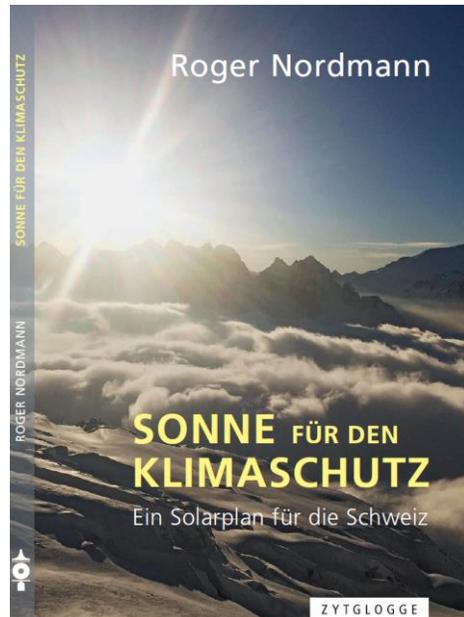
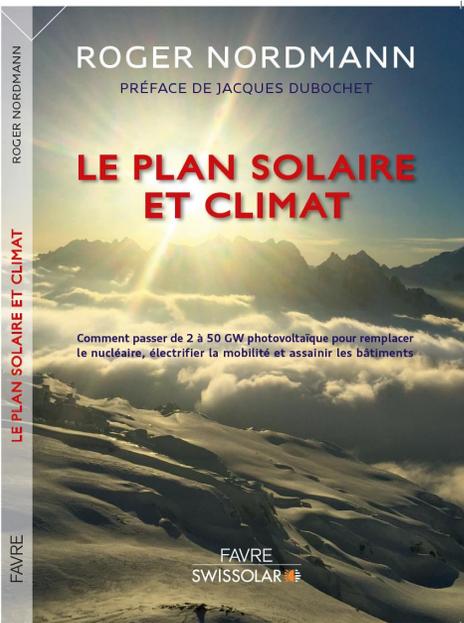


