



HAL
open science

La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens

Ilona Criticos

► **To cite this version:**

Ilona Criticos. La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens. Architecture, aménagement de l'espace. 2023. dumas-04192251

HAL Id: dumas-04192251

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04192251>

Submitted on 31 Aug 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Rédigé et présenté par : ILONA CRITICOS

Année universitaire 2022/2023

Tuteur universitaire : Mr. Nicolas BUCLET – Enseignant & Chercheur au laboratoire PACTE en Ecologie territoriale, Economie des conventions et Développement durable territorial

Tuteur professionnel : Mr. Thierry ALLEYRON-BIRON – Chef de projet photovoltaïque chez Gaz Et Electricité de Grenoble

Directrice du Master : Mme. Paulette DUARTE – Maitre de conférences & Chercheur au laboratoire PACTE en Actions collectives, Sociologie, Représentation sociale

2

Membres du jury : - Nicolas Buclet
- Kamila Tabaka

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Résumé (Français / Anglais)

Dans le contexte actuel, le réchauffement climatique ne doit pas être mis de côté dans la construction des territoires. De nombreux experts environnementaux sont à la recherche de solutions qui pourraient permettre aux générations à venir de construire un avenir stable et équilibré. Dans ce cadre, les énergies renouvelables apparaissent comme une solution indispensable à développer à l'échelle internationale. Bien que ces ressources présentent une solution durable, elles sont très controversées et souvent décriées par un grand nombre de français. Ce mémoire de recherche tente de comprendre, par le point de vue des citoyens, ce phénomène par une remise en contexte des énergies renouvelables puis au travers de cas d'études.

In the current climate, global warming must not be overlooked when building new territories. Many environmental experts are looking for solutions that will enable future generations to build a stable, balanced future. In this context, renewable energies appear to be an essential solution to be developed on an international scale. Although these resources offer a sustainable solution, they are highly controversial and often disparaged by a large number of French people. This dissertation attempts to understand this phenomenon from the citizen's point of view, by putting renewable energies into context and then using case studies.

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée de près ou de loin dans la rédaction de ce mémoire de fin d'études.

Je voudrais dans un premier temps remercier mon **tuteur universitaire M. Nicolas Buclet**, qui m'a accompagnée dans l'élaboration de cet exercice en étant à l'**écoute** de mes questions.

Également, j'apporte toute ma reconnaissance aux **différents enseignants** de l'Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine de Grenoble pour les **connaissances** apportées tout au long de ma scolarité.

Je tiens à témoigner toute ma gratitude à mon **tuteur professionnel M. Thierry ALLEYRON-BIRON** qui m'a fait découvrir un **métier exigeant**

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

mais **captivant** et sans qui cette **expérience exceptionnelle** n'aurait pu avoir lieu.

Je remercie également **Julien DECAUX et Nicolas FLECHON** pour m'avoir permis d'évoluer en toute **confiance** dans un milieu professionnel que je ne connaissais pas.

Je tiens à remercier **toutes les personnes de l'équipe de GEG ENeR** sans qui cet apprentissage n'aurait pas été le même. Merci pour votre écoute et votre **bienveillance**.

Enfin, un grand merci à **toutes les personnes** qui m'ont aidée dans la **rédaction**, la **mise en page** et la **correction** de ce mémoire.

Avant-propos

Suivant un master en Urbanisme et Projet Urbain, il est normal de se poser des questions sur le choix de mon sujet. Cela s'explique par le parcours professionnel que j'ai eu l'occasion de suivre tout au long de mon année scolaire. En tant que chef de projet photovoltaïque junior dans une entreprise de transition énergétique, mon tuteur m'a confié diverses missions telles que des travaux d'analyse, de marketing et techniques. Dans un premier temps il a été question de comprendre les enjeux qui gravitent autour de cette question en étudiant les documents juridiques, les chartes photovoltaïques de chaque département ainsi que des recherches bibliographiques sur le sujet. Une fois le sujet globalement cerné, ma mission principale était de développer des infrastructures d'énergie solaire sur tout le territoire français avec un zoom plus précis sur certains départements (Alpes de Hautes Provence, Côte d'Or, Isère et Savoie). Afin de mener à bien cette tâche, je devais commencer par un travail de prospection sur des zones précises puis prendre contact avec les propriétaires des prospects pour

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

aboutir à la création d'un dossier de présentation technique. En parallèle de ces missions, j'ai pu appréhender toutes les phases constitutives d'un projet de développement, de la budgétisation au suivi de chantier en passant par la signature de contrats.

Dans ce métier, nous étudions principalement les territoires ruraux, je me suis donc posé ces questions : « Pourquoi certaines énergies renouvelables ne pourraient-elles pas se développer dans les zones urbaines ? Ces dernières imposent-elles des contraintes techniquement défavorables à l'implantation des ENR ? La mise en place d'infrastructures serait-elle freinée par la non-acceptabilité des pratiquants de l'espace urbain ? Auxquel cas, pourquoi ne pas les développer dans le péri-urbain par exemple ? ».

Pour effectuer mes recherches, j'ai pris la décision de me baser sur l'entreprise dans laquelle je travaille actuellement, GEG (Gaz et Electricité de Grenoble). Cette Société anonyme d'Economie Mixte locale dépend du droit privé mais appartient majoritairement au secteur public. GEG est aujourd'hui organisée en deux filiales : GREEN Alpes s'occupe du

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

raccordement des immeubles au réseau électrique, GEG Source d'Énergie est un distributeur d'énergie. Je suis rattachée et travaille à la « Direction Production d'Énergies Nouvelles et Renouvelables » (ENeR) qui s'occupe du développement de projets, de leur construction mais également de l'exploitation de centrales de production d'électricité et de biogaz par méthanisation. Cette direction est divisée en deux services distincts : le Département Développement des Énergies Renouvelables (DDENR), s'occupe du développement et de la réalisation des centrales de production. Il assure également la partie développement de projets, des étapes de conception jusqu'à la construction des centrales de production. Ensuite, le Département Exploitation des Ouvrages de Production (DEOP) gère l'exploitation et la maintenance des installations ENR. Il enregistre les performances des centrales et prend les décisions quant aux interventions des exploitants sur les sites. Une équipe de techniciens assure ainsi les opérations de maintenance sur place ou à distance.

Pour la réalisation de ce mémoire, la recherche bibliographique a été très importante. Pour cerner les grands enjeux de ce sujet puis, dans un second temps pour rechercher des informations précises, confronter des points de vue différents et ouvrir vers des thèmes qui pourraient compléter mon sujet. Ainsi, j'ai puisé des données dans des livres, des articles de presse, des mémoires de recherche, des thèses, des documents techniques, des reportages, des interviews etc... De plus, des entretiens avec un grand nombre d'acteurs au sein de mon travail, m'ont permis de compléter et de croiser les informations précédemment trouvées. Pour tenter de répondre à ma problématique, j'ai réalisé un questionnaire et une partie du mémoire sera consacré à l'exploitation de ces résultats. Tout ceci constitue ma base de travail pour la construction de ce mémoire.

Sommaire

Introduction	17
Partie I : Les énergies renouvelables en France dans le contexte européen – Etat des lieux	23
I- L’histoire des énergies renouvelables dans son contexte de mondialisation	24
1) Un retour aux énergies essentielles	24
2) Une prise de conscience récente et une recherche de solutions	37
II- Les énergies renouvelables en Europe, une solution nouvelle qui appelle à une complémentarité continentale	52
1) L’inégalité économique : un marché ouvert qui donne lieu à la concurrence	52
2) Des diversités de potentiels qui doivent s’organiser autour d’un même objectif	66

- ❖ Des dotations inégales portées par des spécificités territoriales : le cas de la topographie_____66
- ❖ Un manque de cohésion continentale_____82

III- Le cas de la France_____92

- 1) L'apparition d'un enjeu devenu aujourd'hui indispensable : les énergies renouvelables_____92
- 2) Une prise de conscience progressive entraînée par des lois complexes : un avenir prometteur pour la filière_____100

Partie II : Les énergies renouvelables au service de la ville – Etude de cas_____115

I- Des projets d'aménagement innovants comme support de développement des villes contemporaines_____116

- 1) Le trio scandinave exemplaire – Norvège, Suède, Finlande_____116
- 2) Grenoble et son aire métropolitaine, un territoire volontariste dans le développement d'énergies renouvelables_____128
 - ❖ Une zone urbaine avec un fort potentiel de développement d'énergies renouvelables_____128
 - La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

- ❖ L'utilisation des énergies renouvelables au cœur des projets urbains portés par les acteurs publics_____131
- ❖ Des stratégies d'implantation présentes chez une diversité d'acteurs privés du territoire_____138

II- Et le rôle des citoyens dans tout ça ?_____148

- 1) Des initiatives citoyennes qui permettent d'accélérer le processus et d'asseoir une identité territoriale_____148
- 2) Des actions individuelles et/ou commerciales pour un bien commun_____157
- 3) L'impact visuel des infrastructures d'ENR vu par les acteurs du territoire grenoblois_____166
 - ❖ Les énergies renouvelables comme vitrine de la ville et son territoire (point de vue des politiques)_____166
 - ❖ La perception des équipements d'énergies renouvelables du point de vue des citoyens grenoblois_____172

Conclusion_____192

Acronymes_____197

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Contenu du questionnaire	200
Table des illustrations	210
Table des notes	212
Bibliographie	214
Sitographie	222

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Introduction

Il y a quelques dizaines d'années, des groupes d'experts environnementaux ont prédit scientifiquement un réchauffement climatique et les premiers effets sont d'ores et déjà en train de se manifester. La température de la Terre a augmenté de 5°C en 12 000 ans et, d'après le rapport du GIEC du 9 août 2021, elle devrait s'accroître encore d'1,5°C d'ici 2030. Ce constat alarmant n'inquiète apparemment pas une grande partie de la population et pourtant certaines conséquences sont déjà visibles et apparaissent comme irrémédiables à l'échelle planétaire. La transition écologique est donc indispensable si l'espèce humaine veut réussir à inverser la tendance pour les générations à venir.

Qui dit transition écologique, dit forcément transition énergétique et amène ainsi les énergies renouvelables au centre de la problématique. La loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) du 17 août 2015 fixe nos objectifs à 32% la part des ENR dans la consommation finale d'énergie mais également à 40% de la production d'électricité en France en

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

2030. L'évolution s'opère aujourd'hui par la création d'un mix énergétique grâce au développement des ENR qui sont considérées comme des ressources inépuisables à l'échelle du temps humain et qui n'engendrent pas ou peu de déchets ou d'émissions polluantes.

Au vu de cette demande croissante d'activité nouvelle, la consommation d'énergies fossiles en France comme le charbon, le pétrole et le gaz naturel se montre constante voire en légère diminution depuis 2012. De plus, nos modes de vies apparaissent comme propices à l'augmentation du besoin par l'électrification globale dans laquelle nous évoluons. En effet, l'objectif général est le « Tout à l'électrique » (trottinette, voiture, vélo, avion ?). Cette demande ne peut qu'évoluer et certains constats scientifiques (Rapports : GIEC 2021, ADEME 2022 « Acteur(s) pour un monde plus sobre et solidaire ») démontrent que la part des énergies renouvelables produite ne sera pas suffisante pour inverser la tendance des énergies fossiles. Elle servira seulement à combler le surplus d'une demande énergétique. Les énergies renouvelables sont aujourd'hui incontournables en France en ce qui concerne le climat et la santé en réduisant nos émissions de gaz à effet de serre, mais aussi l'économie du pays en lançant une production relocalisée

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

qui donnerait une certaine indépendance à notre pays et ainsi une maîtrise à long terme des factures d'électricité. Bien que ces sources d'énergies vertes offrent de belles perspectives, leur expansion reste actuellement restreinte par de multiples facteurs et devient un réel enjeu politique qui entretient le débat et ne cesse de diviser les Français.

Ce mémoire questionnera donc la façon (de manière technique mais aussi par le prisme de l'impact visuel) dont les infrastructures d'énergies renouvelables peuvent s'intégrer à un milieu plus urbain dans un contexte de crise climatique. Il interrogera le point de vue des politiques publiques mais également celui des citoyens qui pratiquent la ville.

Le sujet sera structuré sous la forme d'un zoom progressif et se découpera en deux parties distinctes. Dans la première, il sera question de faire un état des lieux des énergies renouvelables en France dans le contexte européen avec un bref rappel historique de l'apparition des ENR, une mise en avant d'une complémentarité continentale évidente puis une étude du cas de la France. La seconde partie sera l'occasion de parler du cas d'étude que

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

représentent les villes pour le développement des énergies renouvelables. En ce sens, nous verrons comment certains projets d'aménagements urbains peuvent être innovants dans un contexte de crise écologique. Pour finir nous étudierons le rôle que les citoyens peuvent jouer pour un objectif européen commun.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Définitions

- **Energies renouvelables** : Aussi appelées Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR), elles sont alimentées par : le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau... et permettent de produire de l'électricité. Elles sont considérées comme inépuisables (à l'inverse des énergies fossiles) et leur « fabrication » comme propre (peu de déchets et d'émissions polluantes).

- **Transition énergétique** : l'ensemble des transformations opérées dans un territoire sur les systèmes de production, de distribution et de consommation d'énergie afin de le rendre plus écologique. C'est l'évolution d'un système énergétique pour réduire son impact environnemental.

- **Mix énergétique** : également nommé bouquet énergétique, il désigne la répartition des différentes sources d'énergies primaires utilisées pour les besoins énergétiques dans une zone géographique donnée. Ces énergies

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

primaires sont utilisées pour produire de l'électricité, du carburant pour les transports, de la chaleur ou du froid pour l'habitat ou l'industrie.

- **Mondialisation** : Phénomène d'ouverture des échanges internationaux porté par l'essor des transports et des mobilités (marchandises, populations, entreprises). Elle permet la diversification mais amène aussi à une certaine homogénéisation à l'échelle planétaire.

- **Citoyen** : Personne jouissant des droits civils et politiques. Dans le cadre de ce mémoire, je définis le terme « citoyen » comme étant un pratiquant de l'espace dans lequel il évolue tout au long de la journée.

- **Acteur public** : Celui qui, de près ou de loin, assume une mission en faveur d'une collectivité publique, du local à l'international.

- **Acteur privé** : Celui qui, de près ou de loin, assure une mission pour une entité privée.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Partie I : Les énergies renouvelables en France dans le contexte européen – Etat des lieux

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

I- L'histoire des énergies renouvelables dans son contexte de mondialisation

1) Un retour aux énergies essentielles

Avant d'en venir aux différents enjeux et problématiques que peuvent engendrer les énergies renouvelables, il est nécessaire de faire un retour en arrière pour comprendre leurs origines. Cela commence bien avant le Moyen Âge où le terme « énergie renouvelable » n'était pas encore employé mais où des traces, belles et bien visibles, nous montrent que cette notion a toujours accompagné l'évolution de l'Homme. Depuis cette période, le temps peut se découper en trois grandes phases : l'utilisation des éléments naturels de 200 av.-J.C au 18^{ème} siècle, la découverte et l'emploi des énergies fossiles du 18^{ème} siècle au 20^{ème} siècle pour ensuite revenir aux énergies sources du 20^{ème} siècle à nos jours. Nous pouvons dire aujourd'hui que les énergies renouvelables sont un condensé d'histoire industrielle que nous allons retracer dans cette partie.

Aux origines de l'Homme, nous constatons que la chaleur du feu émise par la combustion du bois a toujours été présente. La biomasse devient alors

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

la première énergie renouvelable utilisée de différentes manières (chauffer, cuisiner, éclairer, forger les métaux) et jusqu'au 18^{ème} siècle, 95% des énergies proviendront de cette ressource. Quelques années plus tard, le vent est utilisé pour gonfler les voiles et pour faire avancer les bateaux. Vers 200 av-J.C, les perses sont les premiers à exploiter cette ressource pour construire des moulins à vent nécessaires à l'industrie alimentaire (broyage des graines, des olives et des noix pour obtenir de la farine et de l'huile) mais également pour l'industrie du textile (foulage des tissus). Ce sont les Croisés qui, en rentrant de leurs conquêtes, répandent les techniques perses à travers les continents.

En parallèle, les Hommes ont très vite pris appui sur les éléments naturels qui les entouraient afin de rendre leurs tâches quotidiennes plus faciles. Ils ont utilisé les animaux pour les travaux les plus énergivores comme le labourage. La force animale a également servi au transport des personnes et des marchandises rendant ainsi les trajets plus rapides.

En complément des moulins à vent et de la force animale, les romains, au 4^{ème} siècle, découvrent et exploitent la puissance de l'énergie hydraulique.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Ils s'appuient sur les moulins à eau, pour fabriquer du papier et battre le fer. Au Moyen Âge, la fiscalité sur l'appareil de production n'est pas encore théorisée mais elle permet déjà de faire des choix : en Europe, les paysans se servent d'autant plus des moulins à vent que l'exploitation des cours d'eau est taxée par les suzerains propriétaires des contrées. Recourir à la force de l'eau devient alors trop cher et cette pratique disparaît peu à peu.

Au 18^{ème} siècle, nous entrons dans l'ère industrielle et avec elle se développe l'utilisation massive du charbon de terre (= bois fossilisé) pour la métallurgie : c'est le début de l'industrie à vapeur. La révolution industrielle de 1760 permet de développer cette activité et en 1803 la première machine à vapeur est créée.

C'est alors le passage des « énergies naturelles » aux énergies fossiles. La distribution de l'énergie devient une industrie structurée. Ces changements sont communément appelés : la « double rupture ». Dans le même temps, l'énergie électrique est découverte par la « détente de vapeur » produite par la combustion du charbon. En 1880, cette ressource est à son apogée mais

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

commence à faire débat car son transport coûte très cher. Les producteurs deviennent consommateurs (85% du charbon produit est directement consommé sans être transporté). De plus, le bois s'épuise plus vite qu'il ne repousse et la ressource forestière vient à manquer. En parallèle, l'extraction du pétrole se modernise et devient beaucoup plus efficace : l'ère du pétrole commence en 1859 (d'après IRIS France). En 1888, la première éolienne moderne est construite aux Etats Unis avec ses 144 pales fabriquées en cèdre et ses 17m de haut par Charles F. Bush en utilisant l'énergie cinétique du vent (d'après Wikiéolienne).

N° 1 - Principe de fonctionnement : Eolienne

Une éolienne est composée : de 2 à 3 pales, d'un rotor à axe horizontale, d'une hélice, d'un mât et d'une nacelle qui abrite un alternateur et un transformateur.

Sous l'effet du vent, les pales tournent et le rotor se met en marche ce qui entraîne l'axe de rotation qui est relié à l'alternateur et produit ainsi un courant électrique alternatif. Le transformateur élève la tension du courant électrique pour qu'il puisse être plus facilement injecter dans le réseau à tension moyenne.

Source : France Energie Eolienne

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Commence alors une course à la performance, initiée par le danois Poul Le Cour qui démontre en 1890 qu'avec moins de pales il est possible de créer

plus d'énergie. Il explique également que l'énergie éolienne fonctionne efficacement lorsque les pales sont longilignes et que l'air n'est ni chaud ni trop sec. Il démontre qu'un rotor d'éolienne se met en marche lorsque le vent atteint 15km/h et s'arrête lorsqu'il dépasse 90km/h. En 1889, c'est au tour de l'hydroélectricité moderne de faire son

apparition. C'est en Isère, vers Grenoble, qu'Aristide Bergès, papetier et ingénieur, installe une râperie de bois où il crée une chute d'eau artificielle

N° 2 - Principe de fonctionnement : Centrale hydroélectrique

Une centrale hydroélectrique est composée d'une conduite forcée, d'un générateur, d'un transformateur et d'une turbine.

La force de l'eau, acheminée par une conduite forcée, entraîne la rotation de la turbine qui permet la création d'un champ magnétique par bobinage et engendre une tension qui passe dans l'alternateur. L'énergie est à l'état de courant alternatif qui va passer dans un transformateur (en sortit de turbine) qui va permettre d'adapter le niveau de tension pour l'injecter dans le réseau.

Source : EDF

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

pour exploiter l'énergie hydraulique et faire tourner son industrie. Quelques années plus tard, il rajoute une dynamo qui permet la production d'électricité (*d'après l'article « La Houille blanche ou la révolution des montagnes » de J'M mon Patrimoine*). La Houille Blanche voit ainsi le jour, en opposition à la houille noire qui correspond au charbon. Aujourd'hui, il existe 5 types de centrales hydroélectriques : Basse, moyenne et haute chute qui varient en fonction de la hauteur de la conduite forcée et dont les techniques changent, mais le principe reste le même. Il y a également la Station de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) qui se compose de deux bassins à altitudes différentes et permet de stocker de l'énergie en pompant l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur lorsque la demande électricité est faible et d'inverser le système lorsque lorsque la demande augmente.

Ces deux processus de fabrication d'électricité vont connaître une croissance lente au vu de leurs difficultés d'exploitations (souvent trop coûteuses). La rentabilité n'est donc pas celle espérée. Arrivent ensuite les périodes de guerres qui ralentissent l'essor des ENR. En effet, en 1910, Winston Churchill préconise le fuel lourd comme combustible pour les navires de guerre anglais. Le développement massif des tanks et des premiers avions de

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

combat apparaissent à la fin des conflits et accapare toute l'attention des entreprises. Après la seconde guerre mondiale, il y a une explosion de la demande d'énergie passant de 2 gigatonnes équivalent de pétrole (gtep) en 1945 à 11 gtep en 2008. Paul Frankel souligne également que « *le pétrole est liquide* » donc beaucoup plus facile à transporter et à transformer que le charbon et l'électricité qui, elle, est encore impossible à stocker. En 1950, le pétrole est donc en plein essor : la croissance économique est énorme. Cette ressource apparaît comme la moins chère sur le marché en 1950 et à l'époque, on pense que le pétrole, le gaz naturel et le charbon sont des ressources illimitées.

A cette même période, apparaissent les premières centrales nucléaires (à la suite de la découverte en 1896 de la radioactivité naturelle par Henri Becquerel) ainsi que le principe d'énergie solaire (dû aux avancées de la recherche spatiale). Avec l'augmentation du besoin d'électricité, de nombreuses centrales (éoliennes, hydroélectriques et nucléaires) sont construites en oubliant les conséquences environnementales. Face aux besoins, les technologies évoluent vite et les premiers panneaux solaires font leur apparition en 1954 dans le laboratoire BELL, aux Etats-Unis. L'énergie

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

solaire photovoltaïque correspond à l'électricité produite par la transformation d'une partie du rayonnement solaire grâce à une cellule photovoltaïque.

Dans les années 1970, il y a une véritable prise de conscience de la caducité des ressources naturelles à la suite du choc pétrolier. Le pétrole tombe en décrépitude et c'est au tour de l'énergie nucléaire de prendre les devants même si cette dernière sera rapidement freinée après de dramatiques accidents (ex : Tchernobyl en Ukraine et Three Miles aux Etats-Unis). Dans les énergies solaires, le prix des composants baisse considérablement et les centrales solaires commencent à se

N° 3 - Principe de fonctionnement : Centrale photovoltaïque

Une centrale photovoltaïque est composée : d'une succession de modules photovoltaïques, constitué de cellules photovoltaïques.

Les cellules sont composées de matériaux semi-conducteurs. En traversant la cellule, les photons émis par le soleil arrachent des électrons aux atomes de silicium. Les électrons libérés se déplacent alors dans toutes les directions en boucles fermées qui créent ainsi un courant électrique.

