



Déj'EnR

Le Webinaire

Stockage, flexibilité... comment le
réseau électrique évolue ?

09/02/2026

- ✅ N'hésitez pas à vous renommer avec votre NOM Prénom + Nom de votre structure.
- ✅ Ce Déj'EnR est enregistré 🎬 Le replay et la présentation sont à retrouver sur notre chaîne Youtube Grand Est 100% ENR
- ✅ Merci de bien vouloir couper vos micros pendant la présentation 🔕
- ✅ Les questions pourront être posées dans le Tchat, nous y répondrons à la fin.

Citoyens, professionnels et collectivités, vous êtes invités à votre rendez-vous incontournable pour explorer les horizons des énergies renouvelables

Déj'EnR
Le Webinaire

<p>Rejoindre le webinaire à midi sur Zoom</p>	<p>12 janvier</p> <p>Actus et tendances 2024 Ce qui change pour les énergies renouvelables</p>	<p>09 février</p> <p>Flexibilité, stockage, Comment le système électrique va-t-il évoluer ?</p>	<p>09 mars</p> <p>La loi au service de l'environnement Les obligations réelles environnementales et les basis normaux à clauses environnementales</p>
<p>14 décembre</p> <p>100 % Energie renouvelable Les scénarios qui nous aident à planifier la transition énergétique</p>			<p>13 avril</p> <p>Energie renouvelable et paysages A que ressemblera le Grand Est demain ?</p>
<p>09 novembre</p> <p>Chauffons citoyen Réseaux de chaleur coopératifs</p>		<p>11 mai</p> <p>Autococonsommation collective Comment simplifier la vie de la personne morale organisatrice</p>	
<p>12 octobre</p> <p>Appel d'offre simplifié Comment on fait un projet photovoltaïque entre 100 et 500 kWc.</p>		<p>14 septembre</p> <p>Energie renouvelable et opinion publique Parler d'énergie renouvelable sur notre territoire entre collectivités et habitants</p>	
<p>06 juillet</p> <p>Créer un collectif citoyen Tout ce qu'il faut savoir pour faire émerger une coopérative d'énergie renouvelable sur votre territoire</p>		<p>08 juin</p> <p>VELIS Entre voiture et vélo, comment nous déplacerons nous demain ?</p>	

Qui sommes-nous ?

L'Agence Locale de l'Énergie et du Climat des Ardennes

Créée en 2002

7 salarié.e.s

2 sites en Champagne-Ardenne
(Charleville-Mézières, Attigny)



Notre mission :

Promouvoir les économies
d'énergie et les énergies
renouvelables pour un Grand Est
100% renouvelable !

Lorraine Energies Renouvelables

Créée en 2005

21 salarié.e.s

3 sites en Lorraine (Blâmont, Toul, Lunéville)

