



HARMONY ENERGY FRANCE

Présentation du projet

LONGPENDU

Historique des versions du document :

Version 0	08 Décembre 2023	Examen cas/cas
-----------	------------------	----------------

« La capacité à générer et à stocker de l'énergie décarbonée est essentielle au développement d'un système énergétique durable »

Sommaire

1.	Présentation de la société.....	3
1.1.	Historique.....	3
1.2.	Harmony Energy France.....	5
1.3.	Politique RSE.....	5
2.	Le stockage d'énergie par batteries.....	6
2.1.	Intérêt de la solution.....	6
2.2.	Fonctionnement.....	11
2.3.	Technologie de batteries.....	12
2.4.	Aspects environnementaux.....	13
3.	Le projet de Longpendu.....	14
3.1.	Choix du site.....	14
3.2.	Localisation du projet.....	14
3.3.	Conception du projet.....	15
3.4.	Raccordement du projet.....	16
4.	Analyse des risques.....	17
4.1.	Méthodologie d'analyse des risques.....	17
4.2.	Revue générale des risques.....	18
4.3.	Biodiversité.....	21
4.4.	Milieu potentiellement humide.....	22
4.5.	Patrimoine et population locale.....	22
4.6.	Impact sonore.....	25
4.7.	Risque intrusion.....	26
4.8.	Risque incendie.....	27
5.	Cycle de vie du projet.....	32
5.1.	Processus de développement.....	32
5.2.	Activités sur site.....	33
6.	Bilan carbone.....	35
	Annexe 1 Plan du projet.....	38
	Annexe 2 Évaluation de l'état environnemental du site.....	39

1. Présentation de la société

1.1. Historique

Harmony Energy a été fondée au Royaume-Uni en 2010 et en une dizaine d'années la société est devenue un leader national dans le développement de projets de stockage d'énergie et de centrales de production d'énergie renouvelable.

Harmony Energy a ainsi développé, construit et opéré un portefeuille important de parcs de production d'énergie renouvelable (éoliens et photovoltaïques) ainsi que des projets de stockage d'énergie par batterie. La carte ci-dessous montre les projets de stockage opérationnels et en cours de construction sur le sol britannique.

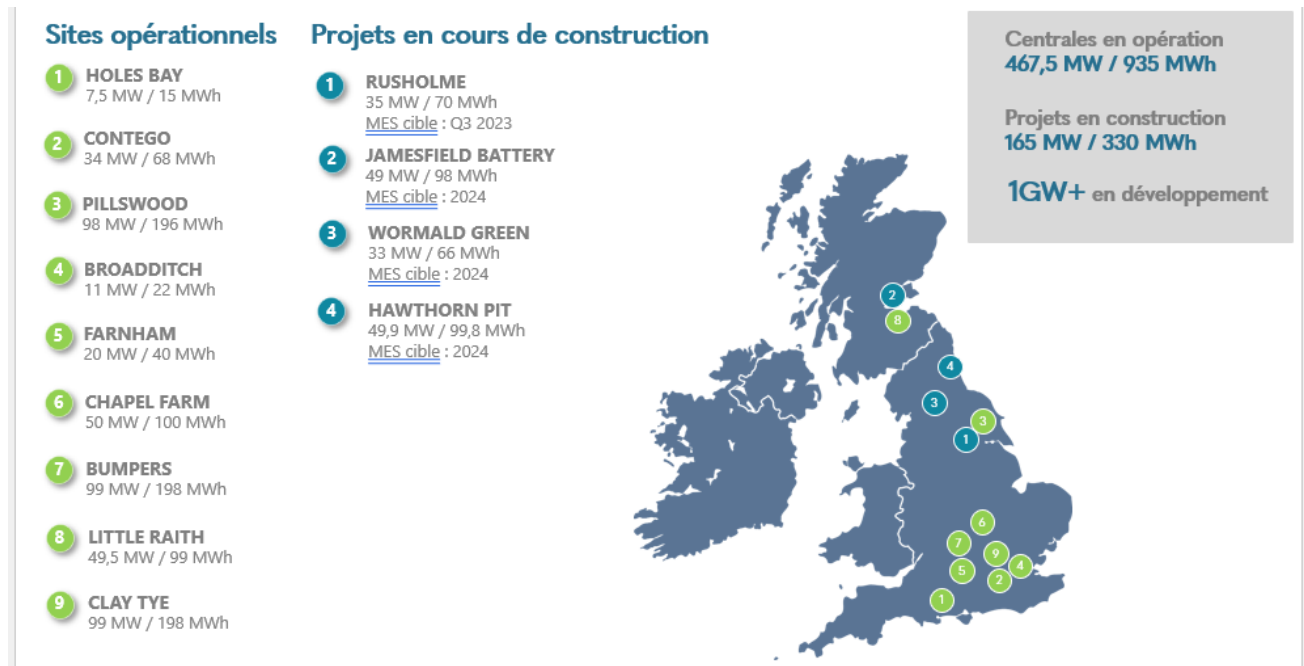


Figure 1: Portefeuille de projets BESS de Harmony Energy au Royaume-Uni

En novembre 2021, Harmony Energy a lancé le Harmony Energy Income Trust plc, un fonds d'investissement coté à la Bourse de Londres ("HEIT"). HEIT est une société d'investissement gérée par Harmony Energy qui finance des grands projets de stockage d'énergie et de production d'énergie renouvelable et qui délègue à Harmony Energy la gestion des actifs sur toute la durée de vie, jusqu'au démantèlement.

Aujourd'hui Harmony Energy développent des projets dans 5 pays : Royaume-Uni, Nouvelle-Zélande, France, Allemagne et Pologne, avec toujours la même mission, « *de proposer des projets qui permettent une transition vers un système énergétique durable sur les plans environnemental, financier et social* ».

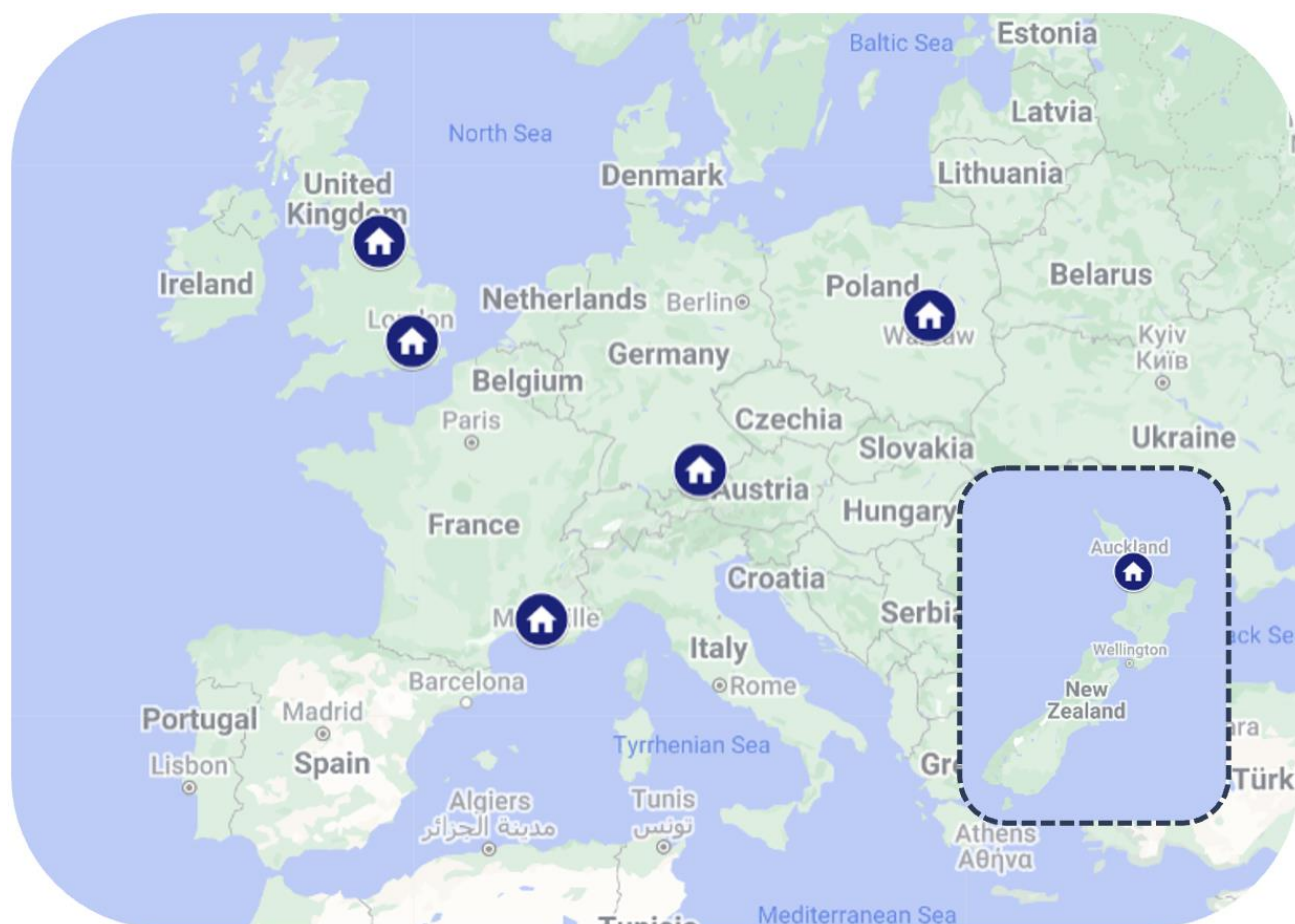


Figure 2: Bureaux Harmony Energy



Figure 3: Les valeurs de la société Harmony Energy

1.2. Harmony Energy France

Fort de son expérience et de ses succès au Royaume-Uni, début 2022 une filiale française, Harmony Energy France, a été créée pour développer en France métropolitaine des projets solaires et de stockage.

L'équipe française de Harmony Energy bénéficie d'une expérience importante sur le marché de l'électricité et le développement de projets d'énergie renouvelable et de stockage d'énergie. Les compétences couvrent aussi bien les activités de développement (recherche de foncier, démarches administratives...), d'ingénierie (conception et dimensionnement des centrales, ingénierie de raccordement au réseau...), ou de construction et opération (achats, financement, mise en service, exploitation et maintenance...).

Harmony Energy France se positionne sur l'ensemble du cycle de vie de ses projets, en faisant appel à des partenaires pour certaines activités clés.

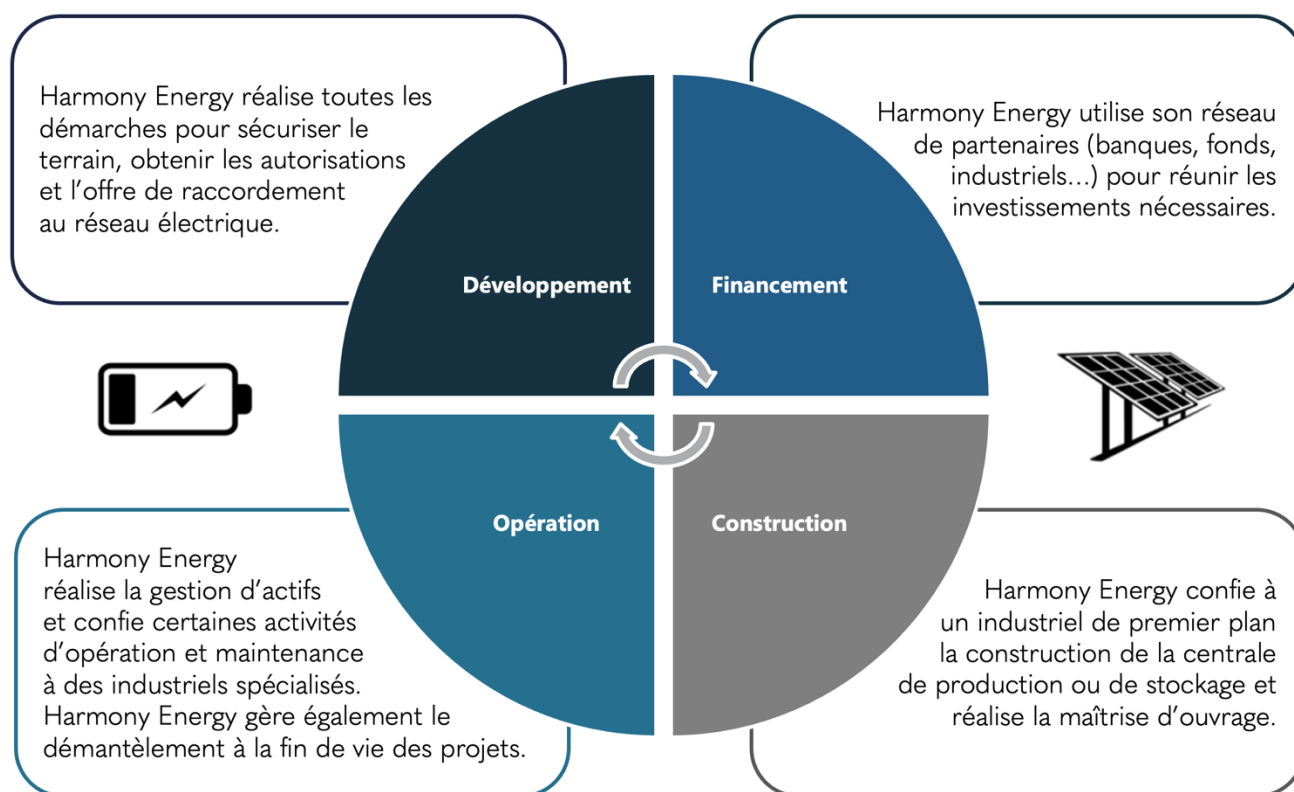


Figure 4: Positionnement de Harmony Energy France

1.3. Politique RSE

Harmony Energy France définit sa politique Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) autour de quatre principaux piliers qui guident notre manière de développer et de construire nos activités.



