



Interreg



France (Channel Manche) England

RAPPORT 2.1.2 ICE
MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE D'ICE
21/06/18

George Jr. Matthew, Oscar Fitch-Roy, Peter Connor, Bridget Woodman, Philipp Thies, Essam Hussain, Hisham Mahmood, Mohammad Abusara, Victor Kouloumpis, Xiaoyu Yan, Jon Hardwick, Helen C M Smith, Etienne Bailey, Patrick Devine-Wright, Phedeas Stephanides, Jérémie Bazin, Jonathan Williams, Konstantinos Chalvatzis



À propos d'ICE

Soutenu par Interreg VA France (Manche) Angleterre, le projet Énergie communautaire intelligente vise à concevoir et à introduire des solutions innovantes et intelligentes en matière d'énergie pour les territoires isolés des îles anglo-normandes. Les îles et les territoires isolés font face à un véritable défi en termes de politique énergétique. De nombreuses îles ne sont pas raccordées à des systèmes de distribution d'électricité plus larges, et sont dépendantes des ressources énergétiques importées, généralement à base de combustibles fossiles. Les systèmes énergétiques dont dépendent ces communautés isolées ont tendance à être moins fiables, plus coûteux, et à émettre davantage de gaz à effets de serre que les réseaux du continent. En réponse à ces problèmes, le projet ICE prend en considération l'intégralité du cycle énergétique, de la production à la consommation, et intègre des technologies nouvelles ou établies de manière à délivrer des solutions innovantes pour les systèmes énergétiques. Ces solutions seront mises en œuvre et testées sur nos sites de démonstration pilote (l'île d'Ouessant et le campus universitaire d'East Anglia), pour des études de faisabilité, et afin de développer un modèle général pour parvenir à un système énergétique intelligent dans les zones isolées. Le consortium ICE rassemble des chercheurs et des organismes de soutien aux entreprises de France et du Royaume-Uni, et l'engagement avec les PME portera les projets de déploiement et fera la promotion d'une coopération européenne.



Résumé

Ce document décrit une approche méthodologique proposée pour la conception et la mise en œuvre de systèmes énergétiques intelligents sur les territoires insulaires. Il s'appuie sur un examen préalable de la documentation disponible concernant l'énergie intelligente sur les îles (voir le rapport T2.1.1 produit par ICE), sur les réflexions actuelles à propos de la planification des réseaux électriques, et sur les défis bien précis auxquels doivent faire face les réseaux isolés (par exemple sur l'île d'Ouessant). L'approche consiste en une série d'étapes séquentielles et d'itérations entre étapes qui visent à guider les communautés à travers le processus de création d'un réseau énergétique intelligent. Le caractère unique de cette approche est l'accent mis sur l'implication des compétences, des entreprises, et de l'industrie locales dans la livraison du programme, avec l'objectif de conserver ces bénéfices à long-terme à l'intérieur de la communauté.

Le document met en avant les considérations spécifiques de la méthodologie générique proposée pour la transition énergétique intelligente des réseaux isolés. L'aperçu conceptuel de la méthodologie est présenté, et le raisonnement se trouvant derrière ce choix de cadre de travail est étayé. Le cadre de travail comprend un ensemble d'instructions générales basé sur la compréhension des bonnes pratiques concernant les projets de transition énergétique intelligente en cours et sur les approches de la planification des réseaux électriques. Dans le cadre de l'approche méthodologique d'ICE, le rôle des différents acteurs dans la mise en œuvre de la méthodologie et le raisonnement derrière les choix effectués concernant les technologies et les politiques, entre autres, sont détaillés. Ceux-ci comprennent l'engagement des parties prenantes, l'évaluation des perspectives d'offre et de demande énergétique, et les problèmes liés à l'équilibrage. Les options, la fiabilité du système, les différents scénarios et la mise en œuvre, le contrôle et la révision des divers aspects de la transition énergétique sont ensuite considérés.

L'objectif ultime de ce document est d'être un plan directeur pour les transitions énergétiques intelligentes sur les territoires périphériques et isolés, et de permettre la transférabilité de la méthodologie. Le résultat en présence est que les spécificités incluant les modèles économiques liés aux problèmes concernant les territoires isolés sont tous couverts par cette approche générique. A son tour, le document vise à donner aux dirigeants politiques et aux parties prenantes les perspectives, les preuves indirectes, et l'innovation pour développer des stratégies de transition énergétique intelligente pour les territoires périphériques et isolés.

Après une introduction sur les objectifs et le champ d'action de la méthodologie, et une vue d'ensemble schématique des éléments clé, sept processus clé sont décrits :

- La section 2 met l'accent sur l'importance de l'engagement des parties prenantes pour une mise en œuvre réussie et propose quelques conseils concernant l'implication de la communauté.
- La section 3 explore des considérations importantes dans l'évaluation des tendances actuelles de demande énergétique et leur évolution dans le temps.
- La section 4 présente des instructions générales concernant l'identification et l'évaluation des options disponibles en matière d'approvisionnement énergétique.
- La section 5 explore les questions et les approches pour la garantie d'un réseau électrique stable et fiable.



- La section 6 fournit des conseils aux communautés pour les aider à faire la synthèse des différentes sources d'informations reçues, afin de créer un éventail de scénarios futurs crédibles et d'identifier le plan le plus adapté.
- La section 7 aborde la mise en œuvre, en attirant principalement l'attention sur l'importance cruciale de la surveillance et de la révision en cours.
- La section 8 met en avant les niches de croissance à prendre en considération afin de garantir un engagement de la part des entreprises locales dans la transition énergétique intelligente des territoires insulaires.



Table des matières

Résumé	iii
1. Introduction à la méthodologie d'ICE : objectifs et approche.....	1
2. L'engagement des parties prenantes.....	4
2.1 Le rôle de l'engagement des parties prenantes dans la méthodologie de l'ICE.....	4
2.2 Engagement des parties prenantes et changement de système énergétique : convaincre les communautés locales	7
3. Évaluation des perspectives de demande énergétique et identification des options.....	9
3.1 Tendances de consommation énergétiques actuelles.....	9
3.1.1 Données sur la demande globale.....	9
3.1.2 Demande historique par secteur et région.....	9
3.1.3 Tendances de consommation de l'énergie	10
3.1.4 Moteurs économiques et démographiques de la demande énergétique.....	10
3.1.5 Approches analytiques à prendre en considération	10
3.1.6 Application de l'analyse	11
3.2 Les moteurs et les impacts du changement de comportement.....	11
4. Évaluer les perspectives et les options d'approvisionnement en énergie.....	14
4.1 Évaluation de l'approvisionnement énergétique actuel.....	14
4.2 Évaluation du potentiel de l'énergie renouvelable.....	15
5. Évaluation du système et de la fiabilité	16
5.1 Examen de l'infrastructure du système actuel	16
5.2 Options pour un fonctionnement intelligent du système et des technologies innovantes .	18
6. Identification de scénarios crédibles et sélection de plans préférés.....	20
6.1 Les scénarios comme outil d'analyse	20
6.2 Création de scénarios plausibles.....	21
6.3 Évaluation des scénarios.....	22
6.3.1 Planification du scénario et plan préféré.....	22
6.3.2 Évaluation du cycle de vie.....	25
7. Mise en œuvre, suivi et révision	28
8. Favoriser les entreprises locales - Manuel du modèle économique	30
8.1 Quelles entreprises sont nécessaires et comment les trouver.....	30
8.2 Accès au capital.....	31



8.2.1	Financement par des subventions	32
8.2.2	Financement par emprunt	33
8.2.3	Financement par fonds propres	34
8.3	Renforcement des capacités dans les entreprises locales	36
8.3.1	Soutien à l'innovation	36
8.3.2	Offre ICE aux entreprises	37
8.4	Le manuel	38
9.	Récapitulatif	39
	Remerciements	40
	Références	41



Liste des figures

Figure 1.1 Vue schématique de l'approche méthodologique d'ICE	3
Figure 3.1 <i>Exemple de la production/consommation totale d'électricité sur l'île d'Ouessant</i>	9
Figure 6.1 Processus de développement de scénarios.....	21
Figure 6.2 Scénarios énergétiques futurs de National Grid (National Grid, 2017).....	22
Figure 6.3 Scénarios de deux degrés et de progression lente de National Grid.....	23
Figure 6.4 Outil suggéré pour l'évaluation des scénarios au sein de l'ACV	25
Figure 6.5 Schéma du cycle de vie général d'une éolienne. (www.vestas.com 2009).....	26
Figure 6.6 Cadre d'évaluation du cycle de vie - Les quatre phases d'une ACV. (ISO 14040, 2016).....	27
Figure 8.1 Domaines d'opportunité et types de produits et services probables pour la transition.....	31



Liste des tableaux

Tableau 2.1 Objectifs possibles pour la Planification Intégrée des Ressource, tels qu'indiqués par Tellus (1999), utiles pour définir la vision de transition énergétique intelligente	6
Tableau 4.1 Attributs possibles pour l'évaluation des options d'approvisionnement énergétique, tels que définis par Tellus (1999), utiles pour les transitions énergétiques intelligentes	14
Tableau 6.1 Attributs possibles d'évaluation des options d'offre d'énergie tels qu'identifiés par Tellus, (1999) utiles pour les transitions énergétiques intelligentes	24



1. Introduction à la méthodologie d'ICE : objectifs et approche

La méthodologie d'ICE ici présentée informe et vient appuyer la conception du modèle économique d'ICE pour la transition énergétique des territoires isolés, développée dans les tâches T2.2 et T2.3 du projet ICE. Le modèle économique fera la promotion de l'emploi, soutiendra la mobilité de la main d'œuvre, et mettra en valeur la compétitivité des PME sur toute la zone canal, ainsi que sur les autres îles et communautés périphériques. L'approche méthodologique proposée ici correspond à un ensemble de règles génériques transmissibles, conçues en vue d'être appliquées sur les territoires insulaires et isolés, dans un large éventail de situations.

L'approche s'appuie sur et accompagne l'étude de la littérature et des approches connues de la planification des réseaux électriques en général, et des îles qui se servent de l'énergie intelligente en particulier, rapportées dans le document ICE T2.1.1. Elle couvre les questions comme la demande électrique générale, les capacités et l'approvisionnement énergétique, le potentiel d'efficacité énergétique, les ressources énergétiques indigènes exploitables, les contraintes légales, environnementales et sociales, ainsi que le potentiel des technologies et pratiques intelligentes.

La méthodologie ICE s'appuie sur les expériences et l'utilisation de méthodes telles que la Planification Intégrée des Ressources (PIR). La PIR est une méthode établie et bien connue de planification de systèmes électriques qui a été utilisée par les compagnies d'électricité partout dans le monde depuis les années 1980 en tant que processus de planification transparent et participatif pour leurs réseaux électriques (Tellus Institute, 1999). La PIR peut rendre la planification plus ouverte et aider à identifier les voies par lesquelles un réseau électrique peut atteindre ses objectifs à long terme. La PIR s'est révélée applicable dans le cas de la transition énergétique intelligente des territoires insulaires, où une approche du système dans son ensemble est particulièrement précieuse (Campbell et Bunker, 2017).

Le cœur du processus de PIR se définit par les étapes suivantes :

- (i) Etablir des objectifs ;
- (ii) Enquêter sur les tendances de consommation énergétique, et développer des prévisions de la demande ;
- (iii) Examiner les options d'approvisionnement en électricité ;
- (iv) Examiner la gestion de la demande et les mesures d'efficacité énergétique ;
- (v) Préparer et évaluer les plans d'approvisionnement et les plans de gestion de la demande ;
- (vi) Intégrer les plans d'approvisionnement et de gestion de la demande aux plans de ressources intégrées encore à l'essai ;
- (vii) Sélectionner le plan préféré ;
- (viii) Mettre en œuvre le plan, le contrôler, l'évaluer, et le réitérer (révision et modification du plan).

Il existe une approche similaire au processus de PIR, basée sur un cadre de travail directement utilisable dans lequel les communautés peuvent organiser leurs transitions énergétiques. Cette approche s'appuie sur un document d'orientation générale (DOG) qui sert de guide en vue du lancement, de la planification et de l'achèvement réussis d'une transition vers un réseau énergétique reposant principalement sur les ressources locales (ETI, 2017). L'approche DOG est orientée projet et inclut un dialogue constructif reposant sur les ressources et les leçons tirées des efforts entrepris par d'autres communautés dans le cadre de la transition énergétique intelligente. Le DOG se compose de sept phases :

- (i) Engagement dans la transition énergétique ;



- (ii) Détermination de la vision ;
- (iii) Évaluation des opportunités ;
- (iv) Préparation du projet ;
- (v) Exécution du projet et contrôle qualité ;
- (vi) Exploitation et maintenance ;
- (vii) Amélioration du processus.

Les phases du DOG représentent des étapes pratiques vers les objectifs de la communauté. Les actions reposent sur des observations empiriques de la part d'un large nombre de communautés issues de territoires insulaires à la recherche d'un système énergétique intelligent.

La PIR et le DOG se ressemblent sur certains points, mais divergent sur d'autres. Les deux sont orientés vers l'action, les organismes locaux et habitants des territoires concernés étant les premiers acteurs du changement, contrairement au concept des feuilles de routes nationales en matière de transition énergétique sur les îles, qui a tendance à se concentrer sur l'acquisition et l'analyse de données (IRENA, 2017). Cependant, la PIR est en grande partie une entreprise technocratique du sommet vers la base pour laquelle il est attendu que le changement soit amorcé et exécuté par un fournisseur d'énergie (habituellement une compagnie) selon son interprétation des besoins des usagers, en dépit de la contribution substantielle des parties prenantes. Le DOG, pour sa part, représente une approche de la base vers le sommet, partant du principe que les communautés et leurs représentants puissent travailler de concert avec les responsables de services publics pour apporter le changement. La rigueur technique de la PIR et la qualité consensuelle du DOG initié par la collectivité, au lieu de se contredire, présentent des leçons complémentaires sur la création et l'orientation des changements de système. L'approche méthodologique d'ICE, présentée ci-dessous, combine les aspects de planification du PIR et la priorité projet du DOG. Elle élargit également la portée de chacun d'entre eux pour incorporer la promotion des entreprises locales en mesure de fournir des services en soutien à la transition, comme illustré ci-dessous sur la Figure 1.



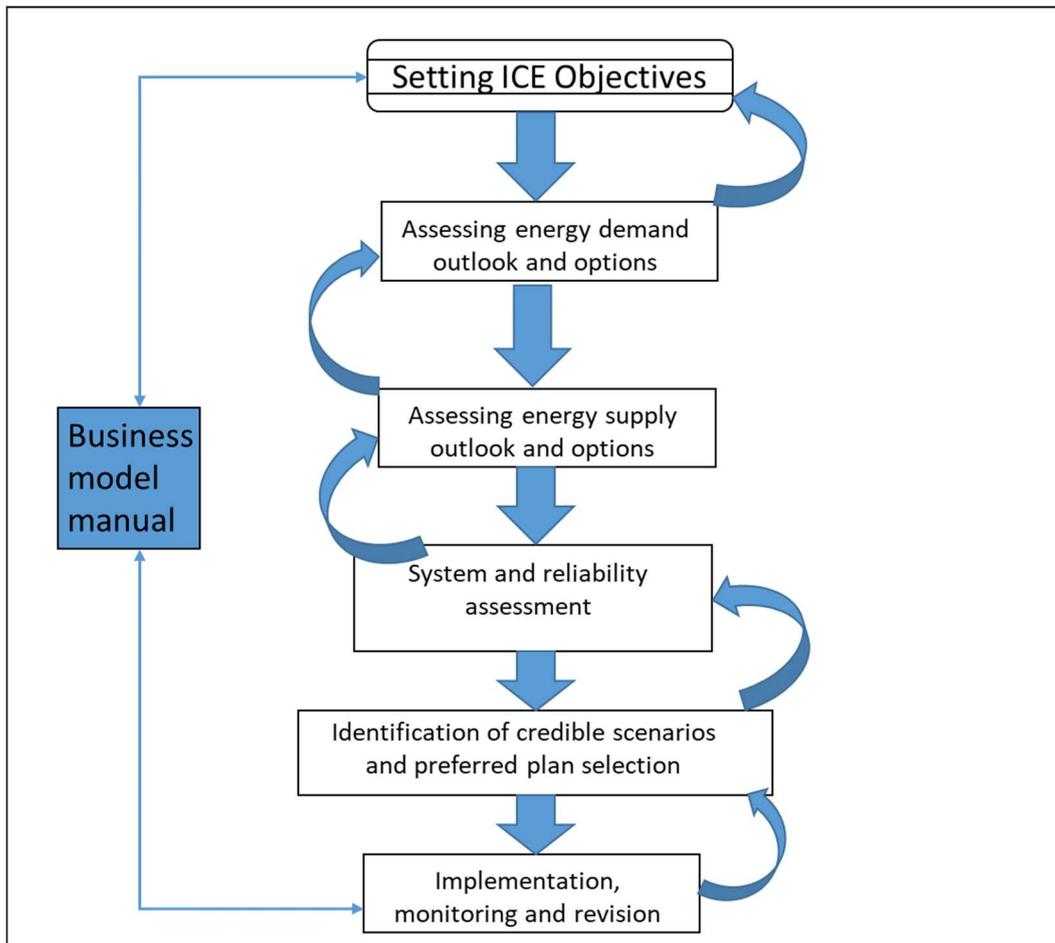


Figure 1.1 Vue schématique de l’approche méthodologique d’ICE

L’approche méthodologique qu’ICE propose comprend sept étapes étroitement liées. Six d’entre elles représentent un hybride, basé sur les éléments les plus adéquats des approches de la PIR et du DOG. Le septième élément est un composant du manuel de modèle économique, qui sera adapté aux spécificités des territoires isolés. La transférabilité et la robustesse de la méthodologie d’ICE pour la transition énergétique intelligente sur les territoires isolés seront délimitées dans le cadre de l’ensemble des lignes directrices pour la transition intelligente et le manuel de modèle économique. Cela sera la garantie que la sécurité énergétique sera prise en considération, tout comme les fiabilités cibles, les choix politiques et technologiques, et les options pour les impacts environnementaux relatifs.

Les sections suivantes détaillent les sept éléments de l’approche méthodologique d’ICE proposée.