CLIMACT @unil et epfl
31.1.2022

Le photovoltaïque comme pilier de l'approvisionnement électrique

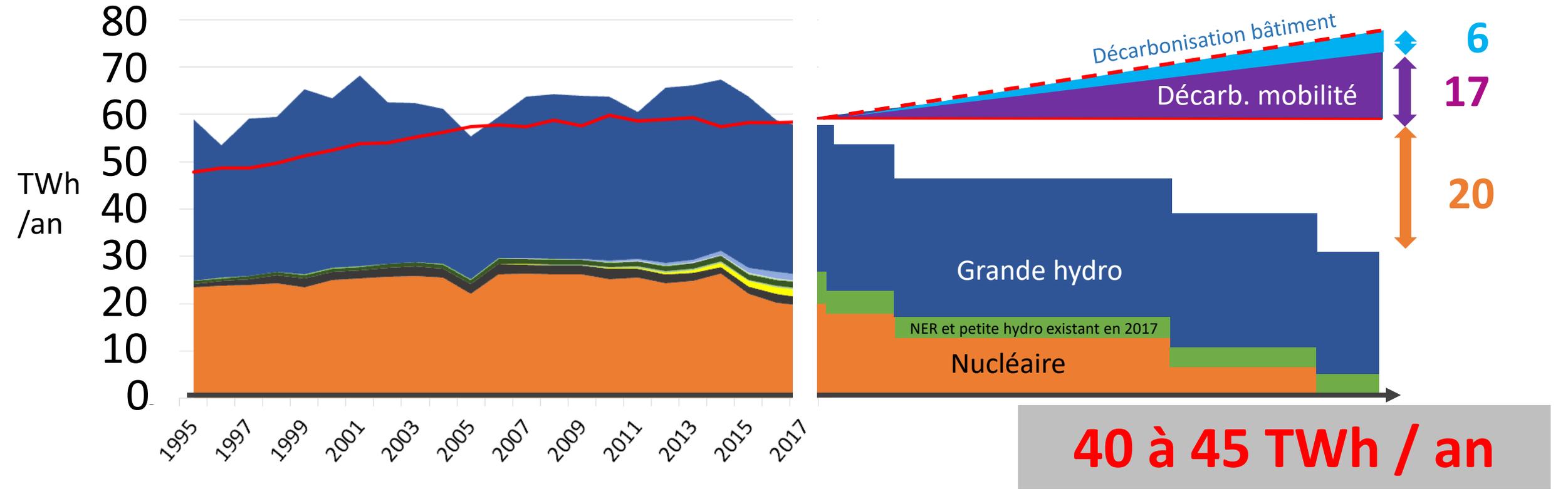


Roger Nordmann
Conseiller national PS/VD,
Membre CEATE-N, Président Groupe PS

Plan de la Présentation

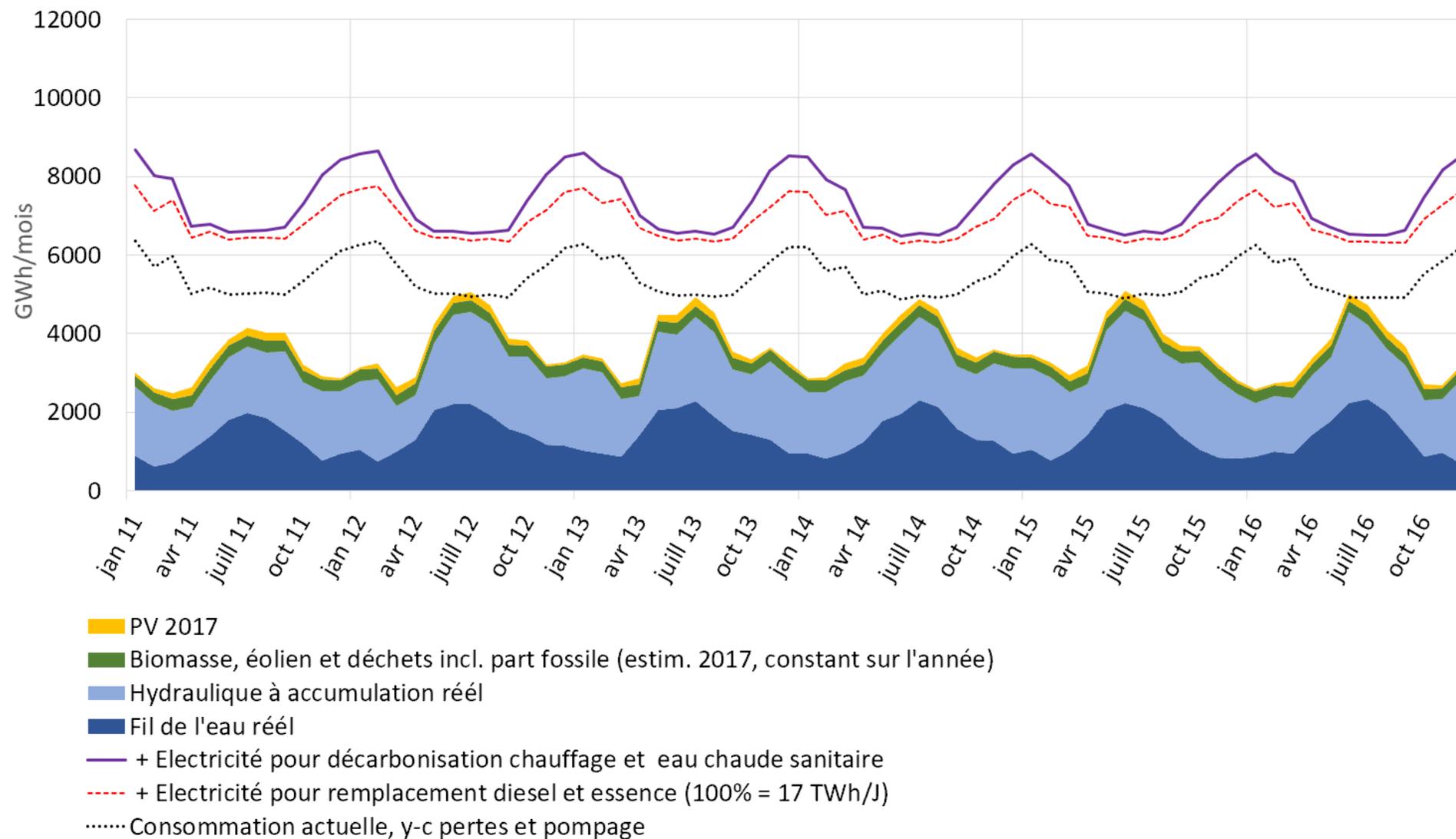
- 1. La production et le besoin d'électricité y-c la décarbonation**
- 2. Le photovoltaïque est la variante la plus réaliste**
- 3. La variabilité du photovoltaïque et le réseau**
- 4. La modélisation sur une base mensuelle avec 50 GW PV**
- 5. L'approvisionnement hivernal**

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

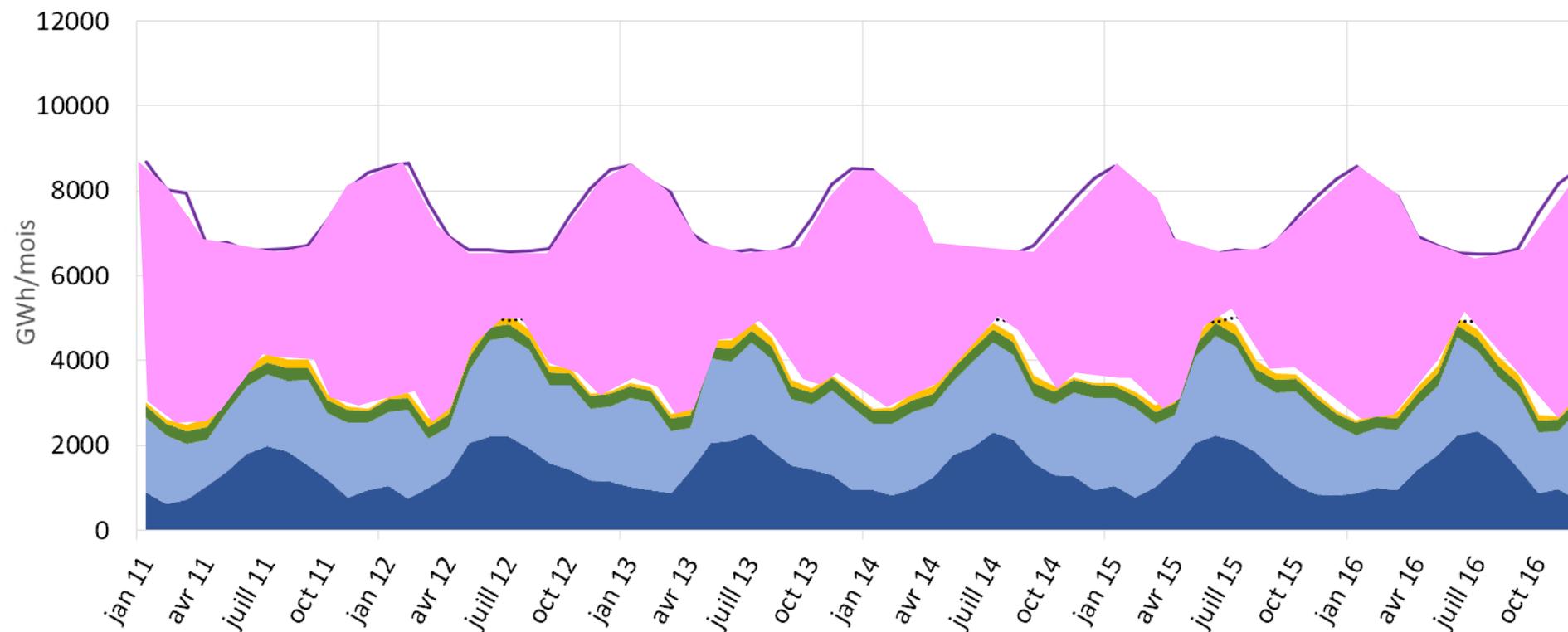


- Nucléaire
- Biomasse bois+agric.
- Eolien
- Fossile (principalement déchets)
- Déchets renouvelables
- Hydro RPC (<10MW)
- Photovoltaïque
- Stations d'épuration
- Grande hydro net (=./././ RPC)
- Consommation nette pour usages actuels
- Consommation nette y c. décarbonisation mob. et bât.