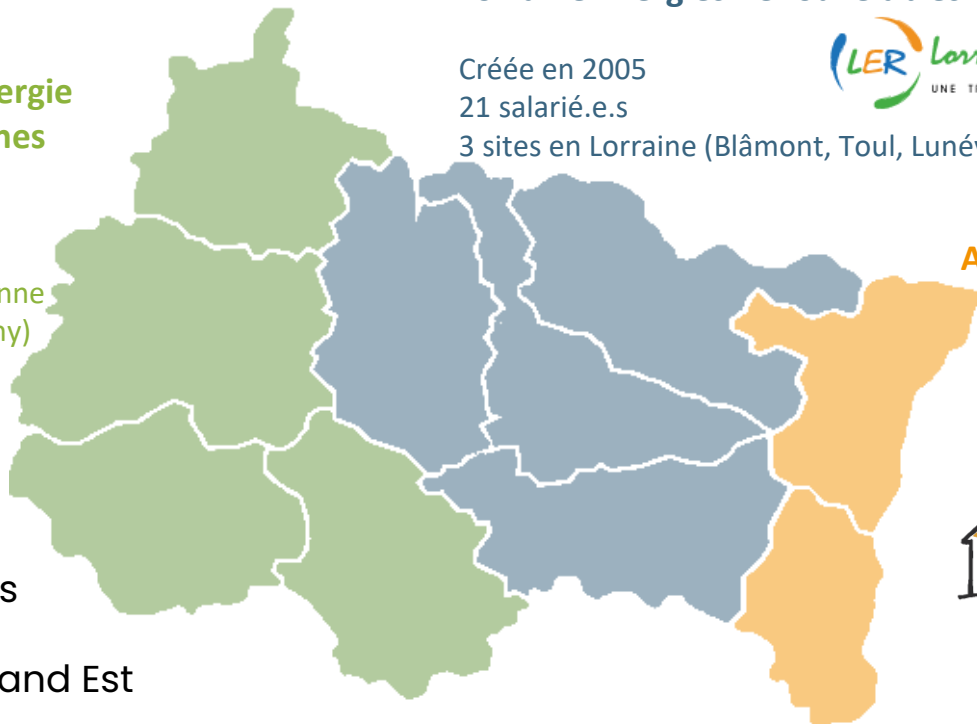


Alter Alsace Energies

Créée en 1980

18 salarié.e.s

3 sites en Alsace (Lutterbach,
Colmar, Strasbourg)



Les prochaines dates de nos réseaux :

- 20/02 - l'association des Centrales Villageoises propose une formation sur les petits parcs PV au sol à Reillon - à destination des collectifs d'énergie citoyenne
- 24/02 – Formation autoconsommation collective à destination des collectivités et des collectifs citoyens à Strasbourg

Citoyens, professionnels et collectivités, vous êtes invités à votre rendez-vous incontournable pour explorer les horizons des énergies renouvelables

Déj'EnR
Le Webinaire

<p>12 janvier</p> <p>Actus et tendances 2028 Ce qui change pour les énergies renouvelables</p> <p>Rejoindre le webinaire à midi sur Zoom</p>	<p>09 février</p> <p>Flexibilité, stockage, Comment le système électrique va-t-il évoluer ?</p>	<p>09 mars</p> <p>Le loi ou service de l'environnement Les obligations réelles environnementales et les baux ruraux à clauses environnementales</p>
<p>14 décembre</p> <p>100 % Energie renouvelable Les scénarios qui nous aident à planifier la transition énergétique</p>		<p>13 avril</p> <p>Énergie renouvelable et paysages A quoi ressemblera le Grand Est demain ?</p>
<p>09 novembre</p> <p>Chauffons citoyen Réseaux de chaleur coopératifs</p>		<p>11 mai</p> <p>Autoconsommation collective Comment simplifier la vie de la personne morale organisatrice</p>
<p>12 octobre</p> <p>Appel d'offre simplifié Comment on fait un projet photovoltaïque entre 100 et 500 kWc</p>	<p>14 septembre</p> <p>Énergie renouvelable et opinion publique Parler d'énergie renouvelable sur notre territoire entre collectivités et habitants</p>	<p>08 juin</p> <p>VELis Entre voiture et vélo, comment nous déplacerons nous demain ?</p>
	<p>06 juillet</p> <p>Créer un collectif citoyen Tout ce qu'il faut savoir pour faire émerger une coopérative d'énergie renouvelable sur votre territoire</p>	



Lancement d'un cycle d'événements sur le réseau et le stockage

- 09 février : Introduction aux besoins de stockage et de flexibilité du réseau
- 08 avril à 18h30 en ligne : Les différentes solutions de stockage – Marc JEDLICZKA expert NégaWatt
- Juin, en ligne : Les services systèmes et mécanismes d'ajustements du réseau



Le programme de ce dej'ENR

*Intervention de **Mr Etienne Latimier***

Ingénieur Electricité Renouvelable et Réseaux chez ADEME

*Et Mr **Pierre Sacher***

Ingénieur stockage de l'énergie – ADEME

Sur les besoins de flexibilité et de stockage dans la transition énergétique et les tendances actuelles



