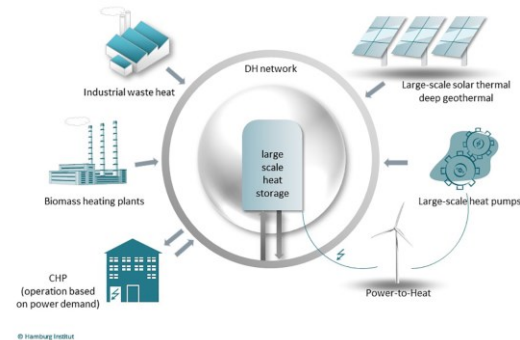


# Réseaux thermiques zéro net :

## Pics de consommation, décarbonation ou réduction ?

### Intégration de stockage thermique dans les réseaux

### Rôles et effets des stockages horaires/journalier ou saisonnier



Lausanne, le 15 juin 2023

Lucien Dorthe, Chef de projet, RWB Fribourg SA  
lucien.dorthe@rwb.ch



# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage horaire/journalier dans le CAD
- Accumulateur hydraulique
- Typiquement  $\sim 10 - 200\text{m}^3$  /  $\sim 1'000 \text{ CHF/m}^3$
- Rôle de l'accumulateur horaire/journalier
  - Lissage de la production vis-à-vis de la consommation
    - Selon QM-Bois 1h pleine puissance chaudière bois
  - Couverture des petites pointes d'appel de puissance
  - Pas de réduction de la puissance crête à installer en centrale
  - Gestion de la cascade de production de chaleur
  - Cas de production de chaleur par PAC → Optimisation de l'autoconsommation du courant photovoltaïque → Stockage journalier



# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

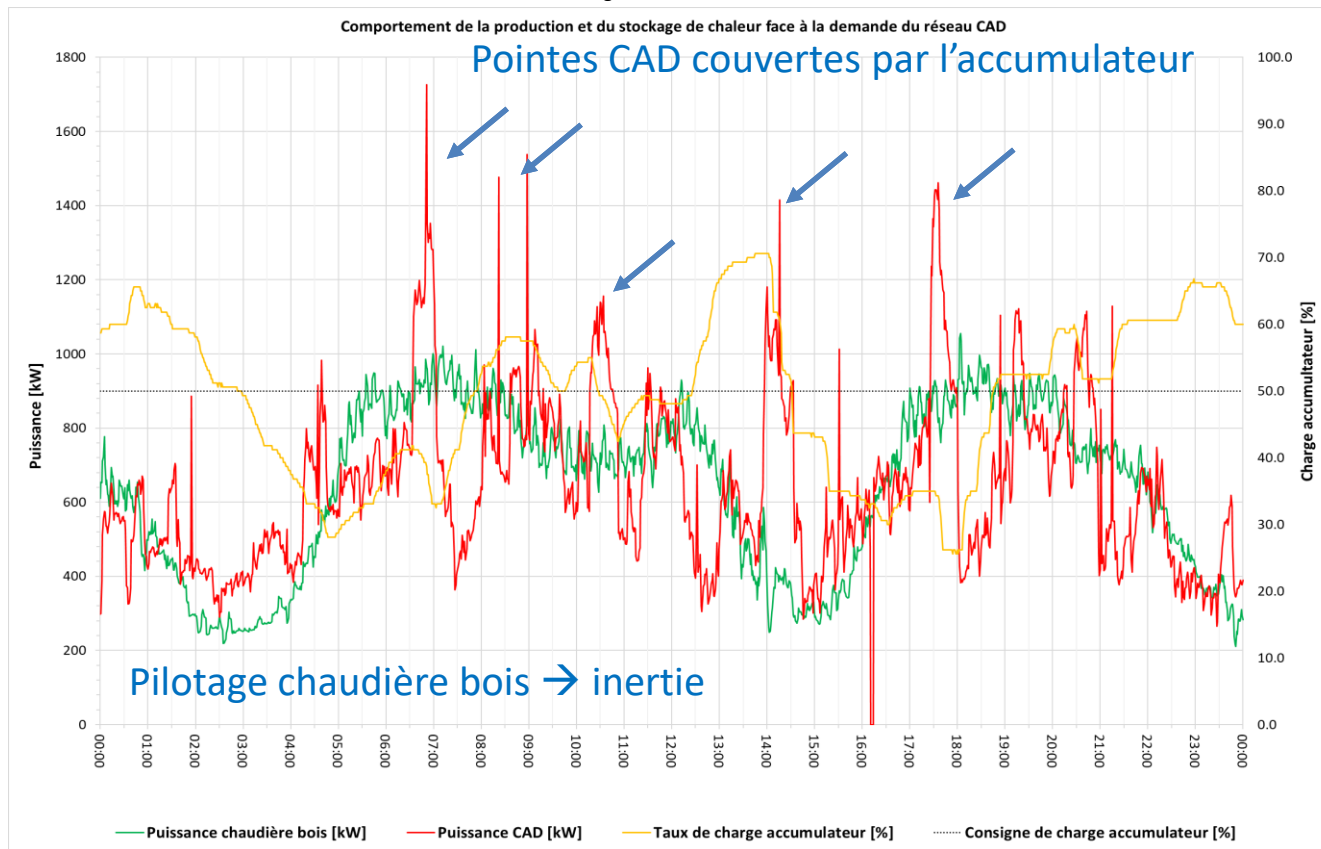
- Stockage horaire/journalier dans le CAD
  - Intégration dans les locaux techniques – qq exemples



# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage horaire/journalier dans le CAD → Exemple valeurs réelles

Source : Relevés de la centrale d'Orbe Montchoisi / RWB & VOnergie



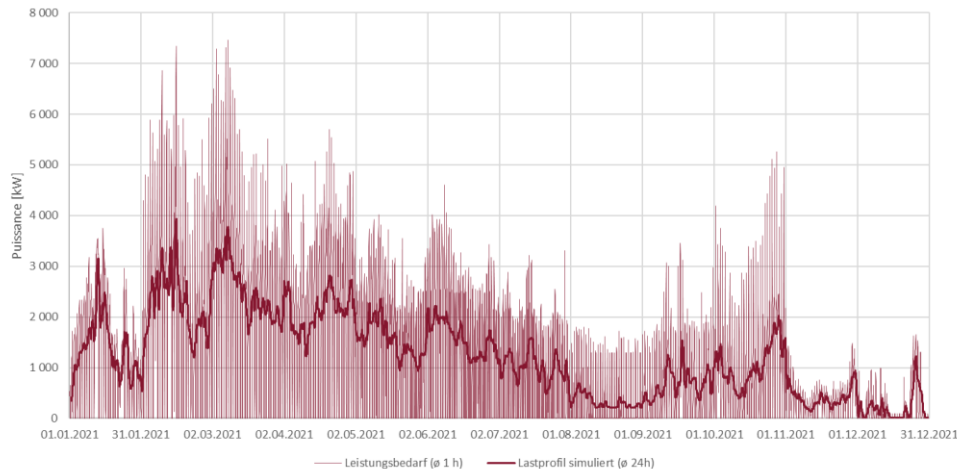
$P_{\max}$  CAD :  
1'400kW-1'600kW

$P_{\max}$  Bois :  
1'000kW



# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage journalier dans le CAD → Exemple calculé
- Exemple maraicher/producteur de tomate
  - Centrale de chauffe pour plusieurs serres
    - Actuel : Chaudière gaz 6 MW / Accu 800m<sup>3</sup> / injection CO<sub>2</sub>
    - Projet : chaudière plaquettes 2 MW
    - Toute l'année → pointes horaires à 7MW
    - Les besoins chutent très vite en journée si soleil (même en hiver)