Figure 5: Les piliers RSE de Harmony Energy

Sur la base de ces 4 piliers, Harmony Energy a choisi de définir une stratégie RSE en accord avec ses propres valeurs, tout en s'alignant sur les principales recommandations des organismes internationaux¹.

Concrètement Harmony Energy France formalise ses actions autour de sept objectifs de développement durable parmi des dix-sept adoptés par les États membres des Nations Unies.

Objectifs Développement durables de l'ONU	Actions Harmony Energy France
3. Bonne santé et bien-être	Organisation d'événements sportifs. Sensibilisation sur les questions de bien être de toutes parties-prenantes.
4. Education de qualité	Mise en place de parcours pédagogiques. Interventions dans les écoles.
7. Energie propre et d'un coût abordable	La raison d'être de Harmony est de développer des énergies propres, abordables, sécurées et maîtrisées.
11. Villes et communautés durables	Organisation d'événements sportifs à pied ou à vélo. Financement de petites installations de production dans les communes.
12. Consommation et production responsable	Vocation de l'entreprise à mieux produire et consommer de l'énergie. Exigences sur l'origine des produits, leurs impacts et la recyclabilité.
13. Lutte contre le changement climatique	Politique de minimiser les émissions de gaz à effet de serre de toutes activités liées directement ou indirectement à nos projets.
15. Vie terrestre	Du choix du site jusqu'à la construction et l'opération, Harmony vise à minimiser les impacts et à favoriser le développement de la biodiversité.

Figure 6: Actions RSE de Harmony Energy France

2. Le stockage d'énergie par batteries

2.1. Intérêt de la solution

Le stockage d'électricité par batteries a atteint la maturité technologique dans la deuxième partie des années 2010, avec un fort essor aux Etats-Unis, en Australie, au Royaume-Uni et dans les zones non interconnectées. En une douzaine d'années, le stockage est devenu un levier indispensable de la transition énergétique pour stabiliser le réseau sans avoir recours aux énergies fossiles et afin de mieux intégrer les énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire.

Ces dernières années, le stockage par batteries s'est démocratisé dans le monde entier et en particulier en Europe pour faire face à deux tendances fortes :

- La nécessaire fermeture des centrales fossiles les plus polluantes (charbon, pétrole, gaz), utilisées notamment lors de la période hivernale, remplacées par des énergies renouvelables durables, dont la production est variable et parfois compliquée à intégrer ;
- Des prix des marchés de l'électricité soumis à une volatilité grandissante du fait de la hausse de la consommation, de la variabilité des énergies renouvelables et des crises successives affectant le prix du gaz ou du pétrole qui peuvent mettre en péril la sécurité d'approvisionnement.

¹ Politique RSE Harmony Energy France disponible sur la page RSE du site internet : www.harmonyenergy.fr

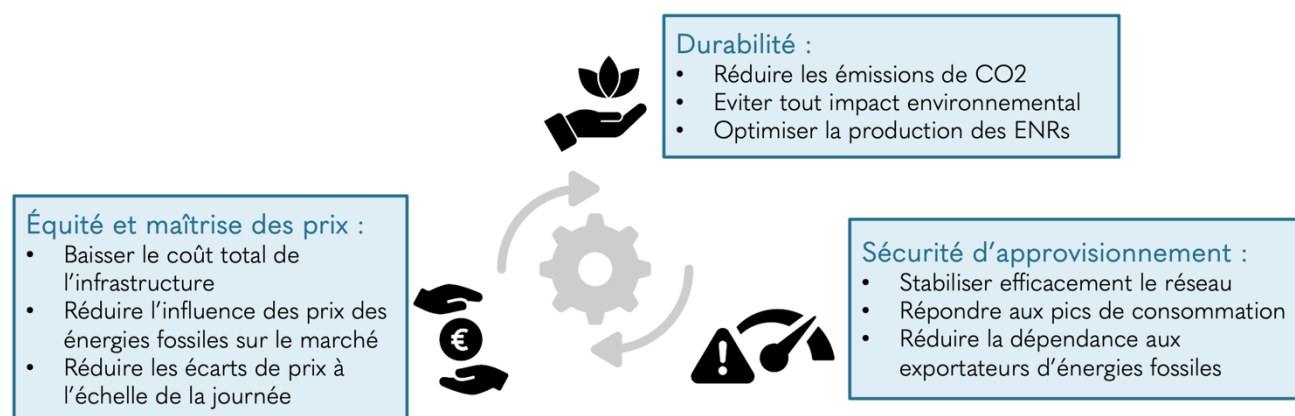


Figure 7: Les enjeux du marché de l'électricité

Le stockage d'énergie par batteries répond en effet aux 3 enjeux majeurs que vont connaître les réseaux électriques au XXI^{ème} siècle :

- **Durabilité :**
 - Les batteries électriques constituent l'une des solutions flexibles les plus efficaces et les plus décarbonées, avec des émissions nettement inférieures à celles des centrales fossiles traditionnelles. En effet un kWh en provenance du réseau français et ayant transité par une batterie à une empreinte de l'ordre de 100 gCO₂/kWh, contre au moins quatre fois plus pour les centrales au gaz, au pétrole et au charbon (de 400 à 1000 gCO₂/kWh)² ;
 - Le stockage par batteries n'émet aucun polluant et s'installe facilement, sans nuisance majeure pour l'environnement. L'installation d'une centrale de stockage occupe une surface faible : environ 150 hectares suffiraient pour atteindre les objectifs nationaux en puissance de stockage par batteries dans les scénarii médians de RTE³ (9 à 13 GW) ;
 - En stockant l'énergie renouvelable pour pallier un surplus de production ou à une congestion du réseau, les batteries permettent d'utiliser une énergie qui aurait été gaspillée (écrêtée) autrement, avec un très haut rendement énergétique (autour de 85%).
- **Maîtrise des prix :**
 - Le stockage par batteries demande un investissement important au départ mais les coûts opérationnels sont faibles et maîtrisés, permettant d'avoir une forte visibilité sur le prix de revient de l'installation ;
 - Le stockage par batteries s'insère sur le marché sans mécanisme de soutien et propose des prix plus compétitifs que les énergies fossiles traditionnelles pour les mêmes services rendus ;
 - En venant en remplacement des énergies fossiles et en déplaçant des pics de production journaliers vers des pics de consommation, le stockage permet de réduire la volatilité des prix sur la journée.
- **Sécurité d'approvisionnement :**
 - Le stockage est la technologie la plus efficiente pour stabiliser le réseau, avec des temps de réaction extrêmement courts (<500ms contre quelques minutes pour d'autres actifs) ;
 - En remplacement des énergies fossiles dont l'approvisionnement s'avère aussi de plus en plus incertain, le stockage permet de passer les pics de consommation et de répondre à la demande nationale tout au long de l'année.

² Calculs Harmony Energy basés sur des hypothèses courantes du marché

³ Futurs énergétiques 2050, RTE, février 2022 : www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques#Lesdocuments

Enjeux actuels du marché électrique en France et en Europe:



Le stockage de l'électricité répond à ces trois enjeux :

- En facilitant l'insertion des renouvelables sur le réseau électrique
- En remplaçant les centrales électriques fossiles (charbon, pétrole, gaz) utilisées historiquement pour stabiliser le réseau et répondre aux pics de consommation

Les bénéfices du stockage de l'électricité :

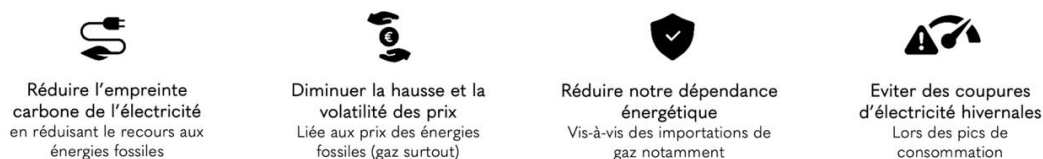


Figure 8: Le stockage de l'électricité, levier de la transition énergétique

En remplaçant des services autrement fournis par des énergies fossiles, le stockage d'énergie par batteries permet donc de réduire l'empreinte carbone du système électrique tout en apportant une meilleure maîtrise des coûts et de la capacité d'approvisionnement.

Le cas réel de la Figure 9 ci-dessous illustre le pic de consommation inattendu du 4 avril 2022, où une nuit exceptionnellement froide et un manque de capacité de production (réelle et prévue) a conduit à des prix d'électricité sur le marché spot extrêmement élevés et donc à de forts coûts d'équilibrage du système.

Dans ce cas concret, un système électrique intégrant une capacité d'environ 1,5 GW de stockage d'énergie par batteries pour répondre aux besoins d'équilibrage du système, aurait permis d'éviter le démarrage d'une centrale au fuel (à ~700 gCO₂/kWh). L'usage du stockage plutôt que du fuel aurait ainsi pu conduire à des économies d'environ 150 M€ (ordre de grandeur) pour les fournisseurs et indirectement la collectivité, tout en évitant l'émission de près de 2500 tonnes de CO₂⁴.

⁴ Calculs Harmony Energy basés sur des hypothèses courantes du marché

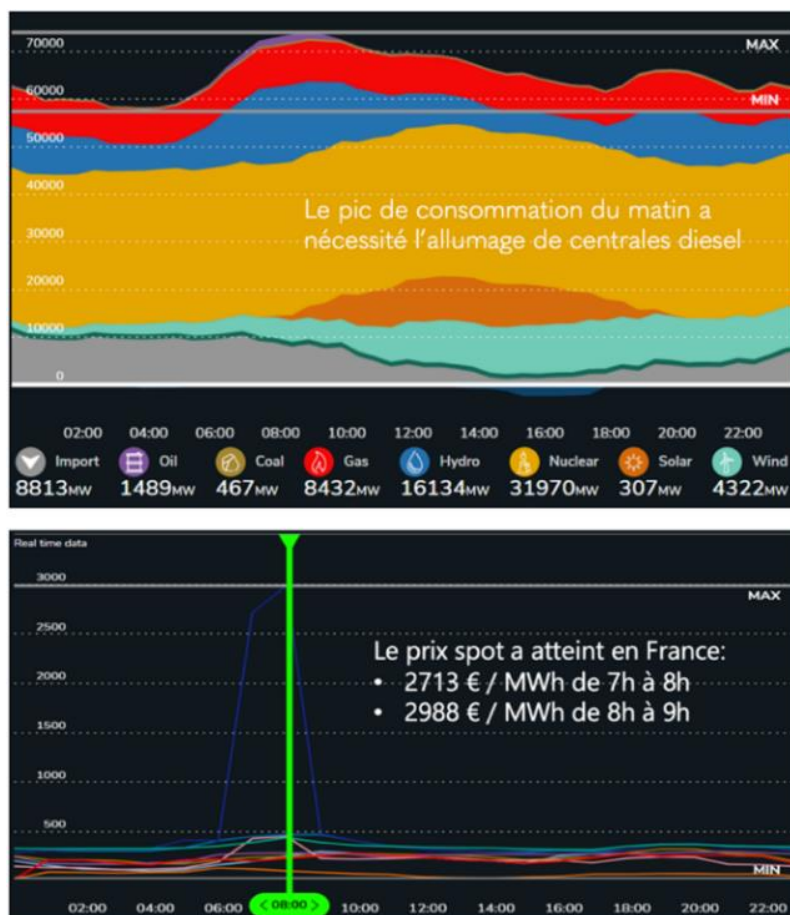


Figure 9: Mix électrique et prix de l'électricité sur le marché spot en France pour la journée du 4 avril 2022 (source RTE Eco2mix)⁵

Conscients des bénéfices qui peuvent être apportées par l'intégration de systèmes de stockage d'énergie au réseau électrique, de nombreux organismes d'état et européens confirment l'intérêt majeur de la solution et prônent à son déploiement :

- La **CRE** (Commission de Régulation de l'Energie) dans une délibération d'avril 2022 a souligné « *un besoin important et urgent de flexibilité pour les prochaines années* » et a notamment préconisé « *un dispositif d'appels d'offres dédiés au stockage* » en tant qu' « *opportunité à saisir en urgence pour accélérer le rythme de développement du stockage d'électricité* »⁶ ;
- **RTE** (Réseau de Transport d'Électricité), le principal client des solutions de stockage sur le territoire français, confirme le besoin de stockage par batteries dans l'intégralité des scénarii énergétiques de 2050⁷. Dans ses scénarii médians, 9 à 13GW de batteries devront être installées d'ici 2025 ;
- **L'ADEME** (Agence de la Transition Écologique) confirme également la nécessité d'installer massivement du stockage par batteries dans ses Trajectoires d'évolutions du mix électrique 2020-2060⁸ ;
- **La Commission Européenne**, dans ses dix recommandations sur le stockage d'énergie publiées en mars 2023⁹, indique que « l'analyse a montré que le stockage est essentiel pour décarboner le système énergétique de l'UE ».