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

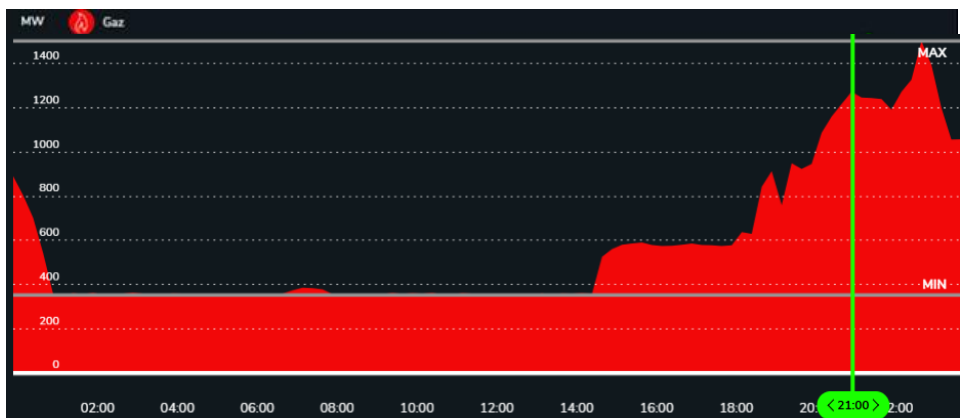
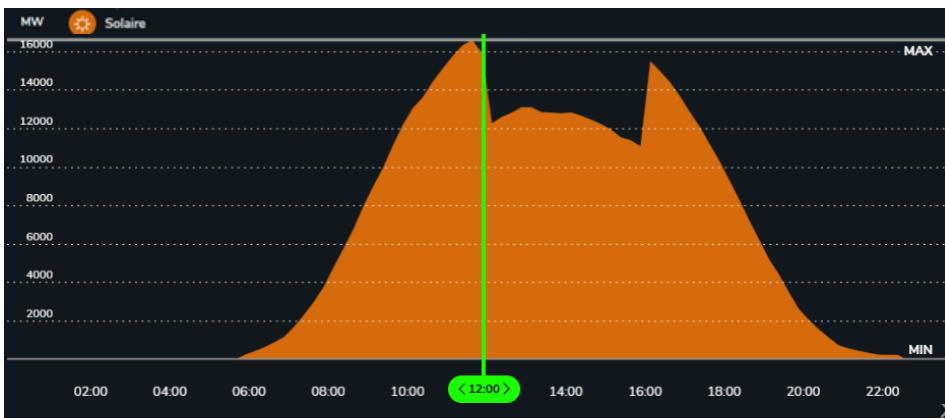


Quel rôle de la flexibilité et du stockage dans la stabilité du réseau ?

Un contexte favorable à l'accélération de la pénétration du renouvelable

- Electrification de **nos consommations énergétiques** = un des leviers prioritaires pour la réduction de nos émissions de GES (décarbonation de l'industrie, prévision de 18 millions VE d'ici 2035, prévision de 10 millions PAC en logement d'ici 2035...).
- PV & Eolien = **solutions matures** à déploiement rapide
- Le développement de **l'autoconsommation individuelle PV** révèle un essor très important ces dernières années (croissance de 54% du nombre d'installations entre 2023 et 2024)
- Une **volonté d'équipement chez les consommateurs**, notamment suite à l'augmentation des tarifs de l'électricité facturés par les fournisseurs lors de la crise énergétique de 2022.
Une enquête annuelle réalisée par l'ADEME concernant l'attitude des Français à l'égard de l'énergie montre qu'en 2023, **67% des Français s'intéressent à produire et autoconsommer de l'électricité d'origine photovoltaïque même si elle coûte un peu plus cher**
- Un cadre réglementaire favorable :
 - obligation de **solarisation ou de végétalisation des bâtiments neufs** tertiaires de surface > 500 m² + **élargissement aux bâtiments existants** en 2028,
 - **obligation de solarisation des parkings** > 1 500 m² à partir de 2028,
 - ACI intégrée depuis 2019 dans les objectifs réglementaires du dispositif Eco Energie Tertiaire (DEET), ou « **décret tertiaire** ».