Source : Modélisation ProCalor / RWB



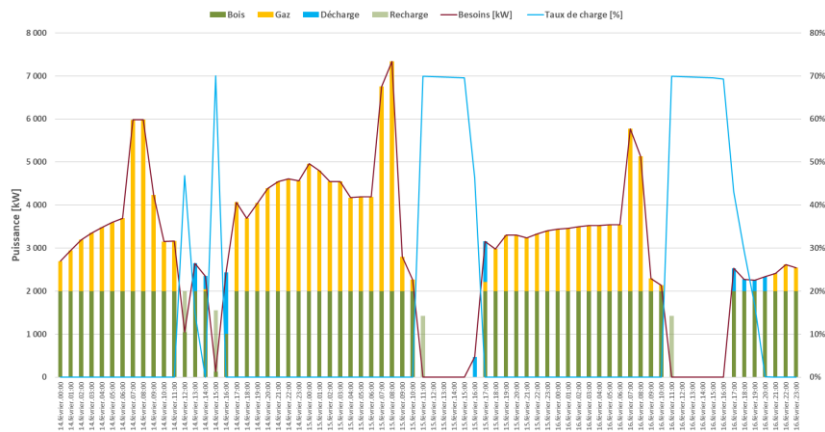
# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage journalier dans le CAD → Exemple calculé ProCalor
  - Chaudière plaquettes 2 MW + gaz 6 MW

Volume accumulateur	Remarques	% couvert par le bois	Heures de fonctionnement equiv. [h]
0m <sup>3</sup>		73%	3'580
70m <sup>3</sup>	1h bois / 2'000kWh	80%	4'300
400m <sup>3</sup>	6h bois / 12'000kWh	88%	4'840
800m <sup>3</sup>	Réellement installé / 24'000 kWh	92%	5'060

# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

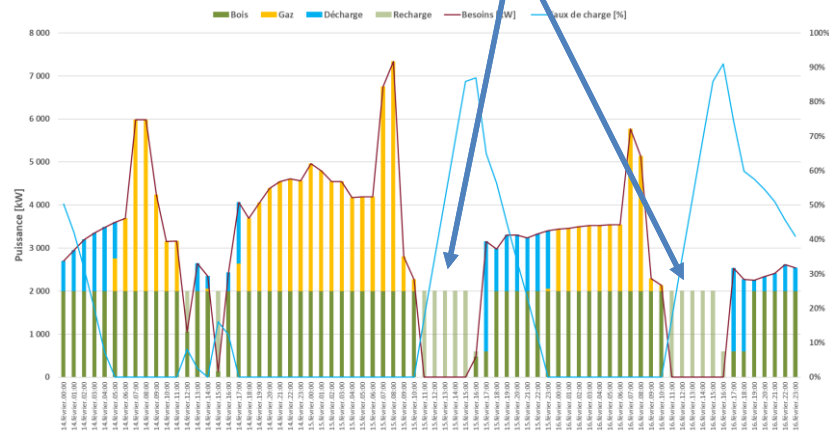
- Stockage journalier dans le CAD → Exemple calculé ProCalor
  - Courbes calculées 14-16 février



70 m<sup>3</sup>



Fonctionnement en bande de la chaudière bois (en hiver)



400 m<sup>3</sup>



# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage saisonnier dans le CAD
- Accumulateur hydraulique
- $\sim 100'000\text{m}^3$  et plus /  $\sim 100\text{-}250 \text{ CHF/m}^3$
  
- Rôle de l'accumulateur saisonnier
  - Stockage de rejets de chaleur
  - Stockage de production solaire estivale
  - Réduction de la puissance de pointe à fournir en hiver
  - Augmentation de la part renouvelable
  - Fonctionnement annuel de la production de chaleur renouvelable