2. L'engagement des parties prenantes

Cette section fournit une vue d'ensemble du processus d'engagement des parties prenantes et indique comment il est possible d'obtenir celui-ci dans un contexte aussi particulier que celui des systèmes périphériques ou isolés. La sous-section 2.1 souligne le rôle de l'engagement des parties prenantes dans la méthodologie d'ICE et la sous-section 2.2 passe en revue l'état de l'art actuel dans la littérature des sciences sociales et présente quelques bonnes pratiques pour convaincre les collectivités.

2.1 Le rôle de l'engagement des parties prenantes dans la méthodologie de l'ICE

La transition énergétique intelligente est un changement de paradigme d'un état à un autre, guidé par les rôles des protagonistes au sein du système. La littérature suggère que les consommateurs et parties prenantes des petites îles et communautés périphériques n'ont aucun pouvoir d'influence sur le prix du combustible, étant donné qu'ils sont exogènes au système (Eurelectric, 2012; Matthew, 2017). Cela est vrai même lorsque le système est lié politiquement à un plus grand pays développé (IEA, 2012; Vallé, 2013; ERSE, 2014). L'impulsion d'objectifs de faibles émissions de carbone et d'énergie intelligente, tout en restant flexible et en réduisant la dépendance aux importations très coûteuses de pétrole, a créé une forte incitation économique pour changer le, statu quo du système existant. (Eurelectric, 2012).

L'émergence de divers nouveaux types de politique publique peut être considérée comme un guide visant à atteindre le système recherché. D'après Chappin (2017), la politique en matière d'électricité peut influencer les défis et les comportements émergents dans ces systèmes étant donné qu'elle oblige à un changement des composantes techniques du système. Ces changements peuvent ensuite influencer les perceptions et les préférences des autres acteurs économiques et sociaux à l'intérieur du système. Les politiques électriques comportent des difficultés inhérentes qui apparaîtront pendant la transition du système. Ces problématiques sont aggravées par le désir des parties prenantes d'accomplir les changements attendus sans que les coûts économiques augmentent de façon trop importante, ce qui, le cas échéant, ferait risquer une érosion de la durabilité et/ou de la sécurité énergétique des futurs systèmes énergétiques intelligents. D'où la nécessité d'obtenir le soutien des parties prenantes.

Le but de l'engagement nécessaire des parties prenantes pour la transition énergétique intelligente est d'identifier les principales caractéristiques du système énergétique vers lequel la communauté va effectuer sa transition. Le point focal de tout cela sera d'établir les principes et les visions partagées tels que la diversification des combustibles et la stabilité du prix, indispensables pour motiver les parties prenantes et préparer le terrain pour les analyses et le déploiement de la transition énergétique intelligente (ETI, 2017). De façon à établir ces objectifs de la transition énergétique intelligente, les apports des parties prenantes identifiées donneront naissance à une compréhension commune en mesure de satisfaire les multiples objectifs, identifiables et spécifiques, des communautés, en particulier pour l'usage des ressources locales.

Par nature, et de par la réputation des parties prenantes clés, les objectifs ont tendance à entrer en conflit les uns avec les autres à des degrés variables. Par exemple :

- Se conformer aux objectifs de développement local, régional, et national.
- Maintenir la fiabilité de l'approvisionnement en électricité.



- Minimiser le coût économique à court terme ou à long terme de la distribution des services d'énergie intelligente.
- Minimiser les impacts environnementaux de l'approvisionnement en électricité et de son usage.
- Engendrer des bénéfices pour l'économie locale.

Cela conduit à une nécessité d'analyser les objectifs et d'examiner les valeurs clé et les jugements des parties prenantes concernées. Accepter ce processus en tant que première étape est primordial pour pouvoir mettre en place les objectifs et les perspectives à long terme de la transition énergétique intelligente. Cela implique un large éventail de parties prenantes publiques et privées, parmi lesquelles se trouvent de potentiels opposants dans la manière de considérer la transition. De plus, ceci créerait une opportunité de parvenir à un discours civilisé, nécessaire et déterminant pour le succès à long terme de la transition énergétique (ETI, 2017). Par ailleurs, le renforcement des capacités humaines et la formation des résidents locaux sont également essentiels pour mener à bien une stratégie de durabilité sur le long terme. Ce point doit être intégré aux projets sélectionnés pour la transition énergétique (Hirsch *et al.*, 2015).

La politique et la planification nationales existantes influencent le niveau des changements nécessaires pour la vision de transition énergétique des parties prenantes. Les apports plus larges des parties prenantes sont cruciaux pour la fixation d'objectifs dans cette transition, et peuvent être sujet à des modifications tandis que des évaluations initiales de ces objectifs sont effectuées. Les objectifs explicites des parties prenantes devront être formulés en termes qualitatifs et tendront à donner des critères par lesquels l'accomplissement de l'objectif donné pourra être mesuré (Institut Tellus, 1999). En outre, il est conseillé de disposer de mesures qualitatives et/ou quantitatives pour les différents objectifs de planification de la vision. Par exemple, pour l'objectif de minimiser les impacts environnementaux, la mesure des impacts environnementaux peut comporter un mélange de mesures quantitatives, comme les estimations d'émissions polluantes dans l'air, et de mesures qualitatives, comme les impacts esthétiques (Institut Tellus, 1999). Le tableau suivant (2.1) donne une vue d'ensemble des objectifs possibles de la transition énergétique intelligente.



Objective	Nature of the Objective
Reliable electric service	Serving consumers with minimal disruptions in electric service
Electrification	Providing electric service to those without convenient access to electricity is a common objective in developing countries
Minimize environmental impacts	Reducing the impacts of electricity generation (and energy use in general) is a goal that has received increasing attention in recent years. Environmental impacts on the global, regional, and local scales can be considered
Energy security	Reducing the vulnerability of electricity generation (and the energy sector in general) to disruptions in supply caused by events outside the country
Use of local resources	Using more local resources to provide electricity services — including both domestic fuels and domestically manufactured technologies — is of interest in many countries. This objective may overlap with energy security objectives
Diversify supply	Diversification may entail using several types of generation facilities, different types of fuels and resources, or using fuels from different suppliers
Increase efficiency	Increasing the efficiency of electricity generation, transmission, distribution and use may be an objective in and of itself
Minimize costs	Cost minimization is key impetus for pursuing IRP, and a key objective in planning. The costs to be minimized can be costs to the utility, costs to society as a whole (which may include environmental costs), costs to customers, capital costs, foreign exchange costs, or other costs
Provide social benefits	Providing the social benefits of electrification to more people (for example, refrigeration and light for rural health clinics and schools, or light, radio, and television for domestic use). Conversely, social harms, as from relocation of households impacted by power project development, are to be prevented or minimized
Provide local employment	Resource choices have different effects upon local employment. IRP objectives can include increasing local employment related to the electricity sector, and increasing employment in the economy at large
Acquire technology and expertise	A utility (or country) may wish to use certain types of supply project development in order to acquire expertise in building and using the technologies involved
Retain flexibility	Developing plans that are flexible enough to be modified when costs, political situations, economic outlook, or other conditions change

Tableau 2.1 Objectifs possibles pour la Planification Intégrée des Ressources, tels qu'indiqués par Tellus (1999), utiles pour définir la vision de transition énergétique intelligente

Avec une liste des objectifs en matière de transition énergétique intelligente, comme présentée dans le tableau 2.1, le but principal de l'engagement des parties prenantes peut être satisfait. Ces aspirations de la communauté locale peuvent être recueillies tandis que les parties prenantes identifient les secteurs clés de l'économie énergétique intelligente, fixent des objectifs précis d'énergie propre pour chaque secteur, et créent des stratégies cruciales aux multiples facettes afin d'atteindre les objectifs de chaque secteur (ETI, 2017). De plus, elles s'efforceraient d'établir un degré de formalité clair à ce processus. En substance, avec la possibilité d'une équipe dirigeante, d'une sorte de comité de pilotage et de groupes de travail, la tâche d'engagement des parties prenantes peut être facilitée.

Les objectifs principaux de l'engagement des parties prenantes incluront normalement le concept d'obtention d'un certain niveau de parrainage de la vision de la part des dirigeants publics et privés. Utiliser ce partenariat public et privé pour atteindre les objectifs et veiller à ce qu'il mobilise un large éventail de parties prenantes locales – même les opposants – pour arriver à un consensus et obtenir le soutien de la communauté (ETI, 2017). En plus de cela, l'engagement devrait comprendre l'identification et l'implication des plus grands spécialistes en énergie intelligente au niveau local. Ces défenseurs mettront en avant les principales difficultés et réussites du processus de transition



énergétique intelligente. Cependant, les objectifs de planification de ces leaders/parties prenantes clés doivent être considérés comme préliminaires et ménager une place pour des modifications futures à mesure que les activités initiales fournissent une vue d'ensemble plus claire des objectifs, des buts à atteindre, et des politiques à mener. De plus, le processus d'engagement des parties prenantes peut demander que des groupes de travail identifient et mettent en œuvre des aspects spécifiques des objectifs de transition énergétique intelligente.

2.2 Engagement des parties prenantes et changement de système énergétique : convaincre les communautés locales

Dans la littérature scientifique et sociale, un certain nombre de recommandations ont émergé à propos d'un engagement public efficace dans le contexte du déploiement de solutions énergétiques à faibles émissions de carbone. Celles-ci sont généralement orientées autour de raisonnements particuliers d'engagement, de types divers d'engagement, et du timing spécifique des activités d'engagement public réalisées par les acteurs techniques du secteur des énergies à faibles émissions de carbone.

Au moins trois raisonnements clés ont été identifiés pour procéder à l'engagement public. D'abord, une logique *instrumentale*, où l'activité d'engagement est conduite afin d'accroître la probabilité d'atteindre un objectif prédéterminé, comme par exemple la promotion d'une meilleure acceptation sociale. Deuxièmement, une logique *normative*, où l'engagement public a lieu parce qu'on a jugé que le point de vue des citoyens devrait être pris en considération avant de prendre des décisions les concernant. Troisièmement, une logique *substantielle*, où les valeurs d'engagement exposent des connaissances et cherchent à améliorer la qualité des politiques et des processus décisionnels (Stirling, 2005; Wesselink *et al.*, 2011). L'adoption de la logique instrumentale est facilement associée avec des hypothèses du type « pas de ça chez moi », qui supposent que le public est ignorant et en manque d'informations, avec le résultat que les connaissances de base sont habituellement sous-estimées. La logique substantielle, par contraste, accorde de la valeur aux connaissances de base, et pense qu'elle a beaucoup plus à offrir au moment de prendre des décisions concernant les projets autour des faibles émissions de carbone. La littérature souligne l'intérêt de dépasser les représentations du public de type « pas de ça chez moi » – et les logiques instrumentales d'engagement qui peuvent en découler – pour aller vers un engagement qui fait la promotion des approches délibératives qui promeuvent l'inclusion des connaissances de base (Devine-Wright, 2017).

L'engagement public peut comprendre au moins trois différents types d'activités, de la moins optimale à la plus optimale : (1) Communication – un flux d'informations à sens unique du « promoteur » (développeurs d'énergie/organisation gouvernementale) jusqu'au public, et qui inclut prospectus, affiches, publicités dans les journaux, et contenus Web. (2) Consultation – Un flux d'informations à deux sens entre le promoteur et le public, sans dialogue (ex : expositions publiques où le public peut s'informer sur les propositions faites, lignes téléphoniques, questionnaires). (3) Participation – Un échange d'informations à deux sens entre le promoteur et le public avec la possibilité de faire évoluer des deux côtés les opinions au cours des échanges. Cela peut signifier la mise en place d'ateliers délibératifs ou de comités citoyens. La participation offrant à la fois aux participants aux participants de la collectivité un plus grand degré d'influence et de contrôle sur le processus de développement énergétique, et des améliorations dans la qualité des politiques et des prises de décisions, elle est souvent considérée comme la forme la plus optimale d'engagement du public en comparaison avec la communication et la consultation, qui peuvent être vues comme purement symboliques (Rowe and Frewer, 2000; Devine-Wright, 2017).

Les recherches suggèrent que les activités d'engagement qui ont lieu plus en amont dans le processus de développement peuvent offrir aux communautés concernées une meilleure opportunité d'influencer la prise de décision concernant les solutions énergétiques à faibles émissions de carbone.



Il a été suggéré, et déjà défendu dans la méthodologie d'ICE, qu'un engagement du public intervenant plus tôt dans le processus de développement a plus de chances d'engendrer des perceptions de justice procédurale, une confiance accrue entre les acteurs, et une meilleure acceptation du projet (Cotton et Devine-Wright, 2012; Devine-Wright, 2013; Bailey, Devine-Wright et Batel, 2016).

Les recommandations clés au sein de la méthodologie d'ICE sont :

- La valeur d'une approche délibérative en amont de l'engagement du public (en tant, à la fois, qu'approche de recherche et procédure de prise de décisions politiques) pour : (i) souligner la diversité des raisonnements, aussi bien pour la défense que pour l'opposition à une variété d'options en matière de technologies d'énergies renouvelables ; (ii) accorder aux communautés une plus grande liberté dans la définition du défi de durabilité en présence, et dans l'identification des mesures nécessaires au niveau local ; (iii) adopter des approches basées sur la coopération, où les experts (locaux) (comme les responsables politiques, les développeurs de technologie et de projets) et les publics sont rassemblés pour définir ensemble les problèmes et les solutions potentielles en présence (Jasanoff, 2006; Whatmore et Landström, 2011; Burgess, 2014).
- La valeur de la reconceptualisation des communautés locales, non comme étant réactives ou d'une hostilité latente (Knapp et Ladenburg, 2015), mais plutôt comme une source de connaissances locales (Jasanoff, 2006; Wiersma, 2016), et un public constructif et utile pour le développement énergétique local pouvant apporter sa contribution dans la compréhension de la négociation autour de l'acceptation des solutions en matière d'énergie intelligente locale. Facilitation de la communication des visions de transition énergétique intelligente au public en général pour générer un soutien populaire (ETI, 2017).
- Prise de conscience que l'entreprise efficace d'engagement du public sur les îles et sur les territoires isolés est un vrai défi de par la diversité des populations dans ces contextes : résidents permanents, propriétaires de résidences secondaires, et touristes saisonniers. Les stratégies et les activités d'engagement devraient prendre en considération les meilleures façons de servir chacun de ces types de population, avec l'objectif de parvenir à un engagement public global et holistique sur toute la durée de l'installation des infrastructures énergétiques.
- S'orienter vers davantage d'engagements publics plus tard dans le processus décisionnel et aller au-delà des activités de communication/consultation pour se diriger vers des formes plus participatives, délibératives et inclusives d'engagement (Rowe et Frewer, 2000; Bailey, Devine-Wright et Batel, 2016; Wiersma, 2016; Devine-Wright, 2017).

L'engagement des parties prenantes lui-même devrait permettre une compréhension des informations techniques sur les profils énergétiques des communautés périphériques locales, les technologies à faibles émissions de carbone, politiques, obstacles et les opportunités basées sur les évaluations initiales. Cela doit permettre d'engager un dialogue (comme mis en avant ci-dessus) qui puisse aider les parties prenantes de la communauté à comprendre les obstacles et les opportunités de la transition énergétique intelligente d'un point de vue d'une équipe directrice nommée. Une fois ces interactions initiales en place, les parties prenantes peuvent se mettre d'accord sur une compréhension partagée d'une vision et établir des objectifs larges pour la transition énergétique intelligente.



3. Évaluation des perspectives de demande énergétique et identification des options

Cette section fournit une vue d'ensemble de l'évaluation de la consommation énergétique actuelle au sein d'un contexte de systèmes isolés ou périphériques de la méthodologie d'ICE. La sous-section 3.3.1 met en avant les données nécessaires pour établir une évaluation appropriée ainsi que des techniques analytiques courantes. Reconnaisant que les comportements en matière d'énergie peuvent changer au cours du temps, particulièrement à l'heure où les individus s'investissent davantage dans le système énergétique, la sous-section 3.3.2 amène à discuter des implications du passage de la position de *consommateur* à celui de *prosommateur*.

3.1 Tendances de consommation énergétiques actuelles

Un facteur clé des décisions sur l'avenir d'un réseau électrique isolé ou périphérique est une vue éclairée de la demande en électricité, des facteurs qui conduisent à une mutation de la demande, et de la façon dont ces derniers peuvent évoluer au fil du temps. La première étape de l'évaluation de la demande est la collecte d'informations pertinentes. Les données sont réparties en larges catégories représentées ci-dessous. Nous introduisons également quelques-unes des considérations qui doivent être prises en compte lors de l'analyse de telles données.

3.1.1 Données sur la demande globale

Les exigences les plus basiques de l'évaluation sont des données qui représentent le volume de l'énergie électrique délivrée aux consommateurs. L'information est souvent enregistrée par les opérateurs électriques, dans certains cas dans une base libre d'accès. Par exemple, l'information sur la production électrique heure par heure depuis 2011 sur l'île d'Ouessant et sur les îles alentour est préparée et publiée par EDF¹. Ces données peuvent être utilisées pour établir des tendances de variation journalières, hebdomadaires et saisonnières. Elles peuvent également donner une indication sur les tendances de la demande dans le temps : la demande augmente-t-elle ? Chute-t-elle ? Et à quelle vitesse ? Plus la résolution est bonne et les séries chronologiques longues, plus les groupes de données sont utiles. Les caractéristiques importantes pouvant être prévues sont la demande annuelle, la demande moyenne, et les pics de demande.

