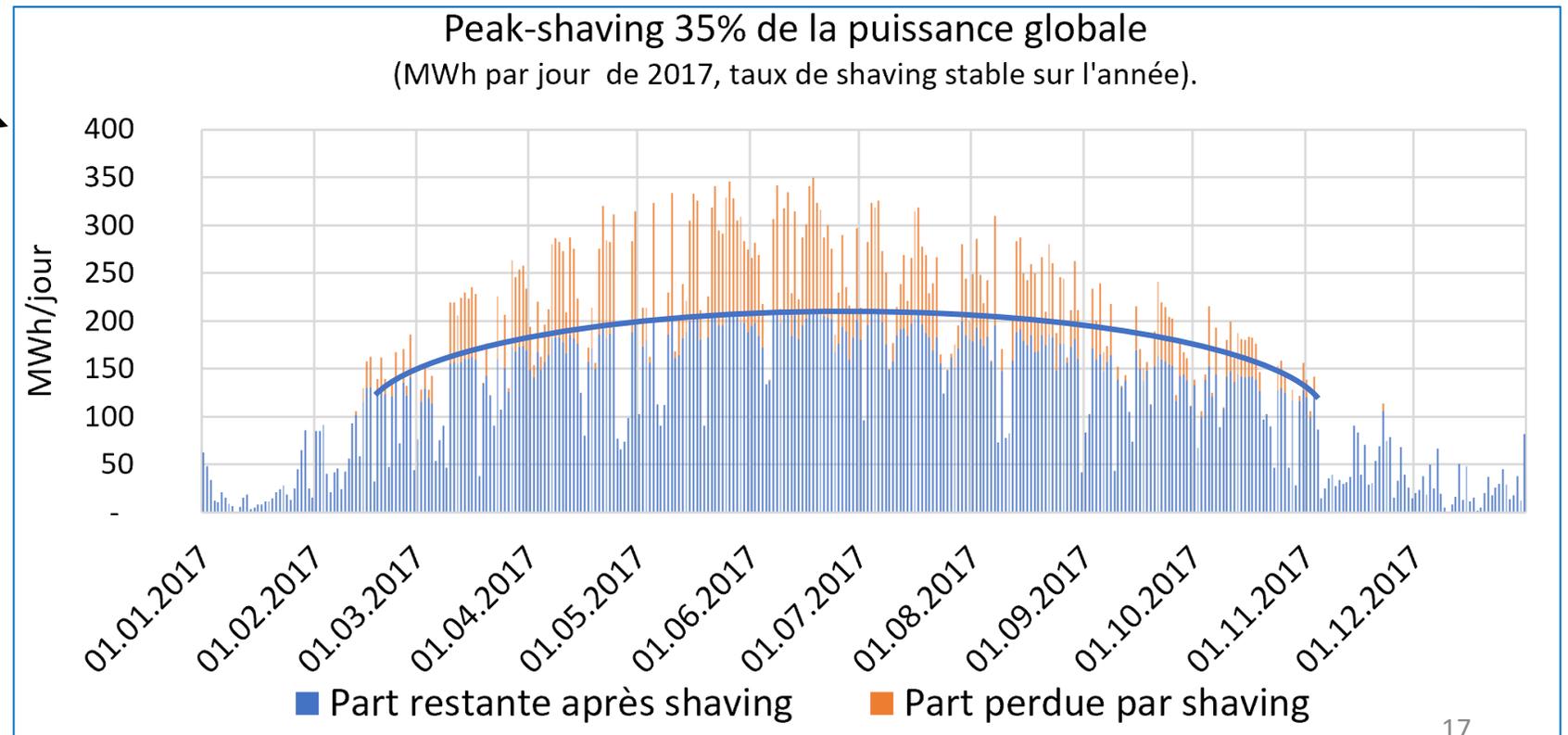
D'abord remplir les installations de stockage.

Si plus de capacité disponible: aucun problème grace au **Peak Shaving** (=limitation temporaire de l'injection: elle est adaptée en **temps réel** à la consommation)