Un équilibrage du système qui a déjà besoin d'être optimisé



Profils de production - journée du 24 juin 2025
source : Données RTE – eco2mix

La flexibilité : un enjeu systémique de la transition énergétique

- La flexibilité électrique est un élément clé de l'efficacité et de la stabilité du système énergétique. **Elle représente la capacité à ajuster la production, la distribution et la consommation d'électricité pour répondre aux fluctuations de la demande et de l'offre sur le réseau électrique.**
- Une évolution technologique des moyens de production entraînant de **nouveaux besoins de pilotabilité**
- Deux modèles d'application des flexibilités :
 - Un pilotage indirect incité par une tarification dynamique : la **flexibilité implicite**
 - Un pilotage direct via un signal pour moduler la puissance sur des créneaux donnés : la **flexibilité explicite**
- Un modèle de gestion nécessitant **l'adhésion de la filière et des consommateurs**
- Une complémentarité avec les démarches MDE : « **consommer moins et consommer mieux** »

Un moyen de lisser la pointe de consommation et d'absorber les pics de production

- Un nouveau cycle d'investissements pour l'équipement des entreprises et des ménages entraînant une **augmentation de la consommation électrique en France**
- Un développement rapide des **centrales de production renouvelable**
- La flexibilité va ainsi conduire à déplacer massivement des usages pour profiter des pics de production renouvelable et **développer des opportunités économiques pour les consommateurs** :
 - **Nouvelles plages horaires d'électricité abondante** et décarbonée à venir entre 10h et 16h et le week-end qui seront encore plus marquées à l'avenir même l'hiver
 - Autoconsommer 45% de sa production au lieu de 25% permet à une installation résidentielle de 3 ou 9 kWc d'être **rentable en moyenne 5 ans plus tôt**
 - Le chauffage électrique résidentiel, facilement pilotable, représente **40% de la pointe électrique nationale** (soit environ 35 GW)
 - ~~Le gisement technique d'effacement pour l'industrie et le secteur tertiaire a été estimé en 2017 entre 6,5 à 9,5 GW~~

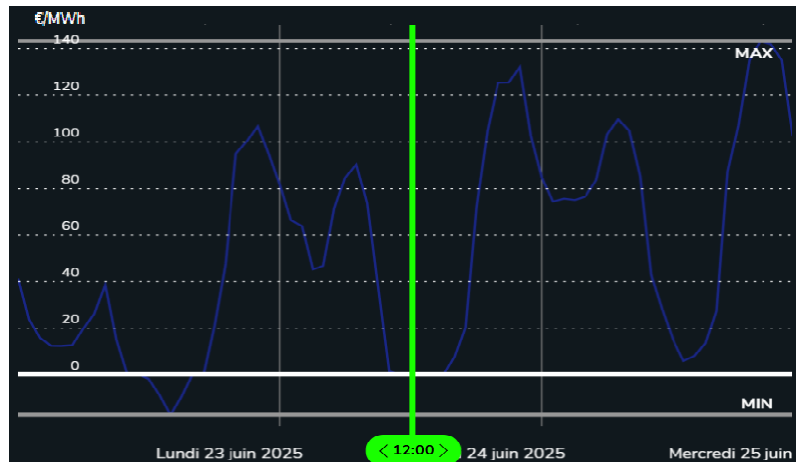
	2020				2050			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Véhicules électriques	12%	12%	12%	12%	60%	60%	70%	30%
ECS ⁹	Pilotage heures pleines / heures creuses				90%	90%	95%	80%
Chauffage	0%	0%	0%	0%	40%	40%	45%	25%
Climatisation	0%	0%	0%	0%	40%	40%	45%	25%
Produits blancs	0%	0%	0%	0%	25%	40%	40%	20%
Industrie	20%	20%	20%	20%	50%	50%	50%	50%

la part flexible de la consommation et son évolution entre 2020 et 2050

Un garant de l'équilibre du marché de l'électricité

- Les fortes croissances attendues de la consommation et de la production électrique peuvent représenter un risque pour le marché :
 - Des pics de consommation qui risqueraient de mettre en danger l'équilibrage du système, et de se traduire sur le marché **par une envolée des prix**
 - Des pics de production entraînant **des épisodes de prix négatifs**

*Evolution du prix spot
Du 23 au 25 juin 2025
source : Données RTE – eco2mix*



- Un décalage des consommations à un moment de forte production permettant de stabiliser le marché : **des prix plus faibles pour le consommateur et des pertes limitées pour le producteur.**

