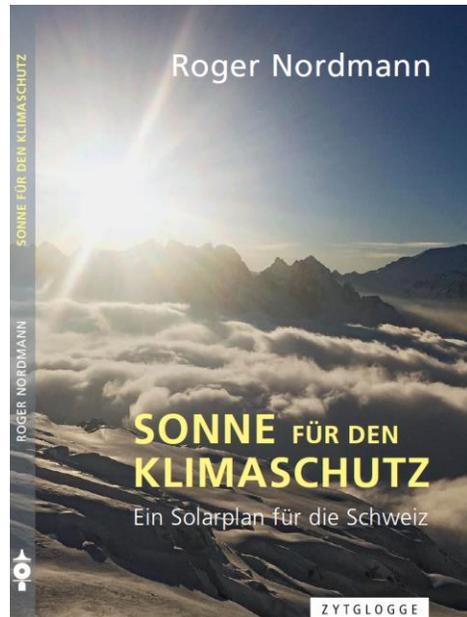


Forum Elcom  
5.11.2021

# *Le photovoltaïque comme pilier de l'approvisionnement électrique*

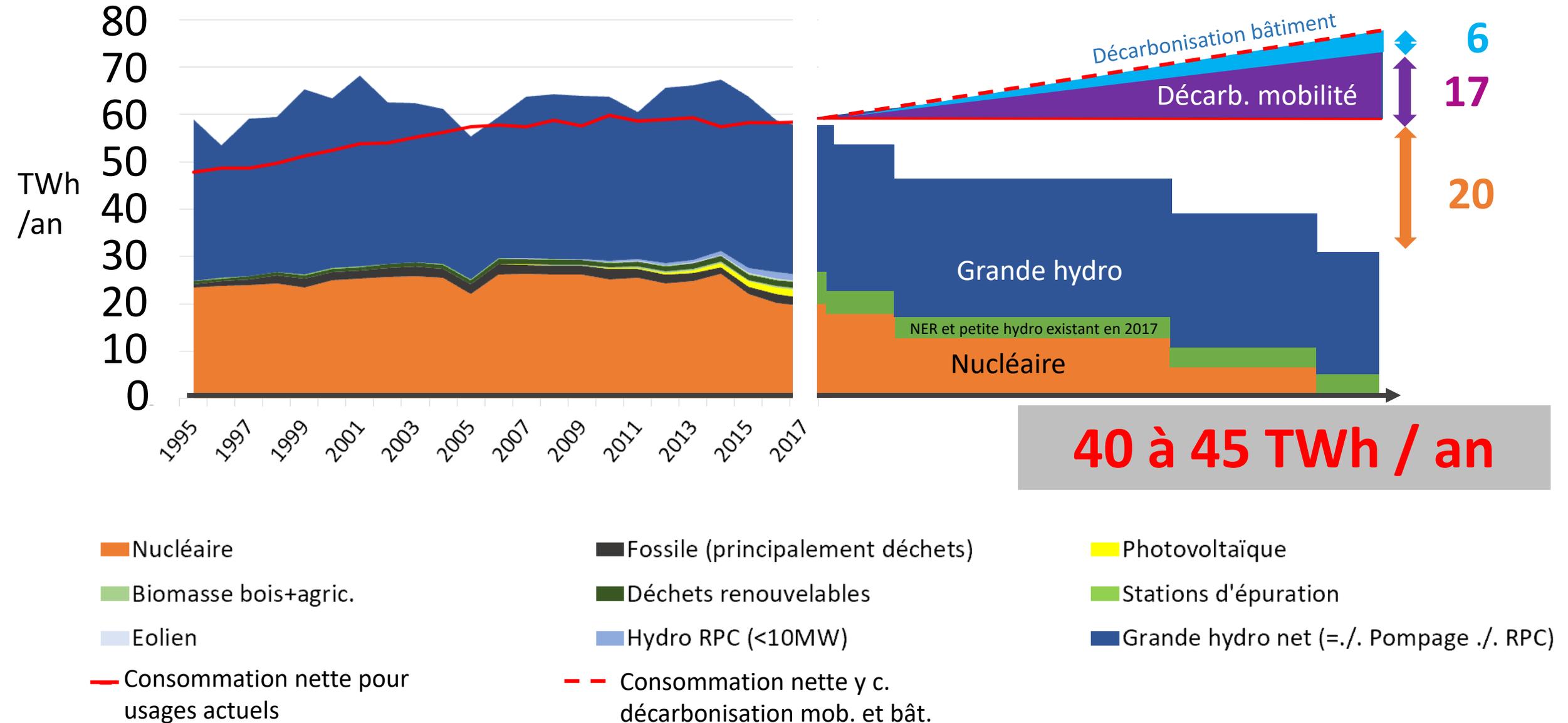


**Roger Nordmann**  
Conseiller national PS/VD,  
Membre CEATE-N, Président Groupe PS

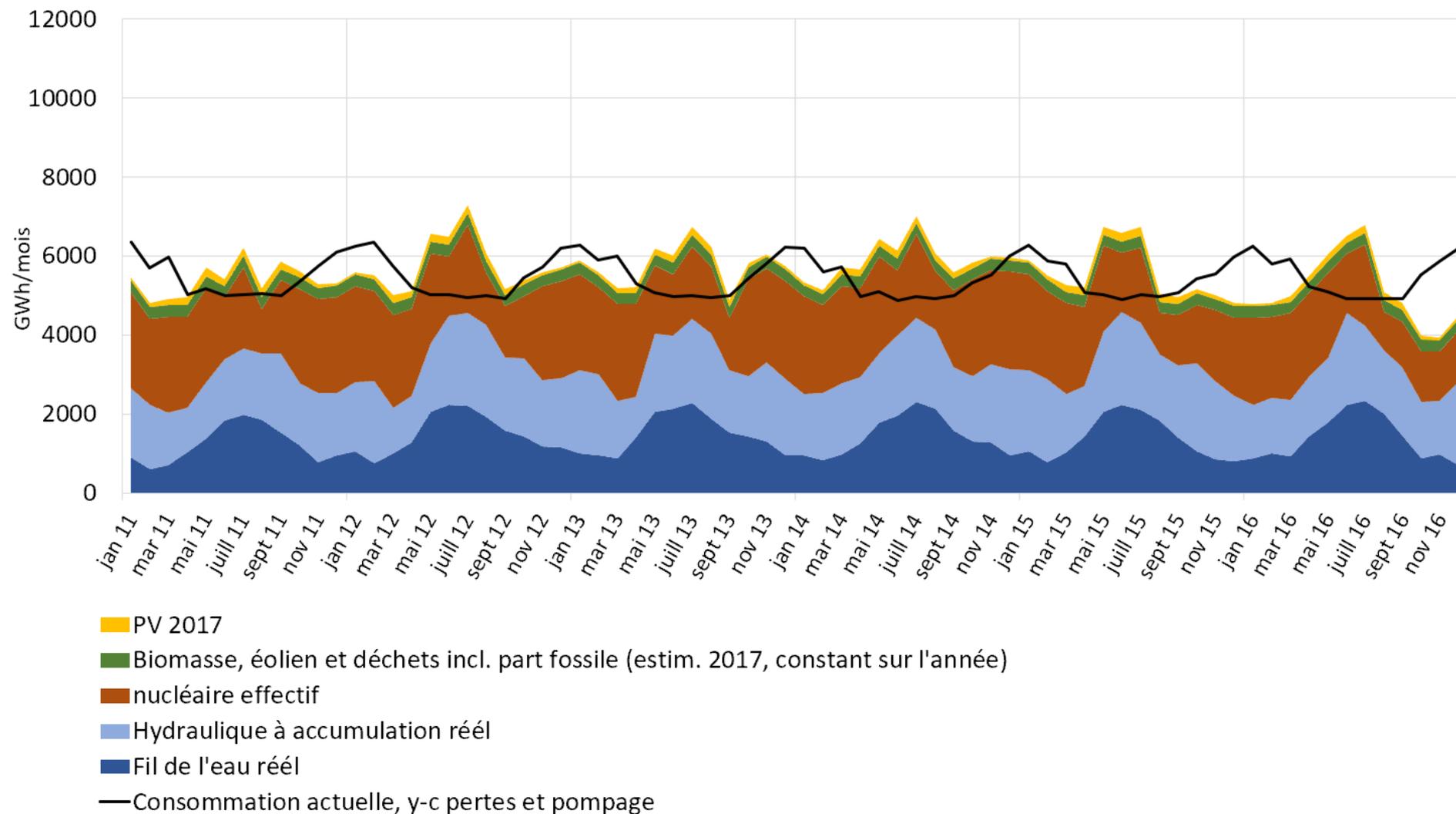
# Plan de la Présentation

- 1. La production et le besoin d'électricité y-c la décarbonation**