La répartition mensuelle

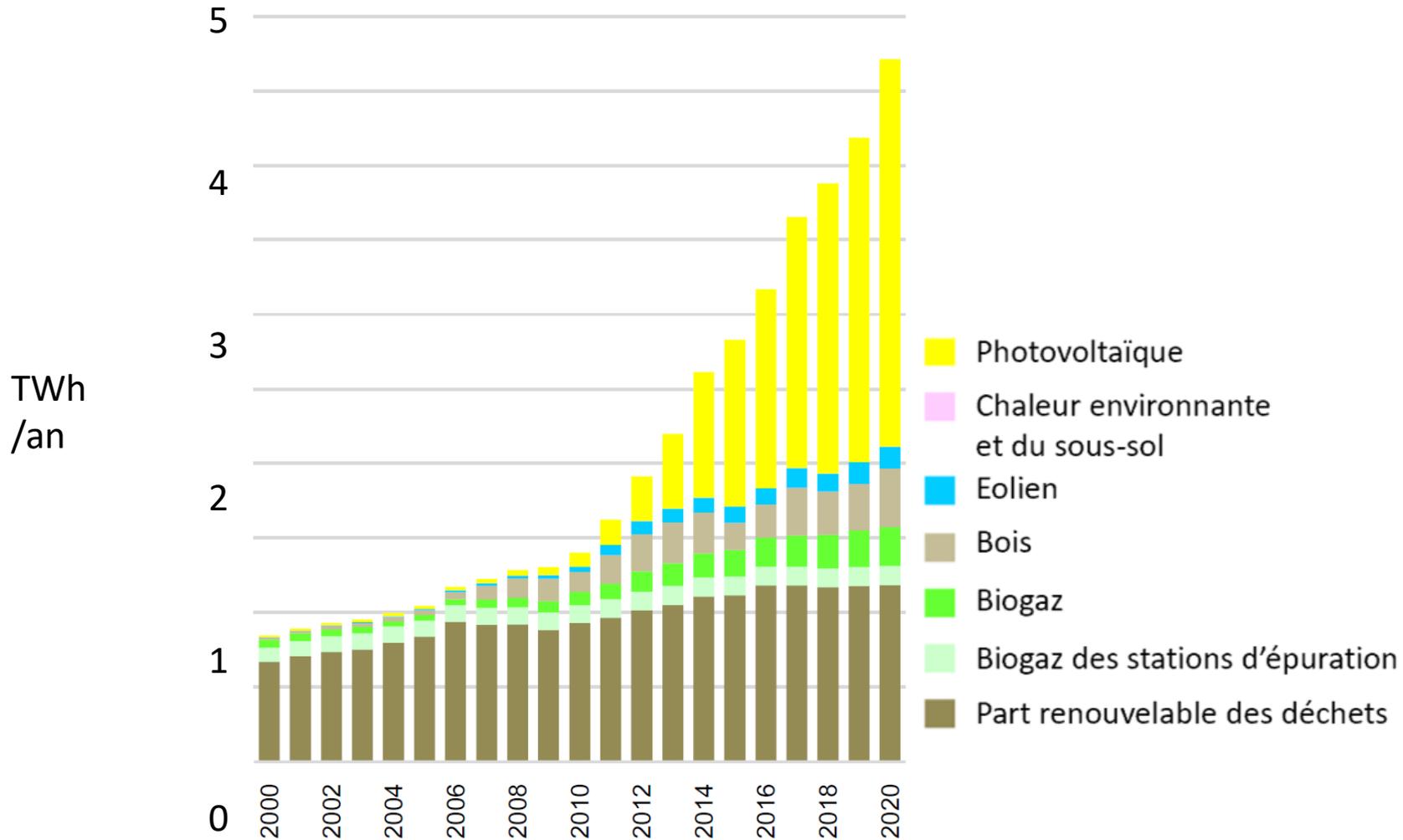


La répartition mensuelle



- 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

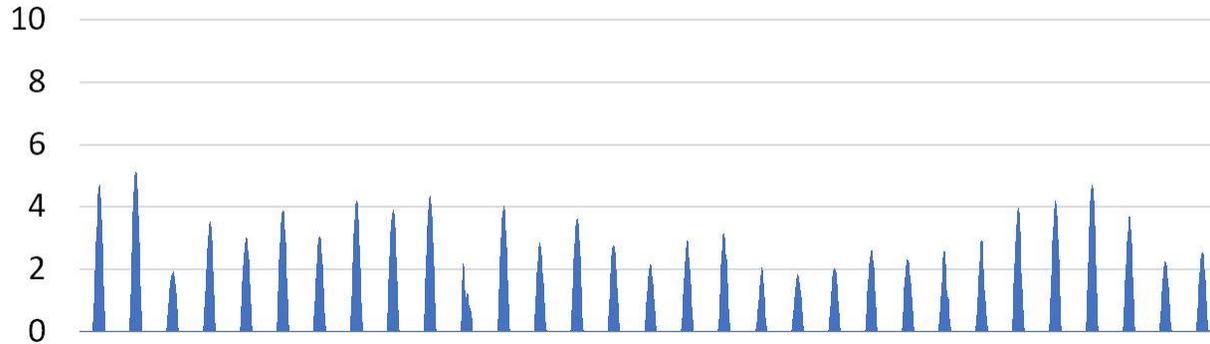
	TWh	Potentiel exploitable	Exploitable à court et moyen terme	Surface au sol [km ²]
Toits		49.1	23.3	153
Façades		17.2	8.2	(Surf. verticale: 107.4)
Routes		24.7	2.5	16.2
Parking		4.9	3.9	25.7
Bordure d'autoroutes		5.6	3.9	25.7
Alpes (Pâturages)		16.4	3.3	31.3
Total		117.9	45.1	251.9 (Sans façades)

