

DÉVELOPPEMENT

RECHERCHE

EFFICACITÉ

ÉNERGIE

AGRICULTURE

GESTION

BIOCARBURANT

ENVIRONNEMENT

CHALEUR

COGÉNÉRATION

TECHNOLOGIE

ÉLECTRICITÉ

Guide Ecotec 21



1. Introduction	p.4
2. Le choix d'une technologie appropriée	p.10
La réalisation d'études de faisabilité	p.11
La biomasse est-elle une option ?	p.13
Le choix d'un moteur adapté	p.19
3. Les obligations légales	p.22
Comparaison des législations dans l'Union européenne, au Royaume-Uni et en France	p.23
Les procédures administratives pour l'installation d'un système de cogénération en France et au Royaume-Uni	p.26
4. La mise en place du système	p.30
La gestion des risques	p.31
Les leçons tirées de la phase de mise en œuvre	p.34
La gestion de l'énergie	p.38
Attitudes, intentions et comportements vertueux pour l'environnement.....	p.38
Communication et participation des habitants.....	p.38
Voir plus grand : La mise en place d'un réseau de chaleur	p.41
5. Conclusion	p.46



Réalisation couverture : JhUms! - Conception : Florence Sgard - Mars 2015 - Crédits photos : Stockvault - Magdeleine - Habitat du Littoral

1. Introduction

Le guide final Ecotec présente les résultats du projet et donne aux autorités locales et parties prenantes des conseils sur la façon de mettre en œuvre la technologie de cogénération dans leur patrimoine bâti existant. Ces résultats portent sur les aspects techniques, les critères de sélection des bâtiments, les obligations légales et les informations contractuelles. Il illustre ces résultats avec des exemples concrets issus du projet.

Le projet Ecotec21 a pour but d'améliorer l'efficacité énergétique par la promotion de la cogénération simultanée de l'électricité et de la chaleur exploitable par l'utilisation de biomasse ou de biocarburant dans des systèmes combinés de

chaleur et d'électricité aussi appelés Combined Heat and Power (CHP). Les moteurs de cogénération peuvent être alimentés par plusieurs types de carburants. Ecotec 21 entend les tester en s'intéressant tout particulièrement au glycérol et aux déchets issus de l'agriculture et de l'industrie forestière et en installant ces moteurs dans des infrastructures existantes pour étudier le bénéfice énergétique en découlant. Il est également prévu de faciliter les démarches liées à l'installation de cogénération en faisant la liste des procédures et établissant un schéma simplifié de ces dernières (autorisations préalables, contrat de fourniture, gestion de l'énergie etc...). Enfin, Ecotec 21 vise à accroître la prise de conscience environnementale des utilisateurs, habitants et décideurs.

11 partenaires impliqués dans le projet



Les partenaires Ecotec devant la Résidence Béthanie



Le Medway Council

est l'autorité unitaire compétente sur le territoire de l'agglomération du Medway, une des plus grandes zones urbaines du Sud Est de l'Angleterre. Elle est composée de cinq villes : Chatham, Rainham, Rochester, Gillingham and Strood. Le Council fournit des prestations de services directes et est aussi en charge de l'amélioration stratégique du Medway. Le Département de Développement Economique et de Régénération Sociale favorise les projets cofinancés par l'Union Européenne pour améliorer le territoire du Medway grâce à des activités transfrontalières

avec des partenaires.

Ecotec 21 est une réelle opportunité d'apprendre et de promouvoir l'utilisation de technologies de cogénération au travers de recherches, évaluations, essais et évènements mis en place par les partenaires du projet. L'objectif du Medway Council est de définir de façon claire la façon dont cette technologie pourrait être utilisée pour fournir au siège du Council – ou à des bâtiments emblématiques comme le Centre d'Innovation du Medway - une énergie produite par cogénération.



Habitat du Littoral

Créé en 1914, Habitat du Littoral est l'Office Public de l'Habitat (OPH) de Boulogne-sur-Mer. Il est un acteur historique du logement social sur le territoire du Boulonnais. Son activité diversifiée couvre une large partie de l'offre de logement : logement très social, logements étudiants ou encore logement pour les seniors. Le patrimoine d'Habitat du Littoral se compose de 4 500 logements collectifs et de 1 200 maisons individuelles pour environ 14 000 locataires. En tant qu'acteur majeur du logement sur son territoire, Habitat du Littoral travaille à limiter l'impact environnemental de ses projets et a fait du développement durable une de ses priorités. Son action illustre et même anticipe les grandes orientations du Grenelle de l'Environnement.

Le projet Ecotec 21 a offert à Habitat du Littoral l'opportunité de tester la mise en œuvre de 2 chaudières à micro-cogénération biomasse dans un bâtiment collectif de 10 logements réhabilité. Cette opération est l'opportunité d'étudier les aspects techniques et financiers liés au lot chauffage, ainsi que son impact sur les locataires. En parallèle, une vaste opération de sensibilisation aux économies d'énergies a été mise en œuvre.



AGRO-TRANSFERT Ressources et Territoires,

situé en Picardie; est à la fois une plateforme d'application et un réseau de transfert de recherche agricole. Il met en œuvre des outils de diagnostic et de décision, des méthodes et approches en matière de conseil à destination de partenaires et des agents de développement agricole. Les outils élaborés sont particulièrement adaptés à une utilisation liée aux nouveaux enjeux de l'agriculture, de l'industrie agro-alimentaire et aux enjeux des territoires.

Dans Ecotec21, Agro-Transfert, en lien avec la Chambre d'Agriculture de la Somme, ADUGA et Amiens Métropole, est impliqué dans le développement d'aides aux projets énergétiques basés sur la biomasse dans le Pays du Grand Amiénois. Les ressources disponibles sur ce territoire ont été évaluées. Des scénarii prospectifs d'approvisionnement de biomasse ont été proposés et évalués. Les impacts environnementaux de ces derniers pour un cas concret d'approvisionnement d'une chaufferie ont été comparés en se basant sur la méthode d'analyse du cycle de vie.



La Chambre d'agriculture de la Somme

Composée de 45 membres élus, la Chambre d'Agriculture de la Somme représente tous les domaines d'activité du monde agricole : fermiers, employés de production agricole et d'organisations agricoles, propriétaires et exploitants agricoles. Les membres élus peuvent exprimer leurs opinions sur tout sujet lié à l'agriculture auprès du Gouvernement. La Chambre d'Agriculture dispose également d'un pouvoir plus important au travers de consultations, de dissémination de références techniques et au développement de partenariats.

La Chambre d'Agriculture est engagée au côté d'Agro-Transfert, d'ADUGA, d'Amiens Métropole dans le projet Ecotec21 pour soutenir le développement de projets de valorisation énergétique basés sur la biomasse. Son travail a consisté en une évaluation des ressources agricoles de son territoire afin de proposer et d'évaluer différents scénarii de Chaîne s d'approvisionnement.



L'université de Caen Basse-Normandie

L'université de Caen Basse-Normandie est unique dans la région et est un moteur essentiel dans le développement de la recherche et de l'enseignement supérieur en Normandie. Fondée en 1432 par le Roi Henry VI d'Angleterre, l'Université Caen Basse-Normandie est une des plus vieilles universités françaises. Elle est composée de plus de 24 000 étudiants sur des campus situés sur tout le territoire



L'Université de Greenwich

est à la tête de la "Green League Table" au Royaume Uni.

Conformément à son désir d'investir dans des projets « verts » et de diminuer son empreinte carbone, elle s'est lancée dans le projet d'installer un moteur de cogénération à base de biocarburant (glycérol) sur son campus de Medway dans le cadre du projet Ecotec21.

Il semblerait qu'une telle installation soit

régional, d'environ 1 400 enseignants et conférenciers, de plus de 800 emplois d'ingénierie, administratif, techniques et médico-social, et de 43 unités de recherches dont 22 labellisées par des organisations reconnues (CNRS, INRA, INSERM, CEA). Le Laboratoire de recherche impliqué dans Ecotec21 est le LUSAC (Laboratoire de Sciences Appliquées basé à Cherbourg). Il dispose de compétences complémentaires dans le domaine des sciences thermiques et des fluides mécaniques. Il est composé de 23 enseignants-chercheurs auxquels s'ajoutent des doctorants, les associés et le personnel administratif et technique – soit 60 personnes. Le LUSAC est présent sur le campus de Saint Lô et de Cherbourg.

la première du genre dans une Université à travers le monde. L'objectif est de développer la filière du glycérol, d'en optimiser la performance et l'empreinte carbone, et de démontrer l'intérêt de cette technologie de pointe dans la réhabilitation pour réduire les émissions carbone de bâtiments ayant certains besoins énergétiques avec des bureaux, des laboratoires, des équipements scientifiques, pour ensuite disséminer largement les résultats au travers de l'Europe. L'université propose des ateliers de démonstration de ce



Hampshire County Council

administre le comté du Hampshire en Angleterre, à l'exclusion des autorités unitaires de Portsmouth et de Southampton. Il est en charge des services publics comme l'éducation, le transport, la planification stratégique, les services d'urgence, les services sociaux, la sécurité publique et la gestion des déchets.

Le projet Ecotec21 a été une réelle opportunité pour le service "Energy and Environment Futures" d'améliorer sa connaissance, sa compréhension et son expertise sur la technologie de cogénération. Il a pu soutenir des programmes existants sur le développement de systèmes d'énergie sûrs et rentables.

système de cogénération à base de glycérol à un large public, et des opportunités de formations portant sur les applications des énergies renouvelables aux futures générations d'étudiants et de chercheurs. La chaleur produite par le moteur sera utilisée dans le réseau de chaleur existant et l'électricité alimente directement le principal panneau de distribution de l'électricité du site. La réduction d'émission carbone due à l'utilisation de glycérol serait plus importante que si le gaz avait été utilisé.



Amiens Métropole

est une communauté urbaine composée de 33 communes et de 176 000 habitants.

Elle est signataire du plan d'action Agenda 21 et est depuis longtemps concernée par le développement durable et le bien-être de ses habitants.

La ville d'Amiens dispose déjà de 3 réseaux de chaleur fonctionnant sur des cogénérations au gaz. Ces réseaux de chaleur desservent environ 15 000 équivalents logements et 2 nouveaux réseaux de chaleur seront construits pour 2016. Une stratégie d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments publics et résidentiels ainsi qu'une stratégie de lutte contre la précarité

énergétique ont été mises en œuvre. L'objectif est d'atteindre le facteur 4 ; diviser par 4 la consommation énergétique des bâtiments et développer la production, la distribution et la régulation de systèmes de chauffage hautement performants.

Dans le cadre du projet Ecotec 21, Amiens Métropole souhaite valider des solutions techniques et socio-économiques acceptables pour réduire la consommation énergétique et lutter contre le manque de confort thermique et la précarité énergétique dans des logements anciens et traditionnels. Des travaux d'isolation et plusieurs études ont été réalisés sur l'efficacité et la régulation de parquets chauffants dans des bâtiments datant des années 1970, ainsi que sur la création d'un mini-réseau de chaleur centralisé pour 10 à 100 maisons individuelles.



L'Agence Développement et d'Urbanisme du Grand Amiénois (Aduga)

est une association composée de 12 autorités locales ; son rôle est de réaliser des études et des projets sur son territoire.

Au travers d'Ecotec21, Aduga a étudié les combustibles renouvelables issus de l'agriculture pouvant être utilisés pour les moteurs de cogénération. A partir des résultats de la Chambre d'Agriculture de la Somme sur les potentielles ressources agricoles, Aduga propose des scénarii sur ces ressources énergétiques pour les unités de cogénération et chaudières sur le territoire du Grand Amiénois.



L'Université de Picardie Jules Verne (UPJV)

est une université multidisciplinaire composée de 11 Facultés (UFR) et de 7 instituts situés dans 6 villes de la région Picardie : Amiens - St-Quentin - Soissons-Laon - Beauvais - Creil.

UPJV est impliquée dans la plupart des politiques régionales comme une institution qualifiée de recherche et d'éducation composée d'élus, de professionnels et de décideurs. En outre, de nombreux professionnels publics et privés de la région sont diplômés de cette institution. Cette relation est utile lors de discussions portant sur les politiques les plus appropriées pour la région.

Le rôle d'UPJV est de fournir des outils et des formations présentant les différentes applications et bénéfices de la technologie de cogénération. Ces outils et connaissances sont partagés et disséminés au bénéfice des utilisateurs, décideurs et PME au travers de leur réseaux d'organismes professionnels.

2. Le choix d'une technologie appropriée

La réalisation d'études de faisabilité

Cette partie résume l'ensemble de critères nécessaires à la sélection de bâtiments appropriés pour l'installation de cogénérations à base de biocarburants.

La mise en place d'une enquête auprès des partenaires

L'université de Picardie Jules Vernes a développé et soumis un questionnaire aux partenaires du projet qui envisageaient d'installer les systèmes de cogénération aux biocarburants. Les réponses fournies par Amiens Métropole, Habitat du Littoral et Hampshire Country Council lui ont permis d'établir un modèle pour déterminer les bâtiments les plus appropriés à l'installation de systèmes de cogénération.

1. La collecte de données sur site

Les grandes lignes du questionnaire à remplir par le maître d'ouvrage se décomposent de la façon suivante :

Description de l'établissement

Il s'agit de :

- Déterminer l'affectation principale de l'établissement ainsi que ses activités et sa taille.
- Préciser leurs lieux, le type de zone et l'emplacement.
- Connaître la position et l'orientation des bâtiments.
- Connaître l'année de construction pour avoir une idée sur le niveau d'isolation.
- Prendre une photographie aérienne des bâtiments.
- Mesurer la surface utile du bâtiment pour le calcul des ratios en m².
- Prendre en compte les rénovations ou les extensions éventuelles qui ont été réalisées sur le bâtiment.
- Préciser les périodes d'occupation et d'inoccupation des bâtiments ainsi que les horaires d'occupation pour chaque pièce ou chaque zone.

Equipements techniques existants

Il est important de recenser :

- Toutes les installations thermiques disponibles sur le site
- Les données techniques relatives aux installations existantes
- Les types de combustible utilisés
- Les méthodes du contrôle des installations existantes

En ce qui concerne l'installation électrique, il s'agit de décrire :

- Le type d'alimentation électrique
- La taille de l'installation électrique
- Les équipements annexes

Informations techniques

Il faut vérifier :

- L'emplacement disponible pour ajouter l'unité de cogénération
- Le besoin de stockage de l'énergie
- L'espace disponible pour un éventuel stockage du combustible
- La compatibilité de l'unité de cogénération avec l'armoire électrique existante et la distance qui les sépare
- La disponibilité ou non du système d'extraction des gaz d'échappement
- La connexion hydraulique du réseau de chauffage

Consommation énergétique

Il s'agit d'identifier les consommations:

- De chauffage et de refroidissement
- D'eau chaude sanitaire
- D'électrique des auxiliaires de chauffage ainsi que la ventilation et l'éclairage

On doit également:

- Mesurer ou recueillir les consommations en distinguant les différents postes.
- Recueillir les conditions climatiques réelles.
- Caractériser le mode d'occupation du bâtiment.