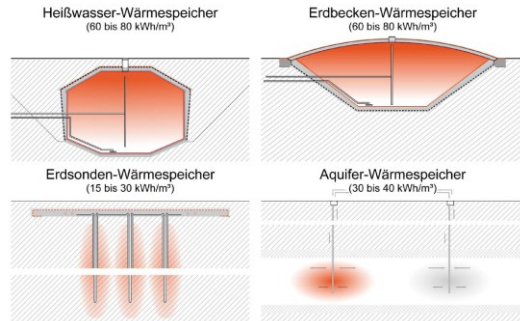
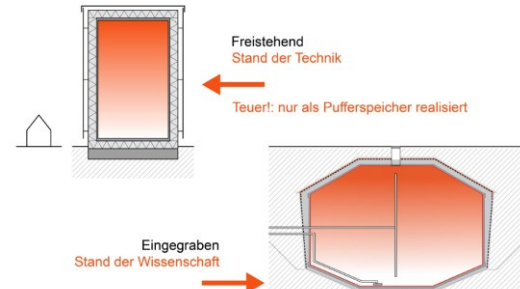




# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage saisonnier dans le CAD

Grundtypologie von großen Wärmespeichern



Source : Solites, IEA Tagung Thermische Speicher, [www.solites.ch](http://www.solites.ch)



Source : Sunstore 3, Dronninglund Fjernvarme



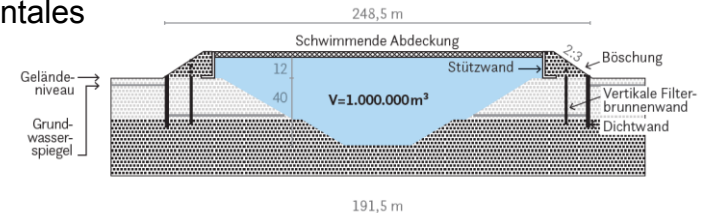
Source : Pit Thermal Energy Storages, Ramboll

Source : Pit Thermal Energy Storages, Ramboll



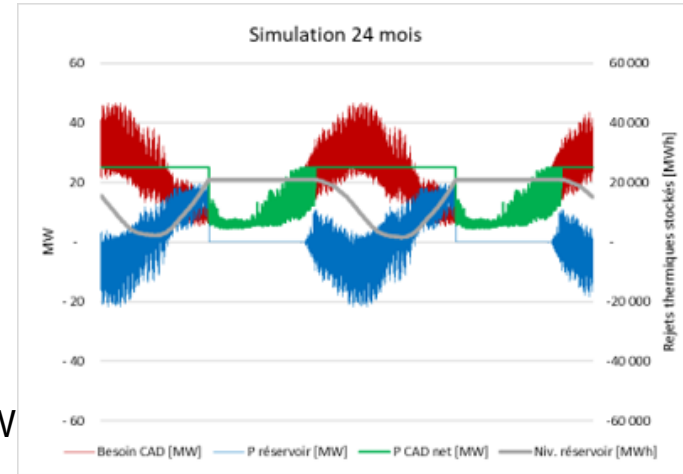
# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage saisonnier dans le CAD
- Etude de cas – SATOM – CAD Chablais
  - Besoins : 165 GWh/a
  - $P_{\text{crête}}$  : 47 MW
  - But :
    - Valoriser les rejets de chaleur estivaux (bande 20-25MW)
    - Réduire la part de fossile à injecter en hiver
    - Réduire la part de fossile à installer (investir) dans les futures centrales d'appoint à construire en lien avec le développement du réseau
  - Intégrer un stockage saisonnier hydraulique dans un site d'extraction de gravier en fin d'exploitation (à proximité)
    - Présence de la nappe
    - Contraintes géotechniques/environnementales



# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage saisonnier dans le CAD
- Etude de cas – SATOM – CAD Chablais
  - Modélisation simplifié horaire
    - Accumulateur de 600'000 m<sup>3</sup>
    - Puissance accumulateur : 22 MW
    - Puissance rejets en bande : 25 MW
    - Chaleur fatale valorisée : 22 GWh/a
    - Ecrêtage de la puissance hivernale de 22MW  
→ tout au long de l'hiver  
→ réduction des investissements  
pour la puissance de pointe (fossile) → ce qui apporte la rentabilité au projet