⁵ www.rte-france.com/eco2mix/la-production-delelectricite-par-filiere

⁶ Délibération de la CRE du 7 avril 2022 portant avis sur le projet de décret fixant les modalités de la procédure d'appel d'offres portant sur le développement de capacités de stockage d'électricité - CRE

⁷ RTE | Futurs énergétiques 2050 | Documents (rte-futursenergetiques2050.com)

⁸ Trajectoires d'évolution du mix électrique à horizon 2020-2060 - La librairie ADEME

⁹ Recommendations on energy storage (europa.eu)

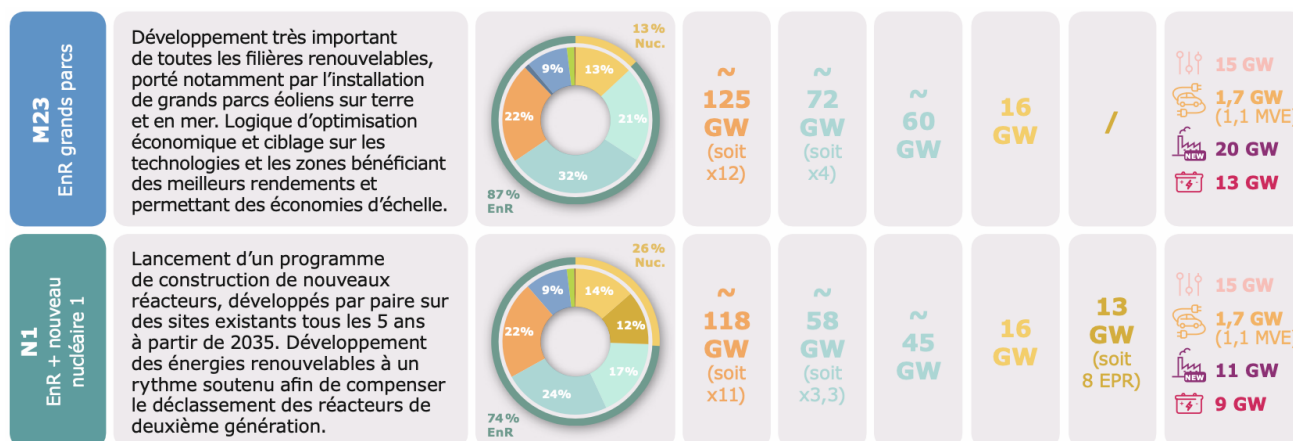


Figure 10: Scenarii médians du rapport RTE « Futurs Énergétiques 2050 »

La Stratégie Nationale Bas Carbone¹⁰ (SNBC) donne la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique. Afin de réduire les émissions françaises de gaz à effet de serre, et atteindre la neutralité carbone dès 2050, il faut notamment :

- Réduire les consommations d'énergie (notamment à travers des leviers d'efficacité énergétique des équipements et de la sobriété des modes de vie) ;
- Décarboner complètement l'énergie produite.

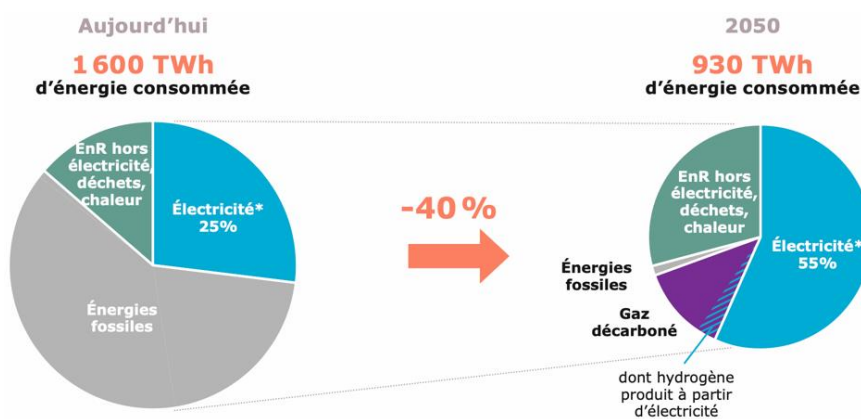


Figure 11: Consommation et sources d'énergie (Futurs Énergétiques 2050 (RTE) et la SNBC)

La suppression des énergies fossiles se réalise donc partiellement par une réduction de la consommation finale d'énergie, mais aussi par une électrification des usages (notamment les véhicules de transport, mais aussi l'industrie et le résidentiel). De ce fait, les besoins nationaux en termes de capacité de production d'électricité augmenteront de manière importante, et cette production doit provenir de sources peu-carbonées. Dans les années et les décennies à venir la France va donc intégrer de nouveaux volumes importants en termes de production d'énergies renouvelables. Étant donné le caractère non-pilotable de la majorité des sources de production d'énergies renouvelables, ce déploiement massif doit être accompagné par l'intégration de nouvelles capacités de flexibilité afin d'équilibrer l'offre et la demande à tout moment, de garder la fréquence du réseau à 50Hz et de faire en sorte que les consommateurs (résidentiels, tertiaires et industriels) ne soient pas sujets à des délestages voire des coupures non-prévues.

À cet effet, en septembre 2023, RTE a publié un bilan prévisionnel, « 2023-2035 : première étape vers la neutralité carbone »¹¹, dans lequel il est indiqué que, « le développement des flexibilités présente un double intérêt » : « 1. Pour assurer la sécurité d'approvisionnement » et « 2. Pour assurer l'optimisation du système

¹⁰ www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbcc

¹¹ www.rte-france.com/actualites/bilan-previsionnel-transformation-systeme-electrique-2023-2035

électrique ». Le 4^{ème} défi technique d'un système électrique en croissance, cite (en page 25 du rapport des principaux résultats), « Le développement des flexibilités, thématique désormais centrale et clé de voûte du nouveau Bilan prévisionnel ». Plus spécifiquement, RTE indique à la figure 18 du même document que « Développer la flexibilité de la demande et les batteries est un axe prioritaire pour renforcer la sécurité d'approvisionnement ».

2.2. Fonctionnement

Les batteries sont des dispositifs de stockage électrochimique. Chaque cellule est constituée d'une électrode positive et d'une électrode négative, toutes deux immergées dans un milieu conducteur appelé électrolyte.

Les cellules sont regroupées dans des racks et entreposés dans des armoires ou des containers/enceintes à environnement contrôlé et conçus pour être installés en extérieur. La température y est régulée grâce à un système de ventilation ou de refroidissement liquide.

Les batteries sont des technologies connectées en courant continu, comme les panneaux photovoltaïques. Ils sont donc couplés à des onduleurs pour passer en courant alternatif et par des transformateurs qui permettent le passage en moyenne tension en vue du raccordement au réseau public.

Un poste de livraison fait le lien entre la centrale de stockage et le réseau public et un local technique permet aux équipes d'exploitation de superviser la centrale et d'assurer sa bonne maintenance.

Si le raccordement au réseau se fait en haute tension, un poste électrique haute tension (HT) peut également être ajouté sur l'emprise foncière du projet.



Figure 12 : Plan de principe d'une installation de stockage par batteries



Figure 13 : Vue aérienne de la centrale de stockage de Contego (34 MW / 68 MWh), développée et opérée par Harmony Energy

2.3. Technologie de batteries

Actuellement, le marché du stockage par batteries se concentre sur deux technologies au lithium :

- La technologie Nickel Manganèse Cobalt (NMC) est la plus utilisée dans le monde car sa forte densité énergétique facilite les usages pour la mobilité (par exemple les batteries de téléphones portables, voitures électriques, etc.) ;
- La technologie Lithium Fer Phosphate (LFP) a une densité énergétique moins élevée, mais elle a de nombreux autres avantages qui font qu'elle est aujourd'hui privilégiée pour le stockage stationnaire raccordé au réseau.

Harmony Energy a choisi de se concentrer sur la technologie LFP pour plusieurs raisons :

- Contrairement aux batteries NMC, la technologie LFP n'utilise pas de cobalt dont la chaîne d'approvisionnement peut avoir des répercussions sociales et environnementales au niveau de l'extraction de la matière première ;
- Les batteries LFP sont très peu soumises au risque d'emballement thermique que l'on observe sur la technologie NMC. Les risques d'incendie sont donc drastiquement réduits. La centrale dispose toutefois de plusieurs systèmes de prévention, de détection et d'extinction des incendies (voir chapitre 4.8 pour une analyse détaillée du risque incendie) ;
- Il s'agit d'une technologie maîtrisée qui présente le meilleur rapport performance / prix sur le marché.

Après une durée d'exploitation d'environ 15 ans, les batteries lithium-ion seront démantelées et les différents matériaux séparés et recyclés. Les progrès technologiques en matière de recyclage et d'éco-conception devraient permettre, à horizon 2030, de s'approcher des 100% de valorisation des matériaux.

En effet, tirée par la fin de vie de la première génération de véhicules électriques, l'industrie du recyclage des batteries sera en plein essor dans les dix prochaines années. Des usines sont actuellement en projet en France et ailleurs en Europe pour justement répondre à la hausse attendue de la demande.

2.4. Aspects environnementaux

Les installations de stockage par batteries de plus de 600 kW sont soumis au régime de la déclaration de l'ICPE 2925-2 « *Ateliers de charge d'accumulateurs électriques lorsque la charge ne produit pas d'hydrogène* ».

Les installations de stockage par batteries représentent très peu de risques ou de nuisances environnementaux :

- Gestion des sols :
 - Le stockage par batteries ne demande pas de fondation conséquente et de ce fait une excavation profonde n'est pas nécessaire ;
 - Une surface limitée des sols étant imperméabilisée, il n'y pas ou peu d'impact sur la gestion des écoulements d'eau de pluie.
- Insertion paysagère :
 - Les installations de stockage occupent une surface relativement faible (de l'ordre de 1 hectare) et n'ont pas de structure très haute ;
 - Harmony Energy choisit des terrains distancés de toute habitation ou lieu recevant du public, de préférence à proximité des postes électriques et proche de pylônes. Bien que le contexte local et l'environnement proche ne présentent pas d'enjeu paysager, Harmony Energy propose la mise en place de haies paysagères pour faciliter l'intégration visuelle de l'installation.
- Émissions :
 - La centrale n'émet aucun gaz, liquide ou solide susceptible de présenter un risque environnemental ou une nuisance olfactive ;
 - Les ondes électromagnétiques générées par l'installation sont négligeables et ne représente aucun risque pour la santé ou l'environnement ;
 - Le système de gestion thermique des unités de stockage génère un bruit régulier qui peut être entendu en limite de propriété mais qui devient rapidement très faible. Lors du choix des terrains, Harmony Energy s'assure que le bruit ne puisse pas constituer une nuisance pour les riverains et s'engage à respecter les normes acoustiques applicables.

Pour chaque projet, Harmony Energy consulte les parties prenantes locales, notamment :

- Le conseil municipal de la commune concerné par le projet et potentiellement ses administrés et techniciens pour répondre à leurs questions, recueillir leurs avis et prendre des mesures pour répondre à leurs potentielles préoccupations ;
- Le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) pour prendre en compte leurs recommandations et exigences liés aux risques d'incendie ;
- La Direction Départementale des Territoires en charge d'instruire le permis de construire, qui peut être force de propositions pour améliorer la conception du projet.