Source : EDF

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

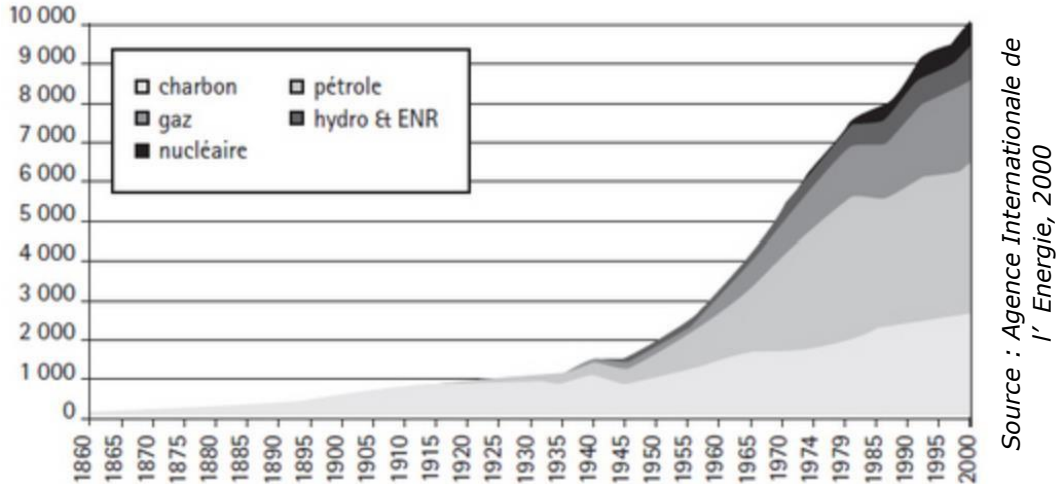
développer dans les campagnes. Au début du 21^{ème} siècle, la part des énergies se répartit comme suit : 36% de pétrole, 24% de gaz naturel, 29% de charbon, 5% d'énergie nucléaire, 5% d'hydroélectricité et 1% d'énergies renouvelables (éolien et solaire).

Aujourd'hui, la majorité des voitures fonctionne à l'essence et au gazole, les camions au gazole et les avions au carburéacteur. Mais l'humanité tend à se rapprocher des véhicules électriques et à produire plus local (réduisant ainsi le transport de marchandises), ce qui devrait dans un futur plus ou moins proche supprimer la domination du pétrole.

Sur ce graphique, représentant l'évolution de la consommation mondiale d'énergie, nous pouvons voir qu'à partir des années 1940 les sources d'énergies ont commencé à se diversifier. Ce sont même clairement le charbon et le pétrole qui sont au premier plan.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 1 - Evolution de la consommation mondiale d'énergie par source d'énergie



Dans les années 2000, des idées utopiques, car aujourd'hui irréalisables, commencent à faire réfléchir au développement des ENR. Par exemple, le chercheur David McKay met en avant le fait qu'une centrale photovoltaïque de 100km² dans le Sahara pourrait produire toute l'électricité dont le monde

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

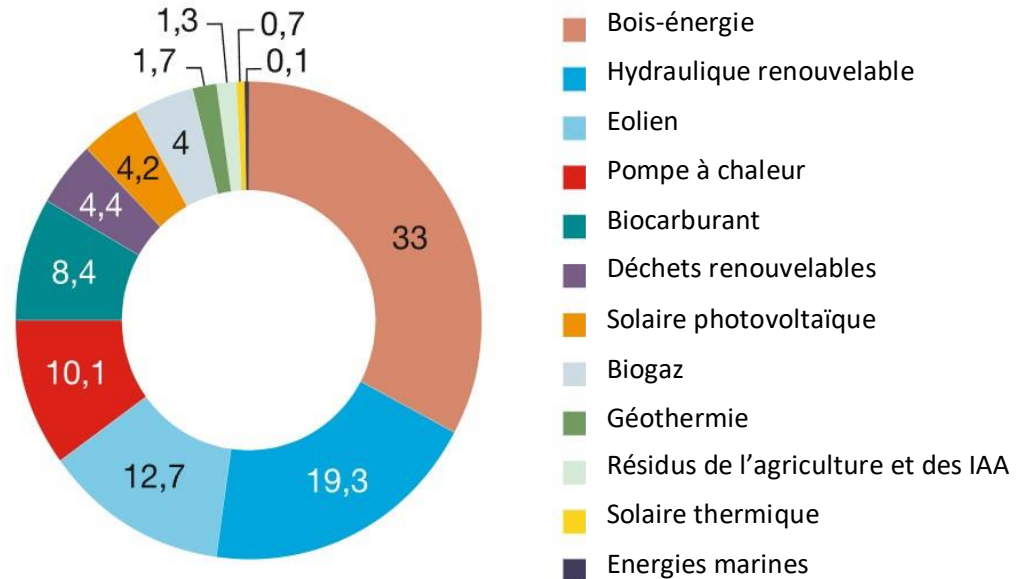
a besoin (d'après le livre « *Sustainable Energy – Without the hot air* » de *David McKay*). On se rendra compte rapidement que de nombreux problèmes trop importants freineront le projet comme : la distance de raccordement, la violence des tempêtes, les différences de température entre la journée et la nuit, etc.... Ces ébauches de projets sont permises grâce au développement fulgurant des avancées technologiques mais également grâce à la baisse des coûts de production.

C'est en 2014, à la suite du nouveau choc pétrolier qu'il y a une véritable prise de conscience. On se rend compte, avec la baisse du prix du baril de pétrole de presque 30%, que l'économie mondiale est dépendante de « l'or noir ». Finalement, on prend conscience que l'essor des énergies suit la plupart du temps la tendance économique. Ce n'est qu'après les années 2014 que l'impact sur l'environnement est réellement pris en compte et que les énergies renouvelables se développent vraiment. Aujourd'hui, les ENR représentent 20% de la production totale d'énergie mondiale (avec une augmentation de 20% en 20 ans).

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

En % **Figure 2 - Production primaire d'énergies renouvelables par filière en 2020**

Source : Ministère de la Transition
écologique - Calcul SDES



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Cet anneau synthétise la part des différentes énergies dans le mix français en 2020. Avec un total de production, grâce aux sources renouvelables, égal à 332 TWh, avec le bois-énergie qui apparait en tête du mix énergétique français. Nous pouvons remarquer que le bois et l'hydroélectricité sont les deux premières sources exploitées par l'Homme. De plus il est important de noter qu'en 20 ans la part du solaire et de l'éolien a considérablement augmenté.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

2) Une prise de conscience récente et une recherche de solutions

Tout au long de ces périodes, nous nous sommes rendu compte petit à petit du désastre écologique qui était en train de prendre de l'ampleur. Pour pallier ce manque d'intérêt, un premier groupement d'experts se créait en 1972 : le Club de Rome. Ce rassemblement d'industriels, de scientifiques, d'économistes et de diplomates s'interrogent collectivement quant aux différentes formes d'anthropisation. Ils soulèvent alors, dans leur premier rapport, le fait que si la croissance économique se poursuit ainsi (sans se soucier de l'environnement), il y aura en 2100 une forte décroissance démographique de la population mondiale due aux maladies engendrées par la pollution, l'appauvrissement des sols cultivables et la raréfaction des ressources énergétiques (*d'après l'article « Club de Rome » sur Wikipédia*). Au début, ils ne sont que très peu écoutés et la

N° 4 - Définition : Anthropisation

Désigne la modification d'un milieu dit « naturel » par les activités humaines. Un milieu est forcément anthropisé mais cela dépend surtout de son niveau de modification, c'est pourquoi le terme « naturel » est mis entre guillemets.

Source : Wikipédia

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

population les prend pour des écologistes radicaux mais la crise pétrolière qui se déroule dans le même temps vient appuyer leurs propos.

De plus, de nombreuses catastrophes écologiques et industrielles se

produisent, comme le nuage d'herbicides contenant des produits toxiques qui s'échappe d'une usine dans la commune de Seveso en Italie provoquant la mort de plusieurs dizaines de milliers d'animaux d'élevage mais également l'hospitalisation de nombreux enfants venant de villages voisins en 1976. Au cours de la même année, deux gros pétroliers s'échouent sur des côtes : l'Olympic Bravery touche les côtes norvégiennes et déverse une marée noire sera ensuite nettoyée à l'aide de détergeants, détruisant toute la faune et la flore dans un rayon de 20km autour de la zone. Le Boehlen, prit dans une tempête vers l'Ile-de-Seine, perd 30 membres de son équipage et laisse

N° 5 - Origines : Site SEVESO

C'est à la suite de la catastrophe industrielle sur la commune de Seveso au nord de Milan en Italie, que le terme « site SEVESO » est apparu, signifiant : industrie produisant ou stockant des substances pouvant être dangereuses pour l'Homme et l'environnement.

Source : Ineris

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

échapper le pétrole qui gagne ensuite les côtes. Les bateaux sont dégazés puis coulés au fond des eaux.

Suite à ces terribles catastrophes, la World Commission on Environment and Development (*Commission mondiale de l'environnement et de développement*) se constitue et regroupe 21 pays (Norvège, Soudan, Italie, Arabie Saoudite, Zimbabwe, Côte d'Ivoire, Allemagne, Hongrie, Chine, Colombie, Brésil, Japon, Guyane, Etats-Unis, Algérie, Indonésie, Nigéria, Russie, Yougoslavie et Canada) afin de discuter des programmes de coopération internationale vis-à-vis de l'environnement. Elle publie alors un rapport en 1987 « Our common Future » (*Notre avenir commun*) où est fait mention pour la première fois de « sustainable development » (*développement durable*). Cette notion prend tout son sens dans la définition que les protagonistes en donnent : « *Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que les*

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

progrès de nos techniques et de notre organisation sociale imposent sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir. » – Traduit du Rapport de Brundtland - 1987. Ce rapport fait également un état des lieux de tous les problèmes environnementaux à l'échelle de la planète et explique que ces derniers sont dus à la pauvreté des pays du Sud ajoutée à un mode de consommation et de production non durable des pays du Nord : *« (Les pays du nord) consomment les ressources de la planète à un rythme qui entame l'héritage des générations à venir »* et les autres *« bien plus nombreux, qui consomment peu, trop peu, et connaissent une vie marquée par la faim et la misère noire, la maladie et la mort prématurée »* – Traduit du Rapport de Brundtland - 1987. Il met donc en lumière le fait qu'une meilleure répartition des ressources au niveau mondial serait peut-être une des solutions aux problèmes.

Ce rapport est le commencement d'actions réalisées en faveur de l'environnement. Il a été utilisé comme base de données au « Sommet de la Terre » en 1992 à Rio de Janeiro, rencontre décennale entre dirigeants mondiaux, organisée par l'ONU depuis 1972 et ayant pour but de définir les moyens de stimuler le développement durable au niveau mondial. À la suite

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

de ce rassemblement, l'Agenda21 (programme de recommandations sur la gestion de l'environnement pour le 21^{ème} siècle selon 3 piliers : gestion des ressources naturelles, développement social et action économique) est mis en place. Cette succession d'événements marque l'opinion publique et la corrélation entre environnement et développement durable devient évidente : l'idée d'une croissance verte émerge enfin.

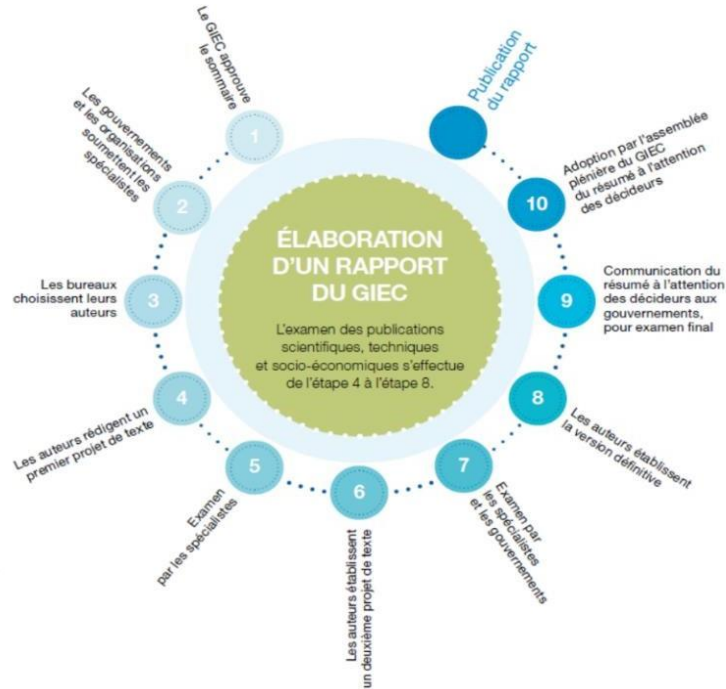
Cette prise de conscience est accompagnée par des chartes, des programmes, des conférences au niveau international mais également par la création d'organisations d'experts. Ces derniers vont analyser, dans des rapports scientifiques, l'évolution de l'action de l'Homme sur l'environnement et vont vulgariser l'information pour qu'une plus grande partie de la population comprenne les décisions prises par les dirigeants des pays. Parmi ces groupes, nous retrouvons le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), le plus important et le plus connu, qui a été créé en 1988. Sa mission : réaliser un état des lieux sans parti pris et de manière objective sur l'évolution du climat, ses causes et ses impacts. Après analyse, les experts en tirent les conclusions et établissent des stratégies d'adaptation, dans un rapport écrit qu'ils publient une fois tous

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

les 5 à 7 ans. Plus précisément, le GIEC doit apporter des réponses sur 3 sujets bien distincts : Evaluer les aspects scientifiques du système climatique et l'évolution du climat, questionner la vulnérabilité des systèmes socio-économiques et naturels et analyser les conséquences négatives et positives des changements et les possibilités de s'y adapter. Le groupement doit également proposer des solutions envisageables pour ralentir le réchauffement climatique et limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES). Pour cette mission, une équipe à part entière est constituée permettant ainsi de suivre l'évolution des GES. Les rapports du GIEC suivent des étapes bien précises et depuis 1990 seulement 6 rapports ont été publiés. 195 états membres assurent sa gouvernance. Pour la France, c'est l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique qui assure ce pilotage. Il finance les recherches et le processus d'expertise.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 3 - Etapes d'élaboration d'un rapport du GIEC



Source : France Nation Verte, Agri-mobiliser-accélerer

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Comme énoncé ci-dessus, il existe de nombreux programmes qui permettent de mettre en application ce que le GIEC met en exergue. Parmi eux nous avons par exemple le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) créé en 1972 qui promeut la mise en œuvre de la dimension environnementale du développement durable au sein du système international. La mission de cette entité est d'encourager et de sensibiliser à la protection de l'environnement et se décline en 7 sous-projets : actions pour le climat, actions pour la nature, actions pour la gestion des produits chimiques et contre les pollutions, gouvernance environnementale, transformations financières et économiques, transformations numériques et politique scientifique. 193 états membres font partie de ce programme.

Nous pouvons également prendre l'exemple du GEM ou FEM (Fonds pour l'Environnement Mondial) qui est cette fois-ci, un portefeuille d'investissement créé en 1991 pour les projets des pays en développement et dans certains secteurs (éducation, sensibilisation, reconstruction...). Ces financements sont proposés sous forme de fonds de capital-risque et sont destinés aux projets lauréats réalisés par la PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement), la PNUE, les banques régionales de

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

développement mais également par des organisations de la société civile (entreprises à vocation sociale, ONG, organisations de proximité...). Ces fonds peuvent être attribués aux projets répondant à l'un des

6 objectifs suivants : changement climatique, préservation de la biodiversité, eaux internationales, dégradation des sols, polluants organiques persistants et ozone. Les projets sont sélectionnés à la suite d'une évaluation sur leur rapport qualité-coût.

N° 6 - Définition : Fonds de capital-risque

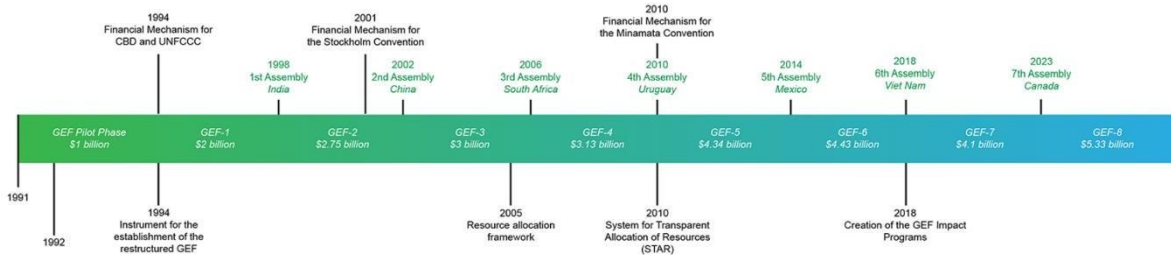
Un fonds de capital-risque est un produit d'investissement qui permet de participer au capital d'une entité disposant d'un potentiel de croissance élevée. En contrepartie de cet investissement au capital, l'entité cède aux investisseurs des actions ou des parts sociales.

Source : economie.gouv

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 4 - GEF Timeline

Source : GEM.org



Cette frise chronologique représente les cycles d'investissement proposés par le programme des Fonds pour l'Environnement Mondial. A certaines dates, les pays membres se réunissent afin de réexaminer les budgets et les différentes thématiques qui sont alors mis à jour.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Comme nous l'avons soulevé ci-dessus, pour accompagner cette évolution de pensée, de nombreuses conventions se succèdent les unes après les autres à la suite de la World Commission on Environment and Development. En 1994, la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement climatique (CCNUCC) est la première structure de coopération internationale majeure rassemblant 197 pays. Le but de cette convention est de prévenir les activités humaines dangereuses pour le système climatique. Pour cela, il faut stabiliser les concentrations des gaz à effet de serre à un niveau qui empêche toutes perturbations anthropiques dangereuses du système climatique. Cette convention n'est pas juridiquement contraignante car elle ne fait que dresser un bilan général.

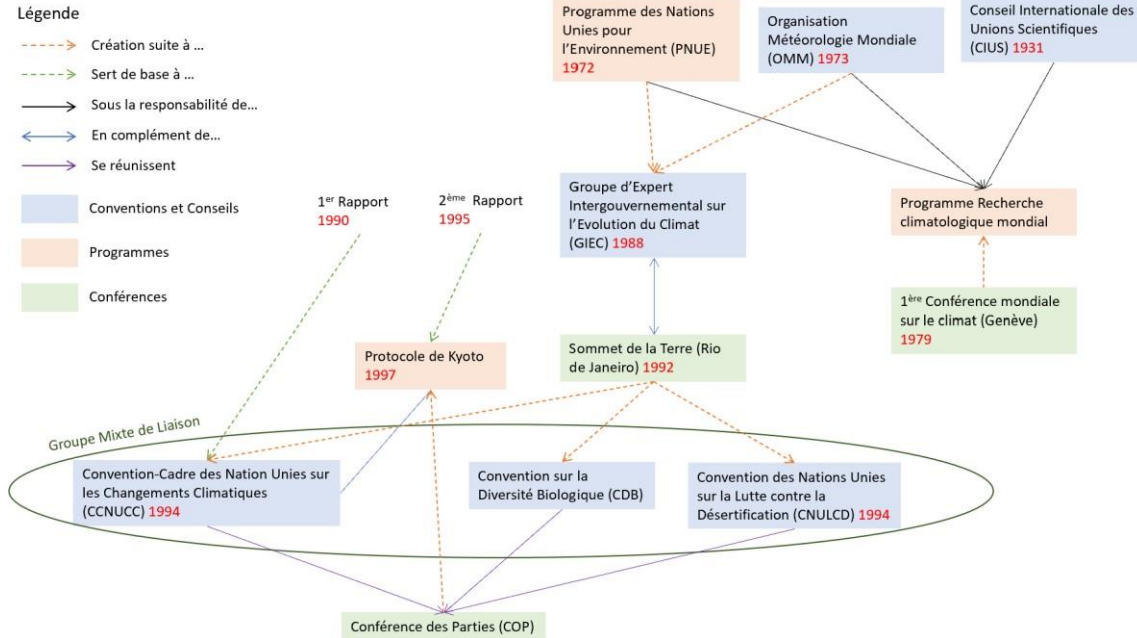
En lien, les Conférences of the Parties (COP) sont des organes de gouvernance de la CCNUCC, des accords de Paris et du protocole de Kyoto (que nous verrons par la suite) qui adoptent des décisions pour promouvoir la mise en œuvre des conventions. Ce groupement se réunit une fois par an et vérifie la bonne application des objectifs des conventions internationales.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Enfin, le protocole de Kyoto mis en place en 1997 met en avant l'impact des gaz à effet de serre sur l'environnement. Il a pour but de réduire d'au moins 5% les émissions de 6 gaz à effet de serre : dioxyde de carbone, éthane, protoxyde d'azote et trois substituts des chlorofluorocarbones d'ici 2008 et 2012. Pour ce protocole, 187 pays sont signataires. Il y aurait encore beaucoup d'exemples à présenter et à expliquer mais nous allons maintenant nous concentrer sur les liens qui existent entre toutes ces entités, tous ces groupements car tous se recourent et se complètent.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 5 - Lien de corrélation entre toutes les entités



Source : Iona Criticos, d' après une conversation avec un chef

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Ce schéma retrace les interconnexions complexes entre tous les éléments énoncés ci-dessus. Pour l'expliquer il faut commencer par la première conférence mondiale sur le climat qui se tient à Genève (en Suisse) et met en place le programme de recherche climatologique mondiale sous les responsabilités conjointes de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), du PNUE et du Conseil international des Unions Scientifique (CIUS). A la suite, l'OMM et le PNUE mettent en place le GIEC dont le premier rapport sert de base pour la création du CCNUCC lors du sommet de la terre à Rio en 1992. Cette rencontre initie ensuite les CDB (Convention sur la Biodiversité Biologique), le CNULCD (Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification) et la CCNUCC. Elles sont liées toutes les trois pour une meilleure cohérence par un Groupe Mixte de Liaison. Le deuxième rapport du GIEC sert à la réalisation du Protocole de Kyoto qui est élaboré lors de la COP3 et vient en complément du CCNUCC. Enfin, toutes ces instances se réunissent une fois par an lors des COP.

Pour élargir ce sujet, il est intéressant de constater qu'il existe un nombre presque incalculable de programmes, de conférences, de protocoles qui s'interconnectent les uns aux autres. De plus, lors de la COP28 à Dubaï, le

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

président sera Ahmed Al-Jaber, patron du géant émirati des hydrocarbures et PDG de la compagnie nationale pétrolière. Il semble ironique de parler d'environnement et d'objectifs face au réchauffement climatique à une personne pour qui les intérêts économiques découlent directement des énergies fossiles. La question se pose alors de l'efficacité du fonctionnement de cet ensemble.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

II- Les énergies renouvelables en Europe, une solution nouvelle qui appelle à une complémentarité continentale

1) L'inégalité économique : un marché ouvert qui donne lieu à la concurrence

Le terme « d'énergies renouvelables » arrive peu de temps après la publication du Rapport Brundtland. Depuis, la quantité de développeurs n'a fait que croître dans le monde. Cette intensification du marché économique pose aujourd'hui un problème de concurrence car il y a, comme partout, des jeux d'échelles qu'il ne faut pas négliger. Afin de mieux comprendre ce phénomène, nous allons étudier 3 entreprises qui se différencient par leur taille et par leur localisation géographique.

Tout d'abord nous allons présenter l'entreprise Gaz et Electricité de Grenoble (GEG) qui est ancrée dans le territoire depuis 1867. Ce n'est, au début, qu'un service municipal d'exploitation et de distribution de gaz pour la ville de Grenoble. La fonction distribution d'électricité, créée en 1903, devient, à la suite de la vague de nationalisation, une régie en 1946. L'entreprise évolue en Société d'Economie Mixte dans les années 1986. A cette même époque,

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

GEG se divise en 3 filières : GreenAlpes, qui s'occupe de la distribution du gaz naturel, de l'électricité et exploite les réseaux, GEG Source d'Énergie, qui commercialise le gaz, l'électricité et enfin GEG ENeR qui développe et exploite les énergies renouvelables. C'est une des rares entreprises de distribution de réseaux qui produit des ENR. La particularité de GEG ENeR (environ 30 salariés pour 450 sur l'ensemble du groupe GEG) est qu'elle travaille en co-construction avec les propriétaires terriens et en participation avec des habitants et des communes qui seront impactés et profiteront forcément des retombées économiques. Aujourd'hui, GEG ENeR compte environ une dizaine de parcs photovoltaïques, une dizaine de projets éoliens, une quinzaine de centrales hydroélectriques et quelques stations de biogaz. Il est important de noter que GEG ENeR est détenue à 82% par GEG et à 18% par la Caisse des Dépôts.