Un moyen de minimiser les besoins de stockage

- Flexibilité de la demande à privilégier compte tenu d'un bilan économique et environnemental plus favorable (- matière ; - de pertes)

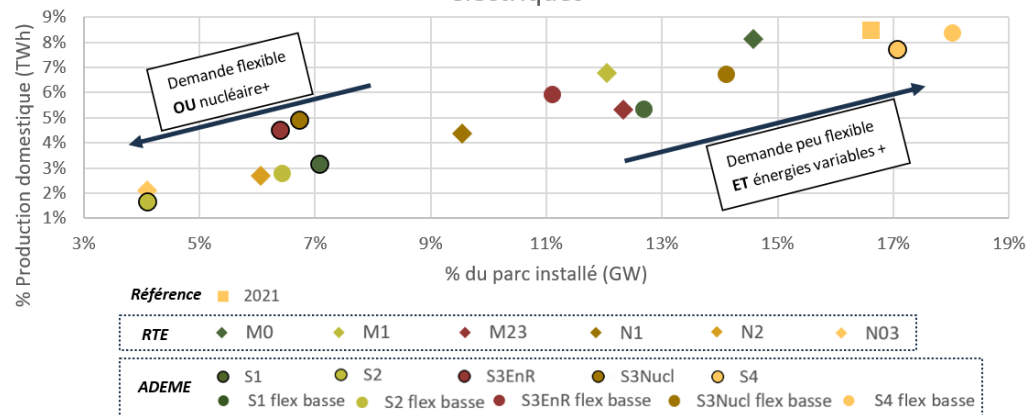
➔ En ayant recours aux flexibilités de consommation, on minimise le recours aux énergies de stocks, notamment les plus carbonées.

Des scénarios prospectifs avec des énergies variables (x5 d'ici 2050 par rapport à aujourd'hui // 200GW) **ET** bonne flexibilité de la demande conduisent **au plus** à un triplement de la puissance de stockage (turbinage-pompage, batteries) nécessaire, < 20GW en 2050.

- Le stockage garde une importance primordiale, mais rentabilité sur l'arbitrage dépendant de la flexibilité. Alternative en cas de faible dvpt et acceptabilité de flexibilité consommateur

- Les exercices prospectifs en cours permettront de mettre à jour les développements relatifs attendus