- 2. Le photovoltaïque est la variante la plus réaliste**
- 3. La variabilité du photovoltaïque et le réseau**
- 4. La modélisation sur une base mensuelle avec 50 GW PV**
- 5. L'approvisionnement hivernal**
- 6. Conclusion**

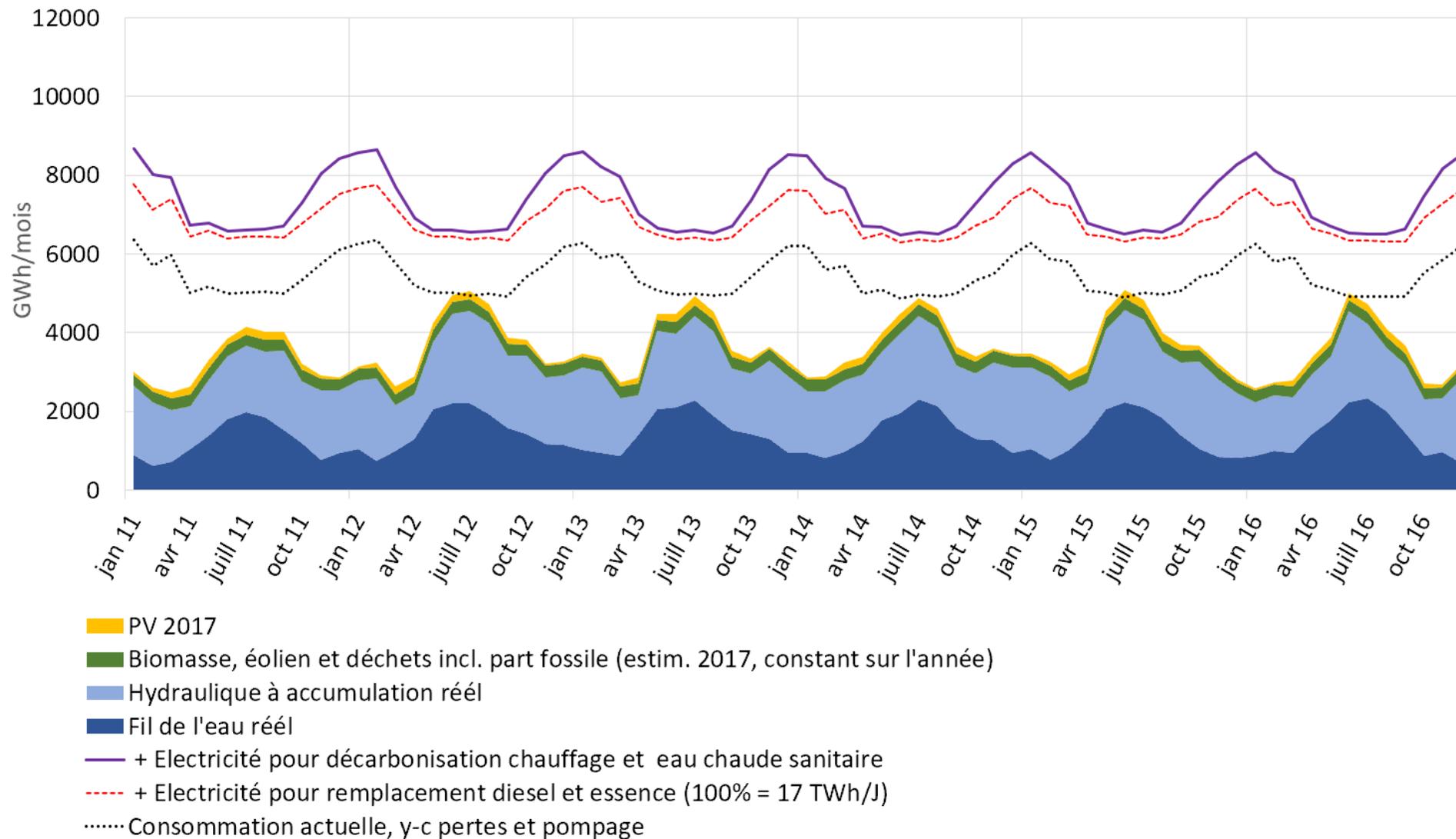
# 1. La production et le besoin d'électricité y-c la décarbonation



