



# Interreg



## France ( Channel Manche ) England

**ICE RAPPORT 2.4.1**  
**ÉTUDE DE VALIDATION DE LA METHODOLOGIE**  
**GENERALE DE L'ICE : CHAUSEY**  
*08/12/22*

Calum Harvey-Scholes, Oscar Fitch-Roy, Peter Connor, Jiangjiao Xu, Sreeram Valsalakumar, Essam Hussain, Mohammad Abusara, Victor Kouloumpis, Jon Hardwick, Helen C M Smith, Jonathan Williams, Senthilarasu Sundaram



## À propos de l'ICE

Soutenu par Interreg VA France (Manche) Angleterre, le projet Intelligent Community Energy (ICE), vise à concevoir et mettre en œuvre des solutions énergétiques intelligentes et innovantes pour les territoires isolés de la Manche. Les îles et les communautés isolées sont confrontées à des défis énergétiques uniques. De nombreuses îles ne sont pas reliées à des systèmes de distribution d'électricité plus vastes et dépendent d'importations d'énergie, généralement à base de combustibles fossiles. Les systèmes énergétiques dont dépendent les communautés isolées ont tendance à être moins fiables, plus coûteux et à générer plus d'émissions de gaz à effet de serre (GES) que les systèmes du réseau continental. En réponse à ces problèmes, le projet ICE prend en compte l'ensemble du cycle énergétique, de la production à la consommation, et intègre des technologies nouvelles et établies afin de proposer des solutions innovantes en matière de systèmes énergétiques. Ces solutions seront mises en œuvre et testées sur nos sites de démonstration pilotes uniques (l'île d'Ouessant et le campus de l'université d'East Anglia), afin de démontrer leur faisabilité et de développer un modèle général pour les systèmes énergétiques intelligents isolés ailleurs. Le consortium ICE réunit des chercheurs et des organisations de soutien aux entreprises en France et au Royaume-Uni. L'engagement auprès des PME permettra de soutenir le déploiement du projet et de promouvoir la coopération européenne.



# 1 Introduction : objectif du présent rapport

Ce rapport contribue à la réalisation de la tâche 2.4 du projet ICE. L'objectif est de fournir une validation empirique de la « méthodologie générale de l'ICE » développée dans la tâche 2.1 et présentée dans le rapport T.2.1.2 par l'implémentation sur quatre sites alternatifs. L'objectif de cette tâche est d'examiner comment l'implémentation de la méthodologie peut être affectée par des considérations locales et de suggérer des améliorations à la méthodologie générale si nécessaire.

Les sites sont :

- Chausey, France (ce rapport 2.4.1)
- Molène, France (rapport 2.4.2)
- Lundy, Royaume-Uni (rapport 2.4.3)
- Les Sorlingues, Royaume-Uni (rapport 2.4.4)

## Contenu

1	Introduction : Objectif du présent rapport.....	1
	Contenu .....	2
2	Transition énergétique intelligente sur Chausey.....	3
2.1	Aperçu de l'île .....	3
2.2	Raisons de la sélection.....	3
2.3	Démographie et localisation.....	3
2.4	Statut économique .....	3
2.5	Aperçu des politiques et réglementations .....	4
2.6	Données essentielles sur la production et l'utilisation de l'énergie .....	6
2.7	Statut du réseau.....	7
3	Implications pour la méthodologie générale de l'ICE.....	8
3.1	Engagement des parties prenantes.....	8
3.2	Évaluer les perspectives de la demande d'énergie et identifier les options.....	12
3.3	Perspectives d'approvisionnement en énergie .....	16
3.4	Évaluation de la fiabilité du système.....	21
3.5	Profil de charge .....	23
3.6	Flux de puissance et évaluations de la fiabilité .....	24
3.7	Conclusions .....	25
3.8	Analyse de scénarios.....	26
3.9	Défis de mise en oeuvre .....	36
3.10	Encourager les entreprises locales .....	38
4	Conclusion.....	42
5.1	Évaluation de la validité – la méthodologie générale s'applique-elle dans ce contexte ?....	43
6	Références .....	43

## 2 Transition énergétique intelligente sur Chausey

### 2.1 Aperçu de l'île

Chausey est un ensemble de petites îles et d'îlots situés au sud des îles anglo-normande, dans le golfe normand/breton, dans le nord de la France. Grande-Île (45 hectares) est la seule île habitée de l'archipel administré par la France. La surface exposée des îles varie fortement entre la marée haute et la marée basse, le nombre d'îles et d'îlots passant de 52 à plus de 300.

### 2.2 Raisons de la sélection

Parmi les nombreux défis auxquels est confrontée la transition énergétique durable dans les petites îles, la petite échelle de la demande, les fortes variations saisonnières de la demande, le manque de ressources énergétiques disponibles et les restrictions patrimoniales au développement, sont particulièrement importants. Chausey, où la demande peut être aussi faible que zéro pendant les mois d'hiver, est un exemple extrême.

### 2.3 Démographie et localisation

La population permanente de l'île est d'environ une douzaine de personnes, mais l'île reçoit un grand nombre de visiteurs, et l'île compte de nombreuses résidences occupées de façon saisonnière.

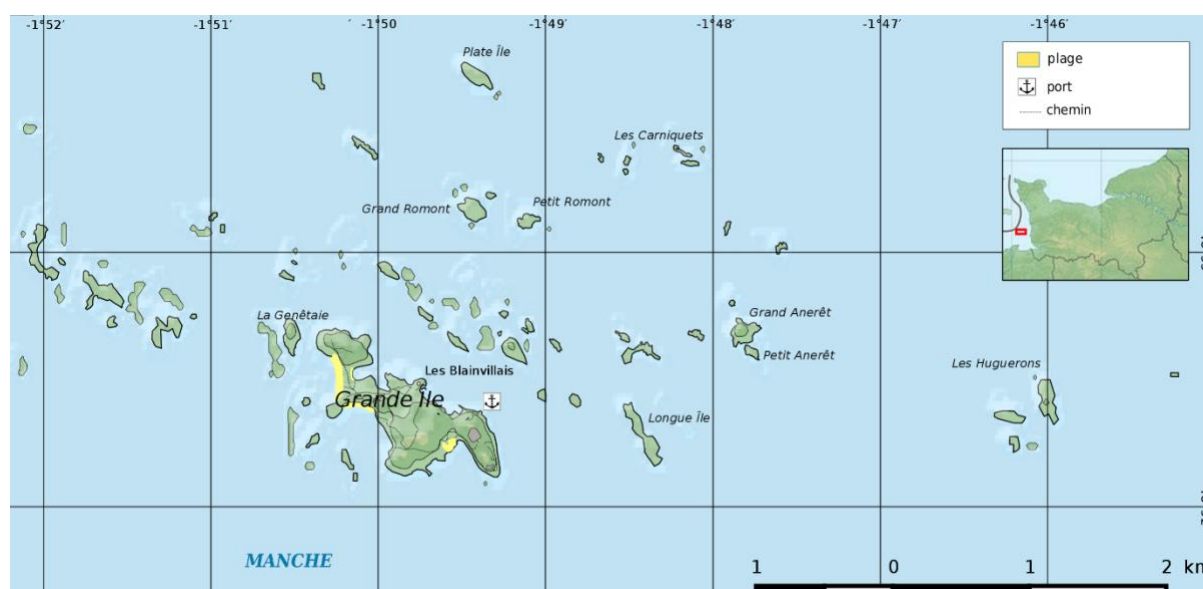


Schéma 1 – L'archipel de Chausey<sup>1</sup>

### 2.4 Statut économique

La principale activité économique de Chausey est associée au tourisme, mais il y a également une importante activité de pêche dans les eaux environnantes. La seule activité commerciale en activité permanente sur les îles Chausey est un hôtel, un restaurant et une épicerie sur la Grande-Île.

<sup>1</sup> Par Soisyc Croisic – Travail personnel, DEM de NASA SRTM V3.0 – 1 arcsec, côtes et routes de Opentreetmap, noms d'îles des îles Chausey sur la carte du diocèse de Coutances de Mariette de la Pagerie, 1689 and Les îles Chausey sur la carte de Herman van Loon, 1753., carte de situation du fichier : France relief location map.jpg (auteur Utilisateur:Sting), symboles de File : Maps template-fr.svg, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=46443251>

## 2.5 Aperçu des politiques et des réglementations

Les sous-sections suivantes résument les informations politiques et réglementaires pertinentes du rapport T1.1.2 de l'ICE couvrant les voies d'accès au marché pour les énergies renouvelables, l'accès au réseau et aux réseaux et les autorisations sociales et environnementales.

### 2.5.1 Les voies d'accès au marché : Production, achat et rémunération des énergies renouvelables

#### *Obligation d'achat et obligation SER*

Comme nous l'avons vu plus haut, le système électrique français, y compris le développement et l'intégration des technologies d'énergie renouvelable, a été traditionnellement dominé par l'entreprise publique de services publics, Électricité de France (EDF), qui possédait ou agissait en tant que preneur et contrepartie<sup>2</sup> pour presque tous les projets indépendants d'énergie renouvelable. Bien qu'EDF (ou l'une de ses filiales locales) reste la principale voie d'accès au marché pour les producteurs indépendants, des changements récents rendent plus probable la participation d'autres acquéreurs. Toutefois, si les projets d'énergie renouvelable ne parviennent pas à obtenir un contrat d'enlèvement à des conditions commerciales, EDF agira en tant « qu'acquéreur en dernier ressort », en concluant un contrat pour un maximum de 80 % de la valeur marchande de l'électricité.

#### *Politiques de rémunération des extrants*

La France dispose de deux principaux mécanismes de soutien basés sur les résultats pour les énergies renouvelables : un tarif progressif majoré pour les grandes installations, attribué par le biais d'enchères concurrentielles, et un tarif de rachat pour les projets plus petits.

#### *Tarif Premium (Complément de rémunération par guichet ouvert)*

Le tarif de rachat a été le principal instrument pour encourager le déploiement des énergies renouvelables en France jusqu'à présent. Cependant, les lignes directrices européennes sur les aides d'État mises à jour en 2014 exigent une refonte majeure des systèmes de soutien aux SER en France.

À cet effet, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte d'août 2015 a instauré un tarif de prime dégressif dit « mécanisme de compensation ». Cet instrument consiste à allouer aux producteurs d'électricité renouvelable un tarif majoré par rapport au prix qu'ils peuvent obtenir sur le marché de l'électricité, afin de couvrir les coûts de leurs installations et d'assurer leur rentabilité (art. 104, loi n°2015-992). En fonction de la technologie, de l'emplacement et de la taille de l'installation, le tarif majoré est attribué aux producteurs soit de manière administrative, par le biais de contrats « ouverts » (« premier arrivé, premier servi »), soit par le biais d'un processus d'enchères concurrentielles. La valeur de la prime est calculée par la CRE, l'autorité française de régulation du marché de l'électricité, à l'aide d'une formule qui prend en compte le prix du marché, les coûts administratifs estimés, le profil de coût d'une installation de référence et les revenus des garanties de capacité. Le tarif à payer diminue (vers le prix du marché de gros) dès qu'un volume seuil a été produit par la centrale.

Il est important de noter que pour les zones non interconnectées (ZNI), le passage au système de primes progressives n'est applicable que dans le système électrique français continental où il existe un marché de gros de l'électricité liquide pour fournir un prix de référence pour ces contrats. Dans les territoires isolés électriquement, un contrat à prix fixe restera la principale structure de soutien des revenus. Que le tarif soit dégressif ou fixe, la durée du contrat est de vingt ans.

---

<sup>2</sup> EDF a passé des contrats avec des producteurs pour remplir les éléments physiques et financiers de la prise de production.

### Enchères d'énergies renouvelables (appels d'offres)

Comme nous l'avons vu plus haut, à l'instar de tous les autres membres de l'UE, la France a opté pour un système d'appel d'offres ou de vente aux enchères pour l'attribution de toutes les aides aux énergies renouvelables, avec quelques exceptions telles que les installations d'une capacité installée inférieure à 1 MW ou de moins de six éoliennes. Pour les technologies matures comme l'éolien terrestre et offshore et le solaire photovoltaïque, la France expérimente depuis quelques années le recours aux appels d'offres. Récemment, le gouvernement a lancé une série d'appels d'offres pour un large éventail de types de soutien aux énergies renouvelables.

En 2016, le gouvernement a lancé un programme de six appels d'offres qui se tiendront entre 2016 et 2019 pour soutenir un total de 3GW de solaire photovoltaïque. À l'heure où nous écrivons ces lignes, 79 projets ont décroché un contrat de soutien à un prix moyen de 62,5 €/MWh dans le cadre de l'un de ces appels d'offres. En parallèle, une série similaire de six appels d'offres a été organisée entre 2017 et 2020 pour toutes les installations éoliennes terrestres de plus de six turbines, permettant également de passer des contrats jusqu'à 3GW<sup>3</sup>. Un appel d'offres a également été lancé pour 50 MW d'installations d'autoconsommation, les soumissionnaires qualifiés devant consommer au moins la moitié de la production du projet sur place.

### Appels d'offres solaires et stockage

En 2015, le gouvernement français a lancé un appel d'offres visant spécifiquement les territoires insulaires du pays. L'appel d'offres « solaire plus stockage » portant sur 25 MW de systèmes photovoltaïques au sol et 25 MW de systèmes photovoltaïques en toiture de plus de 100 kW nécessite l'intégration d'un système de stockage de l'énergie électrique. Au total, le premier tour de ce type d'appel d'offres a rempli son objectif de 50 MW avec 33 projets sur des îles en France et dans ses territoires d'outre-mer en juin 2016 (Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer, 2016) En mars 2017, le gouvernement a annoncé qu'il allait lancer un appel d'offres pour des projets d'énergie marémotrice entre 50 et 100 MW dans des zones désignées en Normandie et en Bretagne (OEE, 2017). La France a lancé deux appels d'offres fructueux pour l'éolien en mer en 2012 et 2013 et prévoit de passer des contrats portant sur une puissance maximale de 3 GW d'ici 2023.

Outre les appels d'offres réguliers, dont l'ampleur peut ne pas se prêter à des projets sur les ZNI, la CRE permet également de se procurer des capacités renouvelables sur une base ponctuelle dans ces territoires. Ces « contrats de gré à gré » font « l'objet d'une analyse par la CRE et permettent de déterminer un niveau de soutien adapté aux spécificités du projet et du territoire auquel il est rattaché » (CRE, 2016, p. 29)

### Tarif d'achat (Feed-in tariff)

Bien que la prime progressive soit progressivement élargie, le tarif de rachat « classique » à prix fixe continue de jouer un rôle en France en tant qu'instrument de soutien pour les petites installations et les technologies d'énergie renouvelable moins matures, y compris les installations solaires photovoltaïques d'une capacité maximale de 100 kW.

### Autres éléments financiers

Les propriétaires de logements en France peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE) destiné à encourager les économies d'énergie et la production d'énergie renouvelable. Le crédit d'impôt peut être demandé pour 30 % des travaux qualifiés dans la limite de

---

<sup>3</sup> <http://www.cre.fr/documents/appels-d-offres>

8 000 €. Il existe également des concessions de taxe sur la valeur ajoutée (TVA) pour les travaux de rénovation des bâtiments qui améliorent la performance énergétique (IEA, 2016).

### 2.5.2 Accès au réseau et connexion au réseau

Les installations d'énergie renouvelable en France doivent respecter les mêmes obligations que toute autre forme de production lors du raccordement aux réseaux électriques et, si elles ne sont pas prioritaires, elles ne peuvent pas non plus être discriminées. Les propriétaires d'installations qui souhaitent exporter de l'électricité vers le réseau public de distribution s'adressent directement au propriétaire du réseau de transport d'électricité (RTE) ou à l'entreprise locale de distribution, presque toujours Enedis.

Des accords doivent être détenus pour l'accès au réseau (*Contrat d'accès au réseau public*), le raccordement au réseau (*Contrat de raccordement*) et l'utilisation des équipements de raccordement au réseau (*Contrat d'exploitation des ouvrages de raccordement*) (Boekhoudt and Behrendt, 2015). Les changements récents introduisent des délais stricts pour la connexion. A partir du moment où un contrat signé est accepté, les raccordements de plus de 3 kVA doivent être mis à disposition dans un délai de 18 mois. Comme auparavant, les petites connexions doivent être préparées en deux mois ou moins.