Part du stockage et des centrales d'équilibrage dans les mix électriques

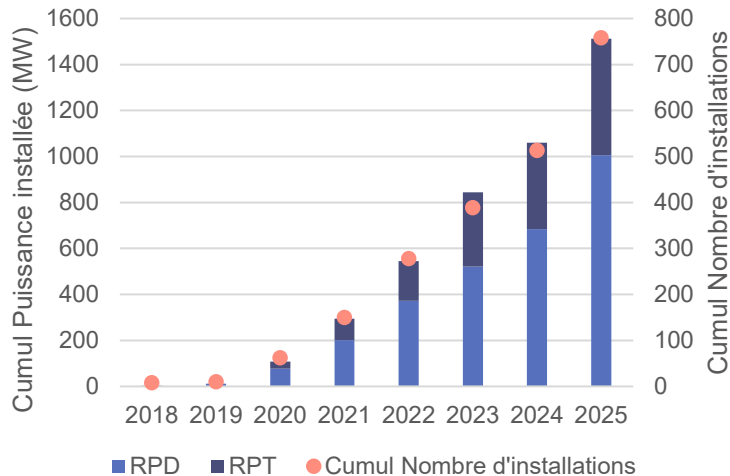


Importance du stockage dans les scénarios prospectifs de 2021

Développement actuel du stockage dans l'Hexagone

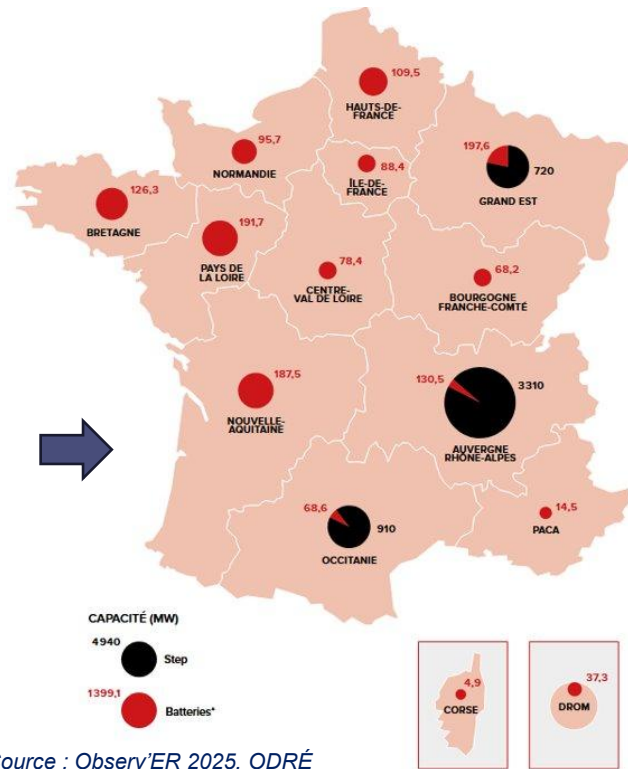
Forte dynamique d'installation du Li-ion depuis 2020

Parc installé



Source : CRE, 2026

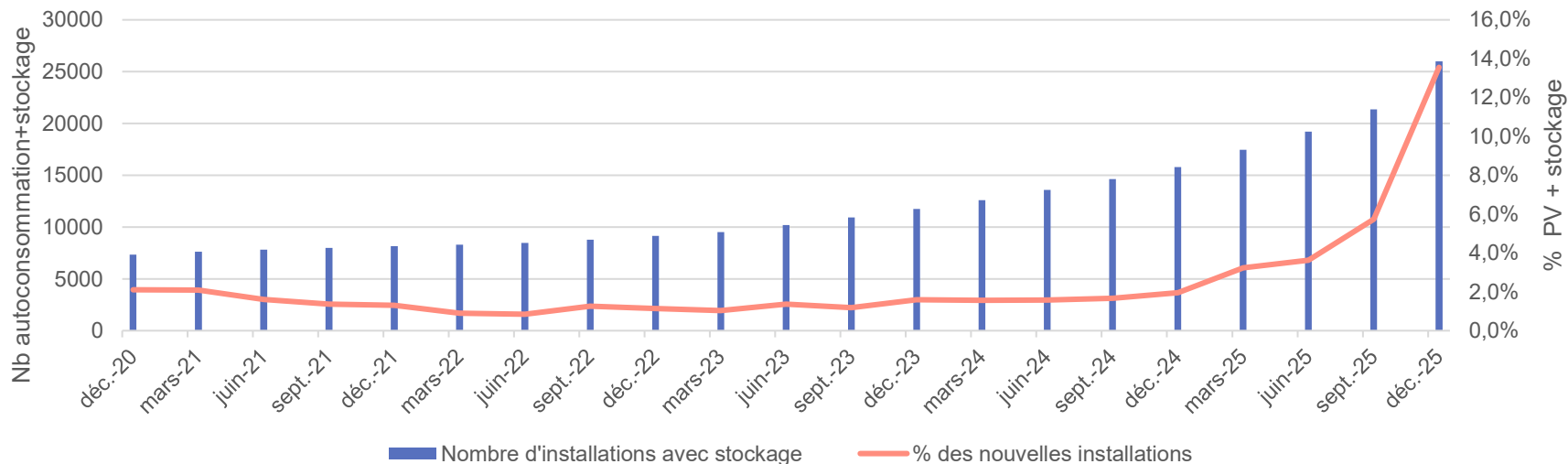
A resituer dans un parc de stockage dominé par les STEP historique



Source : Observ'ER 2025, ODRÉ

Dynamique en cours d'inflexion sur le BT

- Jusqu' alors, couplage batterie en autoconsommation non rentable
- Baisse des tarifs de l'arrêté S21 (4c€/kWh) & chute prix batteries LFP → augmentation des installations sur le résidentiel