Comparons maintenant GEG à EDF qui, elle aussi, distribue et produit de l'électricité. Pour une remise en contexte, EDF a été créé en 1946 sous forme d'établissement public à caractère industriel et commercial dans un but d'électrification massif de la France. En 1963 elle crée sa première centrale nucléaire à Chinon et en 1983 sa première centrale solaire à Thémis. En

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

2005, EDF devient une société anonyme et ouvre son capital. Aujourd'hui, EDF possède une cinquantaine de projets ENR à l'international et le capital alloué à ce développement ne cesse d'augmenter. L'énergie provenant d'EDF est à 86,6% d'origine nucléaire, 10,4% d'ENR et 2,8% de fioul. A noter également qu'EDF est détenu à 84% par l'Etat français et comprend 165 000 salariés en tout. Comme nous pouvons le voir, EDF et GEG sont similaires dans leur mode d'action. Sur le territoire français il existe une centaine de producteurs d'énergies renouvelables qui ont tous un rayonnement différent comme nous le confirme ces deux cas d'étude : GEG est présent presque 100 ans avant EDF

N° 7 - Origines : Electrification de la France

Après la seconde guerre mondiale, le général De Gaulle décide de nationaliser la gestion de l'électricité et le gaz (unification des tous les producteurs et distributeurs de France). EDF est ainsi créé pour que tous les Français aient progressivement accès à l'électricité. Ce projet a été financé en partie par le plan Marshall. A l'aide de ces apports, EDF construit des barrages hydroélectriques, véritables « cathédrales des temps modernes ». Ces édifices ont permis d'atteindre l'objectif de nationalisation vers les années 1970.

Source : EDF

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

sur le territoire et rayonne aujourd'hui sur le plan local tandis qu'EDF se développe à l'international.

De plus, comme EDF, d'autres leaders mondiaux viennent s'implanter en France et font concurrence aux plus petites entreprises.

Prenons l'exemple de Boralex, créée en 1950, filiale de Cascade Energie, qui est en 2022 le 1^{er} producteur indépendant d'éolien terrestre en France. Elle lance en 1998 sa production en France à la suite de l'acquisition de la centrale hydroélectrique de La Rochette et en 2001 construit le premier parc éolien français. Boralex

N° 8 - Origines : Projets d'ENR

Lorsqu'un développeur repère un terrain, il appelle dans un premier temps le propriétaire. Si ce dernier est convaincu du projet proposé, le développeur loue les terrains pour une durée de 30 ans en moyenne (un loyer est donc versé tous les ans pendant 30 ans). Sur toute la durée du bail, le développeur s'engage à construire et exploiter la centrale (sans que le propriétaire n'ait à financer quoi que ce soit). A la fin du contrat, le bail peut être reconduit sur 20 ans ou bien la centrale peut être entièrement démantelée et le terrain remis à l'état initial. Elle peut également être vendue au propriétaire qui continuera de l'exploiter seul.

Source : GEG

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

rachète ensuite des capitaux dans de nombreuses entreprises de développement d'ENR internationales comme Enel Green Power France, Kalisata Energy Investment SAS, Infinergy. L'entreprise prospère sur le territoire français, elle est aujourd'hui un des leaders français de développement d'éoliennes onshore et offshore.

Ainsi il apparait clairement qu'il existe de nombreuses entreprises de développement d'ENR sur le territoire français mais elles

N° 9 - Principe de fonctionnement : Fiscalité des projets

« Lorsqu'un terrain public est repéré, la mairie est dans l'obligation de faire un appel d'offre (AMI – Appel à Manifestation d'Intérêt) afin que plusieurs offres lui soient présentées. Les développeurs proposent alors des loyers qui seront versés aux communes. Cette somme varie relativement au nombre d'hectares alloués et de la valeur des terrains (un loyer peut varier de 10 000€/ha/an dans la Drôme à 2 000€/ha/an en Côte d'Or). Lorsqu'un terrain est privé, l'AMI n'est pas obligatoire et les développeurs n'hésitent pas à donner des sommes « bonus » pour être sûrs de se voir attribuer le projet (Indemnité d'immobilisation, Compensation agricole...). Pour les projets éoliens et hydroélectriques, ces montants ne varient que très peu alors que pour les projets solaires les montants sont parfois démesurés. Source : GEG

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

ne sont évidemment pas toutes égales (surtout en termes de fiscalité) alors que leur objectif est le même : développer les énergies renouvelables pour que leur part dans le mix énergétique français augmente considérablement. La question se pose alors de savoir si leur but est purement économique ou si l'idée de pallier les énergies fossiles est réellement présente. Dans ce cas, pourquoi ne pas unifier toute cette production afin qu'elle soit plus efficace ?

N° 10 - Définition : Eolienne Onshore et Offshore

Il existe les éoliennes onshore ou éoliennes terrestres et les éoliennes offshore qui s'implantent en mer. L'avantage d'un tel processus est, en premier lieu, la position stratégique. En effet, c'est en mer que les vents sont les plus forts et surtout les plus constants. En second lieu, l'impact visuel et sonore n'étant plus une caractéristique à prendre en compte, les rotors sont plus gros et les éoliennes produisent environ 6MW/éoliennes, contre 3MW pour les éoliennes onshore.

Source : France Energie Eolienne

Lorsque l'on parle d'énergies renouvelables d'autres questions se posent comme : d'où viennent les éoliennes ? Où sont fabriqués les

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

panneaux solaires ? Les composants des centrales hydroélectriques proviennent-ils de France ?... Pour répondre à ces questions, il faut préciser que la concurrence n'intervient pas seulement au niveau des entreprises de développement.

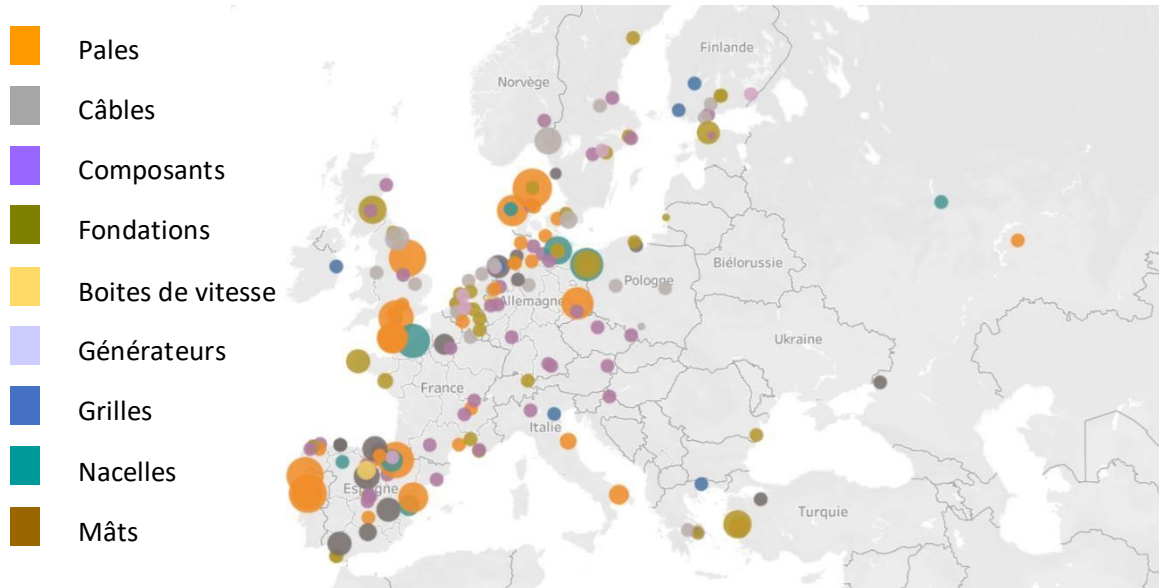
Tout d'abord, il est important de comprendre comment sont réalisées ces infrastructures. Pour élaborer une éolienne, il faut, dans un premier temps, extraire les matières premières qui seront utiles à la constitution des composants électroniques. S'en suit la fabrication des éléments qui serviront pour le montage de l'éolienne sur le chantier.

Pour la fabrication des petits composants électroniques, nous retrouvons Schneider Electric, Rollix et Enercon. Pour les plus gros éléments, les principaux industriels en Europe sont : Vestas (Danois) qui construit les pâles et les rotors, Enercon (Allemand) qui s'occupe des turbines à grosse puissance et réalise la maintenance de nombreuses éoliennes, Nordex (Allemand) qui réalise des turbines et enfin Siemens/Gamesa (Germano-Espagnol) qui fait aussi bien de la conception, de la vente que de la maintenance de turbines. La carte ci-dessous représente les lieux de

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

fabrication des composants éoliens en Europe. La plupart se situent en Espagne et autour de la Manche et de la Mer du Nord.

Figure 6 - Répartition territoriale de fabrication des éoliennes



Source : Observatoire de l' éolien 2021
-Fédération Française Eolienne

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Pour la France, il y a Poma, bien que racheté par le groupe HTI Leitwind, qui assemble des hubs, des nacelles, des génératrices et des convertisseurs de puissance.

Source : Poma Leitwind

Figure 7 - Répartition des effectifs éoliens chez Poma



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Dans la filière hydroélectrique, cela fonctionne de manière similaire. Chaque composant est fabriqué en pièces détachées qui arrivent sur le chantier afin d'être assemblées. Contrairement à l'éolien, dans le domaine de l'hydroélectricité, il est assez rare que les fabricants de composants développent des centrales. Cela s'explique par la technicité des composants qui est plus complexe.

Pour faire un état des lieux, nous remarquons qu'il existe beaucoup plus de fabricants français avec par exemple HPP (à Vandoeuvre les Nancy) qui fabrique des turbines, Bh2m (à Belfort) des alternateurs mais également

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

N° 11 - Origines : « Petite hydro »

La « petite hydro » est le terme qui est utilisé pour les petites centrales hydroélectriques (à l'opposé des barrages). Elles ont par définition une puissance inférieure à 10MW et sont essentiellement situées au fil de l'eau : elles ne disposent généralement pas de réservoir et fournissent donc une énergie en continu. Elles constituent la base de la production électrique nationale. Aujourd'hui, avec les zones de potentiel qui diminuent il n'y a presque plus que de la petite hydro qui peut être développée sur le territoire français.

Source : France hydro électricité

l'atelier de Chaudronnerie de Sassenage pour la « petite hydro ». Nous pouvons expliquer ce phénomène car l'énergie hydraulique est la plus ancienne des énergies renouvelables à s'être développée en France (dans les Alpes exactement). La carte ci-dessous regroupe tous les fabricants français de composants hydroélectriques. La répartition est assez logique avec une majorité dans les chaînes montagneuses : Les Alpes, le Massif central et les Pyrénées.

Figure 8 - Géolocalisation des fabricants de composants hydroélectriques en France

Source : France
hydroélectricité



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Il est toutefois important de noter que les conduites forcées sont toutes fabriquées en Turquie.

Enfin nous allons parler des panneaux solaires qui représentent le plus gros impact en CO₂. Cela s'explique par la phase de transformation de matières premières très énergivore. En effet, un panneau solaire est constitué de silicium qui est extrait des mines et purifié en silice puis envoyé en laboratoire pour être fondu chimiquement en lingots. Ces derniers sont ensuite découpés en plaquettes puis transformés en cellules, qui sont assemblées pour créer un module photovoltaïque, comme nous le montre la frise ci-dessous.

Figure 9 - Principe de fabrication d'un module photovoltaïque



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Si nous faisons le même exercice que pour l'éolien et l'hydroélectricité, les fabricants de modules photovoltaïques sont principalement des entreprises chinoises (Longi Solar, JinkoSolar, Trina Solar, Risen Energy, JA Solar...) et américaines (First Solar, Sunpower). En France, il n'y a pour le moment qu'une seule entreprise qui produit des modules : Photowatt dans le Nord-Isère et bientôt Carbon vers Lyon. Toutefois, il existe 4 entreprises d'assemblage (VoltecSolar, Systovi, DualSun) sur le sol français. Cette différence entre les pays s'explique par le fait que la Chine alloue des budgets très importants aux ENR. Les technologies évoluent ainsi plus rapidement et les énergies renouvelables apparaissent plus tôt.

N° 12 - Origines : Mines de silicium en France

La France n'a pas l'excuse du manque de matière première pour la fabrication de modules photovoltaïques car il existe en France 5 usines d'extraction : Anglefort (01), Château Feuille (73), Montricher (73), Les Clauvaux (38) et Laudun (30). Ces usines appartiennent à FerroPEM (Pechiney Electro-Métallurgie), filiale du groupe espagnol FerroGlobe.

Source : Les Echos

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

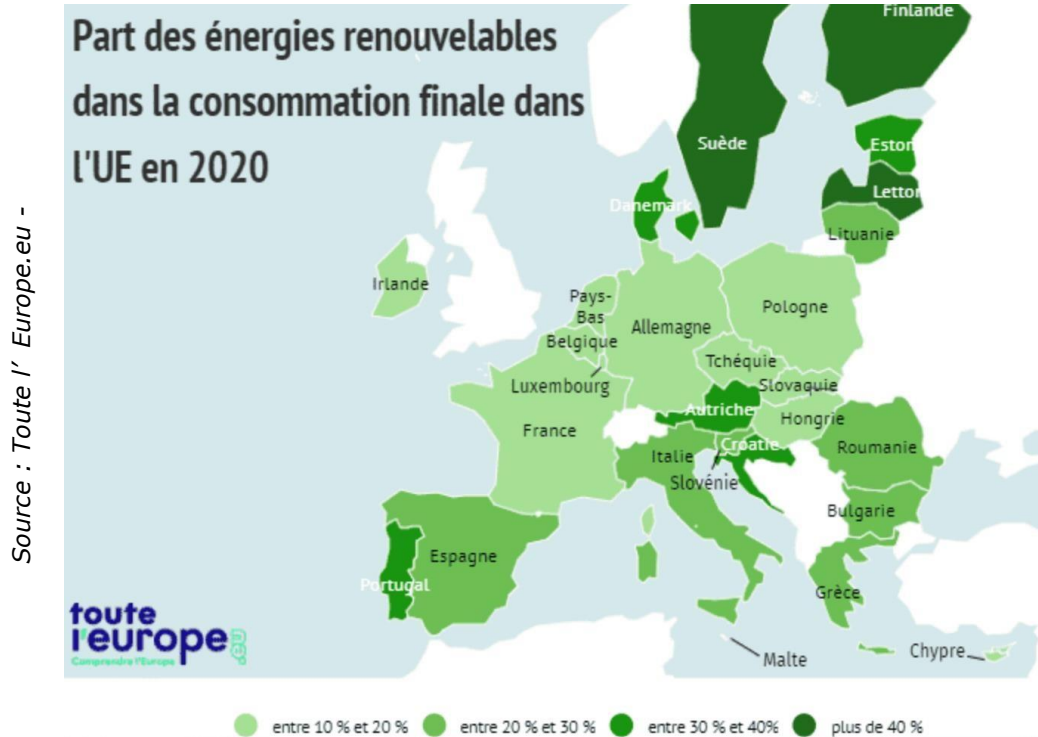
Nous pouvons conclure que la concurrence sur le marché est rude et s'étend à l'international que ce soit pour le développement des infrastructures d'énergies renouvelables ou pour tout ce qui touche à la fabrication des composants. Cependant, nous pouvons faire une distinction entre les 3 énergies renouvelables. En effet, la construction hydroélectrique se fait de manière locale, celle de l'éolien prend une échelle européenne alors que la fabrication des panneaux solaires se situe plus à l'international. Il est toutefois intéressant de noter qu'il est souvent difficile de différencier les fabricants de composants des simples assembleurs car les sources d'informations ne sont pas toujours très précises (par manque de communication sur les sites, par exemple).

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

- 2) Des diversités de potentiels qui doivent s'organiser autour d'un même objectif
- ❖ Des dotations inégales portées par des spécificités territoriales : le cas de la topographie

Nous avons parlé de l'histoire des énergies renouvelables puis de la concurrence que ces dernières peuvent engendrer au niveau mondial. Nous allons maintenant nous recentrer sur l'Europe et les différentes potentialités que peut offrir la diversité continentale. Afin de comprendre plus facilement ces enjeux, prenons plusieurs exemples européens et commençons par expliquer que la topographie des territoires joue un rôle majeur dans la répartition des énergies renouvelables. Nous étudierons tout d'abord le cas du Portugal que nous comparerons ensuite aux Pays-Bas.

Figure 10 - Part d'électricité renouvelable dans les mix énergétiques des pays de l'UE en 2020



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Comme nous le montre la carte ci-dessus, certains pays ont, dans leur mix énergétique, une part supérieure à 40% dédiée aux ENR : il s'agit de la Suède, la Finlande et la Lettonie. Ensuite viennent les pays ayant entre 30 et 40% d'énergies renouvelables dans leur mix énergétique avec le Portugal, le Danemark, l'Autriche, l'Estonie et la Croatie. En tout, cela ne fait que 8 pays sur 27 au total (membres de l'Union Européenne) qui ont une part d'ENR dépassant les 30%. J'ai décidé, pour mon cas d'étude, de choisir le Portugal et les Pays-Bas car ce sont deux pays qui possèdent une côte (atlantique et mer du nord) et qui présentent, au contraire, des topographies bien différentes. Cela me permet ainsi de mettre en avant les diversités géographiques.

Pour débiter avec le Portugal, nous savons qu'il n'a jamais possédé de mine de charbon, de gisement de gaz ou encore de mine de pétrole ce qui a obligé le pays pendant très longtemps à importer 100% de combustibles fossiles (qui représentaient environ 74% des besoins énergétiques primaires du pays). Ayant donc pour ambition de devenir rapidement électriquement indépendant, le programme « 4E » (Efficacité Energétique et Energies Endogènes), déployé en 2001, a permis la mise en place d'une tarification

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

fixe pour l'énergie et d'une prime permettant aux communes disposant d'un parc éolien, de payer l'électricité 2,5% moins chère. Ce programme a également simplifié les démarches pour réaliser les études environnementales et ainsi réduire le temps des procédures d'obtention des permis de construire (loi qui, en France, n'est apparue qu'au début des années 2023 avec la Loi d'Accélération des énergies renouvelables).

Quelques années plus tard, en 2005, des objectifs bien précis sont énoncés dans le Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 comme la volonté de passer de 18 à 23% de réduction des effets de serre en 2020 puis de 30 à 40% en 2030 et ainsi promouvoir une transition « bas carbone ». Ce plan, assorti d'un budget conséquent, est également tourné vers la recherche et la communication aux habitants. En 2015, un programme d'aides financières est mis en place pour les auto-producteurs et la construction de parcs éoliens de moins de 250kW. Après ces programmes, la puissance éolienne est passée de 100MW en 2005 à 270MW en 2017 puis à 572MW en 2020 avec un objectif de 1 600MW en 2030. En 2018 la plus grande centrale solaire au monde fut créée à Ourika avec 800GWh/an, soit l'équivalent de l'approvisionnement de 23 000 foyers. La

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

particularité de ce site est qu'il n'a reçu aucune subvention publique pour sa construction ce qui montre une réelle implication des Portugais.

De plus, nous pouvons souligner que c'est au Portugal que se trouve le siège social de EDP Renovaveis (4^{ème} développeur éolien au rang mondial). En 2020, à la suite de nombreuses sécheresses successives qui ont entraîné une forte baisse hydroélectrique, les objectifs ont été dépréciés, passant de 60 à 40% d'ENR en 2022. Toutefois, en 2022, la dernière centrale à charbon située à Pêgo s'arrête 8 ans plus tôt que ce qui avait été annoncé par le gouvernement, contrairement aux autres pays comme l'Allemagne, l'Autriche ou encore les Pays-Bas qui, avec la guerre en Ukraine, ont toujours besoin de ces usines pourtant promises à une fermeture définitive en 2022.

70

A la suite d'une expérimentation, il a été prouvé que le Portugal pourrait rapidement devenir un pays complètement indépendant en énergies renouvelables car, pendant 56h non consécutives, la consommation électrique de tout le Portugal a été couverte à 100% par des ENR. La question est maintenant de savoir si cela pourrait être réalisable dans quelques années, sur des durées plus longues.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Comme nous l'avons dit, lors de son programme des 4E, un gros budget a été fixé pour les recherches et nous pouvons voir, 20 ans après, que le Portugal possède un pôle innovation très important. C'est sur le barrage Alto Rabagao (au nord du pays) qu'en 2019 la première centrale solaire flottante, installée sur un barrage hydroélectrique, est arrivée en tant que démonstrateur. Ce projet, réalisé par EDP Renovaveis

était composé de 840 modules solaires flottants (soit une surface équivalente à un demi-terrain de football) pour une puissance de 220kW.

N° 13 - Principe de fonctionnement : Centrales solaires flottantes

Aussi appelées « solaire flottant », ces plateformes ne sont ni plus ni moins que des centrales solaires posées sur l'eau. Elles peuvent être implanté aussi bien sur des lacs artificiels que naturels et permettent de limiter l'évaporation de l'eau et la propagation des algues. De plus, en temps normal les cellules sont bridées pour éviter au système de surchauffer alors qu'avec les propriétés refroidissantes de l'eau cela n'est plus nécessaire et le rendement est 4 à 10% plus important. Les centrales sont accrochées aux berges et au fond des eaux par des ancrages solides afin qu'elles ne puissent pas se déplacer avec les courants.

Source : SirEnergies

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

L'expérience s'est révélée prometteuse car, la centrale étant située sur un barrage hydroélectrique, il n'a pas été nécessaire de multiplier les lignes de raccordement électrique ni les unités de stockages. L'énergie créée par la centrale était directement utilisée pour faire fonctionner le barrage. De plus, l'ombre produite par la centrale limitait la prolifération des algues. À la suite de cette réussite, le gouvernement décide en 2019 que tous les barrages hydroélectriques du pays devraient être occupés à 20% par des panneaux solaires flottants. C'est ainsi que le plus grand parc solaire flottant d'Europe est construit en 2022 sur le barrage Alqueva. Il s'étend sur 4ha. La centrale produit 5MW et alimente 1 500 familles (soit 1/3 des besoins des villes de Moura et de Portel).

En matière d'innovation, les omniflow sont également expérimentés et aujourd'hui utilisés dans les villes portugaises. Ces lampes intègrent des petites

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 11 - Omniflow



Source : Omniflow.fr

éoliennes verticales et sont équipées sur le dessus de cellules photovoltaïques. C'est ce que l'on appelle un système hybride et complémentaire, car le photovoltaïque fonctionne plutôt en journée et se montre plus efficace l'été tandis que l'éolien fonctionne aussi la nuit et en hiver. L'avantage de ce processus est qu'il récupère les vents venant de toutes directions et qu'il favorise l'apparition d'un vortex cyclonique en cumulant les vents ascendants et descendants. Ces lampes, connectées au réseau urbain, se rechargent la journée et produisent la nuit en assurant leur fonction d'éclairage.

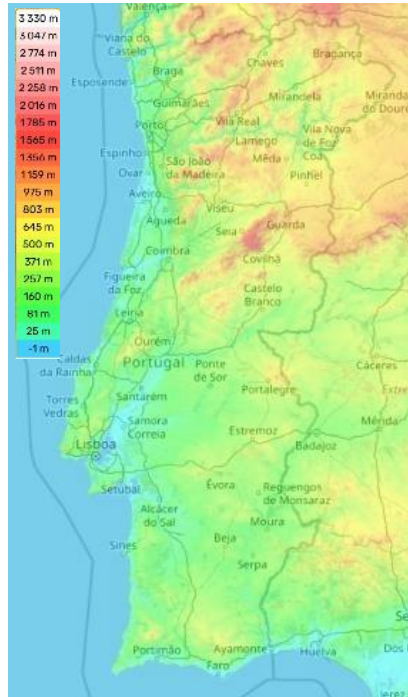
Enfin, il est fort de constater que ce développement fulgurant n'est pas seulement dû à une politique volontariste. En effet, le Portugal est fortement favorisé par son environnement et sa topographie. Trois des quatre plus grands fleuves de la péninsule ibérique traversent le pays : le Tage, le Douro et la Guadiana et rassemblent la moitié du volume total des eaux superficielles de la péninsule. De plus, les précipitations sont abondantes (1 600 à 2 800mm/an) avec une dénivellation forte (altitude moyenne de 372m et une altitude max de 2 351m), propice au développement de l'hydroélectricité. Pour le solaire, nous observons qu'il y a environ 10h

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

d'ensoleillement par jour et une production annuelle de 1555 kW/h en moyenne (calculée à l'aide du logiciel PVGIS) contre 1100 kW/h en moyenne pour la France. Enfin, pour l'éolien, le vent est constant avec la présence de l'anticyclone des Açores.