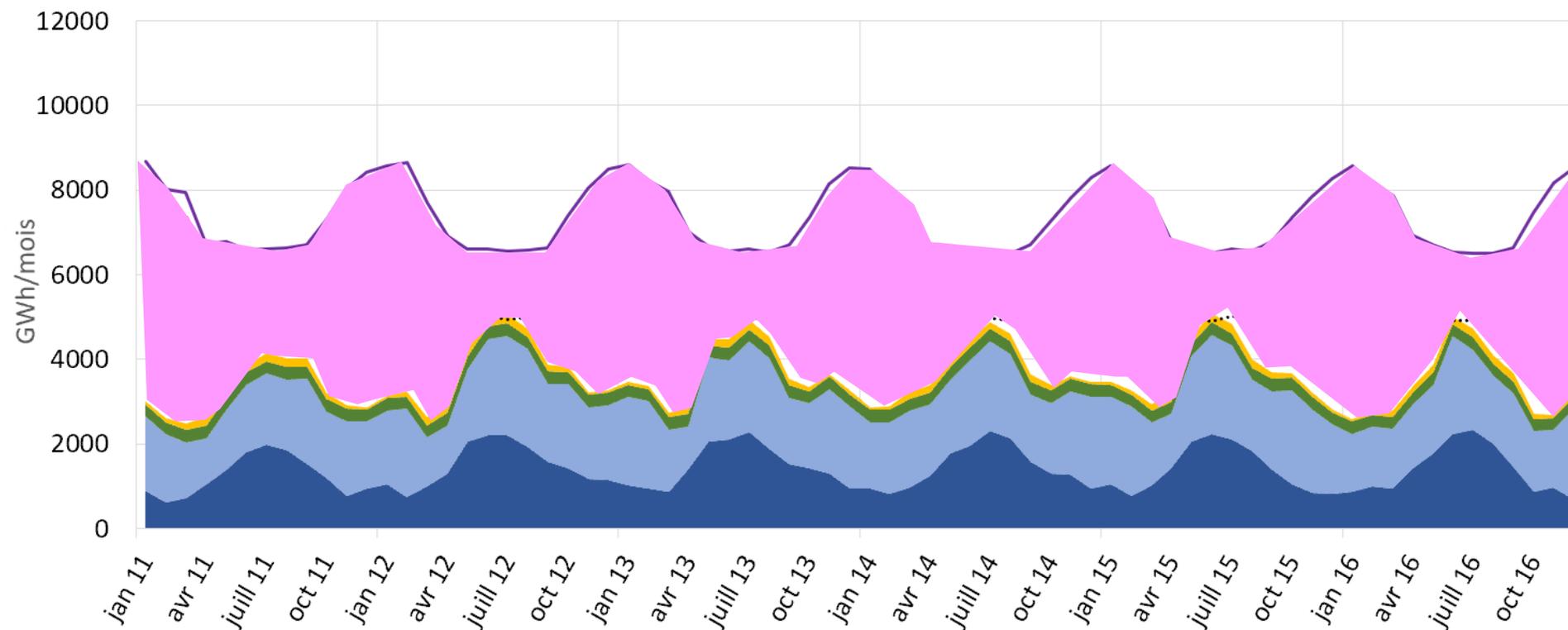
# La répartition mensuelle



# La répartition mensuelle

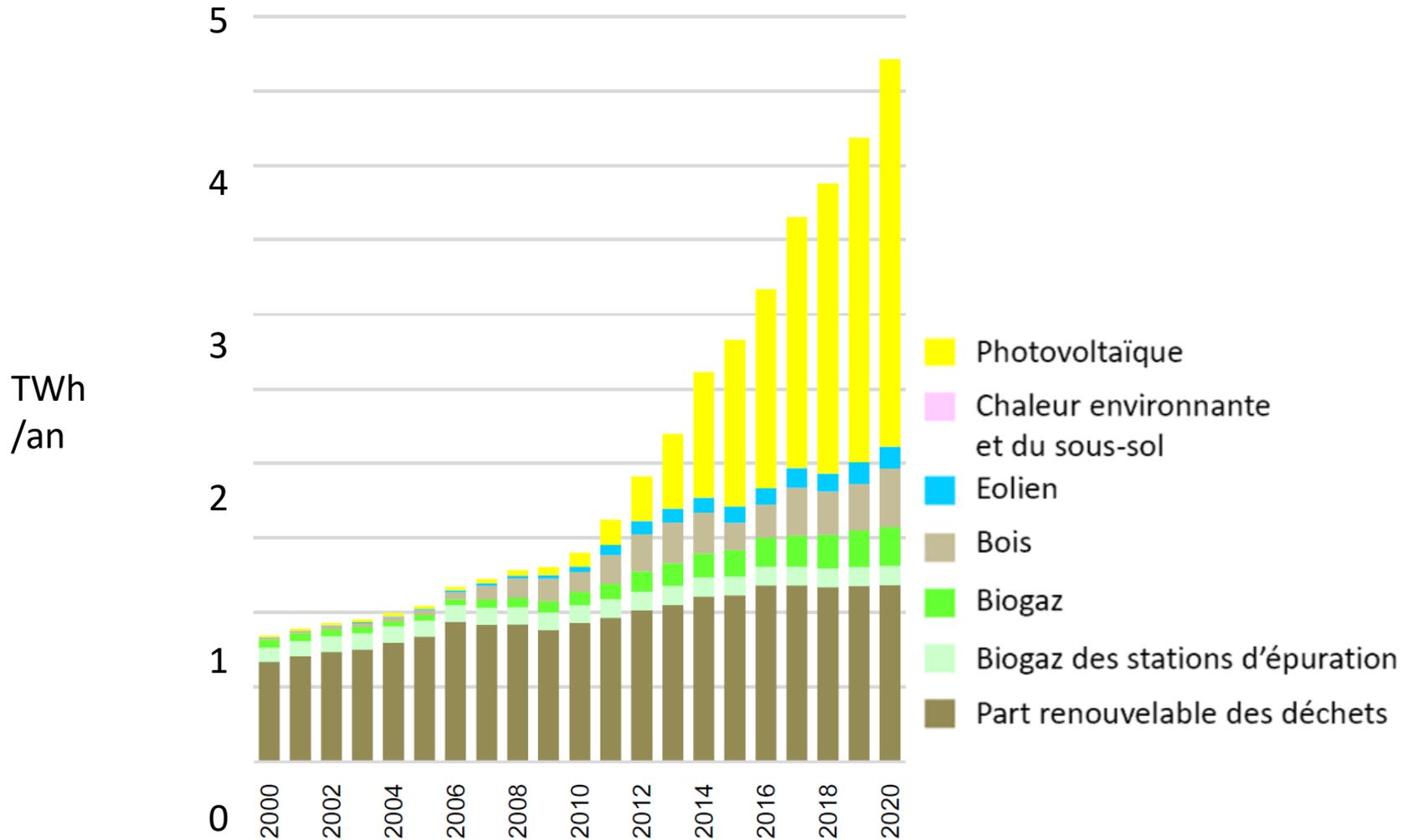


# La répartition mensuelle



- 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

## 2. 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

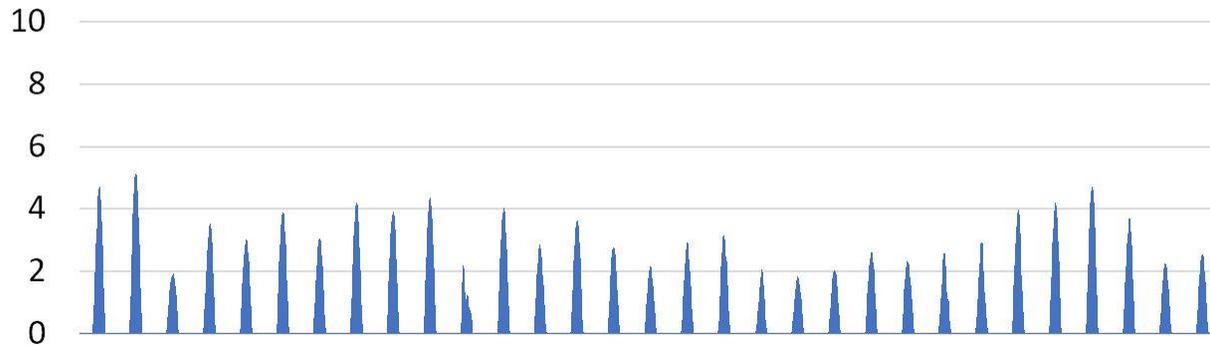
	TWh	Potentiel exploitable	Exploitable à court et moyen terme	Surface au sol [km <sup>2</sup> ]
Toits		49.1	23.3	153
Façades		17.2	8.2	(Surf. verticale: 107.4)
Routes		24.7	2.5	16.2
Parking		4.9	3.9	25.7
Bordure d'autoroutes		5.6	3.9	25.7
Alpes (Pâturages)		16.4	3.3	31.3
<b>Total</b>		<b>117.9</b>	<b>45.1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