Pour obtenir les consommations énergétiques, on doit:

- Mesurer les consommations réelles en posant des enregistreurs dans les bâtiments.
- Recueillir les données auprès des fournisseurs d'énergie (EDF, GDF, etc).
- Estimer la consommation : calcul basé sur les données statistiques ou par extrapolation sur la totalité de l'année.

Les critères de sélection des bâtiments adéquats aux systèmes de cogénération

L'objectif est d'évaluer une série des critères nécessaires à une bonne sélection des bâtiments susceptibles d'accueillir un système de cogénération. **Ces critères peuvent être présentés ainsi :**

1. Densité de flux d'énergie

✓ Il est nécessaire de collecter les données de densité urbaine, ainsi que les mesures de sites spécifiques. Les zones densément peuplées telles que les centres villes, les développements résidentiels de haute densité ou des groupes de grands consommateurs d'énergie dans les zones industrielles sont bien adaptés pour la cogénération.

2. Importance de la demande de chaleur

✓ Il faut ici s'intéresser à l'âge, à l'efficacité énergétique et au type d'occupation du bâtiment.

3. Variation de la demande de chaleur

✓ Cette variation dépend du type de bâtiment et de ses heures d'occupation au cours de la journée.

4. Espace disponible pour intégrer la cogénération

✓ L'espace doit être suffisant pour installer la cogénération et les infrastructures connexes. Par ailleurs, il doit exister un accès suffisant pour l'entretien, les possibles incorporations d'équipements auxiliaires et le stockage du carburant.

5. Barrières physiques

✓ Il existe des barrières physiques : lignes de chemin de fer, routes principales, canaux, rivières, grands bâtiments et sites archéologiques. Les barrières internes aux bâtiments existants constituent une autre contrainte non développée ici.

6. Viabilité pour une extension

✓ Dans une optique d'évolution dans l'avenir, il est nécessaire de recueillir des données suffisantes sur l'efficacité énergétique et les stratégies d'organisation des bâtiments (exemple : Pour des logements existants, est-il prévu l'isolation et le double vitrage ?).

7. Techniques de planification et exigences réglementaires

✓ L'installation d'une centrale de cogénération raccordée à une installation industrielle est réglementée par la nouvelle directive IPPC

(Integrated Pollution Prevention and Control). Cette directive est relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution.

8. Impact du bruit

✓ Bien que la plupart des moteurs de cogénération et de turbines à gaz soient fournis avec des enceintes acoustiques, le bruit est inévitable. Comme l'installation peut fonctionner presque continuellement, il faut veiller à ce que son emplacement minimise l'impact du bruit.

9. Efficacité énergétique du bâtiment

✓ Il est important que les bâtiments envisagés aient un niveau raisonnable d'efficacité énergétique, sans quoi le système de cogénération aura une grande perte énergétique. Les bâtiments existants doivent être bien isolés.

10. Contrats d'énergie existants

✓ Il est important de connaître les marchés de l'énergie et les types de contrats existants. Les contrats à long terme peuvent en effet affecter la viabilité financière d'un système de cogénération.

11. Chaîne d'approvisionnement en combustible fiable

✓ Il est important de s'assurer que le système de cogénération a accès à un approvisionnement fiable et rentable du combustible choisi. Aussi, si on a l'intention d'utiliser la biomasse, il faut vérifier qu'il y a un fournisseur à un prix raisonnable qui propose un approvisionnement durable et sécurisé.

12. Raccordement de la cogénération au réseau national

✓ Pour une micro/mini cogénération, une bonne connaissance sur les règlements de raccordement au réseau d'électricité est nécessaire.

13. Infrastructure du site

✓ L'installation de cogénération doit être bien située et bien positionnée afin que la chaleur récupérée puisse être fournie sans perte à l'utilisateur final.

La biomasse est-elle une option ?

L'Université de Caen Basse Normandie a comparé les différentes études de Chaînes d'approvisionnement faites par les partenaires suivants :

- Agro-transfert, Chambre d'Agriculture et ADUGA
- Medway Council
- Habitat du Littoral
- University of Greenwich
- Hampshire County Council

L'approvisionnement en biomasse pour le grand Amiénois

Agro-Transfert Ressources et Territoires, la Chambre d'agriculture de la Somme et ADUGA ont accompagné le développement de projets de valorisation énergétique de la biomasse sur le territoire du Pays du Grand Amiénois. Pour cela, ils ont étudié les possibilités d'approvisionnement de deux sites de valorisation de biomasse dans le Grand Amiénois : la chaufferie d'Amiens Sud et le méthaniseur de Corbie.

- **Moha fourrager**
- **Orge de printemps**
- **Ray-grass italien**

Afin de comparer ces sources, ils ont étudié et analysé :

- Contraintes liées à la culture de la source
- Gisement mobilisable de chaque source dans la région
- Coûts et revenus
- Quantités de main d'œuvre nécessaire
- Consommation d'énergies
- Emissions de gaz à effet de serre
- Choix de transport et du type de récolte



Etude faite par Agro-transfert, CA et ADUGA :

Indicateurs	Ray-grass italien	Moha fourrager	Orge de printemps
Les coûts directs et les prix de vente	100€/t	270€/t	200€/t
Quantités de main d'œuvre nécessaires	100	260	180
Consommations de carburant	100	305	210
Consommations d'énergie	100	230	160
Emissions de gaz à effet de serre	100	195	140

La Chaîne d'approvisionnement de carburant durable

Le Medway Council, dans le cadre de ses recherches sur l'installation d'un moteur de cogénération dans l'un de ses propres bâtiments, a retenu les entreprises WoodFuelWorks et Freeman Beesley comme consultants pour procéder à une évaluation de la chaîne d'approvisionnement de carburant durable à Medway. Cette étude permet au Medway Council d'avoir une meilleure idée sur les options de biocarburants possibles sur son territoire, sur la durabilité de la Chaîne d'approvisionnement et la faisabilité d'alimenter en conséquence un moteur de cogénération.

La recherche a porté sur un certain nombre de sources de biocarburants :

- Puce et granulés de bois
- Les déchets biodégradables (produits alimentaires et agricoles)
- Glycérine
- Les autres biocarburants
- Les déchets de bois

Pour chaque ressource, une analyse a été faite en se basant sur les aspects suivants :

- La possibilité d'utilisation dans un système de cogénération
- La chaîne d'approvisionnement des matières premières
- L'organisation et les personnes
- Les politiques, planification et réglementation
- Les coûts et revenus
- La gestion des risques



Source	les aspects positifs	les aspects négatifs	Risques
Bois de feu	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien de la politique nationale en Angleterre • Approvisionnement local durable à Medway au niveau naturel et au niveau des fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Carburant volumineux • Connaissances spéciales pour les opérations d'alimentation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emission des particules et de NO2 plus élevée que pour le gaz
Les déchets biodégradables : méthanisation (général)	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien de la politique nationale en Angleterre • Importance de la gestion des déchets dans la « hiérarchie des déchets » 	<ul style="list-style-type: none"> • Medway ne serait pas conforme à la réglementation standard de permis EA • Complexité de la réglementation • Nécessite du personnel supplémentaire • Coût élevé de l'infrastructure 	<ul style="list-style-type: none"> • Le biogaz contient des substances agressives (pollution, risque médical...) • Pas de marché local pour le digestat
Les déchets biodégradables : méthanisation (déchets alimentaires et agricoles)	<ul style="list-style-type: none"> • Sources potentiellement locales 	<ul style="list-style-type: none"> • Restrictions économiques • Besoin de règlements supplémentaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance du public peut être prévue (par exemple, l'odeur, la vermine, le stockage)
Glycérol	<ul style="list-style-type: none"> • Emissions très basses • Utilisable dans les moteurs de cogénération diesel standard 	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin d'une nouvelle catégorie « industrielle » de glycérol raffiné • Coût de conception élevé 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de chaîne d'approvisionnement durable développé localement • Pas de régime réglementaire spécifique encore en place
Biocarburants	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien de la politique nationale 	<ul style="list-style-type: none"> • Très cher par rapport aux alternatives • Approvisionnement durable pas sûr 	<ul style="list-style-type: none"> • Chaînes d'approvisionnement locales pas durables pour des raisons économiques • Fuites dangereuses et risquées
Déchets de bois	<ul style="list-style-type: none"> • Politique nationale généralement favorable • Carburant à moindre coût • Bonne disponibilité de l'offre locale • Fournisseur potentiel déjà connu • Facilement livrable au point de consommation 	<ul style="list-style-type: none"> • L'infrastructure de la biomasse plus chère que son équivalent en gaz • Coût élevé des installations de stockage • Coût supplémentaire pour les opérations d'approvisionnement 	<ul style="list-style-type: none"> • Emission des particules et de NO2 plus élevée que pour le gaz

Etude faite par Medway Council

Pourquoi le bois ?

L'étude faite par Habitat du Littoral porte sur le bois comme source d'énergie. La région Nord-Pas-de-Calais est classée parmi les premières régions utilisatrices de bois en France et réunit sur son territoire de nombreux savoir-faire. Le rapport présente les différents avantages et inconvénients du bois.



granulés de bois



déchets de bois



+ Avantages

1. L'utilisation de bois-énergie présente plusieurs intérêts d'un point de vue environnemental :
 - préservation des ressources fossiles épuisables,
 - bilan neutre sur le plan des émissions de gaz à effet de serre, le CO2 rejeté lors de la combustion correspondant à celui qui a été capté par l'arbre pendant sa croissance.
- La combustion du bois, comme toute combustion, engendre des émissions atmosphériques, dont

certaines peuvent affecter la qualité de l'air (particules fines notamment). L'utilisation de bois de qualité dans des équipements performants et la mise en place de systèmes de traitement des fumées dans les chaufferies collectives et industrielles permettent de limiter au maximum ces émissions.

2. Les combustibles bois font partie des moins chers et des plus stables du marché. Leur prix n'est pas soumis aux fluctuations des cours internationaux, des monnaies et des carburants.

- Inconvénients

La qualité du combustible joue un rôle primordial dans le fonctionnement optimal

des appareils et la maîtrise des émissions atmosphériques. Il est donc indispensable de s'orienter vers des professionnels qui s'engagent dans des démarches de qualité.

La Chaîne d'approvisionnement en Glycérol

L'université de Greenwich a travaillé sur le développement d'une chaîne d'approvisionnement en glycérol de qualité pour les usagers.



Glycérol

PRINCIPALES CONCLUSIONS

1. Les tendances futures prévues par la législation récente de l'UE encourageant la production de biodiesel à partir d'huiles et de graisses usées.
2. La capacité actuelle de production de biodiesel, à partir duquel un glycérol de qualité pourrait être produit, dans l'UE est de 22.12 million tonnes/an.
3. Les fabricants français de biodiesel combinent installations de broyage d'huiles végétales avec des usines de fabrication de biodiesel pour réduire leurs émissions de carbone dues au transport. En revanche, la plupart des fabricants britanniques produit du biodiesel à partir de déchets d'huiles végétales usagés et de graisses animales.
4. Greenergy est l'un des plus grands fabricants de biodiesel au Royaume-Uni.
5. Le glycérol brut est disponible au Royaume-Uni mais la plupart est envoyé en Europe. La qualité varie considérablement d'une plante à l'autre.
6. La composition chimique de la glycérine brute varie selon la nature et la quantité du catalyseur utilisé, l'efficacité du procédé, le rendement de récupération de biodiesel, les acides utilisés pour désactiver les catalyseurs chimiques (s'il est utilisé) et autres impuretés dans les huiles ou graisses utilisées.
7. L'efficacité du procédé de raffinage dépend de la qualité du glycérol brut.

L'Université de Greenwich s'est procuré le glycérol brut auprès de fabricants de biodiesel, et a étudié ces échantillons pour en évaluer leur qualité. Si la glycérine est à un prix acceptable et est de bonne qualité, le processus Aquafuel pourrait être alimenté. Cependant, à l'heure actuelle, les plans pour construire une raffinerie de glycérol à échelle commerciale restent incertains.

La Chaîne d'approvisionnement en biomasse au sud de Hampshire

L'étude faite par Hampshire County Council fournit une analyse sur les chaînes d'approvisionnement en biomasse qui pourraient être développées dans la zone couverte par le PUSH. Des études antérieures ont identifié que la région est riche en ressources et a une demande croissante en énergie. L'étude se concentre principalement sur le marché de bois de chauffage, mais d'autres formes de biomasses telles que les résidus agricoles et les flux de déchets municipaux sont également pris en considération.

Suite aux résultats de l'évaluation des ressources, de l'analyse financière et de l'enquête sur les nombreuses possibilités individuelles, six recommandations stratégiques ont été formulées pour le développement des chaînes d'approvisionnement en biomasse dans la zone de PUSH.

6 recommandations stratégiques au développement de la chaîne d'approvisionnement en biomasse dans la région du Hampshire

1. Mettre en place des connexions stratégiques entre l'offre et la demande du marché de la biomasse :

- Une personne au sein du PUSH ou un de ses membres devrait être nommé coordinateur biomasse pour la zone.
- Ce coordinateur devrait créer un groupe de travail sur la biomasse composé de représentants de l'offre et de représentants de la demande, et y siéger.
- Des données SIG à jour devraient être utilisées pour cibler les zones de demande de biomasse (ou similaire) et les mettre en parallèle avec les zones de pertes de chaleur. Une méthode serait de créer un outil en ligne que chaque autorité locale pourrait mettre à jour. Le coordinateur biomasse pourrait superviser le système en interprétant les données et en s'assurant qu'elles sont mises à jour et utilisées efficacement.

2. Créer de la demande en augmentant l'adoption de systèmes basés sur de la biomasse au cœur du patrimoine des autorités du PUSH.

- La première étape est de réaliser des études de faisabilité de bâtiments phares en lien avec la biomasse (par exemple le Hampshire County Council a récemment réalisé une évaluation de 40 de ses bâtiments les plus émetteurs de carbone afin d'évaluer une utilisation possible de la biomasse ou d'autres énergies renouvelables, ainsi que de mesures d'efficacité énergétique.
- Utiliser les subventions disponibles

comme le Low Carbon Building Programme qui a été reconduit et qui finance les cogénérations jusque 300 kW dans les bâtiments publics.