Source : OpenData ENEDIS

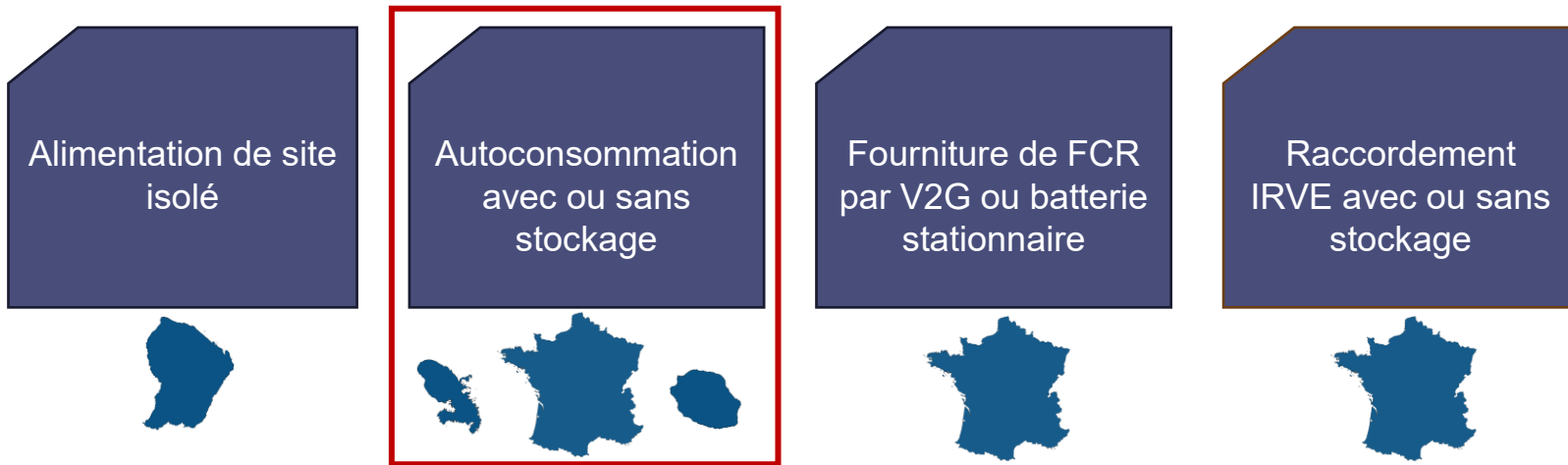
Estimations de l'impact environnemental du stockage

Ordre de grandeur de l'impact d'une batterie LFP à la fabrication : ~100kgCO₂eq/kWh de capacité

- N'indique pas s'il est pertinent, sur le cycle de vie complet, d'installer des batteries lithium-ion



Réalisation par l'ADEME, Artelys et Gingko21 d'un groupement de 4 ACV sur des usages du stockage batterie



Définition des systèmes étudiés

Unité fonctionnelle : Fournir l'électricité à un bâtiment avec système d'autoconsommation, à toute heure pendant l'année 2025. L'étude caractérise seulement les impacts apportés par l'ajout du système d'autoconsommation

Maison individuelle avec 7 MWh de consommation annuelle
6 kWc de panneaux PV en autoconsommation

Système n°1 :

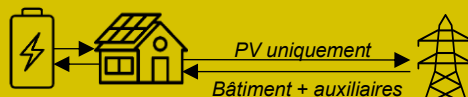
Pas de batterie



Système n°2 :

Batterie LFP de 10 kWh

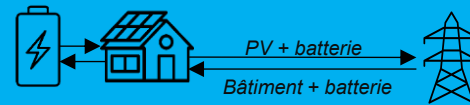
Batterie uniquement utilisée pour optimiser l'autoconsommation



[Hexagone uniquement]
Système n°3 :

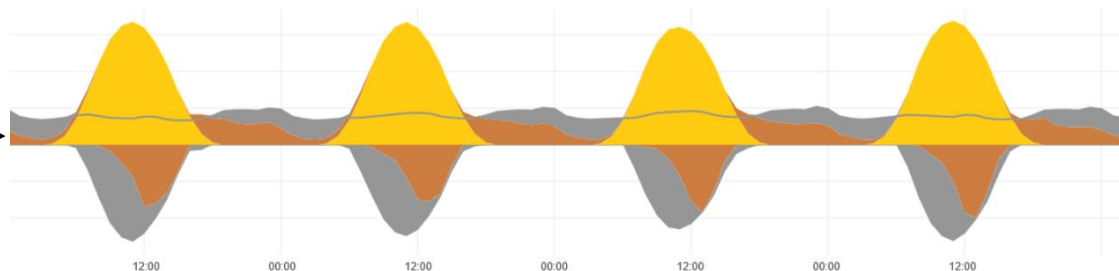
Batterie LFP de 10 kWh

Batterie utilisée pour optimiser l'autoconsommation et pour décaler l'énergie entre HC et HP