### 2.5.3 Permis sociaux et environnementaux, licences et aménagement du territoire

Autrefois complexes, onéreux et considérés comme un frein au développement, les permis de construire nécessaires à la réalisation de projets d'énergie renouvelable en France ont récemment été considérablement simplifiés. Jusqu'en 2017, de nombreux permis étaient nécessaires et obtenir l'autorisation de construire un parc éolien de 12 MW prenait en moyenne 7-8 ans (Lazerges, Gölz and Sauzay, 2016) Une autorisation environnementale unique, délivrée par le préfet de département, et couvrant l'ensemble des prescriptions a été mise en place en juin 2017. Les éléments essentiels du nouveau système sont les suivants :

- Autorisation spéciale pour les réserves naturelles nationales et les réserves naturelles classées par l'État en Corse ;
- Autorisation spéciale pour les sites enregistrés ou en attente d'enregistrement ;
- Exemption des mesures de protection de la faune et de la flore sauvages ;
- Procédure de non-opposition pour les sites Natura 2000 ;
- Autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité ;
- Approbation des structures électriques privées utilisant des terrains publics ;
- L'autorisation de défrichement ; et
- Pour les éoliennes terrestres, diverses autorisations au titre du patrimoine national de la défense.

(Fornacciari and Verrier, 2017 ; Martor and Harada, 2017)

En France, les centrales de production d'électricité sont tenues d'obtenir une autorisation de production d'électricité. Les petites centrales de production d'énergie renouvelable sont toutefois exemptées. Le seuil d'exemption a été relevé en 2017 de 12 MW pour les parcs solaires et 30 MW pour les parcs éoliens à 50 MW pour les deux, ainsi que pour les énergies renouvelables océaniques.

## 2.6 Données essentielles sur la production et l'utilisation de l'énergie

Chausey n'a pas de connexion électrique avec le continent. Comme dans les autres zones non interconnectées (ZNI) de France, l'électricité de Chausey est produite et fournie par EDF-SEI, une division de l'entreprise nationale française Électricité de France (EDF). Les prix à Chausey, comme



dans les autres ZNI, sont réglementés en fonction de ceux que connaissent les consommateurs sur le continent. Quatre générateurs diesel produisent environ 532 MWh par an et consomment environ 180 000 litres de carburant diesel, avec des livraisons hebdomadaires depuis le continent.

## 2.7 Statut du réseau

L'île dispose d'un réseau de distribution avec deux niveaux de tension, des hypothèses à ce sujet sont faites dans le modèle, comme indiqué plus loin dans ce document.

### 3 Implications pour la méthodologie générale de l'ICE

Cette section examine l'applicabilité, la pertinence et les défis éventuels des sept éléments essentiels de la méthodologie générale (MG) de l'ICE développée dans le rapport T2.1.2 (Matthew *et al.*, 2018).

#### 3.1 Engagement des parties prenantes

L'ICE GM identifie deux domaines d'importance pour l'engagement des parties prenantes. Le premier est l'objectif de la mission et le second est un aperçu de quelques grandes lignes directrices pour les pratiques de la mission.

L'objectif de l'engagement des parties prenantes est parfois considéré en termes purement instrumentaux, c'est-à-dire comme un moyen d'obtenir le consentement du public pour un changement technologique ou organisationnel particulier. Cependant, le changement à l'échelle impliquée par la transition énergétique intelligente sur une île isolée nécessite une approche plus profonde, plus participative et délibérative, dans laquelle les objectifs de la transition et les décisions sur les moyens d'atteindre les objectifs sont le résultat d'une discussion ouverte et inclusive entre toutes les parties intéressées ou affectées. Il est essentiel d'envisager des approches adaptées aux différents groupes d'intérêt pour créer cet engagement significatif.

L'ICE GM suggère fortement que plus l'engagement se fait en amont, ou plus tôt dans le processus décisionnel, plus la confiance entre les promoteurs du projet et la communauté est grande et, en fin de compte, plus l'engagement est constructif. L'ICE GM considère les communautés locales non pas comme un obstacle à surmonter, mais plutôt comme une source de connaissances et de légitimité. L'engagement est une relation continue qui ne s'arrête pas une fois le projet terminé.

##### 3.1.1 Aperçu des principes essentiels de GM

Par conséquent, le GM :

1. Reconnaît la diversité des raisons qui motivent le soutien et l'opposition à diverses options technologiques en matière d'énergies renouvelables.
2. Cherche à garantir que les communautés disposent de la plus grande liberté possible pour définir le défi de la durabilité et identifier les actions souhaitables au niveau local.
3. Privilégie les approches de coproduction, dans lesquelles les experts (locaux) (par exemple, les décideurs politiques, les développeurs de technologies et de projets) et les publics sont réunis pour définir conjointement les problèmes et les solutions potentielles.
4. Tient compte des besoins des différents groupes d'intérêt, afin de parvenir à une participation inclusive et globale du public tout au long du processus d'implantation des infrastructures énergétiques.
5. S'engage continuellement auprès des parties prenantes tout au long et au-delà de la durée du ou des projets.

##### 3.1.2 Limites de cette étude

L'engagement des parties prenantes n'a pas été possible dans le cadre de cette étude en raison de contraintes de temps et de ressources et gravement compliqué par la pandémie de la Covid-19 à partir de février 2020. Nous avons pu intégrer certains objectifs gouvernementaux « Manche 50 » sur la base d'un examen des stratégies et des plans accessibles au public, notamment la programmation pluriannuelle nationale de l'énergie (Le Ministère de la Transition Énergétique, 2019)

### 3.1.3 Principes directeurs et considérations

Il n'existe pas d'approche unique recommandée pour l'engagement du public sur les questions énergétiques et les données de cas suggèrent que les exercices d'engagement du public ont tendance à être plus efficaces lorsqu'ils reflètent les caractéristiques à la fois du projet et de la zone locale (Alexander, Wilding et Jacomina Heymans, 2013 ; de Groot and Bailey, 2016 ; Dwyer et Bidwell, 2019). Plus précisément, il y a au moins cinq domaines à prendre en considération :

- Sensibilisation et attention à l'énergie locale et à l'histoire de l'engagement public.
- Compréhension et prise en compte appropriée de la diversité et de la différence.
- Adaptation des approches de la participation à l'ensemble de la communauté et à des groupes spécifiques.
- Assurer un flux bidirectionnel d'informations et l'intégration des contributions des parties prenantes.
- Flexibilité, transparence et négociation de bonne foi lors des discussions et de la détermination des avantages pour la communauté.

Une considération importante est de savoir si l'île a eu des expériences antérieures avec des processus d'engagement et des projets énergétiques, et comment celles-ci pourraient influencer les perceptions des nouveaux projets (Alexander, Wilding et Jacomina Heymans, 2013 ; Papazu, 2016). Par exemple, l'échec d'un projet d'éoliennes à Ouessant a suscité un scepticisme local à l'égard de l'énergie éolienne sur l'île. Les processus d'engagement doivent également prendre en compte les questions plus larges que les communautés insulaires considèrent comme importantes afin que, dans la mesure du possible, les projets énergétiques améliorent le tissu économique, social et culturel des îles et limitent tout effet négatif (Devine-Wright, 2009 ; de Groot et Bailey, 2016). Les questions plus larges que les processus d'engagement pourraient prendre en compte comprennent : les opportunités d'emploi ; la réduction de l'exode des jeunes résidents ; la protection des secteurs économiques existants comme le tourisme ; et la garantie que les projets respectent les environnements naturels et culturels locaux (Gross, 2007 ; de Groot et Bailey, 2016). Il est également essentiel de comprendre les besoins énergétiques des gens pour s'assurer que les projets énergétiques contribuent positivement au bien-être des résidents et à la sécurité et l'accès à l'énergie.

Les processus d'engagement doivent également refléter le caractère diversifié des communautés insulaires et le potentiel de différences d'opinion entre les résidents permanents et à temps partiel, les visiteurs, et entre les différents secteurs économiques, tels que la pêche, l'agriculture et le tourisme (Colvin, Witt and Lacey, 2016 ; Dwyer and Bidwell, 2019) Des stratégies et des méthodes d'engagement différentes peuvent également être nécessaires pour s'engager auprès de groupes qui, pour diverses raisons, peuvent ne pas vouloir ou ne pas pouvoir participer à certains types d'activités d'engagement. Les questions de représentativité doivent également être prises en compte afin, par exemple, de parvenir à des jugements raisonnés sur la manière de prendre en compte les points de vue des propriétaires de résidences secondaires par rapport à ceux des résidents à vie ou autres résidents permanents. La compréhension des structures sociales locales, des relations de pouvoir et des différences de valeurs est souvent essentielle pour gagner la confiance et la coopération des communautés locales. Les stratégies d'engagement doivent en outre intégrer des mécanismes permettant aux groupes d'exprimer des points de vue disparates et de gérer les désaccords. Ces défis peuvent être particulièrement prononcés dans les communautés insulaires parce que certains

groupes (comme les résidents à temps partiel) peuvent être difficiles à contacter, et en raison d'un risque aggravé de divisions si les processus d'engagement ne prêtent pas une attention particulière à la dynamique sociale des petites communautés (Colvin, Witt and Lacey, 2016)

Les stratégies de participation doivent encourager une implication équitable ; toutefois, les techniques utilisées doivent tenir compte à la fois de la communauté insulaire dans son ensemble et des besoins et préférences de groupes spécifiques. Des recherches antérieures indiquent que les processus d'engagement plus intenses ne sont pas toujours populaires ou réussis. Parfois, les individus n'ont pas le temps, la confiance ou les compétences nécessaires pour jouer un rôle plus actif dans le débat et la prise de décision sur les propositions, et tout le monde ne souhaite pas être impliqué. Les techniques d'engagement doivent donc être flexibles, pragmatiques et adaptées aux besoins de chaque communauté, et éviter la surconsultation, qui peut être un risque particulier dans les îles et les zones reculées à faible population (Haggett, 2011 ; Aitken, Haggett et Rudolph, 2016 ; Rudolph, Haggett et Aitken, 2017). Les données des études de cas montrent une certaine préférence pour les ateliers (Kerr *et al.*, 2014 ; Heaslip and Fahy, 2018) et les salons scientifiques (Sperling, 2017 ; Dwyer et Bidwell, 2019)) qui créent des atmosphères détendues pour les discussions sans être onéreuses pour les participants.

Dans la mesure du possible, les processus d'engagement devraient impliquer des flux d'information bidirectionnels (Reed, 2008 ; Devine-Wright, 2011) qui permettent un dialogue sur les informations fournies par les organisateurs de l'engagement (Aitken, Haggett et Rudolph, 2016). Les échanges bilatéraux encouragent la confiance en fournissant des plateformes pour partager les connaissances locales sur les caractéristiques physiques, économiques, politiques, sociales et culturelles des zones qui peuvent être inconnues des développeurs et des décideurs, et qui peuvent ensuite être combinées avec des informations scientifiques et techniques pour produire des décisions plus éclairées (Haggett, 2008 ; Reed, 2008). Il faut également tenter d'agir sur les préoccupations du public et des parties prenantes, ou au moins que les développeurs et les décideurs répondent afin que les résidents se sentent valorisés dans le processus décisionnel (Sorensen *et al.*, 2002 ; Gross, 2007 ; Haggett, 2008 ; Aitken, Haggett et Rudolph, 2016 ; Sperling, 2017 ; Dwyer et Bidwell, 2019). Il est important que les promoteurs communiquent leurs décisions et les raisons qui les poussent à agir, afin que les communautés aient le sentiment d'être tenues informées, plutôt que d'être marginalisées une fois que les consultations initiales ont eu lieu. Les développeurs du parc éolien offshore de Triton Knoll ont partagé les commentaires des consultations préalables à la demande avec les parties prenantes locales par le biais d'un rapport résumant la façon dont les opinions des personnes consultées avaient été prises en compte dans la demande finale (Aitken, Haggett et Rudolph, 2014). Une autre façon de faciliter le partage d'informations consiste à utiliser des intermédiaires communautaires de confiance (Klain *et al.*, 2017 ; Sperling, 2017 ; Dwyer et Bidwell, 2019). L'expérience suggère que le contexte dans lequel l'information est partagée et la personne qui la présente peuvent être aussi importants que l'information elle-même pour façonner la dynamique de l'engagement (Klain *et al.*, 2017)

Il convient d'examiner attentivement les formes de tout avantage communautaire offert dans le cadre du projet énergétique. Les types d'avantages mis à disposition sont susceptibles de varier d'un endroit à l'autre, mais des processus flexibles et transparents, avec une négociation active avec les représentants locaux sur leur conception et leur distribution, peuvent contribuer à remédier aux déséquilibres perçus entre les impacts et les avantages des projets. Les avantages peuvent inclure des fonds communautaires, la propriété communautaire, des apprentissages et des bourses d'études, des programmes éducatifs et des réductions sur l'électricité, tandis que les avantages indirects, tels que le renforcement du tourisme, doivent également être discutés (Firestone, Kempton and Krueger, 2009 ; Rudolph, Haggett et Aitken, 2014, 2017). Les projets énergétiques peuvent également apporter

des avantages à la communauté en tant que tels, par exemple en réduisant les coûts énergétiques et/ou en améliorant la fiabilité des connexions, bien qu'il ne faille pas supposer que ces avantages soient suffisants. Un thème récurrent dans les travaux sur les avantages communautaires est que les régimes d'avantages devraient être adaptés aux besoins des zones, sites et projets individuels (Rudolph, Haggett et Aitken, 2017) Par exemple, l'analyse de Devine-Wright et Sherry-Brennan (2019) d'un fonds de bénéfices communautaires pour une ligne électrique à haute tension en Irlande souligne la nécessité d'un dialogue itératif avec les parties prenantes locales lors de la détermination des limites des régimes de bénéfices. Les approches négociées ont été jugées préférables à des approches plus formelles de « traçage des frontières » pour faire accepter que l'éligibilité aux prestations avait été déterminée de manière équitable et reflétait les connaissances et les intérêts locaux.

### 3.2 Évaluer les perspectives de la demande d'énergie et identifier les options

Un élément déterminant des décisions concernant l'avenir d'un réseau électrique isolé ou périphérique est une vision éclairée de la demande d'électricité, des facteurs qui déterminent les changements dans la demande et de la manière dont ceux-ci peuvent évoluer dans le temps. La première étape d'une évaluation de la demande est la collecte d'informations appropriées. Deuxièmement, il faut tenir compte de la manière dont les changements de comportement des consommateurs peuvent influencer sur la demande d'énergie.

#### 3.2.1 Aperçu des principes essentiels de GM

Le GM considère donc :

- Des données agrégées sur la demande d'électricité, de chaleur et de transport.
- Une demande historique par secteur et géographie.
- Des données granulaires sur les habitudes de consommation d'énergie domestique.
- Les moteurs économiques et démographiques de la demande d'énergie.
- L'interaction entre les politiques et les changements de comportement, notamment en ce qui concerne l'augmentation des niveaux de « consommation » énergétique.
- Les changements anticipés de la demande ou de la production d'énergie.

Chausey n'est pas raccordé au réseau continental, et toute son électricité est produite sur place. Comme sur toutes les îles, et contrairement au continent, EDF-SEI exploite, entretient l'installation de production et commercialise l'électricité. Dans la plupart des cas, EDF-SEI est également propriétaire de l'usine de production. Le tarif y est donc réglementé, il n'y a pas de coût supplémentaire pour l'achat d'énergie. Le schéma de principe du réseau électrique est présenté sur le Schéma 7 Il n'y a que deux nœuds de charge HT et la plupart des câbles sont des câbles souterrains. Nous ne considérerons que le réseau HT pour l'évaluation des flux de puissance et de la fiabilité.

Hypothèses :

- 1- L'analyse du flux de puissance considère la puissance maximale .
- 2- Le système est un système équilibré.
- 3- Le facteur de puissance de la charge est de 0,9 et il est le même à chaque nœud de charge.
- 4- La tension du réseau est de 5,5 kV.