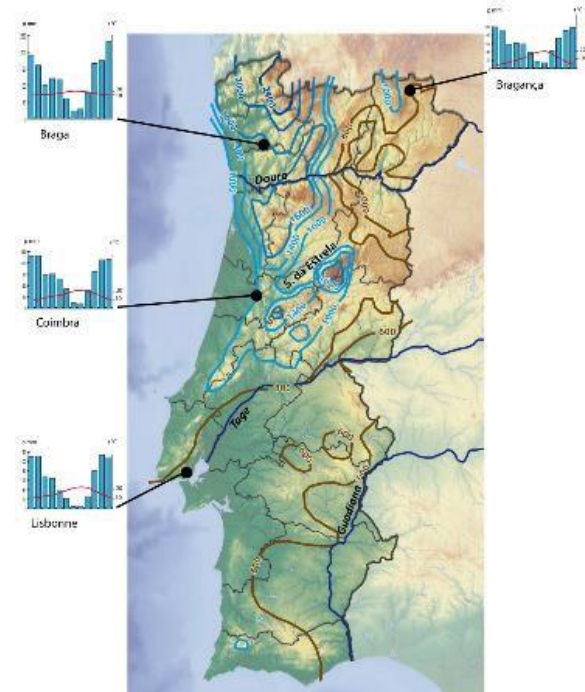
Les cartes ci-dessous mettent en exergue les caractéristiques suivantes : la dénivellation du territoire, les débits d'eau importants, les précipitations qui varient en fonction des mois (70% des précipitations tombent de décembre à avril, ce qui entraîne une perte de production hydroélectrique presque dix fois inférieure au reste de l'année), la vitesse des vents à 50m du sol (les pâles tournent entre 15 et 90km/h soit entre 4 et 25m/s, ce qui permet d'estimer qu'il est théoriquement possible de construire des éoliennes partout sur le territoire), et enfin l'irradiation globale du Portugal.

Figure 13 - Topographie du Portugal



Source : Wikipédia

Figure 12 - Cours d'eau et précipitation en fonction des mois



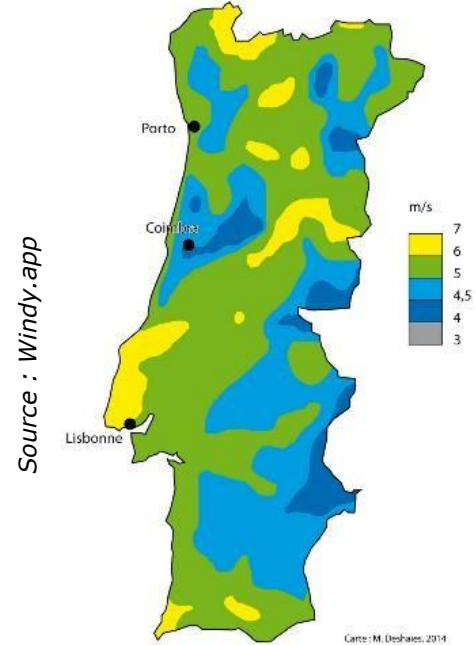
Source : Climate Data

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 14 - Irradiation globale du Portugal



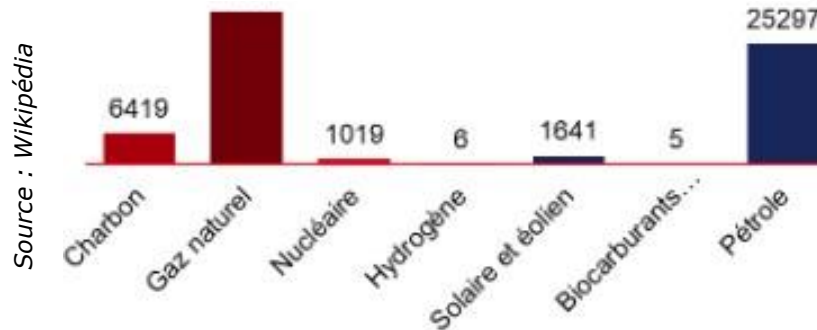
Figure 15 - Vitesse des vents à 50m du sol (taille moyenne d'un mât d'éolienne)



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Nous avons fait le même exercice pour les Pays-Bas. Tout d'abord, il est important de dire que c'est le pays de l'Europe le plus en retard en 2019 concernant la production d'énergies renouvelables. En 2019, la part des ENR dans le mix énergétique hollandais ne représentait que 8,8%. Cela est dû à la présence d'un sol très riche en gaz naturel et en pétrole. Nous pouvons voir sur ce graphique que leur taux d'approvisionnement est très nettement supérieur aux autres sources d'énergies.

Figure 16 - Approvisionnement total en énergies par source (2019) en TP (tonne équivalent pétrole)



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Nous remarquons également sur les cartes ci-dessous que les potentiels territoriaux ne sont pas du tout semblables à ceux présents au Portugal. En effet, l'altitude moyenne du pays est de 30m avec un point culminant à 332m et le rayonnement solaire est d'environ 7h par jour avec une production solaire annuelle d'environ 1000kW/h. Toutefois, les Pays-Bas possèdent un fort potentiel éolien avec des côtes fortement ventées. C'est grâce à ce potentiel que de nombreux projets d'éoliennes offshore murissent depuis 2019 ainsi qu'une volonté de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 49% d'ici 2030 et de 95% d'ici 2050. Avec les deux parcs éoliens actuellement en construction, Windplanblauw (37 éoliennes onshore de 4MW et 24 éoliennes offshore qui alimenteraient 400 000 foyers) et Hallandse Kust Zuid (140 éoliennes offshore équivalent à 3 millions de foyers) qui sera le plus grand parc offshore du monde, les Pays-Bas devraient rapidement rattraper leur retard. Les cartes ci-dessous mettent en évidence tous ces potentiels.

Figure 17 - Irradiation globale aux Pays-Bas

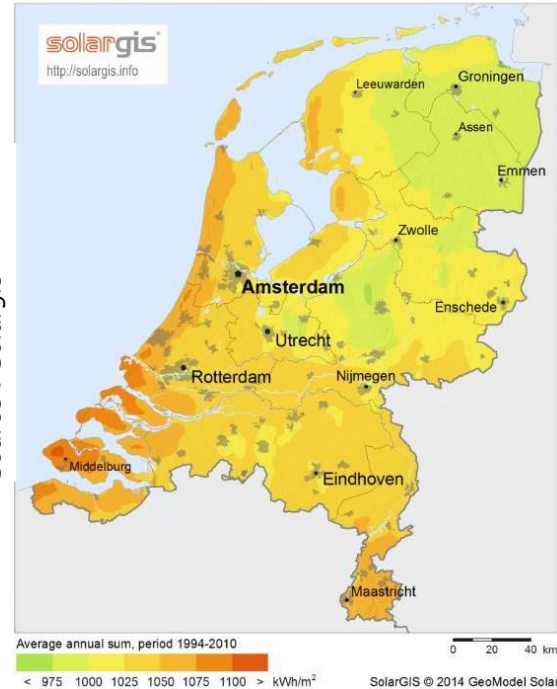
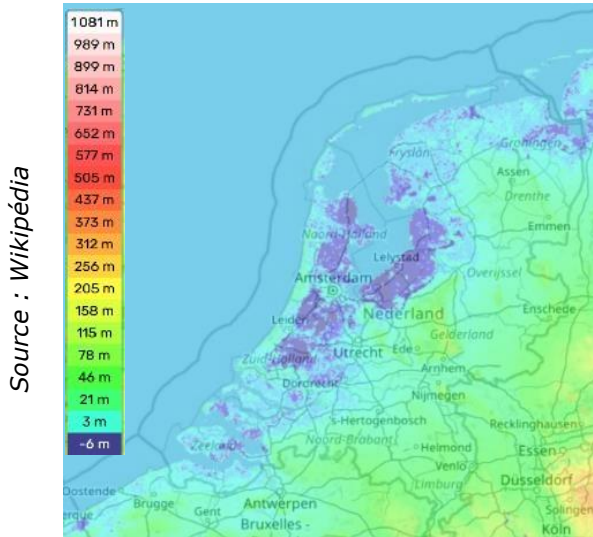
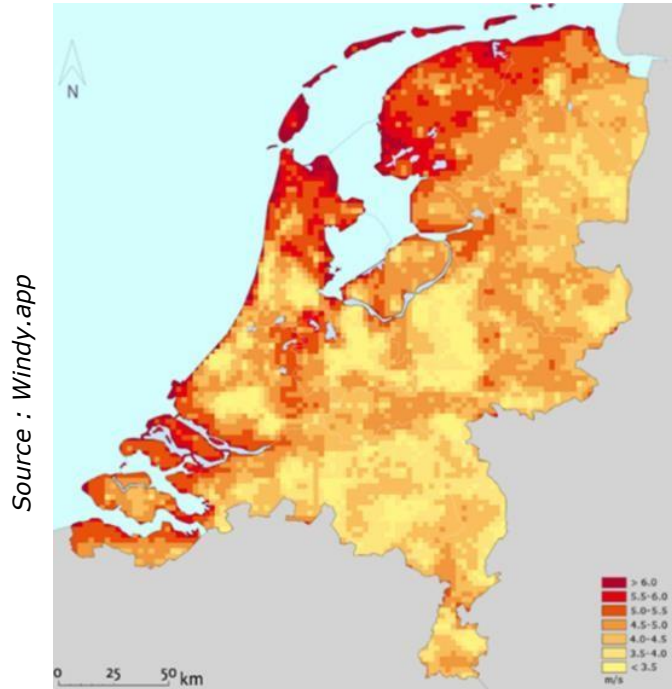


Figure 18 - Topographie des Pays-Bas



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 19 - Vitesse des vents à 50m du sol



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Enfin, nous évoquerons rapidement que l'Islande à un fort potentiel géothermique (avec une activité volcanique importante sur l'ensemble du pays) qui permet aux habitants de se chauffer à 90% avec cette énergie (qui reste complexe car difficilement transportable). En Irlande, 35% de l'électricité du pays est produite par les énergies renouvelables et ce sont principalement les éoliennes qui assurent cette production. La Norvège et la Finlande, quant à elles, possèdent un fort potentiel hydraulique (90% de la production d'électricité renouvelables provient de l'hydroélectricité).

Nous avons pu constater au travers de ces exemples qu'il existe une grande diversité de potentiels. Tous les pays ne sont pas dotés des mêmes qualités mais chacun peut, en tirant profit de ces atouts territoriaux, pallier ces handicaps topographiques.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

❖ Un manque de cohésion continentale

Comme nous l'avons souligné ci-dessus, ces potentiels individuels représentent une force pour l'Union Européenne. Toutefois, ces atouts ont du mal à trouver une représentativité car la politique des pays est souvent tournée vers ses propres intérêts, ce qui rend les actions à mener et les décisions à prendre plus complexes.

Il est important de souligner que tout le monde ne consomme pas de la même façon. Chaque pays fait ses propres lois en fonction de ses propres objectifs. Un ménage maltais consomme 10% de moins d'électricité dans un logement qu'un foyer français par exemple (*d'après l'article « Consommation et conditions de vie en Europe » de l'INSEE*). La France éteint ses vitrines de 1h à 6h du matin, tandis que la Croatie éteint les siennes de 00h à 7h du matin. Notre pays a restreint également la température à 19°C en hiver et 27°C en été dans les lieux publics tandis que l'Espagne la limite à 20°C en hiver et à 26°C en été. La Suède met en place une taxe carbone qui invite à réduire la consommation d'électricité et réinvestit l'argent économisé dans des travaux de financement de matériaux

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

performants pour les particuliers. Le Danemark, lui, instaure une taxe carbone dont les fonds serviront à l'isolation des bâtiments publics.

Toutes ces différences, pourtant minimes, illustrent le manque de cohérence entre tous ces pays qui appartiennent pourtant à une même entité, l'Europe.

Toutefois, l'Union Européenne a toujours prôné la volonté de construire un mix énergétique cohérent et un véritable plan d'action qui ferait sens pour tous ces pays. C'est pourquoi en 2004, le marché s'ouvre à la concurrence publique afin qu'aucune entreprise n'ait le monopole d'un bout à l'autre de la chaîne de production et de consommation. C'est en 2009, dans la loi RED, que l'Union Européenne fixe pour la première fois des orientations énergétiques, comme : augmenter l'utilisation des ENR, réduire les gaz à effets de serre, sécuriser l'approvisionnement énergétique, stimuler l'emploi et le développement régional ou encore développer l'innovation. L'objectif est alors d'atteindre en 2020 une part de 20% d'ENR dans le mix énergétique européen. Chaque pays devra pouvoir justifier qu'au moins 10% de son carburant transport provient de sources renouvelables.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

À la suite de cela, la loi RED II est mise en place et fixe des objectifs à plus long terme. Ce sont les états-membres, eux-mêmes, qui doivent trouver et appliquer les solutions pour arriver à ces résultats, ce qui n'encourage pas la cohésion territoriale.

En 2014, l'UE montre la volonté d'augmenter de 15% la capacité d'interconnexion électrique d'ici 2030 ce qui entraîne, fin 2014, l'installation de 9 lignes électriques (6 de 400kV et 3 de 220kV) reliant le Portugal à l'Espagne. Afin de pérenniser ces projets, la commission européenne, la France, l'Espagne et le Portugal signent en 2015 un protocole d'accord pour la création d'un groupe concernant l'Europe du Sud-Ouest sur les interconnexions. Par la suite, différents projets sortent de terre comme La ligne du Golfe avec un départ sous-marin, au Portugal, dans la fosse de Capbreton et une arrivée souterraine, en France, avec plus de 5 000MW de puissance. Deux autres lignes électriques sont en projets : une partant de Santa Llongaia en Espagne et arrivant à Baixas dans le Roussillon avec une puissance maximale de 2 800 MW et une allant de Ponte Lima à Fontefria en passant par Vila Nova, Famalicao, Recarei et Bearis fin 2021. Les cartes ci-dessous nous montrent les chemins empruntés par ces lignes.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 20 - Liaison électrique Baixas - Santa Llogaia

Source : Inelife



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 21 - Liaison électrique du Golf de Capbreton

Source : Inelife



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 22 - Liaison électrique Fontefria - Recarei



Source : Ilona Criticos

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

En 2018, le Portugal produit plus d'énergie renouvelable qu'il n'en a besoin et revend l'excédent à l'Espagne via ces nouvelles liaisons. On constate que ces interconnexions sont primordiales pour la création d'un marché intérieur de transfert d'énergie, à travers l'Europe. Ainsi, un nouveau programme de tarification se met en place pour inciter les états membres à partager le surplus d'énergie avec des pays qui en auraient besoin.

En 2019, l'UE finance et lance un appel d'offre afin de moderniser les réseaux transeuropéens électriques (RTE – T et MIE – T). De nouvelles liaisons sont créées comme celle allant de la Norvège à l'Allemagne ou encore de la Norvège au Royaume Uni, en 2021. Aujourd'hui, de nombreux échanges se font entre les pays afin d'homogénéiser l'utilisation des énergies renouvelables à l'échelle européenne. Les Pays-Bas versent 100 millions d'euros au Danemark contre 8 TWh d'électricités vertes ou encore la Norvège exporte, en 2020, 13% de sa production hydroélectrique vers le Danemark dont l'apport d'énergie verte n'est pas régulier tout au long de l'année.

En 2020, un Pacte vert pour l'Europe voit le jour et traite de nombreuses thématiques avec des objectifs très clairs : économie d'énergie (en

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

diversifiant les sources d’approvisionnement), climat (UE premier continent neutre pour le climat 2050), environnement et océan (protéger la biodiversité et les écosystèmes), agriculture (plus saine et plus équitable), transport (fournir des transports respectueux de l’environnement), industrie (mettre en place des stratégies industrielles pour une Europe plus compétitive, écologique et numérique). Cette même année, le programme REPowerEU vient définir des actions à court et à long terme (référencées dans le tableau ci-dessous). S’en suit, le Paquet Energie-Climat qui impose une réduction de 40% des gaz à effet de serre par rapport à 1990, pour 2030.

Actions à court terme REPowerEU	Actions à long terme REPowerEU
<ul style="list-style-type: none"> - Créer des nouveaux partenaires avec des fournisseurs d’énergies fiables. - Accélérer les projets d’énergies renouvelables avec un accent sur le photovoltaïque, le solaire et le 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un fond de 3 milliards d’euros pour stimuler la décarbonation par des projets innovants. - Créer une nouvelle législation concernant les zones de développement des énergies renouvelables.

- La perception des infrastructures d’énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

<p>biométhane (réduire de 77 milliards de m³ les importations de gaz).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Développer le domaine de l'hydrogène et accepter les premiers projets. - Améliorer la communication sur les recommandations d'économies d'énergie pour les citoyens et les industriels (réduire de 13 milliards de m³ les importations de gaz). - Remplir les installations de stockage à 80% de leur capacité d'ici 2022. - Mettre en place un Plan de coordination de l'UE en matière de réduction de la demande d'électricité en cas de rupture d'approvisionnement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcer les réseaux de gaz et d'électricité. - Faire des économies d'énergie à l'échelle de l'UE : passer de 9% à 13% en 2030. - Mettre en place un système réglementaire pour accroître l'efficacité énergétique dans les transports. - Accélérer la fabrication d'hydrogène : 17,5 GW d'ici 2050 pour alimenter les industries. - Mettre en place un cadre réglementaire moderne pour l'hydrogène.
---	--

Enfin, avec la guerre en Ukraine et la crise d'approvisionnement du gaz et de l'électricité, un plan d'urgence se met en place et conseille une réduction de 15% de la consommation d'énergie dans l'UE. Des mesures individuelles sont donc prises dans certains pays alors que d'autres, comme

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

la Hongrie et la Pologne (où les réservoirs sont remplis, en temps normal, à 90% par la Russie), achètent de plus en plus à la Russie et refusent de fournir des énergies renouvelables aux pays qui respectent le plan d'urgence.

Ces événements engendrent un retard considérable dans les objectifs que s'est fixée l'Union Européenne. Cependant, avec la guerre en Ukraine et les problèmes d'approvisionnement qui en découlent, les pays qui voulaient devenir énergétiquement indépendant, vont peut-être choisir d'accélérer leur développement. Finalement, la situation peut être considérée comme une opportunité d'évolution plus rapide.

III- Le cas de la France

1) L'apparition d'un enjeu devenu aujourd'hui indispensable : les énergies renouvelables

Dans ce large contexte, nous allons maintenant essayer de comprendre comment la France a évolué dans ce domaine.

Centrales hydroélectriques

Il est important de souligner que le pays était au cœur de la dynamique d'évolution des énergies renouvelables avec la création de la Houille Blanche en 1869. Comme nous l'avons indiqué précédemment, cette énergie fait opposition à la houille noire, il y avait donc déjà une prise de conscience sur le fait que le charbon apparaissait comme une énergie sale contrairement à la houille blanche (qui représenterait une énergie qui ne laisse pas de trace). Cette prise de conscience est illustrée par les propos d'Aristide Bergès (célèbre papetier et ingénieur hydraulicien français du XIX^{ème} siècle), qui explique en 1889 lors de l'exposition universelle de Paris : « *Les glaciers des montagnes peuvent, étant exploités en force motrice, être pour leur région*

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

et pour l'Etat une richesse aussi précieuse que la houille des profondeurs. Lorsqu'on regarde la source des milliers de chevaux ainsi obtenus et leur puissant service, les glaciers ne sont plus des glaciers ; c'est la mine de la houille blanche à laquelle on puise, et combien préférable à l'autre » (d'après l'article « La Houille blanche ou la révolution des montagnes » de J'M mon Patrimoine).

À la suite de cela, Grenoble devient en 1920 la capitale de la Houille Blanche et attire de nombreuses industries dans les Alpes. La vallée de la Romanche devient alors un véritable théâtre de constructions (6 centrales hydroélectriques voient le jour entre 1896 et 1918). Elles seront ensuite remplacées par une seule centrale plus puissante en 2020 : La centrale hydroélectrique de Romanche-Gavet.

Parcs éoliens

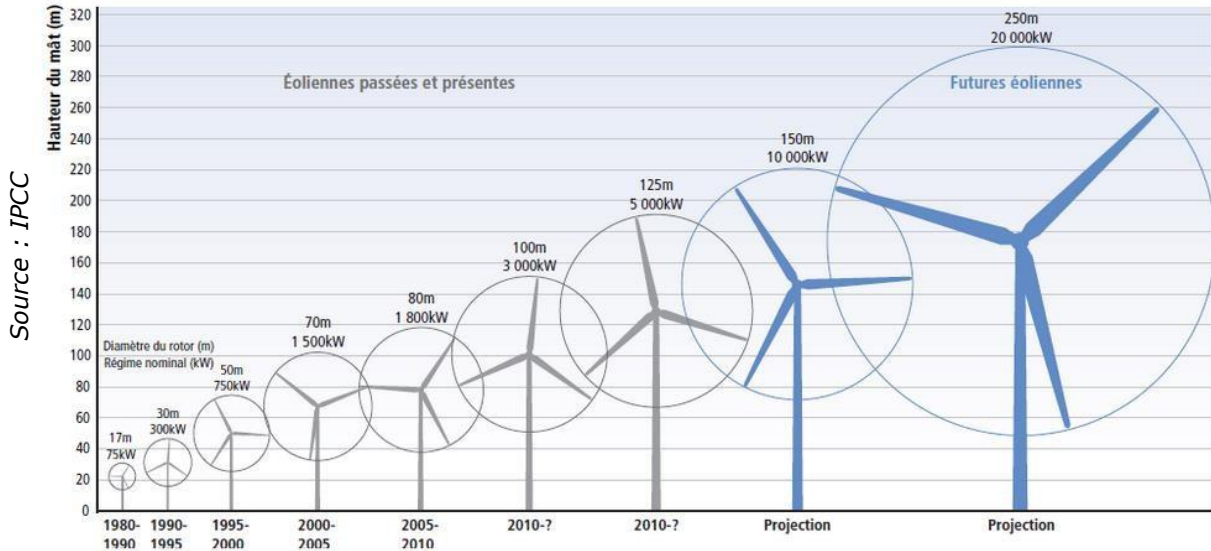
En 1955, la première éolienne expérimentale est installée sur le territoire français à Nogent-le-Roi et est exploitée par EDF, l'objectif étant de vérifier si les calculs de rendement d'énergie étaient corrects sur une infrastructure de taille importante (pales de 30m avec un mât de 250 tonnes). L'éolienne

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

a été placée dans un couloir de vent important et proche de Paris afin que les techniciens puissent s'y rendre plus facilement. L'opération est un succès, et elle restera la plus puissante éolienne en Europe (800 kilovoltampères), jusqu'à son démantèlement en 1963. En 1991, la première éolienne raccordée au réseau est construite à Port-La-Nouvelle par la Compagnie du Vent (rachetée aujourd'hui par Engie). Elle produira 0,2 MW pendant 25ans et sera démantelée par Engie Green en 2016. Depuis, les technologies ne cessent d'évoluer et les modèles d'éoliennes se succèdent comme nous le montre le schéma ci-dessous.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 23 - Augmentation de la taille moyenne des éoliennes avec le temps



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Usine marémotrice

En 1966 est construite la deuxième usine marémotrice du monde dans le Finistère.

En 1925, le projet Aber-Wrach's, lancé dans le Finistère, est rapidement abandonné avec la crise financière de 1929. Les plans serviront d'ébauches quelques années plus tard lorsqu'en 1943 le projet d'usine est réétudié. Les travaux, titanesques pour l'époque, débutent en 1961.