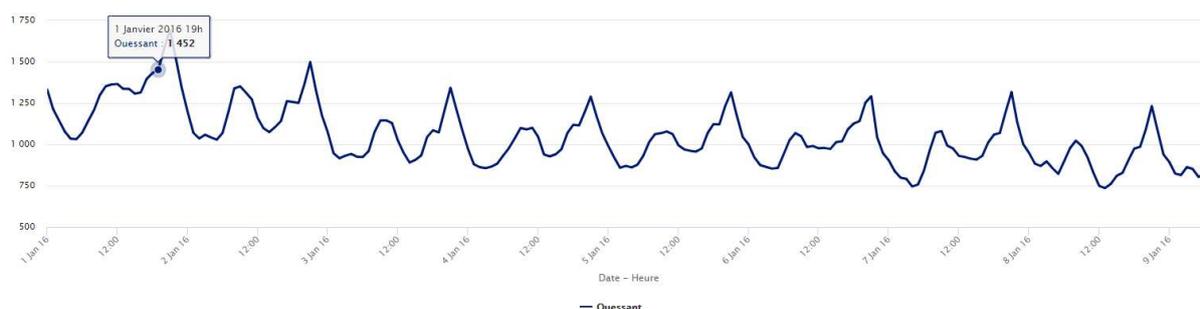


Figure 3.1 Exemple de la production/consommation totale d'électricité sur l'île d'Ouessant

3.1.2 Demande historique par secteur et région

La répartition détaillée de la demande historique au sein des catégories pertinentes de consommateurs est souvent indisponible. Cependant, l'extrapolation des analyses des tendances de demande des

¹ <https://opendata-iles-ponant.edf.fr>



ménages, les données émanant des différents types de compteurs et d'autres sources peuvent informer une opinion sur la façon dont la demande, au sein des catégories de consommateurs, peut évoluer. La catégorisation des consommateurs dépend dans une certaine mesure des facteurs locaux (comme le nombre d'industries clés, la disponibilité des données...), mais en général, les types de consommateurs pertinents comprennent les ménages, l'industrie, le commerce et l'agriculture.

3.1.3 Tendances de consommation de l'énergie

Une image détaillée de la façon dont l'énergie est consommée dans des contextes spécifiques, comme au sein des foyers par exemple, est précieuse car elle donne une idée précise des tendances et aide à identifier l'envergure des changements dans ces tendances. Cette information granulaire et hautement spécifique au contexte peut informer des interventions qui visent à réduire la consommation d'énergie (en encourageant des appareils basse consommation, par exemple), changer les habitudes de consommation, ou faire la promotion d'une consommation plus flexible et plus intelligente. Cependant, de telles informations sont rarement disponibles facilement. Les campagnes de contrôle de l'énergie, l'utilisation de compteurs intelligents, les enquêtes consommateurs, et l'engagement des parties prenantes (voir section 2), constituent tous des approches valides pour l'obtention d'informations utiles et pertinentes. Cependant, le niveau de détail approprié, les techniques de collecte de données et la place des études dépendent de facteurs incluant les objectifs de la transition énergétique, le niveau de développement économique, le taux d'électrification et de saturation des appareils, les tendances d'adoption des technologies de consommation et de réduction de la consommation énergétique.

3.1.4 Moteurs économiques et démographiques de la demande énergétique

Un large éventail de facteurs sociaux influence la demande en électricité. Les facteurs culturels et comportementaux sont évoqués dans la prochaine section, mais les changements démographiques et économiques peuvent ensemble entraîner des changements de la demande globale et des profils de demande saisonnière ou diurne. Les populations insulaires peuvent fluctuer au gré des saisons et les petites îles peuvent observer des changements démographiques brusques.

Le recueil et l'interprétation de ces données peuvent mobiliser des ressources importantes mais sont souvent gérés par des agences gouvernementales nationales, régionales, ou locales. Par exemple, sur l'île d'Ouessant, l'Association des îles du Ponant (AIP), une association à but non lucratif de responsables élus et de dirigeants locaux dans les îles peuplées de l'ouest de la France, se concentre sur le développement des communautés insulaires et effectue des enquêtes régulières et d'autres études sur la démographie insulaire.

3.1.5 Approches analytiques à prendre en considération

Il existe plusieurs larges catégories d'approches qui peuvent être utilisées pour analyser les données sur la demande en électricité. Les techniques les plus appropriées dépendent de la capacité technique des analystes, de la disponibilité des données, et des objectifs globaux de la transition énergétique.

La prudence devrait être de mise lors de la réalisation de projections (prédiction des tendances) de la consommation énergétique future, et il faudrait toujours partir du principe qu'il est impossible de prédire l'avenir, en particulier du fait que des changements soudains et imprévisibles en matière d'économie, de technologie et de démographie peuvent avoir des impacts très importants, surtout sur les réseaux de taille modeste et isolés. Cependant, des tendances historiques telles que la croissance ou la réduction de la consommation énergétique (moyenne ou pic) peuvent être extrapolées afin de fournir des indications utiles sur ce qui pourrait se produire si ces tendances se confirmaient, du moins à court-terme.

Dans certaines situations, il peut être pertinent de construire des modèles économétriques de consommation énergétique. De telles prévisions demandent des techniques statistiques afin d'établir des relations mathématiques fermes entre les variables (comme la productivité économique, l'inflation, le revenu



des ménages, ou les coûts énergétiques) et la consommation énergétique. Le type et le spectre des données nécessaires pour développer des modèles économétriques utiles ainsi que le haut niveau d'abstraction requis signifient que ce type d'analyse peut être plus approprié dans des situations où une large population et une plus grande diversité économique améliorent la validité statistique des relations observées. De plus, de tels modèles sont basés sur l'hypothèse que les relations entre les variables dépendantes et indépendantes observées par le passé sont aussi valables pour l'avenir, une hypothèse qui pourrait être mise à mal par la nature dynamique des communautés insulaires et isolées, particulièrement à un moment où la transition énergétique rapide est demandée et mise en place à travers de multiples interventions.

Enfin, il peut être judicieux de construire un modèle ascendant de consommation énergétique à partir des estimations de l'utilisation de l'énergie par le consommateur (une compréhension contextuelle de l'utilisation pour l'éclairage, l'air conditionné...). Les observations des comportements en matière d'utilisation de l'énergie pourraient permettre la construction d'une image détaillée de la façon dont les décisions concernant l'énergie sont prises par, par exemple, les ménages. A titre d'exemple, le nombre et le type d'appareils de chauffage dans une communauté, une observation du modèle d'usage habituel par les membres de la communauté, et les exigences énergétiques des appareils de chauffage sont des paramètres qui peuvent être utilisés pour estimer la moyenne journalière ou saisonnière, ou le pic de demande en électricité en ce qui concerne le chauffage. Cette approche exige des données de consommation énergétique très détaillées, ainsi qu'une vision claire des types et du nombre de consommateurs d'énergie, ce qui pourrait être plus adapté aux petites structures insulaires.

3.1.6 Application de l'analyse

Étant donné que nous ne pouvons pas prédire l'avenir, et que les données ne seront jamais d'une exactitude absolue, donner du sens à la demande énergétique de façon à permettre aux décisions d'être prises demande une approche pragmatique et orientée sur le problème, et qui exploitera, si possible, plus d'une des techniques détaillées ci-dessus. Une approche commune applicable à la méthodologie d'ICE pour informer les prises de décisions serait de créer des scénarios concernant le futur, des instantanés du futur système énergétique qui tenteraient d'exprimer tout un éventail de résultats possibles et envisageables. Cependant, étant donné que dans le contexte d'une transition sur le long-terme, presque *aucune* des variables ou des relations sont exogènes à la transition, définir ces scénarios sur la base d'un engagement intense des parties prenantes est crucial, une première étape dans cette méthodologie. Les scénarios peuvent être ambitieux (fixer une date raisonnable pour une fourniture en électricité de 100% par exemple), ou salutaires (que se passe-t-il si le prix d'une matière première augmente beaucoup plus que ce qui avait été anticipé par exemple). La construction et l'analyse des scénarios est détaillée un peu plus loin dans la section 6. Pour souligner la nature dynamique de la demande énergétique dans le contexte d'une transition vers une économie à faibles émissions de carbone, la section suivante met en avant quelques-unes des considérations sur le changement de la demande énergétique, spécifiquement à la lumière d'une mutation d'une consommation énergétique passive à une *prosommation* énergétique plus active.

3.2 Les moteurs et les impacts du changement de comportement

Compte tenu des risques importants pour la sécurité énergétique et de la difficulté d'intégrer et concilier un approvisionnement en énergie renouvelable fluctuant et la demande croissante d'énergie dans les réseaux isolés (Eurelectric, 2017), les consommateurs actifs jouent un rôle de plus en plus important dans les réseaux énergétiques isolés. Voici quatre méthodes clés qui encouragent le modèle dans lequel le consommateur d'énergie est (à nouveau) considéré comme une composante essentielle d'une gestion et d'une transition énergétique efficaces (PROMISE - Projet IEE Island, 2013 ; Kielichowska *et al.*, 2017) :



- De nombreux plans d'action en faveur de l'efficacité énergétique ont été introduits dans le but premier de réduire la consommation globale d'énergie à moyen / long terme. Ceux-ci impliquent des campagnes d'éducation et de sensibilisation sur les techniques / technologies d'économie d'énergie et / ou une série d'incitations économiques pour l'adoption de mesures d'efficacité énergétique au niveau de la consommation.

- Diverses politiques ont porté sur la mise en place de compteurs intelligents fournissant aux consommateurs des informations numériques sur leur consommation d'énergie cumulée/ventilée (Friedrich-Ebert-Stiftung, 2016), afin de les doter des informations dont ils ont besoin pour réduire leur consommation énergétique globale, et de les éloigner des périodes de pointe de la demande et / ou de répondre de manière flexible aux périodes de surapprovisionnement (Buchanan, Russo et Anderson, 2015).

- À court / moyen terme, l'adaptation de l'offre et de la demande d'électricité par le biais du transfert de charge est considérée comme une composante importante de la stabilité et de la flexibilité du fonctionnement du réseau en l'absence de stockage d'énergie. Cela implique l'introduction de systèmes de réponse dynamique à la demande (gestion de la charge) qui contrôlent les dispositifs des utilisateurs finaux en reprogrammant leur fonctionnement en période de grande disponibilité des énergies renouvelables et / ou de demande limitée. Ces mécanismes de gestion de la charge vont du contrôle de la charge directe et des limiteurs de charge aux systèmes de tarification en fonction de la durée d'utilisation et de demande (Stathopoulos *et al.*, 2014 ; Zizzo *et al.*, 2017).

- Enfin, un nombre croissant de régions isolées ont exploré des plans axés sur les consommateurs, dans le but ultime de réduire les coûts de production et de soutenir les systèmes énergétiques locaux. Face à des projets axés sur la gestion centralisée de la demande, ces plans consistent à brouiller la distinction entre les producteurs et les utilisateurs finaux, ces derniers étant de plus en plus capables de produire de l'énergie pour l'autoconsommation au niveau individuel ou collectif (prosommateurs).

Ces approches partagent à la fois des similitudes et des différences profondes. D'un côté, le rôle envisagé pour les utilisateurs dans le processus de changement de comportement lié à l'énergie est considérable. Par exemple, lorsque la gestion dynamique centralisée de la demande englobe une « culture paternaliste » par laquelle les consommateurs d'énergie ont besoin d'une gestion du sommet vers la base pour modifier leurs comportements énergétiques, les interventions axées sur le consommateur impliquent des formes radicalement nouvelles d'inclusion des ménages dans les infrastructures d'apport d'énergie, et un rôle de plus en plus actif des « citoyens énergétiques » dans la mise en œuvre et la gestion de transitions énergétiques ambitieuses (Strengers, 2013 ; Goulden *et al.*, 2014). D'un autre côté, à travers ces interventions dissemblables, il existe un ensemble commun et dominant d'hypothèses sur les moteurs du changement de comportement. Ces interventions supposent sans équivoque que les individus : ont des préférences rationnelles parmi les résultats, s'efforcent toujours de maximiser l'utilité, et agissent de manière indépendante sur la base d'informations complètes et pertinentes (Fox, Foulds et Robison, 2017).

Les interventions et les politiques pertinentes couvertes pour l'applicabilité à la méthodologie ICE pour la transition énergétique sont les suivantes :

1. Fournir et évaluer des informations pour combler un déficit d'information présumé (Burgess, 2014) au sein de la population et l'inciter à adopter davantage d'attitudes et de comportements (éco)rationnels. Cela peut inclure l'adoption et l'utilisation de technologies / appareils économes en énergie dans leurs maisons et pour un usage commercial quotidien.



2. Évaluer les signaux de prix appropriés permettant aux individus qui maximisent les services publics d'éviter les comportements indésirables liés à l'énergie - par exemple, l'utilisation coutumière d'incitations économiques et / ou de tarifs de rachat pour promouvoir l'efficacité énergétique, la micro-génération domestique et le décalage temporel des comportements énergivores (Eurelectric, 2017).
3. Évaluer la possibilité pour les prosommateurs de prendre des décisions rationnelles en matière de microgestion en transférant les valeurs, l'expertise et les technologies des services publics d'énergie dans les foyers, comme le montrent, par exemple, les interventions stratégiques visant à favoriser la production distribuée (Strengers, 2013).

De plus, alors que de nombreuses études de faisabilité d'interventions émergentes sur les réseaux intelligents - telles que la gestion centralisée de la demande dynamique - montrent des avantages substantiels pour la production d'énergie, il reste à savoir si le public est prêt à accepter ces technologies et à changer la temporalité de ses routines (Goulden *et al.*, 2014). Plus important encore, les spécialistes en sciences sociales reconnaissent l'immense complexité de la modification des comportements de consommation et, par conséquent, remettent en cause les modèles linéaires de correction du comportement. Entre autres, les chercheurs dans le domaine plus large des comportements liés à l'énergie mettent en évidence un attachement sociétal aux modes de consommation non durables influencé par des routines persistantes, des normes sociales, des attentes, des structures incitatives, des barrières institutionnelles et des choix restreints (Fox, Foulds et Robison, 2017). Malgré d'importants progrès technologiques et l'accessibilité économique croissante des énergies renouvelables, le passage à la prosommation semble tout aussi difficile. Les projets énergétiques communautaires ont particulièrement bien réussi à apporter un changement de comportement en raison de leur objectif proactif d'exploiter les opportunités législatives de développer des contextes et mécanismes acceptables de prosommation (Middlemiss, 2008; Heiskanen *et al.*, 2010).

L'efficacité discutable des interventions axées sur le consommateur et le succès généralisé des initiatives de prosommateurs reflètent les interactions entre les interventions spécifiques de changement de comportement et le contexte dans lequel elles sont adoptées. Les transitions énergétiques reposent sur l'adoption d'une approche systémique du changement de comportement qui tient compte des contextes physiques, sociaux, culturels, institutionnels et basés sur la pratique qui façonnent et contraignent les actions des individus (Owens et Driffill, 2008). Cela est particulièrement vrai pour les interventions « intelligentes » qui tentent de modifier la relation entre les consommateurs et les producteurs et dépendent donc de changements importants dans les infrastructures et les réseaux d'approvisionnement en énergie. Ainsi, la méthodologie ICE préconise d'impliquer les citoyens énergétiques à un stade précoce afin de mieux comprendre si et comment ils pourraient adopter de nouvelles technologies et de nouveaux comportements liés à l'énergie - gestion de la charge, prosommateur et efficacité énergétique. La section suivante examine les options d'approvisionnement en énergie existantes et possibles disponibles pour la transition énergétique au sein d'un système isolé.



4. Évaluer les perspectives et les options d'approvisionnement en énergie

Cette section donne un aperçu de l'approvisionnement actuel en énergie renouvelable dans un contexte de système isolé ou périphérique. La sous-section 4.1 traite de l'évaluation du système d'approvisionnement en énergie actuel, tandis que la sous-section 4.2 présente une approche de l'évaluation des sources potentielles de production d'énergie renouvelable et des obstacles à leur exploitation.

4.1 Évaluation de l'approvisionnement énergétique actuel

Un examen exhaustif des options d'approvisionnement en énergie actuelles, avec ses infrastructures, attributs et options associés, constitue une bonne première étape pour évaluer les options d'approvisionnement pour le système. Les technologies d'énergie renouvelable disponibles dans les communautés isolées et les méthodologies appropriées pour évaluer les ressources disponibles et identifier les principales contraintes sont utiles dans le cadre de la méthodologie ICE. La disponibilité des technologies non renouvelables et renouvelables actuelles adaptées à la communauté isolée et à la réalisation d'une évaluation des ressources pour chaque technologie peut être vérifiée à partir des données disponibles à l'échelle mondiale des fournisseurs. Le tableau 4.1 suivant donne un aperçu d'une gamme d'attributs permettant d'évaluer les options d'approvisionnement en énergie actuelles et potentielles.

Attribute	Information About the Attribute
Plant capacity	In what sizes is the supply option available from vendors (or via local construction)?
Maximum and optimal capacity factors	For what fraction of the year is the full capacity of a generation option likely to be available to generate electricity?
Fuel type	What quantities and qualities of fuel are required by a generation option?
Efficiency	What is the efficiency of the supply-side technology? For a generation technology, efficiency is the net amount of electricity produced per unit of fuel input. For T&D technologies, efficiency is expressed in terms of the percentage of power or energy lost during transmission or distribution.
Fuel costs	How much do the fuels used for power generation cost? How much are they expected to cost over the planning period time horizon?
Reliability	How reliable is the technology under consideration? What has been its operating history, either domestically or in other countries?
Capital and operating costs	How much does it cost to acquire, operate, and maintain the technology (in addition to fuel costs)?
Lifetime	How long will the supply-side technology be operable?
Decommissioning costs	What is the expected net value of the plant at the end of its useful life, including the costs of decommissioning? Decommissioning should be considered for all options, even dams that may last longer than other options.
Foreign exchange requirements	What fraction of the capital, operating, and maintenance costs of the power plant will be spent in-country, and what fraction must be spent on imported goods?
Environmental impacts	What quantities of air pollutants, liquid wastes, and solid wastes are produced by a generation option per unit of electricity produced? How much land is required for the option? Is cooling water is needed? For a hydroelectric facility, how much area will be submerged when a dam is complete, and how many households and farmers affected? What are the environmental impacts of plant construction and decommissioning?

Tableau 4.1 Attributs possibles pour l'évaluation des options d'approvisionnement énergétique, tels que définis par Tellus (1999), utiles pour les transitions énergétiques intelligentes



Toutes les communautés périphériques sont différentes, avec certaines similitudes possibles, d'où les diverses disponibilités contextuelles et coûts associés, etc., des différentes ressources nécessaires à la production d'électricité. À la lumière des attributs du tableau 4.1, des évaluations devraient être entreprises pour quantifier et / ou exclure les différentes ressources comme option d'approvisionnement continu. Les contraintes de chaque catégorie associées à chaque technologie, les méthodologies d'évaluation des ressources / attributs pour chaque technologie présentée à l'aide des meilleures pratiques, et la documentation standard du secteur pour quantifier l'énergie générée sont nécessaires.