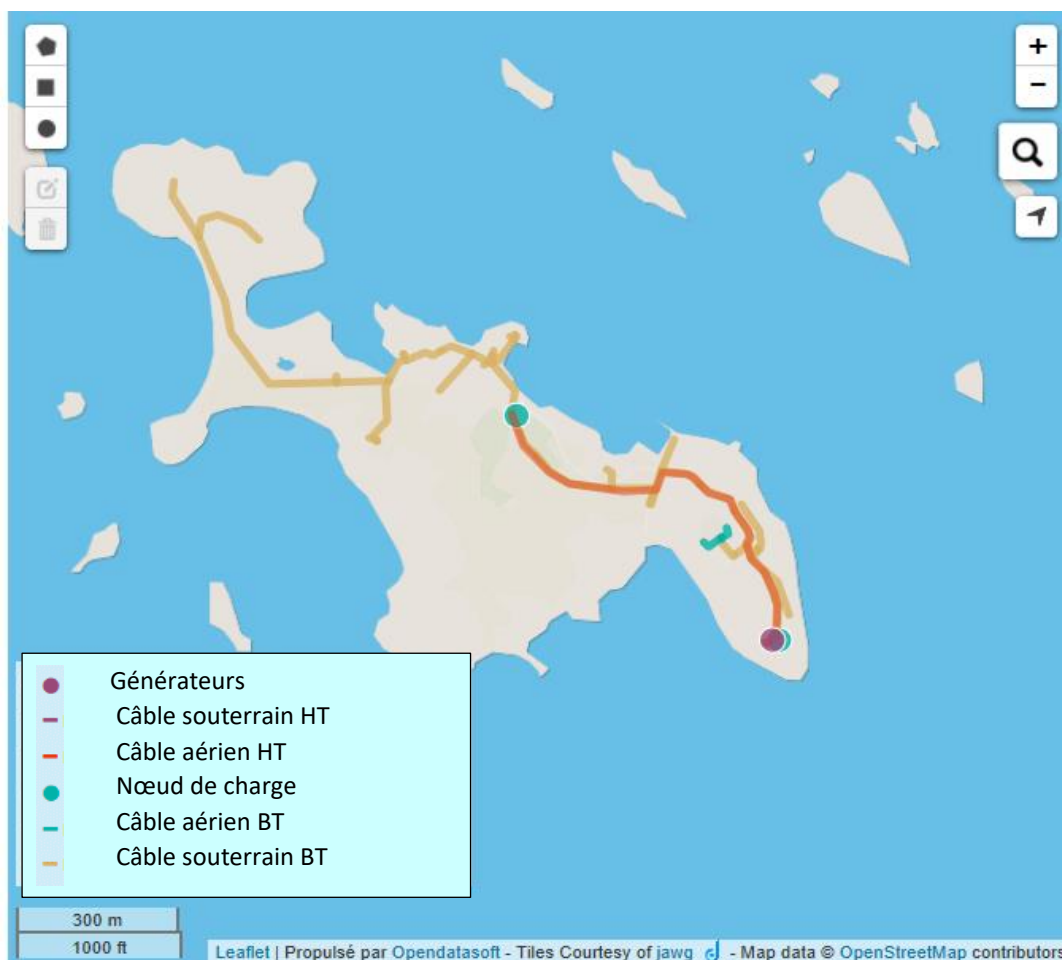


Schéma 2 – Réseau électrique de Chausey

Nous n'avons pas été en mesure d'obtenir des données énergétiques à haute résolution pour l'île. Les seules données disponibles pour la demande d'électricité sont le total annuel : environ 532 MWh par an. Ouessant et Molène présentent un profil de demande similaire. A partir de la consommation électrique annuelle de Chausey, nous avons modélisé la consommation horaire en utilisant le profil du réseau d'Ouessant, ce profil est présenté sur le Schéma 3. Étant donné le nombre extrêmement faible de résidents en hiver, il est possible qu'en réalité le profil électrique de Chausey présente des différences saisonnières plus prononcées et que nous surestimions la demande hivernale. Si tel est le cas, notre analyse pourrait s'avérer conservatrice quant à l'utilité de la production renouvelable.

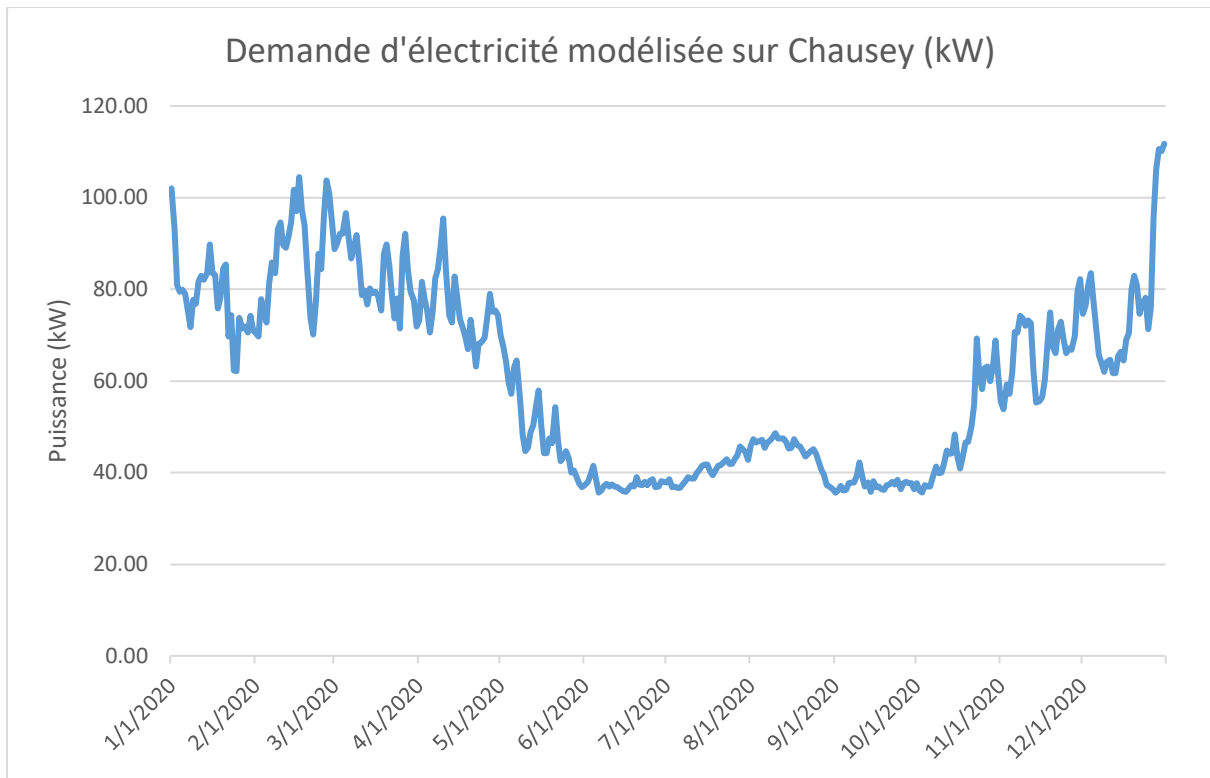


Schéma 3 – Demande de puissance modélisée sur Chausey sur l'année

Pour l'évaluation du flux de puissance, nous devons connaître la demande de puissance la plus élevée. Le profil de charge de Chausey est supposé être similaire à celui des îles françaises voisines d'Ouessant et de Molène. Sur Ouessant et Molène, le mois de consommation d'énergie le plus élevé est environ 1,6 fois la consommation moyenne pour toute l'année et la puissance maximale pendant la journée est environ 1,3 fois la puissance moyenne journalière. En appliquant son hypothèse comme dans (1), la demande de puissance maximale de Chausey peut être estimée.

$$\text{Puissance maximale appelée} = 1,6 \times 1,3 \times \text{production moyenne appelée (1)}$$

La demande de puissance maximale pour l'île est de 128 kW et ce chiffre sera utilisé pour l'analyse du flux de puissance.

### 3.2.2 Les changements potentiels futurs de la demande d'énergie.

#### Réduction de la demande

La stratégie énergétique de Chausey prévoit une réduction de la demande de 100 MWh d'ici 2028, ce qui équivaut à une réduction de près de 20 % de la consommation actuelle. Jusqu'à présent, l'amélioration de l'efficacité énergétique a consisté à distribuer des ampoules LED et des mesures d'économie d'eau, ces dernières réduisant la nécessité d'un traitement de l'eau à forte intensité énergétique. Bien que la population hivernale de Chausey soit faible (environ 10 personnes), le fait de garantir des niveaux élevés d'isolation et de déployer des pompes à chaleur permettrait néanmoins de réduire considérablement la demande d'énergie pour le chauffage pendant ces mois.



## **Technologies intelligentes**

Le déploiement croissant de technologies intelligentes pour le comptage et le stockage de l'énergie, ainsi que la modulation de la demande d'électricité, contribueront à modifier le profil de la charge énergétique en fonction de la production variable. Chausey étudie également les avantages potentiels du développement de l'électrolyse de l'hydrogène comme forme de stockage d'énergie à moyen terme. Les autorités locales étudient actuellement la possibilité d'améliorer la flexibilité de la demande énergétique sur l'île, par exemple en faisant fonctionner l'électrolyseur et le système de traitement de l'eau pendant les périodes de forte production renouvelable.

### 3.3 Perspectives d'approvisionnement en énergie

Le développement d'une compréhension du potentiel actuel et futur des sources d'énergie disponibles est une étape clé de la méthodologie de l'ICE.

#### 3.3.1 Vue d'ensemble des principes essentiels de GM, tirée de T2.1.2 (répétée dans les quatre documents).

Cette activité comporte deux volets principaux :

1. *Évaluation de l'offre énergétique actuelle* : Un examen complet des options actuelles en matière d'approvisionnement en énergie, avec les infrastructures, les attributs et les options qui s'y rapportent, constitue une bonne première étape pour évaluer les options d'approvisionnement du système.
2. *Évaluation du potentiel des énergies renouvelables* : Une fois que les données initiales sur les options d'approvisionnement actuelles ont été évaluées, les options d'approvisionnement actuelles et potentielles doivent être évaluées afin d'avoir une idée de l'option d'approvisionnement qui peut être utile. Le choix de l'option d'approvisionnement est intimement lié aux buts et objectifs des parties prenantes pour le type de système énergétique recherché. Les évaluations des ressources réalisées pour les technologies de production d'énergie renouvelable peuvent servir de base à leur utilisation comme option d'approvisionnement. Cela permet de quantifier la quantité d'énergie disponible sur un ou plusieurs sites et d'estimer la quantité d'électricité ou de chaleur qui peut être extraite. La quantification des ressources peut inclure l'estimation de la puissance qui pourrait être exportée vers le réseau local en tant qu'engagement unitaire avec la demande. Une évaluation de la corrélation entre les temps de production et la consommation est également nécessaire. Les contraintes techniques, environnementales et sociales liées au déploiement des technologies potentielles doivent être prises en compte.

#### 3.3.2 Approvisionnement énergétique actuel

##### *Électricité*

Un générateur diesel fournit toute l'électricité actuellement consommée à Chausey. Le générateur est tributaire de livraisons régulières de carburant depuis le continent, ce qui représente un coût récurrent pour le système, un impact environnemental et un risque pour la sécurité du système. Nous n'avons pas connaissance d'une technologie de production d'énergie renouvelable actuellement installée sur l'archipel.

Aucun stockage par batterie n'a encore été installé sur l'île, cependant, depuis 2016, Enedis a installé des compteurs intelligents « Linky » pour tous les clients actifs d'électricité. Enedis dispose ainsi de données de consommation à haute résolution et a la possibilité de déployer des tarifs à l'heure de consommation.

##### *Chaleur*

Nous ne disposons pas de données provenant de l'île sur les sources de chauffage des locaux ou de l'eau à Chausey. Dans la mesure où l'île est similaire à Ouessant (et plus largement à la France), il est probable que les propriétés de l'île dépendent fortement du chauffage électrique direct (Hardwick et al., 2018). Actuellement, cette électricité est produite par un générateur diesel et est donc à forte intensité de carbone. L'un des avantages du chauffage électrique est que la décarbonisation de l'approvisionnement en électricité réduit directement le carbone associé au chauffage. L'installation de pompes à chaleur dans les logements des résidents permanents est une aspiration sur Chausey

(Ministère de la Transition, 2019). Comme les pompes à chaleur utilisent généralement un tiers à un quart de l'électricité par rapport à l'électricité directe, cela réduira la demande d'électricité. La réduction des coûts d'exploitation qui en découle peut potentiellement avoir des effets bénéfiques sur le confort humain. Nous n'avons pas tenu compte de l'installation des pompes à chaleur dans l'étude, car le coût d'investissement élevé de l'installation était un problème sur l'île et parce qu'il faudrait

### *Transport*

Le transport sur Chausey n'entrait pas dans le cadre de cette étude. Alors que le passage aux véhicules électriques pourrait offrir une alternative à la nécessité d'installer un système de stockage, l'accessibilité financière de ces véhicules risque de poser problème. De plus, au moment de la rédaction du présent document, il ne semblait pas y avoir de mécanisme en place pour la prestation de services de réseau par les opérateurs domestiques.

### 3.3.3 Évaluation des énergies renouvelables

#### *Évaluation des ressources solaires*

L'énergie solaire photovoltaïque est l'une des technologies les plus rentables pour produire de l'électricité en France. La carte dans **Error! Reference source not found.** Les îles du Ponant, dont Molène, ont un potentiel relativement élevé pour le déploiement du solaire photovoltaïque – voir l'annexe Schéma 18.

### **Contraintes de ressources**

La ressource solaire de Chausey a été estimée à l'aide de PVGIS qui combine des données satellitaires pour calculer l'irradiance à un endroit spécifique, produisant des données quadrillées en carrés d'environ 6 km. Nous avons utilisé les données moyennes mensuelles et horaires de Caen, comme la station météorologique proche la plus appropriée, la latitude et la longitude spécifiques utilisées étaient 49° 18' et 0° 45', respectivement.

Sur Chausey, le rayonnement horizontal global (GHI) est de 1 129,7 kWh/m<sup>2</sup>/an et il passe à 1 313 kWh/m<sup>2</sup>/an sur un plan de 38°. Sur Chausey, un plan de 38° a été déterminé optimal, le pas le plus élevé augmentant la génération pendant les mois d'hiver par rapport à l'irradiance horizontale – voir l'annexe pour plus de détails. Tous les panneaux ont été modélisés en étant orientés plein sud. L'éclairement énergétique est détaillé dans **Error! Reference source not found.** et illustré au fil de l'année dans Schéma 4.

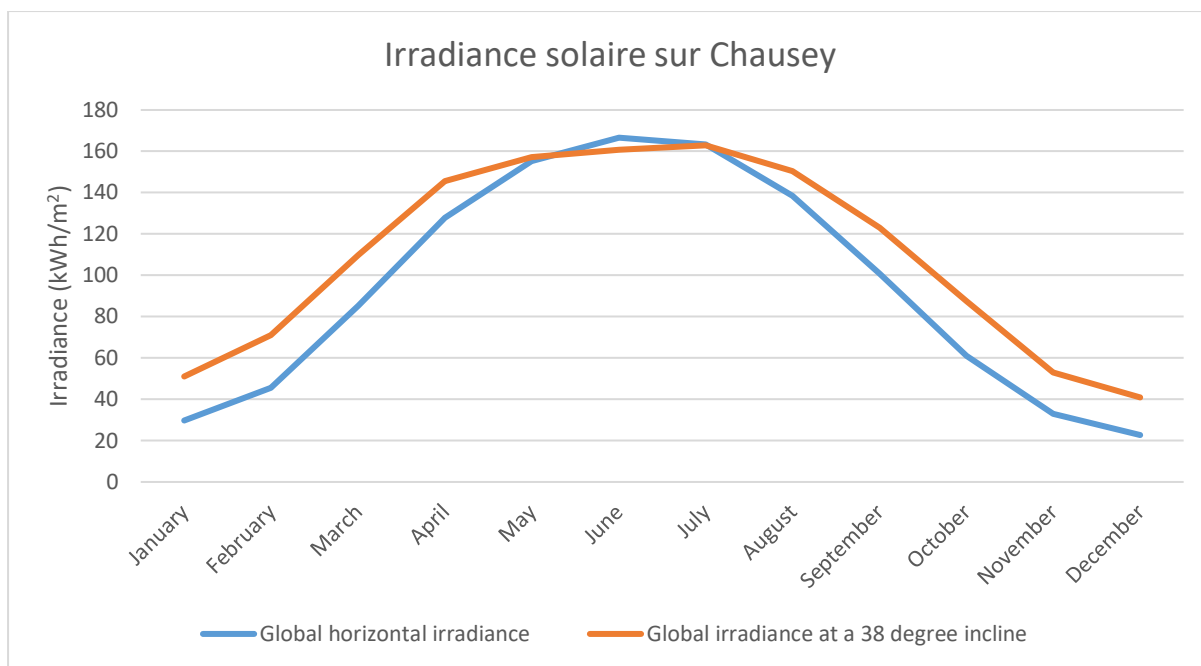


Schéma 4 – Irradiance globale pour Chausey à partir de PVGIS

### Contraintes techniques

L'équipement utilisé dans les installations solaires typiques n'est pas particulièrement grand ou complexe et même les éléments les plus spécialisés sont facilement disponibles sur le continent français, si ce n'est sur l'île elle-même. Il existe de nombreux installateurs solaires dans la région qui pourraient se rendre sur l'île avec du matériel par ferry sans avoir besoin de moyens de transport particuliers.

Les fermes solaires indépendantes peuvent être installées loin des connexions au réseau existantes, mais dans ce cas, une autorisation de raccordement sera nécessaire et une connexion au réseau devra être construite. L'itinéraire et la méthodologie d'installation doivent être pris en compte lors de la planification d'un projet. La proximité des infrastructures existantes sera un facteur clé pour décider de l'emplacement d'un projet. Dans ce cas, l'analyse n'identifie pas de lieux spécifiques mais modélise une ferme solaire générique sur l'île.

### Contraintes environnementales, sociales et politiques

Chausey est entièrement situé dans au moins deux zones protégées : un site d'importance communautaire (en vertu de la directive européenne sur les habitats (Conseil européen, 1992)) et une zone de protection spéciale (en vertu de la directive européenne sur les oiseaux (Parlement et Conseil européen, 2009)). En outre, les eaux entourant l'archipel ainsi qu'une grande partie de la pointe sud de la Grande Île ont été acquises par le Conservatoire du Littoral pour en assurer la conservation – voir Schéma 5.