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

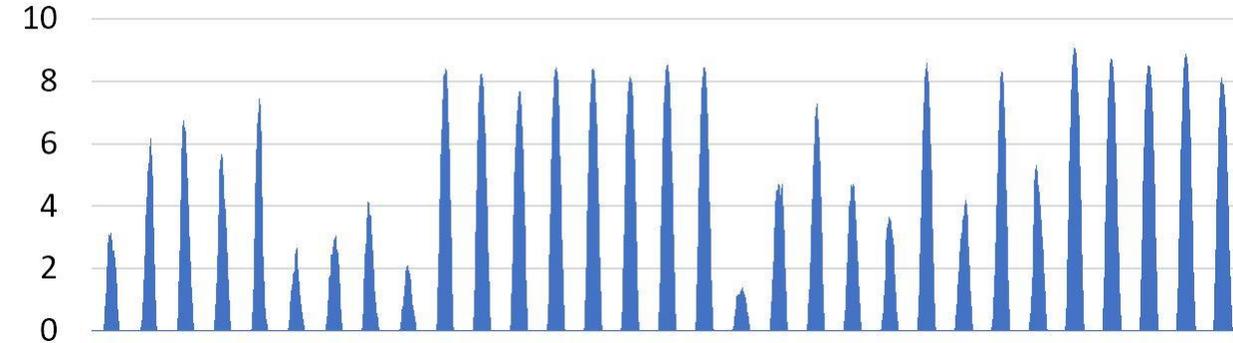
3. La variabilité du photovoltaïque et le réseau

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

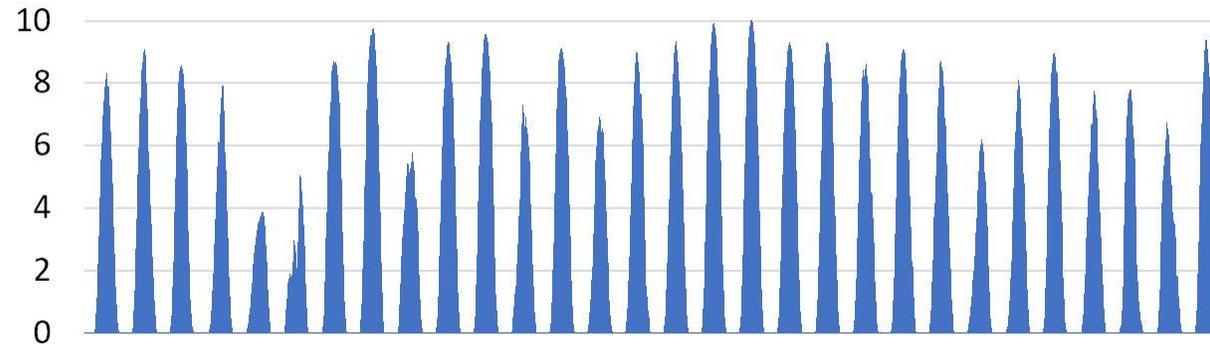
Les 31 jours de décembre 2016 (MWh/quart d'heure)



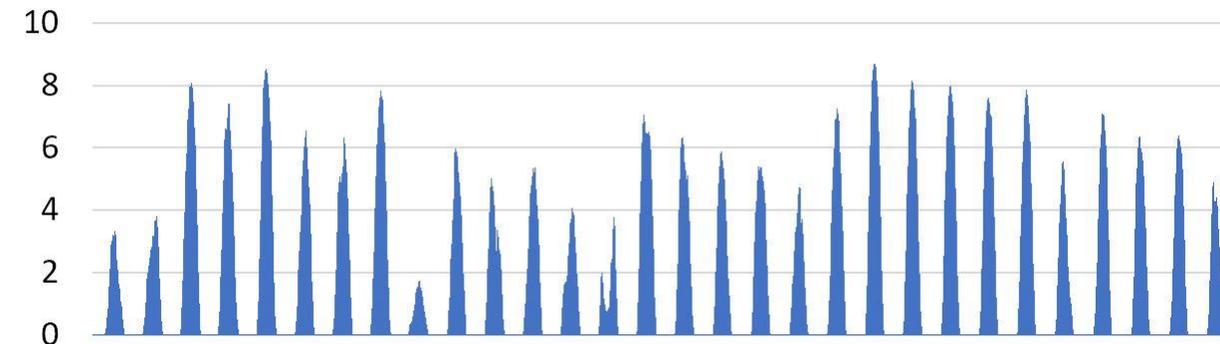
Les 31 jours de mars 2017 (MWh/quart d'heure)



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



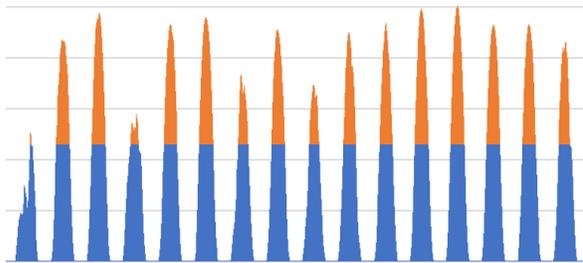
Les 30 jours de septembre 2017 (MWh/quart d'heure)



Trop d'électricité en été?