3. Encourager la demande au travers d'une orientation politique :

- S'assurer que les autorités de planification du PUSH ont mis en œuvre une politique claire et efficace sur leurs attentes en termes de développement permettant de fournir des énergies renouvelables sur site ou faisant le lien avec un site ayant un réseau disponible. Une classification des options possibles pourrait être mise en place afin d'encourager l'utilisation de la chaleur perdue, de cogénération biomasse et de chaudières biomasse.
- Cette classification pourrait être appliquée pour des projets de territoire pour s'assurer que ces aspects sont pris en compte lors de la planification et du développement de stratégies énergétiques

4. Faire en sorte que demande et offre puissent d'accorder en établissant un PUSH ESCO par la réalisation de travaux de large échelle comme les réseaux de chaleur.

- Cela devrait augmenter la viabilité financière des chaudières biomasses en créant une charge de base pour des besoins de chaleur plus importante.
- En continuant d'explorer les opportunités afin d'utiliser la chaleur gaspillée.
- La cartographie GIS des sources de

gaspillage de chaleur et la proximité des futurs lotissements, pourraient être utilisées pour identifier les opportunités des entreprises et développer les détails des futurs réseaux.

5. créer des réserves de copeaux de bois provenant de la chirurgie arboricole :

- Les autorités PUSH devraient réfléchir au remaniement de leurs contrats avec les spécialistes de la chirurgie végétale lors du prochain renouvellement pour être davantage normatif à propos de l'utilisation des produits récupérés.
- Les autorités PUSH dans les régions avec un faible taux de boisage ou sans aucun terrain approprié devraient s'associer avec les autorités voisines. Les contrats de la chirurgie arboricole avec un jumelage pourraient être établis pour rassembler une plus grande quantité de produit à traiter sur un même site.
- Les sites de traitement devraient être uniquement implantés en pleine coordination avec les coordinateurs de biomasse PUSH pour s'assurer qu'une qualité et quantité de demande suffisante existe.

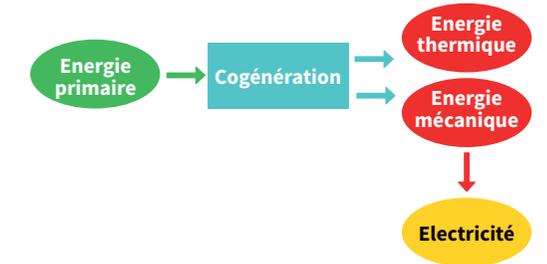
6. Supporter l'offre

En supportant le développement d'une industrie de granulés de bois de taille moyenne à l'extrême sud ouest de la région. Cela offrirait le soutien des instances politiques à cette idée ; ainsi que des lettres de soutien pour des financiers et une coordination avec le groupe de biomasse PUSH.

Le choix d'un moteur adapté

L'étude de marché sur les différents types des moteurs de cogénération est une étape importante qui permet de déterminer le choix et la rentabilité économique de la cogénération sur un site. Elle peut fournir suffisamment d'informations à un utilisateur pour prendre des décisions pour de nouveaux investissements, tout en gagnant du temps et minimisant les dépenses.

illustration de la cogénération



Finalités de la cogénération

1. Caractéristiques

Le principe de la cogénération est de produire à partir d'une énergie primaire, deux sortes d'énergie, l'une thermique et l'autre électrique. La cogénération conduit à une production décentralisée d'électricité qui, à travers le réseau électrique, peut alimenter des clients proches ou éloignés. Elle conduit à une production de chaleur qui doit être consommée à proximité.

2. Avantages

+ Énergie et performance

La chaleur est exploitée par la cogénération alors que dans une centrale électrique classique, elle est perdue. Une installation de cogénération produisant de l'électricité et valorisant la chaleur, a un rendement électrique de l'ordre de 20 % et un rendement thermique de l'ordre 70 %. Donc, le rendement global est de l'ordre de 90 %.

+ Réduction des émissions

Les secteurs résidentiels et tertiaires sont responsables de l'augmentation des besoins électriques, beaucoup plus que l'industrie, les transports et l'agriculture. Il est donc primordial de trouver des solutions plus performantes pour l'habitat.

+ Décentralisation de la production d'électricité

Un autre avantage de la cogénération est de pouvoir répartir la production

d'électricité sur tout le territoire et d'équilibrer l'alimentation des réseaux en période de pointe. Ainsi, les pertes en ligne sont réduites et en plus la disponibilité de l'énergie électrique est assurée.

3. Contraintes

— Équilibre : production/besoins

Produire de l'énergie localement et réduire les pertes électriques est une bonne chose. Il faut donc éviter de générer de la chaleur qui ne sera pas consommée. La cogénération offre la possibilité d'exploiter à la fois l'énergie thermique et l'énergie électrique sur le site ou à proximité tout en minimisant les pertes éventuelles avec un bon équilibre entre la production et les besoins.

— Rentabilité financière

Un projet industriel nécessite un bon contrat d'achat d'électricité avec une bonne disponibilité de la production électrique. Pour que le contrat soit viable, il faut évaluer le coût financier total en tenant compte de nombreux paramètres : coût de l'énergie primaire et son évolution, prix de l'électricité, coût d'exploitation et d'utilisation de la chaleur.

4. Principaux types de cogénération

Il existe actuellement cinq familles de systèmes de cogénération qui diffèrent de par leur système de conversion, leur source d'énergie et leur rendement.

Principaux types de cogénération

Type de convertisseur	Source d'énergie	Rendement de conversion électrique	Rendement de conversion thermique	Avantages	Inconvénients
Moteur à combustion interne	Carburant liquide, gaz naturel	30-38%	45-50%	+ <i>Coût d'investissement initial plus faible, démarrage rapide, possibilité de variation de la puissance aisée</i>	- <i>rendement électrique moyen, maintenance fréquente, émissions de CO2 élevés</i>
Pile à combustible	Hydrogène, hydrocarbure	30-40%	40%	+ <i>Pas d'émission de gaz à effet de serre, sans bruit, bon rendement, peu polluant</i>	- <i>coût élevé de fabrication des batteries, fiabilité des équipements et coût de maintenance</i>
Moteur Stirling	Tout type, soleil	10-35%	60-90%	+ <i>Moindre bruit, rendement élevé, fiabilité et la maintenance aisée, durée de vie importante</i>	- <i>Coût élevé, problèmes d'étanchéité, manque de souplesse, méconnaissance de ce type de moteur</i>
Moteur à cycle de Rankine	Tout type, soleil	10-20%	70-85%	+ <i>Autonome et fiable, technologie éprouvée, carburant variable, semi-automatique, chaleur élevée</i>	- <i>Coûteux</i>
Micro-turbines	Gaz naturel, diesel, agro-carburant	20-30%	50-60%	+ <i>Grande variété de combustibles, faible taux d'émission de gaz à effet de serre, faible maintenance</i>	- <i>Perte importante par convection</i>

Cogénération par moteur à combustion interne

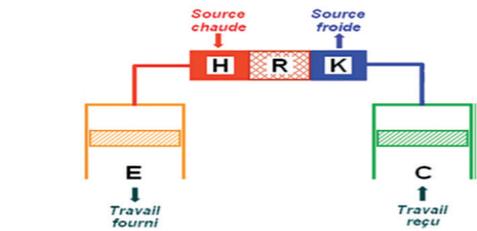
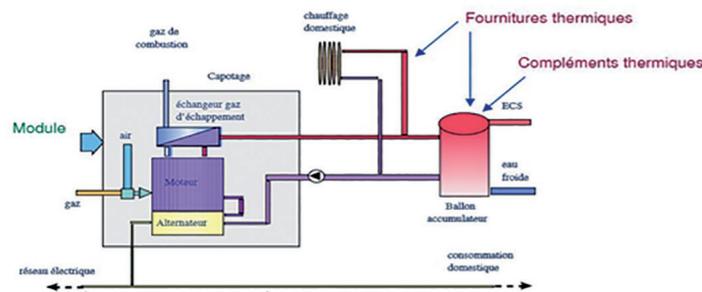
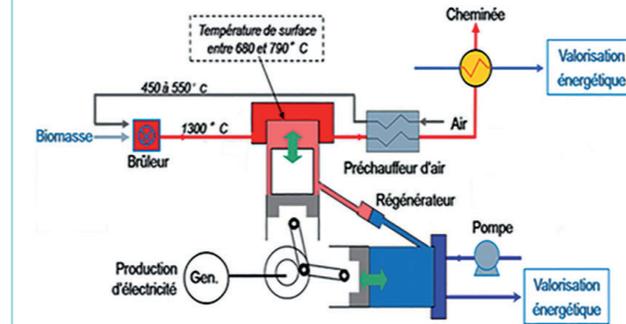


Schéma de principe de la structure du moteur Stirling

Schéma de principe de fonctionnement du moteur Stirling de type ALPHA



5. Choix technologiques

Les unités de micro-cogénération sont extrêmement simples à installer et sont très flexibles. Pour l'installation, il suffit de réaliser les branchements au réseau de chauffage, au réseau d'électricité et à l'arrivée du combustible.

6. Types de combustibles

Dans une approche environnementale, les combustibles utilisables peuvent être classés selon leur origine : fossile ou renouvelable. Ils sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

7. Le bilan énergétique, économique et environnemental

Une unité de micro-cogénération permet de produire tout ou une partie des besoins thermiques et électriques d'un site qui, auparavant, étaient séparément assurés par des chaudières et une alimentation électrique. Le bilan énergétique d'une unité de micro-cogénération, tant en chaleur qu'en électricité, permet de connaître les quantités consommées et produites, avant et après la mise en place de la cogénération. Ce bilan permet d'estimer la réduction de la facture ou le gain annuel. D'un point de vue environnemental, cette production combinée de chaleur et d'électricité par cogénération permet une économie en énergie primaire.

Types de combustibles

Les combustibles	Origine	Production en KWh PCI	Prix du KWh (énergie finale) (euro TTC)
Gaz naturel	fossile	13800 KWh PCI par tonnes	5.24
biogaz	renouvelable	6.8 KWh PCI par m3	Entre 5 et 10.3 selon la nature du biogaz
Fioul, pétrole brut	fossile	9.97 KWh PCI par litre	8.63
Biocarburants	renouvelable	4600 kWh PCI par tonne (miscanthus)	Suivant le type
Bois	renouvelable	4600 KWh PCI par tonnes	3.53
Hydrogène	fossile	à partir de charbon ou de gaz naturel	Suivant sa production

3. Les obligations légales

Comparaison des législations dans l'Union européenne, au Royaume-Uni et en France

La réglementation de chaque pays membre de l'UE intègre désormais la réglementation européenne. Pour la filière cogénération, les principales directives et règles européennes concernent les exigences de performance d'une part et les exigences de respect de l'environnement d'autre part.

Principales directives européennes concernant la cogénération :

Waste Framework Directive (WFD) 2009/UE	Habitats Directives, Special Areas of Conservation 92 (SAC)
Industrial Emission Directive (IED) 2010	Carbon Capture and Storage Directive (CCS) 2009
Environmental Impact Assessment (EIA) 2011/UE	Air Quality Directive AQD 2008
Energy Efficiency Directive (EED) 2012/UE	Four Daughter Directive FFD
European Pollutant Release and Transfer Register (EPRT)	Integrated Pollution Prevention and Control IPPC 2008

Ces règles traduisent d'une part la volonté de protéger l'environnement, notamment en fixant les règles d'émissions polluantes et d'utilisation d'espaces naturels. D'autre part, elles visent à améliorer l'efficacité énergétique des nouvelles installations. Ainsi, l'EED 2012 vise à réduire de 20% la consommation énergétique en améliorant la chaîne énergétique depuis la production jusqu'à l'utilisation finale. Les points communs et les différences en matière réglementaire coté anglais et coté français sont étroitement liés à la taille des installations. Notons qu'il existe deux seuils particuliers de puissance thermique consommée par l'installation (20 MWth et 50 MWth) qui apparaissent indirectement à la fois dans les législations anglaise et française.

La mise en application de ces règles au Royaume-Uni apparaît essentiellement en matière environnementale par l'adoption de l'Environmental Protection Act (EPA). Cette réglementation établit les principales règles concernant les rejets polluants comme par exemple les rejets atmosphériques. L'évolution des exigences a conduit à adopter progressivement la législation suivante :



- Environmental Protection Act (EPA 1990)
- Environmental Act - EA 1995
- Pollution Prevention and Control Act - PPCA 1999
- Environmental Permitting Regulations - EPR 2010
- Environmental Permitting Regulations - EPR 2013

L'adoption de l'EA 1995 a en particulier motivé la création de l'agence environnementale (EA) dont l'objectif est d'assurer la protection de l'environnement et un développement durable. L'adoption 1999 du « Pollution Prevention and Control Act » correspond à l'application de la directive européenne IPPC 2008. L'évolution des exigences, notamment l'adoption par l'UE de l'IED 2010, a conduit le Royaume-Uni à adopter en 2010 l'EPR, Environmental Permitting Regulations, dont la dernière adaptation est l'EPR 2013 et correspond à la Réglementation actuelle. Elle s'applique aux installations de plus de 50 MWth, aux unités d'incinérations de déchets traitant plus de 3 tonnes/h et aux unités traitant plus de 10 tonnes /jour de déchets sensibles. Les installations dont la puissance thermique consommée est inférieure à 20

MWth sont concernées par la réglementation Clean Air Act (CAA 1993) et les sections de l'EPA relatives aux nuisances envers le public et le voisinage. Les installations plus puissantes sont toutes concernées par la réglementation EPR de 2013. L'autorité locale est en charge de contrôler les installations (Local Authority For Environmental Health Department). Elle doit être contactée si l'installation prévoit de consommer entre 20 MWth et 50 MWth. Au-delà de 50 MWth, l'installation est considérée comme une infrastructure nationale importante. Le projet nécessite alors un permis délivrable par l'Environmental Agency.