■ 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)**



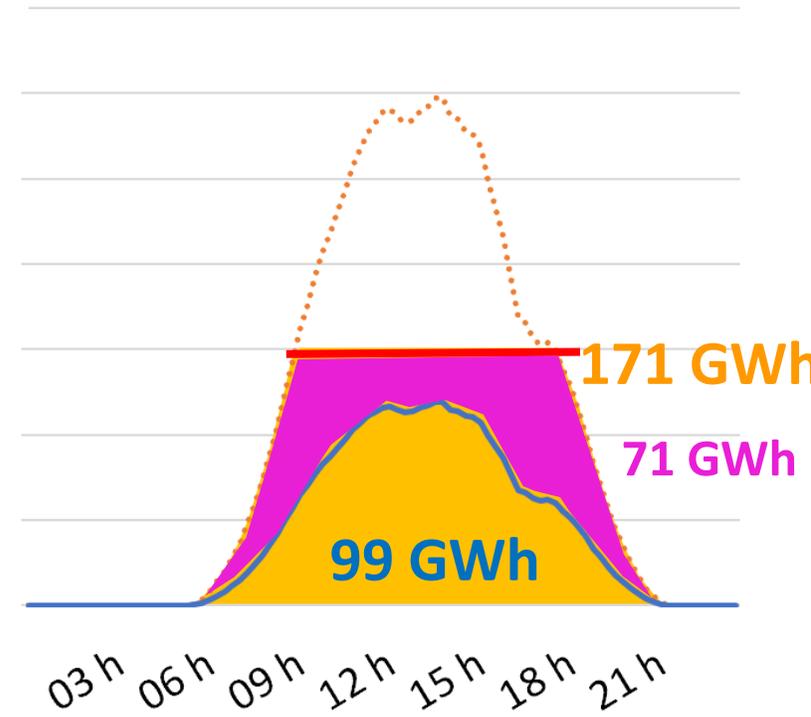
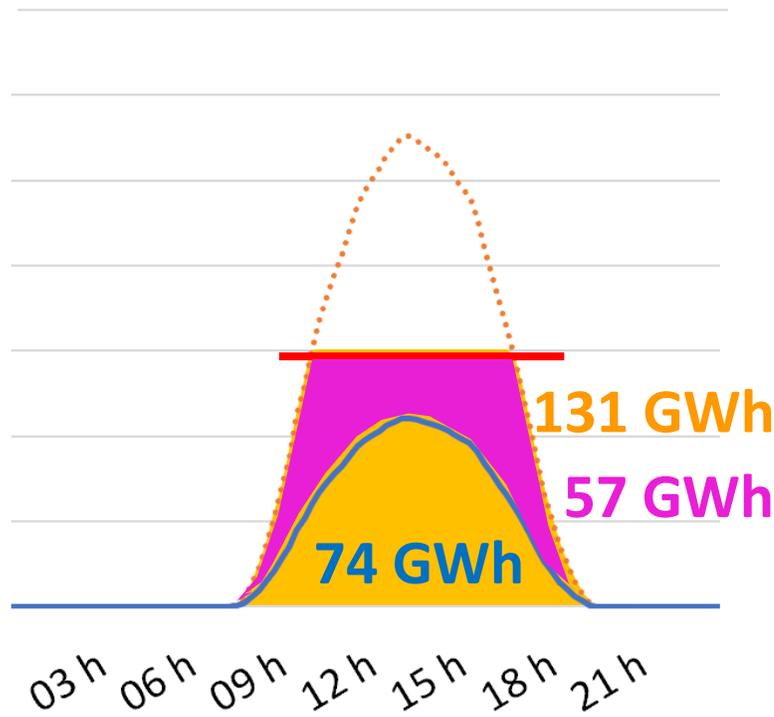
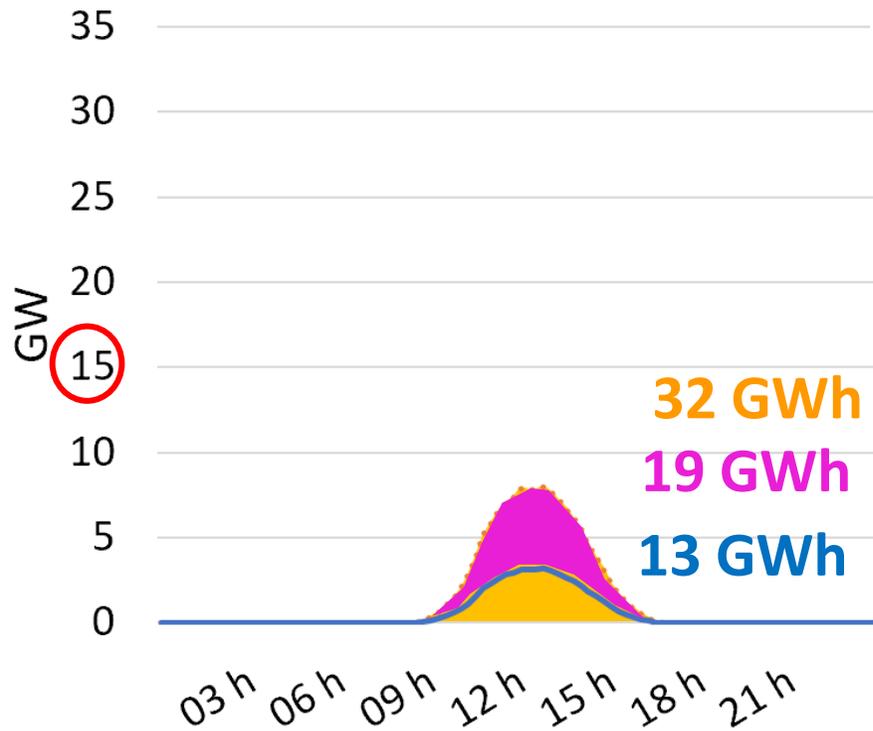
# Grace au Peak-shaving davantage d'électricité solaire en hiver