En effet, une zone sèche est déblayée pour construire la partie sous-marine de l'usine (création d'un bassin de 22km²). A l'achèvement de la construction, une route est créée et les batardeaux sont enlevés pour que l'eau vienne tout inonder. L'achèvement de tous les travaux et la mise en service se fait en 1966 ; la route est inaugurée en 1967, en même temps que le raccordement au réseau électrique d'EDF. La centrale est située dans l'estuaire de la Rance, entre Dinard et Saint-Malo (là où les marées sont les plus grandes d'Europe) et fait 390m de long, 33m de large et est composée de 24 groupes de production de 10 MW chacune (Bulbes). Le débit turbiné est ainsi de 6 600m³/s, soit une puissance de 240 MW ce qui représente

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

17% de l'énergie produite en Bretagne. Elle est aujourd'hui exploitée par EDF. Une écluse de 65m de long et 13m de large permet le passage de 22 000 bateaux par an.

Cette usine représente un véritable atout car, outre le fait que ce soit une source de production d'énergie renouvelable, elle protège également l'estuaire des grandes crues et les berges de la houle. De plus, cette

usine est un témoignage du savoir-faire et du patrimoine français qui attire environ 40 000 visiteurs/an et rapporte 25M€/an au territoire. En revanche, l'implantation de la centrale impacte l'écosystème de la Rance, et crée un

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

N° 14 - Principe de fonctionnement : Usine marémotrice

Le fonctionnement de l'usine marémotrice dépend de la différence entre la hauteur d'eau de chaque côté du barrage et du débit de l'eau. Elle fonctionne ainsi au rythme des marées en utilisant la variation du niveau de la mer qui chaque jour monte et descend 2 fois. Sur l'usine de la Rance, l'amplitude maximale est de 13,5m ce qui permet de créer une retenue d'eau. Des bulbes (sous forme d'hélice) se mettent en mouvement dans un sens à marée descendante et dans l'autre à marées montantes et convertissent ainsi la force marémotrice en électricité. Ce système a été conçu spécialement pour l'usine de la Rance.

Source : EDF

envasement qui encrasse les turbines et entraine une perte d'efficacité de 1 % par an.

Les photos ci-dessous montrent l'évolution des travaux de construction de l'usine marémotrice de la Rance.

Figure 24 - Evolution du chantier de l'usine marémotrice de la Rance



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Source : EDF.fr



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

2) Une prise de conscience progressive entraînée par des lois complexes : un avenir prometteur pour la filière

Tout comme l'Europe, la France instaure des lois et des règles pour encadrer le développement des énergies renouvelables. Avant d'expliquer l'évolution de tous ces documents, il est important de signifier que la France est un des seuls pays d'Europe à ne pas avoir atteint les objectifs qu'elle s'était fixé pour 2020. Cela est-il dû à son intervention tardive ? A un système politique plus complexe ? A la réticence des citoyens face à de telles mesures ? C'est ce que nous allons essayer de démontrer dans la suite de ce mémoire.

Le **Code de l'Énergie** est la première mesure mise en place en France en 2010, les discussions ayant débuté en 2005. Ce code est révisé tous les 5 ans pour une durée minimum de 2 ans.

Ce document est composé de 8 livres traitant de tous les sujets de lois gravitant autour de l'utilisation des énergies comme nous le montre le tableau ci-dessous

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

N° du livre	Titre du livre
1	Organisation générale du secteur de l'énergie
2	Maitrise de la demande d'énergie et de développement des ENR
3	Dispositions relatives à l'électricité
4	Dispositions relatives au gaz
5	Dispositions relatives à l'utilisation de l'énergie hydraulique
6	Dispositions relatives à l'utilisation du pétrole, des biocarburants et des bioliquides
7	Dispositions relatives à l'utilisation du réseau de chaleur et de froid
8	Dispositions relatives à l'utilisation de l'hydrogène

En parallèle des discussions relatives au Code de l'Énergie, en 2007, un ensemble de rencontres et débats politiques est tenu entre septembre et décembre pour parler des enjeux en matière d'environnement, de développement durable et de biodiversité.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

À la suite de ces discussions, les **Grenelles de l'Environnement** sont élaborés : un premier en 2009 relatif à la mise en œuvre des 268 engagements du Grenelle environnemental, puis un second en 2010, qui décline les objectifs en 57 articles pour formuler un cadre d'action afin de répondre aux enjeux de la transition écologique. Ces lois ont pour objectifs la restauration de la biodiversité, la mise en place d'une trame verte et bleue, de schéma régional de cohérence écologique, la diminution de GES et l'amélioration de l'efficacité énergétique. Les Grenelles de l'Environnement se basent sur le principe de la gouvernance à cinq (= « réunit les membres de cinq collèges représentant l'ensemble des parties prenantes à la politique environnementale : élus locaux, représentants de l'administration, syndicats de salariés, d'employeurs et associations de protection de l'environnement » - Sénat, Rapport d'information de 2013) et visent de nombreux domaines comme l'agriculture, les transports, les bâtiments, l'éducation environnementale et le développement durable. Concernant l'énergie, la taxe carbone est évoquée (taxe environnementale sur les émissions de dioxyde de carbone). Quant au nucléaire, il n'est jamais mentionné, ce qui révèle que ce domaine n'est pas remis en cause dans notre pays.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Toutefois, en 2007, le **Schéma Régional Climat Air Energie** (SRCAE) est créé et en 2015, il est intégré au SRADDET avec la loi NOTRe (Nouvelle Organisation Territoriale de la République). Il a pour but de décliner les documents de planifications en lien avec le climat et l'énergie comme le Schéma éolien, qui depuis 2010 définit les zones favorables au développement de l'énergie éolienne, ou encore les schémas de services collectifs de l'énergie. Ce document est composé de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre, du bilan énergétique, de l'évaluation du potentiel énergétique, renouvelable et de récupération, de l'évaluation des améliorations possibles en matière d'efficacité énergétique, d'une évaluation de la qualité de l'air et enfin des scénarios 2030 (avec des analyses de vulnérabilité et des études d'adaptation au changement climatique). Ce schéma se base sur des inventaires, des études de prospection, les plans climats régionaux. Il est renouvelé tous les 5 ans. Le Plan de Déplacement Urbain ainsi que les documents d'urbanisme doivent être en compatibilité avec le SRCAE.

En 2010, le **Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables** (S3REnR) est créé et doit être compatible avec

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

les SRCAE. Son objectif est de faciliter les procédures de raccordement au réseau des sites de production des énergies renouvelables et contient des périmètres de mutualisation des postes du réseau public de transport, des postes de transformation et les liaisons de raccordement. Il évalue également les coûts futurs pour atteindre les objectifs fixés dans le Schéma Régional Climat Air Energie.

En 2015, la loi de la **Transition Énergétique pour la Croissance Verte** (TEPCV) vise à fixer des objectifs sur l'efficacité énergétique des bâtiments puis est révisée peu de temps après afin d'en

intégrer des nouveaux en lien avec les énergies renouvelables. Cette loi instaure le chèque énergie et individualise les frais de chauffage en développant notamment les « compteurs intelligents » tels que Linky et

N° 15 - Origines : Chèque énergie

Le chèque énergie est une aide financière accordée aux particuliers sous certaines conditions. Il peut être utilisé pour payer les factures d'énergie et les achats de combustibles, payer les charges d'énergies incluses dans la redevance et payer des travaux énergétiques pour le logement.

Source : Service-public.fr

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Gazpar. Dans le tableau ci-dessous, nous pouvons voir tous les objectifs relatifs à cette loi.

Objectifs	En	Par rapport à
23% de l'énergie consommée devra être d'origine renouvelable	2020	-
+ 50% d'ENR	2023	2015
X3 de la quantité de chaleur et de froid renouvelable	2023	2012
- 50% de déchets en décharges	2025	2012
Baisser la part du nucléaire à 50%	2025	-
30% de l'énergie consommée devra être d'origine renouvelable	2030	-
- 40% d'émission de GES	2030	1990
- 30% de consommation d'énergies fossiles	2030	2012
- 50% de consommation énergétique	2050	2012
Porter les ENR à 32% de la consommation finale et à 40% de la production d'électricité	2050	-

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Afin de remplir ces objectifs, des appels d'offres pour des projets en autoconsommation sur différents secteurs (industriel, tertiaire et agricole) sont lancés sur des installations de 100 à 500 kW pour un volume alloué de 50MW. De plus, le gouvernement encourage la participation des financements des sociétés d'énergie renouvelable locales.

L'année suivante, en 2016, est créée le **Programme Pluriannuel de**

l'Énergie qui permet de piloter la politique énergétique en France à l'horizon 2028. Il doit être compatible avec de nombreux documents de planification comme le SRCAE ou encore le S3REnR.

N° 16 - Origines : Autoconsommation

L'autoconsommation est le fait de consommer sa propre production d'électricité. Cela peut se faire avec toutes les sources d'énergies mais c'est l'énergie solaire qui est principalement utilisée car les contraintes d'installations et les coûts de production ont très fortement baissé ces dernières années. Il est important de souligner que l'électricité achetée sur le réseau est taxée et donc plus chère que celle produite directement.

Source : Enedis

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

L'objectif étant d'atteindre la neutralité carbone en 2050, cet outil est révisé en 2018 puis tous les cinq ans et fixe des objectifs bien précis :

- réduire la consommation d'énergie de 12% en 2023,
- augmenter de plus de 70% la capacité d'ENR
- augmenter de 50% la production de chaleur renouvelable,
- développer la mobilité propre en remplaçant les carburants fossiles par du GNV (Gaz Naturel Vert),
- réduire la part du nucléaire.

Pour cela, d'ici 2023 devront être produits :

- 36 000 MW d'énergie solaire (en sachant qu'en décembre 2022, la France produisait 15 000MW),
- 43 000 MW d'énergie éolienne (31 000 MW en 2022),
- 13 à 14ktep/an de chaleur à partir de biomasse

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

- et injectés 6TWh/an de biogaz dans les réseaux.

En un an, il faudrait donc installer des structures capables de produire l'équivalent de 21 000MW d'énergie solaire (1 parc en produit environ 10 MW) et 12 000 MW d'énergie éolienne (1 parc éolien produit environ 20MW). Cela voudrait dire construire environ 1 200 nouveaux parcs solaires et 1 050 nouveaux parcs éoliens. Ces chiffres sont démesurés et les objectifs apparaissent comme étant irréalisables.

La PPE est ainsi révisée en 2018 avec des objectifs à la baisse par rapport à 2016 :

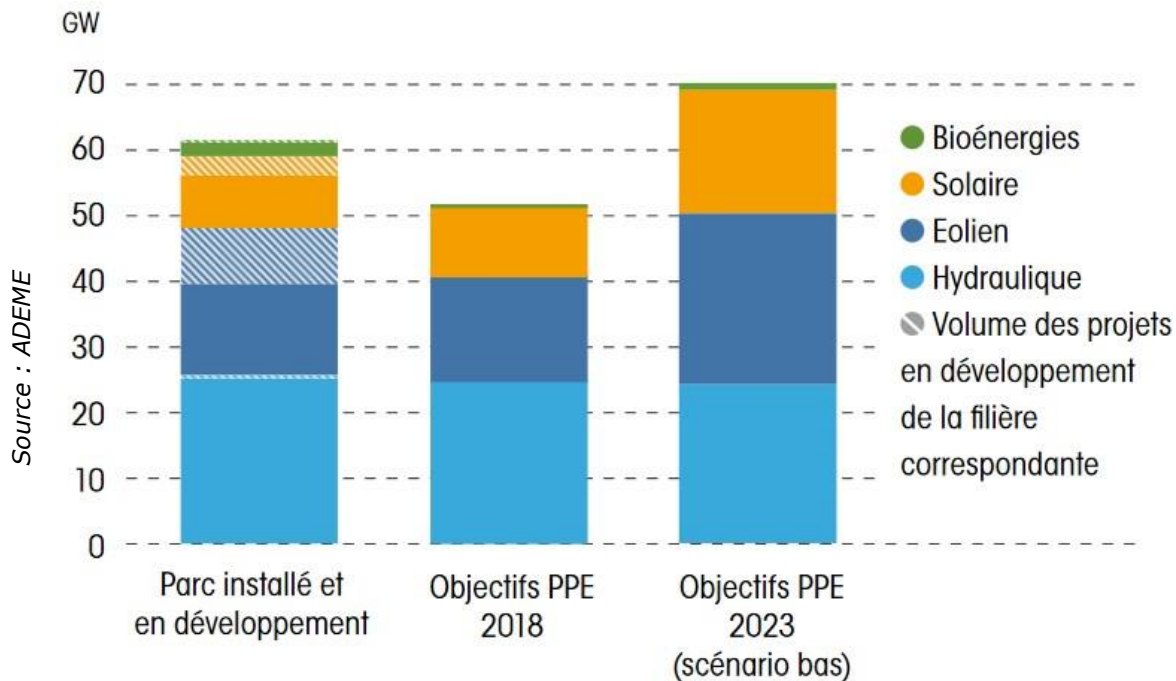
- Réduire de 7 % la consommation d'énergie en 2023 et de 15% en 2028 (contre 12% dans la PPE de 2016),
- Les énergies renouvelables doivent atteindre 27% de la consommation d'énergie finale en 2023 et 32% en 2028
- Et la production électrique renouvelable installée doit atteindre 73,5 GW en 2023 et 110 GW en 2028. En 2021, la France produisait 59 GW d'électricité renouvelable.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Les installations nécessitant en moyenne 5 ans de construction, nous comprenons bien que le PPE est ambitieux. Toutefois, le graphique ci-dessous nous éclaire sur ces objectifs et montre qu'il existe un véritable potentiel en phase de développement.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 25 - Puissance installée et projets en développement au 31 mars 2018, objectifs PPE 2018 et 2023



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Pour atteindre ces objectifs, une **loi d'Accélération des Energies Renouvelables** a été promulguée en février 2023. Elle vise à simplifier les démarches administratives d'instruction des dossiers de projets en développement des énergies renouvelables, à imposer des projets afin d'atteindre les objectifs à échéance 2050 et à mettre en place des aides supplémentaires pour le développement de tous types de projets.

Bien que cela concerne tous les domaines : solaire, éolien (offshore et onshore) hydroélectricité, méthanisation/gaz naturel, géothermie, EMR (agents chimiques), le solaire est le plus valorisé avec de nouvelles mesures à fort impact.

Parmi ces dispositions, de nombreuses zones ont été ouvertes à la construction de centrales solaires au sol. La modification de la « Loi montagne » (pour les communes possédant une carte communale) permet de construire en discontinuité de l'urbanisation et celle de la « Loi littoral » donne la possibilité de construire sur des friches industrielles.

D'autres mesures permettent d'ouvrir des délaissés d'autoroutes ou des délaissés ferroviaires à travers la modification de la loi Barnier (zone

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

inconstructible de 200 m autour des autoroutes, de 70m des nationales et de 50m des départementales). Une dérogation est également possible pour les projets en zone de PPRI (Plan de Prévention des Risques Inondation) tant qu'ils n'aggravent pas le risque présent. D'autre part, il est aujourd'hui obligatoire pour tous les bâtiments neufs (commerciaux et industriels) et pour les bâtiments existants de plus de 500m², d'installer un toit végétalisé ou une installation solaire.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Dans cette première partie nous avons souligné que l'utilisation des énergies renouvelables a toujours existé, mais leur savoir s'est perdu au profit d'énergies plus performantes dans une période où l'environnement était peu pris en compte.

Mais la prise de conscience de la nécessité de diminuer voire de se passer d'énergie fossile a relancé le développement des ENR, aidée en cela par des lois, à l'échelle nationale et internationale. Avec cette économie croissante, il est évident que les développeurs et les fabricants de matériaux se sont multipliés partout dans le monde permettant de consolider la transition écologique des pays à travers le prisme d'un développement plus durable. Nous avons constaté, au travers d'exemples, que les pays n'ont pas tous les mêmes potentiels mais que chacun possède une opportunité qu'il peut mettre au service d'un plus grand nombre. Nous parlons ainsi de cohésion continentale, ce vers quoi tend l'Union Européenne afin d'améliorer son mix énergétique.

A l'échelle de la France, l'implantation d'infrastructures d'énergies renouvelables s'accélère avec la mise en place de nombreux programmes.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Vu son retard, cela sera-t-il suffisant pour atteindre les objectifs fixés ? Les zones à fort potentiel, visées par ces lois, sont elles assez nombreuses sur le territoire ? L'avancement de ces projets va certainement entraîner une forte augmentation de l'opposition ; va-t-elle ralentir ce développement ? Les énergies renouvelables sont-elles bénéfiques pour les villes ou pour certains quartiers ? Les français peuvent-ils agir en faveur des énergies renouvelables de manière individuelle ? et de manière commune ? Ne serait-il pas envisageable de développer des projets dans les espaces fortement urbanisés, où le besoin énergétique est évident ? Qui s'opposerait à cette idée si elle venait à être proposée ? Toutes ces questions tournent autour d'un seul et même problème : L'acceptation des infrastructures d'énergies renouvelables par les citoyens.

C'est dans cette deuxième partie que nous allons essayer de répondre à ces questions au travers d'exemples concrets tout en s'appuyant sur l'analyse d'un questionnaire que j'ai réalisé.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Partie II : Les énergies renouvelables au service de la ville – Etude de cas

115

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

I- Des projets d'aménagement innovants comme support de développement des villes contemporaines

1) Le trio scandinave exemplaire – Norvège, Suède, Finlande

Comme nous venons de le souligner ci-dessus, nous allons maintenant changer d'échelle pour étudier les énergies renouvelables dans les villes et plus précisément dans les projets d'aménagement.

Pour commencer, prenons l'exemple de quartiers où les ENR participent activement à la réduction de l'empreinte carbone des villes. Pour cela, j'ai décidé de m'appuyer sur les villes du trio scandinave : Malmö pour la Suède, Li et Laapeenranta pour la Finlande et divers projets pour la Norvège, ces trois pays faisant partie des plus avancés en matière de transition énergétique, en Europe.

Pour la Suède, nous allons nous intéresser à Vastra Hamnen, un projet de réhabilitation des anciens docks de Kockum dans la ville de Malmö et plus particulièrement du quartier d'habitation Bo01. Cet espace, créé dans le cadre du « 2001 European Exhibition » sur le bord du détroit de l'Öresund,

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

rassemble environ 1 300 logements et 2 600 habitants. La particularité de ce projet est que le foncier pris à bail appartient en intégralité à l'Etat, ce qui facilite grandement les échanges et les démarches (*d'après l'article « Bo01, cité de demain » du site Association EcoQuartier*). Les enjeux de ce quartier étaient multiples : la production et l'utilisation à 100% d'énergies renouvelables, la mise en place d'espaces verts pour la préservation de la biodiversité, la récupération et la valorisation des eaux de pluies et enfin un urbanisme favorisant la circulation douce et les transports en communs. Afin de remplir ces objectifs, une limite de consommation de 105 kW/m²/an a été mise en place et devait représenter une diminution de 50% par rapport aux autres logements de Malmö. L'approvisionnement en énergie était prévu de la façon suivante :

- 40% est issu de la géothermie,
- 40% de l'éolien avec l'implantation d'une éolienne à 3km de la ville produisant 6,3 millions de kWh soit l'équivalent de la consommation énergétique des ménages et des pompes à chaleur,

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

- 4% provient du biogaz venant des déchets et des boues des stations d'épuration,
- et 15% du solaire.

Des capteurs solaires ont été implantés sur les toits des immeubles et proposaient une double utilisation : produire de l'électricité et se protéger du soleil (en faisant office de pare-soleil pour les terrasses des logements). Ce système était conçu pour générer 500 000 kWh d'électricité, réinjectés directement dans la consommation des foyers, le surplus étant utilisé dans les bornes de recharges électriques du quartier.

Cinq ans plus tard, des études ont montré que les objectifs n'ont pas été atteints. Cela est principalement dû au fait que la puissance que devait produire les différentes sources d'énergie a été grandement surestimée. Aujourd'hui, les capteurs solaires, qui n'ont pas été implantés de façon optimum, n'ont pas le rendement attendu (des 500 000 kWh/an prévus, ils n'ont produit que 300 000 kWh/an (*d'après l'article « Bo01, cité de demain » du site Association EcoQuartier*)), l'éolienne qui devait avoir une puissance de 2MW a été bridée à 1,5MW pour des questions économiques et la

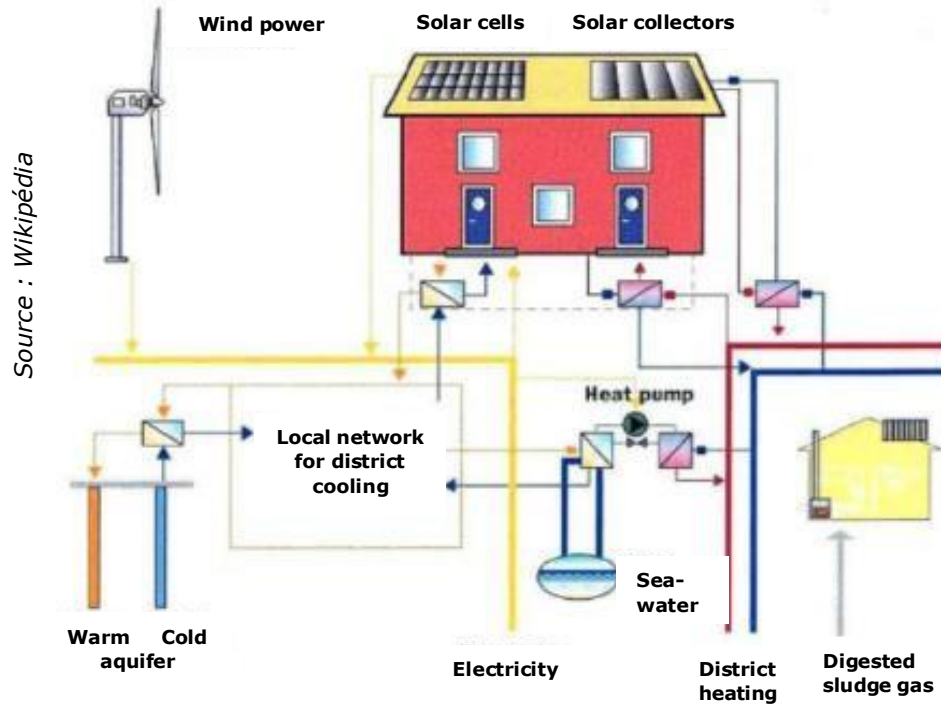
- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

géothermie a connu des phases de pause dues à la maintenance et aux problèmes techniques survenus.

Pour finir, nous constatons que la production d'électricité verte est insuffisante pour le quartier, et nous pouvons en déduire que la prévision du bilan énergétique a été mal estimée. Toutefois, ce projet a représenté une expérimentation ambitieuse pour la ville et peut servir de base de réflexion pour des programmes futurs.

Le schéma ci-dessous montre le système qui a été mis en place et qui devait produire 100% de la consommation d'énergie d'un ménage.

Figure 26 - Schéma du réseau de connexion aux ménages



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Concernant la Finlande, à 600km au nord d'Helsinki, la ville de Li est la première du pays à avoir divisé par deux ses émissions de gaz à effet de serre. Le chauffage et l'éclairage proviennent uniquement des énergies renouvelables. La stratégie de la ville est basée sur la communication des bonnes pratiques et l'éducation dès le plus jeune âge à la sensibilité énergétique. Par exemple, les élèves de l'école primaire veillent sur la consommation énergétique de leur classe (gestion de l'eau, de l'éclairage, des chauffages etc...) et les bonus économiques gagnés grâce à leurs actions leur sont directement reversés sur des comptes épargnes ouverts par la ville (*d'après l'interview de Franceinfo, « Li, la ville finlandaise qui veut donner l'exemple aux européens »*).

Toujours en Finlande, la ville de Laapeenranta a misé sur la stratégie de l'innovation et de la recherche. En effet, pour cette ville de 73 000 habitants, l'énergie consommée provient uniquement d'ENR (*d'après l'article « Laapeenranta : la ville où l'on vit dans le futur » du site We Demain, un média pour changer d'époque*) :

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

- 85 % est issu de la méthanisation des biodéchets des habitants, permise par la mise en place de 7 poubelles de tri et une loi de 2002 rendant ce dernier obligatoire
- et 15% par des éoliennes offshore de 21MW.