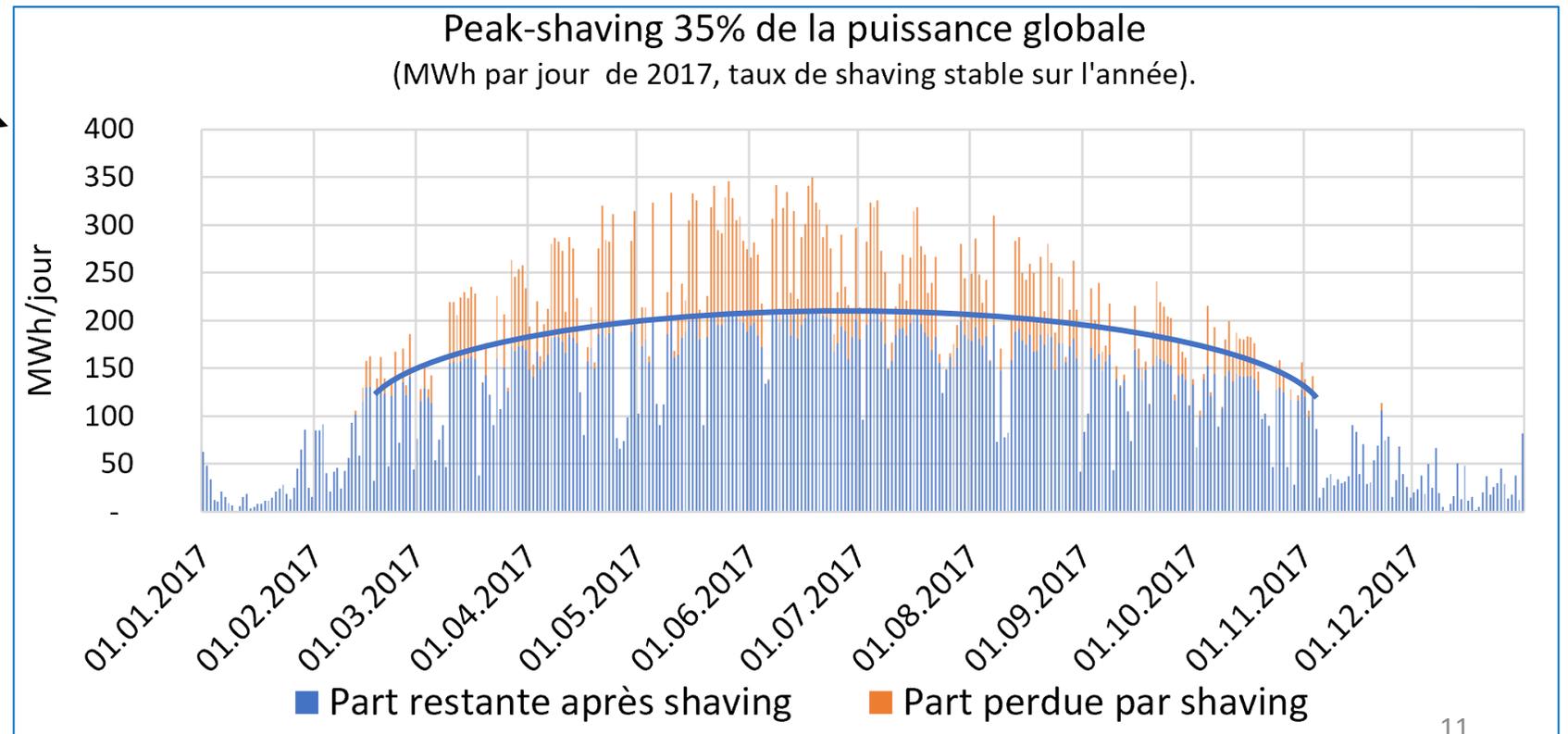
D'abord remplir les installations de stockage.

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)