Puissance PV installée = **50 GW = 17x plus** qu'en 2020

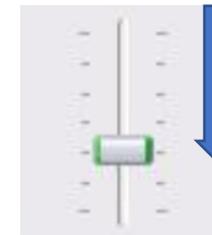
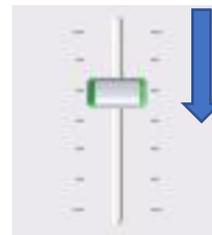
21 décembre 2017

23 septembre 2017

21 Juin 2017



Peak-shaving



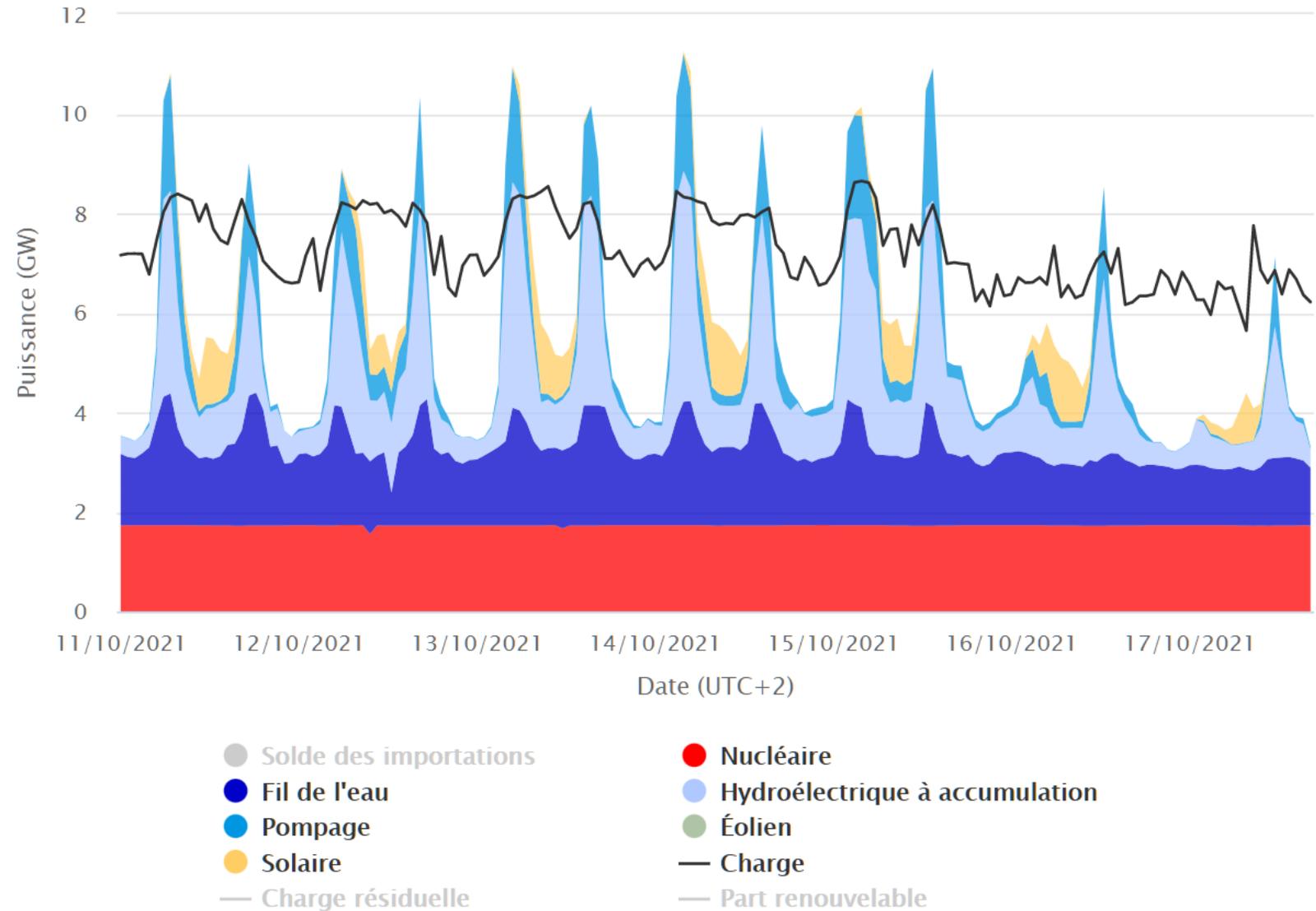
## Production électrique en Suisse dans la semaine 41 2021

