



# Le stockage

Une technologie nécessaire à la transition énergétique

Confidentiel

26/09/2018



1. Préambule
2. Le problème des ENR sur le réseau
3. Un enjeu pour futurs réseaux électriques
4. Un élément essentiel des micro-réseaux
5. Un marché en forte expansion

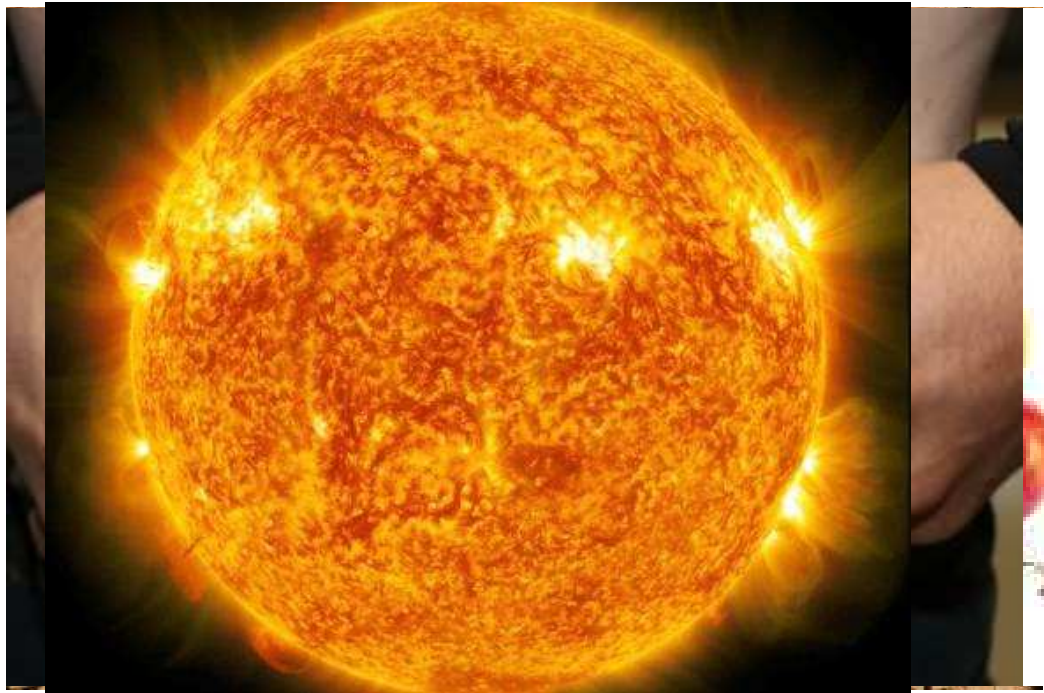


# | 1. Préambule

Le stockage : Présent partout

---

- ▼ Tout système de production d'énergie suppose un système de stockage associé
- ▼ Le stockage est un principe naturel dont les échelles de temps peuvent varier
  - Milliards d'années
  - Millions d'années
  - Dizaines d'années
  - Saisonnier
  - Journalier



# | 1. Préambule

Le stockage : Présent partout

---

- ▼ L'électricité ne se stocke pas. Pour la stocker, il faut nécessairement la transformer dans un autre type d'énergie

- ▼ Potentielle



- ▼ Electro-chimique



- ▼ Gazeux





## Chapitre 2

# Le problème des ENR sur le réseau

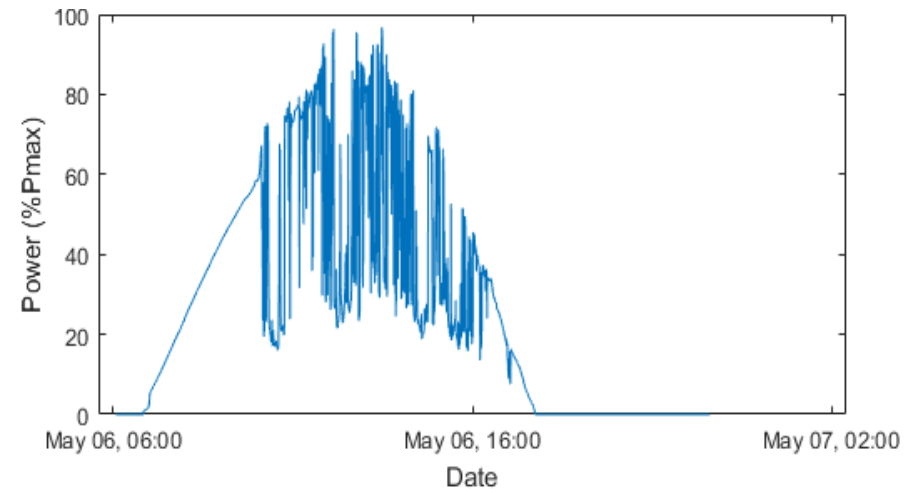
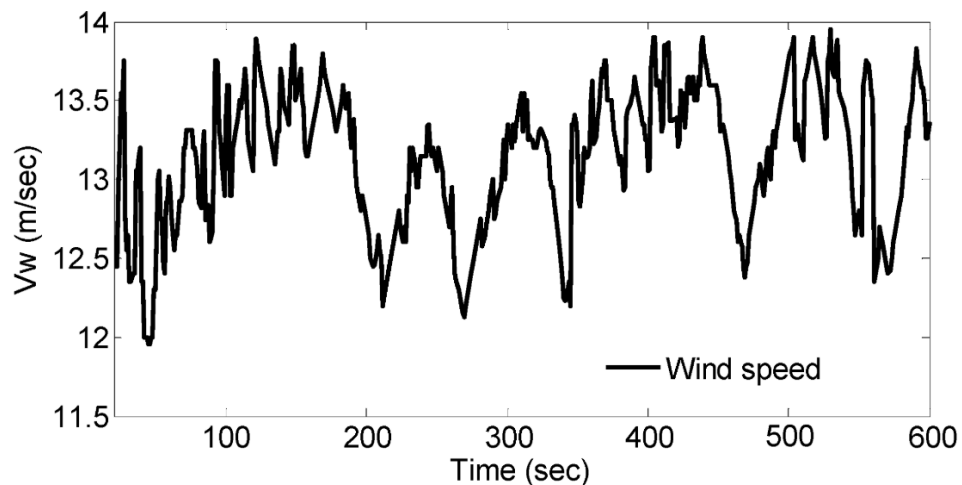
---