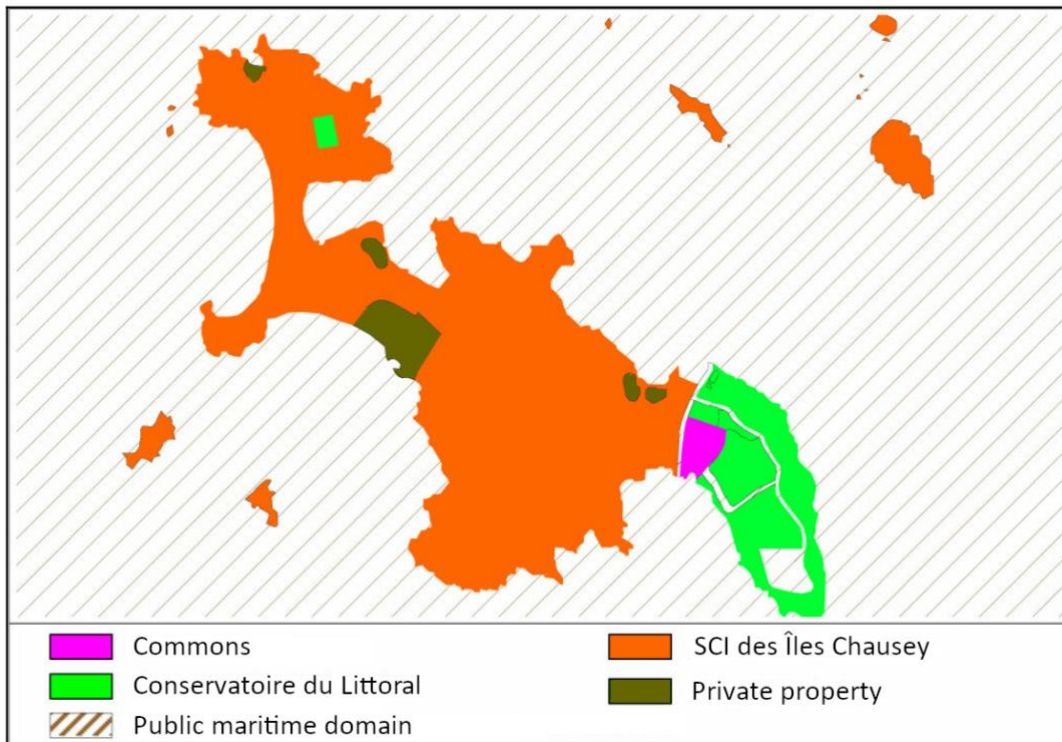


Schéma 5 – Propriété foncière sur Chausey Grande Île

### Choix du site et production d'électricité

La stratégie énergétique de Chausey n'identifie pas de sites spécifiques viables pour le solaire sur la Grande Île, bien qu'elle mentionne le développement du « solaire PV distribué ». Il existe un nombre limité de bâtiments sur la Grande Île sur lesquels des panneaux solaires photovoltaïques pourraient être installés et, conformément à la stratégie énergétique de l'île, leur adéquation architecturale est en cours d'examen. Sans ces informations, cette étude modélise des systèmes solaires photovoltaïques au sol fictifs afin d'explorer la taille nécessaire pour fournir suffisamment d'énergie à l'île pour atteindre 100 % d'énergie renouvelable. Aucun document de planification public n'a identifié de sites viables pour l'installation de panneaux solaires photovoltaïques au sol. Dans notre analyse, nous avons supposé que les pâturages pourraient être réaffectés pour accueillir une ferme solaire – Schéma 6 montre les pâturages de l'île tels que classés par le Conservatoire du Littoral. Cette zone mesure plus de 100 000 mètres carrés.

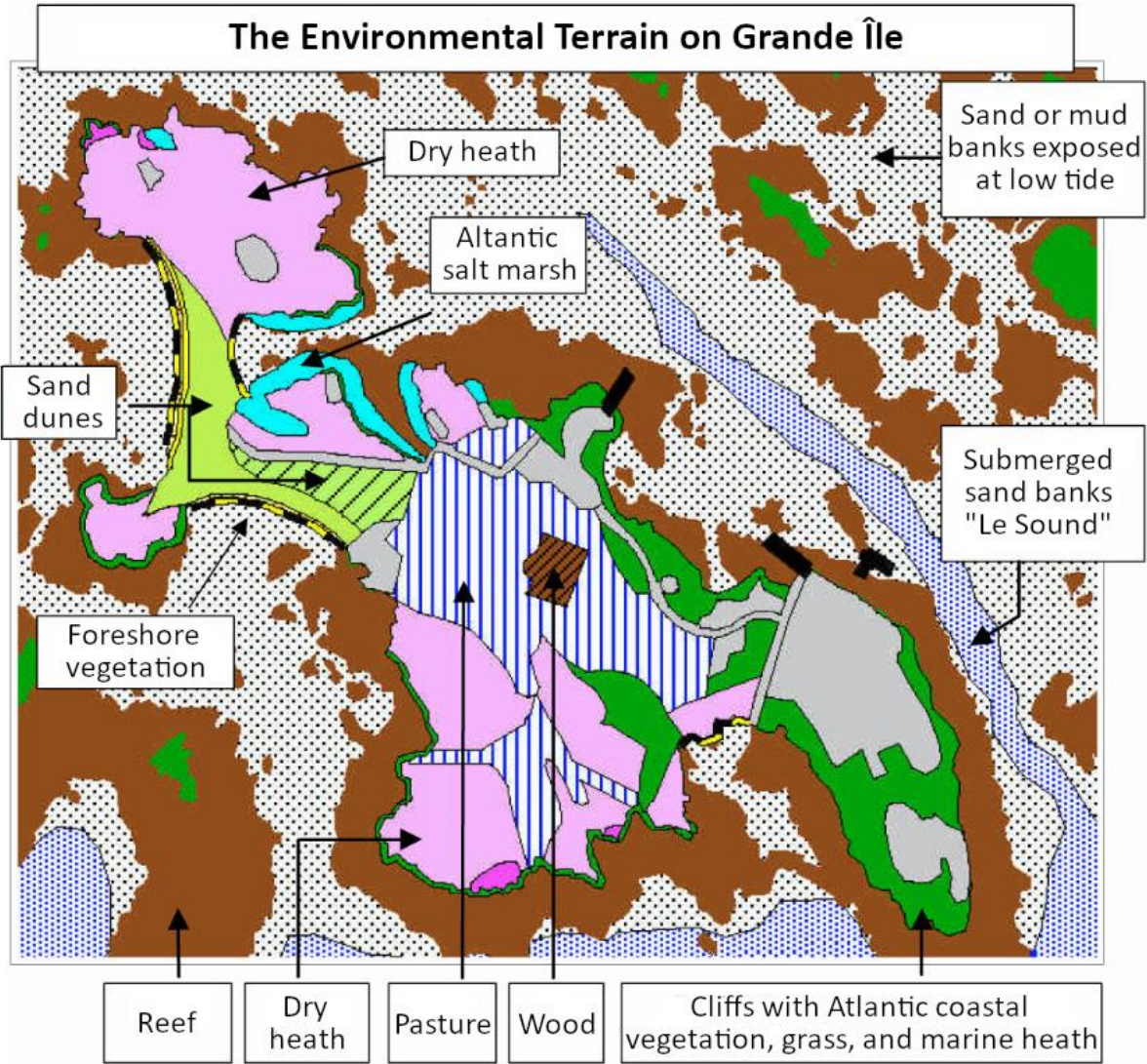


Schéma 6 – Une carte de terrain sur Chausey (Traduit du Conservatoire du Littoral, 2000)..

### 3.4 Évaluation de la fiabilité du système

La méthodologie ICE recommande une analyse rigoureuse de la fiabilité du système électrique pour déterminer l'enveloppe d'intervention.

#### 3.4.1 Aperçu des principes essentiels de GM, tiré de T2.1.2

L'objectif principal de l'étude de fiabilité est d'établir la fiabilité du système énergétique actuel pour ensuite évaluer l'impact que différentes options de production/stockage/énergie intelligente peuvent avoir sur la fiabilité du système à l'avenir. Les paramètres qui seront utilisés pour cette analyse sont les suivants :

- Fiabilité de la sécurité et de la disponibilité de l'énergie
- Fiabilité/disponibilité de l'objectif
- Potentiel d'optimisation de l'offre et du mix de production.

L'analyse repose sur deux études distinctes :

1. *Étude de fiabilité du réseau* : Cela se fait en traduisant le réseau de distribution électrique physique en un schéma fonctionnel de fiabilité (RBD) conceptuel. Il existe des logiciels pour faciliter ce processus et l'analyse qui s'ensuit, par exemple ReliaSoft. Les objectifs principaux de l'analyse de fiabilité sont d'obtenir une distribution de durée de vie qui décrit les temps de défaillance d'un composant, sous-ensemble, assemblage ou système. Cette analyse est basée sur les données relatives au temps de bon fonctionnement ou au temps de défaillance de l'article (composant) ;
2. *Analyse du flux de puissance* : Afin de comprendre le flux de puissance dans le réseau. Ce résultat est obtenu par une analyse du flux de puissance, en analysant les niveaux de tension pour chaque nœud de charge. Des logiciels tels que Matlab Simulink seront utilisés pour l'analyse du flux de puissance ;
3. *Options pour une exploitation intelligente du système et technologies innovantes* : Une fois la fiabilité et le flux d'énergie du système actuel établis, ces informations seront utilisées pour modéliser et évaluer les différents portefeuilles de production et d'approvisionnement. Cela permettra d'intégrer la production d'énergie renouvelable et les emplacements physiques corrects, c'est-à-dire de se connecter aux bons nœuds géographiques du réseau. Les deux types d'analyse, l'étude de fiabilité du réseau et l'analyse du flux d'énergie, seront effectués pour la gamme de scénarios de production/technologie intelligente.

Des données exactes sur les éléments suivants sont une condition préalable à l'analyse la plus rigoureuse :

- A. Diagramme schématique du réseau du système électrique insulaire et de la tension du réseau.
- B. Les principaux composants du réseau insulaire, tels que les câbles électriques, les transformateurs, les disjoncteurs et les groupes électrogènes.
- C. Taux de défaillance des principaux composants du réseau ou enregistrement de la défaillance de chaque composant du réseau pendant 5 ans ou plus.
- D. Le type, la longueur et la taille des câbles.
- E. Les paramètres du transformateur, la tension aux bornes, les paramètres et le type.
- F. Les paramètres du générateur électrique (puissance, type et impédance).
- G. La charge (puissance active et réactive) à chaque nœud de raccordement de la charge pendant une année, au moins par intervalles de temps horaires.

#### H. Les informations sur le disjoncteur, son emplacement et son type.

Cependant, la collecte de données s'est avérée être un problème difficile dans certains contextes. Le document méthodologique de l'ICE (Matthew *et al.*, 2018) expose certaines des considérations relatives à l'accès à des données appropriées.

Comme Chausey n'est pas relié au réseau continental, toute l'électricité est produite sur place. Comme dans toutes les îles françaises, et contrairement au continent, EDF-SEI exploite, entretient l'installation de production et commercialise l'électricité. Dans la plupart des cas, EDF-SEI est également propriétaire de l'usine de production. Le tarif y est réglementé, sans coût supplémentaire pour l'achat d'énergie.. Le schéma de principe du réseau électrique est présenté sur le Schéma 7. Il n'y a que deux nœuds de charge HT et la plupart des câbles sont des câbles souterrains. Nous ne considérerons que le réseau HT pour l'évaluation du flux de puissance et de la fiabilité.

#### Assomption

- 1- L'analyse du flux de puissance considère la puissance maximale
- 2- Le système est un système équilibré.
- 3- Le facteur de puissance de la charge est de 0,9 et il est le même à chaque nœud de charge.
- 4- La tension du réseau est de 5,5 kV



Schéma 7 – Réseau électrique de Chausey



### 3.5 Profil de charge

La seule donnée disponible pour la consommation d'électricité est l'énergie moyenne par an et elle est d'environ 532 MWh par an. Il existe peu d'informations sur la demande de puissance quotidienne, mensuelle ou annuelle. Pour l'évaluation du flux de puissance, nous devons connaître la demande de puissance la plus élevée. Nous faisons l'hypothèse que le profil de charge de Chausey est similaire à celui des îles françaises voisines d'Ouessant et de Molène. En comparaison avec Ouessant et Molène, le mois de consommation d'énergie le plus élevé est environ 1,6 fois la consommation moyenne pour toute l'année et la puissance maximale pendant la journée est environ 1,3 fois la puissance moyenne quotidienne (Hardwick *et al.*, 2018 ; Harvey-Scholes *et al.*, 2022). Selon cette hypothèse, la puissance maximale appelée par l'île de Chausey peut être estimée comme dans (1).

$$\text{Puissance maximale appelée} = 1,6 \times 1,3 \times \text{production moyenne appelée} \quad (1)$$

La demande de puissance maximale estimée pour l'île est de 128 kW et sera considérée pour l'analyse du flux de puissance.

#### Charge à chaque nœud

Des données limitées concernant le tracé du réseau électrique de l'île de Chausey ont été mises à disposition, uniquement le schéma de Chausey présenté dans le Schéma 7. Il y a seulement deux nœuds de charge avec une étiquette pour P01 et P02 montrés sur le Schéma 8. Pour obtenir la puissance appelée à chaque nœud de charge, une zone de captage est dessinée à l'aide du réseau BT, Schéma 8.



Schéma 8 – Nœud de charge et bassin versant de l'île Chausey

Le nombre de maisons est employé pour estimer la puissance appelée à chaque nœud, comme le montre le Tableau 1. Les deux nœuds de charge ont pratiquement la même demande de puissance.

Tableau 1 – Puissance du nœud de charge

Nœud de charge	Nombre de maisons	Charge
P01	48	61,44 kW
P02	42	53,76 kW

Les paramètres du câble peuvent être estimés en fonction de la longueur du câble. Les nœuds de charge étant situés du côté du générateur et les autres à l'extrémité du réseau HT, il n'y a qu'un seul segment de câble d'une longueur de 862 m. Il n'y a pas beaucoup d'informations sur la taille du câble disponibles publiquement. Comme la demande de puissance de l'île n'est pas élevée, un câble de 25m<sup>2</sup> est considéré (valeur nominale 92A). Dans ce cas, les paramètres du câble sont  $R=0,222\Omega$ ,  $L=0,83\text{ mH}$  et  $C=0,19\ \mu\text{F}$  et sa fiabilité est de 0,9666 et résumée dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Paramètres du câble

Segment de câble	Longueur	Résistance	Inductance	Capacités
De P01 à P02	862 m	0,222 $\Omega$	0,83 mH	0,19 $\mu\text{F}$

### 3.6 Flux de puissance et évaluation de la fiabilité

Sur la base du diagramme schématique du réseau, de la charge à chaque nœud et des paramètres du câble, un flux de puissance par Matlab Simulink et une évaluation de la fiabilité par ReliaSoft peuvent être réalisés. Le flux de puissance ne considérera que la demande de charge maximale et les étapes de l'étude de fiabilité de T1.2 seront répétées ici.

Les résultats de l'évaluation du flux de puissance et de la fiabilité pour la tension du nœud de charge et la fiabilité sont indiqués dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Tension et fiabilité des nœuds de charge

	Tension	Chute de tension	Fiabilité	Taux d'échec/an
P01	5500	0 %	0,928	0,072
P02	5497	0,06 %	0,897	0,103

Le courant du câble et l'utilisation de sa capacité sont indiqués dans le Tableau 4

Tableau 4 – Utilisation du courant et de la capacité du câble

Segment de câble	Courant [A]	Utilisation de la capacité
De P01 à P02	5,71 A	6,2 %

### 3.7 Conclusions

Le système électrique de Chausey comporte deux réseaux, le réseau BT et le réseau HT. Il y a peu d'informations sur la tension du réseau HT et la taille des câbles, mais en supposant que la situation est similaire à celle des autres îles françaises comme Ouessant, nous prenons la tension HT de 5,5 kV avec une taille de câble de 25mm<sup>2</sup> en raison de la faible demande de charge de l'île. En raison de la simplicité du réseau électrique, il semble qu'il n'y ait aucun problème dans le réseau en termes de chute de tension, d'utilisation de la capacité des câbles et de fiabilité des nœuds de charge. Là encore, cette conclusion repose sur certaines hypothèses concernant les données manquantes.

### 3.8 Analyse de scénarios

L'incertitude quant à l'avenir est un élément inhérent à la prise de décision dans les systèmes énergétiques. Les nombreux futurs possibles, chacun avec des caractéristiques sociales, techniques, économiques et politiques différentes. Le futur auquel nous arrivons est décidé par d'innombrables décisions et événements en cours de route (Schwartz, 1997), dont beaucoup échapperont au contrôle des parties prenantes individuelles.