Résultats de la modélisation électrique

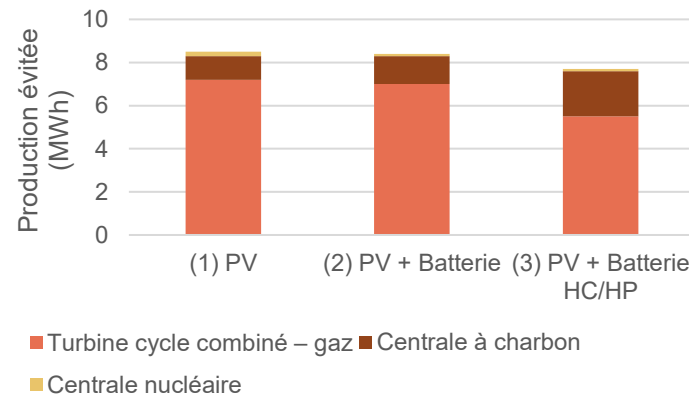
Profil du système (2) PV + Batterie optimisée pour l'autoconsommation →



Photovoltaïque
Batterie Lithium-ion
Réseau

Production évitée grâce aux systèmes d'autoconsommations

- Essentiellement du gaz sur le réseau européen
- La batterie permet d'éviter plus de charbon mais moins d'énergie totale (pertes)
- Système (3) → 594 cycles équivalents complets vs 293 pour le système (2). Effets renforcés sur la substitution charbon
- Dans le modèle utilisé, le nucléaire est relativement peu impacté par le système



Conclusions de ce cas d'ACV

- L'ajout d'un système PV permet une réduction des impacts sur tous les indicateurs, à l'exception de l'épuisement des ressources minérales et métalliques.
- L'ajout d'une batterie **renforce ce transfert d'impact. Le score unique ne permet pas de conclure sur une hiérarchie des systèmes.**
- La génération évitée d'électricité d'origine fossile représente l'impact dominant dans la quasi-totalité des indicateurs. Lien avec le rendement sur le productible évité.

- **Pour aller plus loin :**
 - Une seule année a été modélisée alors que le mix énergétique va changer sur la durée de vie de l'installation. Baisse des énergies fossiles évitées mais hausse des heures écrêtées « évitées par le stockage »
 - Des sensibilités pourraient être réalisées sur le profil de consommation et sur l'emplacement du logement étudié
 - Une étude conséquentielle sur le développement à grande échelle l'autoconso PV // PV+batterie serait d'intérêt

Conclusion flexibilité & stockage

- Equilibre économique actuellement favorable au dvpt LFP. Impact env à affiner
- Enjeux de rentabilité au-delà des marchés de réserve
- Des besoins de développement de stockage à plus grande durée de stockage



*Influence directe
entre la rentabilité
future des
stockage court
terme & dvpt
flexibilité demande*

- Haut potentiel technique et économique de la flexibilité : gisement important, coût d'activation faible, technologie mature
- Plus-value environnementale
- Enjeux d'appropriations



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Direction Bioéconomie et Energies Renouvelables
Service Electricité Renouvelable et Réseaux
Contacts : Etienne LATIMIER, Pierre SACHER

Ressources

Les avis de de l'ADEME :

- [Flexibilité et stockage : Quel rôle du consommateur dans l'évolution du système électrique ?](#)

Analyse de cycle de vie de cas d'usages du stockage d'électricité

- [autoconsommation](#)
- [site isolé](#)



Déj'EnR

Le Webinaire

Rdv le mois prochain !
Obligation réelle environnementale et baux
ruraux au service du patrimoine naturel