En France, la législation concernant la cogénération a débuté par l'adoption de la loi POPE en 2000 (Programme des orientations de la politique énergétique), fixant entre autre le principe d'obligation d'achat de l'électricité produite par les installations ne dépassant pas 12 MWel ainsi que l'ouverture du marché de l'électricité, établi par le décret de mai 2000, et qui permet à un consommateur d'électricité de choisir librement son fournisseur. Toutefois, en ce qui concerne l'obligation d'achat, un seuil minimum de performance pour les unités de cogénération est exigé (décret de mai 2001). Ainsi, l'économie d'énergie primaire Ep doit être au minimum de 5%; le ratio production thermique/électrique C/E doit être > 0,5; la disponibilité et le temps de fonctionnement sont contraints; le contrat d'achat (C01) est valable 12 ans. Les conditions d'achat pour les toutes petites installations telles que Pel < 36 KVA sont quant à elles fixées par le dé-

cret de mars 2002. Il n'y a pas de contrainte de temps de fonctionnement, pas de contrainte de disponibilité. La performance doit cependant satisfaire les contraintes Ep>5% et C/E>0,5 mais le tarif d'achat initial n'est que de 8 à 9 c€/kWhel. Le décret de septembre 2005 offre la possibilité d'accéder à un nouveau contrat de 12 ans (C01R) si un investissement de rénovation (350 €/kW) est réalisé sur l'installation existante. Le décret de 2006 établit le bénéfice d'une réduction de TVA pour les réseaux de chauffages alimentés à plus de 60% par des énergies renouvelables ou par de la cogénération. Récemment, le dernier décret d'octobre 2013

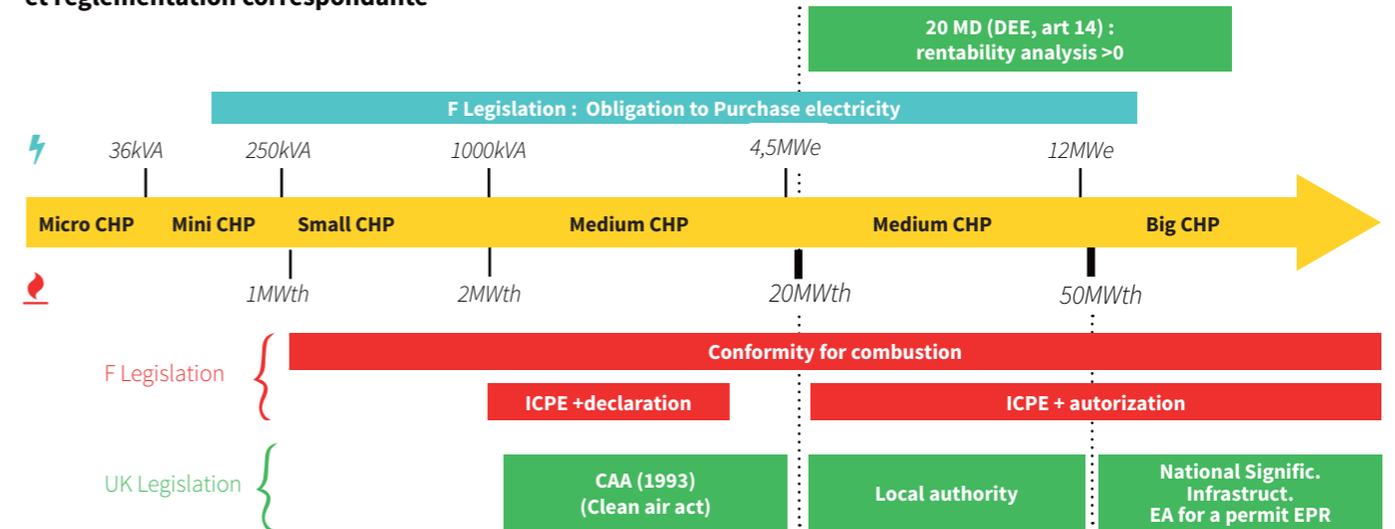
Principales démarches et organismes concernés par un projet de cogénération pour la France

Demande à effectuer	Organisme concerné par la demande
Autorisation d'exploiter	DGEC (Direction Générale de l'Energie et du Climat)
CODOA Certificat Ouvrant Droit à l'Obligation d'Achat	DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement)
Autorisation (ICPE) (uniquement pour les installations de plus de 20 MW)	Préfecture
Accord de raccordement au périmètre d'équilibre	ErDF
Contrat d'achat complet (uniquement pour les installations de moins de 12 MWe)	EDF OA EDF Obligation d'Achat
Identification (uniquement pour les unités biogaz)	ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)

renforce les exigences de performances des futures installations de cogénérations. Le nouveau contrat (C13) restera valable 12 ans et applicable aux installations de Pel < 12 MWel. Mais il exige désormais que Ep>10 % et offre en contrepartie de nouvelles dispositions sur le tarif du gaz.

Concernant la réglementation environnementale en France, le décret de 1998 impose d'atteindre un rendement élevé pour toutes les installations de combustion dont la puissance thermique consommée est comprise entre 400 kWth et 50 MWth. Des contrôles sont réalisés et la tenue d'un livret de chauffe-

Seuils de puissances et réglementation correspondante



rie est imposée. Des contrôles de conformités sont réalisés régulièrement lorsque Ptherm>1MWth. L'adoption du code de l'environnement par l'ordonnance de 2000 établit les contraintes à respecter sur la qualité de l'air, les émissions polluantes, la gestion des déchets, la qualité des eaux, la protection de l'environnement, la gestion des produits chimique... Ainsi, toutes les installations dont la puissance thermique dépasse 2 MWth sont classées sous la protection de l'environnement (ICPE). Une déclaration est suffisante pour les installations ne dépassant pas 20 MWth (soit typiquement 4,5 MWel). Les installations plus puissantes sont concernées par une législation environnementale plus exigeante. Une autorisation est nécessaire et ne peut être obtenue qu'après une étude d'im-

pact complète. L'étude porte entre autre sur l'impact atmosphérique, climatique, sonore, hydrologique, paysager, routier (accessibilité), mais aussi sur la gestion des déchets, les dangers potentiels sur la faune, la flore etc...

Récemment, et afin de soutenir la filière cogénération pour laquelle de nombreux contrats sont arrivés à échéance, la commission de régulation de l'énergie (CRE) propose pour 2016 d'adopter de nouveaux contrats dits de capacité. Plus souples, ils permettront de faire fonctionner une unité de cogénération suivant différents scénarios : «continu semaine pleine», «continu jours ouvrés» et «mise à disposition du système électrique». Le nouveau texte contient également des dispositions relatives au plafonnement de la

composante «rémunération en fonction du prix du gaz» dans le calcul du prix de l'électricité produite. Le marché de capacité offrira une rémunération complémentaire aux cogénérations en sortie d'obligation d'achat. Une obligation de capacité portant sur les fournisseurs d'électricité sera ainsi désormais traduite en montant de « garanties de capacité ». Chaque exploitant de capacité (de production ou d'effacement) pourra se voir attribuer des « certificats de capacité » témoignant de la contribution réelle de la capacité à la réduction du risque de défaillance du réseau électrique. Les deux objectifs principaux sont d'augmenter l'efficacité des unités en service et de réduire le risque de dysfonctionnement du réseau, notamment en période de pointe.

Les procédures administratives pour l'installation d'un système de cogénération en France et au Royaume-Uni

L'Université de Caen Basse Normandie a travaillé avec le Medway Council pour lister les procédures administratives au Royaume-Uni et en France afin d'établir un organigramme de ces dernières pour faciliter les démarches des utilisateurs du secteur public ou privé lorsqu'ils envisagent d'installer un système de cogénération.

Au Royaume-Uni

Au Royaume-Uni, il faut d'abord compléter le formulaire principal de la demande qui contient des informations détaillées sur le demandeur et le système qui fait l'objet de la demande. Dans la deuxième étape, le demandeur doit présenter l'étude du projet avec notamment les informations générales sur l'accès au site et les principaux impacts de la réalisation. Suite à cette étape, le demandeur doit présenter tous les plans : plan de l'emplacement du site, plan du site, plans d'ensemble. Enfin, selon les cas, des documents supplémentaires doivent être ajoutés comme l'étude de bruit, l'étude d'impact environnemental, l'évaluation des risques d'inondation, le rapport sur la contamination des sols et le rapport sur la qualité de l'air.

Dès que l'agence de planification reçoit la demande, elle consulte les organisations officielles concernées (i.e. Natural England, la police) et les consultants non statu-

taires (i.e. autres départements du Council concerné comme le département des transports) pour avoir leurs remarques et avis sur la demande de planification. Il y a trois différents échéanciers en fonction du type de demande :

- 8 semaines pour toutes les demandes « mineures » pour les installations inférieures à 1 hectare
- 12 semaines pour les demandes principales portant sur la planification de systèmes de traitement des déchets.
- 16 semaines pour les demandes dites « majeures » accompagnée d'un rapport d'état de l'environnement.

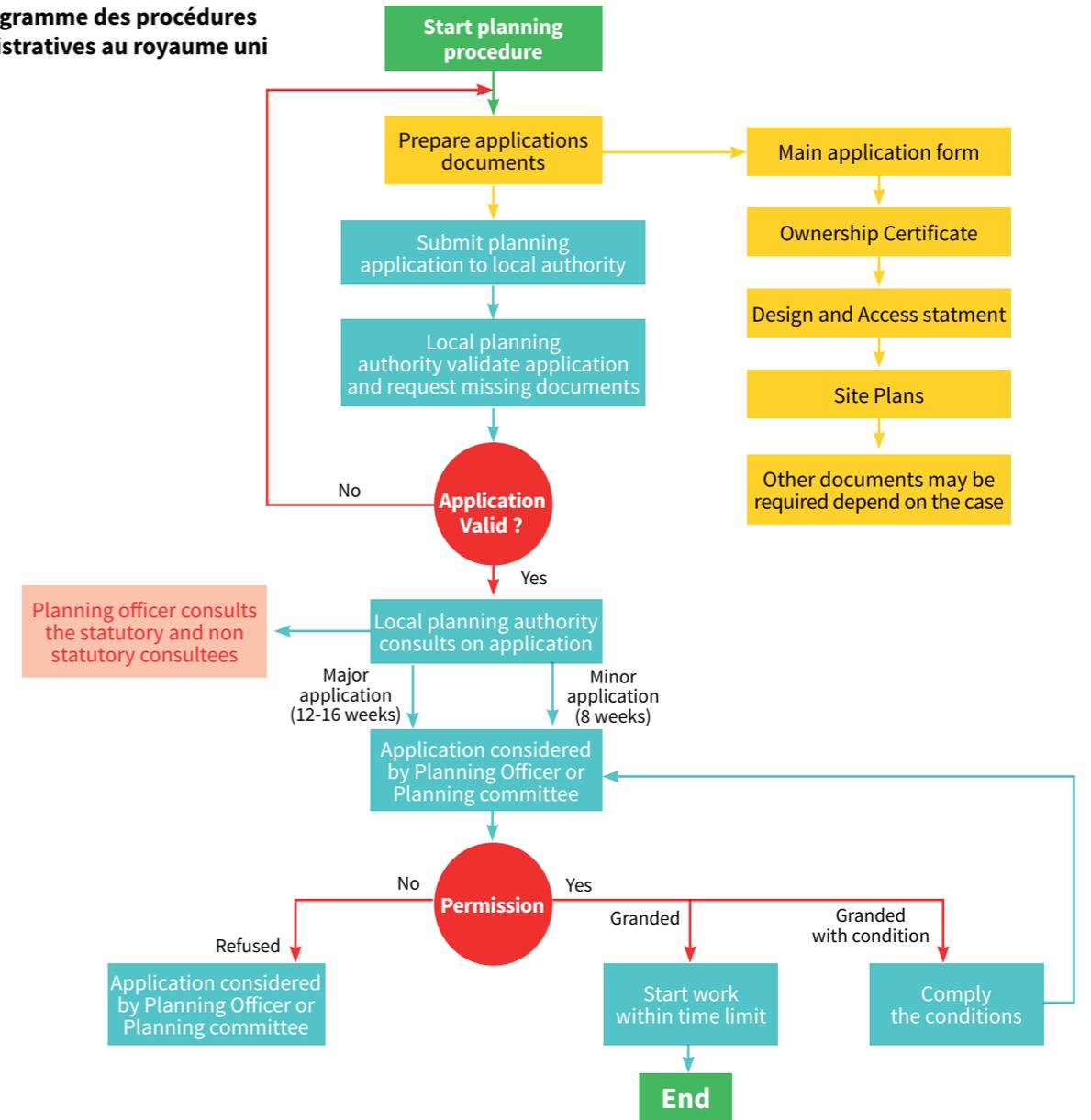
Les consultants envoient leurs remarques à l'agence de planification qui assure la liaison avec le demandeur. Si le demandeur ne peut pas fournir les informations demandées en temps voulu, le responsable de la planification peut suggérer une extension du délai de

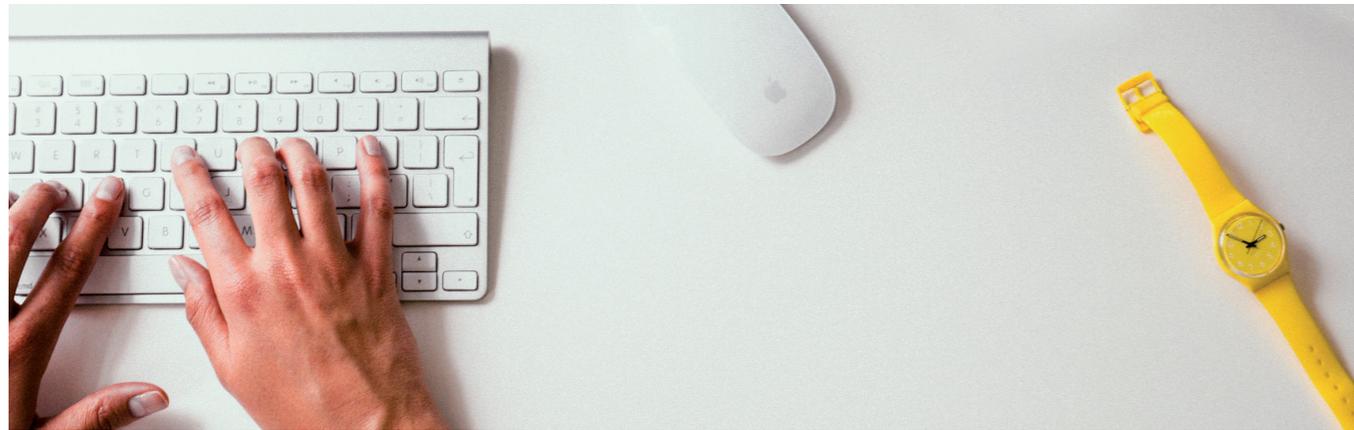
candidature, qui doit être approuvée par le demandeur. Dès que le demandeur a fourni les explications demandées, l'agence de planification prend sa décision (accepte ou rejette).

En cas de rejet, les candidats peuvent s'y opposer ; un examen indépendant est effectué pour réévaluer la demande.

Après approbation de la demande de planification, le demandeur a trois ans maximum pour commencer les travaux, sauf si une demande de planification rétrospective a été demandée. Il peut avoir besoin d'obtenir d'autres licences telles que le permis de l'Agence de l'environnement ou de contrôle de la construction. En principe, une demande de planification est formulée au préalable, et si l'installation s'avère impossible à réaliser d'un point de vue technique, il est nécessaire de formuler une nouvelle demande afin de modifier l'autorisation de planification.