3.8.1 Vue d'ensemble des principes essentiels de GM, tirée de T2.1.2 (répétée dans les quatre documents).

La méthodologie de l'ICE suggère l'utilisation d'une analyse de scénario pour prendre des décisions sur la meilleure façon de :

- tester ou examiner différents plans et options politiques, dans le but d'explorer quelles combinaisons sont susceptibles de fonctionner plus ou moins bien dans tel ou tel scénario ;
- servir de base à l'élaboration de nouvelles politiques ou actions ;
- fournir la base d'une vision stratégique sur l'évolution du rôle ou de l'opportunité d'une organisation ; et
- agir comme un moyen d'identifier les signes d'un mouvement vers un type particulier de futur.

L'analyse de scénarios peut utiliser des techniques qualitatives et quantitatives pour développer des récits/scénarios qui décrivent des scénarios décrivant comment le monde pourrait se présenter à un moment donné dans le futur. Un ensemble de scénarios différents est souvent développé pour refléter l'éventail des différents futurs possibles qui pourraient se produire. Pour être utile, chaque scénario doit être plausible, cohérent en interne, fondé sur une analyse rigoureuse et engageante (Foresight Horizon Scanning Centre, 2009). Ces différents futurs sont façonnés par des actions, des tendances et des événements différents. La méthodologie de l'ICE préconise l'utilisation de scénarios sur l'ensemble du périmètre de la transition. Les scénarios peuvent être développés à partir des perspectives de la demande et des options d'offre et donneront un aperçu du ou des plans préférés qui marqueront la transition énergétique intelligente des communautés périphériques.

La figure ci-dessous décrit le processus général d'analyse des scénarios :

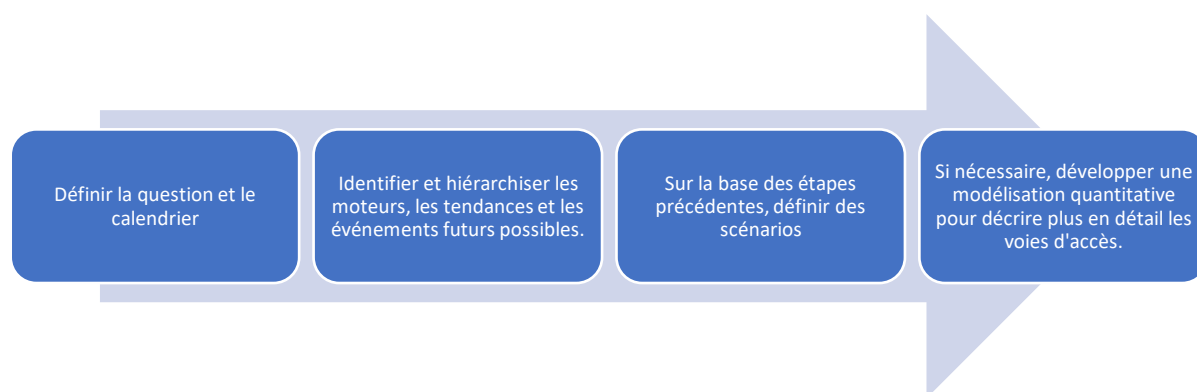


Schéma 9 – Processus de développement de scénarios

### 3.8.2 Scénarios sur Chausey

Chausey a des objectifs de production d'électricité renouvelable de 50 % d'ici 2023, 65 % d'ici 2028 et 100 % de production renouvelable d'ici 2030. Nous avons utilisé les deux objectifs finaux pour élaborer un premier scénario utilisant le solaire photovoltaïque pour générer au moins 65 % de la consommation d'énergie de l'île, puis une série de scénarios visant à atteindre 100 % en 2030. Nos scénarios futurs modélisés intègrent également l'objectif de l'île de réduire la demande de 100 MWh d'ici 2028. La demande dans nos scénarios futurs est basée sur la réduction de la consommation de base de 100 MWh (18,9 %) – la demande horaire future est calculée en réduisant les valeurs horaires modélisées de 18,9 %. Ces scénarios sont résumés dans le Tableau 5 ci-dessous. Tous les scénarios sont modélisés en utilisant des données horaires de production et de demande sur une année.

Tableau 5 – Scénarios futurs d'énergies renouvelables sur Chausey

Scénario	Description	Énergie renouvelable générée en % de la demande future
1	240 kWp Production solaire PV	66 %
2	372 kWp Production solaire PV	102 %

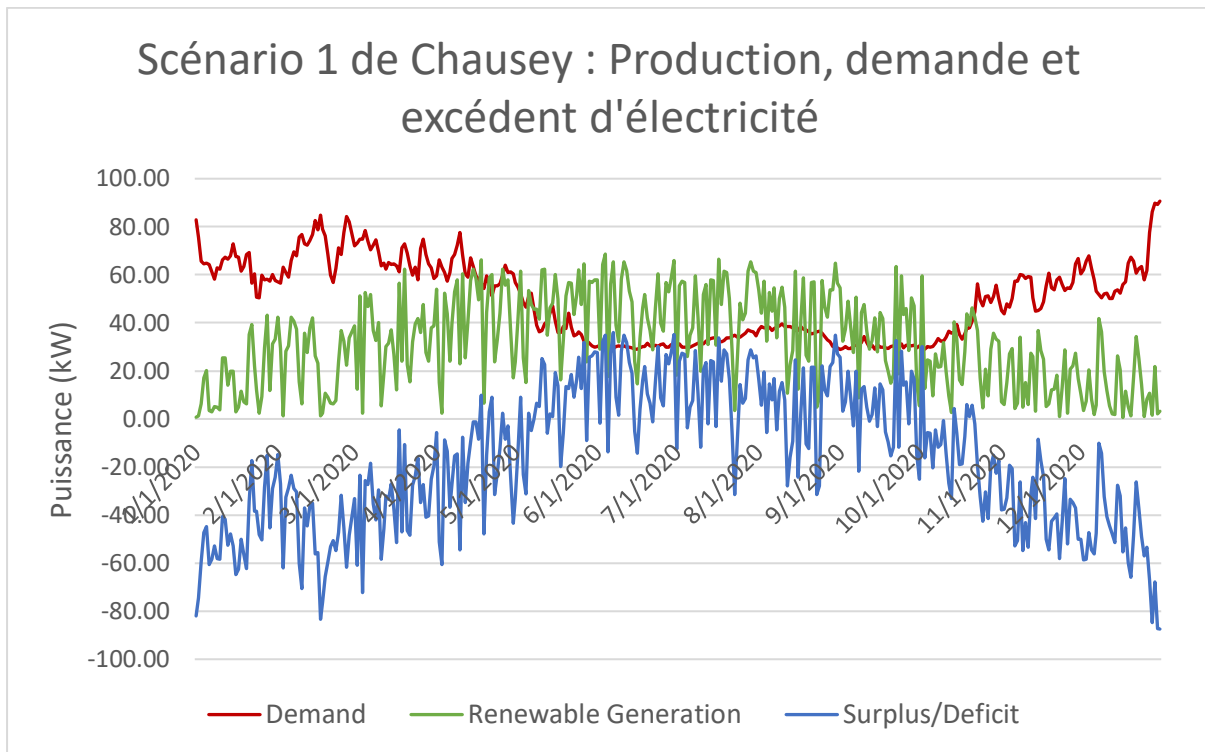
#### Scénario 1

Notre premier scénario a été mis à l'échelle pour produire une énergie égale à 65 % ou plus de la demande future d'électricité de l'île en utilisant le solaire photovoltaïque. Cela a nécessité 800 modules solaires d'une capacité de 300 Wc chacun, soit un total de 240 kWc, reliés à sept onduleurs DC/AC de 30 kW. On a supposé que ce système serait installé sur une zone de pâturage située près du centre de l'île. Les modules seraient montés sur le sol avec une inclinaison de 38° degrés et orientés plein sud. Au total, le système produirait 282 MWh d'électricité par an, ce qui représente 66 % de la consommation future prévue de 432 MWh. Alors que cela génère techniquement environ deux tiers de la demande d'électricité de l'île, notre modélisation suggère qu'une fraction bien plus faible pourrait être utilisée sur place – le stockage sur batterie et le changement de comportement pour déplacer la demande pourraient contribuer à augmenter ce niveau de consommation. Le scénario est résumé dans le Tableau 6 et la puissance journalière moyenne est présentée dans le Schéma 10.

Tableau 6 – Résumé des données horaires du scénario 1

Scénario 1	Annuel	Été (avril – sept.)	Hiver (oct. - mars)
Production (MWh)	283	191 (68 %)	92 (32 %)
Demande (MWh)	432	171 (40 %)	261 (60 %)
Excédent/déficit (MWh)	-149	21	-170
Heures de production excédentaire	2299	1646	653
Heures déficitaires	6461	2746	3715
Surplus de pointe (KW)		165	165
Déficit de pointe (KW)		-101	-108

Énergie utilisable générée (MWh – en supposant qu'il n'y ait pas de stockage)	136	78	57
---	-----	----	----



*Schéma 10 – Excédent/déficit de puissance moyen quotidien modélisé sur une année en fonction de la demande et de la production renouvelable. .*

### Scénario 2

Ce scénario a été conçu pour fournir suffisamment d'énergie pour répondre à 100 % de la demande prévue sur l'île de Chausey en 2030 grâce à l'énergie solaire photovoltaïque. Ce système solaire PV comprend 1 240 modules solaires PV d'une capacité de production combinée de 372 kWp. Connecté à 10 onduleurs d'une capacité cumulée de 300 kW et installé sur des pâturages, notre modèle montre que ce système produirait 437 MWh par an, soit 102 % de la demande future. En raison de sa dépendance à l'égard du solaire photovoltaïque, le profil de production ne correspond pas à la demande modélisée sur l'île au cours de l'année, avec une production excédentaire en été et un déficit de production par rapport à la demande en hiver. Le scénario est résumé dans le Tableau 7 et sur le Schéma 11 montre la puissance moyenne quotidienne.

*Tableau 7 – Résumé des données horaires du scénario 2*

Scénario 2	Annuel	Été (avril – sept.)	Hiver (oct. – mars)
Production (MWh)	437	295	142
Demande (MWh)	432	171	261
Excédent/déficit (MWh)	5	124	-119

Heures de production excédentaire	2735	1882	853
Heures déficitaires	6025	2510	3515
Surplus de pointe (KW)		264	263
Déficit de pointe (KW)		-102	-109
Énergie utilisable générée (MWh – en supposant qu'il n'y ait pas de stockage)	152	85	67

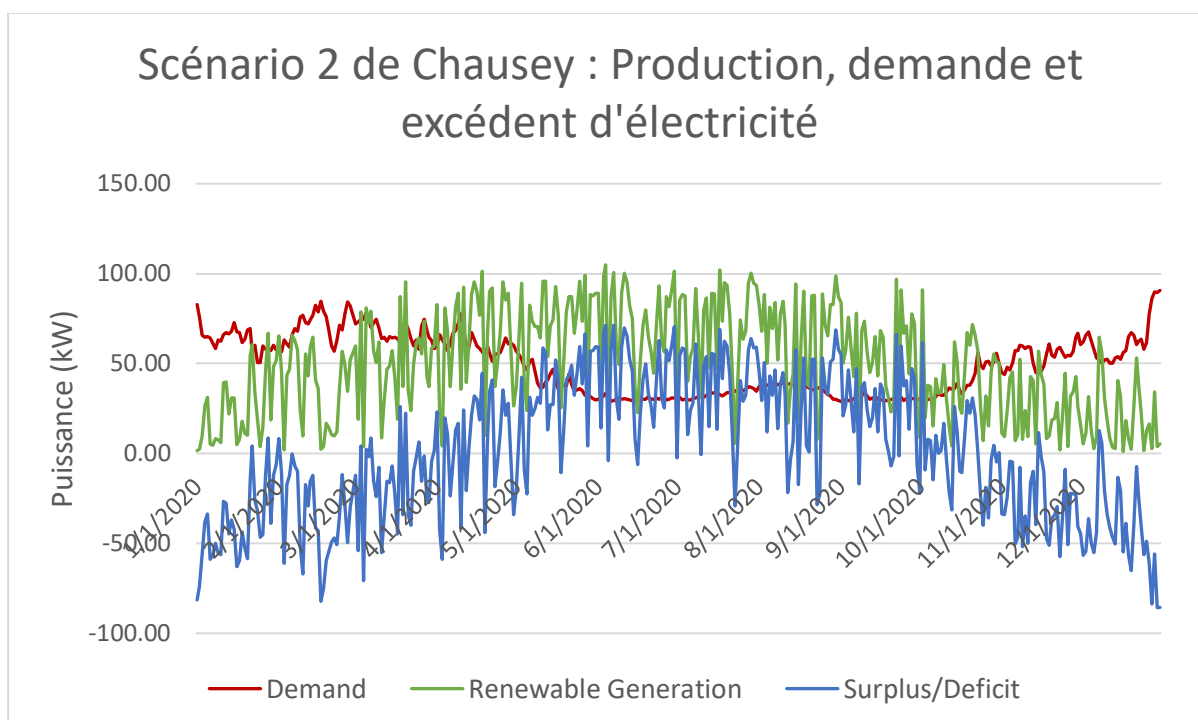


Schéma 11 – Excédent/déficit de puissance moyen quotidien modélisé sur une année en fonction de la demande et de la production renouvelable. .

### 3.8.3 Évaluation des scénarios

#### Évaluation des parties prenantes

Dans l'idéal, la création de scénarios serait guidée par les priorités et les objectifs des parties prenantes, qui seraient ensuite consultées pour connaître leur avis sur les scénarios modélisés. Dans ce cas, il n'a pas été possible de procéder à une évaluation des scénarios par les parties prenantes en raison de contraintes de temps et de la pandémie mondiale du coronavirus.

#### Résumé de l'analyse de la charge et de la fiabilité

La principale source d'énergie renouvelable utilisée sur l'île est le photovoltaïque. L'emplacement du PV est proposé au milieu de l'île, comme le montre le Schéma 12. Les principales raisons du choix de cet emplacement sont les suivantes :

Il se trouve au milieu de l'île et du réseau électrique actuel, ce qui lui permet d'accroître la stabilité et la fiabilité du système.

- Il y a une grande surface à cet endroit qui permet d'installer une grande capacité du PV.

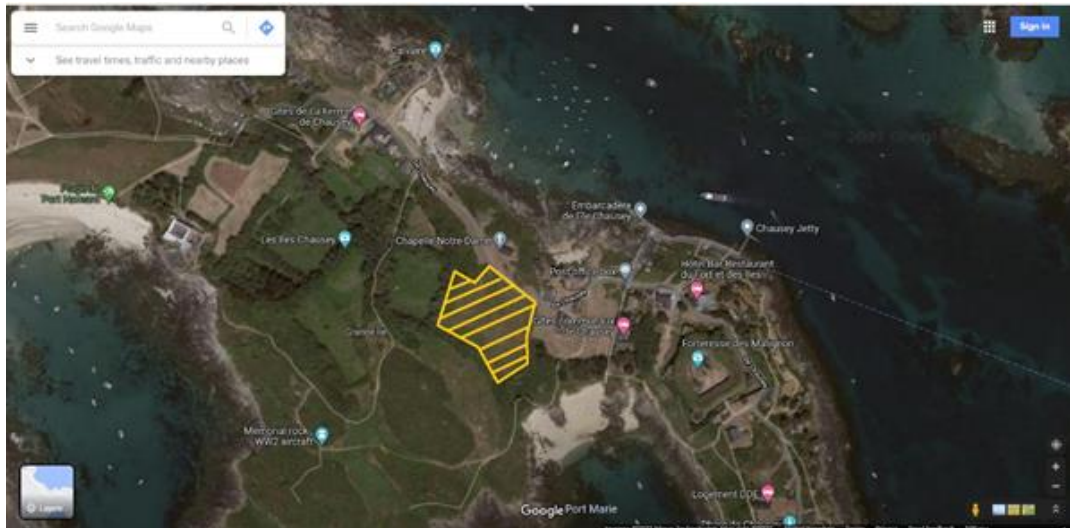


Schéma 12 – Emplacement proposé pour le PV

Dans ce cas, le réseau électrique insulaire est modifié comme indiqué sur le Schéma 13. P01 et P02 sont les charges. On suppose que la station PV est composée de panneaux PV et d'une batterie.