Grâce aux installations hydroélectriques, la Suisse dispose d'une énorme flexibilité à court terme :

Elle peut ajuster très rapidement la puissance des pompes et des turbines. Assez unique au plan international

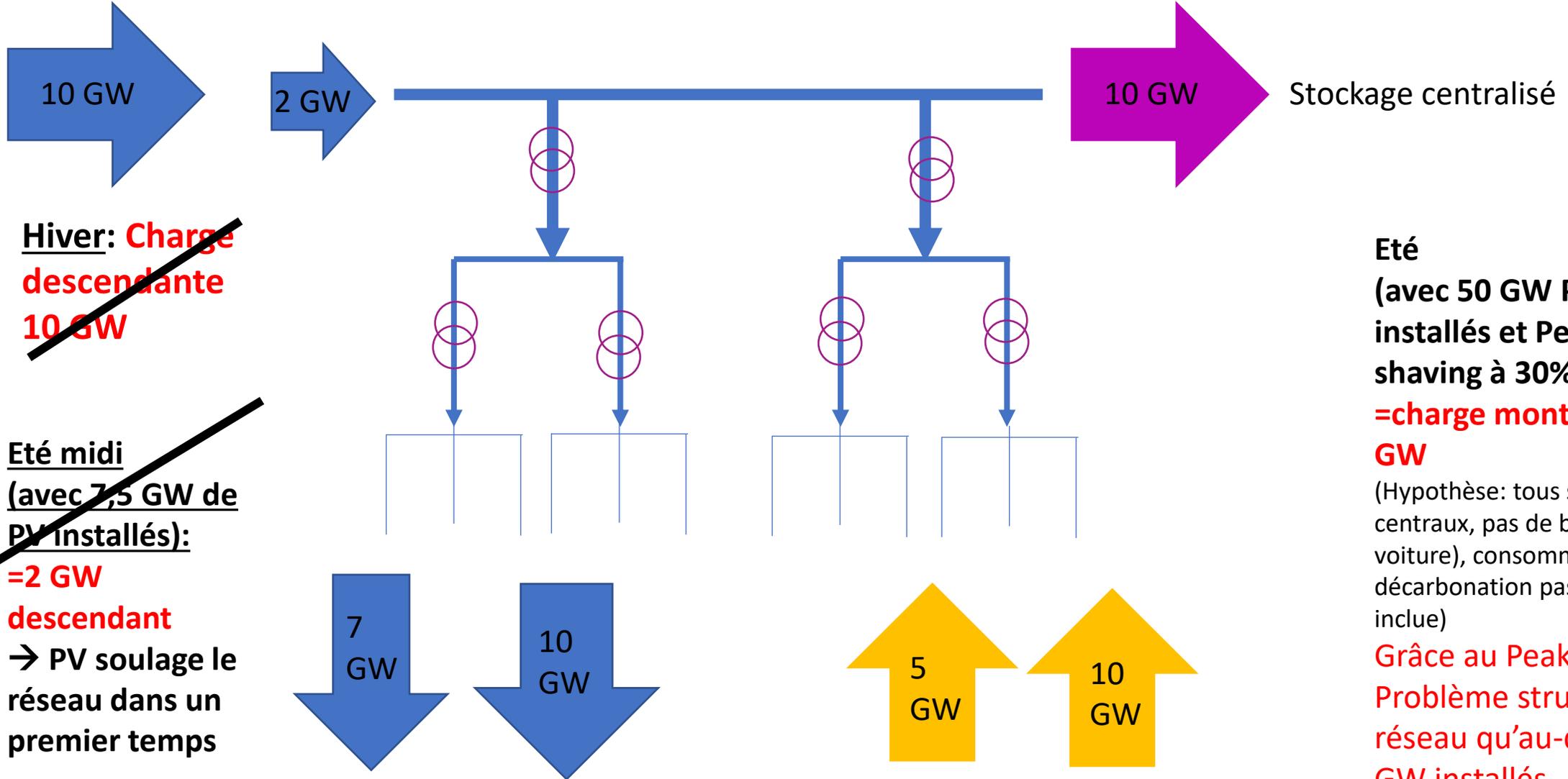
Donc aucun problème pour stocker de l'électricité pour quelques heures ou jours, voire pour 1-2 semaines

Variabilité à court terme = Pseudo-problème (contrairement aux variations saisonnières.)