Une autre considération est que les différentes sources d'énergie renouvelable présentent des problèmes différents en matière d'intermittence et de prévisibilité, ainsi que des contraintes variables affectant l'exploitation de la ressource respective. Le but de cette étape est de permettre aux parties prenantes de la méthodologie ICE de comparer les avantages et les limites des différents types de technologies et de prendre des décisions sur les technologies qu'elles pourraient souhaiter adopter.

4.2 Évaluation du potentiel de l'énergie renouvelable

Lorsque les données initiales sur les options d'approvisionnement actuelles ont été évaluées, les options d'approvisionnement actuelles et potentielles doivent être évaluées pour savoir quelles options d'approvisionnement peuvent être utiles. Le choix de l'option d'approvisionnement est étroitement lié aux buts et objectifs des parties prenantes pour le type de système énergétique recherché. Pour une transition énergétique intelligente, comme pour la méthodologie ICE, la préférence sera accordée aux énergies renouvelables et aux autres solutions énergétiques intelligentes pouvant répondre à la demande du réseau. En substance, les différentes technologies seront classées, et les options inadaptées en termes de coûts, de ressources, de problèmes techniques et autres seront exclues. Selon Tellus Institute (1999), une partie de l'analyse économique des différentes options d'approvisionnement comprend le coût du cycle de vie (CCV), le coût de l'énergie actualisé (LCOE), etc.

En outre, les évaluations des ressources réalisées pour les technologies de production d'énergie renouvelable peuvent servir de base à leur utilisation en tant qu'option d'approvisionnement. Cela permet de quantifier l'énergie disponible sur un ou plusieurs sites et d'estimer la quantité d'électricité ou de chaleur à extraire. La quantification des ressources peut inclure la puissance estimée pouvant être exportée vers le réseau local en tant qu'engagement unitaire avec la demande. Une évaluation de la corrélation des temps de génération avec la consommation est également nécessaire. Comme souligné dans le tableau 4.1, il convient de prendre en compte les contraintes techniques, environnementales et sociales liées au déploiement des technologies potentielles.

Par exemple, à Ouessant, l'évaluation des options d'approvisionnement a révélé que chaque technologie renouvelable d'énergie éolienne, solaire et marémotrice pouvait fournir de l'électricité au réseau de l'île. Cependant, le moment de la journée où la génération se produirait ne correspond pas au profil de la demande actuelle, et l'installation des technologies seules entraînerait la nécessité de réduire la production ou jeter de l'énergie. L'installation d'une combinaison de production éolienne, solaire et / ou marémotrice permettrait à l'île de réduire la quantité d'électricité produite à partir de combustibles fossiles. Afin de maximiser la quantité d'énergie à faible teneur en carbone utilisée et d'utiliser pleinement la production d'énergie renouvelable (toutes ces suggestions entrent dans le cadre de la méthodologie ICE) :

- Une solution de stockage d'énergie doit être installée
- Les mesures de réduction d'énergie devraient être renforcées
- Le comportement de consommation doit être modifié pour que les temps d'utilisation correspondent mieux aux périodes de génération.



5. Évaluation du système et de la fiabilité

Cette section fournit une vue d'ensemble d'une approche de l'analyse de l'infrastructure du système actuel et des implications de fiabilité d'une transition énergétique selon la méthodologie ICE. La sous-section 5.1 présente les données et analyses nécessaires à l'évaluation du réseau électrique actuel. La sous-section 5.2 examine les options et les implications de l'intégration de technologies nouvelles ou intelligentes telles que le stockage d'énergie dans des systèmes isolés.

5.1 Examen de l'infrastructure du système actuel

L'objectif principal de l'étude de fiabilité est d'établir la fiabilité du système énergétique actuel afin d'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 incluent :

- Fiabilité de la sécurité énergétique et de la disponibilité
- Fiabilité / disponibilité cible
- Potentiel d'optimisation du mix d'approvisionnement et de production.

Deux types d'analyse seront effectués pour évaluer la fiabilité du réseau électrique insulaire actuel.

1. *Étude de fiabilité du réseau* : cette opération consiste à traduire le réseau de distribution électrique physique en un bloc-diagramme de fiabilité (BDF). Certains logiciels facilitant ce processus et l'analyse ultérieure existent, par ex. ReliaSoft. Les principaux objectifs de l'analyse de la fiabilité sont d'obtenir une distribution de la durée de vie décrivant les temps entre pannes d'un composant, d'un sous-ensemble, d'un ensemble ou d'un système. Cette analyse est basée sur l'heure de l'opération réussie ou sur les données de temps entre pannes de l'élément (composant).
2. *Analyse du flux d'énergie* : afin de comprendre le flux d'énergie dans le réseau. Ceci est obtenu par une analyse de flux d'énergie, analysant les niveaux de tension pour chaque nœud de charge. Des logiciels tels que Matlab Simulink seront utilisés.

Pour effectuer ces évaluations, les données primaires suivantes seront requises :

- A. Schéma du réseau électrique de l'île et de la tension du réseau.
- B. Les principaux composants du réseau de l'île, tels que les câbles d'alimentation, les transformateurs, les disjoncteurs et les générateurs.
- 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, et le type.
- F. Les paramètres du générateur électrique (puissance, type et impédance).
- G. La charge (puissance active et réactive) à chaque nœud de connexion de charge pendant une année au moins toutes les heures.
- H. Les informations, l'emplacement et le type du disjoncteur



Ces données peuvent ne pas être disponibles en tant que données primaires. Cependant, certaines techniques / méthodes peuvent être utilisées pour estimer / déduire les informations nécessaires.

Données pour étude de fiabilité du réseau :

- Si un diagramme de réseau schématique montrant les lignes de distribution principales et les connexions est disponible (généralement de la part du fournisseur d'énergie), les principaux éléments du réseau peuvent être identifiés.
- Une visite du système périphérique peut être organisée pour confirmer les principaux composants du réseau et les éléments du diagramme de puissance du réseau. Les puissances et les spécifications des composants du réseau, tels que les transformateurs, les générateurs et les disjoncteurs, permettraient de déterminer les paramètres régissant le réseau.
- La longueur du câble peut être estimée en utilisant un logiciel tel que Google Earth conformément au schéma de réseau et aux connexions. En fonction de la longueur, des matériaux de l'âme et de la taille du câble, l'inductance, la résistance et le condensateur peuvent être estimés.
- Pour l'analyse du taux de défaillance et de la fiabilité, ces données peuvent être estimées. Les travaux / rapports publiés contiennent de nombreuses données sur le taux de défaillance des composants du système d'alimentation. Selon la spécification de la puissance et de la tension, une comparaison entre les données disponibles et les données requises pour le réseau électrique de l'île peut être utilisée pour obtenir les données requises.
- Une autre source de données sur la fiabilité est la norme IEEE 493, tableau 7-1, page 105, qui contient des données de fiabilité des installations industrielles pour les transformateurs, les disjoncteurs et les câbles.
- Pour toute donnée manquante, les valeurs de référence de la documentation et du manuel technique pourraient être utilisées pour des conditions de tension et de puissance similaires.

Données pour l'analyse du flux d'énergie

- Pour la puissance active et réactive de la charge à chaque nœud, cela peut être obtenu auprès du fournisseur d'énergie ou estimé sur la base des valeurs de la demande de référence. La puissance active et réactive estimée est basée sur le nombre de maisons alimentées par le même nœud. En prenant en compte le nombre de maisons / bâtiments raccordés au même nœud, la puissance de charge de chaque nœud peut être estimée en fonction de la consommation moyenne de la maison.
- Si la charge électrique totale du réseau est connue, la charge électrique de chaque nœud peut être estimée en fonction du pourcentage entre le nombre total de maisons / bâtiments raccordés à ce nœud et le nombre total de logements / bâtiments du système périphérique.

En définissant la fiabilité du système actuel, la méthodologie ICE permet aux principales parties prenantes du système d'évaluer la possibilité de défaillances futures du système à mesure que de nouvelles solutions énergétiques intelligentes sont ajoutées. En outre, cela permet des décisions plus éclairées pour l'inclusion de technologies innovantes dans le processus de transition énergétique.



5.2 Options pour un fonctionnement intelligent du système et des technologies innovantes

Une fois la fiabilité et le flux d'énergie du système actuel établis, ces informations serviront à modéliser et à évaluer les différents scénarios de production et d'approvisionnement. Cela incorporera la génération d'énergie renouvelable et les emplacements physiques corrects, c'est-à-dire se connecter aux nœuds de réseau géographique corrects. Les deux types d'analyse – l'étude de fiabilité du réseau et l'analyse des flux d'énergie – seront réalisés pour l'ensemble des scénarios de génération / technologie intelligente qui seront identifiés dans les sections 4 et 6 respectivement.

L'évaluation contribuera ainsi une vision de la fiabilité du système *et* de la fiabilité de la fourniture afin de prendre une décision entre des options de production et des solutions technologiques concurrentes. Cela reflétera également les options disponibles compte tenu de l'infrastructure réseau actuelle et mettra en évidence toute mise à niveau de l'infrastructure électrique / réseau qui peut être nécessaire pour une production et un approvisionnement sobres en carbone dans la communauté isolée. Le principal défi réside dans le caractère intermittent et la disparité quotidienne / saisonnière de la production d'énergie renouvelable, en plus du désalignement de la production et de la demande. Bien que le stockage de l'énergie en accumulateurs puisse, en théorie, être utilisé pour aligner la production et la demande, la capacité énergétique de l'accumulateur requis pour atteindre l'objectif du système peut être irréaliste. Par exemple, sur l'île d'Ouessant, avec des installations photovoltaïques de 1,8 MW et des éoliennes de 2,0 MW, le déploiement d'un système de stockage en accumulateurs de 2 MWh ne peut que réduire le déficit énergétique annuel de 2282 MWh à 1866 MWh. Il reste un excédent de 3672 MWh à contenir chaque année, laissant le déficit être fourni par des générateurs diesel. Ce problème met en évidence des solutions issues des techniques de réponse à la demande pour aligner davantage la demande sur la production d'énergie renouvelable, dans la perspective de la transition énergétique intelligente. En outre, un système approprié de stockage et de gestion de l'énergie doit être mis au point pour l'approche méthodologique d'ICE.

L'optimisation de la taille de l'accumulateur en tenant compte de la taille des sources d'énergie renouvelables et de la demande de charge est considérée comme la première étape vers la conception d'un système énergétique intelligent efficace. La coordination des opérations du système énergétique est divisée en deux niveaux : le niveau de gestion de l'électricité et la gestion de l'énergie. Dans les systèmes périphériques tels que le système insulaire d'Ouessant, le niveau de gestion de l'électricité est chargé de coordonner le fonctionnement des sources d'énergie et du stockage d'énergie afin de réguler la tension et la fréquence du réseau tout en maintenant l'équilibre entre production et consommation. Une réduction autonome de la production d'énergie renouvelable peut également être mise en œuvre à ce niveau pour une réponse rapide et pour réduire la charge de communication et l'infrastructure, en particulier lorsque la majorité de la production PV est issue de panneaux photovoltaïques sur toiture disséminés dans tout le système.

Au niveau de la gestion de l'énergie, le système de gestion de l'énergie (SGE) coordonne le fonctionnement des sources d'énergie et du stockage de l'énergie et gère également la demande pour maintenir l'équilibre énergétique à court terme (horaire) et à long terme (journalier). Les systèmes d'énergie intelligents sont fortement tributaires des prévisions de charge et météorologiques, ainsi que données précédentes de la demande et météorologiques, afin d'optimiser le fonctionnement du système pour la prochaine heure et les prochaines 24 heures, les composants des sections 3 et 4 (options de demande et d'offre) de la méthodologie ICE. Des techniques d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique peuvent également être adoptées pour exploiter efficacement toutes les données précédentes et prévues afin de développer un système de gestion de l'énergie formé aux données précédentes et continuant à apprendre et à s'adapter au fonctionnement actuel du système.



En ce qui concerne la gestion de la demande, les charges de chauffage sont considérées comme les options les plus attrayantes en raison de leur capacité à stocker de l'énergie thermique, fonctionnant ainsi comme un stockage d'énergie distribuée virtuelle. Pour les charges thermiques résidentielles, telles que les chauffe-eaux et les pompes à chaleur, les systèmes locaux de gestion de la charge sont plus pratiques car chaque charge peut avoir son propre modèle et sa propre capacité thermique / électrique. En outre, il serait difficile pour un SGE central de gérer chaque charge domestique séparément, car cela nécessite des mesures de température et de charge dans chaque maison, ce qui entraînerait une énorme quantité d'échanges de données et une charge de traitement plus lourde pour le SGE. Dans ce cas, un SGE local peut être conçu et déployé pour améliorer les performances. Une approche consiste à étudier la faisabilité de l'apprentissage par renforcement (type d'apprentissage automatique) pour adapter le contrôleur local à ses caractéristiques de charge, sans nécessiter une connaissance détaillée spécifique du modèle thermique de la charge. Dans ce cas, le SGE central reste responsable de la coordination du fonctionnement de ces charges, par exemple en envoyant un programme de mesures incitatives et de pénalités de 24 heures pour transférer indirectement la charge de chauffage des périodes de forte demande aux périodes de faible demande. En explorant l'utilisation du SGE et en assurant la fiabilité du système, l'approche méthodologique d'ICE fournit des perspectives approfondies pour le système lors de sa transition vers des solutions énergétiques intelligentes.



6. Identification de scénarios crédibles et sélection de plans préférés

Cette section donne un aperçu des approches de la définition et de l'interrogation de scénarios plausibles pour les futures transitions énergétiques intelligentes, créées conformément aux objectifs de la transition. Elle présente les objectifs et les principes de l'analyse des scénarios dans la sous-section 6.1, et examine les principales données quantitatives et qualitatives nécessaires pour définir des scénarios utiles dans la sous-section 6.2. La sous-section 6.3 décrit l'interrogation des scénarios et les critères d'évaluation des scénarios. En outre, cette section met en évidence l'évaluation des différents plans pour les options côté offre et côté demande et pour arriver au plan préféré pour la transition.

6.1 Les scénarios comme outil d'analyse

L'incertitude sur l'avenir est une composante inhérente de la prise de décision dans les systèmes énergétiques. Il existe un nombre infini de futurs possibles, chacun ayant des caractéristiques sociales, techniques, économiques et politiques différentes. Le futur auquel nous arriverons est déterminé par d'innombrables décisions et événements en cours de route (Schwartz, 1997).

La prospective stratégique est une approche utilisée par les gouvernements ou entreprises pour améliorer la planification face à cette incertitude (Bezold, 2010). La planification de scénarios est une technique utilisée dans l'approche prospective pour définir et décrire les futurs possibles. Elle permet une analyse stratégique à moyen et long terme (10 à 50 ans ou plus). La technique utilise des récits / scripts pour créer des scénarios qui décrivent la manière dont le monde pourrait évoluer à un moment donné dans l'avenir. Un ensemble de scénarios différents est souvent développé pour refléter l'éventail des différents futurs possibles. Pour être utile, chaque scénario doit être plausible, cohérent sur le plan interne, basé sur une analyse rigoureuse et engageant (Foresight 2009). Ces différents futurs sont façonnés par différentes actions, tendances et événements. La méthodologie ICE préconise l'utilisation de scénarios dans le cadre de la transition. Les scénarios peuvent être élaborés à partir des perspectives des options de l'offre et de la demande et donneront un aperçu des plans privilégiés qui marqueront la transition énergétique intelligente des communautés périphériques.

Les scénarios peuvent être utilisés à plusieurs fins (Schwartz, 1997 ; Van Notten *et al.*, 2003 ; Foresight Horizon Scanning Center, 2009) :

- Tester ou examiner différents plans et options politiques dans le but d'explorer quelles sont les combinaisons qui sont susceptibles de fonctionner plus ou moins bien dans quel(s) scénario(s).
- Fournir la base pour développer de nouvelles politiques ou actions
- Fonder une vision stratégique sur l'évolution du rôle ou des opportunités d'une organisation
- Agir comme un moyen d'identifier les signes de mouvement vers un type particulier d'avenir.

La nécessité d'une planification à long terme, particulièrement utile pour l'énergie, est intrinsèquement liée à la transition énergétique intelligente, car la longue durée de vie des infrastructures signifie que les décisions prises aujourd'hui auront des conséquences sur la forme du système pour les décennies à



venir. La planification de scénarios peut donc être un outil pour les principales parties prenantes cherchant à comprendre les implications futures des décisions prises maintenant.

6.2 Création de scénarios plausibles

Il existe de nombreuses façons de générer des scénarios, plutôt qu'une seule approche prescrite (Godet, 2000 ; Van Notten *et al.*, 2003). Amer et al (2013) et Davis et al (2007) fournissent des aperçus utiles de différentes méthodes de scénario et leurs caractéristiques, ainsi que de l'application de techniques de modélisation quantitative une fois le scénario qualitatif initial développé (Davis, Bankes et Egner, 2007; Daim et Jetter, 2013).

Bien qu'il existe plusieurs approches, elles présentent des facteurs communs, décrits à la figure 6.1. Chose importante, cela inclut le processus de développement de scénarios impliquant des équipes multidisciplinaires de personnes, souvent issues de divers milieux (gouvernement, universités, ONG, etc.), comme préconisé dans le processus d'engagement des parties prenantes de la méthodologie ICE. Les scénarios peuvent être déterminés au stade de l'engagement des parties prenantes, mais ils seront préliminaires car les options d'offre et de demande du système isolé ne sont pas encore très claires. L'identification des tendances et des facteurs clés (sociaux, politiques, environnementaux, économiques, etc.) qui sont soit en cours à ce moment-là, soit susceptibles de se produire dans les délais envisagés, est nécessaire pour l'élaboration du scénario.