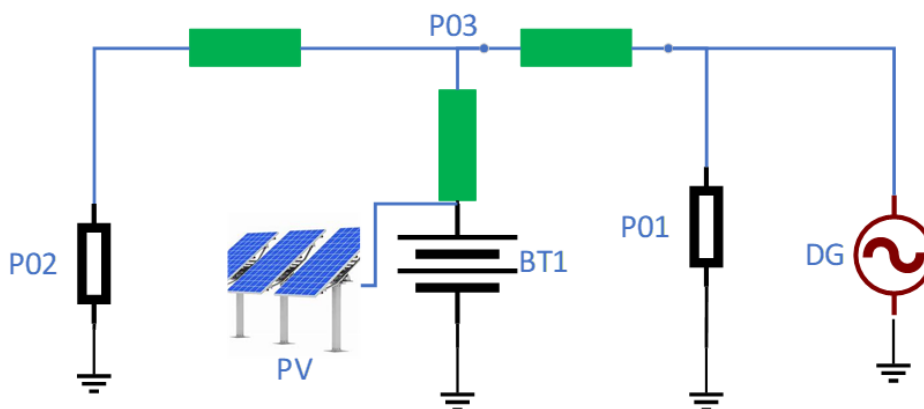


Schéma 13 – Système électrique insulaire comprenant la station PV

### Scénario 1

#### Modélisation du stockage des batteries

Sur la base de la demande horaire et de la production d'énergie renouvelable, différentes tailles de batteries sont testées afin de trouver la taille appropriée pour atteindre l'objectif de 66 %. Schéma 14 montre la demande d'énergie non couverte et la production excédentaire pour différentes tailles de batterie.. Une batterie de 30 MWh permet d'atteindre 66 % de la charge fournie par les énergies renouvelables. Cette taille de batterie est assez élevée. L'état d'énergie de la batterie de 30 MWh est représenté sur le Schéma 15. La plupart du temps, la batterie est sous-chargée ou surchargée. Ceci est dû à l'inadéquation entre la demande de la charge et la production PV. Pour éviter d'utiliser une batterie de grande taille, il faut ajouter d'autres sources d'énergie renouvelable à la combinaison, une éolienne étant la recommandation la plus évidente.



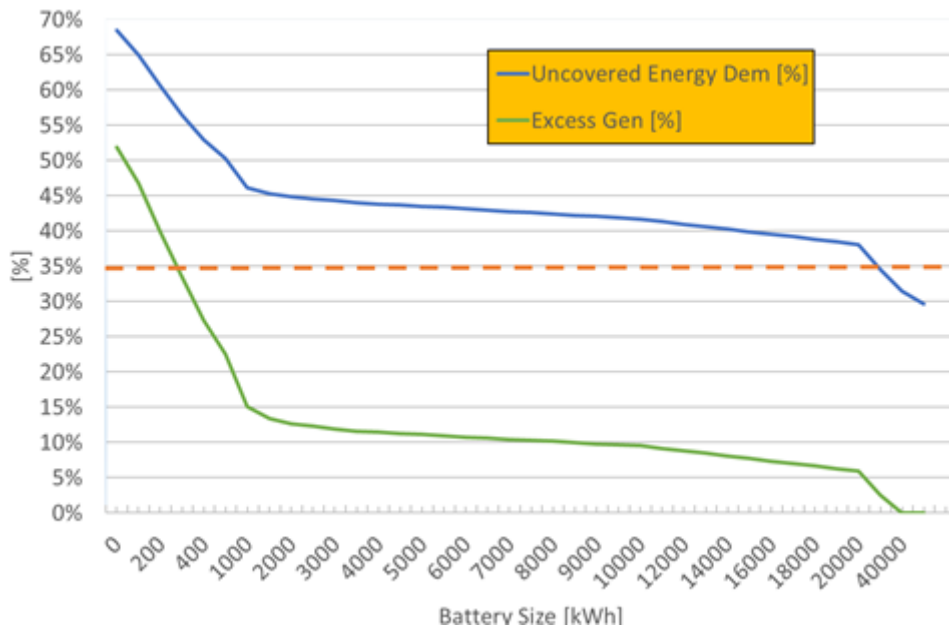


Schéma 14 – Demande d'énergie non couverte et production excédentaire à différentes tailles de batteries

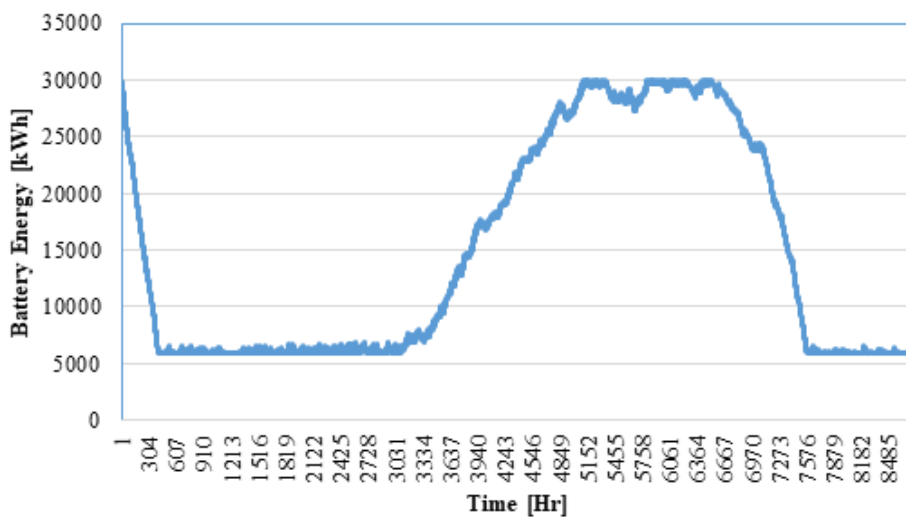


Schéma 15 – Énergie de la batterie (30 MWh)

### Analyse de la charge

On suppose que le système de stockage par batterie est suffisamment grand pour stocker toute la puissance excédentaire des sources d'énergie renouvelables et aider le système à atteindre l'objectif du scénario de puissance lorsque la puissance de sortie des sources d'énergie renouvelables n'est pas suffisante.

Deux cas sont considérés pour l'analyse du flux de puissance : la charge maximale et la puissance de sortie maximale des ER. L'état de la charge et la puissance de sortie de l'ER sont résumés dans le tableau 9.

Tableau 9 – Valeurs de la charge et des ER à la charge maximale et à la production maximale d'ER

	Charge [Kw]	ER [kW]
Charge maximale	109	0
Production maximale d'énergies renouvelables	57	203

Sur la base des paramètres du câble, de la charge et de la production d'énergie renouvelable dans différentes conditions, un modèle SIMULINK est construit. Les résultats du modèle SIMULINK sont la tension de nœud et le courant à chaque segment de câble. La tension et la chute de tension au nœud de charge sont indiquées dans le tableau 10.

Tableau 10 – Tension au nœud de charge à la charge maximale et à la production d'ER

Nœud de charge	Charge maximale		Production maximale d'énergies renouvelables	
	Tension [V]	Chute de tension [%]	Tension [V]	Chute de tension [%]
P01	5500	0 %	5500	0 %
P02	5499	0,018 %	5500	0 %
Batterie	5500	0 %	5501	-0,018 %

Le courant à chaque segment de câble et la capacité d'utilisation du câble sont indiqués dans le tableau 11.

Tableau 11 – Capacité d'utilisation des câbles à la charge maximale et à la production d'ER

	Charge maximale		Production maximale d'énergies renouvelables	
	Courant [A]	Capacité du câble [%]	Courant [A]	Capacité du câble [%]
P01 à P03	1,097	1,19 %	3,28	3,57 %
P03 à P02	5,933	6,45 %	2,82	3,07 %
P03 à Batterie/PV	5,316	5,78 %	6,067	6,59 %

Il n'y a pas de problème de qualité de la tension à chaque nœud de charge et les câbles ne sont pas surchargés. La connexion du PV au réseau de l'île réduit de moitié la capacité d'utilisation du câble (de 6 % à 3 %).

## Scénario 2

### Modélisation du stockage des batteries

#### Analyse de la charge

Comme dans le scénario 1, deux cas sont considérés pour l'analyse du flux de puissance : la charge maximale et la puissance de sortie maximale des ER. Les conditions de la charge et la puissance de sortie de l'ER sont résumées dans le tableau 12.

Tableau 12 – Valeurs de la charge et de l'ER à la charge maximale et à la production maximale d'ER

	Charge [kW]	ER [kW]
Charge maximale	109	0
Production maximale d'énergies renouvelables	57	300

Il semble que le scénario 2 soit le même que le scénario 1 pour la demande de charge à la charge maximale et la production d'ER. La seule différence se situe dans le cas de la production maximale d'ER, où l'ER maximale est de 300 kW (plus élevée que dans le scénario 1).

La tension au nœud de charge est indiquée dans le tableau 13.

Tableau 13 – Chute de tension au nœud de charge pour le scénario 2

	Charge maximale		Production maximale d'énergies renouvelables	
	Tension du nœud [V]	Chute de tension [%]	Tension du nœud [V]	Chute de tension [%]
P01	5500	0 %	5500	0 %
P02	5499	0,018 %	5500	0 %
Batterie	5500	0 %	5501	-0,018 %

La capacité d'utilisation des câbles est indiquée dans le tableau 14.

Tableau 14 – Capacité d'utilisation actuelle et par câble pour le scénario 2

	Charge maximale		Production maximale d'énergies renouvelables	
	Courant [A]	Utilisation du câble Capacité [%]	Courant [A]	Capacité du câble [%]
P01 à P03	1,097	1,19 %	3,28	3,57 %

P03 à Po2	5,933	6,45 %	2,82	3,07 %
P03 à Batterie/PV	5,316	5,78 %	9,18	10,59 %

La taille de la batterie pour parvenir à alimenter l'île avec 100 % d'ER est de 80 MWh comme le montre le Schéma 16.

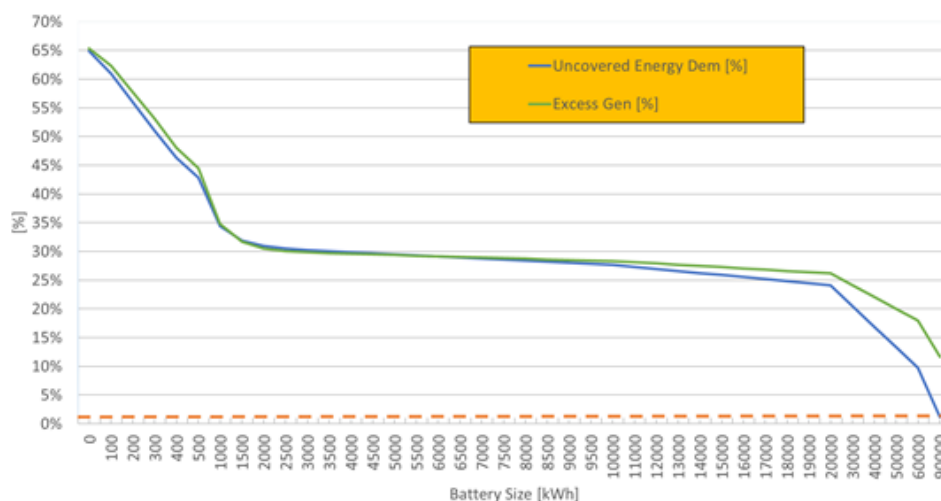


Schéma 16 – Demande énergétique non couverte et production excédentaire à différentes tailles de batteries pour le scénario 2

### Évaluation de la fiabilité

Les scénarios 1 et 2 n'ont utilisé que du PV et, sur la base de la méthodologie, des données de fiabilité et des hypothèses sur le livrable de l'île d'Ouessant (Hardwick *et al.*, 2018), la fiabilité des nœuds de charge P01 et P02 est indiquée dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Fiabilité du nœud de charge

	Scénario 1	Scénario 2
P01	0,9985	0,9757
P02	0,9868	0,9460

La fiabilité du scénario 2 est inférieure à celle du scénario 1. Cela est dû au fait que le scénario 2 ne comporte qu'une seule source photovoltaïque, alors que le scénario 1 comporte un générateur diesel et des sources photovoltaïques. En outre, l'emplacement de la batterie est supposé se trouver à l'emplacement du PV.

L'introduction des énergies renouvelables augmente la fiabilité du nœud de charge d'au moins 20 % et réduit la capacité d'utilisation du câble de 50 % sur l'un des segments du câble.

### Analyse économique

Nous avons calculé le coût nivelé de l'électricité (LCOE) pour les scénarios Chausey, voir Tableau 9. Une description des données et des calculs est disponible dans l'annexe. L'analyse montre que le

coût de l'électricité à Chausey est relativement élevé avec l'utilisation de l'énergie solaire et du stockage, bien qu'il soit dans la plupart des cas inférieur au coût de >400€ MWh de l'approvisionnement actuel en diesel. Comme on pouvait s'y attendre, le scénario 1 suggère qu'avec moins de PV solaires, une batterie plus petite est optimale, 0,5 MWh dans ce cas. Le scénario 2, qui combine un niveau élevé de pénétration du solaire photovoltaïque avec un système de stockage par batterie de 1 MWh, présente le LCOE le plus bas, à un peu plus de 335 €/MWh.

Tableau 9 – Coût de l'énergie au niveau du système

	Scénario 1		Scénario 2	
<b>LCOE du système (€/MWh) – sans stockage</b>	€	381,14	€	396,73
<b>LCOE du système (€/MWh) – 0,2 MWh</b>	€	369,81	€	381,31
<b>LCOE du système (€/MWh) – 0,5 MWh</b>	€	343,04	€	342,36
<b>LCOE du système (€/MWh) – 1 MWh</b>	€	359,60	€	335,67

### 3.9 Défis de mise en œuvre

La méthodologie de l'ICE reconnaît qu'une transition énergétique est un processus continu, plutôt qu'un événement discret.

La méthodologie de l'ICE reconnaît qu'une transition énergétique est un processus continu, plutôt qu'un événement discret. Il est probable que la situation idéale pour chaque île considérée dans le cadre d'ICE évoluera au fil du temps. Les facteurs évidents qui changeront sont les coûts relatifs des technologies éoliennes, solaires et de stockage qui constituent la base de nos scénarios, mais il en sera de même pour d'autres technologies, comme l'énergie marémotrice. Les améliorations de l'efficacité énergétique, et les technologies qui permettent d'y parvenir, sont également susceptibles d'évoluer dans le temps, tant en termes de coût que d'utilité. Les applications énergétiques intelligentes arrivent sur le marché en nombre croissant, et il est probable qu'une ou plusieurs d'entre elles seront appliquées sur certaines, voire toutes les îles de notre étude. Les principaux obstacles à l'adoption de ces technologies sont les suivants :

- le coût global ;
- des dépenses d'investissement initiales ;
- Perception de l'utilité des technologies émergentes ;
- Sophistication de la gestion du réseau et capacité d'intégrer les nouvelles technologies de réseau.

Les attitudes à l'égard de la technologie peuvent également changer, mais elles peuvent aussi rester les mêmes, même si les technologies améliorent leurs performances et leurs coûts. Nous avons trouvé des exemples de plusieurs îles où les technologies ont été essayées ou envisagées une fois et où cela a conduit les insulaires à développer des attitudes soit très positives, soit très négatives à leur égard. Cela peut conduire au rejet de technologies qui pourraient autrement sembler appropriées ou signifier un attachement à certaines options même lorsque celles-ci ne semblent pas devoir être économiquement favorables. Dans les deux cas, il peut s'avérer nécessaire de faire en sorte que les citoyens adhèrent à une technologie ou d'exclure une technologie. Le sujet est lui-même intéressant pour une étude plus approfondie car il peut avoir un impact sur les options disponibles pour les îles et les autres communautés.

Si Molène et Chausey disposent d'un potentiel suffisant pour atteindre un objectif de 100 % d'électricité renouvelable, d'autres sites devront peut-être viser moins haut dans un premier temps. Cela peut être dû à un potentiel limité, à la rentabilité relative des coûts des énergies renouvelables par rapport aux combustibles fossiles, ou à d'autres raisons spécifiques à l'île considérée. L'ICE GM indique clairement qu'il est nécessaire de reconsidérer régulièrement les objectifs en matière de politique énergétique insulaire, ainsi que les moyens d'atteindre ces objectifs. Les deux doivent être réévalués régulièrement. Cette réévaluation devrait également tenir compte de l'évolution des besoins et des souhaits des citoyens de l'île et, éventuellement, d'autres parties prenantes.

Le GM indique également clairement que les parties prenantes publiques et privées doivent pratiquer la transparence avec les citoyens touchés par les changements du système énergétique. Cela signifie qu'il faut faire preuve d'ouverture à l'égard des technologies à appliquer, des incidences probables sur les performances du système, des incidences sur les émissions locales et de la contribution à des problèmes plus vastes tels que le changement climatique, mais aussi des autres voies possibles pour apporter des changements. Les services publics doivent partir du principe que les membres ordinaires du public ne connaissent pas les options comme les services publics eux-mêmes et s'efforcer de donner des informations justes et équilibrées au public. Les données réelles

sur le fonctionnement effectif des technologies, et tout impact sur les coûts, devraient également être aussi transparentes que possible.

### 3.9.1 Défis spécifiques à Chausey

Il peut y avoir certaines limites à l'implantation des technologies d'énergie renouvelable sélectionnées sur Chausey, mais il y a suffisamment de sites pour que cela ne pose pas de problème aux niveaux de développement décrits dans les scénarios qui pourraient fournir 100 % d'énergies renouvelables pour l'électricité de l'île.