# Le réseau totalement dépassé avec 50 GW de PV?

Centrales de production

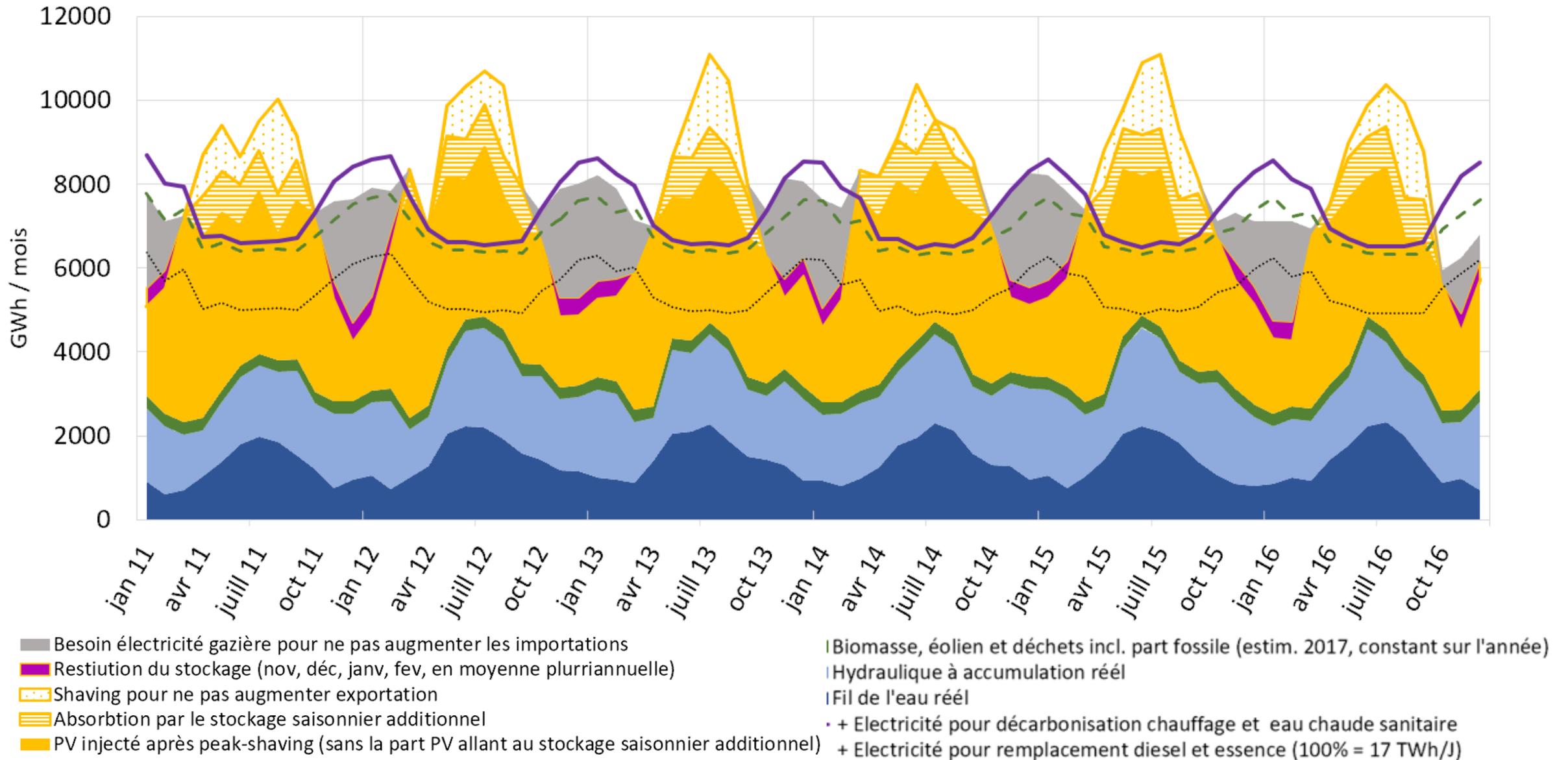


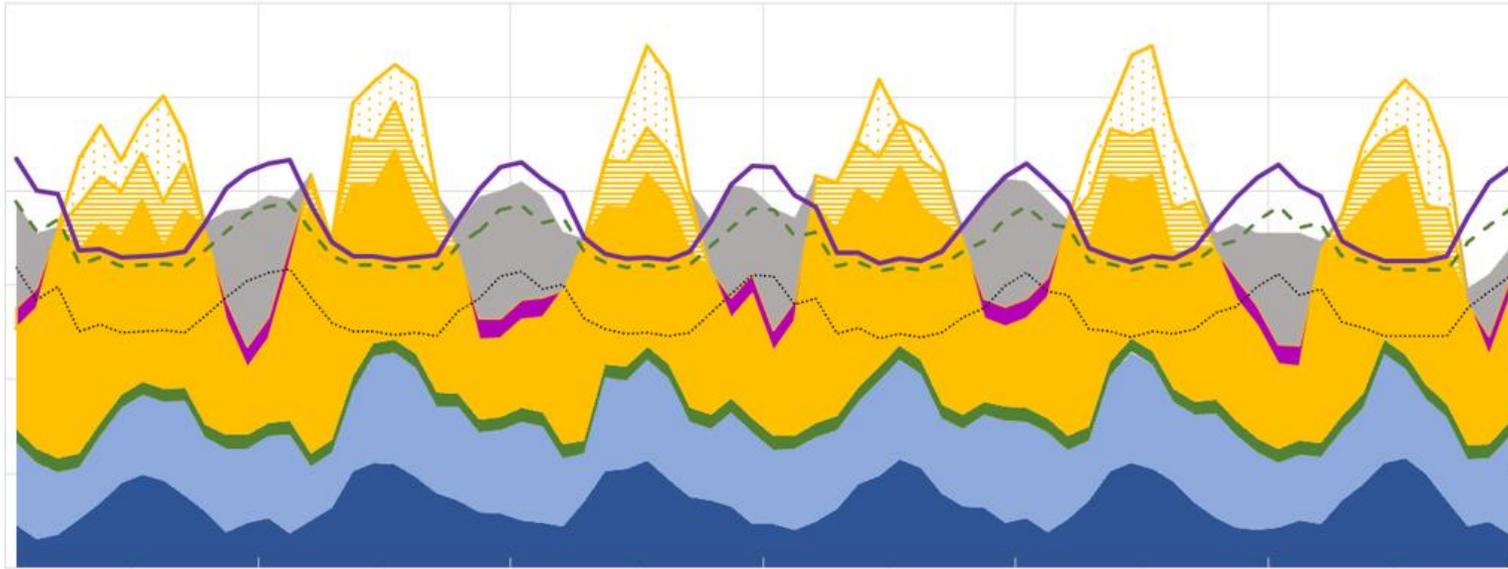
**Eté**  
**(avec 50 GW PV installés et Peak-shaving à 30%= 15GW)**  
**=charge montante de 8 GW**

(Hypothèse: tous stockages centraux, pas de batterie (de voiture), consommation de la décarbonation pas encore incluse)

**Grâce au Peak-shaving: Problème structurel du réseau qu'au-delà de 50 GW installés.**

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





**49 TWh PV productible**  
**-5 TWh perdus par peak-shaving (11% sur l'année)**  
**=38 TWh PV utilisées dans le mois (jaune)**  
**et 6 pour le stockage additionnel (rayures jaunes)**

**En l'absence de capacité additionnelle de stockage**  
**ou de renouvelable (en particulier éolien)**

**Au pire: 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>

# 7. L'approvisionnement hivernal

Actuellement, nous importons environ 6 TWh de courant en hiver (de facto gaz ou charbon = demande marginale, donc fossile + Russie).

Dans le worst case, viendraient 9 TWh en plus, fossile.

Nier le problème ou le défi serait contre-productif:

- Soit hypocrisie totale cachant l'origine cet apport hivernal.
- Soit les black-outs, qui pourraient faire dérailler la transition énergétique.