3. Le projet de Longpendu

3.1. Choix du site

Harmony Energy prospecte des potentiels sites de développement de projets de stockage d'énergie sur tout le territoire français. Dans le cadre de sa prospection d'opportunités dans le département de la Saône-et-Loire, Harmony Energy a effectué une analyse portant sur tous les postes RTE du département, afin de déterminer lesquels pourraient être adaptés à l'implantation d'un projet de stockage d'énergie par batteries.

Une centrale de stockage d'électricité de plusieurs dizaines de mégawatts doit par nature être positionnée proche d'un poste électrique existant ayant une capacité suffisante d'accueil/raccordement. De par l'augmentation significative de la longueur de câble souterrain à installer, une distance importante entre le poste électrique et le lieu du projet entraînerait des impacts négatifs importants sur les coûts, l'efficacité du système (hausse des pertes électriques), l'impact environnemental du projet et les nuisances lors de la phase de construction. Harmony Energy développe les sites qui répondent à ce critère premier de proximité, mais qui ont aussi et surtout le moindre impact sur les aspects naturels, sanitaires et environnementaux. La méthodologie de recherche et sélection consiste ainsi à identifier les sites qui répondent aux critères suivants :

- **Capacité technique du poste** : le poste électrique doit avoir une capacité permettant la décharge (injection) ainsi que la charge (soutirage) de batteries (données RTE publiques). Ensuite, il doit y avoir un terrain d'une surface d'environ 1 hectare ou plus, non-construit à proximité du poste ;
- **Enjeux environnementaux** : le terrain identifié (à proximité du poste électrique) doit se situer dans une zone sans enjeux forts, par exemple des zones protégées (N2000, ZNIEFF, parc nationaux) ou d'autres enjeux répertoriés (zone humides, inondations) ;
- **Absence d'habitation proche** : bien que les limites de distances minimums fixées par l'ICPE sont nettement inférieures, pour des raisons d'impacts visuel et sonore, Harmony Energy fait le choix de privilégier les terrains éloignés d'au moins 100m des habitations les plus proches.

Il est à noter que les grands postes électriques sont pour la plupart situés dans les milieux agricoles, et plus rarement en zone urbaine. Pour ceux situés en zones urbaines, il y a rarement une surface de terrain disponible et suffisamment éloignée des habitations à proximité du poste.

Le site du projet « Longpendu » est ainsi identifié comme étant l'un des seuls du département de la Saône-et-Loire avec les caractéristiques propices au développement d'un projet de stockage d'énergie multi-mégawatt.

3.2. Localisation du projet

Le projet de stockage d'énergie de Longpendu se situe sur la commune d'Ecuisses, dans le département de la Saône-et-Loire. Il est situé sur un terrain agricole à proximité du poste électrique de RTE nommé Henri-Paul.

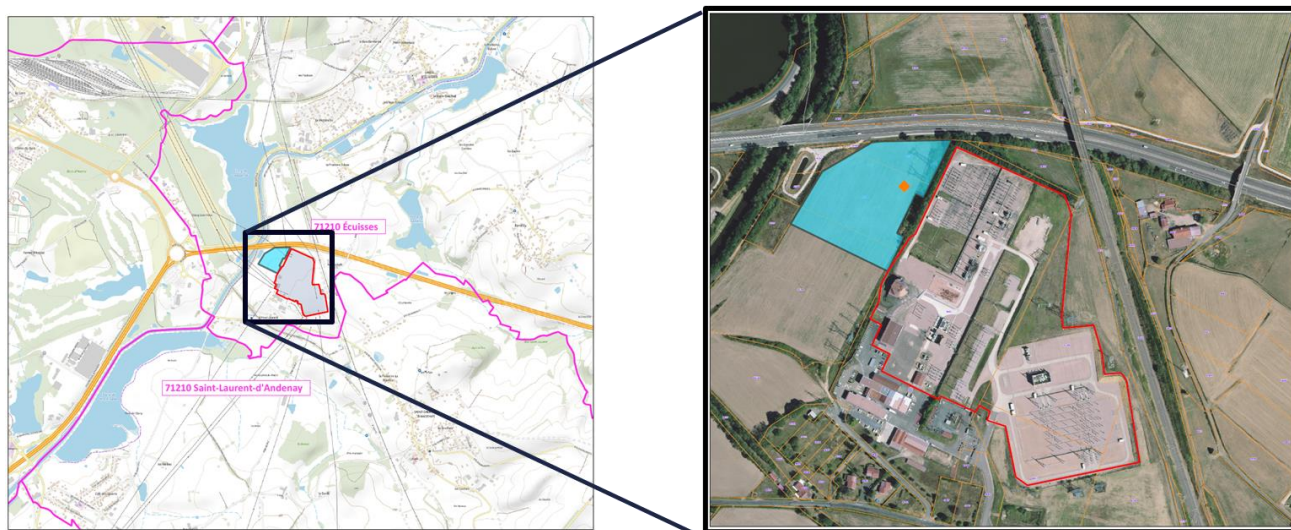


Figure 14 : Situation du projet

Le terrain a été choisi pour le développement d'une centrale de stockage d'énergie par batteries pour les raisons principales suivantes :

- La proximité avec le poste électrique de Henri-Paul, facilitant le raccordement au réseau national et permettant une continuité dans l'intégration paysagère ;
- L'absence de site patrimonial ou d'habitation à proximité immédiate, permettant ainsi au projet de s'implanter sans nuisance pour la population locale (les habitations les plus proches se situent à plus de 300 m) ;
- L'absence d'enjeux environnementaux importants.

3.3. Conception du projet

Harmony Energy a fait réaliser par RTE une étude exploratoire pour connaître la capacité de raccordement du poste électrique de Henri-Paul.

Suite à cette analyse, Harmony Energy a reçu la confirmation qu'un projet de 60MW / 120MWh pourrait être raccordé au réseau électrique sans renforcement des infrastructures publiques.

Un projet de cette dimension permettrait de stocker l'équivalent en consommation moyenne d'environ 44% de la population du département de la Saône-et-Loire pendant 2 heures¹².

L'Annexe 1 au présent document présente ainsi l'implantation du projet, constituée des éléments suivants :

1. 34 unités de stockage contenant les batteries ;
2. 17 postes de transformation BT / HTA pour amener la tension à 33kV ;
3. Un poste électrique avec un transformateur de tension 63kV / 33kV ;
4. Un local de maintenance ;
5. Une citerne incendie ;
6. Une piste d'accès, avec parking de stationnement et plateforme DECI ;
7. Clôture et haie paysagère ;
8. Talus de terre excavée (pour remise en place en fin de projet)
9. Noues de collecte et bassin pour la gestion des eaux de pluie.

¹² Sur la base d'une consommation moyenne de 0,5 kWh/personne pour une période de 2h et une population de la Saône-et-Loire est d'environ 551 493 habitants (2019).

La disposition des unités de stockage est étudiée pour faciliter l'installation et la maintenance du système, avec des aires de grutage et des pistes d'accès. Toutes les distances réglementaires d'éloignement seront respectées, conformément à la déclaration ICPE du projet.

Des mesures seront prises pour gérer les eaux de pluie, avec un système de bassin de retention des eaux qui sera à dimensionner en fonction des études hydrauliques. Ces mesures seront définies en détail dans le cadre des procédures de dossier loi sur l'eau par le bureau d'études spécialisé missionné par Harmony Energy.

3.4. Raccordement du projet

La réalisation du raccordement du projet au poste électrique RTE est à la charge de RTE. Harmony Energy a engagé le processus de raccordement auprès de RTE, processus qui débute par une phase d'études techniques, environnementales, administratives et financières. Ces études dimensionneront les câbles et détermineront le tracé exact de câbles, entre autres.



Figure 15 : Le poste électrique de Henri-Paul (photo prise depuis l'ouest du poste)

4. Analyse des risques

4.1. Méthodologie d'analyse des risques

Harmony Energy intègre des mesures ERC (éviter, réduire, compenser)¹³ dans toutes les étapes d'identification, de développement, de construction et de démantèlement de ses projets de stockage d'énergie. Harmony Energy s'appuie sur la séquence ERC présente dans le code de l'environnement et au cœur du processus de l'évaluation environnementale des projets.

La séquence ERC traduit une hiérarchie de mesures, en priorisant l'évitement d'impacts, puis la réduction des impacts inévitables, et en dernier recours, la compensation des impacts s'ils ne peuvent être ni évités ni réduits suffisamment.

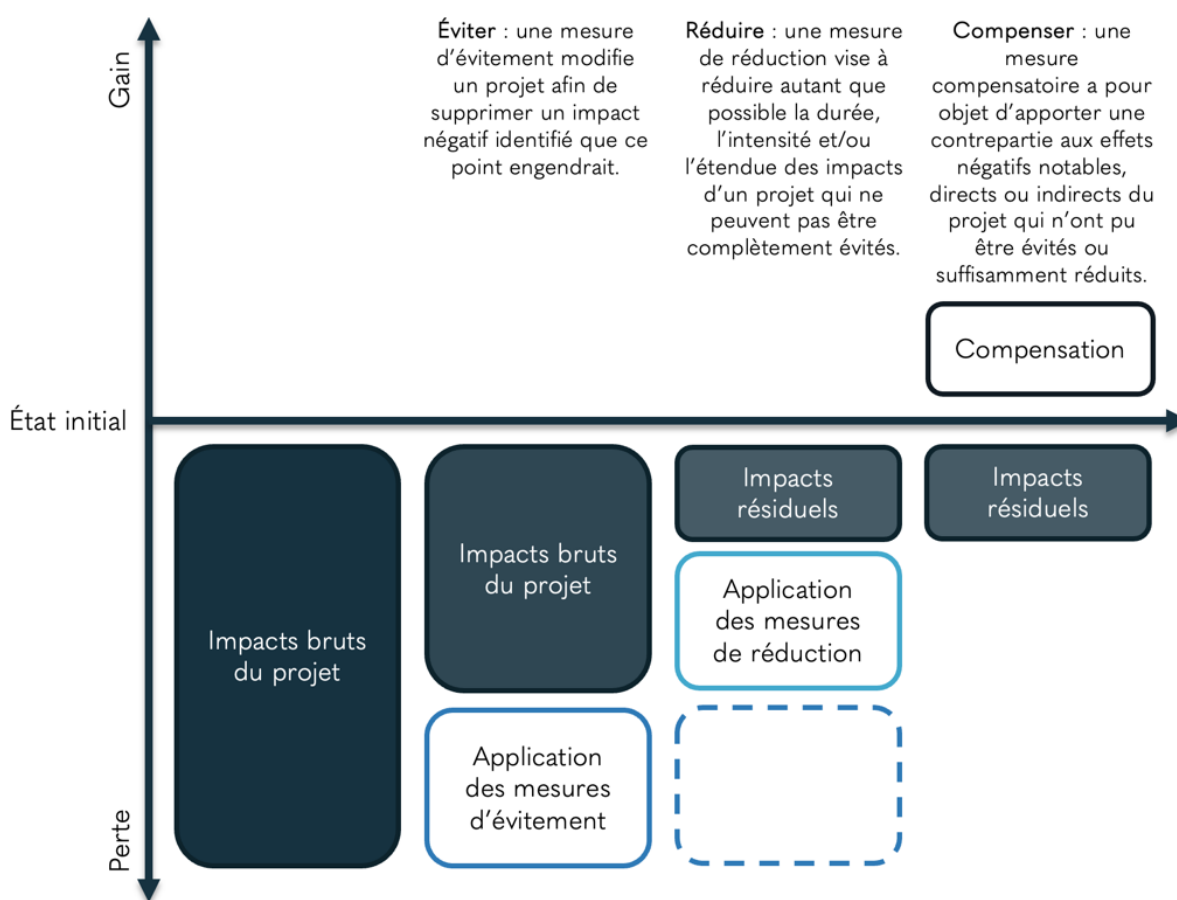


Figure 16: Méthodologie ERC adoptée par Harmony Energy

L'approche ERC est adoptée dès la phase de prospection de nouveaux sites (voir chapitre 3.1), afin d'identifier ceux qui permettent d'éviter les impacts les plus importants et de prioriser ceux qui présentent des opportunités de réduction d'impact.

Afin d'appliquer la méthodologie ERC au projet identifié, il est d'abord impératif de réaliser une analyse exhaustive des risques présents et des impacts potentiels engendrés par ces risques.

¹³ www.notre-environnement.gouv.fr/themes/evaluation/article/eviter-reduire-compenser-erc-en-quoi-consiste-cette-demarche

4.2. Revue générale des risques

L'aire d'étude du projet présente très peu de risques, qu'ils soient de nature naturelle, environnementale, sanitaire ou technologique. Le tableau ci-dessous présente une analyse préliminaire des risques considérés par Harmony Energy, en identifiant ceux qui méritent une analyse plus détaillée.