# | 1. Le problème des ENR sur le réseau

L'impact du renouvelable sur le réseau

- ▼ L'énergie renouvelable comme l'éolien ou le photovoltaïque est une énergie dite fatale et intermittente
- ▼ Variation de la puissance éolienne
- ▼ Variation de la puissance solaire



- ▼ Une seule centrale peut perdre jusqu'à 70% de sa puissance nominale en moins de 5 sec
- ▼ Une île comme la Réunion peut perdre jusqu'à 50% de sa puissance PV en moins de 10 min

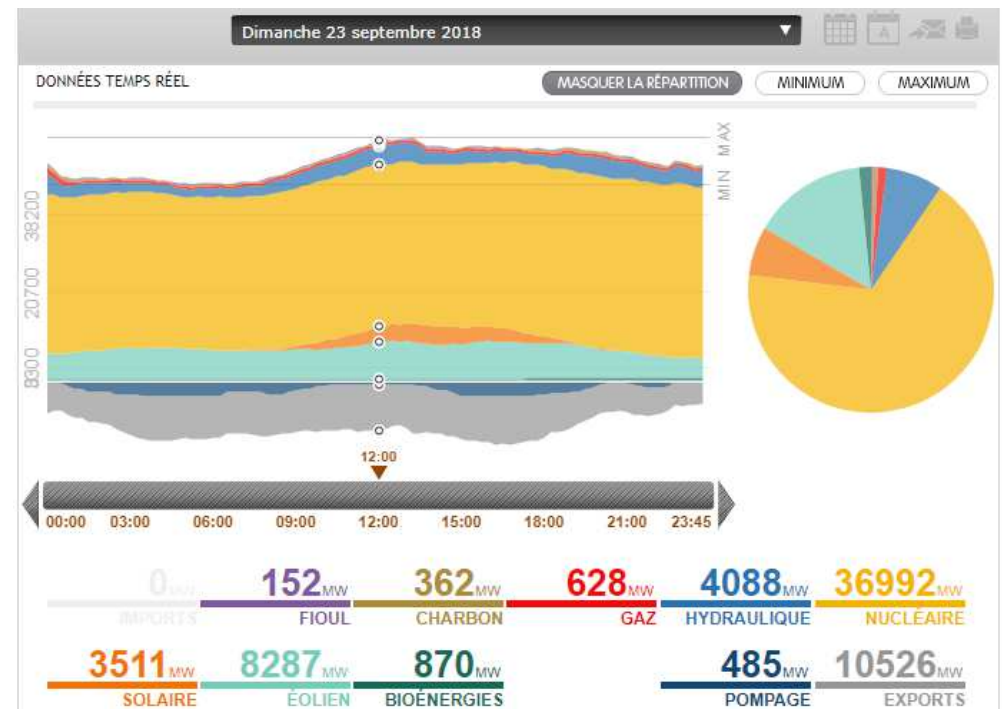
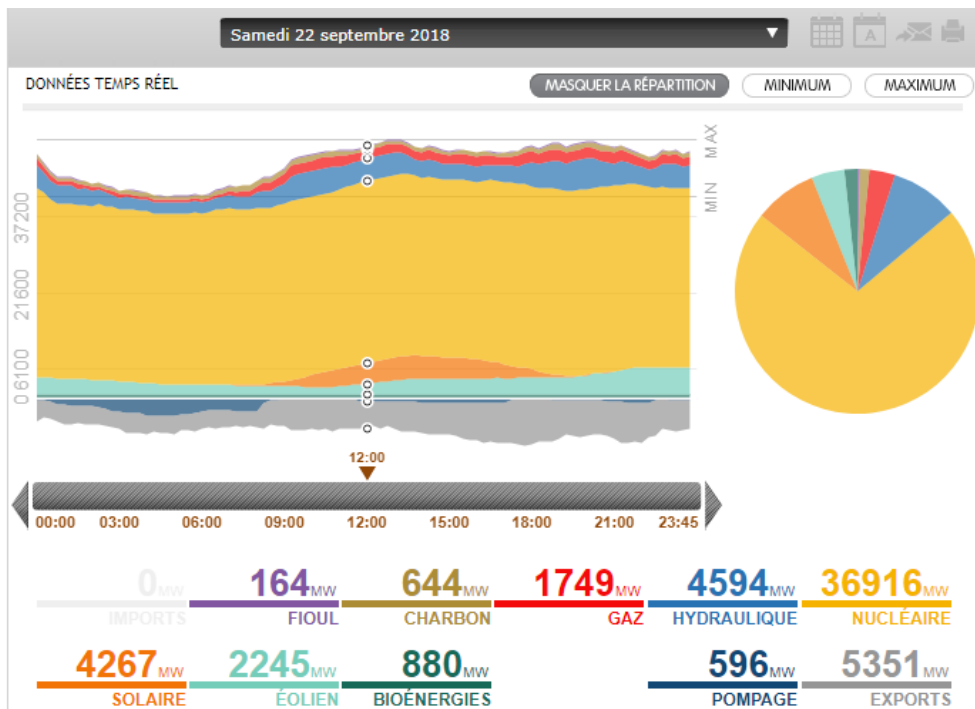