Mais des règles strictes sont indispensables:

- Le gaz uniquement comme petit complément d'une politique ambitieuse de développement de l'électricité renouvelables et de décarbonation des bâtiments ainsi que de la mobilité
- Renforcement de la production de biogaz et du «power-to-gas», pour réduire progressivement à zéro la part de gaz fossile.
- **Objectif: le gaz comme support de stockage saisonnier, et non plus comme énergie primaire Et en aucuns cas pour le chauffage (sauf couplage chaleur-force).**

# 8. Solutions à combiner pour éviter le scénario du pire, à savoir 9 TWh fossile

## Simple stockage saisonnier

- Rehaussement des barrages (+ 2 à 3 TWh ?)
- Concentration de l'utilisation du stock hydraulique sur 3,5 mois (nov. à mi-Fev.) + davantage de PV, pour couvrir octobre et février-mars

## Production hivernale

- Eolien (environ 60% en hiver)
- Centrales à bois avec utilisation de la chaleur
- Importation de l'électricité renouvelable en hiver, en coordination avec la gestion des lacs à accumulation

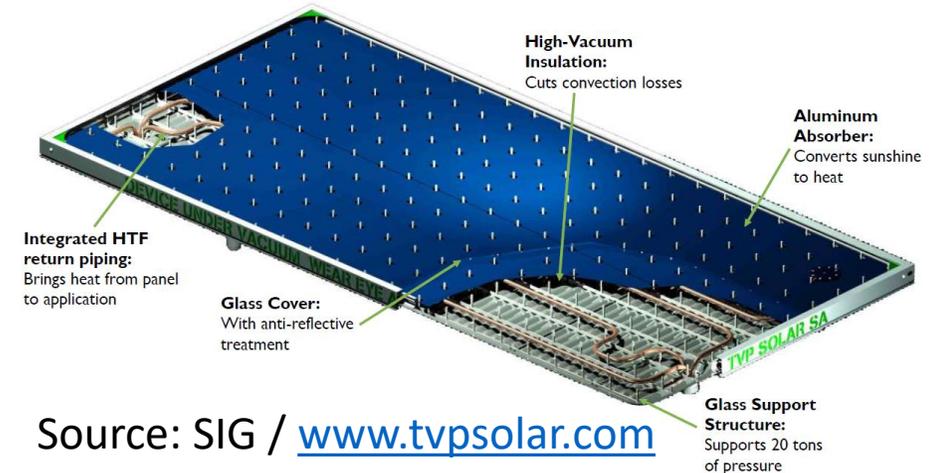
## Réduction du besoin d'électricité en hiver.

- Stockage saisonnier de chaleur selon le système Jenni des «Thermos» géants avec capteurs thermiques
- Réduire la consommation hivernale grâce à la régénération estivale des sondes géothermiques de pompes à chaleur
- Chauffage à bois et/ou Solaire



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

## Solaire therm. plat vaccum temp. constante



Source: SIG / [www.tvpsolar.com](http://www.tvpsolar.com)

# Le « modèle d'assurance » de Powerloop.ch est intéressant



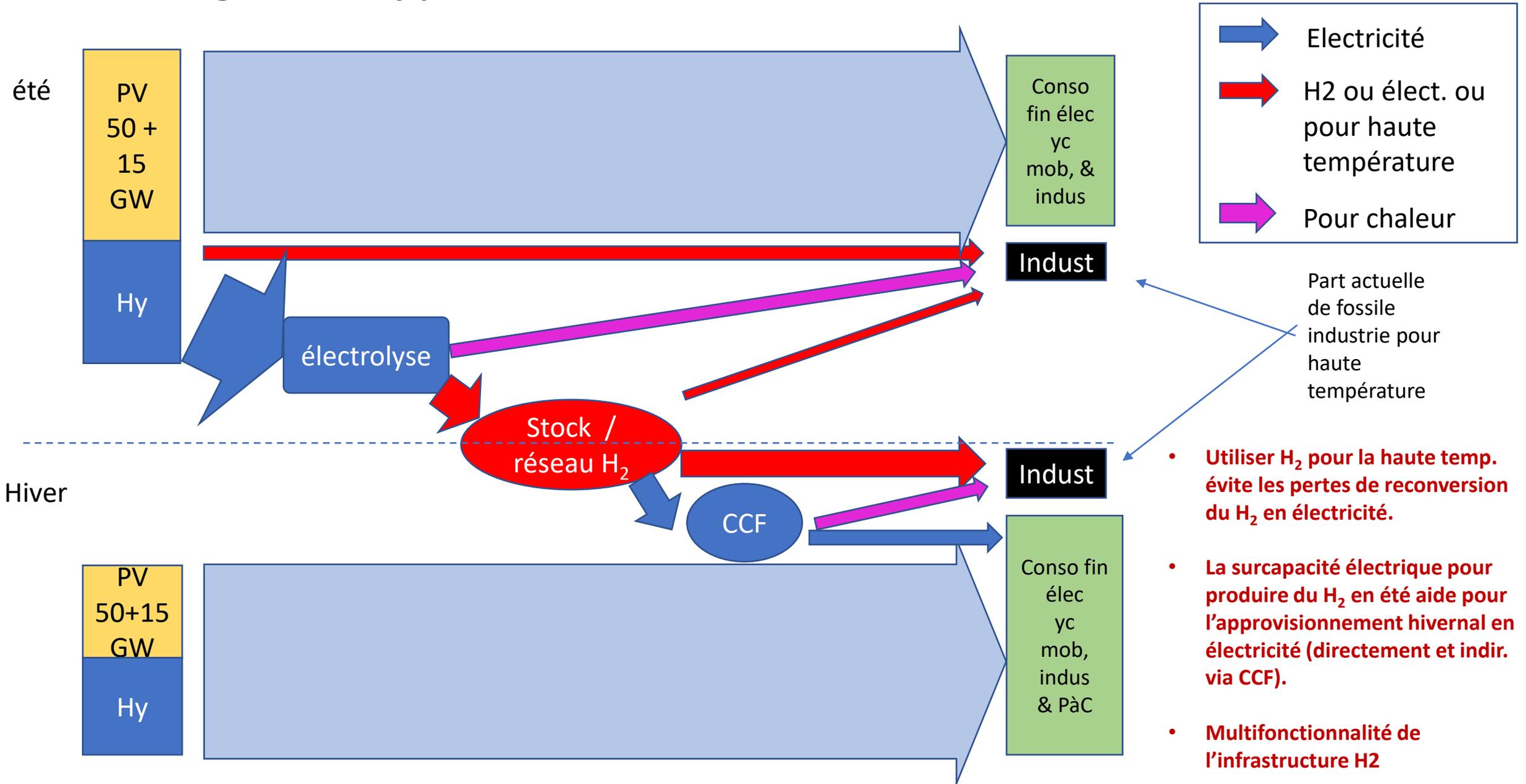
2 x 1 MW<sub>el</sub> sur un toit à ZH (ici une génératrice de secours, photo Powerloop.ch )