Organigramme des procédures administratives au royaume uni





En France

En France, la réalisation d'un système de cogénération passe par 3 étapes principales : l'étude du projet, les procédures administratives et la réalisation. Dans l'étape d'étude du projet, le demandeur s'adresse à un bureau d'étude spécialisé dans le domaine afin d'élaborer l'analyse d'opportunité et l'étude de faisabilité de l'idée proposée. Après la réception des documents de l'étude, le demandeur peut commencer les procédures administratives. Ces dernières contiennent trois principaux volets :

- Dossier Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ;
- Demande de permis de construire ;
- Démarches administratives de l'achat / vente de l'électricité.

En se basant sur la puissance du système à installer, il y a trois formes de dossier ICPE. Pour les systèmes de puissance inférieure

à 20MW, ils sont soumis à "déclaration" et doivent respecter les contraintes de l'arrêté du 25 juillet 1997 relatif aux ICPE soumises à déclaration. Toute personne qui souhaite mettre en service une installation soumise à déclaration doit avant tout s'adresser à Monsieur le Préfet du département - Bureau de l'Environnement - un dossier en triple exemplaire composé d'une déclaration mentionnant les informations générales sur le demandeur et le système objet de la déclaration, un plan de situation du cadastre et un plan d'ensemble.

Les installations de puissance thermique supérieure ou égale à 20 MW sont soumises à "autorisation" et doivent respecter les contraintes de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux ICPE soumis à autorisation. Le demandeur adresse une lettre à Monsieur le Préfet du département. La lettre de demande, signée, fournit des renseignements sur l'identité du demandeur, la localisation

de l'installation, la nature et le volume des activités, les procédés de fabrication, les capacités techniques et financières et la situation administrative de l'Etablissement concerné. Il faut ajouter en annexe une carte de l'emplacement de l'installation, un plan, un plan d'ensemble, une étude de l'impact de l'installation sur son environnement, une étude de dangers et une notice relative à la conformité de l'installation projetée.

Les installations de puissance supérieures à 50MW sont soumises à l'enregistrement de la directive européenne (Grandes Installations de Combustion) du 24 novembre 1988, modifiée le 15 décembre 1994 et actuellement en cours de révision. La demande d'enregistrement mentionne des renseignements sur l'identité du demandeur, la localisation de l'installation et la description, la nature et le volume des activités ainsi que les rubriques

de la nomenclature dont relève l'installation. En annexe, il faut ajouter des cartes, des plans, l'étude des capacités techniques et financières de l'exploitant, un document justifiant la compatibilité du projet d'installation avec les dispositions d'urbanisme et un document justifiant du respect des prescriptions générales applicables à l'installation.

Il faut noter que le délai d'instruction de la demande ICPE est de 9 à 16 mois. Ce délai dépend du type du dossier et du genre de l'installation. Cependant, le délai de validi-

té du dossier ICPE, quel que soit son type, est de deux ans. En parallèle avec le dossier ICPE, le demandeur adresse une demande de permis de construire à la mairie de la ville où la durée du traitement de la demande est 2 à 4 mois. Le demandeur doit commencer les travaux de réalisation 2 ans au maximum après réception du permis de construire. Dans des cas particuliers, cette période peut atteindre 3 ans.

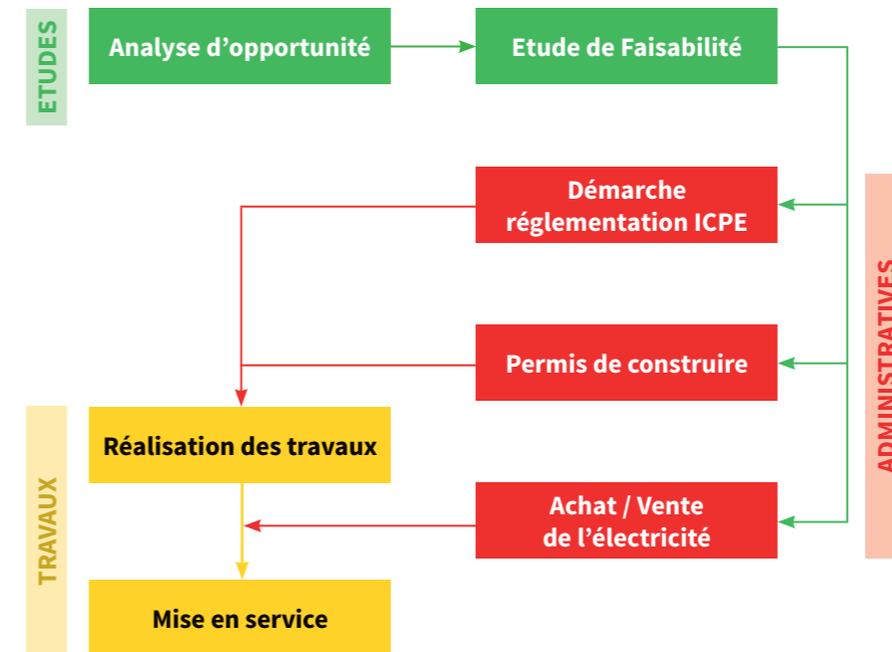
Concernant les démarches administratives de l'achat/vente de l'électricité, il y a trois dossiers à remplir. Tout d'abord, pour ins-

taller un nouveau dispositif de production d'électricité, plusieurs démarches concomitantes, au titre du dossier d'achat de l'électricité, doivent être effectuées. Une demande de raccordement doit être adressée au gestionnaire du réseau public auquel le producteur souhaite raccorder son installation de production. Par ailleurs, si l'installation souhaite bénéficier de l'obligation d'achat, une demande de certificat ouvrant droit à l'obligation d'achat et une demande de contrat d'achat vis-à-vis d'EDF doivent également être réalisées.

Conformément au Décret n°2001-410 de mai 2001 relatif aux conditions d'achat de l'électricité produite par des producteurs bénéficiant de l'obligation d'achat, une personne demandant à bénéficier de l'obligation d'achat doit produire un dossier de demande de CODOA auprès du préfet de département (DREAL). Les dossiers, rédigés à l'attention du préfet de département, sont à envoyer à la DREAL. Le dossier est à retirer auprès de la préfecture du département.

Conformément au Décret n°2001-410 de mai 2001 relatif aux conditions d'achat de l'électricité produite par des producteurs bénéficiant de l'obligation d'achat, le CODOA peut être transféré par décision préfectorale. Les dossiers de demande de transfert, rédigés à l'attention du préfet de département peuvent être envoyés à la DREAL. La demande de transfert, à retirer auprès de la préfecture, doit être faite conjointement et signée par le détenteur et le nouveau pétitionnaire.

Organigrammes des procédures administratives en France



4. La mise en place du système

La gestion des risques

Pour une organisation, les risques peuvent avoir des conséquences sociétales, environnementales, technologique ainsi qu'en niveau de la protection et de la sécurité. Il ne faut pas non plus négliger les impacts au niveau commercial, culturel et de la réputation (Lazarte and Sandrine, 2010). Ainsi la mise en place d'un système de cogénération n'est pas sans risques, et afin d'encourager de tels projets il est nécessaire d'aider les utilisateurs à mieux gérer ces risques. C'est pourquoi le partenariat Ecotec a réalisé une stratégie de gestion des risques au bénéfice des utilisateurs et des décideurs.

Les partenaires ont étudié les risques liés à la Chaîne d'approvisionnement : capacité, longévité, respect de l'environnement, coût et retour sur investissement. Il est essentiel que le carburant choisi soit sans risque pour le consommateur et demeure à coûts constants. Le "business risk model" établi servira de base à l'Université de Greenwich pour développer une stratégie de gestion des biens immobiliers.

Pour la première fois le glycérol est utilisé comme carburant pour une unité de cogénération dans un patrimoine existant grâce au projet de l'Université de Greenwich (UoG). Le caractère innovant de ce projet a rendu nécessaire la mise en place d'une gestion efficace des risques et d'une méthode d'évaluation visant à en diminuer les aspects négatifs et à en améliorant les opportunités offertes. Il était nécessaire qu'elles soient suffisamment flexibles pour inclure un vaste panel de parties prenantes (les partenaires Ecotec21), les différents moteurs de cogénération, de carburants et de bâtiments.

Le texte qui suit fournit un aperçu de la stratégie de gestion des risques utilisée pour évaluer les risques et les opportunités inhérents à l'installation d'un moteur de cogénération avec une descrip-

tion sur la façon dont la stratégie a été réalisée et développée. Alors que la stratégie initiale de gestion des risques avait été développée pour le moteur de cogénération de l'Université de Greenwich, il est ici proposé que cette stratégie et l'évaluation qui en découle soit utilisée pour toute autre installation de cogénération grâce aux indications supplémentaires fournies par les partenaires Ecotec lorsque cela était possible.

Le choix d'une stratégie de gestion des risques

La certification ISO 3100 étant un outil et un standard unanimement reconnu, elle a été choisie comme cadre et processus pour la gestion des risques avec le "Risk Diagnosing Method" (RDM) pour l'évaluation des risques. Comme pour tout projet, mais d'autant plus quand il s'agit d'un projet innovant comme celui d'une cogénération au glycérol, la mise en pratiques des enseignements tirés de la surveillance et de contrôle sont des éléments essentiels qui font partie de la procédure 31000.

« ISO 31000:2009, Management du risque – Principes et lignes directrices, fournit des principes, un cadre et des lignes directrices pour gérer toute forme de risque. Cette norme peut être utilisée par tout type d'organisme sans distinction de taille, d'activité ou de secteur. Les organisations qui ont recours à ISO 31000 augmentent leurs chances d'atteindre leurs objectifs, sont mieux à même de cerner les opportunités et les menaces et d'allouer et d'utiliser efficacement les ressources pour le management des risques. » (ISO, 2014).

Le choix d'une méthode d'évaluation des risques

Une évaluation des risques est nécessaire pour identifier les facteurs pouvant mettre en danger le succès d'un projet. Elle peut aussi être utilisée pour en identifier les opportunités. La décision d'utiliser le "Risk Diagnosis Method" (RDM) plutôt que le "Failure Mode Event Analysis" (FMEA) vient du fait que l'utilisation de glycérol comme combustible pour la cogénération correspond au genre de projets

innovants pour lequel la méthode RMD a été développée.

Le RDM a été développé par le Professeur Keizer pour établir un diagnostic des risques dans les projets d'innovation de produit. Il a été testé dans plusieurs sociétés dont Philips et Unilever. Il utilise des phrases positives plutôt que des questions négatives, pour éviter le risque d'être accepté trop facilement par l'équipe (Keizer et al, 2002) qui partirait du principe que l'impact d'un risque ne dépend pas seulement de la vraisemblance de son existence et de son impact mais aussi sur sa capacité ou son incapacité à influencer la situation (Halman and Keizer, 1994).

Une fois que les risques (et opportunités) ont été identifiés et traduits en une série d'affirmations, il est demandé à l'équipe de donner leur avis sur le niveau de risque associé à ces affirmations et de les noter sur la base de trois paramètres (voir figure ci-dessous) :

- Quel est le niveau de certitude que l'affirmation soit vraie?
- La capacité de l'équipe d'influence le cours des événements dans le temps et les limites imparties
- L'importance relative de l'affirmation dans le succès du projet

Exemple de questionnaire RMD

Risk Statements	What is the level of certainty that the statement will be true?					Ability of the team to influence course of action within time and recourse limits.					The relative importance of statement for obtaining project success.				
	Very low		Very high			Very low		Very high			Very low		Very high		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
The project will be finished on budget.	✓					✓									✓

Une fois que toutes les affirmations ont été évaluées et notées, les risques peuvent être classifiés comme suit : sur, faible, moyen, élevé, catastrophique.

L'approche Ecotec21

→ Étape 1

Les membres de l'équipe Ecotec21 de l'Université de Greenwich ont réalisé un brainstorming pour identifier les risques liés à l'installation d'une cogénération au glycérol. Les risques ont été catégorisés comme suit : financier, technique/opérationnel, Chaîne d'approvisionnement environnemental, légal, commercial, social et de réputation. Ils ont été analysés comme risqués pour l'entreprise sur une longue période (dans un futur lointain) et comme des incertitudes pouvant intervenir à tout moment.

→ Étape 2

L'École d'Architecture de Design et de Construction a contrôlé les risques identifiés ci-dessus au travers des 3 phases du cycle de vie du projet : faisabilité, construction, opération, et ont associé l'impact de chaque risque avec une stratégie appropriée.

→ Étape 3

Les résultats des étapes 1 et 2 ont été partagés avec les partenaires d'Ecotec21 lors d'un comité de pilotage au cours de premier semestres 2014 à Hampshire.

→ Étape 4

Les risques et les opportunités identifiés au cours des phases 1 et 2 ont été comparés à ceux identifiés par Parsons Brinkerhoff lors de l'étude de faisabilité de la cogénération de l'Université de Greenwich, traduits en affirmations (comme recommandé par le RDM) à partir desquelles un questionnaire d'évaluation des risques a été établi et piloté par l'équipe Ecotec21 de l'Université de Greenwich.

→ Étape 5

Les résultats du questionnaire pilote ont été analysés, le questionnaire des risques revu et envoyé à tous les partenaires Ecotec21.

→ Étape 6

Les questionnaires retournés ont été analysés.

→ Étape 7

Les membres de l'équipe Ecotec21 de Greenwich ont organisé un atelier sur la réponse aux risques.

→ Étape 8

Les résultats des étapes 6 et 7 ont été partagés avec les partenaires Ecotec21 lors du comité de pilotage de Greenwich fin 2014. Il a été demandé aux partenaires de mettre en place leur propre atelier.

→ Étape 9

Livrable réalisé.

Evaluation des risques par l'Université de Greenwich

Catégorie	Description	Niveau	Réponse	Stratégie pour contrôler le risque
Commercial	Changer le prix conventionnel des combustibles n'impacte pas la viabilité du projet.	M-C	Réduire	Aligner le combustible sur un référentiel différent
Chaîne d'approvisionnement	Le coût futur du combustible est acceptable.	M-C	Réduire	Trouver d'autres alternatives / Encourager les nouveaux fournisseurs.
Commercial	L'offre et la demande n'impactent pas le régime de prix.	F-C	Transférer	Contrat à long terme.
Commercial	La législation des états membres, les plans de soutien ou de certification visant à atteindre les objectifs de la directive sur les énergies renouvelables seront maintenus.	S-C	Réduire	Influencer le Gouvernement / Conférence / Communauté active
Commercial	Les émissions de carbone de la chaîne d'approvisionnement resteront les mêmes.	S-C	Réduire / Améliorer	Analyse des émissions carbone de la chaîne d'approvisionnement
Commercial	Aucune législation supprimant la Chaîne d'approvisionnement ne sera adoptée.	E	Réduire	Evaluation de la durabilité du combustible / Fournir des preuves pour atténuer les effets de la loi.
Commercial	L'équipe est satisfaite du fait que les aspects légaux aient été inclus dans le contrat.	F-E	Réduire	Analyser l'accord / consultation juridique.
Construction	Le projet sera réalisé dans les temps.	F-E	Réduire	Communication utilisant les outils de la gestion de projet.
Chaîne d'approvisionnement	L'augmentation de la demande du consommateur final n'impactera pas la capacité de la chaîne d'approvisionnement de fournir le combustible.	F-E		
Chaîne d'approvisionnement	La diminution de la demande du consommateur final n'impactera pas la capacité de la chaîne d'approvisionnement à fournir le combustible.	F-E		
Chaîne d'approvisionnement	Le combustible sera disponible dans l'avenir.	S-M	Réduire	Trouver d'autres alternatives / Encourager les nouveaux fournisseurs.