# | 1. Le problème des ENR sur le réseau

L'impact du renouvelable sur le réseau

▼ A l'échelle d'un pays, le renouvelable est une énergie non garantie

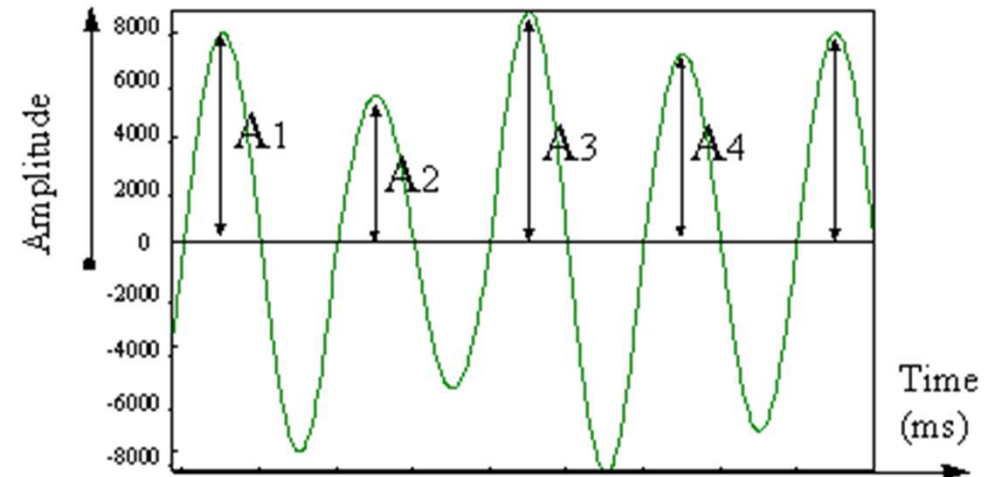
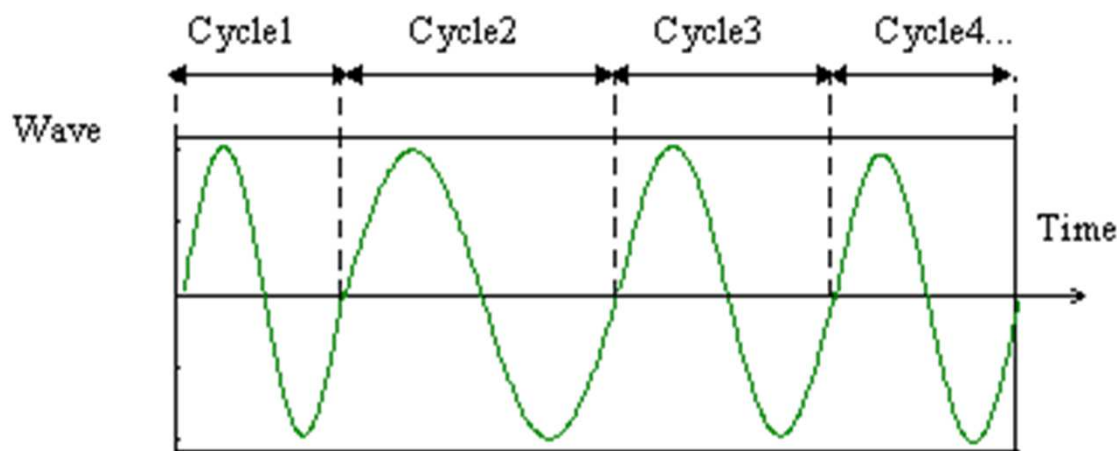
- Effet saisonnier
- Variabilité importante d'une journée à l'autre



# | 1. Le problème des ENR sur le réseau

L'enjeu de la stabilité du réseau

- ▼ A tout instant sur un réseau, la production doit égaler la consommation
- ▼ Tout réseau de distribution doit délivrer un courant de qualité, c'est-à-dire avec une fréquence et une tension fixe (50Hz et 230V en France)



- ▼ Quand la demande et l'offre varient, l'équilibre des tensions et de la fréquence s'en trouve modifié