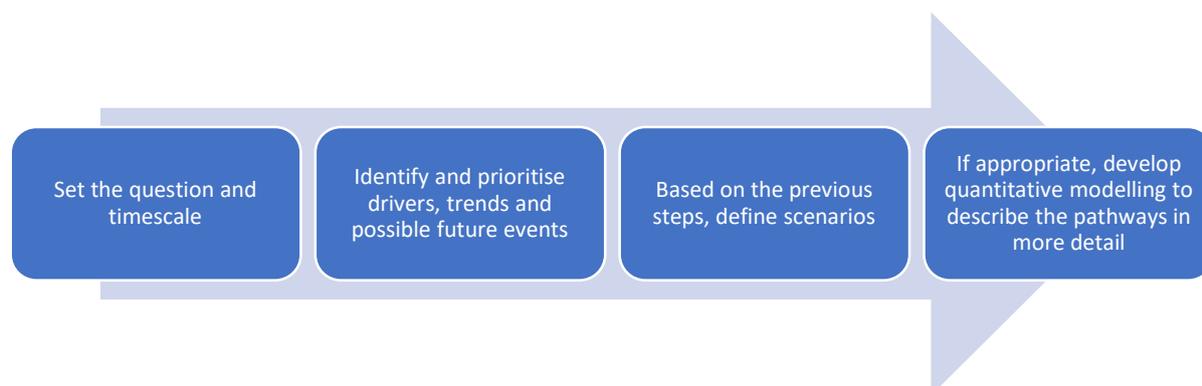


Figure 6.1 Processus de développement de scénarios

L'objectif initial du scénario peut être soit normatif (par exemple, comment atteindre nos objectifs d'émissions de GES en 2050), soit ouvert (par exemple, à quoi pourrait ressembler le monde en 2050 et ce que cela pourrait signifier pour les émissions de GES). Les scénarios non normatifs auraient tendance à être exploratoires, orientés vers une réflexion créative sur les tendances et étudiant comment la société pourrait évoluer face à ces tendances et événements (Van Notten *et al.*, 2003).

Une fois les scénarios définis dans le cadre des options de l'offre et de la demande, définissant une vision qualitative de ce à quoi pourrait ressembler l'avenir, des travaux quantitatifs détaillés peuvent être réalisés pour modéliser ce à quoi cela pourrait ressembler dans la pratique en utilisant divers outils logiciels - HOMER, PLEXOS ou (Matthew, 2017). Ces modèles quantitatifs sont le plus souvent informés par les conditions sociales, économiques, politiques et environnementales décrites dans le scénario narratif. La rétroprotection peut alors être utilisée pour décrire les passerelles entre le monde d'aujourd'hui



et l'avenir décrit dans le scénario, en se concentrant, par exemple, sur différentes décisions politiques et leurs délais d'exécution s'il on se dirige vers les conditions d'un scénario particulier.

6.3 Évaluation des scénarios

Comme indiqué ci-dessus, il existe de nombreuses approches différentes pour élaborer des scénarios, même si certaines de leurs caractéristiques sont communes. La présente section met en évidence l'utilisation de différentes approches de scénario et détaille les moyens de sélectionner le plan préféré pour la transition énergétique intelligente. En outre, l'utilisation de l'analyse du cycle de vie (ACV) est un avantage supplémentaire pour garantir que la transition énergétique soit aussi neutre en carbone et durable que prévu.

6.3.1 Planification du scénario et plan préféré

Une méthode de plusieurs techniques différentes pour encadrer les scénarios finaux est la méthode des deux axes qui a été utilisée dans un certain nombre d'exercices liés à l'énergie en raison de son utilité pour réfléchir à l'élaboration de politiques à moyen et long terme (10-20 ans). L'approche des deux axes définit une vision de haut niveau de l'avenir et se veut explicitement illustrative plutôt que prédictive.

À titre d'exemple, la National Grid Company britannique produit chaque année des scénarios énergétiques futurs à l'aide des méthodes à deux axes (Figure 6.2) pour réfléchir au développement du réseau électrique jusqu'en 2050 (National Grid, 2017). Les axes sont définis par deux incertitudes sur le futur, identifiées comme fondamentales. Cependant, cela n'exclut pas d'autres incertitudes ou facteurs du scénario final, car ils sont intégrés aux descriptions dans chacun des quatre quadrants. Les deux principaux facteurs qui déterminent les quatre derniers scénarios de l'exercice de la National Grid sont le degré d'engagement à décarboniser le réseau électrique et la mesure dans laquelle des fonds sont disponibles pour les investissements ou les dépenses.

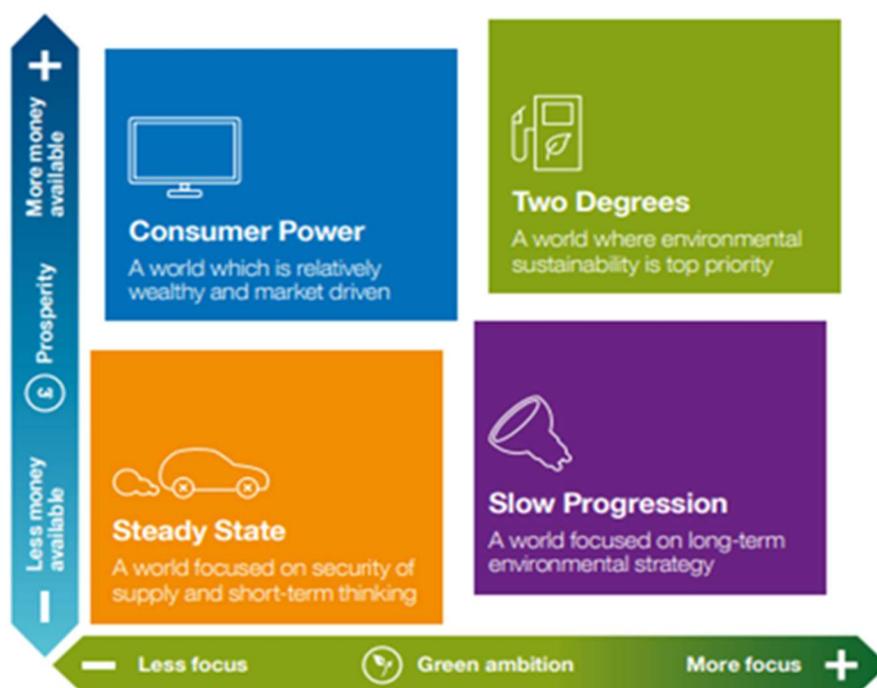


Figure 6.2 Scénarios énergétiques futurs de National Grid (National Grid, 2017)



Chacun des quatre quadrants décrit un monde très différent, dicté par les tendances identifiées pour les deux axes et leurs impacts socio-économiques et politiques. Les principales caractéristiques de deux des récits sont exposées ci-dessous, ainsi que des exemples de différents modèles quantitatifs pouvant être élaborés sur la base du récit. Comme on peut le voir, les deux scénarios ont des résultats très différents pour les systèmes énergétiques en fonction de la réflexion sur les financements et les dépenses disponibles, bien que les deux mettent l'accent sur l'action en faveur de l'environnement. Ces résultats quantitatifs peuvent être utilisés pour suivre les résultats ou façonner des mesures commerciales ou stratégiques pour encourager le développement sur une voie particulière.

2.1 Two Degrees

Two Degrees has the highest level of prosperity. Increased investment ensures the delivery of high levels of low carbon energy. Consumers make conscious choices to be greener and can afford technology to support it. With highly effective policy interventions in place, this is the only scenario where all UK carbon reduction targets are achieved.

We see the highest economic growth of all the scenarios. There is a collective ambition to decarbonise the economy. High taxes are levied on those who continue to use carbon intensive options, such as conventional gas for heating. Policy and incentives are in place to reduce demand and increase renewable generation. This ensures progression towards the long-term green ambition.

Society is very conscious of its carbon footprint and is actively trying to reduce carbon emissions. Consumer demand for new green technologies is high and they are happy to spend money on home energy management systems, low carbon heating and insulation. There is also a drive to make transport greener.

Technology and investment are focused on low carbon generation, with the highest levels from sources such as solar, wind and nuclear generation. Investment in gas innovation continues as we look to produce more biomethane as well as other green gases.

2.2 Slow Progression

In Slow Progression low economic growth and affordability compete with the desire to become greener and decrease carbon emissions. With limited money available, the focus is on cost efficient longer-term environmental policies. Effective policy intervention leads to a mixture of renewable and low carbon technologies and high levels of distributed generation.

Economically, conditions for growth are slow and gas prices rise significantly as a result of additional taxes. With limited money available to spend and invest, there is a focus on cost efficient long-term policies. Progress is made towards a low carbon world as government support and incentives are in place to grow renewable and low carbon technologies. This can be seen by the evolution in distributed generation. Although we see an increase in these technologies the lack of money available reduces the pace of their adoption.

Businesses are more aware of their carbon emissions and are prepared to spend more on low carbon investments than cheaper, less green options. Consumers are more proactive in engaging in an environmentally conscious way of life, but are limited in their choices by having less disposable income. They want to replace boilers and appliances to reduce emissions and be more efficient, but are more concerned with trying to keep costs down in a less prosperous world.

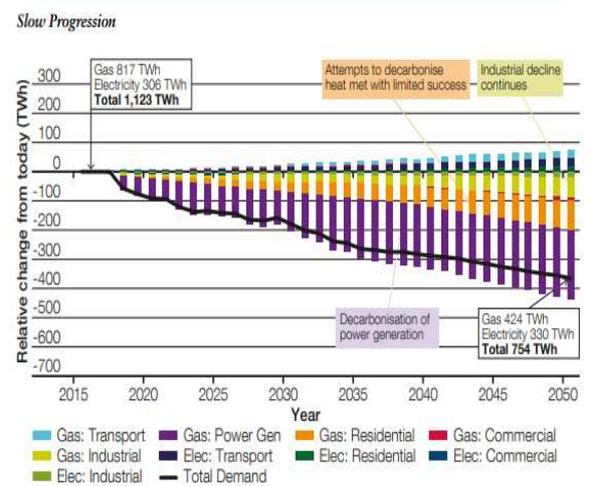
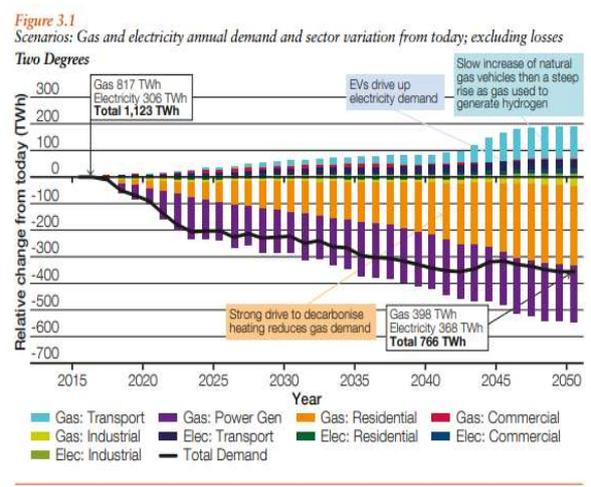


Figure 6.3 Scénarios de deux degrés et de progression lente de National Grid

Après une planification et une évaluation initiales du scénario, le plan privilégié pour la transition énergétique intelligente est poursuivi. Cela peut se faire par déduction de l'exercice d'évaluation des scénarios ou en faisant en sorte que les options d'offre et les options de demande correspondent aux objectifs énergétiques intelligents du système.



D'autres analyses utilisant des outils logiciels peuvent être incorporées pour synchroniser les combinaisons demande / offre. Le plan de transition préféré et alternatif peut être choisi comme le meilleur plan basé sur un objectif d'harmonisation ICE, des options d'approvisionnement et de demande fiables en système énergétique et un système pouvant être suffisamment implémenté - tout cela dans le cadre des différents scénarios explorés. Une méthode pouvant être utilisée pour élaborer un tel processus est l'élimination par analyse multi-critères des plans de transition énergétique candidats.

Le tableau 6.1 suivant donne un bon aperçu des nombreux critères à prendre en compte dans le choix des plans préférentiels et alternatifs. Notez que ces critères sont également utiles pour évaluer les options d'offre et de demande du système et pour explorer les scénarios de la transition énergétique intelligente du système.

<p>Financial Criteria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Overall plan cost (including capital, fuel, and other costs, usually expressed in “present value” terms) • Plan capital cost • Plan fuel costs • Plan foreign exchange cost • Interest coverage ratio • Return on equity • Utility net income • Internal generation of funds <p>Performance Criteria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Customers served • Loss of load probability • Reserve margin • Efficiency of energy use (on supply- and/or demand-side) <p>“Energy Security” Criteria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diversity of supply (fraction of each fuel used) • Use of domestic resources • Use of renewable resources <p>Environmental Criteria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amount of carbon dioxide produced over the life of the plan • Amounts of other air pollutants (acid gases, particulate matter, hydrocarbons) produced over the life of the plan • Amount of land used for energy facilities • Liquid waste production • Solid waste production (accounting for differences between hazardous and non-hazardous wastes) • Plan impact on wildlife, biodiversity <p>Other Criteria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aesthetic issues (impact of plan on recreation, tourism) • Employment impacts of plan • Impacts of plan on other economic sectors (both positive and negative impacts) • Political acceptability/feasibility of plan • Social implications of plan (including impacts on local and indigenous populations) • Cultural impacts of plans (impacts on culturally important resources)

Tableau 6.1 Attributs possibles d'évaluation des options d'offre d'énergie tels qu'identifiés par Tellus, (1999) utiles pour les transitions énergétiques intelligentes



6.3.2 Évaluation du cycle de vie

Les scénarios peuvent également être évalués dans des détails plus complets basés sur les trois dimensions de la sécurité énergétique, de l'équité énergétique et de la durabilité environnementale. Une approche d'évaluation du cycle de vie (ACV) peut être incorporée dans l'exploration de l'approche méthodologique de l'ICE pour le processus de transition énergétique intelligente. Cela aidera les décideurs à définir leur bouquet électrique préférable et à voir dans quelle mesure ces scénarios fonctionnent. L'outil incorpore les résultats de trois processus de modélisation distincts qui répondent à chacune des trois questions du « trilemme énergétique ».

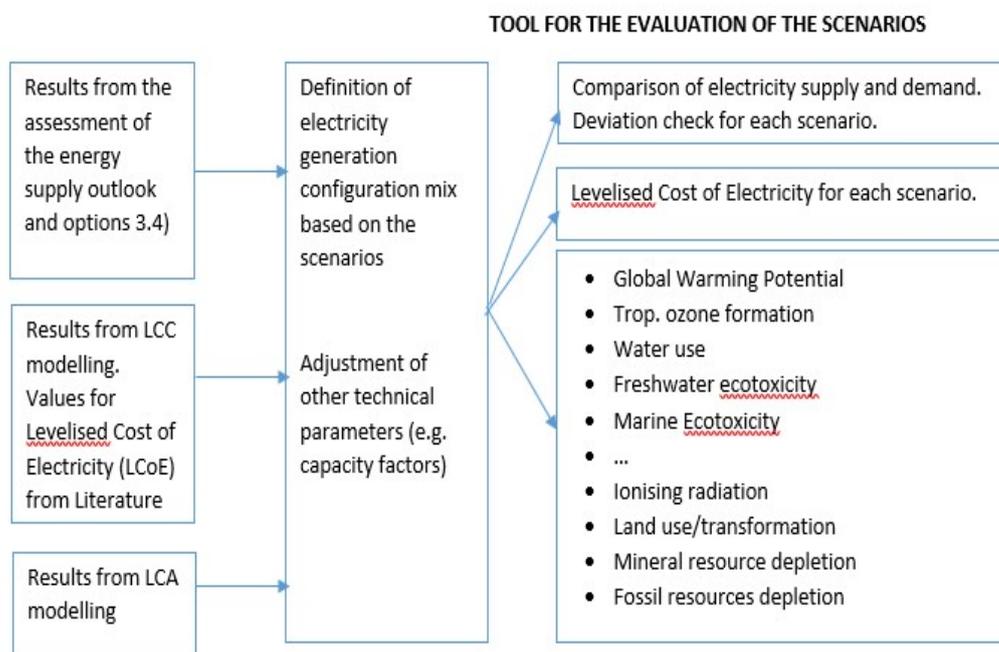


Figure 6.4 Outil suggéré pour l'évaluation des scénarios au sein de l'ACV

En ce qui concerne la sécurité énergétique, une analyse peut être réalisée à partir de l'évaluation des perspectives et des options en matière d'offre énergétique, comme décrit dans la section 4. Une fois la demande attendue estimée et les types de centrales et d'installations de production d'électricité identifiés (par exemple, types de parcs éoliens, installations photovoltaïques, etc.), la capacité des ressources et d'autres analyses peuvent fournir les spécifications techniques attendues (par exemple leurs facteurs de capacité) de manière à ce que l'offre en électricité prévue puisse être estimée. En dernier lieu, l'offre attendue de chaque bouquet électrique définie dans le scénario concerné est comparée à la demande attendue et, sur cette base, les scénarios sont évalués en fonction de leur capacité à garantir une fourniture d'électricité adéquate basée sur la production annuelle d'électricité.

L'accessibilité financière est examinée en offrant la possibilité d'évaluer les scénarios uniquement sur leur coût. Sur ce point, il est nécessaire de calculer le coût par unité d'électricité générée (par exemple €/MWh) pour toute la durée de vie des centrales / infrastructures de production d'électricité, en tenant compte du coût du cycle de vie (LCC). Par conséquent, le coût actualisé de l'électricité (LCoE) est utilisé pour prendre en compte non seulement les coûts des investissements, mais aussi les coûts d'exploitation



et de maintenance, ainsi que les coûts de combustible. De cette manière, les externalités cachées et les problèmes de transfert des coûts peuvent être révélés et une évaluation économique plus représentative est effectuée. Le résultat est une valeur qui reflète le coût du cycle de vie de chaque scénario, exprimé en €/MWh, afin de pouvoir les comparer en fonction de leur capacité à fournir une électricité abordable.

En ce qui concerne la durabilité environnementale, dans de nombreux cas, cela est considéré comme rendant la fourniture d'électricité aussi sobre en carbone que possible. Néanmoins, afin de nous assurer de ne pas créer d'autres problèmes environnementaux, nous examinons une série plus large de catégories d'impacts sur l'environnement en plus du potentiel de réchauffement de la planète, qui est exprimé en kg d'équivalent CO2 et fournit une bonne mesure pour l'évaluation du scénario qui fournit de l'électricité à faible teneur en carbone. Il convient également de veiller à éviter de déplacer la charge environnementale vers différents endroits (par exemple, où les panneaux solaires sont fabriqués) et différentes phases de leur durée de vie.