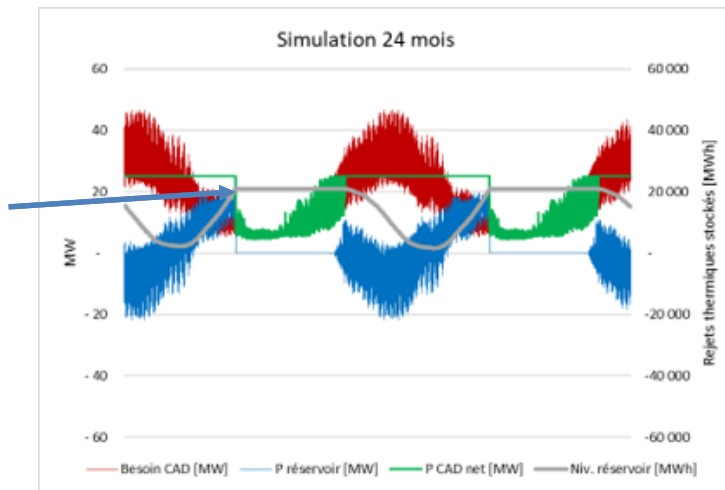


Modélisation CAD Chablais / RWB & SATOM

# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Stockage saisonnier dans le CAD
- Etude de cas – SATOM – CAD Chablais
  - Modélisation simplifié horaire
    - Effet journalier pris en compte !
    - Aspects hydraulique / passage mode charge/décharge par pris en compte
  - ~1 cycle annuel + effet journalier

Accu plein en début d'été  
→ Rejets pas complètement valorisés



# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Bilan stockage horaire/journalier vs saisonnier (stockage hydraulique)

	Horaire/journalier	Saisonnier
Volume [m <sup>3</sup> ]	~10-200 m <sup>3</sup>	> 100'000 m <sup>3</sup>
Densité énergétique [kWh/m <sup>3</sup> ]	30-50 kWh/m <sup>3</sup>	30-50 kWh/m <sup>3</sup>
Rendement [%]	90-95%	70-80%
Coûts [CHF/m <sup>3</sup> ]	~1'000 CHF/m <sup>3</sup>	~100-250 CHF/m <sup>3</sup>
Rôle principale	Lissage de la production de chaleur	Stockage de chaleur estivale
Autres éléments	<ul style="list-style-type: none"><li>• Majoration de 5-15% du taux de renouvelable</li><li>• Suppression de quelques pics de puissance horaires</li><li>• Stockage journalier de production solaire</li><li>• Pas de réduction de la puissance crête à installer</li><li>• Pas de sécurité d'approvisionnement en cas de panne de la production de chaleur</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Majoration de &gt;10% du taux de renouvelable (selon projets et ressources)</li><li>• Permet de réduire la puissance crête à installer/investir (généralement fossile)</li><li>• Sécurité d'approvisionnement de plusieurs jours/semaines en cas de panne</li><li>• Dimensionnement à optimiser pour chaque cas (besoins hivernaux / ressources estivales)</li></ul>

# Intégration de stockage thermique dans les réseaux

- Conclusion
  - Augmenter le stockage dans les CAD «traditionnel»
    - Avec 5-6h de stockage
    - Permet de faire du pilotage des charges et de l'optimisation de l'utilisation de la chaudière bois
  - Si des rejets en bande sont disponible → Stockage saisonnier
- **On a plus le droit de détruire de l'énergie que l'on devra produire plus tard (en hiver) au fossile.**



Porrentruy · Delémont · La Chaux-de-Fonds · Bienne · Prêles · Neuchâtel · Marly ·  
Broc · Payerne · Yverdon-les-Bains · Aclens · Lavey-les-Bains · Martigny · Sierre



RWB Fribourg SA  
Route de la Petite Fin 6  
1636 Broc

T +41 58 220 39 40  
broc@rwb.ch  
www.rwb.ch