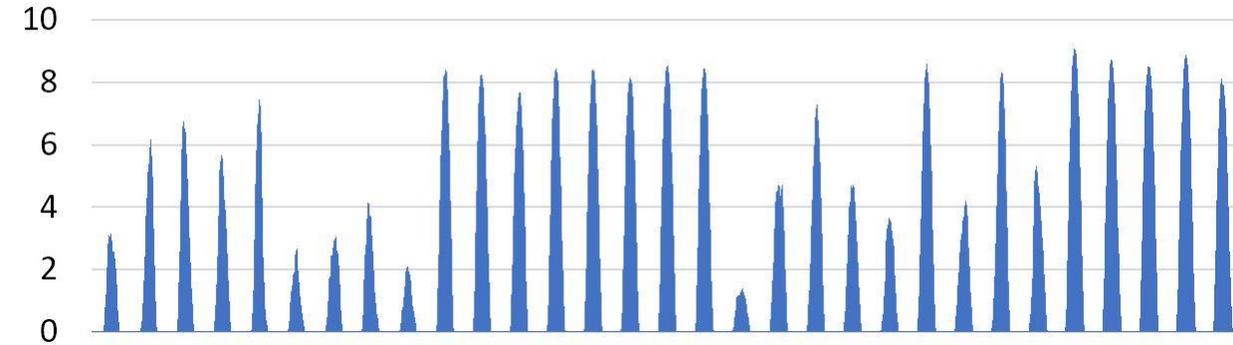
### 3. La variabilité du photovoltaïque et le réseau

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

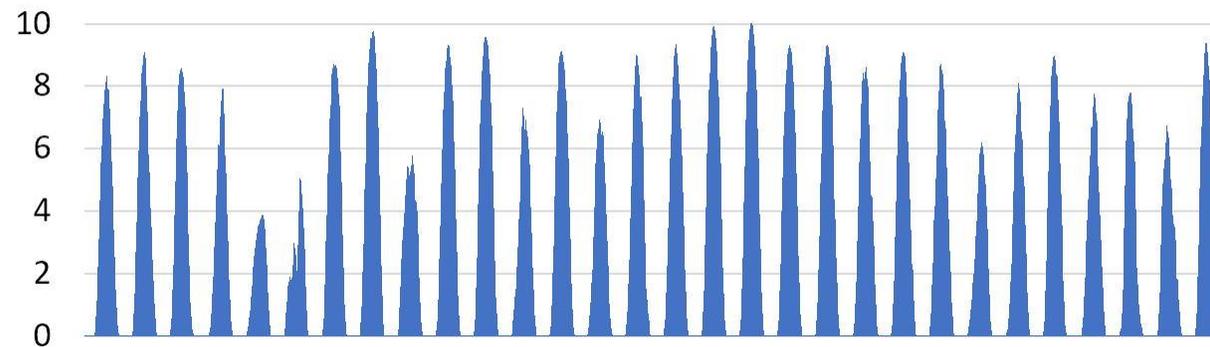
Les 31 jours de décembre 2016 (MWh/quart d'heure)



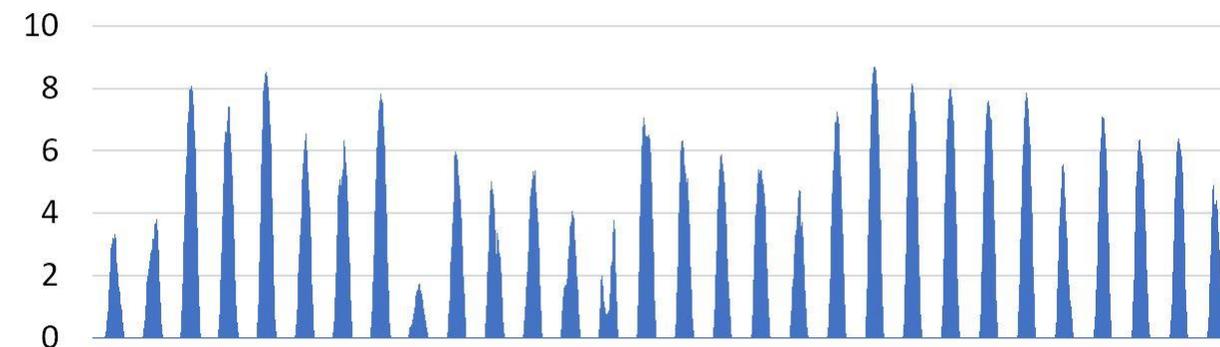
Les 31 jours de mars 2017 (MWh/quart d'heure)



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



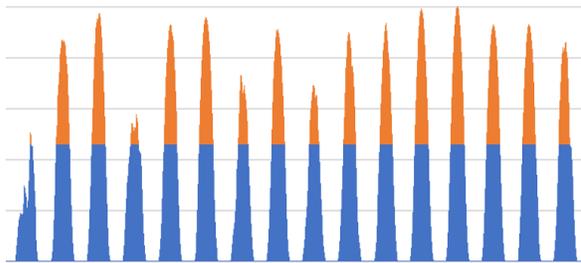
Les 30 jours de septembre 2017 (MWh/quart d'heure)