M = modéré / C = catastrophique / F = faible / E = Elevé

Retour d'expérience de l'Université de Greenwich

- En phase de construction, tous les risques sont connus et faciles à quantifier selon les "Facilities Management".
- Il est nécessaire de réfléchir à la façon de mesurer et de quantifier les risques opérationnels et continus restants : Gestion régulière du projet afin de disposer de plus d'informations
- La gestion des risques est fluide et dynamique et peut être mise en œuvre au cours du cycle de vie du projet.
- Le risque critique de l'entreprise en phase opérationnelle nécessite une gestion constante et les FM ont besoin pour cela de données de façon périodique. Il faut gérer la production de glycérol sur une base annuelle, effectuer un suivi des coûts par rapport aux autres combustibles, vérifier la qualité du combustible (analyse chimique de base similaire à un essai concret).
- FM gérant sur site.
- Différence entre l'offre et la demande.
- Ces risques peuvent être traités avec des contrats, un ensemble de comparaisons à l'échelle européenne, la responsabilité des FM. Ainsi avec le temps, les éléments collectés permettent de réduire ou de faire disparaître des incertitudes et permettent une meilleure évaluation des risques en cours.

Les leçons tirées de la phase de mise en œuvre

Pour encourager la multiplication de cogénérations aux biocarburants il est important de disséminer les leçons apprises au cours des différentes phases (conception, installation, mise en œuvre) pour éviter que certaines erreurs ne se reproduisent et augmenter le sentiment de confiance de l'utilisateur vis-à-vis de la technologie et du combustible. En conséquent il était important que les moteurs de cogénération soient installés et testés dans des bâtiments divers.

Les deux études de cas ci-dessous présentent les leçons apprises par l'Université de Greenwich et Habitat du Littoral lors de la conception et de l'installation de la cogénération.

L'exemple de l'Université de Greenwich

Location: University of Greenwich, Medway Campus

Les bâtiments de l'Université de Greenwich (de 1903) alimentés par le moteur de cogénération sont composés de bureaux, salle de cours, laboratoires et cuisines et sont situés sur la partie supérieure du campus.

Le moteur de cogénération est un moteur diesel de 410kWe, 450kWth, modifié pour qu'il puisse fonctionner au glycérol (non-inflammable) ou à tout combustible liquide ou au gaz. Les éléments principaux de cet unités sont : un moteur principal (ici moteur à pistons), un alternateur (pour produire l'électricité) et un échangeur de chaleur (pour récupérer la chaleur du moteur). Ils sont contenus dans un conteneur acoustique de 9.5m de long, 3.4m de largeur et de 3.6m de hauteur. Les autres éléments essentiels sont un radiateur externe et un réservoir



pour le glycérol. L'unité de cogénération a été fournie par Aquafuel (Figure 3) et est située à côté des services centraux où les trois chaudières à gaz se situent et avec lesquelles la cogénération fonctionne. La chaleur est diffusée au travers du réseau existant.

Réseau de chaleur :

On pense que le réseau de chaleur a été installé en 1988 dans du béton armé à 1100 m de profondeur et à des profondeurs variées. Avant d'installer une cogénération au biocarburant :

- ✓ Evaluer si le bâtiment est adéquat et si un réseau de chaleur est disponible.

Une enquête non invasive sur l'état du réseau de chaleur a été menée du fait de

fuites lors des précédentes années. Par expérience, en cas de fuites ou de voie d'eau, cela signifie que l'atmosphère dans les tuyaux devient humide et accélère la corrosion des tuyaux en acier. L'enquête a confirmé que le réseau était de condition moyenne.

- ✓ Dimensionner le moteur pour une production optimum d'électricité et de chaleur. Afin de diminuer les émissions de carbone, il est crucial de réduire au maximum les déperditions de chaleur.
- ✓ Identifier les biocarburants possibles et examiner la capacité de production du moteur à fonctionner avec ce carburant.
- ✓ Vérifier la possibilité d'approvisionnement du biocarburant tout au long de la durée de vie du moteur et / ou la capacité à utiliser un autre carburant en cas de besoin.

Au début du projet, Greenergy étaient considérés comme l'unique fournisseur de glycérol de qualité. Vers la fin du projet il est apparu qu'ils étaient dans l'impossibilité de fournir le glycérol en qualité et en quantité nécessaire à temps. D'autres fournisseurs ont été contactés et un carburant alternatif (huiles de cuisson usagées) a été choisi de façon temporaire.

- ✓ S'assurer que l'approvisionnement de biocarburant n'implique pas une hausse des émissions de carbone de par son transport.
- ✓ Réaliser de manière indépendante une évaluation des risques.
- ✓ S'assurer que la charge électrique et de chaleur est régulière (ou varie peu) tout au long du projet (bâtiments, charges ajoutées ou retirées).
- ✓ Prendre en compte les obligations de maintenance en lien avec les échéances entre les périodes d'entretien.
- ✓ Obtenir rapidement un accord du UKPN (National Power Grid operators) en ce qui concerne la connexion

En Décembre 2014 UKPN a voulu refuser la taille du moteur et le limiter à 200 kWe. L'accent a donc été mis sur la nécessité d'avoir une certaine taille pour respecter les obligations en terme de bâtiment étudié par Ecotec, sur le projet de démonstration que constitue une cogénération au biocarburant, et sur la volonté de l'Université de Greenwich de réduire ses émissions carbone de 40% pour 2020 avec ce projet. UKPN a finalement donné son accord et la cogénération a été connectée en Janvier 2015.

Installation d'une chaudière à Micro-cogénération Collective à granulés de bois dans un bâtiment réhabilité à Boulogne-sur-Mer



Contexte

En tant qu'acteur majeur du logement à Boulogne-sur-mer, Habitat du Littoral (HL) se mobilise pour maîtriser l'impact environnemental de ses projets et a fait du développement durable une de ses priorités

stratégiques. C'est pourquoi il s'est engagé dans le projet Ecotec 21 pour tester dans le cadre de la réhabilitation de la résidence Béthanie, une technologie innovante : la micro-cogénération biomasse. Cette chaudière remplace l'ancienne chaudière collective alimentée par du fioul, et donne l'opportunité de tester cette technologie, d'en évaluer la pertinence technique et financière ainsi que son impact sur les locataires. En parallèle, ce projet permet de sensibiliser les habitants aux économies d'énergie. Il s'agit de montrer les bienfaits sociaux et environnementaux d'un programme de modernisation par la cogénération.



Fiche d'identité du bâtiment	
Type et surface de bâtiment, date de livraison	10 appartements collectifs en R+1 de petite typologie (5T2 et 5T3) 604 m ² de Surface utile, livré janvier 2015
Maître d'ouvrage	Habitat du Littoral Office Public de l'Habitat de Boulogne-Sur-Mer
Principaux indicateurs techniques de la chaudière	
Marque de la chaudière	ECOMETIS
Année de mise en route	2015
Technologie	Chaudière à Micro-cogénération
Type de carburant	Granulés de bois
Puissance de chauffage	56.7 W/m ²
Puissance électrique	3 W/m ²
Consommation globale en énergie primaire et en CO2	82 kWh/m ² .an et 2 kg eq.CO2/m ² /an
Type de diffusion de la chaleur	Vecteur air
Type de ventilation	Ventilation Mécanique Contrôlée Hygro A
Coût d'investissement	198830 € H.T (pour un coût total de l'opération de 916 000€ H.T.)
Financement	INTERREG
Instrumentation	Installation instrumentation des logements et chaufferie avec visualisation sur tablettes et portail numérique des consommations.

Les facteurs du succès

- + L'installation d'une micro-cogénération n'est pas soumise à une législation particulière.
- + L'utilisation de biomasse comme carburant est plus respectueuse de l'environnement.
- + Remarque : il est trop tôt pour analyser le retour d'expérience

Principales difficultés rencontrées

- Différents problèmes sont apparus au niveau du fabricant : monopole du fournisseur sur le marché ; retard de livraison de matériel, difficulté à se faire former.
- Le fait que le lot chauffage ait été détaché du reste des lots.
- L'impossibilité d'analyser les besoins énergétique et de profils de consommation des locataires, la résidence Béthanie étant inoccupée.
- Le surcout financier par rapport à une chaudière « classique » qui peut être rédhibitoire



Les 2 chaudières

Silot de stockage des granulés

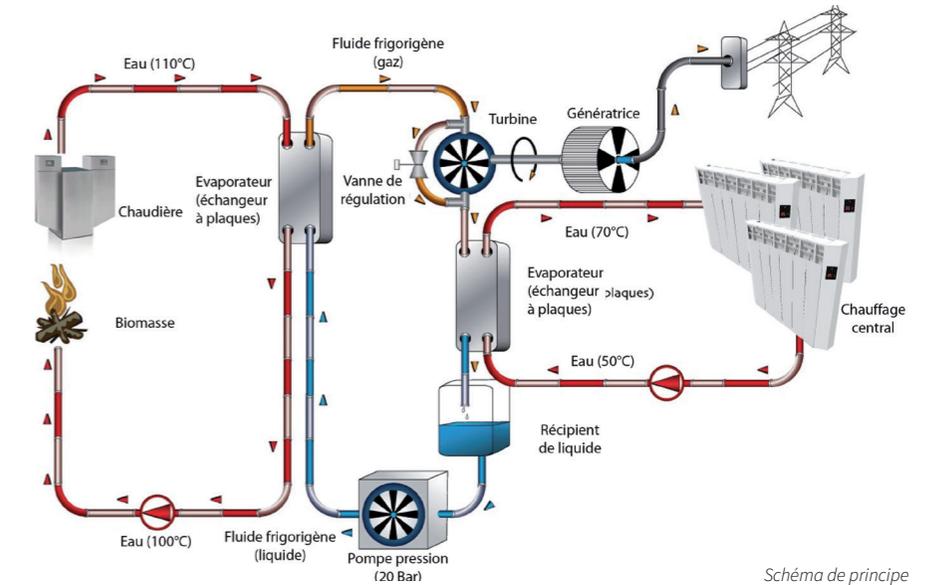


Schéma de principe

Gérer l'énergie, pourquoi ? Comment ?

La lutte contre le dérèglement climatique et les incertitudes sur l'évolution du prix des énergies fossiles impliquent de diminuer nos consommations d'énergie et nos émissions de gaz à effet de serre pour contenir le réchauffement climatique de la planète à 2°C. Pour y parvenir il convient d'être en capacité de réduire rapidement nos consommations d'énergie fossile grâce à plus de sobriété et d'efficacité énergétique tout en augmentant la part des énergies renouvelables utilisées.

Sobriété : Moins consommer en mettant en œuvre des stratégies de maîtrise de la demande en énergie ambitieuse

Efficacité : Mieux consommer en utilisant des systèmes énergétiques à haut rendement

Conversion : Couvrir le solde énergétique par des énergies renouvelables.

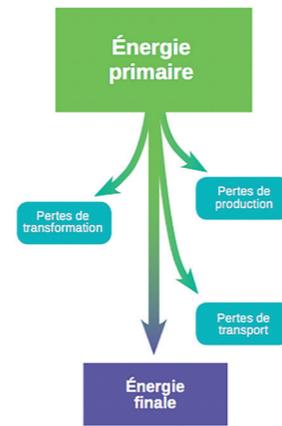
La gestion de l'énergie doit permettre d'améliorer l'efficacité énergétique en réduisant les pertes entre l'énergie primaire, c'est-à-dire l'énergie « potentielle » contenue dans les ressources naturelles et l'énergie finale qui sera consommée et facturée.

Gestion de l'énergie et efficacité énergétique

L'amélioration de l'efficacité énergétique doit être pensée et optimisée à tous les niveaux : **production, distribution, utilisation.**

Production d'énergie

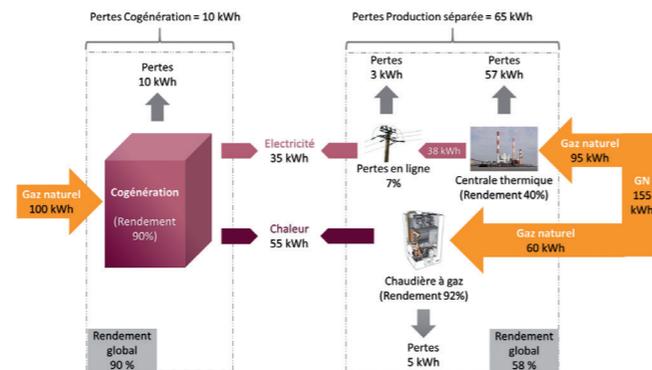
Au niveau de la production, les moteurs de cogénération apparaissent déjà comme des outils de l'efficacité énergétique en limi-



tant les pertes par rapport à des productions séparées de chaleur et d'électricité. Les moteurs de cogénération alimentés par glycérol ou biomasse permettent en plus de ne pas consommer d'énergie fossile et de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

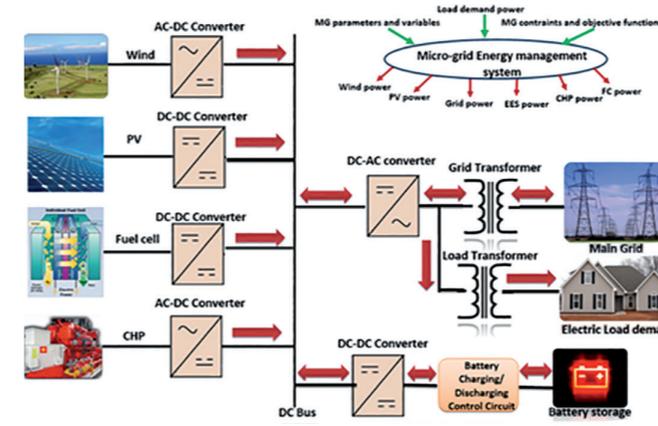
Utilisation d'énergie

Les bâtiments sont les premiers consommateurs d'énergie en France avec 43% de la consommation. La mise en place de systèmes de régulation et de pilotage au niveau de l'utilisation terminale doit permettre de gérer l'énergie pour ne pas rendre vaines les actions d'efficiences et de sobriétés menées par ailleurs.