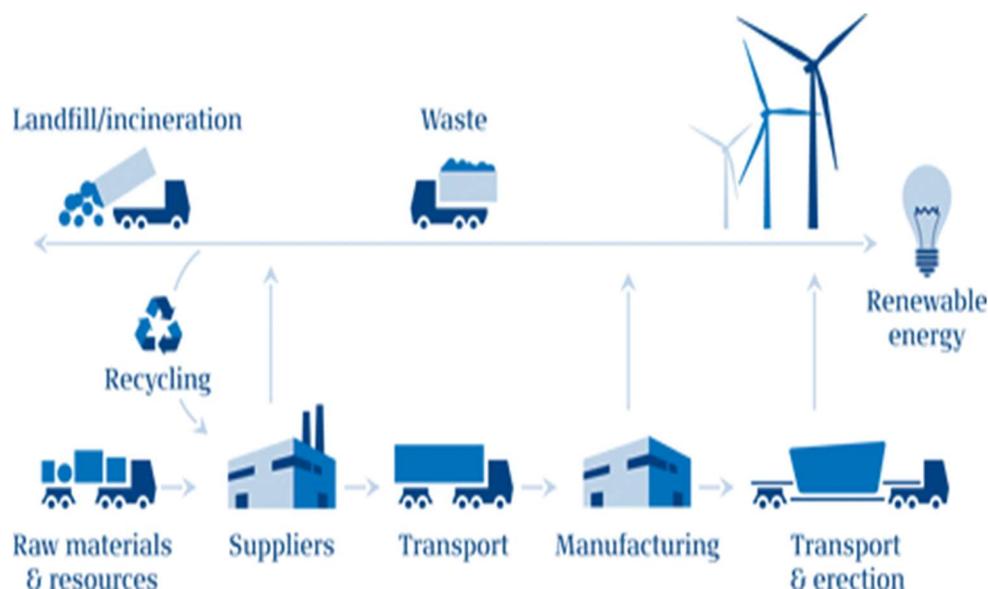


Figure 6.5 Schéma du cycle de vie général d'une éolienne. (www.vestas.com 2009)

La méthodologie de l'analyse du cycle de vie (ACV) est utilisée pour que chaque alternative de production d'électricité puisse être examinée pendant toute sa durée de vie, depuis l'extraction des matières premières, jusqu'à la fabrication, l'assemblage, le transport, l'installation, l'exploitation et l'élimination, qui peut comprendre le démontage, le recyclage, l'incinération et l'enfouissement de leurs différentes pièces.



Selon l'ACV, un objectif et une portée de l'étude de chaque alternative de production d'électricité sont fixés et définissent l'unité fonctionnelle comme 1 kWh d'électricité fournie. Une fois que le modèle de produit est construit et que les données relatives aux intrants matériels et énergétiques sont recueillies, l'inventaire du cycle de vie (ICV) est créé. Avec l'aide de logiciels sophistiqués et de bases de données

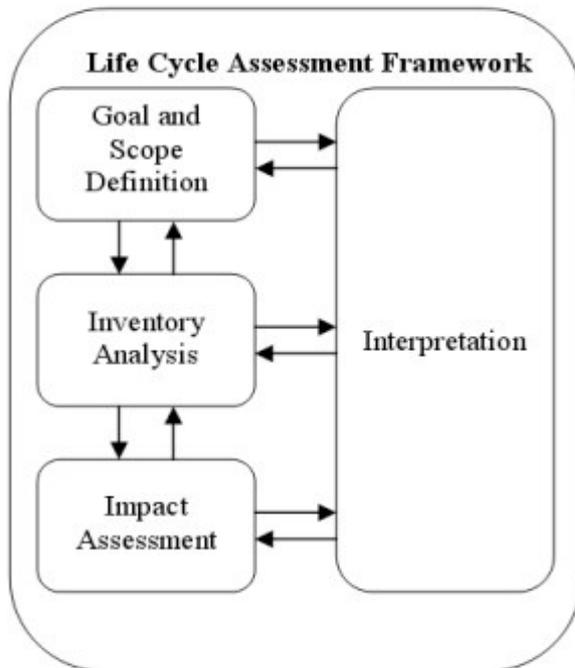


Figure 6.6 Cadre d'évaluation du cycle de vie - Les quatre phases d'une ACV. (ISO 14040, 2016)

commerciales fiables, la prochaine étape de la méthodologie de l'analyse du cycle de vie est l'évaluation de l'impact sur le cycle de vie. « L'analyse d'impact du cycle de vie (LCIA) traduit les émissions et les extractions de ressources en un nombre limité de scores d'impact environnemental au moyen de facteurs de caractérisation » (RIVM, 2018) en utilisant les intrants définis dans l'ICV et le modèle de produit. Le résultat de cette modélisation fournit des résultats pour de nombreux impacts environnementaux potentiels pour la production de 1 kWh d'électricité en utilisant chaque technologie. Ces catégories comprennent non seulement le potentiel de réchauffement de la planète, mais aussi l'écotoxicité marine, la toxicité humaine, etc. Les résultats de la modélisation ACV sont utilisés dans l'outil en tant que paramètres, combinés à l'offre d'électricité prévue sur la base du bouquet électrique

choisi envisagé dans chaque scénario. Le résultat est un ensemble de valeurs qui reflète les impacts environnementaux du cycle de vie de chaque scénario. Sur la base de ces résultats, les scénarios peuvent être comparés dans le contexte de l'approche méthodologique d'ICE pour la transition énergétique, et des conclusions utiles peuvent être tirées sur leur durabilité environnementale.

L'analyse des différents scénarios envisagés pour la transition énergétique conduit à choisir le meilleur plan de mise en œuvre. Les résultats des différents moyens d'évaluation de l'accessibilité financière, de la sécurité énergétique et des incidences sur l'environnement permettent aux principales parties prenantes de choisir leur plan préféré pour faire avancer la transition énergétique intelligente. La section suivante de l'approche méthodologique d'ICE donne des indications sur la mise en œuvre de ces plans.



7. Mise en œuvre, suivi et révision

Cette section donne un aperçu des approches appropriées pour la mise en œuvre, l'inspection et, surtout, la réévaluation des transitions ICE en cours.

L'adoption des étapes nécessaires dans la méthodologie ICE conduit à une étape décisive de la sélection du plan préféré. Cependant, la sélection du plan est loin du processus de planification et d'exécution de la mise en œuvre. Ce processus de mise en œuvre de la transition énergétique intelligente suit et doit être effectué de manière opportune et bien développée. Ce faisant, les objectifs transitoires du système peuvent être exploités en fonction des critères de performance réels (issus de la méthodologie ICE) pour la transition énergétique intelligente. Cela conduirait à un processus itératif de réexamen des implémentations et de leurs résultats dans les choix des objectifs d'ICE au fur et à mesure que les conditions dans le système peuvent changer et que de nouvelles informations deviennent disponibles.

En outre, un élément clé de la mise en œuvre, du suivi et de la révision de la transition énergétique intelligente est axé sur l'exploitation des ressources humaines et financières disponibles. Cela peut signifier une combinaison d'exécution de contrats et de plans de performance et de reporting, la coordination des partenaires du projet, les achats, la poursuite de l'engagement public et le renforcement des capacités des principales parties prenantes. Au cours de ces processus, les parties prenantes peuvent obtenir des informations différentes des hypothèses initiales dans les plans de mise en œuvre préférés concernant le coût et la disponibilité des options. Par conséquent, la révision du plan fait partie intégrante de la méthodologie ICE pour les transitions énergétiques intelligentes. Pour assurer un suivi et une révision efficaces des plans d'action, des procédures doivent être mises en place pour les mises à jour intermédiaires et complètes du programme de transition énergétique intelligent sélectionné. Des résultats bien documentés, incluant tous les modèles et rapports utilisés dans la sélection, la mise en œuvre et les opérations des différents projets, devraient être partagés avec toutes les parties prenantes.

Selon Tellus Institute (1999), les principaux cycles de planification des compagnies d'électricité et, par extension, des acteurs clés de l'énergie peuvent varier de deux à cinq ans, en vue de planifier un processus actualisé tous les 3 à 5 ans. Cette approche est soutenue par le fait que les ressources ajoutées (production, efficacité énergétique, gestion de la demande et autres technologies innovantes) aux performances du système énergétique peuvent changer – pour le meilleur ou pour le pire par rapport aux prévisions. La surveillance de ces entités dans le cadre de la mise en œuvre de la transition énergétique peut fournir des données critiques pour les itérations ultérieures du processus de transition énergétique. Une base pour le jugement des performances de la ressource nouvelle / adaptée serait de comparer cette performance avec des données d'autres implémentations similaires dans d'autres endroits pour déterminer si le problème est local à ce système ou est commun à toute cette implémentation technologique. Bien entendu, de telles informations peuvent être utiles pour le choix du plan préféré pour la transition énergétique intelligente.

D'autres particularités de cette phase de la méthodologie ICE englobent les exigences d'exploitation et de maintenance de la technologie implémentée. Comme indiqué de manière similaire dans ETI (2017), il est nécessaire de décrire clairement les mesures nécessaires de fonctionnement et de performance attendue de l'utilisation normale de la technologie / de l'équipement et des entités système étroitement liées. À cela s'ajoute une description appropriée des activités et des responsabilités critiques du personnel en matière de maintenance et de réparation des technologies, ainsi qu'un moyen de partage / transfert de ces informations entre les membres du personnel. Cela devrait facilement éclairer un moyen de faciliter



le remplacement des composants d'équipement, les demandes hors ligne planifiées, les réclamations au titre de la garantie, et de consigner les succès et les économies d'énergie (ETI, 2017).

Pour la gestion de la demande et l'efficacité énergétique ainsi que pour d'autres programmes et plans innovants, les principales parties prenantes avec une entité de supervision désignée doivent généralement contrôler le nombre et les types de clients participant aux programmes, les économies réalisées et les coûts respectifs de mise en œuvre des différents programmes. Les données de suivi seraient utilisées pour faciliter l'évaluation de l'efficacité des programmes de gestion de la demande et d'efficacité énergétique, les comparaisons étant tirées des estimations initiales, comme cela a été souligné précédemment. En outre, l'évaluation de la gestion, du marketing, des procédures de contrôle de la qualité et des réponses des consommateurs et des achats devrait fournir des informations essentielles pour le déploiement stratégique de la gestion de la demande et la conception des programmes d'efficacité énergétique. Ce faisant, les principales parties prenantes seront informées des ajustements à mi-parcours qui peuvent être réalisables et souhaitables et tireront parti des leçons apprises pour améliorer la transition énergétique intelligente. Cette méthode d'évaluation peut être qualifiée d'évaluation de processus et doit être soigneusement coordonnée avec les évaluations d'impact. Elle peut utiliser plusieurs méthodes, telles que des enquêtes approfondies avec des responsables de programme, des visites de sites, des techniques d'enquête, des groupes de discussion et un examen des documents (Tellus Institute, 1999). Il convient de noter que, par nature, l'évaluation de la performance des programmes DSM est relativement plus difficile que l'évaluation de la performance d'autres ressources et programmes axés sur l'offre dans le cadre de la transition énergétique. Des observations de l'impact de la gestion de la charge ne peuvent pas être effectuées directement de la même manière que vous pouvez mesurer les caractéristiques pertinentes d'un projet / d'une implémentation de ressources d'approvisionnement.

La planification étant un processus continu, le développement de la planification de la transition énergétique intelligente est répété périodiquement. Peu de temps après la fin de la mise en œuvre d'un programme ou d'un projet en transition, il est essentiel de recueillir les avis des membres de l'équipe et des autres parties prenantes pour éclairer les prochaines étapes d'amélioration du prochain projet. Après l'achèvement de quelques projets, l'expertise locale (un registre de compétences de projet peut être développé) et les informations pertinentes peuvent aider la communauté à réévaluer ses objectifs ICE dans de nouvelles conditions et à s'assurer que les sélections du plan de transition énergétique intelligent à venir tirent parti de ces résultats. En substance, l'apprentissage à partir des projets déjà réalisés facilite le développement et l'exécution des projets présentés ultérieurement. Cela accélérera les progrès vers la réalisation de la transition énergétique intelligente.

L'approche méthodologique de l'ICE fournit une structure et une opportunité aux services publics et aux principales parties prenantes d'apprendre et développer des plans dans une atmosphère de coopération en tant que plan initial pour la mise en œuvre et l'examen face aux changements du système. Par conséquent, la méthodologie ICE et la transition énergétique intelligente ne sont pas immuables et peuvent évoluer avec le temps lorsque les conditions changent, une fois effectuées de manière transparente et bien documentée. La flexibilité de la mise en œuvre – qui peut inclure des mises à jour de la politique au sein du cadre réglementaire du système – est importante. Lorsqu'un développement qui n'a pas été suffisamment anticipé survient, il est important de revoir le plan plutôt que de le respecter à la lettre ou, au contraire, de le contourner.



8. Favoriser les entreprises locales - Manuel du modèle économique

Favoriser les opportunités pour les petites et moyennes entreprises (PME) locales est un objectif fondamental de la méthodologie ICE, illustré comme le lien entre la méthodologie et le manuel de modèle commercial de la Figure 1.1. Cette section fournit un aperçu des opportunités qu'une transition suivant la méthodologie ICE peut présenter pour les entreprises locales. La section 8.1 décrit les compétences clés et les entreprises locales nécessaires à la transition suivant la méthodologie ; la section 8.2 explore les problèmes et les défis liés à l'accès au financement approprié pour les PME dans ce domaine ; et la section 8.3 présente les avantages, les défis et les stratégies pour renforcer les capacités des entreprises locales susceptibles de réaliser des transitions suivant la méthodologie ICE chez elles et ailleurs.

8.1 Quelles entreprises sont nécessaires et comment les trouver

Comme tout chantier majeur, la transition vers un système énergétique intelligent dans les territoires périphériques devrait générer un large éventail d'opportunités commerciales de fourniture de biens et services. Comme nous l'avons souligné précédemment, la maximisation et l'exploitation de ces opportunités par les entreprises et les particuliers *locaux* constituent un élément important de l'approche ICE, qui nécessite l'identification et le développement de capacités et de compétences locales.

Il est également important de reconnaître que d'un endroit à l'autre, l'échelle et la nature des possibilités d'implication commerciale varieront considérablement. Premièrement, les technologies et les services requis varieront selon les conditions locales : quels types de production sont adaptés aux ressources locales, quelles approches de gestion de la demande sont acceptables sur les plans technique et social, etc. vu dans les sections précédentes – la sélection du plan de transition préféré. Dans certains endroits, la structure du secteur de l'électricité et le statut juridique des monopoles en place peuvent limiter les possibilités d'implication commerciale dans la production d'électricité ou la gestion des réseaux, problèmes qui doivent être soulignés lors des engagements de la section 2.

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 contexte à l'autre. Par exemple, l'éventail précis des prestataires de services et leurs arrangements contractuels 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 n'est pas approprié de spécifier ici le champ d'application de marchés particuliers. Au lieu de cela, nous nous appuyons sur la littérature qui sous-tend les présentes recommandations pour décrire les types de produits et services susceptibles d'être nécessaires et présenter un cadre que les collectivités et les autres parties prenantes peuvent utiliser et adapter à leurs besoins spécifiques.

En général, une transition énergétique intelligente offrira des opportunités commerciales couvrant 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 consiste à accroître la fourniture d'énergie à partir de sources renouvelables.
- **Technologies et pratiques intelligentes** - Une gestion plus efficace ou « plus intelligente » des réseaux électriques grâce à l'adoption de nouvelles technologies et de nouvelles pratiques est une composante essentielle d'un système intelligent énergétique isolé.



- **Engagement des parties prenantes** - L'établissement des objectifs du système énergétique, l'obtention du soutien de l'action et la réalisation des avantages de l'action sont des éléments essentiels d'une transition réussie.
- **Supervision et gestion** - Planifier, guider et mesurer le succès de la transition du système dans son ensemble.

La Figure 8.1 ci-dessous illustre les domaines d'opportunité et les types de produits et de services susceptibles d'être inclus dans chaque domaine. Comme indiqué ci-dessus, les dispositions contractuelles peuvent varier considérablement. Par exemple, dans certains contextes, une entreprise unique, bien dotée en ressources et aguerrie peut accepter un contrat d'ingénierie, approvisionnement, construction (EPC) pour un projet de production d'électricité renouvelable, service qui peut ne pas convenir aux capacités disponibles localement ailleurs. Dans chaque domaine, l'identification du « service clé », le rôle sans lequel les autres services ont peu de chances d'être demandés, tels que le développement de projets, les permis, l'équipe de compétences et le capital, est nécessaire.