De plus, toutes les habitations sont équipées de panneaux solaires en autoconsommation.

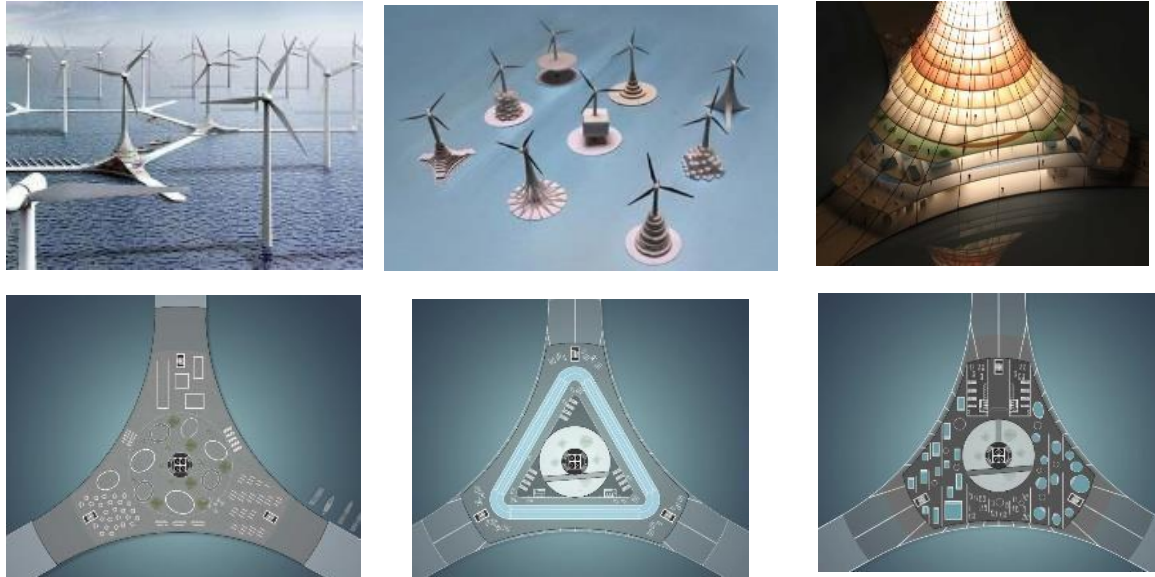
L'objectif affiché de la ville est la neutralité carbone en 2030 et le « zéro déchet » en 2050. Pour cela, le projet fonctionne en triptyque avec les citoyens, impliqués par leur mode de vie, l'université par la recherche et l'innovation et les entreprises par la création d'emploi. Grâce à ce programme, l'université de Laapeenranta est aujourd'hui une des meilleures du pays en termes d'innovation énergétique avec une seule mission : trouver une solution aux problèmes énergétiques. De cette synergie ont résulté la conception de la plus petite et la plus efficace turbine à gaz au monde, la création des plus grandes et des plus puissantes éoliennes offshore et la mise en place d'un e-ferry permettant de faire des moyens trajets sur un bateau totalement électrique. La municipalité, jouant un rôle de chef

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

d'orchestre, met ainsi en avant une ville bas carbone avec des festivals zéro carbone, des défis citoyens ainsi que des budgets participatifs.

Quant à la Norvège, ce sont plutôt des projets innovants qui attirent le regard comme Turbine City, une ville éolienne offshore au large de Stavanger (proche de la plus grande ville pétrolière de Norvège) imaginée par des architectes portugais. Le but est d'installer des complexes hôteliers, des musées et des spas dans de grandes éoliennes qui génèreraient de l'électricité pour les villes côtières. Le projet prévoit une surface de 31 000m² avec 49 éoliennes de 8MW pour les plus grandes. L'objectif est double : production (puissance équivalent à la consommation de 120 000 foyers) et tourisme. L'idée émerge en 2011 mais les technologies n'étant pas assez avancées, le projet devrait se mettre en place en 2030. Ci-dessous, ces quelques illustrations montrent l'ampleur du programme qui, à l'heure actuelle apparaît comme démesuré, notamment du point de vue de l'impact environnemental.

Figure 27 - Illustrations du projet Turbine City



Source : Onoffice

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Un autre projet voit le jour en 2018 : Haptic Architects propose à Olso le premier aéroport positif au monde. Cette ville de 370 ha serait alimentée à 100% par de l'autoproduction électrique avec un excédent qui serait vendu aux villes voisines. Cette proposition émerge avec l'idée qu'en 2025, les avions seront électriques et pourront ainsi profiter de la production d'énergies renouvelables. En 2023, nous nous rendons compte que le projet n'est pas viable, ce qui explique que les travaux n'ont toujours pas commencé alors que la construction du premier bâtiment devait s'achever en 2022.

Ces deux projets quelques peu similaires dans leur démesure nous questionnent sur leur but réel : développer des énergies renouvelables au service de la transition énergétique ou utiliser les énergies renouvelables comme outil marketing à des fins commerciales et touristiques ?

Les idées ne manquent pas pour la planification d'un monde 100% renouvelable mais les projets viables sont rares ou alors trop futuristes pour pouvoir être développés.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Pour conclure cette partie, nous pouvons convenir que les citoyens peuvent jouer un rôle important dans les projets d'aménagement de leur ville. Dans celui de Malmö, de nombreuses concertations citoyennes ont eu lieu pour intégrer la population à l'élaboration du quartier. Concernant les villes de Li et de Lappeenranta, il est clairement visible que ce sont les habitants qui ont permis aux villes de développer leur volet renouvelable par leurs actions individuelles.

Les pays scandinaves ont investi très tôt dans le développement d'énergies renouvelables. Les citoyens ont donc bénéficié d'un temps supplémentaire (par rapport à la France, par exemple) pour s'adapter et accepter ces nouvelles formes d'énergies. Ils ont ainsi modifié leur façon d'habiter en diminuant leur consommation d'énergie et en développant des stratégies renouvelables en partenariat avec leur commune. Par exemple, en Suède, les projets ENR sont systématiquement présentés aux élus et aux citoyens de la ville. En France, cela n'est pas obligatoire. Il arrive donc parfois que des communes ne soient mises au courant du développement d'un projet une fois seulement que toutes les études ont été menées et que le permis

de construire a été déposé (il s'agit de permis d'Etat, ce n'est donc pas aux communes de les autoriser).

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

- 2) Grenoble et son aire métropolitaine, un territoire volontariste dans le développement d'énergies renouvelables
- ❖ Une zone urbaine avec un fort potentiel de développement d'énergies renouvelables

Nous nous sommes intéressés aux projets des pays les plus avancés dans ce domaine mais c'est sur un territoire plus local que nous allons étudier le phénomène d'acceptation. Il s'agit de Grenoble, une ville de 160 000 habitants, située dans les Alpes et entourée de trois chaînes de montagne : Belledonne, Vercors et Chartreuse.

Afin de mieux comprendre la place des énergies renouvelables dans les projets urbains de la ville nous allons dans un premier temps faire un état des lieux des potentiels naturels du territoire. Cela nous permettra tout d'abord de comparer les atouts de l'aire grenobloise à ceux des Pays-Bas et du Portugal étudiés ci-dessus mais également à ceux des pays scandinaves.

Tout d'abord il est important de préciser que l'aire métropolitaine de Grenoble possède un potentiel de développement d'énergies renouvelables très important favorisé par sa topographie.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

En effet, comme nous venons de le souligner, dans un rayon de 50km autour de la métropole on trouve un différentiel d'altitude très important passant de 212m dans la ville à une moyenne de 2000m dans les trois massifs (Point culminant : le Vercors avec le Grand Veymont à 2341m, la Chartreuse avec Chamechaude à 2082m et enfin Belledonne avec le Grand Pic de Belledonne à 2977m). La vallée du Grésivaudan, attenante à Grenoble, et berceau de la Houille Blanche, donne un caractère historique à l'hydroélectricité grenobloise, un atout qui ne s'est pas perdu au fil des années. A GEG, par exemple, l'hydroélectricité est la 1^{ère} source d'énergie exploitée.

Pour ce qui est de l'ensoleillement, on observe en moyenne une production solaire annuelle de 1309kW/h d'après le logiciel PVGIS. Par ailleurs, la population s'est concentrée dans les zones non inondables (PPRI de l'Isère et du Drac), ce qui laisse la place aux activités agricoles dans le pays voironnais et la vallée du Grésivaudan. Nous verrons par la suite que des centrales solaires peuvent se développer sur ces espaces.

La ville de Grenoble possède également un fort passé industriel avec par exemple les Halles de Bouchayer-Viallet qui sont restées pendant longtemps

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

des friches industrielles ou la Caserne de Bonne, qui, avant d'être réhabilitée, était une caserne désaffectée depuis 1996, de même que les pôles industriels de la Presqu'île (recherches) et du Pont de Claix (plateforme chimique).

Pour les industries existantes, les grands espaces (parkings, toitures) apparaissent comme des zones propices au développement de l'énergie solaire par exemple. Concernant les ZAC, ces espaces réhabilités ont été développés à une époque où les énergies renouvelables étaient de plus en plus mises en valeur, ce qui a permis de les intégrer dès le début dans les processus de réhabilitation.

Maintenant que nous avons en main le potentiel grenoblois, nous allons dans la suite de ce mémoire analyser le rôle des différents acteurs : publics, privés ou citoyens, dans la gouvernance de projets renouvelables. Cela nous permettra de mieux comprendre la vision portée par ces trois entités.

❖ L'utilisation des énergies renouvelables au cœur des projets urbains portés par les acteurs publics

Pour commencer, nous allons présenter des projets gouvernés par les acteurs publics : la ZAC de Bonne, puis le projet ABC et le Smart Grid de Chamrousse.

Le projet de la Caserne de Bonne a été imaginé en 2007 avec les mêmes objectifs que le projet de la Villeneuve, c'est-à-dire croiser innovation sociale et innovation architecturale avec un but de mixité de logements, d'équipements et d'activités tertiaires. La particularité de ce projet est qu'il intègre des notions d'énergies et d'environnement. Concernant ces deux aspects, une importance a été portée sur les mobilités douces, le développement durable et les économies d'énergies, des points qui ont également été valorisés dans le projet de Malmö en Suède.

Pour répondre à ces enjeux, des bâtiments à Haute Qualité Environnementale (HQE) ont été bâtis (répondant au programme CONCERTO lancé en 2003 par la Commission Européenne), ce qui devait permettre de supprimer le chauffage l'hiver et la climatisation l'été, grâce au

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

travail effectué sur l'isolation. Pour l'apport d'énergie, des panneaux solaires d'une puissance de 10MW/h ont été installés sur la toiture du centre commercial afin d'alimenter l'éclairage, les ventilations et les outils de sécurité de l'espace public. Et c'est lors de ce programme que le principe de géothermie est utilisé pour la première fois à Grenoble.

Lors du lancement de la ZAC de Bonne, les attentes en termes d'économie d'énergie étaient grandes et les politiques publiques optimistes. Dix ans après la mise en service de la caserne de Bonne, un bureau d'études a effectué des tests et les résultats montrent que les objectifs fixés n'ont pas été atteints. En effet, là où la consommation devait être de 42,5kWh/an/m² elle dépasse aujourd'hui les 70kWh/an/m² entraînant ainsi une surconsommation de presque 70%. Cet écart s'explique par de nombreux facteurs qui n'ont pas ou mal été pris en compte lors des phases d'études. Le tableau ci-dessous met en avant ces différences (*d'après « l'évaluation par mesure des performances énergétiques des 8 bâtiments construits dans le cadre du programme européen Concerto » réalisé par Enertech*).

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

	Objectifs (en 2010)	Résultats (en 2020)	Cause
Température extérieure	+0°C	+2°C	Réchauffement climatique et îlot de chaleur urbain
Température intérieure (en hiver)	21°C	22°C	Confort des habitants
Ventilation	Données inconnues	+ 15kWh/an/m ²	Dysfonctionnements
Consommation électrique des logements	Données inconnues	+10kWh/an/m ²	Augmentation des températures
Isolation	Chauffage et climatisation assurés seulement par la géothermie	Climatisation et chauffage nécessaires en plus	Technologies pas assez développées à l'époque
Travaux	X	Défauts de fabrication	Mauvaise qualité du travail réalisé

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Nous remarquons que les objectifs n'ont pas été tenus et que les consommations dépassent les prévisions. Dans ce programme, comme dans celui de Malmö, les estimations ont été mal évaluées, et le projet s'avère beaucoup moins viable que prévu.

Concernant l'Autonomus Building Citizens (ABC), cet immeuble a été construit en 2014 sur la Presqu'île de Grenoble. Ce projet a été réalisé par GEG en partenariat avec Grenoble Habitat et avec les futurs habitants, qui ont pu jouer un rôle important.

L'objectif de ce programme était d'atteindre des consommations strictement inférieures aux autres bâtiments de la même année : -70% en énergie, -50% en eau, -40% de déchets. Pour cela, différentes méthodes ont été mises en place : récupération des eaux de pluies qui sont ensuite stockées puis réutilisées pour les réseaux d'assainissement, installation d'un système de stockage en batterie et de panneaux photovoltaïques sur le toit permettant de faire fonctionner les ascenseurs, les frigos, les lampes, les fours etc... Un dispositif de batterie a également été installé dans chaque chauffage pour que ces derniers puissent utiliser l'énergie produite pour

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

fonctionner. Le projet fini a ensuite obtenu les labels Energie Positive et Réduction Carbone (E+C-) et WELL qui correspond au label de bien être des habitants. Etant plus récent que la Caserne de Bonne, les études de résultat n'ont pas encore été publiées mais devraient l'être à l'horizon 2025.

Pour le projet de Smart Grid de Chamrousse, les enjeux sont différents. L'idée, très encourageante, ambitieuse, et constituant un immense défi, était de faire de la station le premier Smart Grid Multiénergie en zone de montagne. Pour cela, l'objectif était avant tout de requalifier le centre-village du Recoin en une station quatre saisons connectée à la métropole grenobloise tout en mixant les sources d'énergies propres (biomasse, géothermie et solaire). Ainsi, un vaste réseau devait être

N° 17 - Origines : Smart Grid multiénergie

« Réseau d'énergie qui intègre des technologies de l'information et de la communication, ce qui concourt à une amélioration de son exploitation et au développement de nouveaux usages tels que l'autoconsommation, les véhicules électriques ou le stockage d'énergie ». Cela permet d'ajuster les flux électriques entre fournisseurs et consommateurs.

Source : Commission de Régulation de l'Energie

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

mis en place pour répondre à la demande d'autoconsommation collective (les électrons produits grâce à l'énergie vont directement alimenter les réseaux des consommateurs sans passer par les réseaux de distribution d'Enedis), notamment afin d'alimenter les résidences hôtelières, touristiques, les logements et les remontées mécaniques. En prévision de tels objectifs, étaient prévus :

- 5 400m² de panneaux photovoltaïques, qui devaient être disposés en 11 canopées de parkings et sur les toits des nouveaux immeubles,
- une station hydrogène,
- une dizaine de bornes de recharge de batteries pour les voitures, notamment pour les navettes et les véhicules de services techniques,
- ainsi que l'installation d'un réseau de chaleur connecté avec 2km de câbles alimentant 1 125 logements et devant couvrir 87% des besoins de chaleur.

Tous ces éléments devaient être montés en circuit-court avec le développement d'une énergie locale (bois d'approvisionnement pour la biomasse issu du département de l'Isère) et la mise en place d'un

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

écosystème digital de pilotage prédictif permettant de suivre en temps réel les consommations et donc de gérer les flux électriques. Lors des études et du dépôt des pièces du permis de construire, la mairie a accepté l'intégralité du programme, tous les documents nécessaires au démarrage du projet étaient validés et les travaux devaient commencer en 2022.

Mais à la suite des élections de fin 2020, les acteurs municipaux ont changé, et le projet a été abandonné, bien qu'ayant été élu « Démonstrateur industriel pour la ville durable » en 2016. Nous constatons que ce sont principalement les services publics qui décident du devenir des projets, et que leur approbation ou leur refus sera forcément conforme à leurs idées politiques, économiques, écologiques.

❖ Des stratégies d'implantation présentes chez une diversité d'acteurs privés du territoire

Les énergies renouvelables se développent de plus en plus dans le secteur privé et sous de nombreuses formes, souvent novatrices.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les industries possèdent des espaces propices au développement des énergies renouvelables comme leur parking ou leur toiture.

Par exemple, l'industrie Schneider Electric sur la Presqu'île de Grenoble, a profité de la réhabilitation de ses locaux pour installer des éoliennes verticales sur la toiture de leur parking silo. Ce dispositif, aussi appelé Vertical Axis Wind Turbine (VAWT), est composé de pâles placées verticalement par rapport au mât qui démarrent lorsque le vent dépasse les 2m/s (contrairement à 5m/s pour les grandes). Cette technologie, jugée plus esthétique, plus silencieuse et moins voyante, est principalement utilisée dans les milieux urbains, là où les vents sont généralement moins forts (car coupés par les formes urbaines) et les espaces plus confinés.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Ces petites éoliennes pourraient présenter une solution aux ENR dans les villes mais elles ne sont pas rentables, que ce soit en termes de coût ou en termes de production d'énergie. Comme il s'agit d'une technologie encore nouvelle, les matériaux et la maintenance restent chers et elle ne produit que très peu d'énergie. Comme nous l'avons dit, ces éoliennes démarrent avec un vent de 2m/s mais atteignent leur pleine puissance lorsque le vent est à 14m/s, or à Paris, par exemple, nous savons d'après des études, qu'en moyenne les vents varient entre 2,5m/s et 3,6m/s. Dans un article de presse (*Chronique d'architecture*, « A Grenoble, pour Schneider Electric, IntenCity selon Groupe-6 » du 4 Avril 2022) lors de l'inauguration du bâtiment Technopole, Jean-Pascal Tricoire (président-directeur général de Schneider Electric) nous dit que « les 2 éoliennes verticales ne sont là que pour symboliser la démarche énergétique du site », ce qui montre bien que la production de ces éoliennes est dérisoire. Le bâtiment possède également une toiture photovoltaïque et utilise la géothermie afin de diminuer leur consommation d'énergie. Nous pouvons cependant souligner qu'une consommation énergétique de 20kWh/m² était attendue, mais qu'elle est aujourd'hui de 37kWh/m².

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Comme autre exemple, nous avons ST Micro qui a inauguré en octobre 2022 des ombrières sur son parking, soit 5 800 panneaux photovoltaïques qui correspondent à 10% de la consommation énergétique du site.

Les énergies renouvelables n'intéressent pas seulement les industries, car on constate depuis quelques années le développement d'une nouvelle technologie dans le domaine du solaire pour l'agriculture : l'agrivoltaïsme. Le concept est simple : concilier production d'énergie et production agricole, tout en évitant l'implantation de centrales solaires au sol, qui nécessite de très grands espaces.

En France, les espaces agricoles sont nombreux et permettent ainsi le développement de ce concept. Cette technologie se décline sous forme de persiennes solaires, souvent sur trackers, avec des panneaux semi-transparents permettant de partager la lumière entre la production d'énergie et la production agricole, tout en laissant une distance verticale et horizontale importante entre les rangées afin de laisser passer les machines agricoles. Cette innovation peut être développée sur toutes les cultures dites « basses » ou « semi-basses » comme les framboisiers, les vignes, la

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

lavande ou encore les pommiers et les pêchers. Il est toutefois difficile de mettre en place un tel système sur des cultures « hautes » comme les noyers par exemple. Les éleveurs peuvent également en profiter pour leurs troupeaux d'ovins, de caprins, de porcins ou de volailles.

Le concept étant nouveau, il est encore très peu connu et accepté des agriculteurs alors que les avantages sont considérables. En effet, des expérimentations ont été menées et montrent que l'impact des panneaux solaires sur les cultures est plutôt bénéfique. Cela s'explique par le fait que les panneaux, couvrant les plantations, font office de « pare-soleil », d'anti-grêle, et diminuent ainsi les effets de chaleur et de froid. De plus, les panneaux sont équipés de

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

N° 18 - Origines : Trackers solaires

« Le tracker solaire, aussi appelé « suiveur solaire » est un dispositif innovant sur un pied motorisé qui s'oriente en fonction de la position du soleil selon deux axes. Il permet de positionner les panneaux solaires selon la meilleure inclinaison possible ce qui augmente la production d'électricité jusqu'à plus de 40% par rapport à une installation fixe. Toutefois, cette innovation coûte encore trop cher et les problèmes mécaniques sont encore trop présents.

Source : Sun'agri

récupérateurs d'eau de pluie directement réutilisée dans les cultures. L'union de tous ces facteurs permet ainsi aux cultures d'être protégées contre le réchauffement climatique et peuvent ainsi retrouver un cycle de croissance idéal pour leur développement. Cependant, le prix très élevé des infrastructures, du fait de la nouveauté de cette technologie, reste un frein pour les agriculteurs. Quant aux développeurs, ils rencontrent encore de nombreux problèmes de conception dues à la complexité technique qu'imposent les variétés des cultures.

Face à ce nouveau phénomène, les départements prennent des précautions et mettent en place des chartes agrivoltaïques avec des contraintes à respecter afin de protéger les agriculteurs et imposent aux développeurs l'installation de projets expérimentaux. Cette innovation est encore mal comprise du point de vue des agriculteurs mais se développe de plus en plus. Afin de bien cerner le sujet, nous allons prendre l'exemple de deux projets agrivoltaïques, un dans les Pyrénées-Orientales, au Domaine de Nidolière à Tresserre et un dans la Drôme, à Etoile-sur-Rhône.

Pour le premier, c'est un vigneron qui a décidé d'installer 4.5 ha de panneaux photovoltaïques sur ses vignes avec une zone témoin de 3 ha. La structure recouvre 17 310 pieds de vignes, fait 4.5m de haut et l'espace entre les tables est de 1m. À la suite de vendanges de plus en plus précoces, d'une température moyenne qui augmente le taux d'alcool dans les vins et d'un besoin d'eau croissant pour les fruits, le vigneron a décidé d'essayer de maîtriser le microclimat au-dessus de ses plantations.

Grâce à cette installation, son exploitation a bénéficié d'une réduction de presque 20% de la consommation d'eau, d'une diminution des brûlures des feuilles pendant les périodes de canicules ainsi que d'une amélioration de la qualité des produits. Les photos ci-dessous montrent l'étendue du projet.

Figure 28 - Photos du projet agrivoltaïque du domaine de Nidolière dans les Pyrénées-Orientales



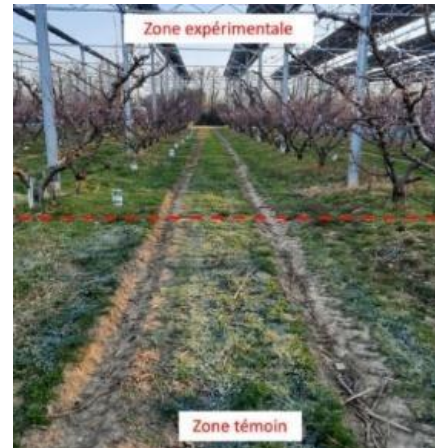
Source :

Le second projet se situe à Etoile-sur-Rhône, il est installé sur une exploitation de fruits à noyaux (cerises, pêches et abricots). Le projet recouvre 2.7 ha avec une zone témoin de 1.2 ha et les structures ont une hauteur de 5.85m. Nous savons que la vallée du Rhône est particulièrement touchée par le réchauffement climatique et de nombreuses pertes de fruits sont à déplorer chaque année (feuillages flétris, fleurs brûlées, fruits en

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

avance et donc pas assez développés...). C'est pourquoi cet agriculteur a décidé de se munir d'un tel système pour limiter ces pertes. Un suivi agronomique a été mis en place et a permis de relever qu'après le gel de mars 2022, les pertes sous panneaux étaient de 9% alors qu'elles étaient de 30% dans la zone témoin (comme nous le montre la photo de droite ci-dessous).