Harmony Energy se tiendra à l'écoute des autorités pour analyser en plus de détail tout potentiel risque soulevé lors de la préparation et l'instruction des autorisations.

Type de risque	Risque identifié	Qualification du risque ?	Commentaire
Naturel	Argile	Faible	La zone du site a une exposition faible au risque gonflement d'argile. Une étude géotechnique sera réalisée en amont des travaux pour dimensionner les fondations en fonction de la nature précise du sol sous les équipements. Il est à noter que les fondations nécessaires pour les équipements d'un projet de stockage sont généralement relativement compactes et peu profondes.
	Avalanches	Nul	Zone non-concernée par les avalanches.
	Cavités	Nul	Pas de risque de cavités identifié sur la zone.
	Inondation	Nul	Le site n'est pas dans une zone identifiée à risque d'inondation. Il n'y a pas de PPRi sur la zone du projet.
	Mouvement de terrain	Nul	Pas de risque identifié sur la zone.
	Radon	Faible	Le potentiel radon est de catégorie 3. Une centrale de stockage n'est pas occupée de manière permanente. Le projet n'est donc pas concerné par ce risque.
	Séisme	Faible	Le projet se situe dans une zone à risque faible de séisme (niveau 2). La sismicité est à prendre en compte lors de la phase d'ingénierie détaillée. Les installations de stockage d'énergie par batterie sont peu sensibles aux secousses légères et modérées et sont conçues pour opérer dans des zones à fort enjeu sismique. Par conséquent, le risque de séisme pour ce projet est considéré comme faible.
Impact biodiversité	Biodiversité sur site	Faible	Le projet s'implante sur un terrain agricole dans un secteur à végétation non-permanente. Le diagnostic faune / flore / zone humide réalisé par le bureau d'études spécialisé Eco-Stratégie n'a identifié aucun enjeu biodiversité sur le site (voir chapitre 4.3).

Type de risque	Risque identifié	Qualification du risque ?	Commentaire
	Biodiversité à proximité du site	Faible	Bien que le projet soit situé en dehors de toute zone reportoriée pour la protection de la biodiversité, une ZNIEFF de type I se situe à proximité de l'aire d'étude rapprochée. Selon le bureau d'étude Eco-Stratégie, les milieux ouverts de l'aire d'étude immédiate et rapprochée ne présentent pas d'intérêt écologique majeur. La prairie semée, principal habitat du site d'étude, semble peu favorable à la présence d'une richesse spécifique importante. (voir chapitre 4.3 pour plus de détails).
	Milieu potentiellement humide	Faible	Le projet ne se situe pas dans une zone répertoriée comme ayant une probabilité d'être potentiellement humide selon la cartographie générique de « milieux potentiellement humides de France »¹⁴. Les 10 sondages pédologiques réalisés par le bureau d'étude Eco-Stratégie au mois de Novembre 2023 ont pu confirmer l'absence de zone humide. Ce sujet est détaillé en chapitre 4.4.
Risque de nuisance / sanitaire	Paysager	Faible	Le projet ne se situe pas dans une zone à fort enjeu paysager. Il n'y a pas de monument historique classé ou inscrit à proximité. Les équipements du parc de stockage sont limités en hauteur et seront peu visibles depuis les routes les plus proches du projet. Afin de faciliter l'insertion paysagère, la plantation de haies est envisagée le long des bords de la clôture sur les côtés les plus visibles du projet. Les variétés d'arbres constituant les haies pourront se faire en fonction des demandes des autorités et des préconisations du bureau d'étude environnementale. Chapitre 4.5 détaille le risque d'impact pour le patrimoine et la population locale.

¹⁴ <http://geowww.agrocampus-ouest.fr/>

Type de risque	Risque identifié	Qualification du risque ?	Commentaire
	Sonore	Faible	Le projet se situe dans une zone sans enjeu sonore particulier. Les habitations les plus proches sont à plus de 300 m à l'ouest de l'aire d'étude. La ventilation des unités de batterie émet un léger bruit tout en respectant les limites réglementaires. Des mesures supplémentaires (murs anti-bruit) peuvent être envisagées si nécessaire, dans le cas d'habitations à <100m, par exemple (ce qui n'est pas le cas pour ce projet). S'il est jugé nécessaire, Harmony Energy s'engage également à réaliser une étude acoustique afin de confirmer le respect de la réglementation concernant les émergences sonores. Toutefois, il n'est pertinent de réaliser une étude acoustique que lorsqu'un certain nombre de paramètres seront connus, notamment le choix des fournisseurs des batteries.
	Odeur	Nul	En phase opérationnelle, le parc de stockage n'émet aucun gaz ou produit susceptible de générer une nuisance olfactive.
	Eau Potable	Faible	Le projet ne représente aucun risque de pollution des nappes souterraines étant donné l'absence de rejet dans le milieu extérieur. Avec un taux d'imperméabilisation de l'ordre de 15 à 20%, le projet ne doit pas avoir un impact significatif sur l'infiltration des eaux. Des noues et/ou bassins de rétention sont généralement prévus pour gérer les eaux de pluie sur le site du projet. Ce sujet sera approfondi au stade de la déclaration Loi sur l'Eau.
Risque industriel / technologique	Risques industriels des site tiers et de servitudes	Faible	La commune n'a pas de Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) en vigueur. Une Déclaration de Travaux (DT) sera effectuée pour le projet afin de recenser les réseaux existants sur le site du projet et à proximité immédiate.
	Risque technologique du projet de stockage	Faible	La centrale de stockage présente un risque minime d'incendie en tant qu'installation électrique, mais l'usage de batteries avec la technologie LFP diminue très significativement ce risque. Les accès seront sécurisés pour éviter tout risque d'infraction et d'électrocution par un tiers. Le site sera clôturé et protégé par vidéo surveillance. Le risque intrusion est présenté en chapitre 4.7 et le risque incendie est détaillé en chapitre 4.8.
Autres	Archéologique	Faible	L'aire d'étude ne se situe pas au sein d'une zone de présomption de prescription archéologique. Voir chapitre 4.5 pour plus de détails.

4.3. Biodiversité

Le projet est situé sur un terrain agricole, et l'aire d'étude est en dehors de toute zone répertoriée comme ayant des enjeux biodiversitaires (ZNIEFF, Natura 2000, parc régional,...).

Harmony Energy a missionné le bureau d'études Eco-Stratégie pour réaliser un diagnostic environnemental afin d'apprécier les potentialités écologiques. Le rapport de cette étude est joint en Annexe 2.



Figure 17 : Situation du projet vis-à-vis des zones naturelles protégées les plus proches (échelle 1:25000)

Le rapport du diagnostic écologique conclut qu'il s'agit d'un site approprié pour le développement d'un projet. En effet, après deux sorties réalisées par le bureau d'étude, aucun enjeu écologique pressenti rédhibitoire n'a été mis en évidence.

Le rapport conclut que :

- Les enjeux écologiques potentiels sont jugés faibles pour l'ensemble de l'Aire d'Etude Immédiate (AEI).
- Les milieux ouverts de l'AEI et de l'Aire d'Etude Rapprochée (AER) ne présentent pas d'intérêt écologique majeur.

La prairie semée, principal habitat du site d'étude, semble peu favorable à la présence d'une richesse spécifique importante.

4.4. Milieu potentiellement humide

Comme indiqué sur le plan ci-dessous (Figure 18) le projet ne se situe pas dans une zone répertoriée comme potentiellement humide, selon la cartographie de l'INRA d'Orléans (US InfoSol) et d'AGROCAMPUS OUEST à Rennes (UMR SAS) mandatée par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie.

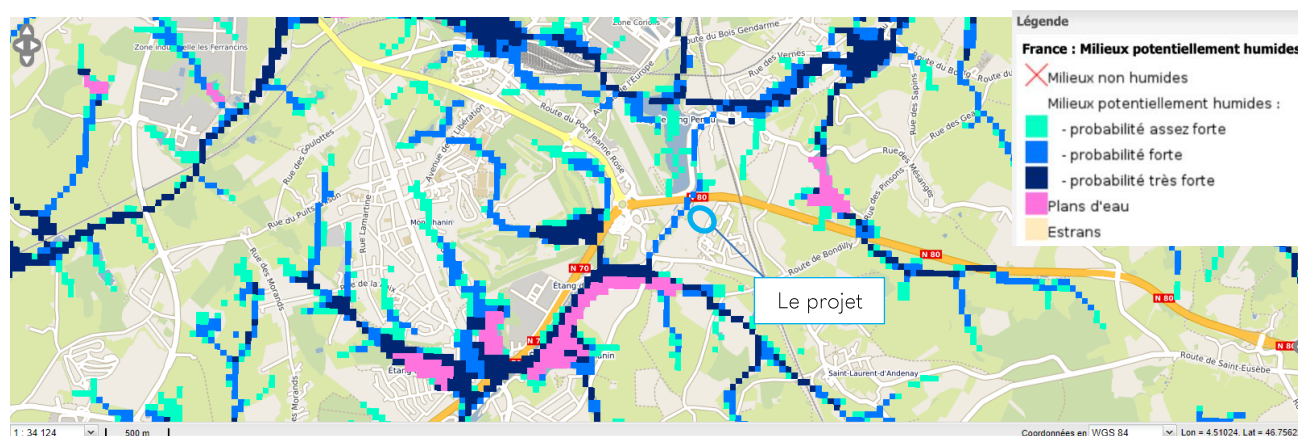


Figure 18 : Situation du projet vis-à-vis du potentiel humide (<http://geowww.agrocampus-ouest.fr>) (échelle 1 :34124)

Harmony Energy a missionné le bureau d'études Eco-Stratégie pour réaliser la détection de zones humides selon la méthode de l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement.

Les 10 sondages pédologiques réalisés à la tarière à mains ont permis de conclure à l'absence de zone humide sur l'aire du projet (voir rapport en Annexe 2).

4.5. Patrimoine et population locale

Le parc de stockage d'énergie n'aura quasiment aucune interaction avec l'extérieur. En effet, les équipements seront pilotés à distance et ne sera que rarement visitée pour des activités de maintenance. En phase d'exploitation, elle n'est déficitaire ou excédentaire en aucun matériau, les seuls flux étant l'électricité qui transite à travers les batteries et les équipements électriques.

Il n'y a aucun monument historique ou site classé à proximité immédiate du site. Les immeubles classés les plus proches sont à plus de 2 km à Saint-Léger-sur-Dheune (la Tuilerie Perrusson).

Comme indiqué sur Figure 19 ci-dessous, le projet ne se situe dans aucune zone à présomption de prescription archéologique.

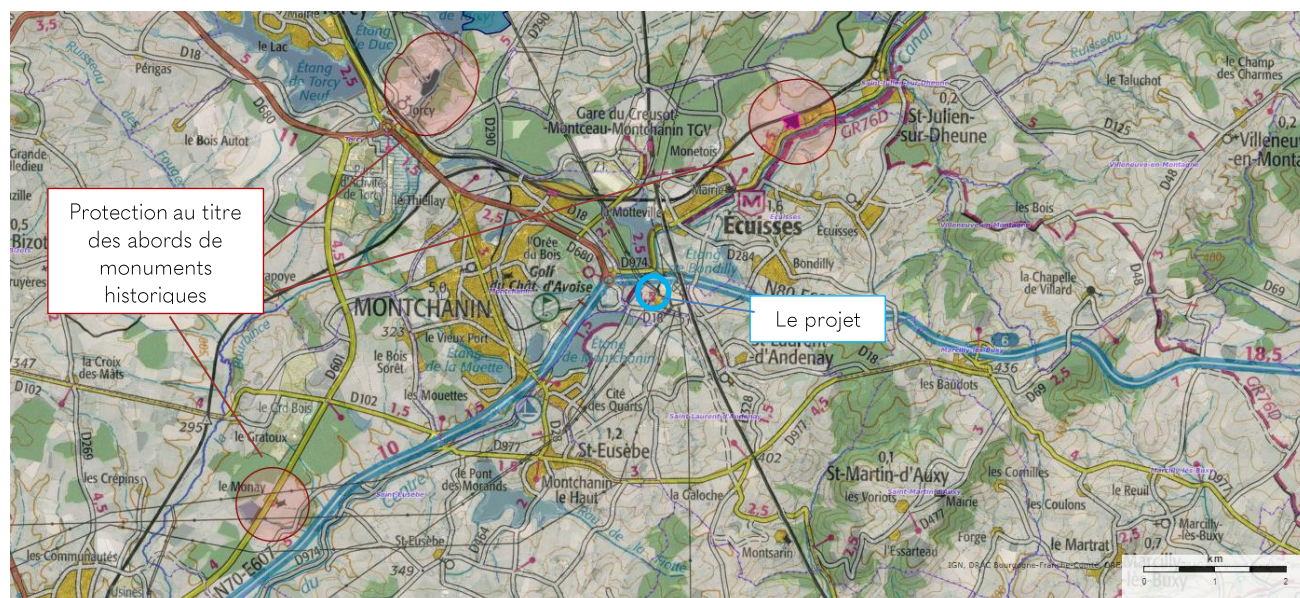


Figure 19 : Situation du projet vis-à-vis de l'atlas des patrimoines (échelle 1:75000)

Harmony Energy a présenté le projet le 21/11/2023 en pôle ENR à la DDT de Mâcon. La DREAL / SBEP / DTSP a confirmé avant la réunion qu'« après analyse des éléments de présentation il n'a décelé aucun enjeu au titre des sites classés/inscrits et des paysages remarquables de la région.

