



### Comprendre les fondamentaux du stockage par batteries : marché, technologie, architecture et acteurs



Stockage BESS



Fondamentaux

Comprendre le rôle du BESS dans le système électrique, l'empilement des revenus, la chimie LFP, l'architecture de la cellule au réseau et les paramètres de performance.

#### MODALITE

**E-learning asynchrone, complété le cas échéant par des classes virtuelles (FOAD)**

#### DUREE DE LA FORMATION

**3 h d'apprentissage asynchrone, complétées le cas échéant par des classes virtuelles**



**CAMPUS ENR**

*Campus ENR est un organisme de formation dédié aux énergies renouvelables dont la déclaration d'activité est enregistrée sous le numéro 11756866075 auprès du préfet de région d'Île-de-France.*

## Objectifs pédagogiques

À l'issue de la formation, vous serez capable de :

- Comprendre le rôle du BESS dans le système électrique et les moteurs de son déploiement en France : empilement des revenus, saturation des marchés de réserve, état du parc et cadre de soutien.
- Décrypter le panorama des technologies de stockage et le choix de chimie.
- Maîtriser l'architecture d'un BESS : de la cellule au point de raccordement.
- Analyser la chaîne d'acteurs et les interfaces à risque.
- Évaluer les paramètres de référence d'une batterie : puissance et énergie, rendement, disponibilité, état de santé et durée de vie.

## Cibles

Cette formation s'adresse à tout professionnel amené à instruire, développer, financer ou exploiter un projet de stockage par batteries, et souhaitant en maîtriser le vocabulaire, l'architecture et les paramètres de référence.

Le public visé recoupe principalement :

- les équipes de développement : chefs de projet et développeurs ENR abordant leurs premiers projets de stockage, en stand-alone ou en hybridation d'un actif existant ;
- les institutions financières et conseils : analystes de banques et de fonds, conseils financiers et juridiques amenés à instruire un projet BESS ;
- les asset managers et exploitants : équipes de gestion d'actifs et d'exploitation prenant en charge des batteries et devant lire leurs paramètres de performance.

## Prérequis

Une connaissance générale du secteur des énergies renouvelables et du fonctionnement du marché de l'électricité est recommandée. Aucun prérequis technique en électrotechnique ou en électrochimie n'est nécessaire.

# Programme

## **Partie 1 - Contexte et drivers du stockage par batteries**

- Situer le BESS parmi les leviers d'équilibrage du réseau et les dynamiques qui creusent le besoin de flexibilité
- Expliquer l'empilement des revenus : services système, arbitrage, spread
- Décrire le marché français : parc, durées de batterie, bridage, typologie des projets, file d'attente
- Interpréter le paradoxe du spread français et le cadre de soutien (PPE, mécanisme de capacité)

## **Partie 2 - Panorama des technologies et focus lithium-ion**

- Cartographier les technologies de stockage par durée de décharge et capacité
- Comparer NMC et LFP et expliquer la bascule industrielle vers le LFP

## **Partie 3 - Architecture système et composants**

- Décrire la hiérarchie cellule / module / rack / conteneur et la chaîne de conversion jusqu'au comptage
- Analyser les risques du Balance of Plant ainsi que la fragilité de l'interface BMS-EMS

## **Partie 4 - Chaîne d'acteurs et interfaces**

- Identifier les acteurs, du fournisseur de cellules à l'agrégateur
- Cartographier l'écosystème contractuel de la société de projet
- Expliquer le rôle de l'agrégateur
- Évaluer les interfaces à risque : EPC unique ou multi-contrats, répartition du risque du Balance of Plant

## **Partie 5 - Paramètres techniques de référence**

- Distinguer puissance, énergie et durée
- Interpréter un rendement aller-retour selon le couplage, le point de mesure et les auxiliaires
- Décrire temps de réponse et disponibilité comme déterminants du revenu
- Analyser le vieillissement : état de santé, dégradation, fin de vie conventionnelle, garanties constructeur et maintien de capacité

## Moyens et ressources pédagogiques

### Moyens :

- Séquences vidéo e-learning, quiz interactifs et ressources téléchargeables sur la plateforme ; classes virtuelles éventuelles pour approfondissement et questions-réponses
- Retours d'expériences directement applicables en entreprise.

### Ressources :

- Support et ressources accessibles sur la plateforme 360Learning pendant toute la période d'accès (ou sur le LMS du client, sous réserve de faisabilité technique).

## Validation des prérequis et des acquis

### Validation des prérequis :

- Niveau auto-évalué à l'entrée du module

### Modalités d'évaluation :

- des acquis : QCM + Exercices d'application durant la formation.
- de satisfaction : Questionnaire de satisfaction à chaud et à froid.

### Sanction de la formation :

- Attestation de formation

### Justificatifs de réalisation et d'assiduité :

- Relevés de connexion, temps passé et taux de complétion extraits du LMS (séquences asynchrones) ;
- Relevés de connexion horodatés pour les classes virtuelles éventuelles ;
- Résultats aux quiz et QCM jalonnant le parcours

## Organisation et effectifs

- Formation dispensée en e-learning asynchrone sur la plateforme 360Learning (ou sur le LMS du client, sous réserve de faisabilité technique).
- Des classes virtuelles peuvent être proposées en complément selon les sessions ; elles ne sont pas systématiques.
- **Assistance technique et pédagogique** : joignable à [contact@campusenr.com](mailto:contact@campusenr.com), réponse sous **48 heures ouvrées**.

**Accessibilité aux personnes en situation de handicap** : La formation accessible aux personnes en situation de handicap.

Contact référent handicap : *Hannedouche Maxime, maxime.hannedouche@campusenr.com*

# Déroulé pédagogique

| Séquence                                                  | Format & méthode          | Durée est. | Déroulé du contenu                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Partie 1 - Contexte et drivers du stockage par batteries  | Vidéo + infographie + QCM | 50 min     | Équilibrage du réseau, empilement des revenus, moteurs du déploiement, état des lieux français, cadre de soutien |
| Partie 2 - Panorama des technologies et focus lithium-ion | Vidéo + infographie + QCM | 25 min     | Cartographie des technologies, atouts du lithium-ion, comparaison NMC / LFP                                      |
| Partie 3 - Architecture système et composants             | Vidéo + infographie + QCM | 40 min     | Hiérarchie cellule-projet, chaîne de conversion, Balance of Plant, BMS / EMS / SCADA, couplage AC / DC           |
| Partie 4 - Chaîne d'acteurs et interfaces                 | Vidéo + infographie + QCM | 30 min     | Chaîne de valeur, agrégateur, interfaces à risque, écosystème contractuel                                        |
| Partie 5 - Paramètres techniques de référence             | Vidéo + infographie + QCM | 35 min     | Puissance et énergie, rendement, temps de réponse, disponibilité, vieillissement et durée de vie                 |