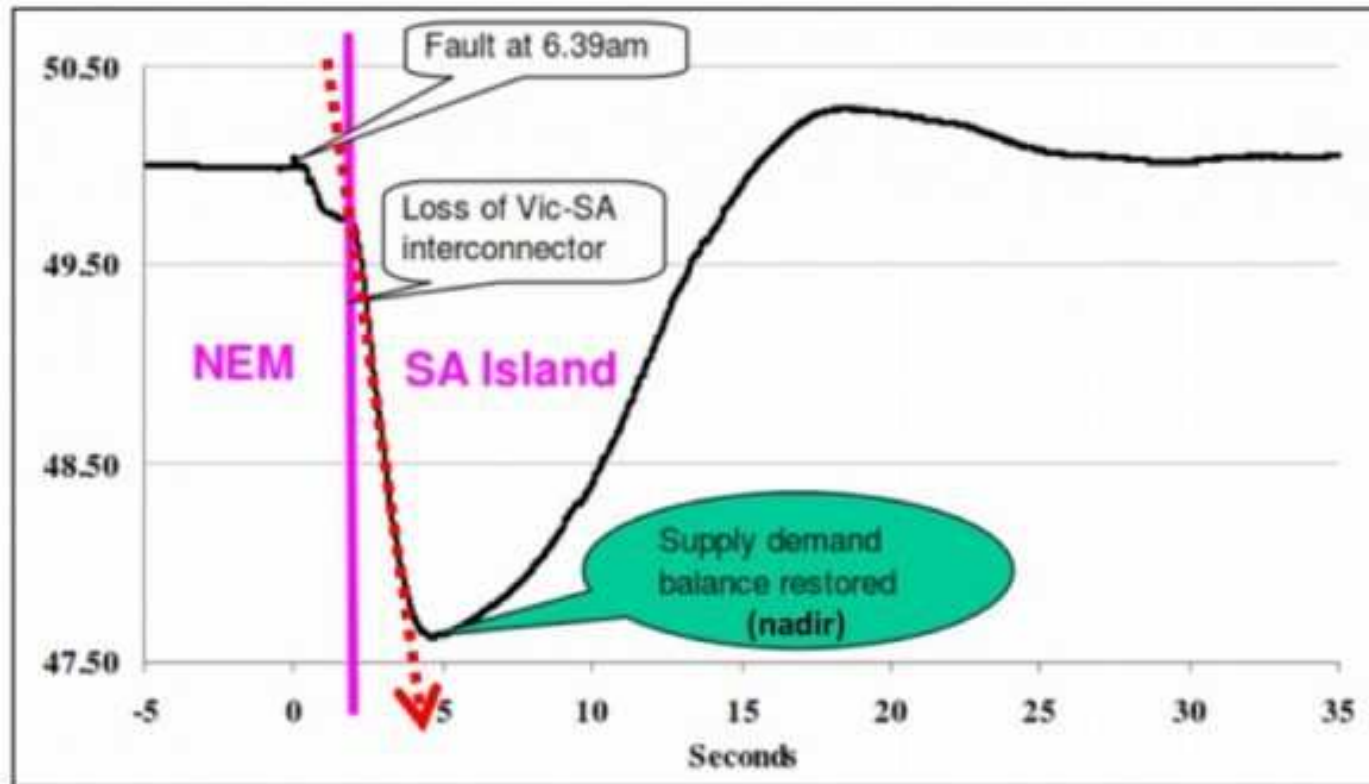




# | 1. Le problème des ENR sur le réseau

L'enjeu de la stabilité du réseau

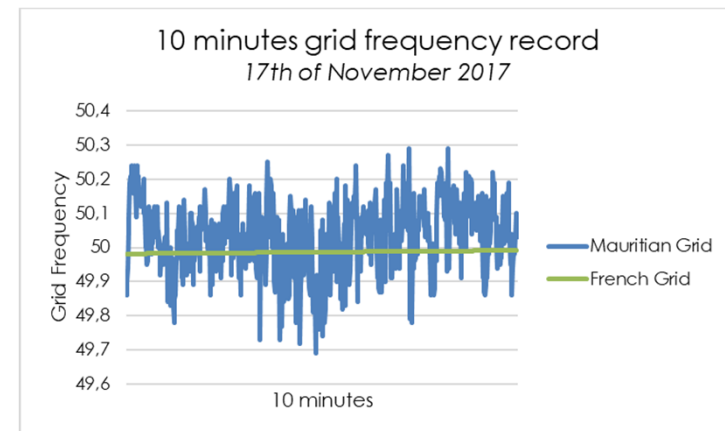
- ▼ Exemple d'incident sur le réseau en cas de déséquilibre violent



# | 1. Le problème des ENR sur le réseau

L'enjeu de la stabilité du réseau

- ▼ La stabilité du réseau est d'autant plus fragilisée que :
  - Le réseau est peu maillé



- Le réseau dispose de peu d'inertie (apportée par les machines tournantes)
- ▼ Conséquence : Au-delà d'une certaine limite, les gestionnaires de réseau écrêtent la production intermittente pour sauvegarder la stabilité du réseau



## Chapitre 3

# Le stockage : Un enjeu pour les futurs réseaux

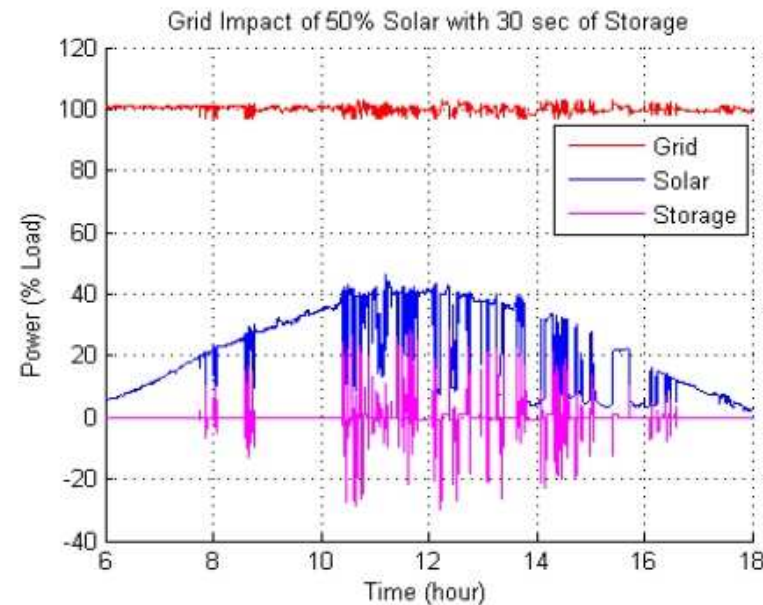
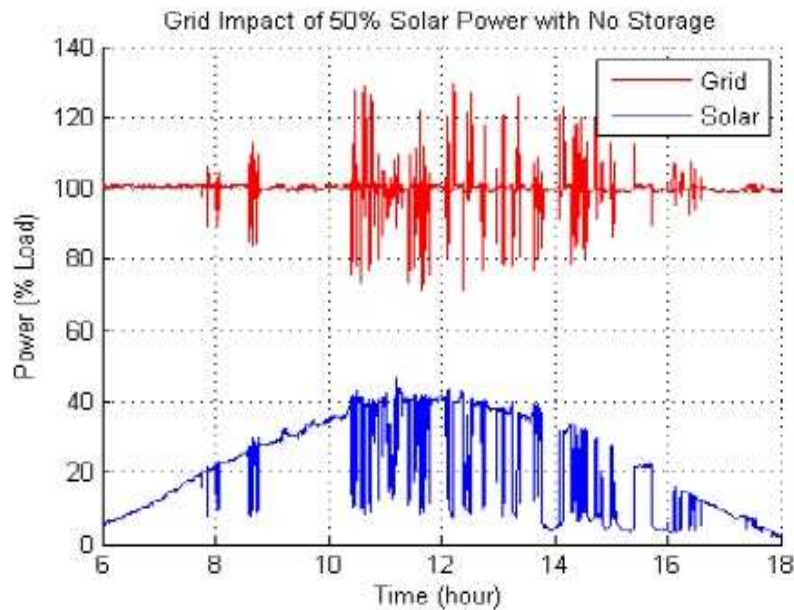
---



# 3. Le stockage : Un enjeu pour les futurs réseaux

## Régulation de fréquence

- ▼ Le stockage, par sa capacité à fournir de la puissance instantanément, permet la régulation de fréquence
- ▼ La régulation de fréquence suppose de:
  - De fournir de la puissance sur le réseau si la production < consommation
  - D'absorber de la puissance sur le réseau si la production > consommation