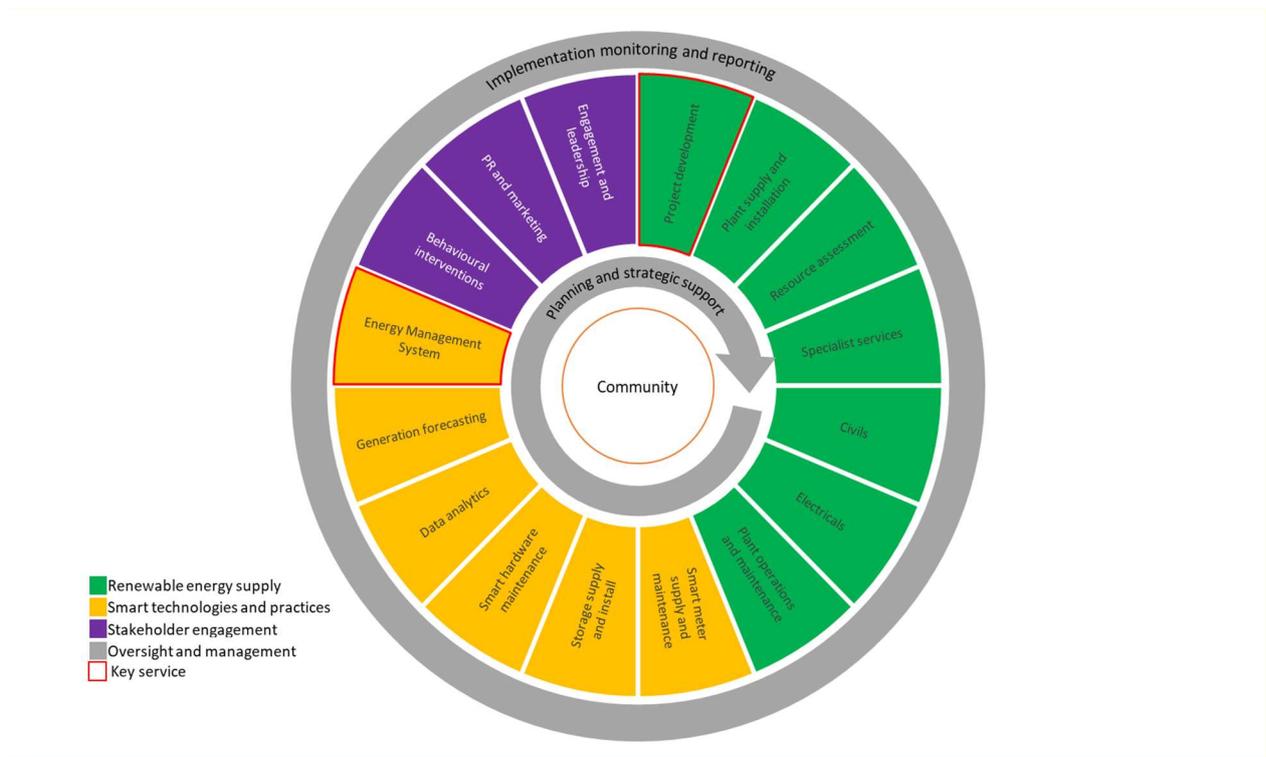


Figure 8.1 Domaines d'opportunité et types de produits et services probables pour la transition

8.2 Accès au capital

L'accès au financement a été identifié comme un obstacle majeur à l'innovation en empêchant les investissements des entreprises dans la mise sur le marché de nouveaux produits et services, comme dans le cas des transitions énergétiques intelligentes. L'accès limité au financement, en particulier par les PME, affecte tous les autres secteurs et est désormais abordé de manière stratégique au niveau de l'UE



dans le cadre du programme COSME² et de la Banque européenne d'investissement. La plupart ou la totalité des États membres ont également mis en place des systèmes d'aide à l'accès au financement pour les PME dans le cadre de leurs approches plus larges de soutien et de financement des entreprises. Ceux-ci comprennent traditionnellement :

- Subvention - financement public essentiellement destiné aux entreprises et autres organisations afin de financer en partie un projet d'innovation. Il s'agit d'une approche de partage des risques, reflétant le fait que les entreprises, en particulier les PME, manquent souvent de la capacité financière nécessaire pour assumer 100% du risque du projet. De même, les bénéfices d'une réussite s'étendent au-delà de l'entreprise qui prend des risques, et il est donc justifié de subventionner le projet ;
- Financement par prêt - financement commercial que les entreprises peuvent emprunter pour financer leurs plans d'investissement, avec un élément de subvention ou de souscription des risques avec des fonds publics pour permettre des conditions de prêt plus attrayantes. Étant donné que les prêts doivent être remboursés avec intérêts à la fin du terme, ce type de financement est plus attrayant pour les projets à faible risque ;
- Financement par fonds propres - financement commercial fourni aux entreprises par des investisseurs externes en échange d'une participation dans la société. Bien que les fonds propres ne doivent pas être remboursés (bien que l'entreprise puisse choisir de racheter la participation), ce mécanisme devient très coûteux pour les projets à haut risque, en particulier lorsque les investisseurs ont des difficultés à quantifier le risque.

De nombreuses PME constatent qu'aucune de ces sources de financement n'est à leur disposition à des conditions abordables pour fournir les services nécessaires. Certaines nouvelles approches qui pourraient aider à combler ces lacunes, en particulier les approches rendues possibles par les activités de groupe, sont présentées ici :

8.2.1 Financement par des subventions

Un très large éventail de programmes de financement par subvention sont potentiellement disponibles pour les entreprises innovantes, que ce soit au niveau européen, national ou régional.

8.2.1.1 Européen

H2020

Le programme Horizon 2020 est le principal programme de financement européen pour la recherche collaborative. Les projets sont cofinancés par l'UE et les participants. Pour les projets de recherche et développement, la part de la contribution de l'UE peut atteindre 100% du total des coûts éligibles. Pour les projets d'innovation, jusqu'à 70% des coûts, à l'exception des entités juridiques sans but lucratif qui peuvent également recevoir jusqu'à 100% dans ces actions. Dans tous les cas, les coûts indirects seront couverts par un taux forfaitaire de 25% des coûts directs.

En outre, un programme dédié est disponible pour chaque PME. Deux catégories de projets peuvent être soutenues : évaluation de la faisabilité (pour laquelle une subvention forfaitaire de 50 000 euros est

² Competitiveness of Enterprises and SMEs, http://ec.europa.eu/enterprise/initiatives/cosme/index_en.htm



disponible) et projet d'innovation (pour lequel un financement allant jusqu'à 2,5 millions d'euros est disponible, avec un taux d'intervention de 70% des coûts éligibles). Un soutien supplémentaire à la commercialisation est également disponible, mais sous forme de capital-risque (au lieu des subventions). Des conseils sont disponibles auprès du réseau Enterprise Europe.

LIFE

Le programme LIFE est l'instrument de financement de l'UE pour l'environnement et l'action climatique. L'objectif général de LIFE est de contribuer à la mise en œuvre, à la mise à jour et au développement de la politique et de la législation environnementales et climatiques de l'UE en cofinçant des projets présentant une valeur ajoutée européenne. À ce titre, le financement LIFE pour l'innovation est limité. Cependant, l'essai de nouvelles technologies propres pour permettre un déploiement à grande échelle pourrait être soutenu.

8.2.1.2 National et régional

Tous les États membres offrent des subventions pour l'innovation et la recherche collaborative. Les subventions sont allouées dans le cadre d'un processus concurrentiel, en tenant compte des objectifs définis par l'organisme adjudicateur. Tous les programmes de subventions doivent être conformes aux réglementations sur les aides d'État à l'échelle de l'UE, ce qui limite le niveau d'intervention (selon que le sujet du projet correspond à l'une des exemptions par catégorie).

Au cours de la période de programmation 2014-2020, un élément majeur du financement régional est le programme des Fonds structurels et d'investissement européens (Fonds ESI). Ceux-ci sont administrés par les autorités régionales aux côtés d'autres sources de financement régional et national. Les priorités, l'éligibilité et les voies d'accès sont donc déterminées au niveau régional.

Dans les juridictions locales non européennes, il y a le Fonds vert pour le climat, d'autres programmes locaux axés sur le climat et l'énergie financés par la Banque mondiale auxquels les communautés locales peuvent avoir accès pour se financer.

8.2.2 Financement par emprunt

Prêts privés

La grande majorité des entreprises, tous secteurs confondus, mobilisent tous leurs financements extérieurs sous forme de capitaux empruntés auprès de prêteurs commerciaux tels que les banques. Il y a plusieurs raisons à cela, y compris :

- Réticence à diluer les prises de participation des fondateurs
- Complexité et coûts de gestion liés aux relations avec les partenaires actionnaires
- Coût des capitaux propres potentiellement élevé en raison de la prime de risque

Le financement bancaire est devenu plus difficile d'accès après la crise financière en raison de la nécessité pour les banques d'améliorer leurs ratios de liquidité. En outre, les chefs d'entreprise doivent souvent risquer leur maison pour fournir une garantie de prêt. Bien que l'on s'entende généralement pour dire que le crédit bancaire traditionnel n'est pas le meilleur moyen de soutenir les entreprises en croissance, il existe actuellement un manque d'alternatives accessibles (voir ci-dessous).

Prêts publics / privés

Une solution possible au manque de prêts commerciaux convenables des banques consiste à mobiliser des capitaux privés avec des fonds publics. Cela peut être réalisé en utilisant les fonds publics pour couvrir la plupart des risques. Ceux-ci sont généralement exploités au niveau national ou régional. En



supposant un taux de défaut moyen, une souscription publique relativement faible peut générer un investissement important (par exemple 50 fois).

Les banques de développement et d'investissement telles que la Banque européenne d'investissement (BEI), qui fournit un financement à long terme à l'UE, constituent une source majeure de financement public. Il s'agit de la plus grande banque d'investissement multinationale au monde, avec 70 milliards de livres sterling de prêts, soit 2,5 fois plus que la Banque mondiale. L'État membre concerné, ainsi que la CE, doivent signer chaque projet garantissant un financement ; cela garantit que le projet répond aux critères économiques objectifs de l'UE et soutient les objectifs politiques globaux de l'UE.

La BEI investit dans de très gros projets, y compris des programmes, qui peuvent être financés conjointement avec des programmes nationaux ou régionaux. C'est ainsi que l'argent de la BEI peut aider les PME dans toute une série de projets, y compris la R & D générale, l'énergie propre maritime, l'efficacité des ressources, etc. Il est possible de combiner les subventions avec le budget de l'UE et de travailler en partenariat avec la CE, à l'image de JEREMIE (Ressources européennes communes pour les petites et moyennes entreprises), qui a octroyé des prêts individuels aux entreprises pour un montant moyen de 300 000 GBP.

8.2.3 Financement par fonds propres

Il existe une dépendance excessive à l'égard du financement par emprunt, en particulier sur le marché des PME, mais le degré de dépendance est très variable d'un État membre à l'autre. Par exemple, au Royaume-Uni, seules 3% des petites et moyennes entreprises utilisent le financement par fonds propres, moins que la moyenne de l'UE de 7%, et beaucoup moins que dans des pays comme le Danemark et la Suède, où les investissements en actions représentent respectivement 46% et 31% du financement des PME.

Capital-risque - Les sociétés de capital-risque investissent dans des entreprises en phase de démarrage, à haut risque mais à fort potentiel. Les investissements en capital-risque sont généralement destinés aux entreprises en phase de démarrage qui connaissent une croissance élevée ou un potentiel de croissance élevée. Pour cette raison, il est peu probable que les investissements en capital-risque soient adaptés aux start-ups qui n'ont pas encore établi leurs revenus. Généralement, après un investissement de 3 à 7 ans, l'investisseur en capital-risque quittera l'entreprise, soit en revendant ses actions à l'entreprise, soit en les cédant à un autre investisseur.

Capital privé - Les sociétés financières privées fournissent des financements à moyen et long terme en contrepartie d'une prise de participation dans des sociétés non cotées à fort potentiel de croissance. Le retour sur investissement dépendra de la croissance et de la rentabilité de l'entreprise. En conséquence, la plupart des investisseurs en capital privé chercheront à s'associer à des entreprises pour développer leur activité. Par exemple, un prestataire de capital privé comme Broadlake gère un fonds de 100 millions d'euros et cherche à investir entre 2 et 10 millions d'euros à titre d'aide financière et stratégique à long terme dans des entreprises établies ou en croissance. Ils ont investi dans 45 PME au cours des 20 dernières années. Un tel financement peut être utile aux parties prenantes de l'énergie intelligente / PME locales dans le cadre de la transition énergétique.

Capital public - À la différence des capitaux privés, l'entreprise entre en bourse avec des actions pouvant être mises en circulation et échangées par les particuliers. Le principal marché d'actions au Royaume-Uni et en Europe pour les entreprises en croissance est l'Alternative Investment Market (AIM), géré par la Bourse de Londres. L'AIM offre aux petites entreprises en croissance un marché public avec un accès aux investisseurs particuliers et institutionnels de premier plan dans un environnement réglementaire conçu spécifiquement pour répondre à leurs besoins. Il n'y a pas de règles imposant aux sociétés d'être d'une certaine taille ou



d'avoir accompli un certain volume de transactions. Cependant, un conseiller désigné (Nomad) s'attend à ce qu'un candidat viable à l'AIM ait de fortes perspectives de croissance et une équipe de direction qui se compare favorablement à son groupe de pairs. Depuis son lancement en 1995, plus de 3 000 entreprises du monde entier ont choisi de rejoindre l'AIM, levant collectivement près de 100 milliards d'euros.

Investissement providentiel - Les investisseurs providentiels sont le plus souvent des particuliers fortunés qui investissent dans des entreprises en phase de démarrage ou à forte croissance, directement ou par le biais de réseaux et de syndicats organisés. Les investisseurs providentiels ont généralement une connaissance et une expérience substantielles des entreprises en croissance et peuvent agir comme mentor pour l'entreprise, en apportant soutien et conseils. L'investisseur providentiel convient aux entreprises en phase de démarrage ou qui recherchent une première ou une deuxième phase de financement externe pour se développer rapidement. C'est applicable à la transition énergétique intelligente et au financement en capital correspondant.

Marché obligataire au détail - Les obligations sont essentiellement une reconnaissance de dette. L'acheteur reçoit chaque année un coupon pour un nombre déterminé d'années, à la fin desquelles le bon peut être revendu. Les obligations au détail sont mises en circulation par des investisseurs particuliers, y compris des épargnants, par le biais d'un intermédiaire qui gère l'émission. Le montant minimum investi peut commencer à des niveaux relativement faibles - généralement moins de 1 000 €. Les investisseurs en obligations au détail peuvent acheter ou vendre une obligation à tout moment et vérifier son prix à la Bourse - tout comme une action. Au Royaume-Uni, le marché des obligations de détail est plus petit que celui des autres pays développés. La MOT italienne, créée en 1994, est le marché des obligations au détail le plus prospère, le plus liquide et le plus négocié d'Europe, avec plus de 800 obligations cotées, qui ont permis de lever 700 milliards d'euros depuis sa création.

Obligations au détail auto-émises - Les entreprises peuvent émettre elles-mêmes une obligation au détail, option de financement principalement utilisée par les moyennes entreprises à la recherche de capital de croissance à long terme. En Allemagne, il y a eu environ 200 obligations auto-émises, les investisseurs venant généralement des sociétés elles-mêmes, de leur clientèle ou des personnes locales. Au cours de l'année dernière (mars 2012-mars 2013), le volume total d'émissions des sociétés allemandes et autrichiennes s'est élevé à 1,9 milliard d'euros, avec un volume d'émission moyen d'environ 35 millions d'euros. Au Royaume-Uni, le marché des obligations auto-émises est moins développé, même si plusieurs obligations de premier plan ont été émises ces dernières années, notamment la société de production d'énergie renouvelable Ecotricity.

Corporate venturing - Relation d'investissement formelle et directe, généralement entre une grande et une petite entreprise. La plus grande entreprise apporte un soutien direct aux petites entreprises, généralement de trois manières, bien que certains partenariats combinent ces types d'investissements :

- En effectuant un investissement financier en contrepartie d'une prise de participation dans l'entreprise
- En offrant un financement par emprunt pour financer les activités de croissance pour un rendement convenu
- En offrant un soutien non financier pour une contrepartie convenue, telle que l'accès à des canaux de commercialisation ou de distribution établis.

Les grandes entreprises se lancent dans le corporate venturing pour un certain nombre de raisons. Il peut s'agir d'un simple investissement financier ou d'une opportunité de devenir un prestataire alternatif de financement sur le marché. Une entreprise peut s'engager dans des activités de corporate venturing pour la



valeur stratégique que cela peut apporter, par exemple soutenir sa chaîne d'approvisionnement, acquérir des connaissances sur le marché ou assurer le transfert de connaissances. Le corporate venturing est plus attrayant pour les entreprises en croissance qui apprécieraient une approche de partenariat pour leur prochain investissement. Que ce soit en fournissant des connaissances ou des passerelles vers le marché, le partenariat dans un corporate venturing sera diversifié, car il est adapté aux besoins des deux parties

Financement entre pairs et financement participatif - Les plateformes de financement entre pairs et de financement participatif permettent aux particuliers et aux entreprises de prêter aux petites et moyennes entreprises pour un projet spécifique. Le marché du financement entre pairs et du financement participatif connaît une croissance significative, notamment au Royaume-Uni et aux États-Unis. En 2012, 2,7 milliards de dollars ont été levés à l'échelle mondiale grâce au financement participatif et aux prêts entre pairs. Le prêt entre pairs convient aux entreprises qui font du commerce depuis au moins deux ans. Cependant, cela peut varier selon la plate-forme utilisée. Le financement participatif diffère dans la mesure où les investisseurs reçoivent généralement un retour en nature plutôt qu'un paiement d'intérêts.

Compte tenu du large éventail d'options de financement possibles pour les entreprises, il peut sembler surprenant qu'il existe des difficultés liées à la disponibilité du financement. Les commentaires anecdotiques des entreprises et des gouvernements indiquent que des problèmes doivent être résolus pour financer la transition vers l'énergie intelligente et que ceux-ci sont reconnus par les institutions financières. Par conséquent, il est essentiel de veiller à ce que toutes les principales parties prenantes et les PME et entreprises locales puissent bénéficier de l'appui nécessaire à la recherche du capital de départ et du financement nécessaires pour garantir la transition énergétique intelligente. L'approche méthodologique d'ICE pour la transition énergétique intelligente garantira la préparation des entreprises locales à la transition énergétique intelligente - développée dans les livrables T2.2 et T2.3 d'ICE.

8.3 Renforcement des capacités dans les entreprises locales

Le développement de compétences individuelles locales est nécessaire, tout comme la création de capacités commerciales locales. La présente section propose une brève description de la manière dont les écosystèmes d'innovation au niveau européen et national, par exemple en France et au Royaume-Uni, fonctionnent, avec un accent particulier sur les secteurs des réseaux intelligents et / ou des énergies marines renouvelables.

8.3.1 Soutien à l'innovation

L'innovation peut être considérée comme un moteur du soutien aux transitions énergétiques intelligentes. La manière dont l'innovation est soutenue dans l'UE et, en particulier, la manière dont les entreprises sont soutenues est essentielle pour améliorer les entreprises locales.

Niveau européen

L'innovation est essentielle à la compétitivité européenne dans l'économie mondiale. L'UE met en œuvre des politiques et des programmes qui soutiennent le développement de l'innovation afin d'accroître les investissements dans la recherche et le développement et de mieux convertir la recherche en produits, services ou processus améliorés pour le marché.