Figure 29 - Photos du projet agrivoltaïque à Etoile-sur-Rhône



Source :

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Pour conclure cette partie sur les installations des énergies renouvelables, nous pouvons en déduire, d'après les exemples choisis, que les projets portés par les acteurs publics semblent n'être que des « projets-vitrines », qui promettent de bonnes performances énergétiques, et permettent d'obtenir des labels qui améliorent l'image de la ville. Malheureusement, après quelques années et des études de résultats, ils s'avèrent décevants par rapport aux attentes.

En ce qui concerne les acteurs privés, nous constatons que l'intérêt des industries et des agriculteurs est essentiellement économique, et dans le but de réduire une partie de leur consommation d'énergie, ou, pour les exploitations agricoles, de protéger les cultures, et d'obtenir des rendements plus intéressants.

Maintenant que nous avons étudié le point de vue des politiques publiques et une partie des politiques privées, nous allons nous intéresser au rôle des citoyens. En effet, les questions sont de savoir s'il existe pour les citoyens des manières d'intervenir sur les projets d'énergies renouvelables. Si oui, par quels biais ? Les comportements des habitants et pratiquants du

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

territoire sont-ils des freins ou des leviers ? Leurs actions sont-elles alors reconnues ? Les projets font-ils l'unanimité ?... Ce sont des questions auxquelles nous allons répondre dans la dernière partie de ce mémoire.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

II- Et le rôle des citoyens dans tout ça ?

1) Des initiatives citoyennes qui permettent d'accélérer le processus et d'asseoir une identité territoriale

Nous entendons beaucoup parler des développeurs de manière générale comme étant des entreprises privées tels que GEG ou Solarpark mais si nous regardons plus précisément sur le territoire, nous remarquons que de nombreuses associations ou sociétés citoyennes participent activement à la transition écologique.

La plus connue est Energy Citoyenne, un collectif citoyen associé qui développe depuis 2022 des actions de mobilisations pour maîtriser les consommations d'énergie et lutter contre la précarité énergétique. Depuis 2016, cette SAS (Société par Actions Simplifiées), en partenariat avec des acteurs locaux, produit de l'électricité grâce à des centrales photovoltaïques et de la méthanisation. Le principe est simple : les habitants d'un même territoire se regroupent pour monter un projet d'énergie renouvelable qui leur permettra par la suite de produire de l'électricité qui sera réinjectée dans le réseau local. Les bénéfices du projet seront ensuite réinvestis dans

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

la construction d'un nouveau programme. Grâce à ce processus, les habitants deviennent propriétaires des centrales en souscrivant des parts de capital dans la société. Ils peuvent alors « adopter » un ou plusieurs panneaux (pour un prix de 500€ environ) et bénéficient ainsi d'une prime d'émission permettant de récupérer une plus-value supplémentaire lors de la revente de leurs parts 5 ans après ; cela s'appelle « l'investissement patient ». La carte ci-dessous montre qu'EnergY Citoyenne possède 21 centrales en toiture, 1 ombrière et 4 réseaux de chaleur bois, ce qui représente environ la consommation électrique de 288 foyers (hors chauffage).

Source : Energy Citoyenne

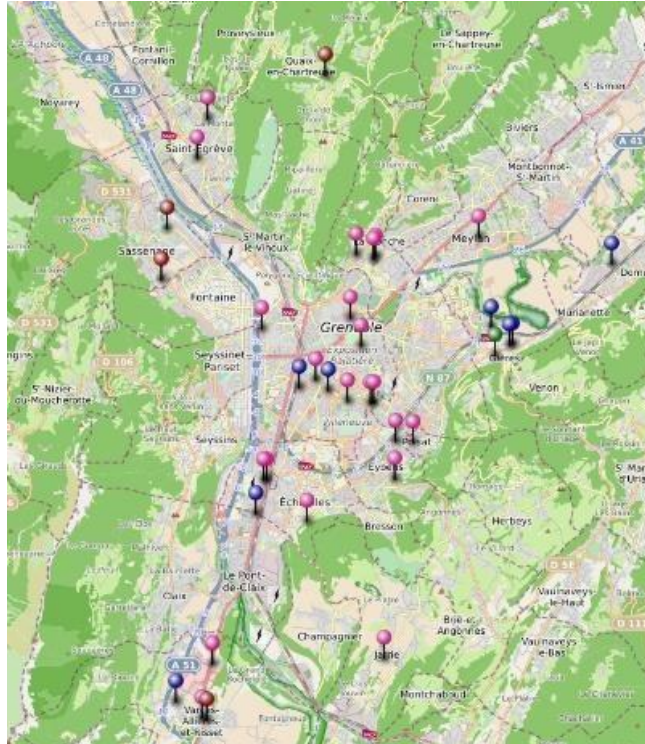


Figure 30 - Carte interactive des sites de production d'Energy Citoyenne

en rose : toitures en production

en bleu : toitures à l'étude

en marron : réseaux de chaleur bois en production

en vert : réseaux de chaleur bois à l'étude

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Une autre SAS, Grési21, spécifique au territoire grenoblois, est constituée d'une SAS du nom de Centrales Villageoises qui produit de l'énergie depuis 2016, et d'une association composée d'un collectif citoyen du Grésivaudan ayant pour mission l'information depuis 2020 (par le biais de « Fiches Grésinoux » regroupant les bonnes actions pour réduire sa consommation d'énergie). Ce groupement s'adresse principalement à des privés qui louent leur toiture à Grési 21 pour une durée de 20 ans avec un engagement du collectif sur toute la partie installation, maintenance et revente d'électricité sur le réseau.

Aujourd'hui, l'association a ouvert son capital au financement collectif et son pilotage aux acteurs locaux, lui permettant ainsi d'installer 58 centrales photovoltaïques en toiture pour une production d'environ 1,2 MW/an. Grési 21 veut diversifier ses sources d'énergie en multipliant ses ressources avec des projets hydroélectriques comme « Impulsion Hydro » et « Turbine de l'Oule » qui ne sont qu'en phase d'élaboration pour le moment.

Un label Energie Partagée a été instauré pour reconnaître ces initiatives, afin de valoriser les projets qui ouvrent leur capital au

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

financement collectif et le pilotage aux acteurs locaux. Les associations régionales sont donc mises en relation avec les citoyens afin de monter des projets d'énergies renouvelables qu'ils soient solaires, hydroélectriques, éoliens ou de méthanisation. Comme le montre le tableau ci-dessous, chaque région métropolitaine possède son propre réseau.

Auvergne Rhône-Alpes	Auvergne-Rhône Alpes Citoyennes et Locales Energies (AURACLE)
Corse	Energie Nostra
Occitanie	Energies Citoyennes Locales et Renouvelables Occitanie (ECLR)
Nouvelle Aquitaine	Citoyens en Réseau pour les EnR en Nouvelle Aquitaine (CIRENA)
Bourgogne	Etincelle
Pays de la Loire	Réseau des Energies CIToyennes en pays de la Loire (RECIT)
Bretagne	Taranis

Normandie	Réseau des Energies Citoyennes et Locales et Renouvelables (ECLORE)
Haut-de-France	Réseau d'énergie citoyenne
Grand Est	GECLER
Ile-de France, Centre-Val-de-Loire et Provence-Alpes-Côte-d'Azur	Energie Partagée

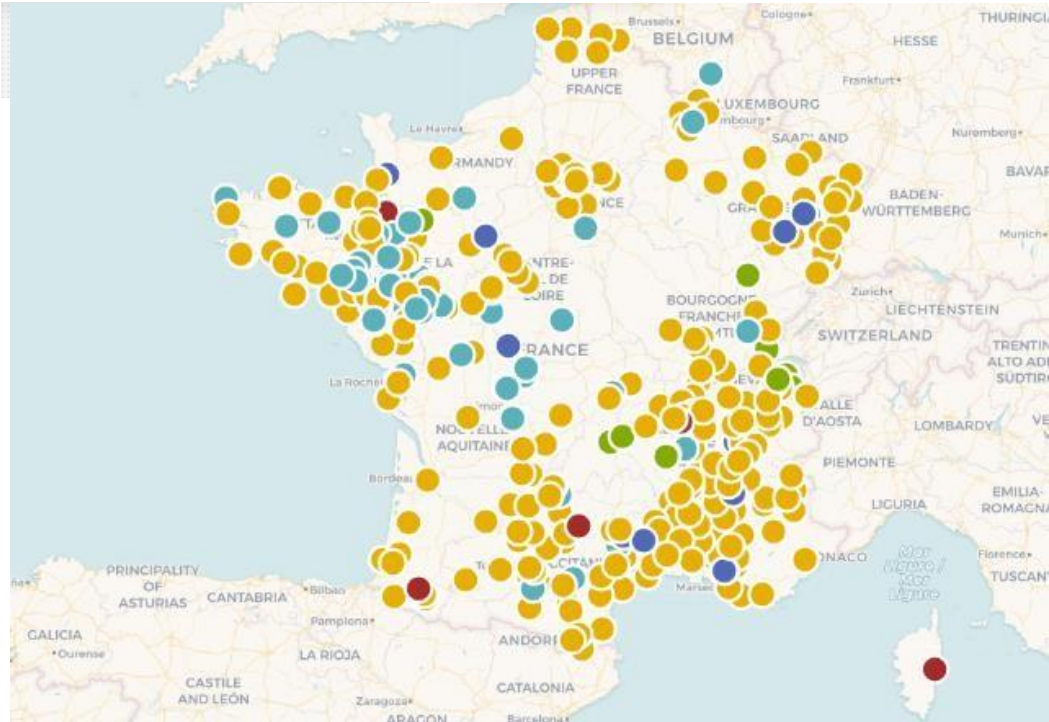
De nombreux projets homologues d'énergie citoyenne se sont mis en place dans la région grenobloise comme la SAS Buxia Energie dans le pays voironnais, Cœur de Chartreuse, ou encore les groupes Centrales Villageoises dont fait partie Grési 21.

Grâce à la carte ci-dessous, publiée par Energie Partagée, nous constatons que de nombreuses initiatives ont bénéficié de leur label.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Figure 31 - Projet ayant le label Energie Partagée sur le territoire français

Source : Energie Partagée



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Pour comprendre ce phénomène, voici quelques exemples : Bégawatts à Béganne est le 1^{er} parc éolien citoyen de France. Ce projet breton est composé de 4 éoliennes. Mille habitants ont apporté une contribution financière rassemblant 500 000 euros sur un projet de 12 millions d'euros. Optimisées en 2019, ces éoliennes produisent 18 000 MWh/an, soit l'équivalent de 15 254 foyers (hors chauffage et eau chaude sanitaire) et l'énergie produite est revendue à Enercoop (un fournisseur d'électricité au même titre qu'Enedis). Lors du lancement, de nombreuses banques ont refusé de prendre le risque de financer un projet élaboré par des citoyens et les démarches ont commencé sans avoir leur accord. Le programme a été porté par l'association Eolienne en Pays de Vilaine (EPV) qui, en 2007, a créé des « clubs d'investisseurs » permettant de placer 800 citoyens à la gouvernance. Les décisions étaient prises à main levée et ont rarement été remises en cause. Toutefois, ce processus rend les démarches et les décisions beaucoup plus longues ; en effet le projet a commencé à émerger en 2005 et n'a été inauguré qu'en 2016... 11 ans plus tard, alors qu'aucun recours n'avait été déposé.

En 2011, à Préchacq-Navarrenx (vers Pau), 15 agriculteurs décident de mutualiser leurs déchets (effluents d'élevages et couverts végétaux) afin d'installer un méthaniseur collectif en circuit court. Le projet s'est terminé en 2018 et le capital était à 95% citoyen. Aujourd'hui, la centrale produit 8 800 MWh/an d'électricité, soit la consommation de 1 788 foyers, et le gaz injecté dans le réseau est consommé dans un rayon de 20km autour du projet.

Nous constatons qu'il existe de nombreuses associations citoyennes mais pour les projets de grande ampleur, le financement ne peut être apporté à 100% par des citoyens, car les coûts sont trop élevés. Des développeurs privés viennent donc en appui au capital et obtiennent le label Energie partagée, ce qui leur permet de promouvoir le local et le participatif. Comme ces investissements leur rapportent quelquefois des bénéfices conséquents, on peut se poser également dans ce type de projet la question de l'aspect « vitrine » des énergies renouvelables.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

2) Des actions individuelles et/ou commerciales pour un bien commun

Participer à la gouvernance d'un projet n'est pas la seule façon d'intervenir sur un projet. En effet, il existe des moyens plus « individualistes » et plus anonymes pour soutenir les énergies renouvelables, il s'agit du crowdfunding. Aussi appelé financement participatif, ce dispositif est en réalité un échange de fonds entre individus en dehors des circuits financiers institutionnels. Pour les projets ENR, il est en fait question d'appels de fonds via des plateformes en ligne où les programmes y sont décrits.

Ces sites internet s'adressent aussi bien aux collectivités qu'aux particuliers ou aux associations, mais sont principalement utilisés par les entreprises qui rencontrent des difficultés de financement (nouveaux groupes, petites entreprises, projets qui coutent trop cher à développer en fonds propres...). En 2016, à la suite de l'utilisation de plus en plus massive de cet outil, un décret est mis en place afin de protéger les investisseurs par une sécurisation du processus pour les projets ENR. Le label « Financement participatif pour la croissance verte » est ainsi créé pour garantir la

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

transparence des projets et donner une information sur sa qualité environnementale. Il existe 3 types de financements :

- le don, sans contrepartie (donation coup de cœur) ou en échange de cadeaux (cartes postales, stylos, post-it...), qui permet de tester le marché sans prendre de risque, de consolider le fond propre et de créer un levier pour d'autres financements.

- le prêt qui se fait avec ou sans intérêts (sans caution de garantie) en minibons sur une durée maximum de 5 ans.

- et l'investissement en capital pour lequel le financeur est rémunéré sous

forme de dividendes ou de plus-values réalisées lors de la cession des titres. Ce dividende peut prendre la forme d'intérêts ou de commissions sur le chiffre d'affaire. Ce financement permet de développer un projet innovant

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

N° 19 - Principe de fonctionnement : Minibons

« L'investisseur accorde un prêt à une entreprise et reçoit en contrepartie un bon (= une reconnaissance de dette) remboursable à une certaine date. Ils ont une durée de 5 ans et il y a un versement d'intérêts dont le montant est convenu au départ.

Source : BpiFrance

ou peu prisé par les investisseurs et permet d'ouvrir le droit à un avantage fiscal dans l'entreprise.

Les projets par financements participatifs ont connu une forte augmentation. En effet, d'après Financement Participatif France, en 2015, 167 M€ ont été investis par ce biais contre 1 020 M€ en 2020. Les financements par prêts ont aussi augmenté, on constate qu'en 2020, 54 162 projets ont été financés par des particuliers (43 202 par des acteurs de l'économie sociale et solidaire et 13 796 par des TPE, PME et ETI).

Afin de mieux comprendre ce système, nous pouvons citer l'exemple d'un financement participatif qui a été mis en place sur trois projets : Aux Comores sur une centrale solaire de 4MWc, en Suède sur des éoliennes offshore et en Namibie sur une centrale solaire de 5MWc. Le principe est le suivant : les personnes souhaitant encourager de tels projets, ou placer leur argent, envoient une somme aux développeurs pour une échéance de 4ans avec un taux d'intérêt de 4,5%. Ce programme, InnoVent, propose un financement de 8 M€ (4 tranches de 2M€) répartis sur les différentes phases du projet.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Toutefois, ce système peut s'avérer risqué pour les entreprises car elles s'engagent sur une durée définie à l'avance mais si, pour des raisons précises (stipulées dans le cahier des charges), le projet prend du retard, l'entreprise devra tenir ses engagements en terme de « remboursements » même si le projet ne génère pas encore de bénéfices. Par exemple, lorsque GEG ENER a construit la centrale solaire de Susville et a instauré un financement participatif, le retard de livraison des panneaux photovoltaïques suite au covid a entraîné un retard de début de production et donc de rentabilité. Mais les investisseurs devant être payés, l'entreprise a puisé dans ses propres ressources pour pallier ce retard.

Nous avons parlé des outils que pouvaient utiliser les citoyens pour participer au développement des énergies renouvelables mais il existe aussi des citoyens qui, au contraire, sont opposés aux projets pour différentes raisons. Leurs actions sont un véritable levier de lutte à l'échelle nationale.

Tout d'abord, il faut savoir qu'un projet d'ENR est soumis à des lois strictes (implantation par rapport au PLU, environnement, gestion des risques...) et au cours de l'élaboration des programmes, de nombreuses études sont

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

menées. Une fois ces dernières réalisées, un dossier de permis de construire est constitué puis envoyé au juge administratif de la préfecture pour validation. Si le permis est accordé, toute personne morale opposée au projet peut déposer un recours, c'est-à-dire qu'elle demande une annulation des décisions prises. Il doit être déposé dans un délai de 4 mois après la publication du permis de construire. Si le délai apparaît comme trop court, un recours gracieux (lettre d'intention) peut être déposé et permettra ainsi une rallonge de 2 mois. Le dossier est alors envoyé au tribunal administratif. Après analyse de la demande, le juge administratif statue sur le projet :

- s'il donne tort au développeur, le projet est abandonné, et le cas échéant, le projet peut évoluer mais cette décision peut encore être remise en cause. Si c'est le cas, le dossier est envoyé dans un premier temps à la Cour d'appel ou le projet est défendu par un avocat, puis au Conseil d'état, qui, après avoir donné son avis, le communique à la Cour d'appel qui conclura définitivement.

- s'il donne raison au développeur, le projet est validé, sinon il devra être abandonné.

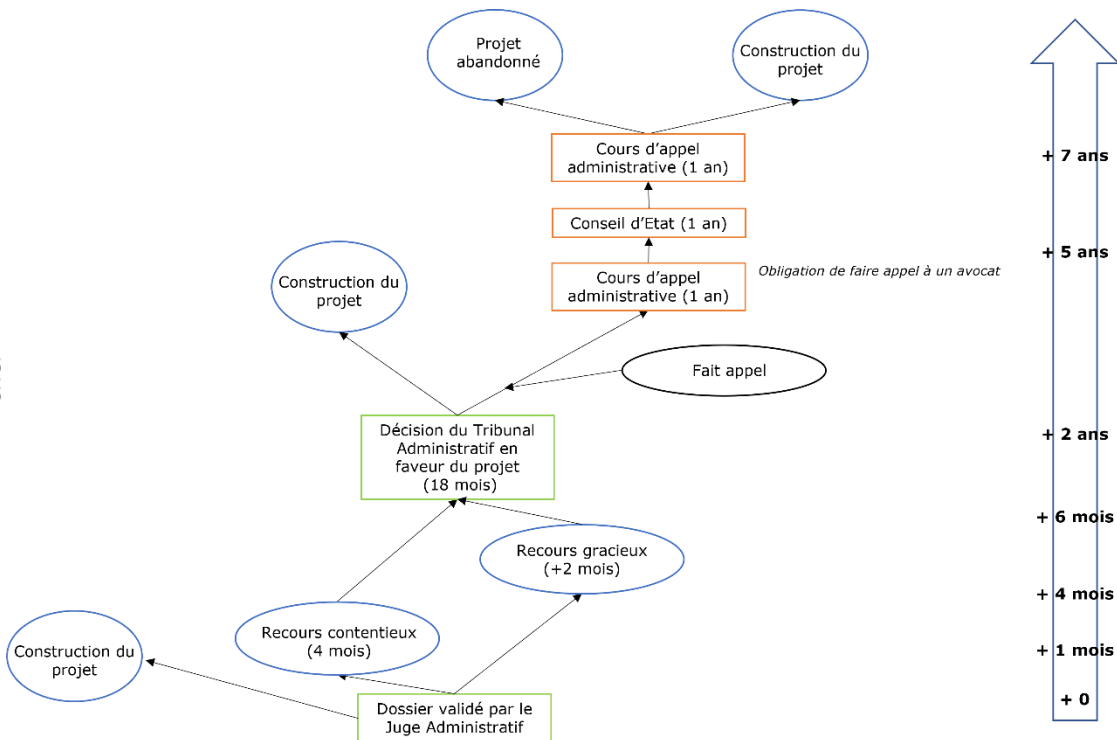
- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Comme nous le montre le schéma ci-dessous, le processus complet peut durer jusqu'à 10 ans, ce qui retarde de manière significative le lancement des travaux.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Source : Ilona Criticos, d' après une conversation avec un chef

Figure 32 - Processus de recours



- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Pour donner un exemple, la commune de Sallanches en Haute-Savoie a, en 2022, déposé un permis de construire pour une centrale hydroélectrique auprès de la préfecture. Un recours a été déposé par France Nature Environnement. Les fonds bancaires ont donc été bloqués, mais, la commune ayant des moyens financiers importants a tout de même construit la centrale en fonds propres car, de son point de vue, le recours n'était pas justifié. En décembre 2022, Sallanches a perdu l'instruction, car la préfecture a considéré que le projet modifiait substantiellement le cours d'eau et portait atteinte à la biodiversité. La mairie fait donc appel de cette décision, mais en cas de confirmation de la première décision, la centrale devra obligatoirement être détruite en totalité. Pendant toute cette période, la construction qui a coûté 6 millions d'euros n'a pas le droit de fonctionner.

Depuis 2020, le mouvement « Partager, c'est sympa ! » publie la Carte des luttes contre « les grands projets inutiles » qui cartographie les collectifs de luttes au niveau local. La carte propose 7 catégories : bétonnage, transport, énergie, industrie, agriculture, déchets et commerce. Dans la catégorie énergie, la plupart des oppositions concerne les projets éoliens. Aujourd'hui, de plus en plus de comités d'opposants se montent pour lutter

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

contre les énergies renouvelables comme par exemple « Vent en colère », un réseau de plusieurs associations de protection de l'environnement ou encore le « Collectif énergies renouvelables du bassin alésien » qui ne s'est monté que pour un seul projet (Projet de parc photovoltaïque de Saint-Martin-de-Valgalgues dans le Gard).

Dans ces deux premières parties nous avons noté que les citoyens pouvaient avoir un impact sur le développement des énergies renouvelables en adhérant à une association, en participant à des initiatives citoyennes, ou simplement en contribuant à des financements participatifs. Quant aux citoyens en désaccord avec les projets, ils ont la possibilité d'adhérer à des comités d'opposants et d'ouvrir un contentieux judiciaire.

A ce stade, il paraît important de se pencher sur la question de l'impact visuel des infrastructures d'ENR sur les citoyens. Pour cela, nous allons tout d'abord nous intéresser aux énergies renouvelables comme vitrines de la ville puis au point de vue des habitants de Grenoble. Nous étudierons grâce au questionnaire la perception des équipements d'ENR.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

3) L'impact visuel des infrastructures d'ENR vu par les acteurs du territoire grenoblois

❖ Les énergies renouvelables comme vitrine de la ville et son territoire (point de vue des politiques)

Tout au long de ce mémoire, nous avons présenté les énergies renouvelables comme une solution à la décarbonation. Ce n'est pas leur unique fonction. En effet, de nombreuses villes, entreprises, groupements, utilisent les ENR pour soutenir leurs actions : c'est un levier de communication et de promotion.

Dans ce but, le label Capitale Verte Européenne a été créé en 2006 pour encourager les villes à intégrer l'environnement et les énergies dans les aménagements urbains. Les communes sont élues pour 2 ans selon 12 critères : qualité de l'air, bruit, gestion des déchets, eau, nature et biodiversité, exploitation durable des terres et des sols, croissance verte et éco-innovation, atténuation et adaptation au changement climatique, mobilité urbaine durable, performance énergétique et gouvernance. Douze experts indépendants établissent un classement des villes candidates. Les

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

mieux notées doivent ensuite présenter à un jury, présidé par la Commission Européenne, une stratégie de communication, un plan d'action ainsi que leurs futurs projets. La ville ainsi choisie recevra une aide financière pour la réalisation de ses programmes à hauteur de 600 000 €.

