



Plan de stockage d'énergie pour la Suisse

Thomas Nordmann, Forum Stockage d'énergie Suisse

Objectif du plan de stockage d'énergie

Détermination de la capacité de stockage optimale en termes de coûts pour 2050 (électrique, thermique, chimique) → L'objectif d'optimisation est toujours la sécurité d'approvisionnement de la Suisse dans des conditions de zéro émission nette, tout en minimisant les coûts globaux du système. Les paramètres sont les suivants :

Obligation d'une production neutre en carbone (hors hydroélectricité)	45 TWh/an
Nouvelles centrales nucléaires autorisées en option dans le modèle	Coûts d'investissement : 8 000 CHF/kW Taux d'intérêt : 8 % Durée de construction : 10 ans Durée d'exploitation : 60 ans
Limite de 5 TWh/an d'importations nettes d'électricité en hiver	non obligatoire
Part de SAF* dans les carburants d'aviation conformément aux directives de l'UE	70 %

*Sustainable Aviation Fuel

Procédés de stockage testés et modélisés

	Thermique	Électrique	Chimique
Stockage horaire/ journalier <i>à court terme</i>	<ul style="list-style-type: none">• Stockage de chaleur dans les bâtiments/ l'industrie	<ul style="list-style-type: none">• Stockage par pompage• Batteries	
Stockage saisonnier <i>à long terme</i>	<ul style="list-style-type: none">• Stockage en bassin souterrain• Stockage par sondes géothermiques• Stockage en aquifères• Stockage en cavernes	<ul style="list-style-type: none">• Centrales hydroélectriques à accumulation	<ul style="list-style-type: none">• Parcs de stockage pour combustibles liquides et carburants liquides• Stockage en cavités de méthane• Stockage d'hydrogène en cavités• Stockage des déchets

Matrice des scénarios

Attitude face à
l'innovation →

Conservateur
Une mentalité « pas chez moi »
prédomine. Les technologies
innovantes échouent pour des
raisons réglementaires/sociales

Réaliste
Mélange des scénarii
conservateur et innovant

Innovant
Les nouvelles technologies sont
volontiers adoptées et rendues
possibles par un cadre
réglementaire adapté

↓
Relation avec l'Europe

Isolée
La Suisse est isolée, à
l'exception des importations
de combustibles liquides

Scénario 1

Scénario 4

Scénario 7

Robuste
Interruptions ponctuelles du
commerce d'électricité et
des importations de gaz