Comme indiqué dans l'étude de Molène et ailleurs dans cette étude, le système français de réglementation de l'approvisionnement en électricité insulaire, ainsi que la socialisation des coûts entre les consommateurs français, compliquent l'adoption de volumes importants d'énergies renouvelables. Si la socialisation des coûts est bien accueillie sur l'île, elle supprime une incitation essentielle pour les consommateurs à adopter des préférences à faible teneur en carbone. Étant donné que de réelles économies de coûts et de carbone peuvent résulter du passage du diesel aux énergies renouvelables, en tout ou en partie, il est nécessaire de mettre en place un système réglementaire qui permette de réaliser des économies de coûts et de carbone. Cependant, les citoyens de Chausey ne peuvent pas contrôler cette situation.

Des travaux supplémentaires seront probablement nécessaires pour s'assurer que les préoccupations des citoyens de Chausey sont correctement prises en compte dans l'adoption de tout changement systémique ou en ce qui concerne le choix de la technologie – c'était une intention du projet ICE, mais l'interaction a été limitée par la quarantaine due à la Covid. Une approche de co-création pour les nouvelles initiatives est essentielle.

### 3.10 Encourager les entreprises locales

Outre la nature technique variable des produits et services nécessaires à une transition énergétique intelligente, les facteurs locaux signifient que « qui fait quoi » est susceptible de varier considérablement d'un endroit à l'autre. Par exemple, l'éventail précis des prestataires de services et leurs modalités de passation de marchés dépendent d'un large éventail de facteurs contextuels tels que l'accès au capital, la perception du risque, l'environnement juridique, l'expérience des entrepreneurs, etc. Pour cette raison, il est inapproprié de spécifier ici le champ d'application de certains ensembles de contrats. Au lieu de cela, nous nous appuyons sur la littérature qui sous-tend ces lignes directrices pour décrire les types de produits et de services qui sont susceptibles d'être nécessaires et présenter un cadre que les communautés et autres parties prenantes peuvent utiliser et adapter pour répondre à leurs besoins spécifiques.

#### 3.10.1 Aperçu des principes essentiels de GM, tiré de T2.1.2

D'une manière générale, la transition énergétique intelligente offrira des possibilités commerciales dans quatre grands domaines :

- **Approvisionnement en énergie renouvelable** – Dans la plupart (mais pas nécessairement toutes) des transitions énergétiques intelligentes dans les territoires périphériques, un objectif important est d'augmenter l'approvisionnement en énergie provenant de sources renouvelables.
- **Technologies et pratiques intelligentes** – Une meilleure gestion ou une gestion plus « intelligente » des systèmes électriques par l'adoption de nouvelles technologies et pratiques est un élément crucial d'un système énergétique intelligent isolé.
- **Engagement des parties prenantes** – Établir les objectifs du système énergétique, établir un soutien pour l'action et réaliser les avantages de l'action sont tous des éléments cruciaux d'une transition réussie.
- **Supervision et gestion** – Planification, orientation et mesure du succès de la transition du système dans son ensemble.



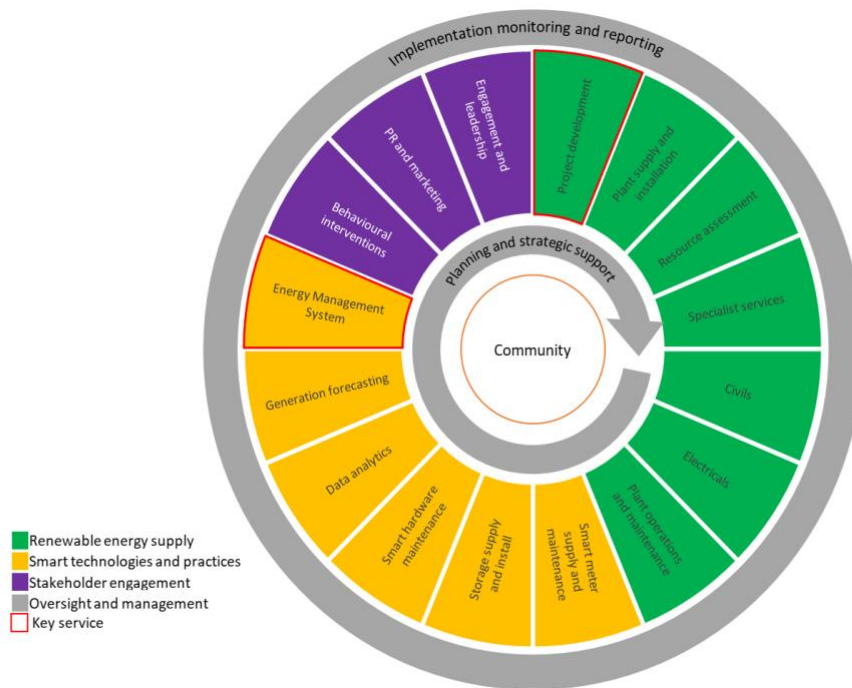


Schéma 17 – Domaines d'opportunité et types probables de produits et services pour la transition

L'ICE GM cherche également à renforcer les capacités des entreprises locales en fournissant des conseils sur des sujets tels que :

- Accès au financement
- Financement de l'innovation

Enfin, un système de soutien aux entreprises basé sur la création d'un réseau d'entreprises invitées à participer à un réseau de collaboration et d'interaction. Les opportunités pour les entreprises constituent une composante majeure du Groupe de travail 4 de l'ICE.

### 3.10.2 Cartographie de la capacité d'entreprise locale

L'analyse des capacités des entreprises locales à répondre aux exigences du développement et de la maintenance du futur système énergétique a été réalisée comme suit : Les principales caractéristiques du futur système énergétique et des parties prenantes ont été identifiées afin de déterminer les possibilités de services et d'engagement des parties prenantes et d'alimenter la chaîne de valeur. Ces caractéristiques ont ensuite été mises en correspondance avec les entreprises et organisations voisines de Granville et de la Manche ayant une expertise en la matière, ce qui a permis de dresser un premier tableau des capacités locales et de définir une approche de soutien ou d'engagement des entreprises locales.

#### Caractérisation du système énergétique futur et des parties prenantes

Le futur système énergétique de Chausey reposera sur la production d'énergie solaire photovoltaïque, qui, dans nos modèles, est centralisée et installée au sol. L'énergie solaire photovoltaïque est une technologie courante, mais assurer l'équilibre du réseau dans un système aussi petit et dépendant d'une seule forme de production variable peut s'avérer difficile et nécessiter l'aide d'un expert qui n'est peut-être pas disponible dans la région immédiate. Nous ne

connaissions pas les points de vue des parties prenantes locales en ce qui concerne les nouvelles technologies potentielles de production d'énergie.

L'île a déployé des compteurs intelligents Linky pour tous les clients actifs et prévoit de mettre en place des tarifs différenciés en fonction de l'heure d'utilisation afin d'encourager la consommation en heures creuses – ce projet sera géré par EDF-SEI, mais pourrait faire appel à des prestataires externes. Le stockage centralisé des batteries sur l'île contribuera à équilibrer l'offre et la demande et est inclus dans notre modèle. Les systèmes de stockage distribués dans les propriétés pourraient également aider à gérer les modes de consommation, mais ils ne sont pas intégrés dans nos modèles car il n'est pas encore certain que l'environnement économique soit suffisamment favorable. Un système de stockage de l'hydrogène est évoqué comme une possibilité pour l'île. Ceci n'est pas inclus dans nos scénarios et, de toute façon, en ce qui concerne l'entreprise locale, en tant que technologie émergente, cela nécessiterait des ingénieurs spécialisés qui sont peut-être peu susceptibles d'être trouvés localement.

Le réseau électrique de Chausey appartient à la collectivité locale, le SDEM50, et est exploité dans le cadre d'un contrat de trente ans récemment renouvelé par ENEDIS. ENEDIS sera donc responsable du réseau jusqu'en 2050. En fonction de l'emplacement des nouvelles installations de production et de stockage, le réseau électrique de l'île pourrait devoir être modernisé pour permettre une production potentiellement plus élevée.

À Chausey, les principales parties prenantes sont les 11 résidents à l'année, les 123 résidents saisonniers, les entreprises locales et le gouvernement local de Granville et de la Manche, ainsi qu'ENEDIS et EDF-SEI en tant que services publics. Il existe un ensemble plus large de parties prenantes qui comprend également les prestataires de transport locaux (services de ferry), les pêcheurs, les organisations de protection de la nature et les milliers de touristes qui viennent chaque année.

### **Cartographie des capacités**

Compte tenu de la position monopolistique d'EDF-SEI et d'ENEDIS en France, une approche centralisée du changement de système énergétique est probable, mais il existe néanmoins des possibilités de confier une grande partie du travail aux prestataires locaux. Une ventilation complète des capacités locales potentielles se trouve dans l'annexe.

L'ensemble des parties prenantes sur Chausey comprend un nombre relativement restreint d'individus et quelques organisations. Aucune société de conseil en matière d'engagement public n'a pu être identifiée, bien qu'il existe un certain nombre d'universités locales qui pourraient avoir l'expertise nécessaire pour mener à bien un exercice d'engagement ou de consultation inclusif.

En ce qui concerne la planification de la nouvelle production d'énergie renouvelable, un très petit nombre d'entreprises spécialisées dans le conseil en énergie solaire photovoltaïque a été identifié à Granville ou dans la Manche. Une gamme d'entreprises réalisant des compétences écologiques, des services environnementaux et des capacités plus générales en matière d'énergie renouvelable a été trouvée dans la Manche, et quelques-unes d'entre elles à Granville même. Une sélection limitée d'entreprises fournissant le matériel pour les systèmes solaires photovoltaïques dans la Manche a été identifiée, ainsi qu'un nombre plus important, mais toujours faible, de fournisseurs de matériel électrique général et de batteries. Pour le processus d'installation, les candidats métiers du bâtiment, travailleurs au sol et électriciens ont été identifiés. On a trouvé un petit nombre de techniciens en distribution haute tension, et un plus grand nombre de spécialistes en électricité basse tension ou générique.

## **Technologies et pratiques intelligentes**

Aucun spécialiste des réseaux intelligents n'a pu être identifié dans la région – une recherche rapide n'en a trouvé qu'une poignée dans toute la France. A l'inverse, la Manche compte un certain nombre de conseillers en efficacité énergétique et un grand nombre de rénovateurs de bâtiments, notamment des poseurs de fenêtres et de bardages, ainsi que quelques installateurs de pompes à chaleur.

L'exploitation et la maintenance du futur système énergétique pourraient être prises en charge par des organisations de la région. Il s'agit notamment des experts en technologie électrique et solaire photovoltaïque identifiés ci-dessus, ainsi que des prestataires de transport et de stockage.

## 4 Conclusion

Le modèle ICE suggère des voies crédibles permettant à Chausey de réaliser un scénario dans lequel 100 % de son énergie provient de sources d'électricité renouvelables. Des complications peuvent survenir si le chauffage ou le transport passent à des modes électrifiés sur l'île. Alors qu'un passage aux véhicules électriques pourrait offrir une alternative à la nécessité d'installer un système de stockage et pourrait atténuer son propre impact sur la demande en contribuant au déplacement de la demande et à la capacité de réduire les pics de consommation, un passage aux pompes à chaleur pourrait exercer une pression supplémentaire sur le réseau et aurait probablement un impact sur le profil de la demande tel qu'une capacité de production supplémentaire et éventuellement un stockage supplémentaire seraient nécessaires.

Il est recommandé de disposer d'une importante capacité de stockage pour permettre le passage aux énergies renouvelables. L'efficacité économique du passage à 100 % d'énergies renouvelables dépendra donc dans une certaine mesure du coût du stockage, ainsi que du coût de l'énergie solaire et éolienne. Alors que cette dernière paire a montré des coûts continuellement à la baisse dans la période de 2008 à 2022, devenant selon les principaux évaluateurs de l'industrie, la forme la moins chère de nouvelle capacité de production électrique (Lazard, 2022), le stockage reste relativement cher. Cependant, il convient de noter que nos scénarios montrent un avantage économique pour une approche avec à la fois plus de production solaire photovoltaïque et le stockage nécessaire pour permettre de maximiser son utilisation.

Il est clair qu'une plus grande implication de la population insulaire est nécessaire pour faire le choix du passage au photovoltaïque avec stockage, mais d'autres parties prenantes essentielles – plus particulièrement les acteurs étatiques – auront tendance à avoir un plus grand niveau de contrôle en termes de réalisation du changement. Les incitations qui les poussent à le faire restent quelque peu opaques.

L'accès aux informations sur le réseau électrique de l'île et sur les détails de la consommation d'énergie à Chausey s'est avéré difficile. Il est probable que l'accès aurait facilité le travail d'évaluation de la capacité renouvelable installée et du stockage. Nous avons pu développer une solution de contournement pour nous permettre de faire des hypothèses mieux informées sur l'état des réseaux d'îles en fonction de la distance entre les nœuds (Hussain *et al.*, 2021), mais cela ne fournit pas la précision nécessaire pour donner une image complète de la capacité du réseau. De même, un ensemble complet de données concernant la consommation aurait permis une plus grande précision et des recommandations plus spécifiques.

De même, il est clairement nécessaire de mieux comprendre comment le système réglementaire français s'applique spécifiquement aux petites îles françaises, et si des mesures sont nécessaires de la part des décideurs politiques pour inciter au changement et permettre une action plus rapide et plus large. Il semble qu'il y ait une justification économique et environnementale claire pour une action visant à transférer la demande de chauffage électrique vers les pompes à chaleur, afin d'améliorer l'efficacité énergétique et que cela puisse conduire à des avantages sociaux accrus pour les insulaires. Chacune des îles françaises que nous avons examinées avait des populations dont les revenus étaient inférieurs à ceux de leurs compatriotes du continent et un déploiement de pompes à chaleur pourrait avoir des avantages en termes de lutte contre la pauvreté énergétique. Cependant, une assistance pourrait bien être nécessaire pour déterminer comment les insulaires peuvent accéder au capital nécessaire à l'installation de pompes à chaleur.

#### 4.1 Évaluation de la validité – la méthodologie générale s'applique-t-elle dans ce contexte ?

Nous examinons l'application de la Méthodologie générale (GM) de l'ICE, et toute question découlant de cette approche, dans un addendum à la GM, qui est disponible sous la forme d'un document autonome intitulé « Lessons from application of the ICE General Methodology » (« Les leçons tirées de l'application de la Méthodologie générale de l'ICE ») sur le site internet de l'ICE.

## 5 Références

Aitken, M., Haggett, C. and Rudolph, D. (2014) *Revue des bonnes pratiques de l'engagement communautaire des parcs éoliens*. Disponible à l'adresse : [www.climatechange.org.uk](http://www.climatechange.org.uk) (consulté : 7 décembre 2022).

Aitken, M., Haggett, C. and Rudolph, D. (2016) 'Practices and rationales of community engagement with wind farms: awareness raising, consultation, empowerment. (Pratiques et justifications de l'engagement communautaire dans les parcs éoliens : sensibilisation, consultation, autonomisation)', *Planning Theory & Practice (Théorie et pratique de la planification)*, 17(4), pp. 557–576.

Alexander, K.A., Wilding, T.A. et Jacomina Heymans, J. (2013) 'Attitudes of Scottish fishers towards marine renewable energy (Attitudes des pêcheurs écossais envers les énergies marines renouvelables)', *Social and cultural impacts of marine fisheries (Impacts sociaux et culturels des pêches marines)*, 37, pp. 239–244. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.05.005>.

Boekhoudt, A. and Behrendt, L. (2015) *Taxes and incentives for renewable energy (Taxes et incitations pour les énergies renouvelables)*. KPMG, p. 84.

Colvin, R.M., Witt, G.B. et Lacey, J. (2016) 'How wind became a four-letter word : Lessons for community engagement from a wind energy conflict in King Island, Australia', (Comment le vent est devenu un mot de quatre lettres : Leçons pour l'engagement communautaire à partir d'un conflit sur l'énergie éolienne à King Island, Australie) *Energy Policy (Politique d'énergie)*, 98, pp. 483-494. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.022>.

CRE (2016) *15 Years of regulation: Activity report 2015 (CRE (2016) 15 ans de réglementation : Rapport d'activité 2015)*

Devine-Wright, P. (2009) 'Rethinking NIMBYism : The role of place attachment and place identity in explaining place-protective action' (Le rôle de l'attachement au lieu et de l'identité du lieu pour expliquer l'action de protection du lieu), *Journal of Community & Applied Social Psychology (Revue de Psychologie Sociale Communautaire & Appliquée)*, 19(6), pp. 426–441. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1002/casp.1004>.

Devine-Wright, P. (2011) 'Public engagement with large-scale renewable energy technologies: breaking the cycle of NIMBYism' (L'engagement public envers les technologies d'énergie renouvelable à grande échelle : briser le cycle du NIMBYism), *WIREs Climate Change (Changelent climatique WIRE)*, 2(1), pp. 19–26. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1002/wcc.89>.