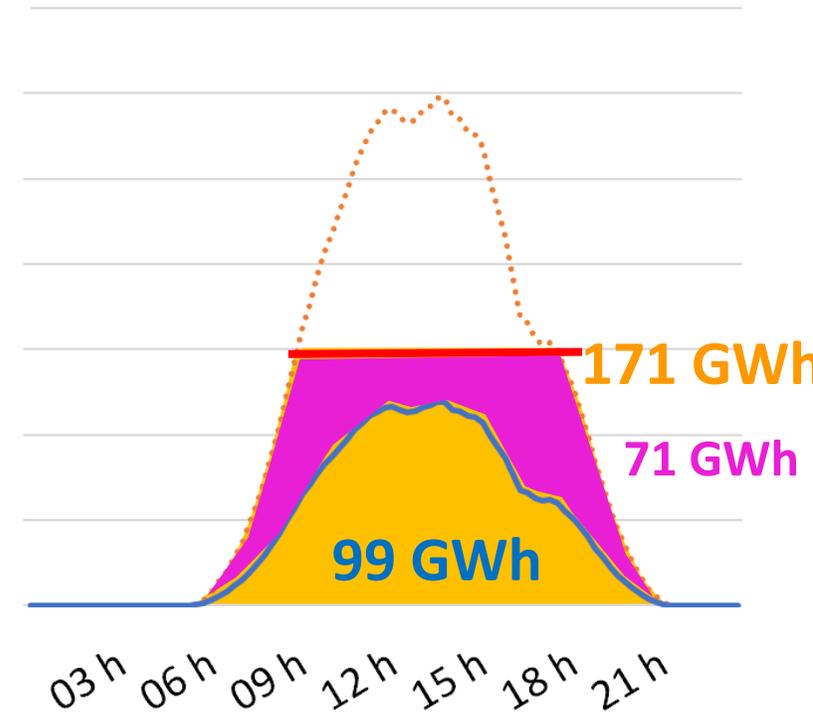
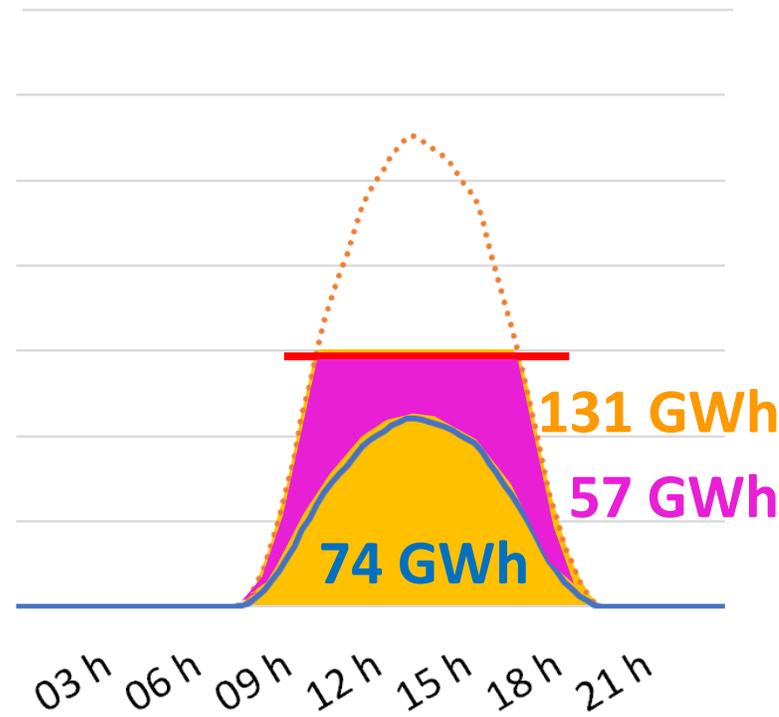
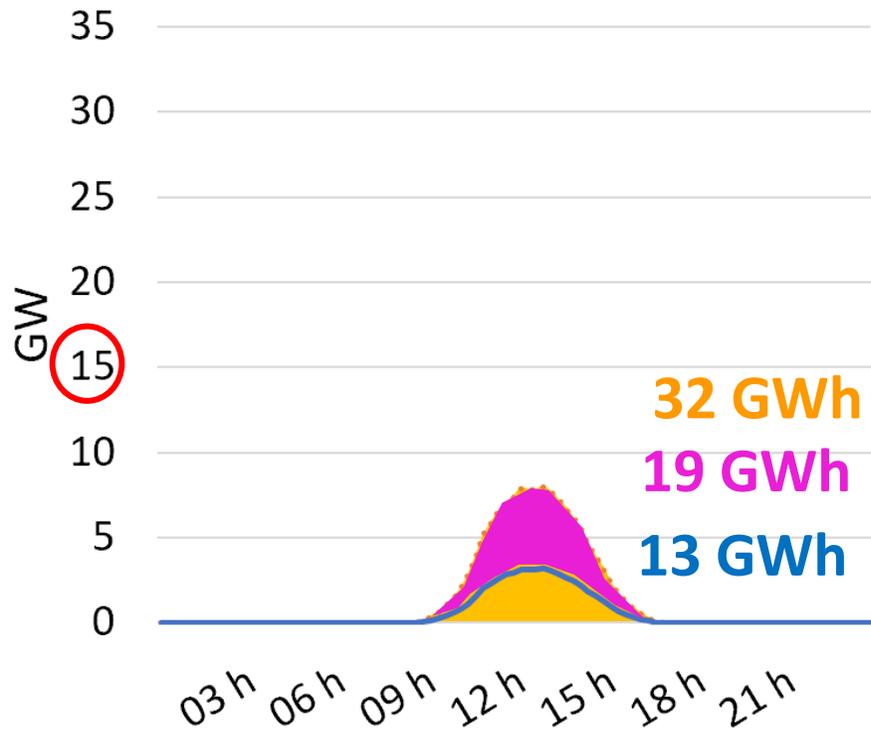
Grace au Peak-shaving davantage d'électricité solaire en hiver

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

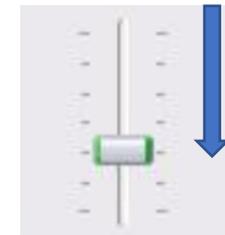
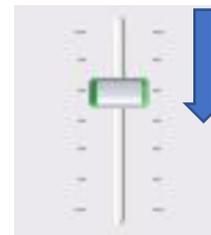
21 décembre 2017