Production/Distribution d'énergie

De nouveaux modèles énergétiques décentralisés sont à imaginer pour rapprocher la production de la consommation via des réseaux. Pour cela de nouveaux systèmes de gestion d'énergie multi-sources sont à développer.



Configuration d'un micro-réseau (UCBN)

Différents systèmes de gestion de l'énergie

Les partenaires de ce projet ont travaillé sur quatre systèmes de gestion de l'énergie afin d'améliorer l'efficacité énergétique.

Systèmes de gestion d'énergie multi-sources

Les études et expérimentations menées par l'Université de Caen Basse-Normandie et de l'Université de Greenwich ont permis de présenter deux systèmes pour la gestion d'énergie au niveau production-distribution. Ce sont des systèmes d'avenir qui pourront permettre le développement des nouveaux modèles énergétiques avec la gestion d'énergie multi-sources.

✓ Système de gestion d'énergie pour la cogénération isolée et connecté

L'université de Caen Basse Normandie présente le système de gestion d'énergie pour la cogénération opérant en mode connecté au réseau et en mode isolé à l'aide de contrôleur à logique floue. Pour le mode autonome de fonctionnement, le système vise à satisfaire la demande à la fois en termes d'énergie électrique et thermique. En ce qui concerne le mode connecté au réseau, le système de co-

génération est étudié avec réseau de distribution de type alternatif AC. Dans cette situation, le moteur de cogénération est supposé fonctionner avec une demande de charge constante. Enfin le rôle principal du système de gestion de l'énergie dans un micro-réseau est de déterminer de manière autonome heure par heure l'énergie nécessaire optimale fournie par le micro-réseau et le réseau principal pour satisfaire les besoins de la demande de charge.

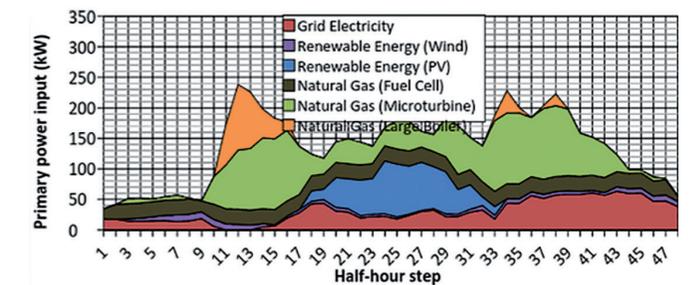
✓ Système de gestion d'énergie à base d'agents

Le but du travail de l'Université de Greenwich a été de concevoir un système de gestion de l'énergie qui peut réguler la sortie des générateurs de cogénération sur la base de la prise de décision complexe en conjonction avec d'autres sources d'énergie. Des vecteurs d'énergie multiples tels que l'électricité, la chaleur et le gaz, ont été pris en considération. Une méthodologie de prise de décision distribuée a été appliquée pour coordonner les différentes sources de manière autonome, par des logiciels intelligents appelés agents. Le concept de centres d'énergie sera utilisé dans les agents afin d'optimiser les systèmes avec des transporteurs d'énergie multiples. Les systèmes de cogénération seront considérés comme des parties d'un centre énergétique, qui convertit un vecteur d'énergie (par exemple, gaz) en deux autres (électricité et chaleur).

Systèmes de gestion d'énergie au niveau de l'usage

✓ Système de régulation thermique terminale

L'expérimentation a été menée par Amiens Métropole dans un immeuble de logements collectifs caractéristique des années 1970. Ce



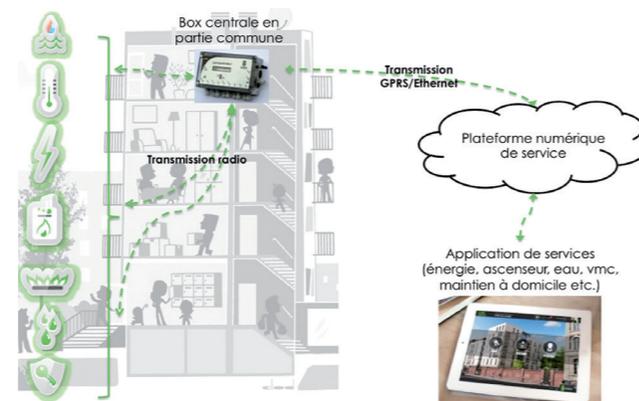
Répartition de l'entrée d'alimentation primaire



bâtiment est raccordé au réseau de chaleur urbain, il est chauffé par le sol et ne possède pas de système de régulation thermique terminale. L'objectif est de gérer et d'optimiser l'usage de l'énergie dans le bâtiment par la mise en place d'une régulation terminale individualisée et d'améliorer le confort thermique. Le système permettant de gérer l'utilisation de l'énergie dans le bâtiment est composé de vannes d'équilibrages motorisées auto-adaptatives associées à un thermostat avec sonde d'ambiance dans chaque appartement, de vannes d'équilibrage sur chaque circuit alimentant les plafonds du dernier étage, d'une centrale de gestion en pied de colonne et d'une ventilation hybride permettant de contrôler les débits ventilatoires. La maîtrise des flux énergétiques et caloriques a permis de réduire les consommations et ainsi gagner en efficacité sur le réseau de chaleur. Cette expérimentation valide une solution technique reproductible présentant un temps de retour sur investissement pertinent.

✓ **Système de gestion par plateforme numérique de services**

Habitat du Littoral teste le système proposé par la société Intent technologies dans le cadre d'une réhabilitation total d'un immeuble de logements collectifs. Il s'agit d'une plateforme numérique qui permet à la fois de traiter les données en temps réel et distribuer des services connectés. Les données sont collectées via un ensemble de capteurs installé dans les logements et en partie commune. Les technologies employées sont ouvertes et interopérables pour permettre de faire évoluer le système dans le temps en y connectant éventuellement d'autres équipements à l'avenir (VMC, ascenseurs...). Les applications de services sont mises à disposition sur le web, tablette et mobile. Les habitants vont accéder à l'application de suivi et de coaching énergétiques, le bailleur à l'application de suivi de performance énergétique et pilotage du contrat et les prestataires à l'application de suivi de performance énergétique.



CONCLUSION

Les quatre systèmes de gestion de l'énergie présentés proposent des solutions pour gagner en efficacité énergétique depuis la production jusqu'à l'utilisation de l'énergie.

Sur le bâti ancien avec un système adapté à un bâtiment typique des années 1970 en France, sur les bâtiments lourdement réhabilités ou sur les bâtiments neufs et enfin sur le modèle énergétique du futur qui devra traiter de manière autonome une grande quantité de données pour optimiser les choix de production, stockage, distribution et devenir un « super smart grid ».

Attitudes, intentions et comportements «vertueux» pour l'environnement

Contexte:

Il est important de prendre en compte les différentes parties impliquées dans la mise en place et l'exploitation de technologies renouvelables. C'est pourquoi les universitaires du département de psychologie de l'Université de Greenwich ont étudié leurs différents points de vue pour mieux comprendre leurs attitudes, les intentions et les comportements pro-environnementaux.

Dans le cadre de ces recherches, le modèle de comportement de changement intégrée (I-change) (De Vries, 2008) a été utilisé comme base pour explorer les attitudes et comportements environnementaux des participants. Le modèle explore une série de facteurs relatifs à la motivation d'un individu, à sa compréhension d'un sujet, aux normes subjectives (le comportement approprié / attendu pour un groupe social) et aux barrières existantes à l'expression d'un comportement donné. Une approche holistique est à privilégier du fait de la relation complexe que les gens ont vis-à-vis des comportements respectueux de l'environnement. En utilisant le modèle de changement intégré, les attitudes, les intentions et le comportement des utilisateurs du campus de Medway et de la piscine de Medway, ainsi que les personnes ayant participé à l'évènement 'ConGREEN', ont été explorés en lien avec des comportements respectueux de l'environnement. L'impact de l'installation d'une chaudière cogénération sur ces facteurs a également été examiné au campus de Medway.

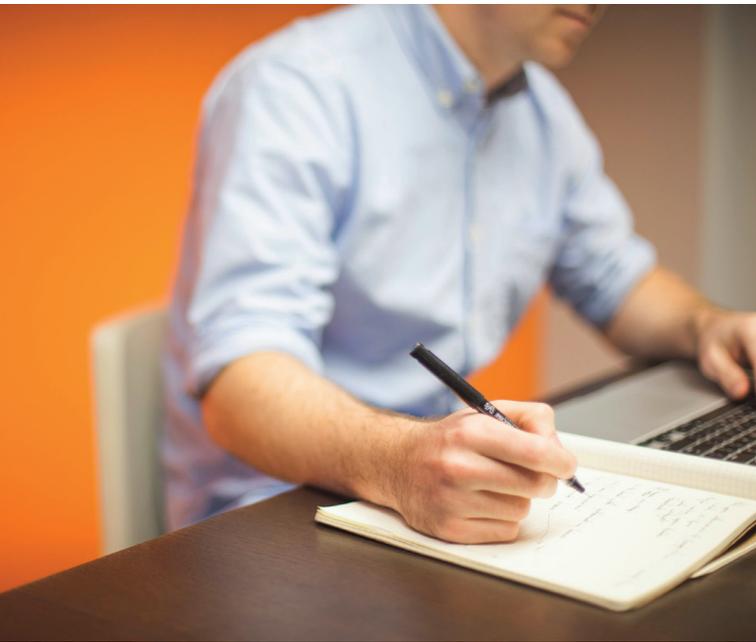
1. Quelles opinions les individus interrogés ont-ils exprimées sur leurs propres attitudes et comportements et sur ceux des autres vis-à-vis de l'environnement?
2. L'installation d'équipements respectueux de l'environnement peut-elle influencer positivement les attitudes, les intentions et les comportements des particuliers en ce qui concerne les questions environnementales?
3. Quels sont les obstacles vers l'adoption de comportements respectueux de l'environnement?



Méthode :

Un questionnaire sur les valeurs et les attitudes en faveur de l'environnement a été distribué à 3 endroits différents : l'évènement ConGREEN' à Rochester, la piscine du Medway et le campus de Medway de l'Université de Greenwich. En ce qui concerne les étudiants et les membres du personnel de l'Université, leurs perceptions ont été relevées avant et après l'installation de la chaudière à cogénération.



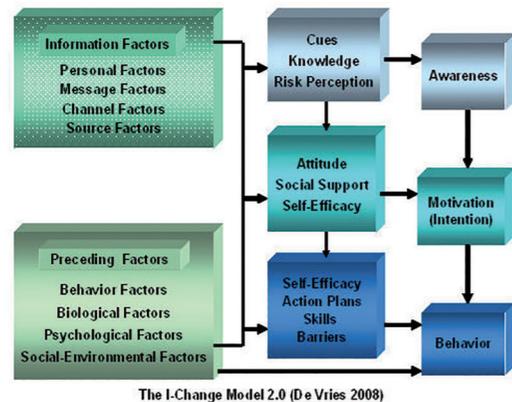


Résultats et répercussions :

Les résultats de la piscine de Medway et de l'évènement 'ConGREEN' corroborent le modèle I-change en matière de comportement ; les attitudes, intentions et normes subjectives conditionnent le comportement en faveur de l'environnement. En conséquence, pour obtenir un changement de comportement durable en faveur de l'environnement, nous devons comprendre les perceptions et les attitudes des acteurs au projet pour s'assurer qu'ils sont d'accord avec les modifications.

Il était également évident que les «normes sociales» d'un individu, comme la façon dont il ressent la manière dont il est perçu par les autres a un grand impact sur son comportement. Dans l'étude réalisée sur le campus Medway, il a été mis en relief que le fait d'installer une chaudière à cogénération a augmenté les perceptions que les acteurs du projet ont sur leurs comportements et intentions en faveur de l'environnement. Toutefois, les attitudes pro-environnementales ont régressées. Par conséquent, en adoptant une approche holistique de la compréhension du comportement dans ce contexte, il y a un potentiel accru de concevoir des projets plus efficaces et efficients pour engager les individus (et, plus important encore les groupes d'individus) dans des comportements pro-environnementaux.

Les participants de l'échantillon du campus de Medway pensaient que l'utilisation des biocarburants était une idée positive, mais ils n'ont pas donné une grande importance aux questions environnementales en répondant aux autres questions d'actualité (comme l'économie). Le coût et la disponibilité des biocarburants ont également joué un rôle dans la formation des attitudes à l'égard des biocarburants. Les obstacles (coût, faible importance perçue et le manque d'informations sur les biocarburants) pour un comportement respectueux de l'environnement donnent une indication sur les raisons pour lesquelles les personnes considérées comme ayant une attitude 'pro' écologique ne s'engagent pas toujours dans un comportement en adéquation avec ce résultat.



Communication et participation des habitants

Les interventions d'Amiens Métropole

1. Implication des locataires pour diminuer les consommations d'énergie



Pour les températures :			Pour l'humidité et la ventilation		
Vous avez eu trop chaud dans la pièce :	☹️	✓	Vous avez eu trop d'humidité dans la pièce :	☺️	✓
Vous avez eu la bonne température :	☺️	✓	Vous avez eu un bon confort :	☺️	✓
Vous avez eu trop froid dans la pièce :	☹️	✓	Vous avez eu la sensation de manquer d'air :	☹️	✓

L'étude menée sur la gestion de l'énergie dans un bâtiment de logements collectifs de l'OPH d'Amiens a été réalisée avec le concours des résidents. Les habitants (une cage d'escalier de 10 appartements) ont été informés dès le début du projet et ensuite de manière régulière en organisant des rencontres individualisées (porte à porte) et des points collectifs en installant sur site (pied d'immeuble) des espaces de réunions ponctuelles. Les locataires se sont ainsi fortement impliqués dans le projet notamment durant les campagnes de mesures où quotidiennement ils ont complété un questionnaire permettant d'évaluer leur ressenti par rapport au confort thermique.

Le point de départ de cette ballade étant matérialisé par une mappemonde gonflable géante installée au bout de la rue. Organisation de quiz sur le changement climatique et les éco-gestes mis en scène par une compagnie de théâtre.

→ Un bus « spécial projection » pour une réunion en hiver

Ce bus a été utilisé pour la 1ère réunion publique pour présenter avec projection le projet concernant la 1ère campagne de mesure. Les appartements témoins ont été choisis avec les locataires volontaires pour l'instrumentation (pose de 4 ou 5 capteurs de température et d'hygro-métrie) et les renseignements quotidiens via les questionnaires.



→ Un barnum sur le parking de la résidence

La restitution des résultats de l'étude suite à la 1ère campagne de mesures et l'explication concernant les travaux à venir ont été réalisés sous un barnum installé sur le parking au pied de l'immeuble.