- Quelques centaines de blocs de couplage chaleur-force de 0,5 bis 10 MW, décentralisés, avec procédure de construction simple.
- Financement collectif, et en contrepartie pas de rabais CO2 → Dernière position dans l'ordre de mérite → utilisation qu'en cas de prix élevés à la bourse.
- Pleine utilisation de la chaleur (CàD = puit de chaleur»)
- Passage en quelques minutes de l'arrêt à la pleine puissance
- Swissgrid peut donner l'ordre de démarrage
- Prêt pour le gaz renouvelable
- La production de chaleur permet de couvrir les pointes de demande et donc d'agrandir les réseaux de chaleur

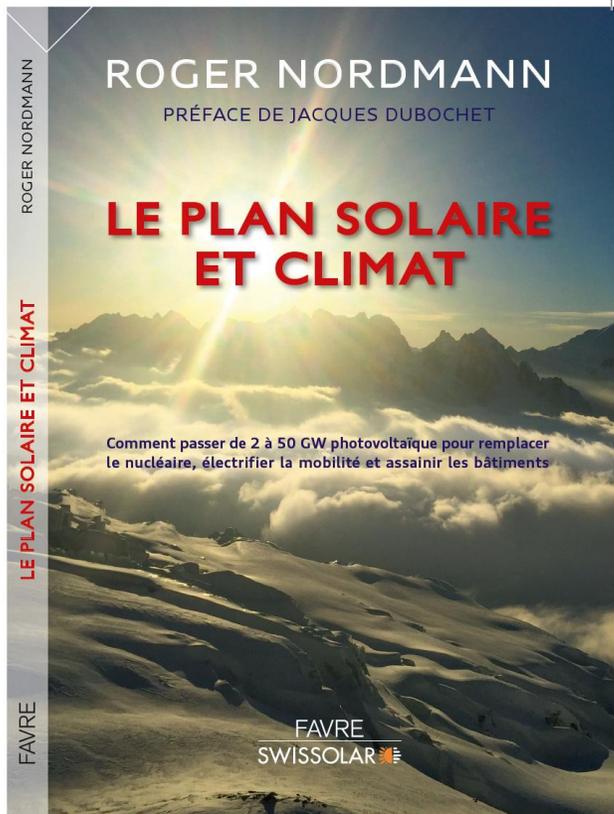
**Mais véritablement crédible que si production +- équivalent de gaz renouvelable.**

Dans 4-5 ans, nous aurons les surplus (2023= 1 GW de PV!)

# 9. Convergence « approx. hiver & décarbonisation de l'industrie »?



# Conclusion: Investir, investir, investir Privé + public! Ne pas investir nous coûterait plus cher



Merci pour l'attention

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