23 septembre 2017

21 Juin 2017



Peak-shaving



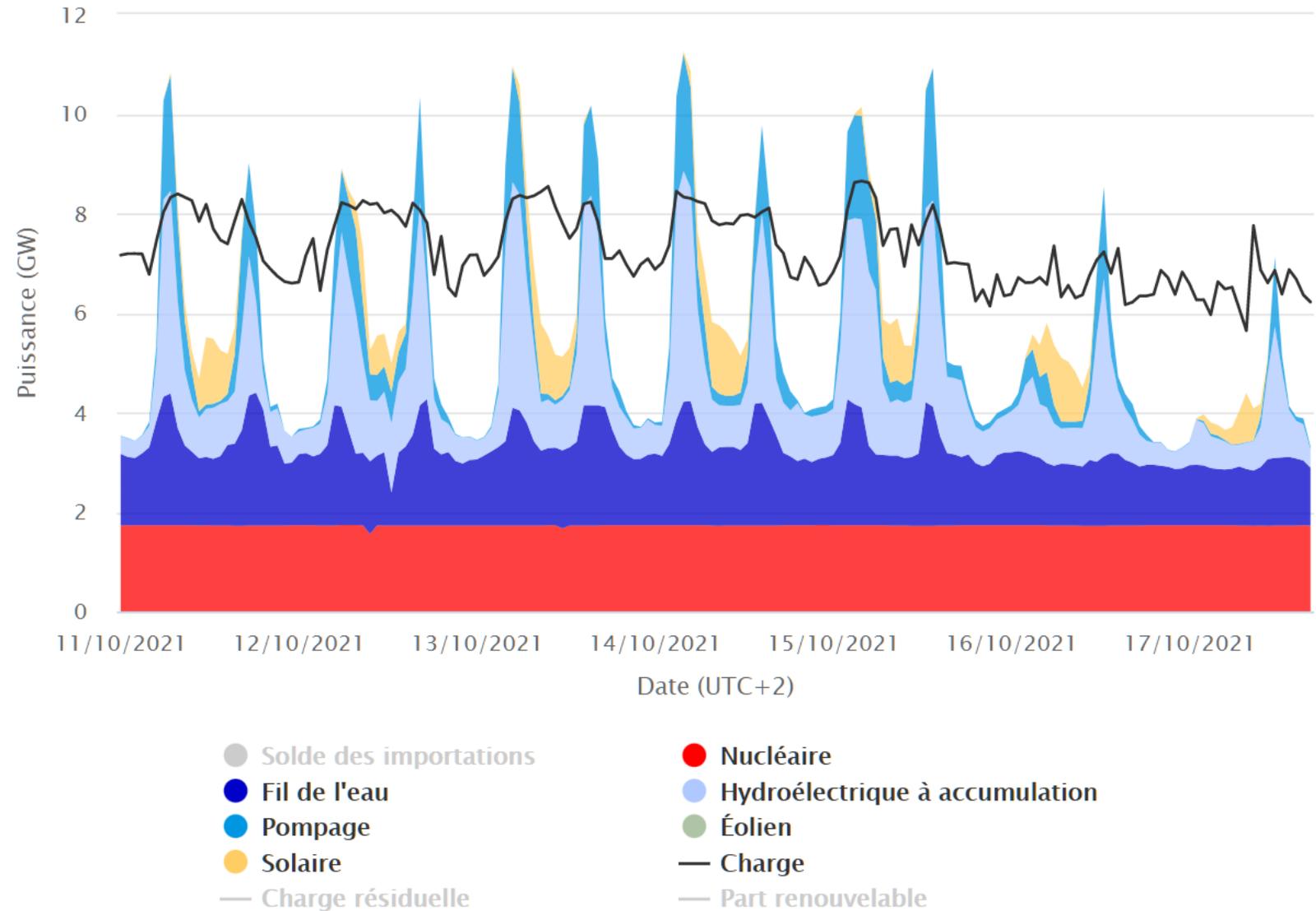
Production électrique en Suisse dans la semaine 41 2021

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

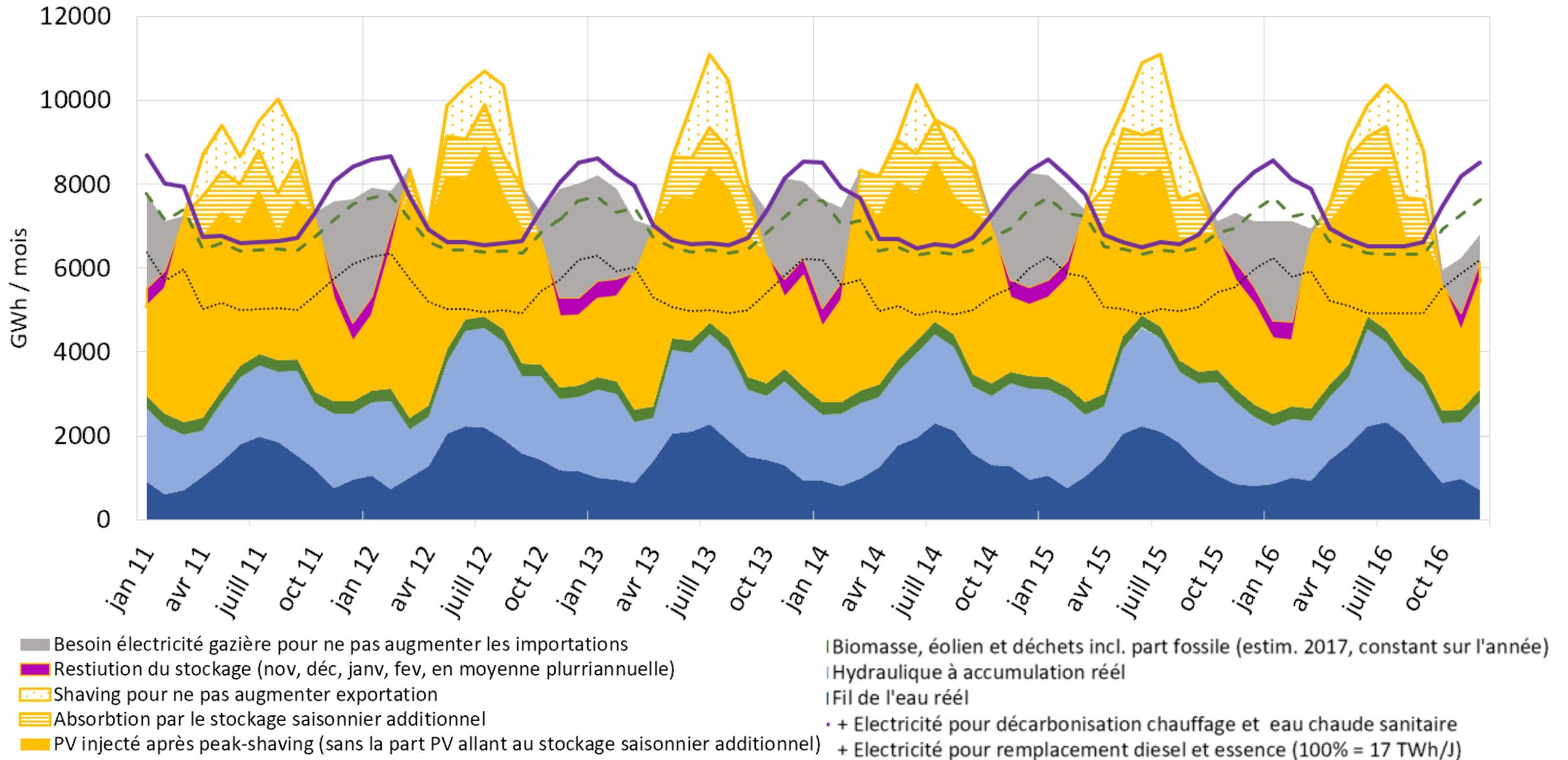
Elle peut ajuster très rapidement la puissance des pompes et des turbines. Assez unique au plan international