# Trop d'électricité en été?

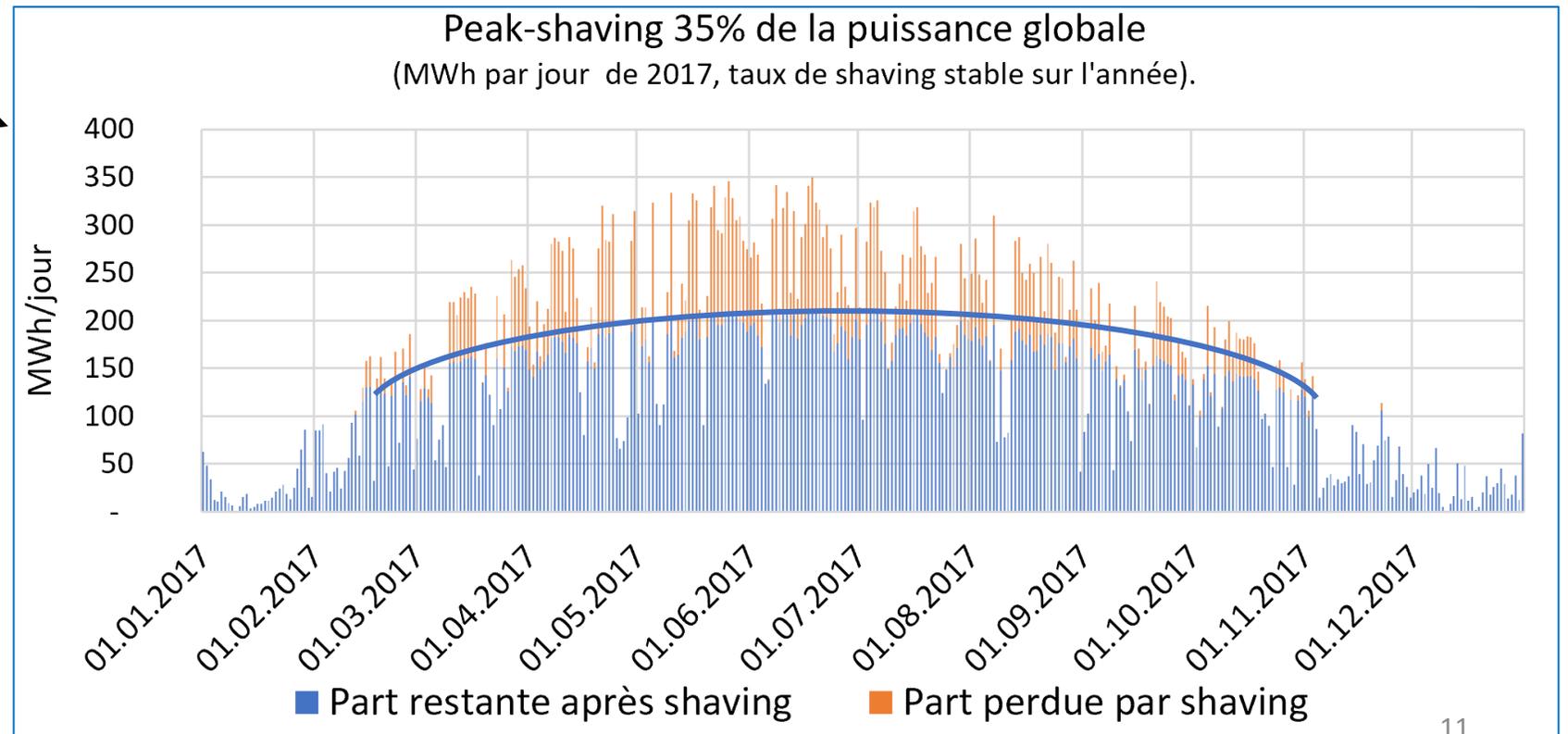
D'abord remplir les installations de stockage.

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)**



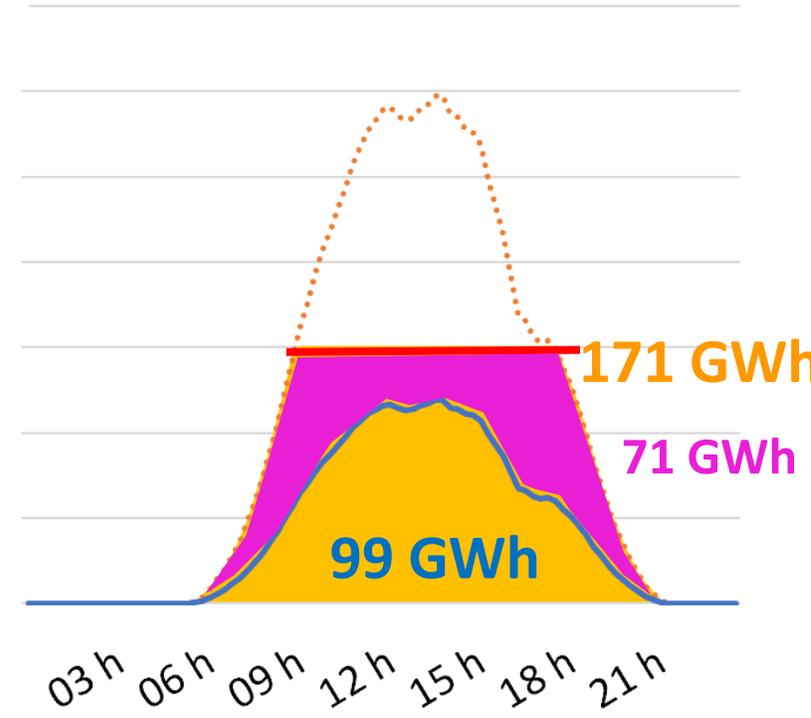
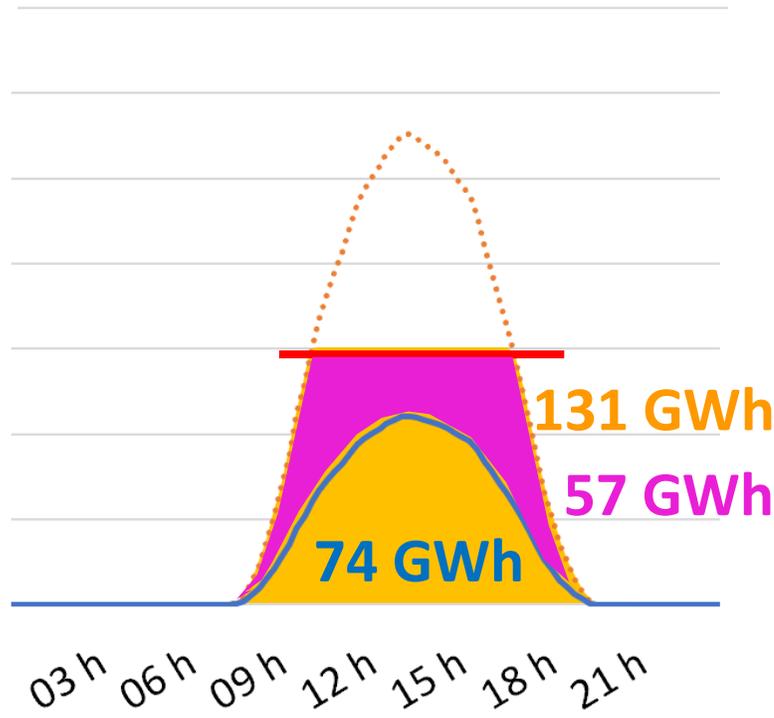
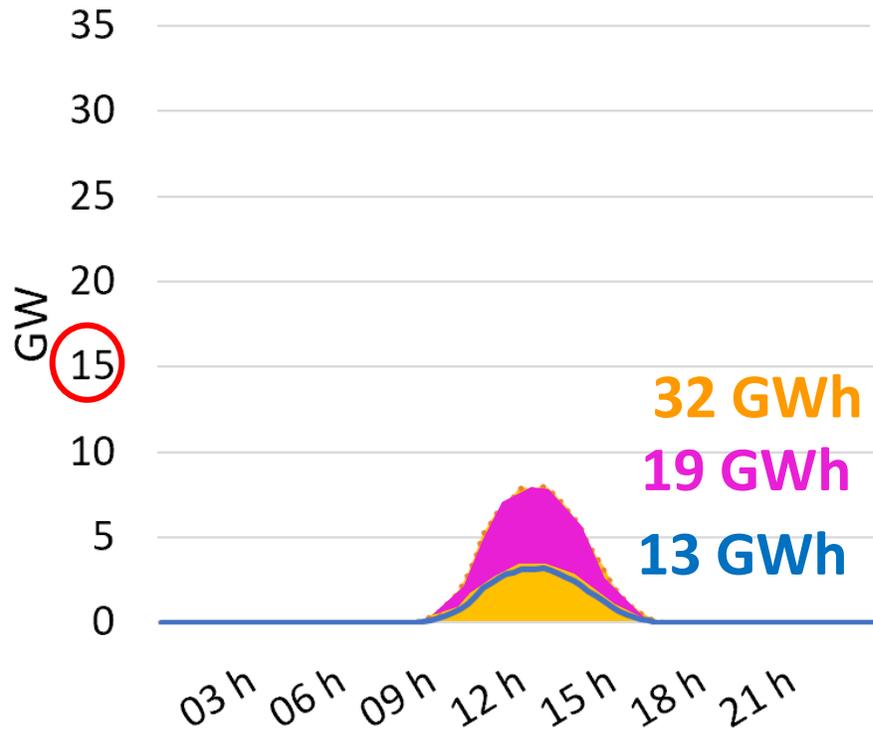
# Grace au Peak-shaving davantage d'électricité solaire en hiver