Scénario 2

Scénario 5

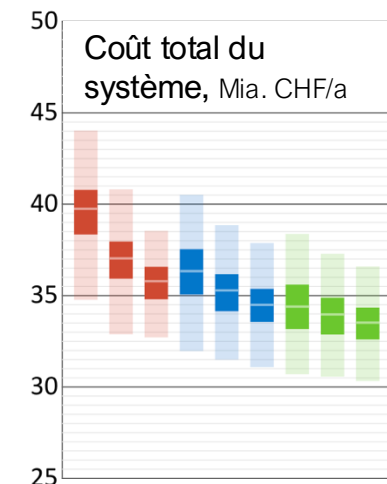
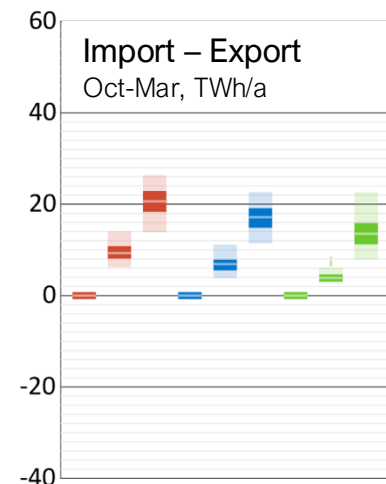
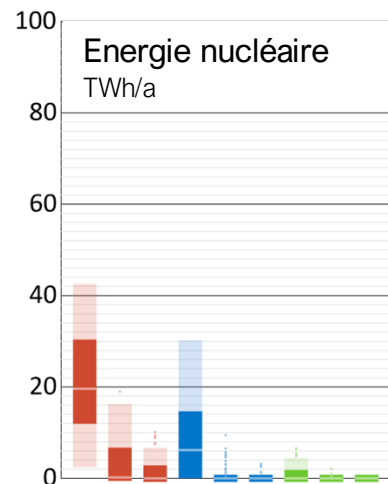
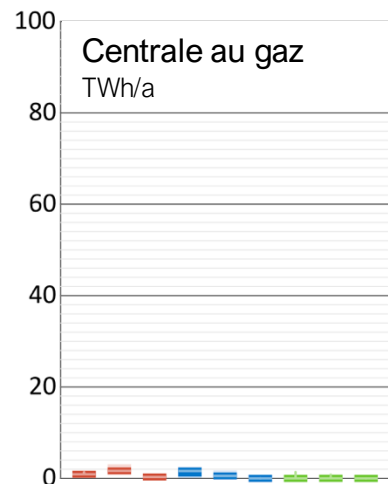
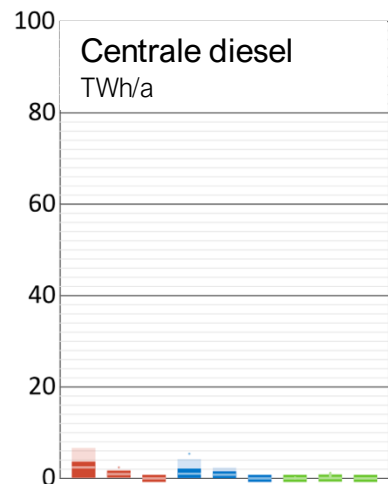
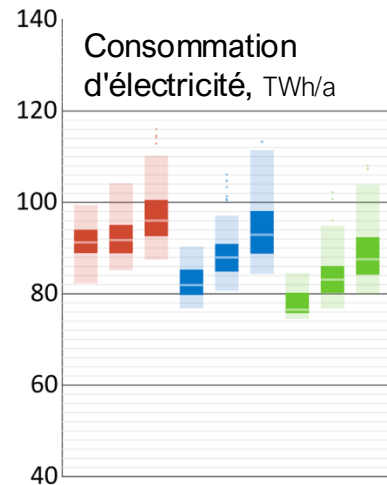
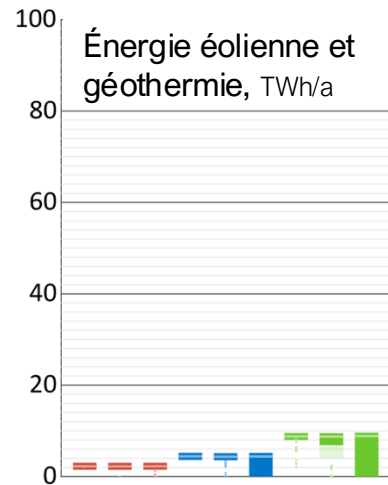
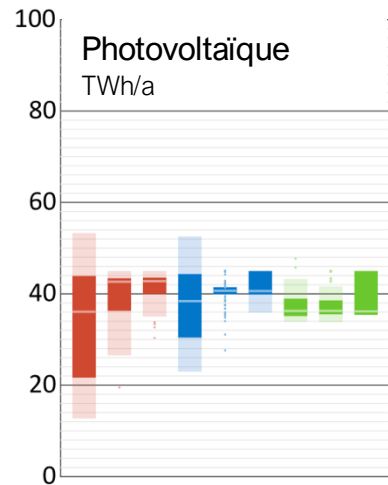
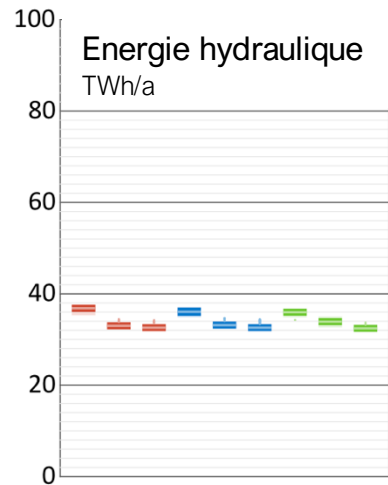
Scénario 8