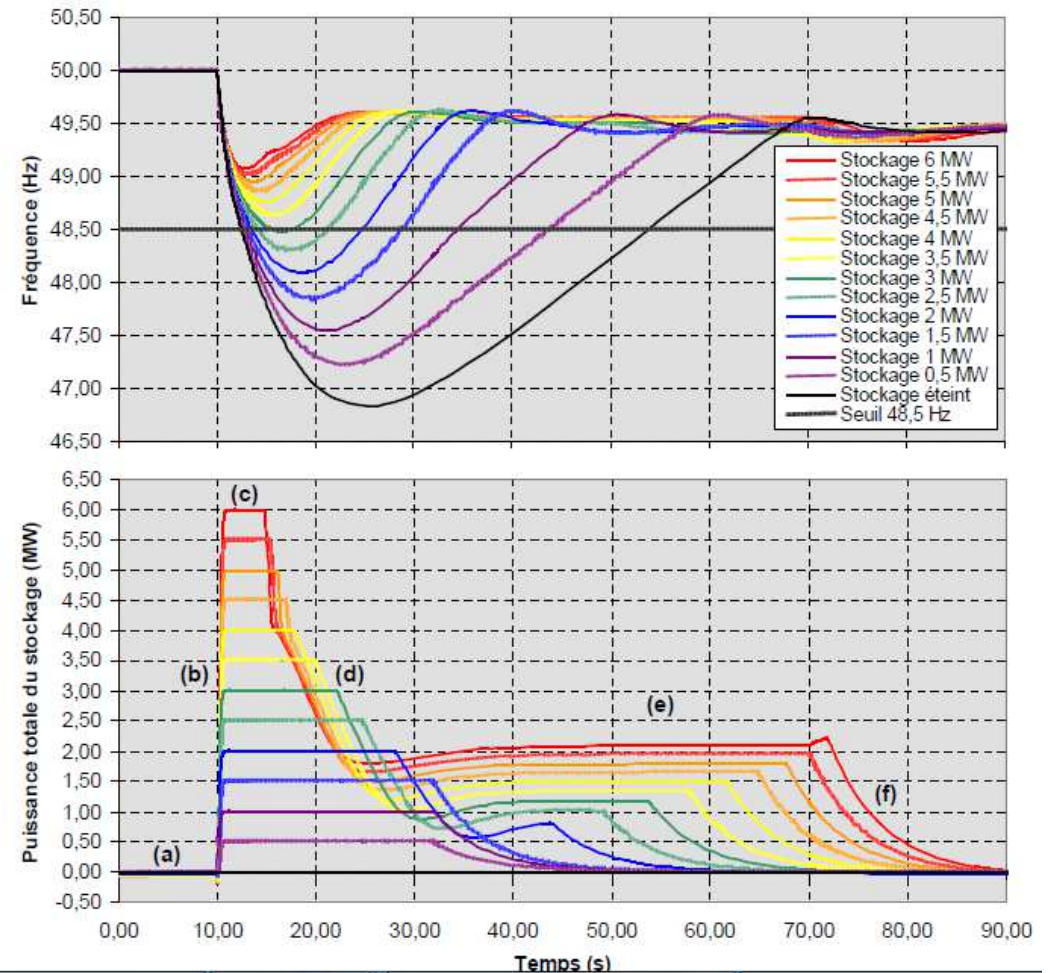




# | 3. Le stockage : Un enjeu pour les futurs réseaux

## Régulation de fréquence

- ▼ Exemple issue d'une étude sur le réseau de la Guadeloupe
  - Puissance réseau de 400MW
  - Stockage de 0,5 à 6MW
  - Régulation de fréquence ultra-rapide
- ▼ Seulement 6MW de stockage peuvent réduire de 50% le nombre de blackout
- ▼ Plus une régulation est rapide, meilleur est son impact sur le réseau

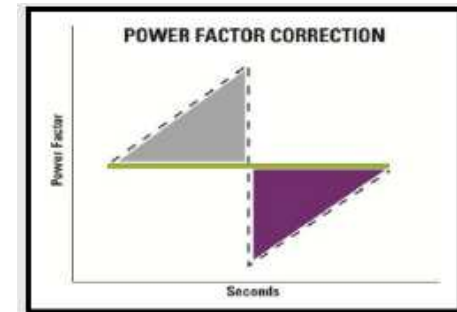
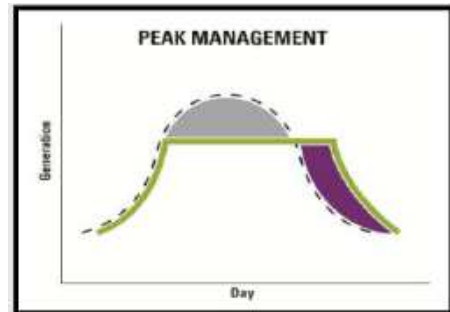
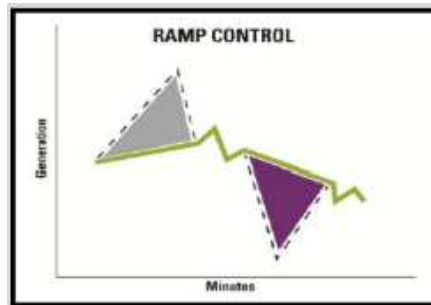




# | 3. Le stockage : Élément essentiel des futurs réseaux

Service réseau

- ▼ Le stockage permet d'autres services au réseau :
  - Le lissage de la production renouvelable
  - Le déplacement de la production renouvelable
  - L'amélioration de la qualité du réseau
  - Le désengorgement des lignes de transport



## Chapitre 4

# Le stockage : Un élément essentiel des micro-réseaux

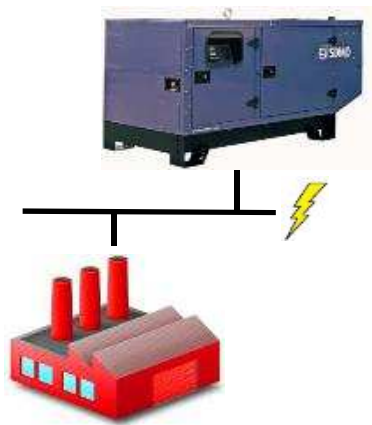
---



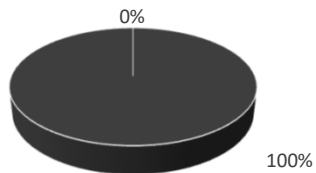
# 4. Le stockage : Un élément essentiel des micro-réseaux