Afin d'intégrer au mieux le projet il conviendra néanmoins de travailler sur la création d'une ceinture périphérique composée de végétaux arbustifs et de haut jet d'essence locale autour du site de stockage. »

Harmony Energy propose la mise en place d'une haie paysagère afin de masquer davantage la visibilité de la centrale de stockage et faciliter son insertion paysagère depuis les zones de passage (notamment la RN90) et d'habitation. Des photomontages seront présentés dans le cadre du dossier de permis de construire.

Harmony Energy travaillera avec les différents services, notamment l'UDAP 71 sur le choix d'essences pour la plantation de haies, etc.



L'aire d'étude du projet

Figure 20 : Situation du projet depuis la route RN80 (à 100m) au Nord du Poste Electrique RTE d'Henri Paul



L'aire d'étude du projet

Figure 21 : Situation du projet depuis la route RN80 (à ~400m) à l'ouest du Poste Electrique RTE d'Henri Paul

L'aire d'étude du projet se situe hors de toute aires d'alimentation de captages validées (et non validées) comme indiqué en Figure 22 ci-dessous.



Figure 22: Localisation des Aires d'alimentation de captages validées (et non validées) vis à vis de l'aire d'étude du projet

4.6. Impact sonore

Le cadre réglementaire concernant l'impact sonore du projet est fixé par l'Arrêté du 23 janvier 1997¹⁵ relatif à la limitation des bruits générés dans l'environnement par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Le projet doit respecter les limites fixées par arrêté préfectoral, qui définissent pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limite de propriété du site ainsi que les niveaux sonores en Zone à Émergence Réglementée (ZER), fixés par l'Arrêté du 23 janvier 1997. Ce dernier fixe aussi une limite de durée pour les bruits de tonalité marquée, pour les installations concernées.

L'impact sonore d'un projet de stockage d'énergie est déterminé par :

- Les équipements utilisés (et les émissions sonores associées) et leurs hauteurs par rapport au sol ;
- Les profils d'utilisation des équipements (niveaux de ventilation, plages horaires, durées) ;
- La distance aux habitations ou autres ZER ;
- L'environnement dans lequel se situe le projet, qui caractérise la propagation sonore (y compris la direction du vent) et le bruit résiduel (autres sources de bruit, industrielles ou naturelles) ;
- Les mesures éventuellement mises en place pour contrôler les émissions sonores (par exemple bridage) ou éteindre la propagation sonore (barrières).

Dans la mesure du possible, Harmony Energy évite les impacts sonores directement par le biais de sa méthode de prospection, qui consiste à prioriser les sites qui ne sont pas à proximité immédiate d'habitations (voir 3.1). Tout potentiel impact est ensuite réduit en privilégiant des équipements de faibles émissions sonores. En cas d'habitation très proche (ce qui n'est pas le cas pour le projet en question), Harmony Energy a aussi la possibilité d'installer des barrières anti-bruit autour des équipements les plus bruyants.

Les ZER les plus proches du projet de Longpendu sont des habitations individuelles situées à environ 300 m à l'ouest, près de l'aire de Montchanin (Figure 23). En considérant aussi l'ambiance sonore existante (le poste

¹⁵ www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000005623125

électrique RTE et la route RN80 double-voie à proximité immédiate), à une distance de 300 m, le respect des niveaux d'émergence sera assuré quel que soit la solution technique mise en place.



Figure 23: Plan indiquant la distance aux ZER les plus proches du projet

Les équipements du projet qui sont sources de bruit sont essentiellement les unités de batteries et les transformateurs, tous à l'air libre. C'est le système de gestion thermique par ventilation dont sont équipés les unités de batteries qui produit les émissions sonores les plus importantes. Les émissions associées sont dépendantes du fournisseur de batteries et la typologie d'utilisation du système (plages horaires et durées de charge et de décharge). La plupart des fournisseurs proposent des équipements qui permettent le respect des niveaux sonores réglementaires en limite de site, sans besoin de mesures complémentaires (bridage, barrières anti-bruits). Les émissions associées aux autres équipements, y compris les transformateurs, sont nettement inférieures.

Harmony Energy s'engage à respecter le cadre réglementaire et réalisera une étude acoustique dédiée, s'il en est jugé nécessaire par les autorités.

À ce stade du projet, il n'est pas jugé pertinent de réaliser une étude détaillée pour le projet de Longpendu, car ni les équipements ni les profils d'utilisation des batteries sont déterminés. Une analyse acoustique doit inclure ces éléments, ainsi que des mesures de bruit ambiant relevés sur site (notamment au niveau des habitations les plus proches) afin de confirmer le respect du cadre légal.

4.7. Risque intrusion

Afin de se prémunir du risque d'intrusion et de dommages par malveillance, Harmony Energy mettra en place :

- Une clôture tout le long du périmètre du projet, d'une hauteur d'environ 2,5 mètres ;
- Un système d'entrée sécurisée avec identification des intervenants sur site. Au sein de l'enceinte du projet, des accès spéciaux seront requis pour accéder à certains équipements composant le poste électrique haute tension ;
- Un système de télésurveillance avec plusieurs caméras et des systèmes d'alarmes pour identifier toute tentative d'intrusion, ainsi que des canaux de communication avec les forces de l'ordre.

4.8. Risque incendie

Depuis le début des années 2000, l'émergence des solutions de batteries lithium-ion pour la mobilité, les smartphones et le secteur énergétique s'est accompagnée, dans de rares occasions, de départ de feux par emballement thermique.

En fonction de la technologie en question, les causes techniques de l'emballement thermique peuvent être multiples, par exemple : tension trop élevée, choc mécanique, surcharge, surintensité, court-circuit interne à la cellule ou température trop élevée.

Depuis la naissance de projets de stockage d'énergie par batteries et consciente du risque incendie qui a pu toucher certains des premiers projets, toute la filière internationale a travaillé sur sa réduction et sa maîtrise. Aujourd'hui Harmony Energy considère qu'il maîtrise le risque incendie et s'engage à le réduire à un minimum à travers les actions suivantes :

- Le choix d'une technologie de batterie pour laquelle le risque d'emballement thermique est jugé quasi nul (4.8.1) ;
- Le respect des dernières normes les plus contraignantes (4.8.2) ;
- Un système de surveillance et de prévention des incendies robuste et fiable (4.8.3) ;
- Des mesures opérationnelles pour minimiser le risque de propagation d'un incendie (4.8.4).

Pour les projets développés sur le territoire français, Harmony Energy s'appuie également sur les conclusions et les propositions du document publié en octobre 2022 par le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA) : « Stockage stationnaire de l'énergie : risques et solutions envisageables »¹⁶.

Le rapport du CEA est le fruit de 4 années de travail effectuées par une équipe pluridisciplinaire missionnée par la Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises (DGSCGC). Le rapport est destiné aux services de secours dans l'ensemble de leurs prérogatives (opération, prévention, formation) ainsi qu'aux professionnels de la filière. Il inclut des retours d'expériences réels et des tests effectués sur différentes technologies, en identifiant les phénomènes à risque et les moyens de les traiter par prévention et opération.

L'équipe pluridisciplinaire était missionnée par M. Alain THIRON pour la DGSCGC et elle était constituée de :

- Personnels des SDIS73, SDIS38 et SDMIS (69), pour leurs apports opérationnels (VDIP) et d'analyse des risques chimiques ;
- Scientifiques-chercheurs issus des laboratoires CEA LITEN de l'INES et du centre de Grenoble, pour leur expertise sur les batteries ainsi que des personnels de la Formation Locale de Sécurité du centre CEA de Grenoble ;
- Experts issus des entreprises SNAM, Elektek, et ACCUWATT.

Selon les tests effectués, le rapport démontre notamment les faits suivants :

- Le risque d'emballement thermique provient d'une utilisation des accumulateurs Li-ion qui va au-delà de leurs conditions normales d'opération, que ce soient des agressions ; mécaniques, électriques ou thermiques ;
- La chimie NMC, qui a une densité énergétique très élevée, atteint l'emballement thermique à des températures plus basses que les cellules LFP, tout en libérant plus d'énergie. Les tests démontrent une augmentation plus rapide et brutale (de l'ordre de 400°C) pour les cellules NMC, versus une augmentation moins rapide et beaucoup moins marquée (de l'ordre de 100°C), pour les cellules en LFP ;
- La première difficulté que rencontrent les services de secours réside dans l'incapacité à identifier, en amont, la présence d'un système de stockage électrochimique de l'énergie ;
- Le meilleur moyen d'extinction reste l'eau ;

¹⁶ <https://liten.cea.fr/cea-tech/liten/Pages/Medias/Actualites/Batteries/Risques-incendie-des-applications-de-stockage-batteries-dans-le-batiment.aspx>

- La toxicité des fumées n'est pas supérieure à celle d'un incendie classique en milieu ouvert.

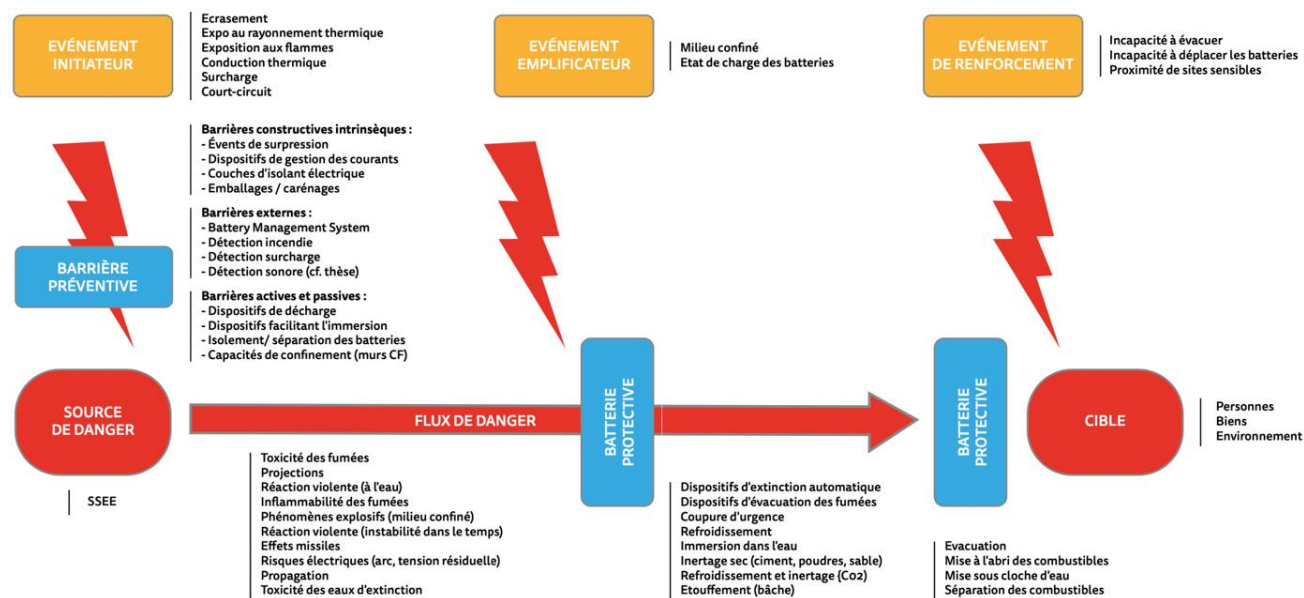


Figure 62 : Analyse systémique des systèmes de stockage électrochimique de l'énergie

Figure 24: Bilan de l'analyse systémique des systèmes de stockage électrochimique de l'énergie (p.128 du rapport « Stockage stationnaire de l'énergie : risques et solutions envisageables »)

S'appuyant sur les recommandations du rapport cité, Harmony Energy intègre les choix et les solutions listés ci-dessous, et décrits en plus de détail dans les chapitres 4.8.1 à 4.8.4 :

- Choix d'un Battery Management System (BMS) qui surveille la santé des batteries, afin de détecter toute anomalie qui pourrait engendrer un emballement thermique ;
- Des systèmes de détection (fumées, flammes, chaleur), afin de pouvoir implémenter des actions rapides et précoces sur le sinistre, permettant de neutraliser les phénomènes d'emballement ou du moins de les contraindre aux seules cellules concernées par le début de la dérive accidentelle ;
- Choix de technologies et de solutions qui limitent toute propagation d'emballement d'une cellule à une cellule voisine (isolation thermique) ;
- Configuration de l'installation dans un objectif de limiter la densité énergétique de la centrale dans son ensemble, ainsi réduisant à un minimum absolu tout risque d'emballement entre les différentes unités de stockage et limitant l'énergie totale dissipée lors d'un événement ;
- Communication auprès des équipes SDIS sur la nature des batteries installées, les dispositifs préventifs installés et collaboration en amont sur la conception des dispositions protectrices (accès, citerne, bornes), afin de minimiser tout risque, de maximiser les systèmes protecteurs et d'optimiser toute éventuelle conduite d'intervention sur site.