Idéal
Échange d'énergie possible
à tout moment sans
restriction

Scénario 3

Scénario 6

Scénario 9

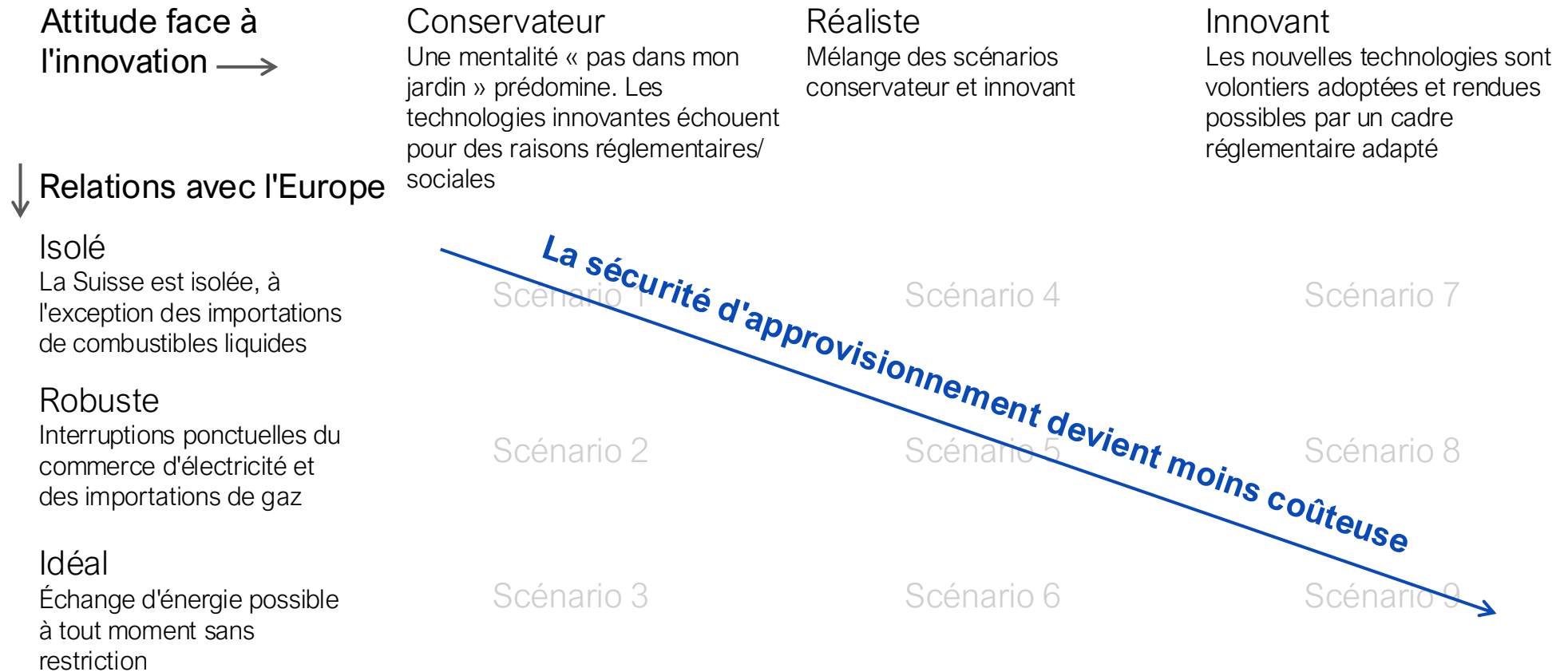


Isolé
Robuste
Idéal
Isolé
Robuste
Idéal
Isolé
Robuste
Idéal
Conservateur Réaliste Innovant

Résultats de la modélisation du système global

1. Dans tous les scénarios, la production d'électricité est dominée par l'hydroélectricité et le photovoltaïque.
2. Les centrales nucléaires ne font partie de la solution optimale en termes de coûts que dans le scénario isolé. Lorsque les échanges d'électricité ne sont limités que temporairement, les centrales thermiques flexibles constituent la solution la plus économique.
3. Dans le scénario robuste, où les échanges d'électricité sont temporairement interrompus en hiver, les importations nettes s'élèvent à 5–10 TWh pendant le semestre d'hiver, ce qui est proche de l'objectif légal. Dans le scénario idéal avec un commerce d'électricité sans restriction, importés 10 à 20 TWh nets.