3 façons d'alimenter un réseau off-grid

## ➤ Groupe électrogène seul

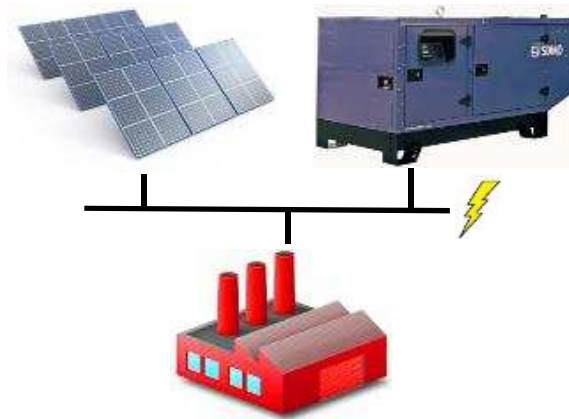


Mix énergétique

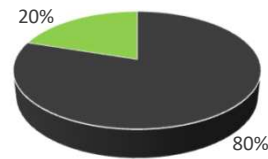


■ Genset ■ Renewables

## ➤ PV + Groupe

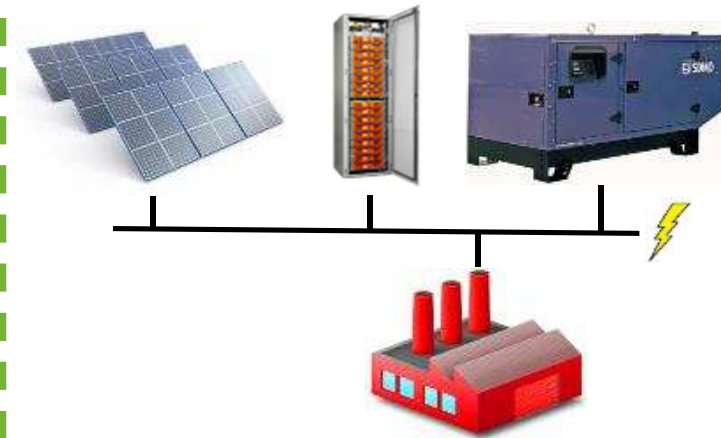


Mix énergétique

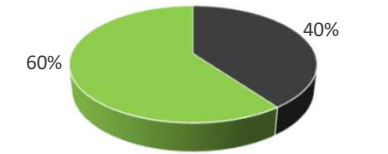


■ Genset ■ Renewables

## ➤ PV + Batterie + Groupe



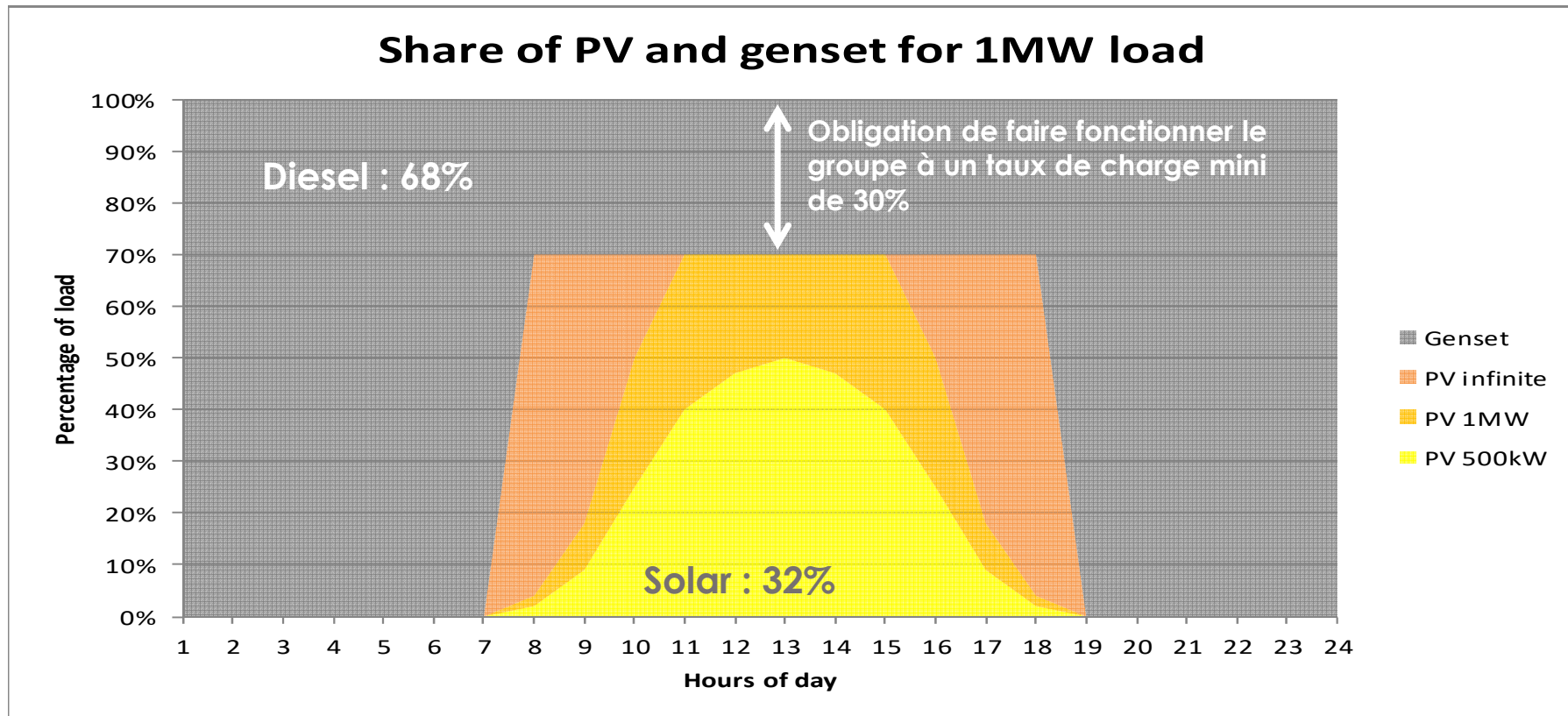
Mix énergétique



■ Genset ■ Renewables

## 4. Le stockage : Un élément essentiel des micro-réseaux

Les limites d'une architecture PF + Groupe

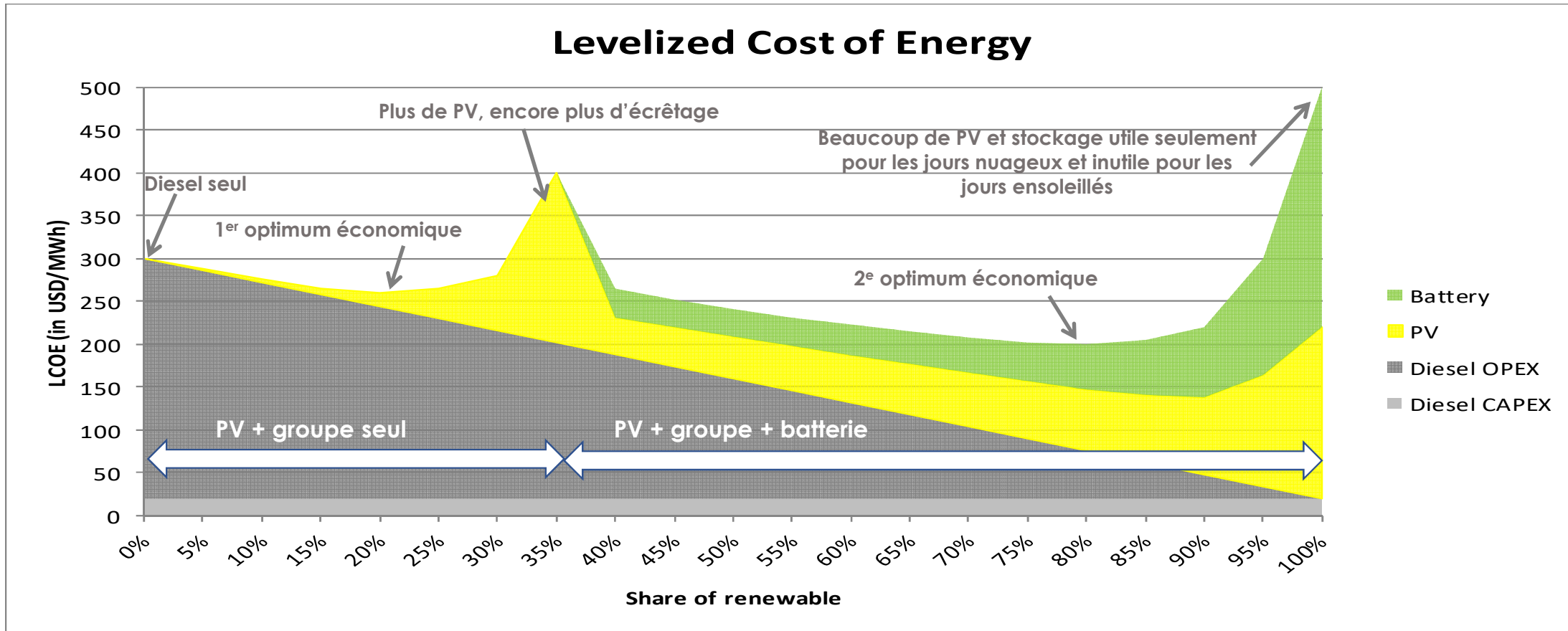