4.8.1. Choix de la technologie LFP

Historiquement, les premiers projets de stockage utilisaient la technologie Nickel Manganèse Cobalt (NMC). Ce type de batterie, que l'on retrouve aussi dans la quasi-totalité des véhicules électriques, présente l'avantage d'avoir l'un des meilleurs rapports énergie/poids (ou densité énergétique), un critère important dans les applications de mobilité. Cependant les batteries NMC présentent une faible stabilité thermique, ce qui les rend sujettes à des emballements thermiques et donc à des risques de départ de feu.

Depuis quelques années, les principaux fournisseurs de batteries pour du stockage stationnaire se sont tournés vers la technologie Lithium Fer Phosphate (LFP – LiFePo₄), qui présente un risque quasiment nul d'emballement thermique, contrairement aux autres chimies utilisées et notamment les batteries NMC.

Comme l'indique une étude du laboratoire Sandia National Laboratories¹⁷, pour une même quantité d'énergie stockée, à 250°C une cellule LFP peut voir sa température monter de 1,5°C/min contre 100°C/min pour une cellule NMC.

Emballlement thermique par type de Lithium-Ion

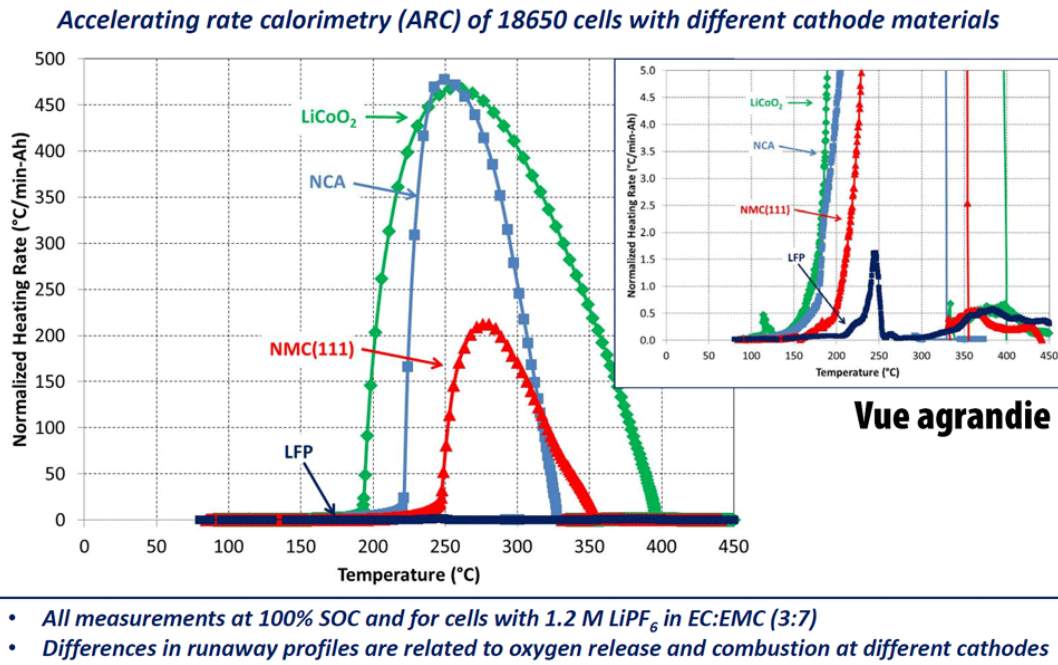


Figure 25: Comparaison du risque d'emballement thermique pour différentes chimies de batteries

Cette meilleure résistance à l'emballement thermique pour la chimie LFP limite à la fois la probabilité d'un départ de feu d'une cellule et la possibilité de propagation du feu d'une cellule vers une cellule voisine. De plus, la faible pente d'emballement thermique (°C/mn) donne un temps bien plus favorable au BMS pour réagir à une hausse de la température et couper le système.

Le fabricant Tesla, l'un des leaders parmi les fournisseurs de batteries stationnaires mondialement reconnus, a ainsi réalisé des tests comparatifs (s'appuyant sur la méthode adoptée internationalement, UL 9540A) afin de comparer sa génération précédente de batteries en technologie NMC avec sa nouvelle génération basée sur la chimie LFP. En surchauffant volontairement certaines cellules au sein d'une armoire à batterie, les tests n'ont pas pu provoquer d'emballement thermique au delà de la cellule voisine avec la solution LFP :

¹⁷ www.osti.gov/servlets/purl/1336278

Batterie NMC (chimie « classique »)	Batterie LFP (nouvelle chimie)
Le test conduit à l'emballage thermique de toutes les cellules.	Le test conduit à l'emballage thermique d'une cellule supplémentaire uniquement.
Le feu a consumé toute l'armoire batterie, flammes visibles depuis l'extérieur.	Pas de traces substantielles de flammes, pas de flammes visibles depuis l'extérieur.
Pas de propagation du feu aux armoires adjacentes. L'extinction manuelle des incendies (tuyaux d'arrosage) n'est pas nécessaire pour arrêter la propagation des incendies d'armoire à armoire. Aucun risque d'explosion n'a été observé. Aucun écoulement de matière visible après le test.	

Figure 26: Comparaison des résultats de tests UL 9540A entre le Megapack 1 (batteries NMC) et le Megapack 2 (batteries LFP)

4.8.2. Respect des normes

La gestion du risque incendie est traité à travers plusieurs normes ou tests de qualité que Harmony Energy et son fournisseur de batteries s'engagent à respecter.

Ces normes spécifiques aux projets de stockage par batteries ont été éditées au cours des dernières années et bénéficient du retour d'expériences des premiers projets :

Norme / Standard	Titre	Date de publication	Commentaires
NF EN IEC 60529	Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP).	Décembre 2007	Le respect de cette norme traduit avant tout la capacité de l'enceinte à empêcher l'environnement extérieur d'interférer avec les batteries et/ou les équipements de supervision / protection.
NF EN IEC 62619	Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide - Exigences de sécurité pour les accumulateurs au lithium pour utilisation dans des applications industrielles.	Juin 2017	Cette norme spécifie les exigences et les essais pour le fonctionnement en toute sécurité des éléments et des batteries pour des installations de stockage au lithium dans des applications industrielles, y compris les applications stationnaires.
NF EN IEC 62933-5-2	Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) - Partie 5-2 : exigences de sécurité pour les systèmes EES intégrés dans un réseau - Systèmes électrochimiques.	Juillet 2020	Cette norme décrit principalement les aspects liés à la sécurité des personnes et, le cas échéant, les questions de sécurité associées à l'environnement et aux êtres vivants pour les systèmes de stockage de l'énergie raccordés à un réseau qui utilisent un sous-système électrochimique de stockage.
UL 9540A	Méthode de test, évaluation de l'emballage thermique et propagation incendie pour les systèmes de stockage d'énergie par batterie.	Novembre 2016	Il s'agit d'une méthode de test qui caractérise les risques d'incendie et de déflagration liés à l'emballage thermique et à sa propagation dans les systèmes de stockage d'énergie. La norme fournit une évaluation systématique de l'emballage thermique et de sa propagation dans les systèmes de stockage d'énergie au niveau des cellules, des modules, des unités et des installations.

Figure 27: Normes spécifiques au stockage d'énergie par batteries

4.8.3. Système de contrôle et de protection

Le Battery Management System (BMS) constitue le cœur du système de supervision et de contrôle au niveau de chaque cellule de batterie.

Le BMS contrôle en temps réel :

- La température du liquide de refroidissement ;
- La température au niveau de chaque cellule ;
- La tension et le courant au niveau de chaque cellule, de chaque module, ainsi qu'à la sortie en courant alternatif de chaque onduleur.

En cas de dépassement de seuils sur ces données transmises en temps réel, le BMS met les batteries en sécurité, avec une mise hors tension, une ventilation et l'enclenchement du refroidissement de secours.

Des fusibles sont disposés au niveau de chaque module de batterie et de chaque répartiteur DC. Les protections électriques sont redondantes, un disjoncteur est positionné en sortie AC de chaque onduleur, et une protection de terre est mise en place.

4.8.4. En cas de départ de feu

Malgré le très faible risque de départ et de propagation de feu avec la technologie choisie, les mesures de prévention, et le respect des normes en vigueur, le système de stockage proposé par Harmony Energy prend aussi en compte des mesures de protection supplémentaires :

- Au niveau de la conception des équipements :
 - o Chaque cellule batterie est située dans une enceinte hermétique qui limite fortement la propagation du feu ;
 - o Un système de ventilation est utilisé pour évacuer les gaz et limiter les risques de déflagration (par dégagement de dihydrogène notamment).
- Au niveau de la conception de la centrale :
 - o Les unités de batterie sont positionnées par lot, et chaque lot est espacé d'au moins 10m. Ceci afin de faciliter l'accès et réduire davantage le risque de propagation d'un feu sur d'une unité de batterie à une autre ;
 - o Tout équipement potentiellement inflammable est éloigné de 10m de toute végétation extérieure afin de confiner tout éventuel feu au sein de la centrale ;
 - o Une citerne incendie avec un réservoir de 120m³ est installée pour le SDIS. L'arrosage avec de l'eau ne s'est pas avéré être un moyen efficace pour éteindre un feu avec des batteries LFP, et n'est pas recommandé pour la majorité des systèmes certifiés UL9540A, mais l'eau peut être utilisée de manière préventive pour protéger les autres équipements et éviter toute propagation d'incendie à l'extérieur du site.

Toutes les dispositions de gestion du risque incendie seront discutées avec le SDIS 71 dans le cadre du dossier de permis de construire. Harmony Energy a notamment pu clarifier avec eux :

- Les accès au site ;
- Les procédures en cas de départ de feu ;
- Le dimensionnement de la réserve d'eau (le volume de 120m³ étant un standard qui peut être revu).

5. Cycle de vie du projet

5.1. Processus de développement

Le développement du projet de Longpendu suit un parcours classique au cours duquel les démarches administratives sont conduites en parallèle des démarches de raccordement RTE.

Harmony Energy attache une haute importance à la consultation de l'ensemble des parties prenantes tout au long du processus de développement de ces projets. Notamment :

- À partir du moment où un propriétaire présente un intérêt pour louer son terrain, Harmony Energy rencontre les équipes de la mairie concernée pour présenter le projet, répondre à leurs questions, prendre en compte leurs remarques/points d'attention, et vérifier qu'il n'y a pas d'opposition de la part de la commune à implanter un projet sur le terrain sélectionné ;
- Lorsque le besoin ou non de réaliser une étude d'impact a été confirmé, Harmony Energy prend contact avec toutes les entités impliquées dans les démarches administratives pour présenter le projet et prendre en compte leurs propositions pour améliorer les dossiers soumis lors des procédures de loi sur l'eau et de permis de construire, notamment sur les aspects de sécurité et d'intégration dans l'environnement. Selon les souhaits de la mairie, des réunions, des campagnes d'informations et des consultations peuvent être réalisées auprès des résidents locaux.

Ces étapes de consultation permettent, dans la mesure où une étude d'impact officielle ne serait pas jugée nécessaire, d'aborder certains sujets avec les interlocuteurs spécialisés dans leurs domaines (DREAL, SDIS, DDT...) et de s'assurer au moment du dépôt de permis de construire d'avoir couvert et traité l'ensemble des potentiels problématiques identifiés.

La figure ci-dessous présente une version simplifiée de la démarche de développement dans le cas où une étude d'impact n'est pas requise.