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

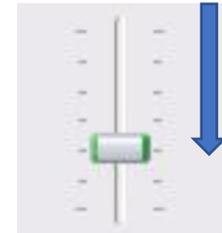
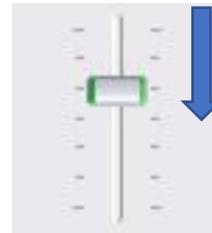
21 décembre 2017

23 septembre 2017

21 Juin 2017



Peak-shaving



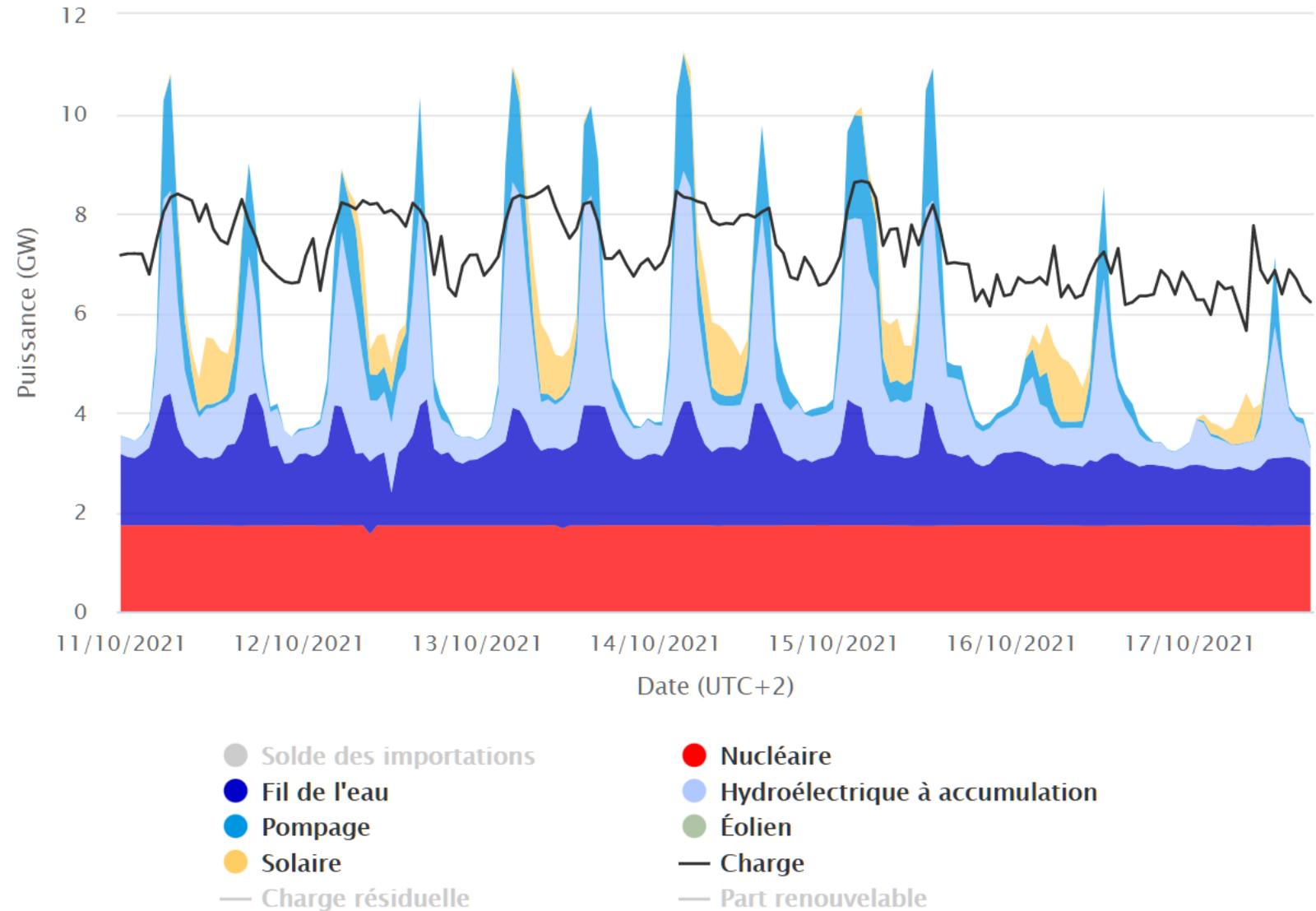
## Production électrique en Suisse dans la semaine 41 2021