- Pas de possibilité d'aller au-delà de 32%. Non viable au-dessus de 20%



# 4. Le stockage : Un élément essentiel des micro-réseaux

LCOE d'un projet générique





## Chapitre 5

# Le stockage : Un marché en forte expansion

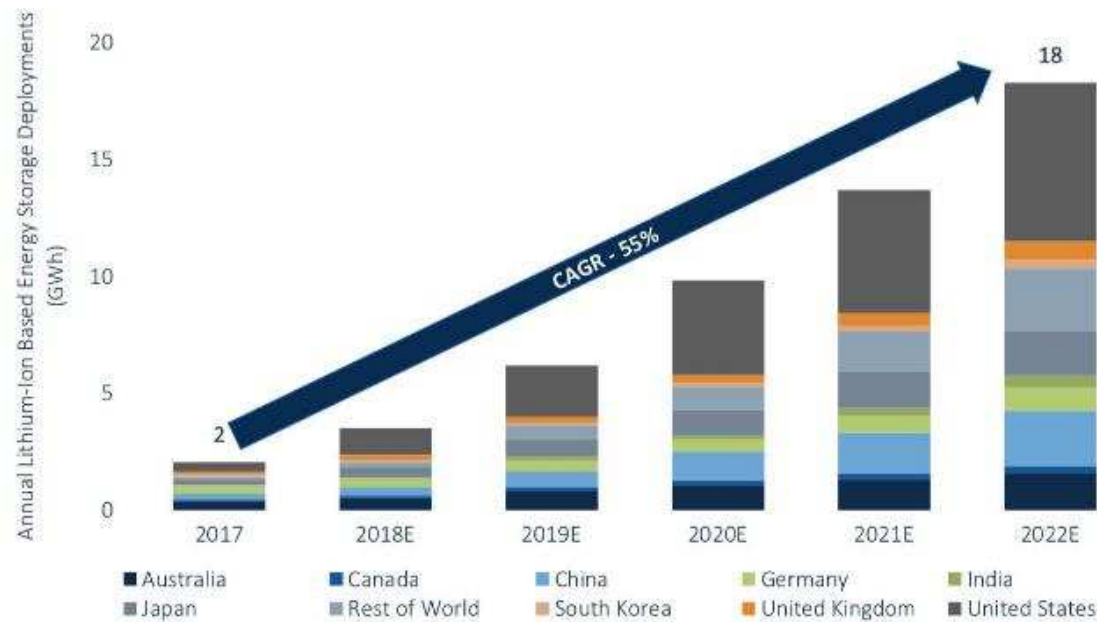
---



## | 5. Un marché en forte expansion

- ▼ Le Lithium est aujourd'hui la technologie la plus utilisée dans les nouvelles installations de stockage stationnaire
- ▼ 2 GWh ont été installés dans le monde en 2017 et la tendance s'accélère

Annual Lithium-Ion Energy Storage Deployment Forecast, 2017-2022E (GWh)