Devine-Wright, P. et Sherry-Brennan, F. (2019) "Where do you draw the line ? (Où tracez-vous la ligne ?) Legitimacy and fairness in constructing community benefit fund boundaries for energy infrastructure projects' (Légitimité et équité dans le développement des limites du fonds de

bénéfices communautaires pour les projets d'infrastructure énergétique, *Energy Research & Social Science (Recherche sur l'énergie et les sciences sociales)*, 54, pp. 166-175. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.04.002>.

Dwyer, J. et Bidwell, D. (2019) 'Chains of trust : Energy justice, public engagement, and the first offshore wind farm in the United States'(La justice énergétique, l'engagement public et le premier parc éolien offshore des États-Unis), *Energy Research & Social Science (Recherche énergétique et sciences sociales)*, 47, pp. 166-176. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.08.019>.

Conseil européen (1992) *Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, OJ L*. Disponible à l'adresse suivante : <http://data.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj/eng> (Consulté : 8 décembre 2022).

Parlement européen et Conseil (2009) *Directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée), OJ L* Disponible à l'adresse : <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/147/oj/eng> (Consulté : 8 décembre 2022).

Firestone, J., Kempton, W. et Krueger, A. (2009) 'Public acceptance of offshore wind power projects in the USA (L'acceptation publique des projets d'énergie éolienne en mer aux États-Unis)', *Wind Energy (Énergie éolienne)*, 12(2), pp. 183-202. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1002/we.316>.

Foresight Horizon Scanning Centre (2009) *Scenario Planning (Planification de scénarios)*. Government Office for Science (Bureau du gouvernement pour la science), p. 37. Disponible à l'adresse : <https://gisf.ngo/wp-content/uploads/2020/02/0350-Rhyddarch-2009-Foresight-Horizon-Scanning-Centre-Scenario-Planning.pdf> (consulté : 7 décembre 2022).

Fornacciari, M. et Verrier, J. (2017) *Énergies renouvelables : The new regulatory landscape (Le nouveau paysage réglementaire)*.

de Groot, J. et Bailey, I. (2016) «What drives attitudes towards marine renewable energy development in island communities in the UK? (Quels sont les moteurs des attitudes envers le développement des énergies marines renouvelables dans les communautés insulaires du Royaume-Uni?)', *International Journal of Marine Energy (Journal international de l'énergie marine)*, 13, pp. 80-95. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.ijome.2016.01.007>.

Gross, C. (2007) 'Community perspectives of wind energy in Australia : The application of a justice and community fairness framework to increase social acceptance' ('Perspectives communautaires de l'énergie éolienne en Australie : Application d'un cadre de justice et d'équité communautaire pour accroître l'acceptation sociale), *Energy Policy (Politique énergétique)*, 35(5), pp. 2727-2736. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.013>.

Haggett, C. (2008) 'Over the Sea and Far Away ? A Consideration of the Planning, Politics and Public Perception of Offshore Wind Farms (Au-delà de la mer et très loin ? Une étude de la planification, de la politique et de la perception publique des parcs éoliens offshore)', *Journal of Environmental Policy & Planning (Revue de politique et de planification environnementales)*, 10(3), pp. 289-306. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1080/15239080802242787>.

Haggett, C. (2011) 'Understanding public responses to offshore wind power' (Comprendre les réactions du public à l'énergie éolienne offshore), *Energy Policy (politique énergétique)*, 39(2), pp. 503-510. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.10.014>.

Hardwick, J. et al. (2018) *Rapport ICE 1.1.1: An overview of renewable energy supply potential. (Un aperçu du potentiel d'approvisionnement en énergies renouvelables)*

Harvey-Scholes, C. et al. (2022) *Rapport ICE 2.4.2: General Methodology Validation Study: (Étude de validation de la méthodologie générale) Molène.*

Heaslip, E. et Fahy, F. (2018) 'Developing transdisciplinary approaches to community energy transitions : An island case study' (Développer des approches transdisciplinaires des transitions énergétiques communautaires : Une étude de cas insulaire) *Energy Research & Social Science (Recherche sur l'énergie et les sciences sociales)*, 45, pp. 153-163. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.013>.

Hussain, E.K. et al. (2021) 'Grid Island Energy Transition Scenarios Assessment Through Network Reliability and Power Flow Analysis (Évaluation des scénarios de transition énergétique des îles du réseau par l'analyse de la fiabilité du réseau et du flux d'énergie), *Frontiers in Energy Research (Frontières de la recherche énergétique)*, 8. Disponible à l'adresse : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2020.584440> (consulté : 8 décembre 2022).

IEA (2016) *France 2016 revue.*

Kerr, S. et al. (2014) 'Establishing an agenda for social studies research in marine renewable energy (Établir un programme de recherche en études sociales sur les énergies marines renouvelables), *Politique énergétique*, 67, pp. 694–702. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.063>.

Klain, S.C. et al. (2017) 'Will communities "open-up" to offshore wind? (Les collectivités vont-elles " s'ouvrir " à l'éolien offshore ?) Lessons learned from New England islands in the United States (Leçons tirées des îles de la Nouvelle-Angleterre aux États-Unis), *Energy Research & Social Science (Recherche énergétique et sciences sociales)*, 34, pp. 13–26. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.009>.

Lazard (2022) *Levelized Cost Of Energy, Levelized Cost Of Storage, and Levelized Cost Of Hydrogen (Coût nivelé de l'énergie, coût nivelé du stockage et coût nivelé de l'hydrogène.)*, Lazard.com. Disponible à l'adresse : <http://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-levelized-cost-of-storage-and-levelized-cost-of-hydrogen/> (consulté : 8 décembre 2022).

Lazerges, R., Gözl, J. and Sauzay, A. (2016) *French on-shore wind farm market in 2017: New tariffs structure and other important updates. (Le marché français des parcs éoliens onshore en 2017 : Nouvelle structure tarifaire et autres mises à jour importantes.*

Le Ministère de la Transition Énergétique (2019) 'La programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028'. Disponible à l'adresse : <https://www.ecologie.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe> (consulté : 7 décembre 2022).

Martor, B. et Harada, L.-N. (2017) *New environmental single permit will simplify economic activities in France (Le nouveau permis unique environnemental simplifiera les activités économiques en France). [en ligne]*. Disponible à l'adresse : <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=124e3f2e-4463-4d94-a694-6a3caa0ca5b3> (consulté : 7 décembre 2022).

Matthew, G. et al. (2018) *Méthodologie générale de l'ICE*. Projet ICE, p. 52.

Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer (2016) *Lauréats de l'appel d'offres «PV + stockage» dans les zones non-interconnectées*.

OEE (2017) « La France annonce des projets d'appels d'offres pour l'hydrolien. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.oceanenergy-europe.eu/oe-statement-france-announces-tidal-tender-plans-2/> (consulté : 17 octobre 2017).

Papazu, I. (2016) 'Management through hope: an ethnography of Denmark's Renewable Energy Island' (Gestion par l'espoir : une ethnographie de l'île des énergies renouvelables du Danemark), *Journal of Organizational Ethnography (journal d'ethnographie organisationnelle)*, 5(2), pp. 184–200. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1108/JOE-11-2015-0025>.

Reed, M.S. (2008) 'Stakeholder participation for environmental management : A literature review' (Participation des parties prenantes à la gestion de l'environnement : Une analyse documentaire, *Biological Conservation (Conservation Biologique)*, 141(10), pp. 2417–2431. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>.

Rudolph, D., Haggett, C. and Aitken, M. (2014) *Community Benefits from Offshore Renewables: Good Practice Review. (Les avantages communautaires des énergies renouvelables offshore: Revue des bonnes pratiques.)* Disponible à l'adresse : [www.climatechange.org.uk](http://www.climatechange.org.uk) (consulté : 7 décembre 2022).

Rudolph, D., Haggett, C. et Aitken, M. (2017) 'Community benefits from offshore renewables : The relationship between different understandings of impact, community, and benefit'(Les avantages communautaires des énergies renouvelables offshore : La relation entre les différentes compréhensions de l'impact, de la communauté et des avantages), *Environnement et planification C: Politics and Space (Politique et espace)*, 36(1), pp. 92–117. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1177/2399654417699206>.

Schwartz, P. (1997) *Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World (L'art de la vision à long terme : Planifier l'avenir dans un monde incertain)*. 1ère édition. J. Wiley and Sons. Disponible à l'adresse : <https://www.wiley.com/en-gb/Art+of+the+Long+View%3A+Planning+for+the+Future+in+an+Uncertain+World-p-9780471977858> (Consulté : 7 décembre 2022).

Sorensen, H.C. et al. (2002) 'Experience with and strategies for public involvement in offshore wind projects'(Expérience et stratégies de participation du public dans les projets d'éoliennes en mer), *International Journal of Environment and Sustainable Development (Journal international de l'environnement et du développement durable)*, 1(4), pp. 327–336. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1504/IJESD.2002.002353>.

Sperling, K. (2017) 'How does a pioneer community energy project succeed in practice? The case of the Samsø Renewable Energy Island' (Comment un projet énergétique communautaire pionnier réussit-il dans la pratique ? Le cas de l'île aux énergies renouvelables de Samsø), *Renewable and Sustainable Energy Reviews (Revue des énergies renouvelables et durables)*, 71, pp. 884–897. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.116>.



## 6 Annexe 1

### 6.1 Évaluation du flux d'énergie

Pour l'évaluation du flux de puissance, nous devons connaître la demande de puissance la plus élevée et nous n'avons pas cette donnée pour Chausey, bien que nous ayons la demande d'énergie annuelle. Nous nous sommes donc appuyés sur notre expérience des îles d'Ouessant et de Molène et avons formulé quelques hypothèses. Notre raisonnement était le suivant :

- Le profil de charge de Chausey est supposé être similaire à celui des îles françaises voisines d'Ouessant et de Molène.
- Sur Ouessant et Molène, le mois de consommation électrique le plus élevé est environ 1,6 fois la consommation moyenne de toute l'année et la puissance maximale pendant la journée est environ 1,3 fois la puissance quotidienne moyenne.
- Selon cette hypothèse, la demande de puissance maximale de Chausey peut être estimée comme dans (1).

*Puissance maximale appelée = 1,6 × 1,3 × production moyenne appelée*

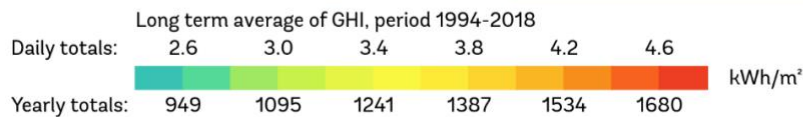
(1)

## 6.2 Évaluation de la ressource solaire

SOLAR RESOURCE MAP

### GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION

#### FRANCE



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.

Schéma 18 – Irradiance globale horizontale en France

Le tableau ci-dessous montre l'irradiation horizontale globale (GHI) et l'irradiation incidente globale à des valeurs de 30° et 38° pour Chausey.

Tableau 10 – Valeurs d'irradiance pour Chausey, générées à partir des données PVGIS. .

<b>Mois</b>	<b>GHI (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>G(38°) (kWh/m<sup>2</sup>)</b>
Janvier	29,9	51,1
Février	45,6	71,1
Mars	85,2	109,8
Avril	127,9	145,6
Mai	155,2	157,3
Juin	166,6	160,9
Juillet	163,3	162,9
Août	138,5	150,4
Septembre	100,8	122,9
Octobre	61,1	87,4
Novembre	32,9	52,9
Décembre	22,7	40,9
<i>Total</i>	<i>1 129.7</i>	<i>1 313.3</i>

### 6.3 Cartographie des capacités

Utiliser Kompass (fr.kompass.com)

Opportunités pour les fournisseurs	Exigences/Organisations	Opportunités pour l'île	Exemple d'entreprises (numéro)
Planification			
- Justification du projet	SDEM50, EDF-SEI, ENEDIS		
- Consultation publique	Résidents et parties prenantes	Cabinet-conseil	Granville : Manche : Basse-Normandie : l'Université de Caen Normandie : l'Uni du Havre Bretagne : l'Uni de Rennes 1
- Arpentage et consentement	Permis d'environnement au Département.	Experts en énergies renouvelables – "énergies renouvelables Services techniques pour l'environnement (autres) "Conseil en écologie et en environnement (autres)".	Granville : RE : 2 STE: 0 CEE: 3 Manche : RE : 38

			STE : 2 CEE : 99
Financement	EDF/SDEM50		
Conception et ingénierie des grilles	Mise à niveau des câbles, des connexions et du matériel.	(ENEDIS) Ingénieurs sous contrat  Ingénieurs électriciens  Ingénieurs civils : "Ingéniers civils"	Granville : EE : 0 CE : 3 Manche : EE : 10 CE : 22
Approvisionnement			« SOCIÉTÉ DE NÉGOCE DE NORMANDIE »
- Génération	Panneaux PV, onduleurs, connexions, montage	Fournisseurs de produits renouvelables –  Fournisseurs locaux de matériaux de construction  Matériel de production d'énergie solaire photovoltaïque, solaire thermique et héliothermique  Pièces et accessoires pour le matériel de production d'énergie solaire	Granville : MPESP : 0 PAMPES : 0  Manche : MPESP : 1 PAMPES : 4 (tous Engie)

- Stockage	Systèmes de batterie, boîtier, connexions, commandes.	Métiers du bâtiment et fournisseurs d'électricité locaux  « Accessoires pour câbles et fils de lignes électriques »  « Accumulateurs, batteries et piles électriques rechargeables »  « Fils électriques isolés »  « Commutateurs électriques »  « Câbles électriques isolés par usage »	Granville : ACFLE : 2 ABPER : 1 FEI : 1 CE : 2 CEIU : 1 Manche : ACFLE : 14 ABPER : 3 FEI : 11 CE : 11 CEIU : 11
- Interfaces et services	Équilibrage du réseau – capteurs et matériel ; logiciels.	Spécialisé S/O	Granville :  Manche :
- Gestion de la demande	Les ampoules.  Isolation, fenêtres, pompes à chaleur	Fournisseurs d'électricité  « Appareils électriques d'éclairage intérieur »	Granville :  AEEI : 1

		Fournisseurs de bâtiments « Travaux d'isolation et d'étanchéification des bâtiments »	TIEB : 0  Manche : AEEI : 7 TIEB : 61 TVB : 343
Installation			
- Génération	Solar PV – spécialistes Stockage à petite échelle – électricien générique	Installateurs de systèmes photovoltaïques « panneaux solaires » Conseil en énergie solaire  Métiers du bâtiment : Métiers du bâtiment « BTP »	Granville : PV : 1 CES : 0 BTs : 1 BTP : 4  Manche : PV : 10 CES : 1 BTs : 20 BTP : 61

- Civils	Système de montage – travailleurs au sol	Travailleurs au sol – ‘travaux publics’	Granville : TP : 0  Manche : TP : 12
- Électricité	Fils et connexions HT – spécialistes  Câbles et connexions BT – Électricien	Ingénieurs électriciens HT – "Installation de systèmes de distribution à haute tension".  Entrepreneurs/ingénieurs en électricité – "Travaux d'installation électrique".  Installation de systèmes basse tension  Installation de groupes électrogènes  "Installation de postes et sous- stations de transformation et de distribution"	Granville : ISDHT : 1  TIE : 5  ISBT : 0  IGE : 0  IPSTD :  Manche : ISDHT : 23  TIE : 396  ISBT : 15  IGE : 5  IPSTD :
- Gestion de la demande	Isolation et fenêtres  Pompes à chaleur	Les chauffeurs – « chauffage ».  Constructeurs,	Granville :  HE : 1



		<p>Poseurs de fenêtres « Travaux de vitrerie de bâtiment »</p> <p>Conseil en économie d'énergie</p> <p>Bardage : « Travaux de couverture, de toiture, de zinguerie et de bardage »</p> <p>« Entreprises de rénovation de bâtiment »</p>	<p>Chaleur, réfrigération, ventilation : 6</p> <p>TVB : 5</p> <p>CEE : 0</p> <p>TCTZB : 3</p> <p>ERB : 0</p> <p>Manche :</p> <p>HE : 18</p> <p>Chaleur, réfrigération, ventilation : 142</p> <p>TVB : 343</p> <p>CEE : 11</p> <p>TCTZB : 277</p> <p>ERB : 37</p>
Opération			
- Logistique	Pièces détachées et coordination – EDF/ENEDIS ou tiers	<p>Prestataires de services de stockage – « stockage ».</p> <p>Fournisseurs d'électricité</p>	<p>Granville :</p> <p>St : 0</p> <p>Manche :</p> <p>St : 1</p>

- Maintenance	Inspection et suivi	[VOIR CI-DESSUS] Solaire PV Électriciens Experts de la grille	Granville :  Manche :
- Facturation	EDF-SEI	S/O	
- Gestion :	EDF-SEI/ENEDIS	S/O	
Avantages pour l'utilisateur			