Résultats de la modélisation du système global



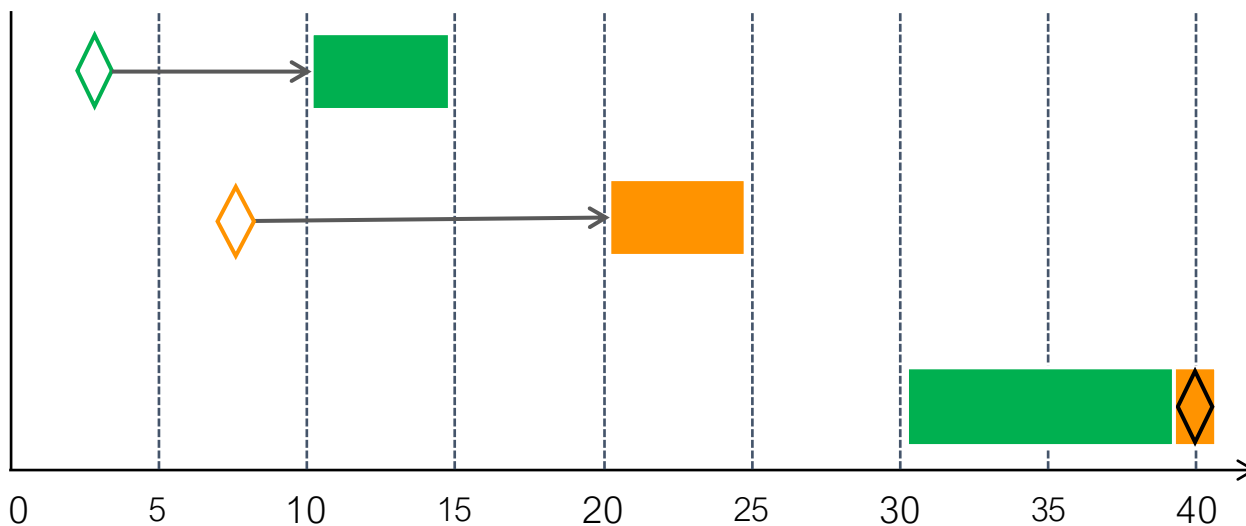
Capacités de stockage optimisées en termes de coûts (tous scénarios confondus)

Stockage horaire/journalier en GWh

Accumulateurs de chaleur
Bâtiments, réseaux de chaleur

Batteries
Bâtiments, batteries à grande échelle, véhicules à batterie

Centrales à accumulation par pompage



- – Critères les plus pertinents remplis
- Une trajectoire de développement positive est identifiable
- Potentiel pleinement exploité
- – Critères les plus pertinents partiellement remplis
- Une trajectoire de développement positive est perceptible
- Le potentiel sera très probablement exploité
- – Les critères les plus pertinents ne sont pas remplis
- Aucune trajectoire de développement positive n'est identifiable
- Le potentiel n'est pas exploité
- ◇ – État actuel de la capacité de stockage

Capacités de stockage optimisées en termes de coûts (dans tous les scénarios)