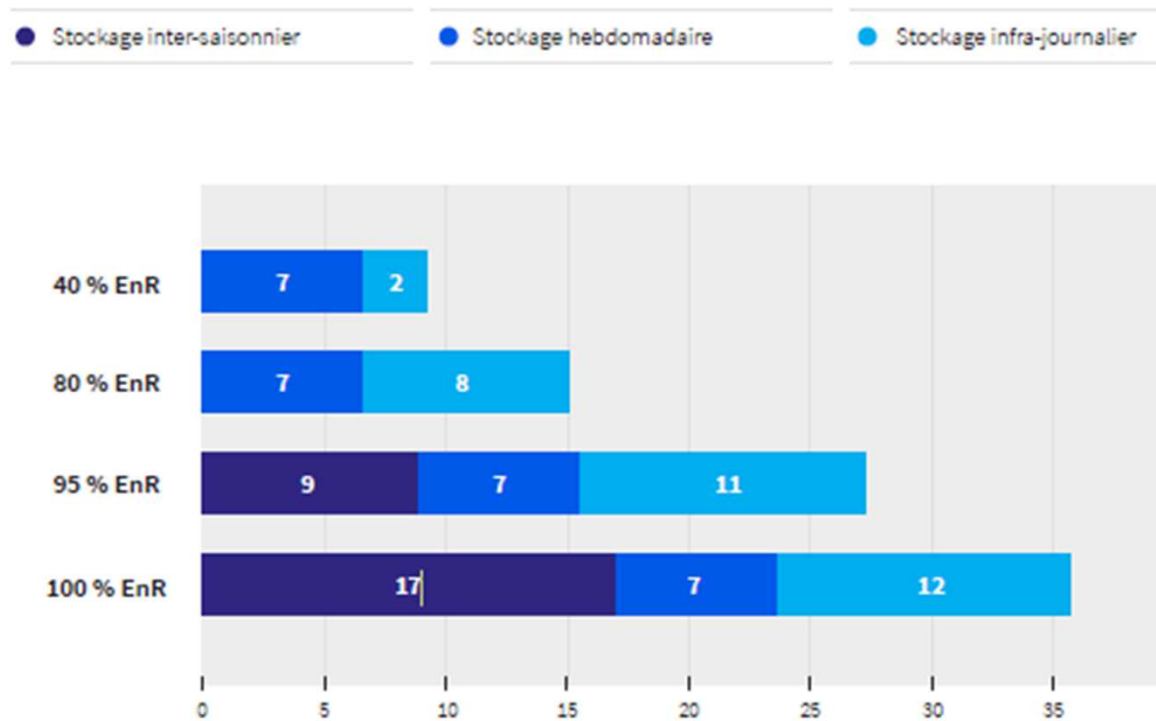


Source: GTM Research DataHub, Energy Storage Data Hub

## | 5. Un marché en forte expansion

- ▼ Etude de l'ADEME sur la possibilité d'un mix électrique 100% renouvelable à horizon 2050

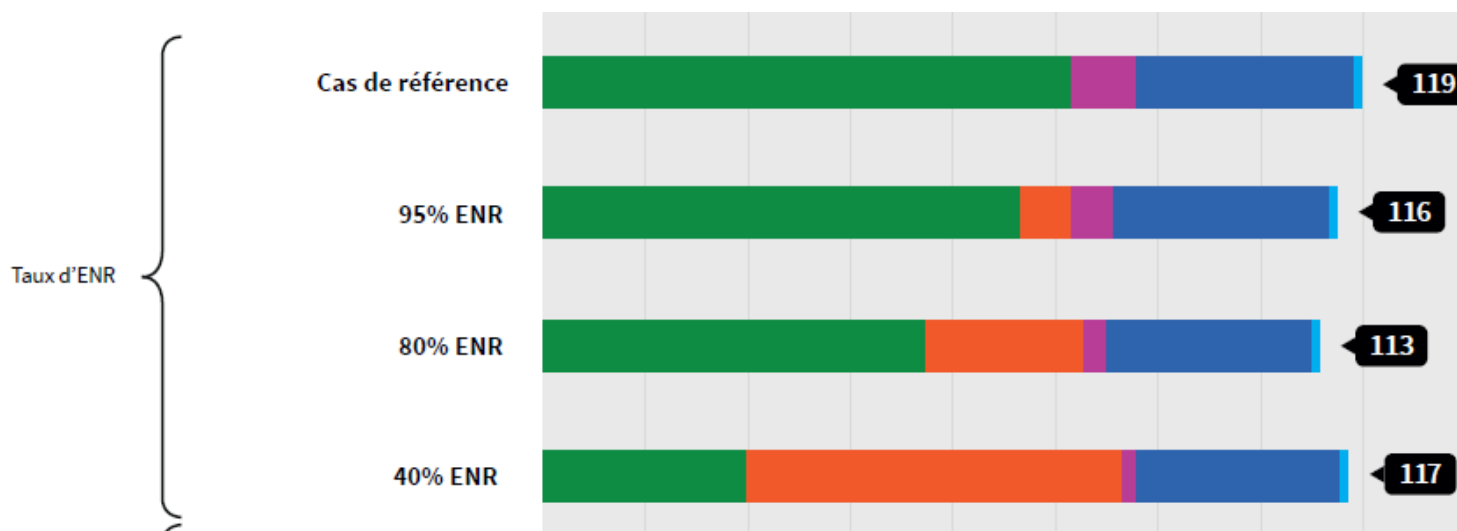
Stockage installé (GW) en fonction du taux d'EnR



# | 4. Un marché en forte expansion

Scénario ADEME

- ▼ Un scénario 100% renouvelable est technique faisable et économiquement viable



- ▼ Grace à la chute des prix du renouvelable et du stockage, un tel scénario n'augmentera pas le prix global de l'énergie





Contact: Julien CABRERA

Adresse: 140 Avenue des Champs Elysées, 75008, Paris, France

Téléphone: +33 (0) 6 26 30 20 44

Mail: [cabrera@akuoenergy.com](mailto:cabrera@akuoenergy.com)

Web: [www.akuoenergy.com](http://www.akuoenergy.com)