Il existe divers outils pour soutenir cette stratégie de l'UE, comme le réseau Enterprise Europe Network (EEN) ou le réseau European Business Network (EBN). Les partenaires du projet ICE, tels que Technopole Brest Iroise et Technopole Quimper Cornouaille côté français, font partie de ce réseau



EBN. Leur activité principale consiste à soutenir des idées innovantes et à les transformer en entreprise. Ces idées novatrices peuvent être liées à la transition énergétique intelligente pour trouver de nouveaux moyens de réaliser la transition.

EBN est un réseau d'environ [150 organismes EU | BIC](#) (centres d'affaires et d'innovation) certifiés de qualité et [70 autres organisations](#) qui soutiennent le développement et la croissance d'entrepreneurs innovants, de jeunes entreprises et de PME. EBN est également une [communauté de professionnels](#) dont le travail quotidien aide ces entreprises à se développer de la manière la plus efficace, la plus efficiente et la plus durable. La croissance de ces entreprises locales devrait être un soutien et elles seront alors en mesure d'aider efficacement à la transition énergétique locale intelligente.

Niveaux nationaux et locaux

Les paragraphes suivants proposent un bref aperçu de la manière dont le système pourrait fonctionner au niveau local / national dans le cadre de l'UE.

Le système d'innovation dépend principalement du gouvernement national, qui propose différents niveaux de soutien gérés par des organisations de soutien aux entreprises telles que Technopoles en France :

- **Incitations** à créer des entreprises innovantes
- **Aide fiscale** au développement des jeunes entreprises
- **Un cadre juridique** pour faciliter l'intégration des jeunes dans le monde industriel et développer des synergies entre la recherche publique et privée

8.3.2 Offre ICE aux entreprises

Les partenaires du projet ICE dans le cadre de l'approche méthodologique de l'ICE offrent un mécanisme de soutien aux entreprises lorsqu'il s'agit de travailler ensemble des deux côtés de l'Atlantique, avec toutes les contraintes que cela comporte, notamment en matière de propriété intellectuelle.

L'objectif est d'offrir aux entreprises la possibilité de tester certaines de leurs solutions dans une région isolée sur le plan énergétique – dans le cas du projet ICE, sur l'île d'Ouessant – afin de pouvoir proposer dans un second temps leurs solutions dans le monde entier, aux régions qui font face aux mêmes problèmes énergétiques, au sein de consortiums rassemblant des compétences complémentaires.

Les organisations de soutien aux entreprises impliquées dans le projet ICE travailleront sur :

- **La définition de l'offre** : que recherchent les entreprises ? Que peut-on faire pour les soutenir ?
- **Sélection des entreprises** : sur quels critères les entreprises seront-elles sélectionnées ?
- **Problèmes de propriété intellectuelle** pour résoudre tout problème susceptible de limiter, voire d'empêcher, la collaboration entre entreprises en France et au Royaume-Uni.

L'objectif général est de faire, par exemple, des entreprises françaises et britanniques les leaders des solutions de réseaux intelligents au niveau européen et mondial. Cela se traduit par l'identification et la sélection des entreprises locales à soutenir pour accéder au financement et au développement du



capital - toutes qualifiées d'entreprise certifiées ICE (une offre favorisant les collaborations) pouvant faciliter la transition énergétique intelligente des régions périphériques spécifiées.

8.4 Le manuel

En identifiant les compétences clés et les entreprises locales nécessaires à la transition énergétique intelligente dans les premières étapes de l'approche méthodologique d'ICE, les problèmes et défis liés à l'accès aux financements appropriés pour les PME dans l'environnement local peuvent être atténués avec le manuel du modèle commercial. Ce regroupement local / régional d'entreprises certifiées ICE destiné aux PME vise à faciliter la transition énergétique intelligente en raison de leur position adaptée pour avoir accès à un soutien financier pour des activités innovantes liées à leur rôle dans la transition énergétique. Les stratégies de financement collaboratif au sein des PME pour cibler un éventail de sources d'investissement, y compris le secteur bancaire traditionnel, mais surtout les systèmes de financement innovants tels que les prêts entre pairs, le financement participatif, les structures collectives, les financiers providentiels et les institutions financières, sont essentielles dans le manuel de modèle économique de l'approche méthodologique d'ICE. Outre l'optimisation et le renforcement des arguments en faveur de divers flux de financement, on aide les organisations commerciales impliquées dans la transition énergétique intelligente à renforcer leurs capacités et leurs réseaux afin d'accroître leur accès aux fonds nécessaires à leur croissance.



9. Récapitulatif

Ce document décrit une approche méthodologique proposée pour la conception et la mise en œuvre de systèmes énergétique intelligents sur les territoires insulaires. L'approche consiste en une série d'étapes séquentielles et d'itérations entre étapes qui visent à guider les communautés à travers le processus de création d'un réseau énergétique intelligent. Le caractère unique de cette approche est l'accent mis sur l'implication des compétences, des entreprises, et de l'industrie locales dans la livraison du programme, avec l'objectif de conserver ces bénéfices à long-terme à l'intérieur de la communauté.

Le document met en avant les considérations spécifiques de la méthodologie générique proposée pour la transition énergétique intelligente des réseaux isolés. Le cadre de travail comprend un ensemble d'instructions générales basé sur la compréhension des bonnes pratiques concernant les projets de transition énergétique intelligente en cours et sur les approches de la planification des réseaux électriques. Dans le cadre de l'approche méthodologique d'ICE, le rôle des différents acteurs dans la mise en œuvre de la méthodologie et le raisonnement derrière les choix effectués concernant les technologies et les politiques, entre autres, sont détaillés. Ceux-ci comprennent l'engagement des parties prenantes, l'évaluation des perspectives d'offre et de demande énergétique, et les problèmes liés à l'équilibrage. Les options, la fiabilité du système, les différents scénarios et la mise en œuvre, le contrôle et la révision des divers aspects de la transition énergétique sont ensuite considérés.

Après une introduction sur les objectifs et le champ d'action de la méthodologie, et une vue d'ensemble schématique des éléments clé, sept processus clé sont décrits :

- La section 2 met l'accent sur l'importance de l'engagement des parties prenantes pour une mise en œuvre réussie et propose quelques conseils concernant l'implication de la communauté.
- La section 3 explore des considérations importantes dans l'évaluation des tendances actuelles de demande énergétique et leur évolution dans le temps.
- La section 4 présente des instructions générales concernant l'identification et l'évaluation des options disponibles en matière d'approvisionnement énergétique.
- La section 5 explore les questions et les approches pour la garantie d'un réseau électrique stable et fiable.
- La section 6 fournit des conseils aux communautés pour les aider à faire la synthèse des différentes sources d'informations reçues, afin de créer un éventail de scénarios futurs crédibles et d'identifier le plan le plus adapté.
- La section 7 aborde la mise en œuvre, en attirant principalement l'attention sur l'importance cruciale de la surveillance et de la révision en cours.
- La section 8 met en avant les niches de croissance à prendre en considération afin de garantir un engagement de la part des entreprises locales dans la transition énergétique intelligente des territoires insulaires. Fournir des réseaux d'accès au financement et de renforcement des capacités des entreprises / PME locales.

L'objectif ultime de ce document est d'être un plan directeur pour les transitions énergétiques intelligentes sur les territoires périphériques et isolés, et de permettre la transférabilité de la méthodologie. Le résultat en présence est que les spécificités incluant les modèles économiques liés aux problèmes concernant les territoires isolés sont tous couverts par cette approche générique. A son tour, le document vise à donner aux dirigeants politiques et aux parties prenantes les perspectives, les preuves indirectes, et l'innovation pour développer des stratégies de transition énergétique intelligente pour les territoires périphériques et isolés.



La transférabilité de la méthodologie est un aspect clé du modèle économique. Par conséquent, la mise à l'essai de la méthodologie est une prochaine étape qui sera poursuivie dans le cadre de la tâche T2.4 du projet ICE en tant que moyen de validation du modèle. L'île d'Ouessant et le campus de l'Université d'East Anglia, en tant que démonstrateurs, serviront de cas réels pour tester la capacité de transfert de la méthodologie. En outre, le projet cherchera à utiliser quatre autres territoires isolés pour étudier et valider le potentiel de transférabilité du modèle économique. Par exemple, l'aspect du manuel commercial présenté pour les études de cas devrait permettre aux entreprises d'accéder aux financements et aux flux de capitaux, notamment aux clusters français et anglais, afin d'influencer les priorités de financement régional et national, et en parallèle d'aider à la formation de groupements collaboratifs pour favoriser des dossiers de financement réussis.

L'enjeu est ici de s'assurer que les spécificités liées aux problématiques des territoires isolés sont toutes couvertes par une approche générique. Les étapes de l'approche méthodologique d'ICE, Figure 1.1 (Sections 2-8), seront utilisées pour optimiser et affiner les paramètres génériques à prendre en compte pour transférer le modèle économique d'un territoire isolé à un autre.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier leurs collègues du consortium ICE pour leur contribution utile à ce rapport.



Références

- Amer, M., Daim, T. U. and Jetter, A. (2013) 'A review of scenario planning', *Futures*, 46, pp. 23–40. doi: 10.1016/j.futures.2012.10.003.
- Bailey, E., Devine-Wright, P. and Batel, S. (2016) 'Using a narrative approach to understand place attachments and responses to power line proposals: The importance of life-place trajectories', *Journal of Environmental Psychology*. Academic Press, 48, pp. 200–211. doi: 10.1016/J.JENVP.2016.10.006.
- Bezold, C. (2010) 'Lessons from using scenarios for strategic foresight', *Technological Forecasting & Social Change*, 77, pp. 1513–1518. doi: 10.1016/j.techfore.2010.06.012.
- Buchanan, K., Russo, R. and Anderson, B. (2015) 'The question of energy reduction: The problem(s) with feedback', *Energy Policy*. Elsevier, 77, pp. 89–96. doi: 10.1016/j.enpol.2014.12.008.
- Burgess, M. M. (2014) 'From "trust us" to participatory governance: Deliberative publics and science policy', *Public Understanding of Science*, 23(1), pp. 48–52. doi: 10.1177/0963662512472160.
- Campbell, S. and Bunker, K. (2017) *A Simple Integrated Resource Planning (IRP) Process Applicable to Island Territories and Nations: Scenario-Based Approach*.
- Chappin, É. (2011) *Simulating Energy Transitions, PhD Thesis*. Next Generation Infrastructures Foundation. doi: ISBN: 978-90-79787-30-2.
- Cotton, M. and Devine-Wright, P. (2012) 'Making electricity networks "visible": Industry actor representations of "publics" and public engagement in infrastructure planning', *Public Understanding of Science*. SAGE Publications Sage UK: London, England, 21(1), pp. 17–35. doi: 10.1177/0963662510362658.
- Davis, P. K., Bankes, S. C. and Egner, M. (2007) *Enhancing Strategic Planning with Massive Scenario Generation: Theory and Experiments*.
- Devine-Wright, P. (2013) 'Explaining "NIMBY" Objections to a Power Line: The Role of Personal, Place Attachment and Project-Related Factors', *Environment and Behavior*, 45(6), pp. 761–781. doi: 10.1177/0013916512440435.
- Devine-Wright, P. (2017) 'Environment, Democracy, and Public Participation', in *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd, pp. 1–10. doi: 10.1002/9781118786352.wbieg0613.
- ERSE (2014) *Entidade reguladora dos serviços energéticos, Tarifas e preços para a energia eléctrica e outros serviços em 2015 e parâmetros para o período de regulação 2015-2017*. Available at: <http://www.erse.pt/eng/electricity/tariffs/Paginas/default.aspx> (Accessed: 1 September 2016).
- ETI (2017) 'Islands playbook - Energy Transition Initiative'. Available at: <http://www.eere.energy.gov/islandsplaybook/>.
- Eurelectric (2012) *EU islands: Towards a Sustainable Energy Future*. doi: D/2012/12.105/24.
- Eurelectric (2017) *Towards the Energy Transition on Europe's Islands*.
- Foresight Horizon Scanning Centre (2009) *Scenario Planning*.



Fox, E., Foulds, C. and Robison, R. (2017) 'Energy & the Active Consumer: A Social Sciences and Humanities Cross-Cutting Theme Report'. Cambridge: SHAPE ENERGY. Available at: https://shapeenergy.eu/wp-content/uploads/2017/07/SHAPE-ENERGY_ThemeReports_ENERGY-THE-ACTIVE-CONSUMER.pdf (Accessed: 11 June 2018).

Friedrich-Ebert-Stiftung (2016) 'Smart Islands Projects and Strategies: Issued from the 1st European Smart Islands Forum'. Athens, Greece. Available at: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/athen/12860.pdf> (Accessed: 11 June 2018).

Godet, M. (2000) 'The Art of Scenarios and Strategic Planning: Tools and Pitfalls', *Technological Forecasting & Social Change*, 65, pp. 3–22.

Goulden, M. *et al.* (2014) 'Smart grids, smart users? The role of the user in demand side management', *Energy Research & Social Science*. Elsevier, 2, pp. 21–29. doi: 10.1016/J.ERSS.2014.04.008.

Heiskanen, E. *et al.* (2010) 'Low-carbon communities as a context for individual behavioural change', *Energy Policy*. Elsevier, 38(12), pp. 7586–7595. doi: 10.1016/J.ENPOL.2009.07.002.

Hirsch, B. *et al.* (2015) *Sustainable Energy for Remote Indonesian Grids: Accelerating Project Development*. Available at: <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/64018.pdf>.

HOMER (2017) *Homer Energy*. Available at: <http://www.homerenergy.com/> (Accessed: 6 July 2014).

IEA (2012) 'Renewable energy for remote areas and islands', (April).

IRENA (2017) *National energy roadmaps for islands*. Available at: <http://www.irena.org/publications/2017/Feb/National-Energy-Roadmaps-for-Islands>.

Jasanoff, S. (2006) 'The co-production of science and social order', in *States of Knowledge*. London: Routledge, p. 317. doi: 10.4324/9780203413845.

Kielichowska, I. *et al.* (2017) 'Islands and Energy Islands in the EU Energy System'. Available at: http://www.asset-ec.eu/downloads/ASSET_4_EnergyIsland.pdf (Accessed: 11 June 2018).

Knapp, L. and Ladenburg, J. (2015) 'How Spatial Relationships Influence Economic Preferences for Wind Power—A Review', *Energies*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 8(6), pp. 6177–6201. doi: 10.3390/en8066177.

Matthew, G. J. (2017) *Sustainable Low-Carbon Isolated Island Electricity Systems - Policy and Investment Impacts Assessed using System Dynamics*. The Open University. Available at: <http://oro.open.ac.uk/52360/>.

Middlemiss, L. (2008) 'Influencing individual sustainability: a review of the evidence on the role of community-based organisations', *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 7(1), p. 78. doi: 10.1504/IJESD.2008.017898.

National Grid (2017) *Future Energy Scenarios*.

Van Notten, P. W. F. *et al.* (2003) 'An updated scenario typology', *Futures*, 35, pp. 423–443. doi: 10.1016/S0016-3287(02)00090-3.

Owens, S. and Driffill, L. (2008) 'How to change attitudes and behaviours in the context of energy',



Energy Policy. Elsevier, 36(12), pp. 4412–4418. doi: 10.1016/J.ENPOL.2008.09.031.

PLEXOS (2017) *Energy Exemplar*. Available at: <https://energyexemplar.com/> (Accessed: 5 December 2016).

PROMISE – IEE Island Project (2013) *Promoting Best Practices to Support Energy Efficient Consumer Behaviour on European Islands: Final Publishable Report*.

RIVM (2018) *Committed to health and sustainability*. Available at: https://www.rivm.nl/en/Topics/L/Life_Cycle_Assessment_LCA/ReCiPe (Accessed: 14 May 2018).

Rowe, G. and Frewer, L. J. (2000) 'Public Participation Methods: A Framework for Evaluation', *Science, Technology, & Human Values*. Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, 25(1), pp. 3–29. doi: 10.1177/016224390002500101.

Schwartz, P. (1997) *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. John Wiley & Sons.

Shell International (2013) *New Lens Scenarios: A shift in perspective for a world in transition*.

Stathopoulos, M. *et al.* (2014) 'The Role of Residential Load-management in the Support of RES-Based Power Generation in Remote Electricity Grids', *Energy Procedia*. Elsevier, 46, pp. 281–286. doi: 10.1016/J.EGYPRO.2014.01.183.

Stirling, A. (2005) 'Opening up or closing down? Analysis, participation and power in the social appraisal of technology', in Leach, M., Scoones, I., and Wynne, B. (eds) *Science and citizens : globalization and the challenge of engagement*. Zed Books, pp. 218–231. Available at: <http://sro.sussex.ac.uk/21418/> (Accessed: 11 June 2018).

Strengers, Y. (2013) *Smart energy technologies in everyday life : smart utopia?* Palgrave Macmillan.

Tellus Institute (1999) *Best Practices Guide : Integrated Resource Planning For Electricity, Environment*. Boston, MA.

Vallvé, X. (2013) 'Renewable Energies for Remote Areas and Islands (REMOTE)', in *Microgrids Symposium*. Santiago. Available at: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/promotingee2008.pdf>.

Wesselink, A. *et al.* (2011) 'Rationales for Public Participation in Environmental Policy and Governance: Practitioners' Perspectives', *Environment and Planning A*. SAGE Publications Sage UK: London, England, 43(11), pp. 2688–2704. doi: 10.1068/a44161.

Whatmore, S. J. and Landström, C. (2011) 'Flood apprentices: an exercise in making things public', *Economy and Society*. Taylor & Francis Group, 40(4), pp. 582–610. doi: 10.1080/03085147.2011.602540.

Wiersma, B. (2016) *Public acceptability of offshore renewable energy in Guernsey: Using visual methods to investigate local energy deliberations*. University of Exeter. Available at: <https://ore.exeter.ac.uk/repository/handle/10871/21565> (Accessed: 11 June 2018).

World Energy Council, Accenture Strategy and Paul Scherrer Institute (2016) *World Energy Scenarios / 2016*.



Zizzo, G. *et al.* (2017) 'A feasibility study of some DSM enabling solutions in small islands: The case of Lampedusa', *Energy*. Pergamon, 140, pp. 1030–1046. doi: 10.1016/J.ENERGY.2017.09.069.