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

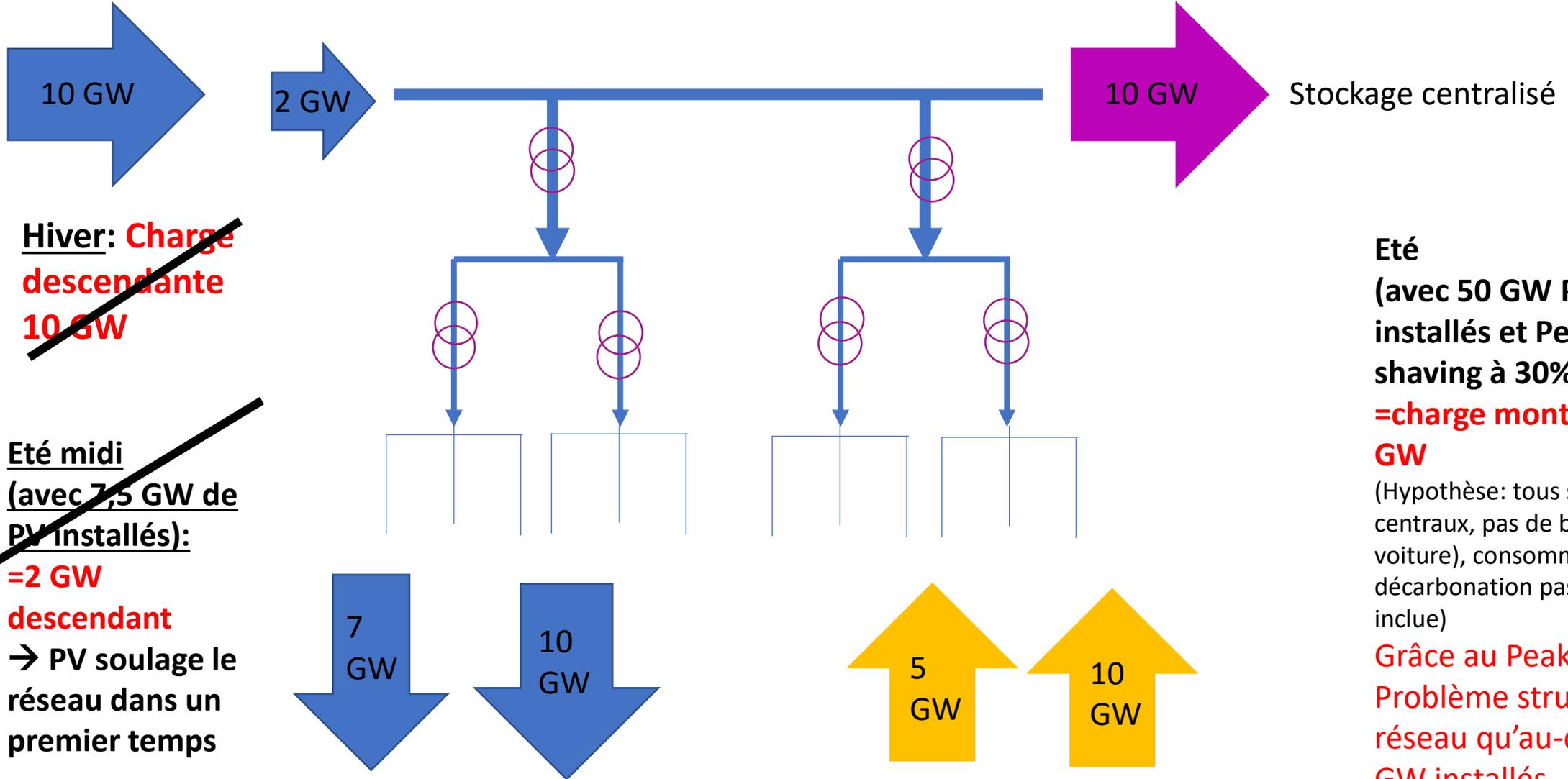
Donc aucun problème pour stocker de l'électricité pour quelques heures ou jours, voire pour 1-2 semaines