2 - Informer et sensibiliser pour engager des travaux de rénovation thermique

Dans le cadre du projet sur la Cité Esnault Pelterie, l'objectif était de partager avec les habitants les études sur un mini-réseau de chaleur à l'échelle de leur rue (71 maisons) et faire le lien avec les besoins de rénovation thermique de leur maison en leur proposant des solutions d'accompagnement.

→ De manière formelle dans une salle communale

(très peu de personne se déplacent).



→ De manière ludique lors d'une balade urbaine.

Le point de départ de cette ballade étant matérialisé par une mappemonde gonflable géante installée au bout de la rue. Organisation de quiz sur le changement climatique et les éco-gestes mis en scène par une compagnie de théâtre.

→ Sous forme d'un stand

pour les habitants et avec les élus. Installation d'expositions sur les éco-gestes et sur la rénovation de la maison type « amiénoise ouvrière », échange avec des professionnels et opérateurs de la rénovation thermique, distribution de pack-énergie (petits équipements permettant de mettre en pratique des éco-gestes, multiprises, thermomètres, ampoules, sablier...) et questionnaire pour connaître les besoins et souhaits des habitants.





Vaste opération de sensibilisation par Habitat du Littoral : des scolaires aux locataires

→ 1. Sensibilisation des jeunes générations

Sensibiliser les générations futures est au cœur des démarches autour des projets innovants : en effet, plusieurs manifestations ont eu lieu, visant à expliquer aux plus jeunes les enjeux des constructions passives ou peu consommatrices d'énergies. Une manière de les guider vers les bons gestes et les bons réflexes pour l'avenir. Dans l'établissement Nazareth de Boulogne-sur-Mer, les élèves ont pu tester de manière ludique leurs connaissances sur l'impact des gestes du quotidien. Il leur a également été exposé comment on construit une maison passive, son mode de fonctionnement et ses avantages. La résidence Béthanie et sa chaudière à micro-cogénération ont fait l'objet d'une visite pédagogique : 40 collégiens, en classe de 3ème, sont venus le site de l'opération dans le cadre d'une option sur la découverte des métiers du bâtiment.

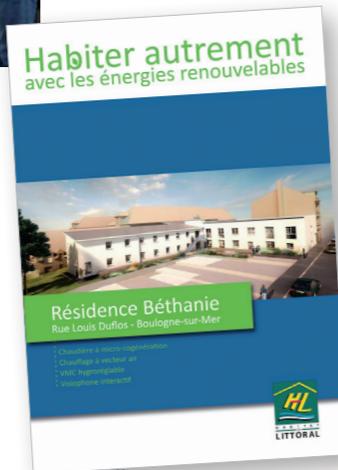
→ 2. Implication des locataires de la résidence

Expliquer aux locataires comment fonctionne leur résidence innovante est un bon moyen de les impliquer et de les coiffer de la «

casquette d'ambassadeurs » des bonnes pratiques énergétiques. Lors de la remise des clés de la résidence Béthanie, un livret d'informations a été fourni aux locataires, leur expliquant la manière innovante et écologiquement durable dont seront chauffés leur logement et leur eau chaude sanitaire. La ventilation par vecteur air a également été abordée et il leur a été expliqué comment contrôler en temps réel les consommations d'énergie de leur logement grâce au visiophone interactif.

→ 3. Aider à maîtriser les ressources dans les logements

Habitat du Littoral s'investit dans l'accompagnement des locataires en les sensibilisant sur les « bons gestes » dans leur logement. Ainsi chaque année, un agent se rend au domicile des locataires dont les charges paraissent anormalement élevées. Il les accompagne en leur expliquant comment maîtriser leur chauffage ou leur consommation d'eau, et revient sur l'utilisation des boutons de radiateurs ou encore des robinets. Une documentation est ensuite remise à chaque locataire.



Voir plus grand : La mise en place d'un réseau de chaleur

Réseaux chaleur et froid (RCS)

Le réseau chaleur et froid désigne la production et la distribution de l'énergie thermique à l'échelle locale. Il s'agit là d'une manière efficace d'approvisionner en énergie thermique générée à l'échelle locale les bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels ainsi que les installations industrielles. Les systèmes RCS sont constitués de trois principaux éléments :

- une connexion à un bâtiment ou à une installation industrielle
- un réseau de tuyaux isolés pour distribuer l'énergie thermique à partir de la centrale jusqu'aux bâtiments
- Une centrale énergétique abritant l'équipement qui produit l'énergie thermique sous forme de vapeur ou d'eau chaude pour chauffer, ou d'eau froide pour rafraîchir. La centrale peut également contenir des unités de production combinée de chaleur et d'électricité qui produisent de l'énergie électrique et l'énergie thermique utile.

Une méthode éprouvée

Le réseau chaleur et froid est une méthode qui a fait ses preuves en termes de satisfaction de la demande de tels services. Ce système est répandu à travers l'Europe où il existe une forte demande en réseaux chaleur et froid avec une part de marché moyenne de 10 %. Ces réseaux connaissent un essor particulier au nord et à l'est de l'Europe où la part de marché atteint, voire dépasse souvent la barre des 50 % (Euroheat & Power). En outre, les réseaux thermiques en Europe ont enregistré un chiffre d'affaires annuel de 19,5 milliards d'euros et vendu 556 TWh d'énergie thermique (DHC+ Technology Platform). Ils offrent un large éventail d'avantages sociaux, environnementaux et économiques en offrant une énergie thermique fiable, efficace, peu coûteuse et propre à partir de centrales administrées localement et à haute efficacité. En Europe, la majorité des systèmes sont alimentés au gaz naturel, mais, en raison de l'échelle, ils sont suffisamment flexibles pour utiliser de multiples sources combustibles et exploiter les déchets thermiques issus de l'industrie ainsi que des énergies renouvelables locales telles que la biomasse, l'énergie solaire thermique à grande échelle et l'énergie géothermique.

+ Avantages

- Rendement élevé, faible coût
- Flexibilité et résilience .
- Contrôle local
- Réduction des émissions de carbone

De nombreuses technologies utilisant ces combustibles ne sont pas techniquement ou économiquement utilisables dans des bâtiments individuels. Toutefois, le réseau chaleur et froid offre le moyen de combiner les demandes en énergie de plusieurs bâtiments afin d'atteindre le niveau d'économies requis pour rendre ces combustibles utilisables.



Intérieur d'une centrale

Photo crédit: ENMAX Corporation



Les 10 phases de développement pour mener à bien un projet énergétique.

La phase 1

consiste à analyser les objectifs fréquemment adoptés par les communautés et les municipalités en matière de réseaux chaleur et froid.

La phase 2

énonce les types de données à collecter en mettant un accent particulier sur la densité du bâtiment, la nature de l'utilisation et les points d'ancrage. Elle aborde également les méthodes de collecte des données et comment ces données peuvent être présentées sous forme de carte énergétique pour faciliter la planification de réseaux thermiques.

La phase 3

étudie la façon d'identifier les bâtiments à connecter pour constituer un projet de réseau chaleur et froid et ce qui pourrait motiver les différents types de propriétaires immobiliers à s'investir dans le développement de ce projet.

La phase 4

teste ensuite les options techniques qui répondraient le mieux aux demandes énergétiques des bâtiments concernés par le projet tout en réalisant les objectifs du projet. Cette phase est communément appelée « étude de faisabilité de haut niveau ».

La phase 5

consiste à soumettre le projet à une étude de faisabilité. Il s'agit d'un exercice technique qui consiste à analyser les options techniques adoptées. Elle étudie les différents types de combustibles, la configuration de l'équipement de production thermique, son stockage dans la centrale et son emplacement optimal, l'aménagement du réseau et l'échelonnement du développement. Elle livrera également une évaluation pointue de la viabilité financière des options.

La phase 6

développe le modèle financier du projet.

Elle prend en compte le capital et le coût opérationnel. Des sources de financement potentielles sont suggérées et les revenus sont listés. Les risques pour la viabilité financière du projet sont identifiés avec des suggestions relatives à la façon de les répartir. Ce modèle financier doit être soumis à une analyse de sensibilité ou à un test de solidité pour déterminer sa viabilité.

La phase 7

étudie les différents modèles économiques ou commerciaux qui pourraient être mis en place pour faire avancer le projet. La relation au risque et au contrôle ainsi que la façon dont ses facteurs pouvant influencer le montant du financement sont abordés.

Les phases 8, 9 et 10

explorent le cadre juridique et réglementaire du projet. L'accent est mis sur les méthodes d'acquisition, la mise en service et la livraison.

Étude de cas : Comté du Hampshire

Plaidoyer pour un système décentralisé de production combinée de chaleur et d'électricité dans votre région

Cette étude de cas décrit le processus par lequel est passé le comté du Hampshire pour développer son réseau chaleur et froid dans la ville de Winchester, Hampshire. Ce processus a nécessité l'enquête en cours et une étude de viabilité dans l'optique de la mise en place d'un réseau dans la ville. Le comté du Hampshire a étudié l'opportunité d'un réseau chaleur et froid à Winchester pendant env. trois ans. Le principal objet de ce travail a été d'élaborer un schéma à l'ouest de la ville, connecter le Royal Hampshire County Hospital (RHCH), la prison de Winchester et l'Université de Winchester pour laquelle plusieurs études technofinancières ont déjà été menées. L'étude de faisabilité de haut niveau a également identifié la possibilité de connecter ce réseau à de plus petits réseaux à l'intérieur de la cité, situés autour du complexe des quartiers généraux du conseil municipal du Hampshire.

Réseau chaleur et froid proposé à Winchester

Les bâtiments mis en évidence sur la carte sont ceux où les connexions proposées seront établies. Il s'agit notamment des bâtiments du quartier général du conseil municipal, l'hôpital RHC, la prison de Winchester et l'Université de Winchester. L'hôpital, la prison et l'université sont tous considérés comme de parfaits points d'ancrage pour un réseau chaleur et froid, car ils fournissent une charge thermique relativement constante qui utilisera la chaleur produite les équipements de cogénération 24h/24.

Le conseil est toujours à la recherche de moyens d'améliorer la sécurité énergétique à travers le comté du Hampshire, réduire le coût de l'énergie pour les habitants et les entreprises, pour le conseil et les autres organisations du secteur public et réduire les émissions de carbone. Le développement et la mise en œuvre de réseaux chaleur et froid sont considérés comme un facteur potentiel de réalisation de ces objectifs avec un investissement significatif de temps et d'efforts dans la mise en place de ce réseau.

Ce type de réseau est une entreprise considérable pour toute autorité locale, surtout lorsque l'investissement de fonds publics est envisagé. Il est par conséquent essentiel d'élaborer un dossier commercial exhaustif et solide avec le soutien explicite des élus locaux, des hauts fonctionnaires et des partenaires extérieurs. S'il s'agit d'un système de production combinée de chaleur et d'électricité, il serait plus prudent de considérer le coût sur toute la durée de vie du projet ainsi que tout bénéfice tangible.



Suite à son expérience, le HCC recommande ce qui suit :

- Harmoniser les résultats du projet aux objectifs organisationnels
- Effectuer une modélisation financière solide qui tient compte des indicateurs de performance de tous les partenaires
- S'assurer le soutien et l'adhésion des partenaires
- Trouver des fonds non recouvrables pour les travaux de faisabilité
- Démontrer clairement les avantages à l'organisation notamment les économies réalisées, la réduction des émissions, les économies fiscales et la sécurité énergétique
- Rechercher autant d'autres réseaux que possible et se concerter avec les autres collègues du secteur public pour leur appui et leurs conseils

5. Conclusion

Lorsque l'installation d'un système de cogénération est envisagée, il est important de réaliser une étude de faisabilité détaillée pour bien comprendre les implications et la pertinence d'une telle installation. Une des constatations principales du projet est la nécessaire prise en compte des différentes parties prenantes pour s'assurer que toutes les parties impliquées dans la conception, l'installation et l'utilisation de la cogénération sont impliquées dans le processus de décision afin de s'assurer que le projet répond aux exigences des utilisateurs, qu'il convient à son usage et qu'il permet la continuité de la production.

Il est important de bien connaître la consommation énergétique actuelle mais aussi de pouvoir prédire l'évolution future de cette consommation. L'étude de faisabilité devrait intégrer des calculs permettant de déterminer la consommation quotidienne, la consommation annuelle et mettre en évidence des tendances (à la fois en fonction des saisons et en fonction des comportements) afin de dimensionner la taille du moteur de cogénération avec la consommation de référence. Ainsi la chaleur n'est pas perdue en saison chaude et le moteur fonctionne à son rendement maximum.

Il est aussi important de s'assurer que la technologie et le carburant choisi correspond aux besoins de l'entreprise et maximise les profits financiers directs et indirects du projet. Toute installation doit être mise en œuvre dans le cadre d'une vaste politique d'amélioration énergétique à l'échelle de l'organisation prenant en compte la hiérarchie énergétique et incluant d'autres aspects tels que l'amélioration de l'isolation du bâtiment. Il est recommandé de relier ce type d'installation avec des bâtiments ou organisations du quartier afin de maximiser l'efficacité énergétique et les économies d'énergie possibles.

Il est important de former le personnel dans la mesure où l'efficacité d'une nouvelle technologie peut être entravée si les utilisateurs du bâtiment ne comprennent pas son fonctionnement ou refusent de s'y conformer, sauf si ces derniers sont formés à son utilisation.

Le développement d'une stratégie de gestion des risques est essentiel et doit inclure une compréhension de la législation locale, nationale et Européenne et de comment cela peut impacter la chaîne d'approvisionnement des carburants, à la fois en terme de coût et en terme de qualité, les émissions, les subventions et toutes considérations de santé et de sécurité en lien avec le site concerné. La gestion des risques est fluide et dynamique et s'accompagne d'un contrôle régulier des risques et des besoins de l'entreprise par la gestion des installations. De nombreux risques peuvent être traités par contrats, des données de références européennes et les responsabilités en lien avec la gestion des installations. En conséquence des preuves ont été recueillies au fil du temps pour réduire et éliminer l'incertitude, ce qui permet une meilleure évaluation des risques en cours.

Il est aussi important d'apprendre de l'expérience d'autres installations de cogénération en visitant des sites déjà opérationnels et en discutant avec des équipes ayant installé des systèmes similaires.

Il est possible d'identifier des exemples de bonnes pratiques sur le site du Ministère anglais de l'énergie et du changement climatique :

www.gov.uk/combined-heat-and-power

ou sur le site de la commission française de régulation de l'énergie :

www.cre.fr

ou en contactant des constructeurs.



WWW.INTERREG-ECOTEC21.EU



Pour flasher, téléchargez gratuitement une application de lecture en tapant les mots clés «QR Code» dans le moteur de recherche de votre smartphone.