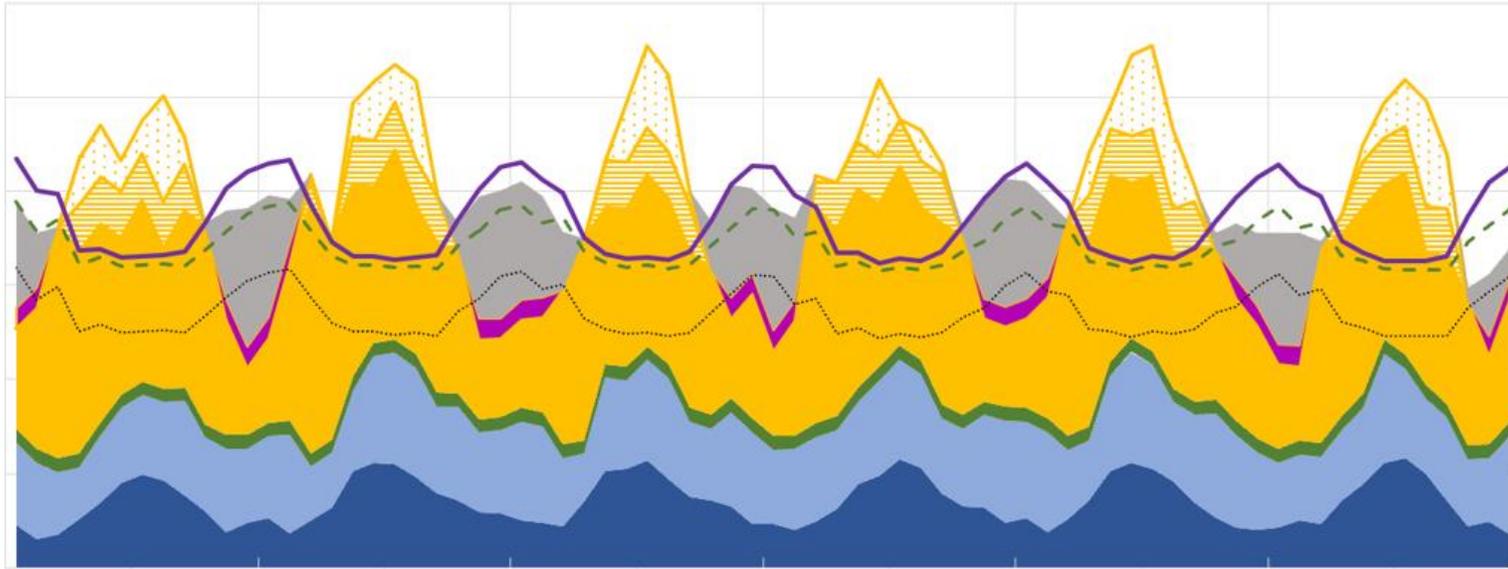
Donc aucun problème pour stocker de l'électricité pour quelques heures ou jours, voire pour 1-2 semaines

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



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 CO₂

Bilan CO₂

Millions de tonnes CO ₂	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
Total	30.8	4.4
Baisse du CO2		-86%

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

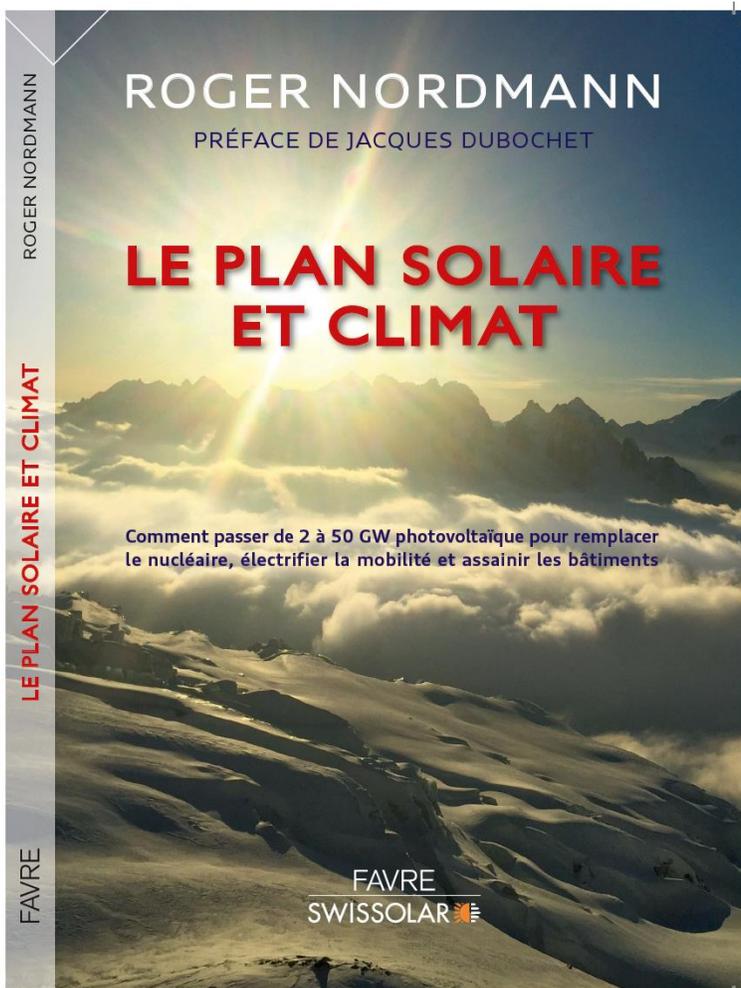
Production hivernale

- 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.





Merci pour l'attention

www.roger-nordmann.ch