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



# Le réseau totalement dépassé?

Centrales de production

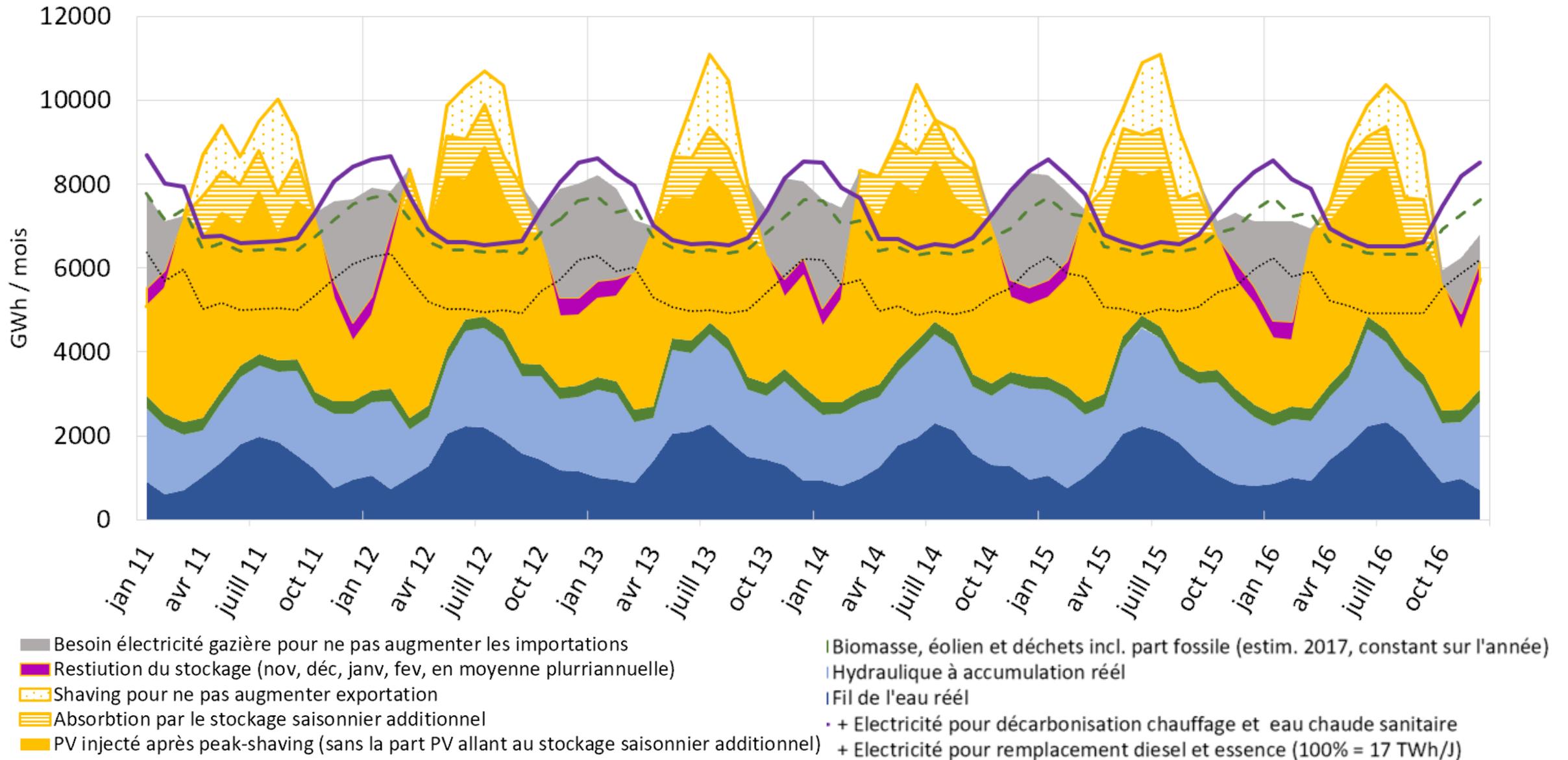


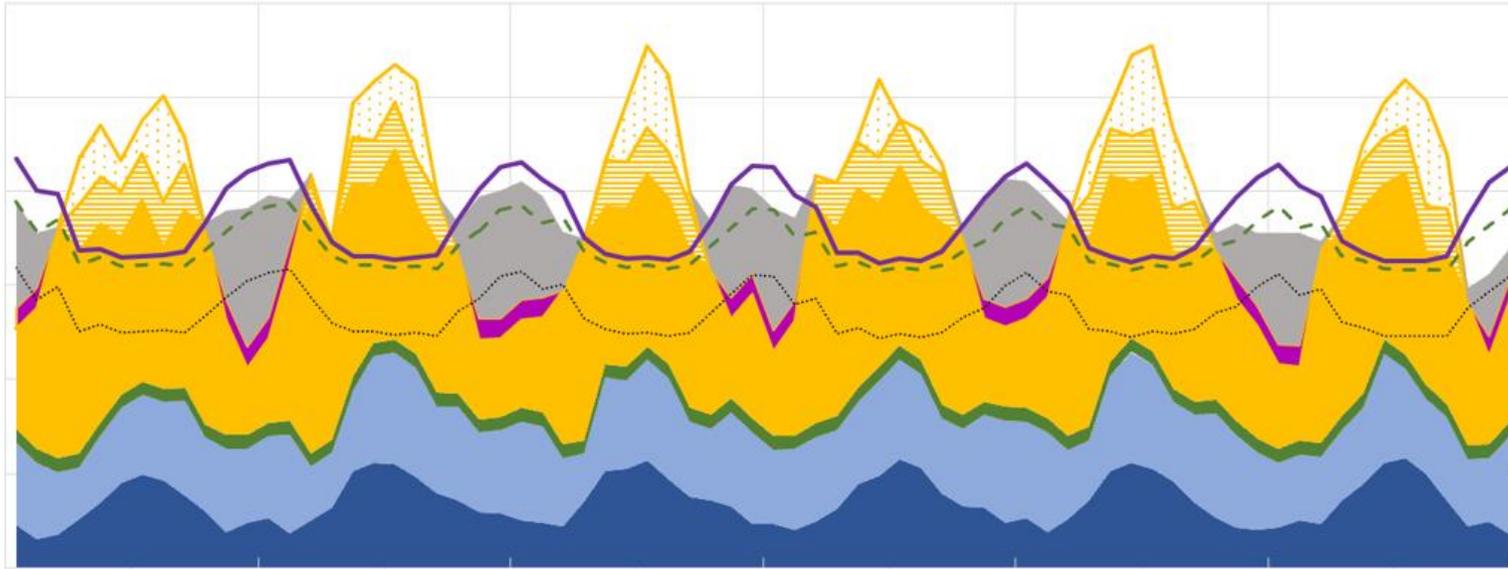
**Eté**  
**(avec 50 GW PV installés et Peak-shaving à 30%= 15GW)**  
**=charge montante de 8 GW**

(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.**

# 4. 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>

# 5. L'approvisionnement hivernal

**Solutions à combiner pour éviter le scénario du pire, à savoir la production de 9 TWh à base 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.



## En cas d'usage du gaz

Le gaz n'est pas un fléau. En particulier parce qu'il offre une réassurance contre 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.**



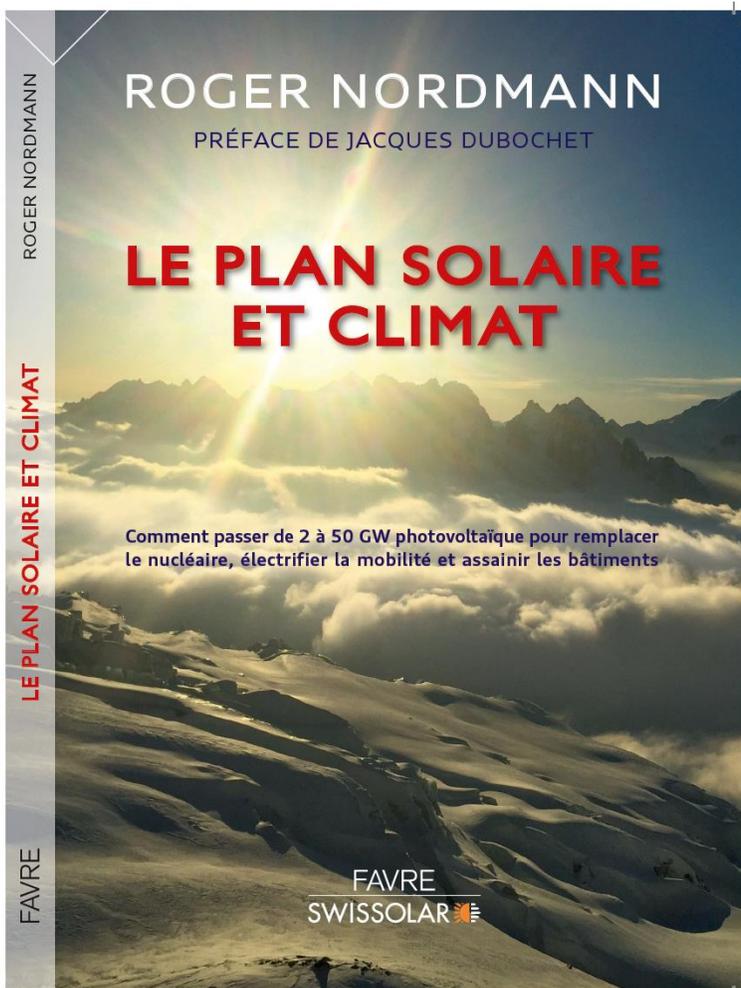
2 x 1 MW<sub>el</sub> sur un toit à ZH (ici une génératrice de secours, photo Powerloop.ch )

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

- 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 CO<sub>2</sub> → Dernière position dans l'ordre de mérite → utilisation qu'en cas de prix élevés à la bourse.
- Pleine utilisation de la 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

# 6. Conclusion

1. Planification étalée dans le temps de la mise hors-services des centrales nucléaires, pour donner un signal clair aux investisseurs et réduire le risque de défaillance imprévue due au vieillissement
2. Le Parlement vient d'améliorer le financement des énergies renouvelables, en particulier du PV sans autoconsommation. Il faut ancrer des objectifs d'expansions plus ambitieux, la réserve hydraulique et un rehaussement prochain des moyens (parce que le marché est irrémédiablement dysfonctionnel, avec des prix au niveau des coûts marginaux au lieu des coûts totaux).
3. Simplifier les procédures d'autorisation pour l'hydro à accumulation et l'éolien (Proposition S. Sommaruga).
4. Accès au marché électrique UE: torpillé par le CF avec l'accord-cadre
5. Loi CO2 de remplacement après l'échec du 13 Juni (décarbonation des bâtiments, des transports et de l'aviation)
6. Première tranche de «Power-to-gas»
7. Première tranche de bloc de couplages chaleur-force, selon le «concept d'assurance»



Merci pour l'attention

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