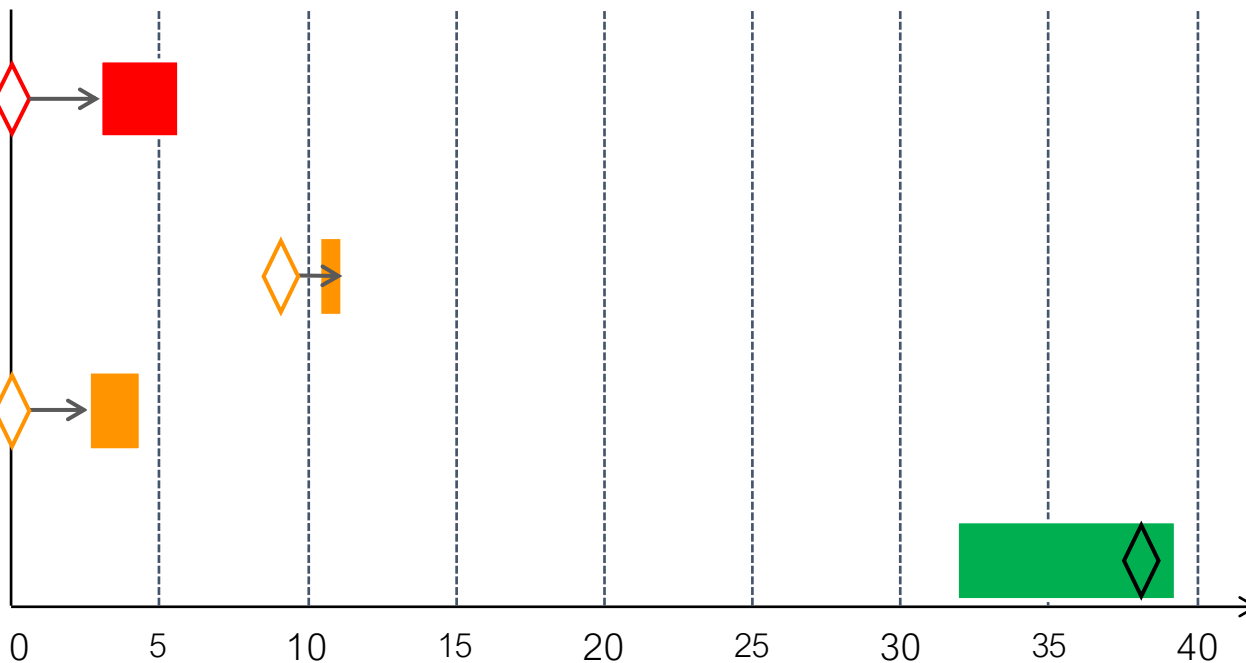
Stockage saisonnier (3 à 6 mois) en TWh

Accumulateur de chaleur
Température utile
Sondes géothermiques,
aquifères, bassins souterrains

Centrales hydroélectriques à accumulation

Stockage de méthane

Réserves stratégiques de carburant



- – Critères les plus pertinents remplis
 - Une trajectoire de développement positive est identifiable
 - Potentiel pleinement exploité
 - – Critères les plus pertinents partiellement remplis
 - Une trajectoire de développement positive est perceptible
 - Le potentiel sera très probablement exploité
 - – Les critères les plus pertinents ne sont pas remplis
 - Aucune trajectoire de développement positive n'est identifiable
 - Le potentiel n'est pas exploité
- ◇ État actuel de la capacité de stockage

Conclusions

1. **Les lacs de retenue sont indispensables pour l'approvisionnement hivernal** – Dans tous les scénarios, leur combinaison avec le photovoltaïque prolonge leur disponibilité jusqu'aux mois d'hiver critiques.
2. **Les grands systèmes de stockage thermique réduisent les besoins en électricité en hiver jusqu'à 3 TWh** – La mise en œuvre de projets pilotes et de démonstration doit être abordée de manière proactive et urgente sur le plan politique.
3. **L'intégration du photovoltaïque nécessite une flexibilité de stockage à court terme** – les conditions-cadres pour les centrales à accumulation par pompage, les batteries (y compris celles des véhicules électriques) et les accumulateurs de chaleur dans les bâtiments doivent être optimisées.
4. **La régénération des champs de sondes géothermiques (stockage d'énergie) doit devenir la norme** – elle augmente l'efficacité des pompes à chaleur et réduit ainsi structurellement la consommation d'électricité en hiver.
5. **Il faut maintenir des réserves stratégiques de carburant** – elles garantissent la sécurité d'approvisionnement en cas d'urgence et pourront à l'avenir être alimentées en combustibles et carburants renouvelables.

Tous les moyens de stockage dont la Suisse a besoin dans un scénario de sécurité d'approvisionnement à zéro émission nette sont connus et techniquement disponibles.

Un accès sans restriction au marché européen de l'électricité est essentiel pour garantir la sécurité d'approvisionnement.