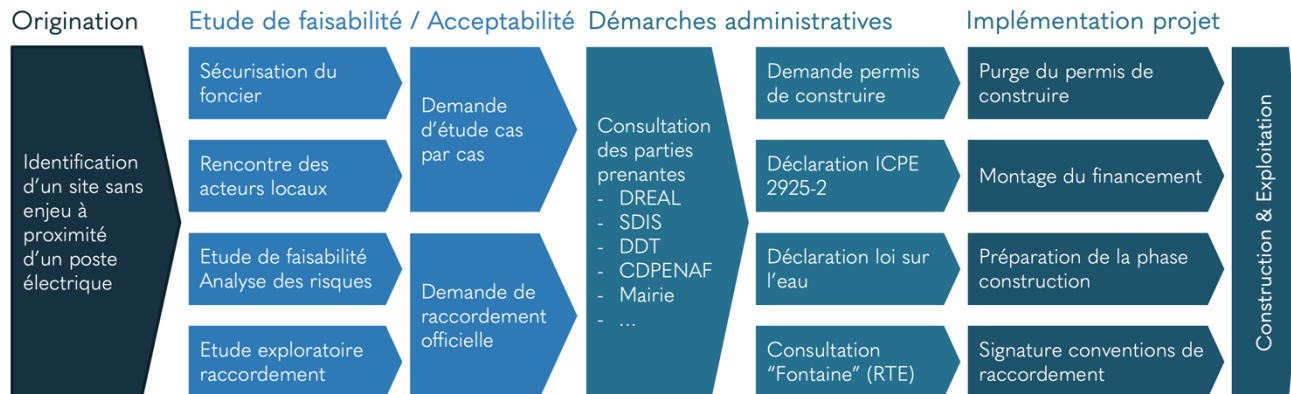


Figure 28: Processus de développement d'un projet de stockage par batteries

5.2. Activités sur site

5.2.1. Activités en phase de construction

La phase de chantier à proprement parlé (avant les tests de mise en service) durera environ douze mois, au cours desquels seront réalisées les activités suivantes :

- Installation de la base vie du chantier ;
- Décapage et préparation du sol par travail de pelles mécaniques et camions bennes ;
- Installation de la clôture, du portail et des équipements de vidéosurveillance ;
- Réalisation des fondations pour l'ensemble des équipements (profondeur selon retour des études géotechniques) ;
- Gravillonnage type tout venant pour constituer le sol de la centrale, compacté sur les zones de route d'accès et les aires de grutage ;
- Dépose de la citerne 120m³ et une borne d'incendie, du conteneur/préfabriqué de stockage de matériel, les deux sur sol compacté ;
- Levage et pose des unités de batteries (qui arrivent préassemblées), des transformateurs BT / HTA à l'aide d'une grue mobile ;
- Pose des câbles dans les tranchées, travail à la mini pelle ou trancheuse ;
- Construction du bâtiment de local technique (<150m² au sol), levage et installation des équipements extérieurs du poste HTB, sectionneur, transformateur 63kV/33kV.

Ces activités demanderont un accès quotidien permanent au site et plusieurs allers et venues par jour. La nuisance en termes de passage d'engins se concentrera principalement sur les quelques semaines où les unités de batteries seront livrées sur site.

5.2.1. Activités en phase d'opération

Au cours de la phase d'exploitation, la centrale est pilotée à distance grâce à un logiciel qui permet d'envoyer les ordres de charge ou de décharge aux batteries, mais qui surveille également que la centrale fonctionne normalement. Il s'agit du système Energy Management System (EMS). Un protocole d'alarme et d'astreinte est utilisé pour identifier des potentiels défauts 24h/24 et 7j/7 et qui peut, soit activer une commande à distance, soit envoyer rapidement une équipe sur place pour traiter toute éventuelle anomalie. Hormis ces mesures correctives éventuelles, la centrale ne sera visitée que quelques jours par an pour effectuer la maintenance préventive des équipements et pour l'entretien des espaces. Pour ces activités, les équipes d'exploitation se déplaceront avec des véhicules utilitaires standards.

5.2.1. Activités de démantèlement

La durée de vie des batteries électriques est déterminée par leur utilisation en termes de cycles de charge/décharge, typiquement de l'ordre d'environ 15 ans. Néanmoins, la plupart des autres équipements (containers, poste électrique, transformateur BT / HTA) ont des durées de vie beaucoup plus longues, de l'ordre de 30 à 40 ans.

À la fin de vie des batteries électriques (y compris les onduleurs), Harmony Energy privilégie de renouveler ces équipements à plus faible durée de vie pour une nouvelle période d'environ 15 ans, afin d'ensuite prévoir un démantèlement complet de la centrale à la fin de vie des équipements à plus long durée de vie (transformateurs et containers), soit au bout d'environ 30 ans.

Les durées indiquées ici sont à adapter en fonction des services rendus par les batteries et donc du fonctionnement des équipements au quotidien (notamment le nombre de cycles de charge/décharge), du suivi BMS (Battery Management System), et des inspections qui seront réalisées annuellement.

Le renouvellement des batteries fait effectivement sens :

- d'un point de vue écologique : ne pas démanteler et mettre aux rebus des équipements encore fonctionnels ;

- d'un point de vue économique : maximiser la rentabilité des investissements dans les infrastructures à longue durée de vie ;
- pour répondre aux enjeux énergétiques nationaux : le besoin en stockage d'énergie sera, d'après les scénarii RTE, encore plus important dans 30 ans qu'aujourd'hui.

Dans le respect des normes en vigueur, Harmony Energy s'engage à recycler les équipements démantelés, notamment les batteries électriques dont le taux de recyclabilité est aujourd'hui évalué à 95%.

Au moment du démantèlement complet de la centrale, Harmony Energy s'engage à remettre le terrain dans son état d'origine :

- Tous les équipements seront retirés du site et traités dans le respect des normes en vigueur ;
- Les fondations seront retirées du sol et apportées aux sites de traitement adéquats ;
- Les terres arables qui auront été excavées lors de la construction et, dans la mesure du possible, conservées sur site, seront remises en terre.

Conformément à la réglementation en vigueur sur la cessation d'activité des ICPE, Harmony Energy fera appel à un bureau d'étude certifié pour attester de la mise en sécurité du site et de sa réhabilitation une fois la phase de démantèlement accomplie.

6. Bilan carbone

Le chapitre 2.1 du présent document présente l'intérêt de la solution de stockage d'énergie par batteries. En remplaçant des services autrement fournis par des énergies fossiles, il permet de réduire l'empreinte carbone du système électrique tout en apportant une meilleure maîtrise des coûts et de la capacité d'approvisionnement.

Un projet de stockage d'énergie va ainsi :

- Être source d'émissions lors de sa phase de développement, de construction, d'opération et de démantèlement ;
- Éviter des émissions liées aux sources d'énergies carbonées en les substituant sur les services d'équilibrage et de stabilité du réseau.



Figure 29: Schéma du bilan carbone d'un projet de stockage d'énergie par batteries (non à l'échelle)

Harmony Energy a été accompagnée par le bureau d'études spécialisée, Gaïana¹⁸, afin de réaliser un bilan carbone pour une centrale de stockage d'énergie par batteries. Les résultats de cette étude, adaptés pour un projet de 60MW/120MWh, sont présentés ci-dessous.

Phase projet	Bilan carbone	Commentaires
Développement	<1 Teq.CO ₂	Principalement les déplacements de prestataires
Équipements	18 524 Teq.CO ₂	La fabrication des équipements
Construction	1 097 Teq.CO ₂	Émissions associées aux activités de chantier
Changement sol	158 Teq.CO ₂	Émissions associées au changement d'usage du sol
Exploitation	5 Teq.CO ₂	Émissions associées aux activités de maintenance
Démantèlement	943 Teq.CO ₂	Émissions associées au démantèlement de la centrale
Total émissions générées : 20 728 Teq.CO₂		

Figure 30: Émissions générées par la centrale

¹⁸ <https://gaiana-rse.fr>

Energie	Bilan carbone	Commentaires
Soutirage d'énergie depuis le réseau RTE	26 935 tonnes de CO ₂ eq.	Soutirage depuis le mix français
Injection d'énergie sur le réseau RTE	265 848 tonnes de CO ₂ eq.	À la place de centrales à gaz
Émissions évitées : 238 913 Teq.CO₂		

Figure 31: Émissions évitées par la centrale

La somme des émissions générées par les phases de développement, construction, opération et démantèlement du projet a été estimée à 20 738 tonnes équivalent CO₂. Les émissions évitées par la substitution du gaz par le stockage par batterie, moins le bilan carbone associé à l'énergie soutirée pour charger les batteries, sont estimées à 238 913 tonnes équivalent CO₂. Les émissions générées additionnées aux émissions évitées se traduisent en un évitement total de 218 185 tonnes équivalent CO₂, compensant ainsi l'empreinte de l'équivalent d'environ 24 000 personnes sur une année¹⁹.

Les calculs sont approximatifs et doivent se baser sur un certain nombre d'hypothèses. Cependant, on peut considérer que le projet éviterait une production d'émissions équivalent à environ 11,5 fois celles qu'il va générer par sa conception, construction et opération. Formulé autrement, et hypothèses moyennées sur toute la durée de vie, la centrale va compenser ses propres émissions après environ 41 mois d'utilisation. À partir de la 42^{ème} mois et jusqu'à son démantèlement, la centrale aura un bénéfice net en termes d'impact carbone.



Figure 32: Résumé du bilan carbone d'une centrale de stockage par batterie 60MW/120MWh

¹⁹ Hypothèse 8,9t eq.CO₂/personne/an : www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lempreinte-carbone-de-la-france-de-1995-2021

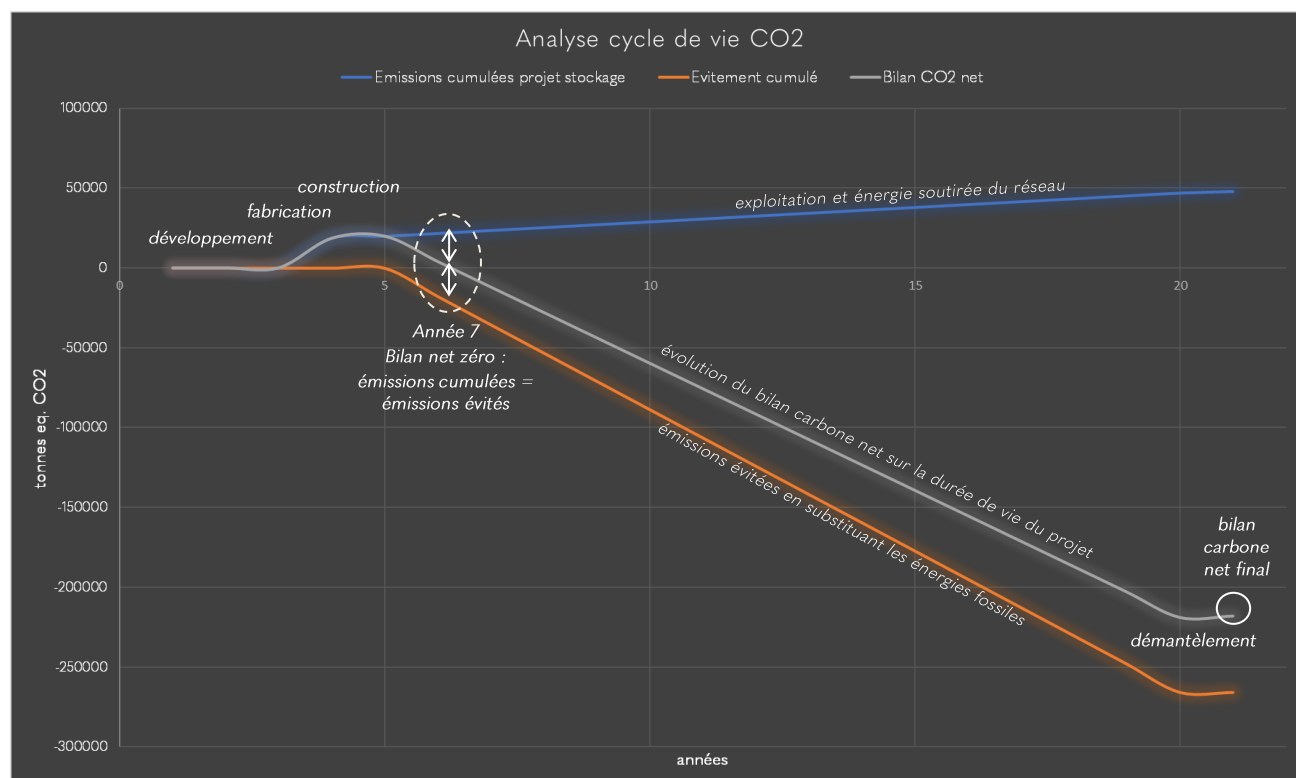


Figure 33: Analyse du bilan carbone de la centrale dans le temps

Annexe 1 Plan du projet

Annexe 01_Plan Implantation

Annexe 2 Évaluation de l'état environnemental du site

Annexe 02_Rapport_Eco-Stratégie_Environnement