En 2022, Grenoble est lauréate, en proposant la valorisation d'une mobilité douce (450 km de pistes cyclables, présence d'un téléphérique urbain), le concept d'habiter la nature (la Caserne de Bonne est le premier écoquartier labélisé de France), l'idée de l'amour de la terre (développement de l'agriculture urbaine), de « se mettre au vert à Grenoble » (programme de 12 thématiques autour de la nature) et la mise en avant de la gastronomie locale (noix de Grenoble, Antésite et Chartreuse).

Dans le tableau ci-dessous, qui répertorie les quatorze « capitales vertes » bénéficiaires du label depuis sa création, nous pouvons constater qu'elles sont bien réparties en Europe. En ce qui concerne les capitales, au nombre de 6, on note que 4 d'entre elles sont des villes nordiques. Nous pouvons en déduire que dans toute l'Europe, des villes sont intéressées par ce label, et donc prêtes à intégrer l'environnement et les énergies nouvelles dans leurs

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

politiques publiques. On note également que les capitales des pays du Nord se situent en très bonne place dans ce domaine.

Pays	Ville
Allemagne	Hambourg (2011), Essen (2017)
Suède	Stockholm (2010)
Espagne	Vitoria-Gasteiz (2012)
Danemark	Copenhague (2014)
Angleterre	Bristol (2015)
Slovénie	Ljubljana (2016)
Pays-Bas	Nimègue (2018)
Norvège	Oslo (2019)
Portugal	Lisbonne (2020)
Finlande	Lahti (2021)
Estonie	Tallinn (2023)
France	Nantes (2013), Grenoble (2022)

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Parallèlement à ce phénomène de vitrines des villes, une autre pratique a fait son apparition : le greenwashing (ou écoblanchiment en français). Cette stratégie de marketing communique auprès du public en utilisant l'argument écologique de manière trompeuse pour améliorer l'image des entreprises. Cette pratique est toutefois encadrée par trois lois : la L121-1 du Code de la Consommation (« les pratiques commerciales déloyales sont interdites »), les recommandations déontologiques de l'Agence de Régulation Professionnelle de la Publicité et la norme ISO 14021.

Concernant les énergies renouvelables, depuis 2012, pour lutter contre ce greenwashing, tous les fournisseurs d'électricité français doivent impérativement posséder une garantie d'origine pouvant prendre des formes différentes comme le label VertVolt par exemple. Cette étiquette a été mise en place par l'ADEME et se décline sur deux niveaux : « engagé » et « très engagé ». Le premier est délivré si le fournisseur d'énergie achète une quantité d'électricité équivalente à celle qu'il vend, à des producteurs d'énergies renouvelables en France. Quant au second il est attribué aux fournisseurs qui, en plus, achètent au moins 25% de cette électricité

provenant d'installations mises en place par des collectivités territoriales avec une gouvernance partagée (projets citoyens).

Il est toutefois important de préciser que le greenwashing doit être considéré avec précaution car aujourd'hui, beaucoup de projets peuvent être apparentés à de l'écoblanchiment. Prenons l'exemple de la Caserne de Bonne dont nous avons parlé dans ce mémoire. Cette dernière est aujourd'hui un écoquartier très symbolique pour Grenoble mais peut être apparenté par certains comme un projet vitrine de la ville du fait de ses lacunes dans les systèmes techniques et écologiques. C'est pourquoi il est nécessaire de souligner que des projets de tel ampleur sont suivis et encadrés par de nombreux bureaux d'études et de nombreuses lois afin qu'ils restent les plus fidèles aux objectifs fixés. Il existe une frontière plus ou moins mince entre un projet d'ENR, ayant pour objectif des réelles économies d'énergie, qui valorisera de fait la ville, et une politique de marketing qui vise à coller à l'air du temps et met en route des projets pour améliorer l'image de la ville. Il n'est bien entendu pas possible d'émettre un avis sur la nature de cette frontière, cela mériterait une analyse spécifique et rigoureuse. Nous pouvons

également prendre l'exemple d'EDF qui a créé sa filiale EDF Energies Renouvelables mais qui prône le renforcement nucléaire.

Dans cette partie nous avons vu que les ENR étaient parfois utilisées à des fins de vitrines et de promotion des villes mais, pour éviter les « projets commerciaux », des lois ont été promulguées afin de protéger le public des communications mensongères. Certains contournent le système et il est nécessaire de prendre du recul par rapport aux informations communiquées.

Dans la prochaine et la dernière partie de ce mémoire, nous allons étudier l'avis des Grenoblois concernant l'impact visuel des infrastructures d'énergies renouvelables.

❖ La perception des équipements d'énergies renouvelables du point de vue des citoyens grenoblois

Afin de répondre au questionnement de ce mémoire, nous allons maintenant examiner le regard que portent les habitants sur les infrastructures d'énergies renouvelables. Tout d'abord, il est important de souligner que la rédaction de cette partie se base principalement sur des enquêtes. L'une est réalisée par l'entreprise TSE, experte en développement photovoltaïque et agrivoltaïque, et l'autre par mes soins. La première porte sur les principales idées reçues que peuvent avoir les citoyens alors que la seconde traite de l'acceptation des infrastructures d'ENR en milieu urbain.

L'entreprise TSE a décidé d'effectuer cet exercice car les questions autour du photovoltaïque traitent souvent du même sujet : recyclage, fabrication, production ... C'est pourquoi, après avoir réalisé un sondage sur les réseaux sociaux, TSE a recensé 10 idées reçues réparties en 4 catégories : Fabrication, Intérêt économique, Production et Impact Environnemental. Le tableau ci-dessous présente les résultats.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Thème	Idée reçue	Réponse
Fabrication	« Les modules pv utiliseraient des terres rares »	Le composant principal est le silicium : il sert à faire les cellules pv, qui sont prises en sandwich entre 2 plaques de verre. (Le verre est aussi fait avec du silicium)
	« Il y aura bientôt une pénurie de silicium »	Le silicium est le 2 ^{ème} atome le plus présent sur terre et est facile d'accès. Parfois en raison de la forte croissance de la demande, il y a des demandes supérieures à la capacité de production des usines qui purifient le silicium.
Intérêt économique	« C'est cher et non compétitif »	En 20 ans le prix des panneaux a été divisé par 100. Les panneaux ont également un meilleur rendement et une durée de vie plus longue.

	« Le pv ne rapporte rien aux communes »	Le photovoltaïque est soumis à l'IFER (impôt/m ² versé aux collectivités territoriales). Par exemple, un projet de 20MW rapporte aux collectivités locales plus de 60 000€/an dont au moins 20% pour la commune.
Production	« Le photovoltaïque ne produit pas par temps couvert et en hiver »	Un panneau pv produit moins en hiver qu'en été et par temps couvert que par temps dégagé, mais produit quand même. Par exemple, les émetteurs de Télécom en haute montagne sont alimentés par des panneaux solaires et fonctionnent été comme hiver.
	« Les panneaux solaires ne fonctionneraient	Un panneau ne perd que quelques pourcentages (environ 10%) de production s'ils sont orientés sud-

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

	que s'ils sont exactement orientés plein Sud »	est ou sud-ouest. Aujourd'hui les panneaux sont bifaciaux, c'est-à-dire que même la face arrière produit de l'électricité grâce à la luminosité réfléchiée sur le sol. Certains panneaux sont même équipés de trackers et peuvent suivre la courbe du soleil.
	« L'agrivoltaïsme est un frein pour l'agriculteur »	Les centrales agrivoltaïques réduisent l'évapotranspiration du sol, permettent d'ombrager les parcelles, de protéger les productions du gel et de la grêle. Des études ont prouvé que le rendement était meilleur.
Impact environnemental	« Un panneau pv pollue et ne se recycle pas »	Aujourd'hui 95% d'un panneau en fin de vie est recyclé. Le silicium, l'aluminium et le métal argent sont valorisés.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

	« Sa production demande plus d'énergie qu'il n'en produit »	1 panneau produit en 1 an ce dont il a eu besoin pour être fabriqué. On estime à 30/40ans la durée de vie d'un panneau : il produit donc 30X plus qu'il ne consomme.
	« Un système pv émettrait beaucoup de CO2 »	Une installation pv émet environ 40g CO2/kWh. C'est 16 à 33 fois moins que les énergies fossiles.

Ce tableau apporte des arguments contre les idées reçues en se basant sur des données techniques et des études scientifiques. Il montre ainsi que l'évolution des idées ne suit pas forcément l'évolution technologique, peut-être par manque d'informations, et qu'il est important de se renseigner avant de se faire un avis.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Une expérience personnelle, pendant laquelle j'ai pu observer que ce phénomène ne touche pas seulement le photovoltaïque vient illustrer ce dernier propos. En effet, l'organisation d'une visite publique d'un mât de mesure éolien, m'a permis de prendre conscience que les idées fausses sont très répandues.

Par exemple, les habitants de la commune soutenaient le fait que les éoliennes émettent trop de bruit alors qu'aujourd'hui, à 500m, cela représente le bruit d'un réfrigérateur. Ils étaient également convaincus que quel que soit le résultat des différentes études le projet sortira de terre, alors que l'accord est donné par une personne neutre, le juge administratif.

N° 20 - Principe de fonctionnement : Mât de mesure d'une éolienne

Le mât de mesure d'une éolienne sert à réaliser des mesures sur la zone de projet. Ce dispositif fait environ 100m de haut et est équipé de plusieurs capteurs : anémomètres (qui mesurent la vitesse du vent), girouettes (qui donnent l'orientation du vent), caméras (qui détectent les éventuelles chauve-souris). Il est installé sur la zone pour une durée minimum d'un an.

Source : France Energie Eolienne

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Afin de compléter toutes les informations et les analyses étudiées tout au long de ce mémoire, je me suis finalement intéressée au regard des citoyens concernant les infrastructures d'énergie renouvelable. Je souhaitais ainsi savoir ce que penseraient les habitants si leur ville devenait une scène propice au développement durable. Pour cela, j'ai réalisé un questionnaire, divisé en trois parties distinctes : les connaissances dans le domaine des ENR, l'acceptabilité des infrastructures dans le quotidien (en différenciant les personnes habitant dans des maisons avec terrain de ceux habitant dans des appartements car, ce ne sont pas les mêmes types d'installation d'ENR dans les deux milieux) et enfin les informations personnelles. Dans la première partie, je voulais identifier le degré de connaissance et l'intérêt que portait les enquêtés au sujet. La seconde, ma partie principale, avait pour but de comprendre si les personnes étaient prêtes à installer des infrastructures d'ENR proche de chez eux mais également dans le grand paysage. Enfin, ma troisième et dernière partie identifiait le sexe, l'âge et le lieu d'habitation des enquêtés. Au total, un ensemble de 17 questions ont été publiées sur les réseaux sociaux et diffusées au sein de plusieurs groupes (travail, famille, faculté). L'enquête était ouverte sur la période du

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

20 février 2023 au 23 mars 2023, soit 33 jours. Dans ce temps imparti, 142 réponses ont été enregistrées. Pour analyser les résultats, j'ai retranscrit question par question de façon quantitative et qualitative les réponses aux questions. Je me suis également aidé du tri automatique proposé par Google Sheets qui, lui, retranscrivait les réponses de chaque personne. Grâce à ces deux méthodes, j'ai pu croisé certains constats, ce qui m'a permis de soulever six points intéressants que je vais détailler ci-dessous.

Pour chaque enjeu je vais vous présenter mon questionnement initial puis je rappellerai les thèmes sur lesquels je me suis basée. Je ferai ensuite une analyse des réponses proposées puis je finirai par une conclusion. Chaque interrogation sera accompagnée d'un tableau de résultats.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

QUESTION 1 : Le prix est-il la seule raison pour laquelle les habitants d'appartements ne veulent pas d'infrastructures d'énergie renouvelable ?

Pour cela je me suis appuyée sur les questions n°8 et n°9.1, soit respectivement : « Pensez-vous que si des infrastructures d'ENR étaient installées sur la toiture de votre immeuble les retombées économiques pour vous seraient : Positives/Négatives ? » et « Seriez-vous d'accord si votre copropriété vous demandait une aide financière afin d'installer des panneaux solaires sur la toiture de votre immeuble ? ». La comparaison des résultats nous montre que 29 personnes parmi les 60 qui savent que les retombées économiques seront positives ne veulent pas avoir de panneaux solaires ou d'éoliennes sur leur toiture, le plus souvent par manque de moyens financiers ou par conviction que ce ne sera pas assez rentable. Pour conclure, il semble que les citoyens ne sont pas prêts à investir dans ces infrastructures, car ils les jugent trop coûteuses, peut-être par

méconnaissance des coûts réels. Le tableau ci-dessous m'a servi de base pour établir ces constats.

Retombées économiques	Positive	Négative
Nombre de réponses	60	7

Raisons des 29 personnes	Pas esthétique	Pas les moyens financiers	Pas assez rentables	Pas assez informé
Panneaux solaire	0	16	8	5
Eoliennes	5	21	9	9

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

QUESTION 2 : Les habitants ont-ils le même regard sur les ENR implantées chez leur voisin que celles sur le territoire ?

Afin de répondre à cette interrogation, j'ai utilisé les n°12 et n°13, soit respectivement : « Cela vous poserait il problème si votre voisin possédait des infrastructures d'énergies renouvelables visibles depuis chez vous ? » et « Lorsque vous vous déplacez sur le territoire, considérez-vous l'impact visuel de ces installations comme étant : dégradant/gênant/neutre/valorisant ».

Après analyse, nous remarquons que 64 individus habitant dans une maison et 65 personnes vivant dans un appartement ne sont pas gênés par la présence d'infrastructures d'ENR chez leur voisin. Concernant les installations dans le paysage, 106 personnes ont un avis neutre ou trouvent cela valorisant pour un territoire. Seules 9 (habitant dans une maison) et 14 (habitant dans un appartement) d'entre elles trouvent que les installations dans le paysage sont gênantes voir dégradantes comme nous le montre le tableau ci-dessous.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Plusieurs paramètres peuvent expliquer ces réponses. Tout d’abord l’acceptation des infrastructures peut découler de la taille et de l’ampleur des installations. Pour les éoliennes, leur nombre et leur taille sont plus réduits lorsqu’elles sont implantées chez un particulier plutôt que dans le grand paysage. Pour les panneaux solaires, chez un propriétaire privé ils sont installés en toiture, quasiment invisibles, alors que ce sont des centrales au sol, très visibles, sur le territoire.

Derrière ces réponses il y a une préoccupation de dégradation du patrimoine qui entre en jeu pour les habitants. En effet, les villes et le péri-urbain sont déjà anthropisés donc l’ajout d’éléments artificialisés apparait comme étant moins impactant.

Gêne chez le voisin	Oui	Non
Maison	10	64
Appartement	3	65

Acceptabilité dans le grand paysage	Dégradant	Génant	Neutre	Valorisant
Maison	5	4	33	22
Appartement	4	10	42	9

- La perception des infrastructures d’énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

QUESTION 3 : Les habitants d'une maison possèdent-ils la même vision que ceux habitant dans un appartement ?

En nous basant sur les réponses à la question n°13 : « Lorsque vous vous déplacez sur le territoire, considérez-vous l'impact visuel de ces installations comme étant : dégradant/gênant/neutre/valorisant », nous constatons qu'il existe très peu de différences entre les habitants de maison ou d'appartement, malgré un nombre plus élevé de réponses « valorisant » chez les habitants de maison.

Pour conclure, nous pouvons dire que la plupart des personnes interrogées accepte ou trouve valorisant les infrastructures rencontrées sur le territoire.

Acceptabilité des ENR dans le grand paysage	Dégradant		Génant		Neutre		Valorisant	
	Maison	Appart	Maison	Appart	Maison	Appart	Maison	Appart
Centrale Solaire	5	4	11	12	45	43	13	9
Parc Eolien	2	6	17	15	39	34	16	13
Barrage Hydroélectrique	5	3	6	5	39	43	24	17

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

QUESTION 4 : Les personnes habitant dans une maison sont-elles plus enclines que les personnes habitant dans un appartement à installer des infrastructures d'ENR chez eux ?

Je me suis ainsi appuyée sur les questions n°9.1 et n°10.1, soit respectivement : « Seriez-vous prêts à installer une petite éolienne dans votre jardin ? » et « Seriez-vous prêts à installer des panneaux solaires sur votre toiture ? »

Après analyse, nous pouvons observer que 63 habitants de maison seraient prêts à installer des panneaux solaires, soit 18 de plus que les habitants d'appartement. Pour les éoliennes installées sur la toiture, ce sont les habitants d'appartement qui sont plus favorables, 34 contre 27, soit 7 de plus.

Cela s'explique par le fait qu'en ville, les bâtiments étant déjà hauts, l'impact visuel des éoliennes serait beaucoup moins important. Pour les panneaux solaires, il est intéressant de préciser que même si les retombées économiques sont positives, elles sont plus importantes pour des maisons individuelles.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Afin d'approfondir la question, j'ai réalisé le même exercice mais sans prendre en compte les personnes travaillant dans les énergies renouvelables (36 personnes). J'ai ainsi voulu savoir : Les personnes pour qui les énergies renouvelables sont leur quotidien ne biaisent-elles pas cette analyse ? J'ai ainsi étudié les mêmes questions que précédemment en rajoutant la n°1.1 : « Votre métier a-t-il un lien avec les énergies renouvelables ? ».

Installation d'ENR	Maison		Appart	
	Oui	Non	Oui	Non
Panneaux solaire	63	11	45	23
Eolienne	27	47	34	34

Pour cela j'ai transformé les réponses en pourcentage afin de pouvoir comparer. Comme le montrent les deux tableaux ci-dessous, les résultats varient très peu, à part peut-être l'acceptation de panneaux solaires pour les maisons qui est un peu plus importante chez employés travaillant dans les ENR (85 % contre 82 %). Mais vu le peu d'écart, on peut conclure que les

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

personnes les plus impliquées dans les ENR ne sont pas plus, ni moins intéressées que les autres.

TOUS	<i>Maison (74 personnes)</i>				<i>Appartement (68 personnes)</i>			
	<i>oui</i>		<i>non</i>		<i>oui</i>		<i>non</i>	
<i>Panneaux solaires</i>	63	85 %	11	15 %	45	66 %	23	34 %
<i>Eoliennes</i>	27	36 %	47	64 %	34	50 %	34	50 %

Sans les employés ENR	<i>Maison (60 personnes)</i>				<i>Appartement (48 personnes)</i>			
	<i>oui</i>		<i>non</i>		<i>oui</i>		<i>non</i>	
<i>Panneaux solaires</i>	49	82 %	11	18 %	32	67 %	16	33 %
<i>Eoliennes</i>	22	37 %	38	63 %	24	50 %	24	50 %

QUESTION 5 : Les personnes qui considèrent les infrastructures d'énergies renouvelables comme étant valorisantes pour le grand paysage sont-elles prêtes à en installer chez eux ?

Pour cela j'ai analysé les questions n°9.1, n°10.1 et n°13 : « Seriez-vous d'accord si votre copropriété vous demandait une aide financière afin d'installer des panneaux solaires sur la toiture de votre immeuble ? » et « Seriez-vous d'accord si votre copropriété vous demandait une aide financière afin d'installer des éoliennes verticales sur la toiture de votre immeuble ? ».

Concernant les panneaux solaires, presque tous les habitants d'une maison seraient prêts à équiper leur toiture alors que les personnes habitants dans un appartement sont plus partagées. Habiter près d'une centrale hydroélectrique ne pose apparemment pas de problème. Concernant les éoliennes, les avis sont complètement divisés et les réponses apportées ici correspondent assez bien à ce qu'on constate dans la société, à savoir que ce sont principalement les éoliennes qui font débat.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Installation d'ENR	Maison			Appart		
	Nombre de personne votant valorisant	Oui	Non	Nombre de personne votant valorisant	Oui	Non
Panneaux solaire	13	12	1	9	5	4
Eolienne	17	8	9	17	7	10
Centrale hydro	24	19	5			

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

QUESTION 6 : Les personnes connaissent-elles vraiment des infrastructures d'ENR ?

Pour cela je me suis basée sur les questions n°6 et n°6.1 soit respectivement : « Connaissez-vous des infrastructures d'ENR près de chez-vous ? » et « Si oui, lesquelles ? ». Sur les 70 réponses positives, seulement 23 connaissent des noms d'infrastructures d'ENR. J'ai également réalisé le même exercice en ne prenant que les personnes travaillant dans les énergies renouvelables et les résultats sont similaires.

La conclusion est évidente : on constate un réel manque de communication. En effet, il faut passer devant une barrière pour identifier le nom précis du site. Aucun panneau publicitaire n'est voyant de loin. Est-ce un choix ? Une réglementation ? J'ai cherché à me renseigner mais je n'ai pas trouvé de réponses à mes questions.

Je me suis posé la même question mais cette fois-ci tournée vers les différentes sources d'énergies renouvelables. J'ai ainsi croisé les questions n°4 et n°5 soit : « D'après vous, combien d'énergies renouvelables existe-t-il ? » et « Quelles sont-elles ? ». Sur 143 réponses, 11 types d'énergies ont

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

été relevés : hydroélectrique, éolien, solaire, biomasse, géothermie, fission nucléaire, marémotrice, batterie, méthanisation, énergie fossile et hydrogène. Nous pouvons faire significativement la même conclusion ; c'est-à-dire qu'il existe un vrai manque d'informations et de communication. En effet, nous remarquons que beaucoup d'amalgames ont été faits. L'énergie marémotrice est en réalité l'énergie hydroélectrique, la méthanisation est un autre terme employé pour désigner la biomasse et l'hydrogène et la fission nucléaire ne sont pas des énergies renouvelables car elles consomment toutes les deux des ressources minérales.

Existence d'infrastructures	Oui	Non
	70	70
Si oui, lesquels ?	Nom	Simplement qu'il y en a
	23	45

Personnes travaillant dans les ENR		
Si oui, lesquels ?	Nom	Simplement qu'il y en a
	7	15

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Au début de ma réflexion, je pensais que les personnes habitant dans des maisons avec terrain, ayant un pouvoir d'action personnel (compost, récupération d'eau, entretien d'un espace vert...), seraient plus enclines à l'installation d'ENR dans leur environnement proche. Finalement, la différence d'opinion entre les personnes habitant dans une maison et ceux habitant dans un appartement est moins notable que je ne l'avais imaginé.

En conclusion, la réalisation de ce questionnaire et l'analyse de ses résultats m'ont permis de répondre à la seconde partie de ma problématique : Les infrastructures d'ENR sont-elles acceptées par les citoyens en milieu urbain ou péri-urbain ? Les analyses m'ont montré que les avis sont plutôt similaires en termes d'acceptation des énergies renouvelables. Globalement, les panneaux solaires et les centrales hydroélectriques sont approuvés par la population. Ce sont les éoliennes qui font principalement débat du fait de leur impact visuel dans le grand paysage. Toutefois, en milieu urbain, elles seraient plus acceptées car avec la hauteur des bâtiments, les infrastructures en toitures se fondent dans le décor.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Conclusion

Ce mémoire a été rédigé en parallèle d'un master en urbanisme et projet urbain et d'une alternance au sein d'une entreprise de développement d'énergies renouvelables. L'union de ces deux domaines m'a amenée à me questionner sur la façon dont les infrastructures d'ENR peuvent s'intégrer à un environnement plus urbain que ce soit en termes de technicité ou d'acceptabilité.

Dans cette conclusion, nous répondrons à la faisabilité d'implanter des infrastructures d'énergies renouvelables dans des milieux urbains. Ensuite, nous analyserons le regard que portent tout d'abord les acteurs publics puis les citoyens sur le développement de ces installations. Ces résultats se sont appuyés sur des connaissances acquises à l'université, des entretiens avec les employés de la société et sur des recherches bibliographiques.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Concernant la mise en place d'infrastructures d'énergies renouvelables dans l'urbain, nous devons différencier le photovoltaïque, l'éolien et l'hydroélectricité.

L'installation de panneaux solaire est en pleine expansion, sous différentes formes, toitures ou ombrières. Toutefois, elle reste principalement utilisée sur des complexes publics ou par des entreprises et peine à conquérir le domaine privé. Pour les éoliennes verticales, elles apparaissent petit à petit mais les technologies ne sont pas encore assez développées pour permettre une véritable rentabilité. Ce dispositif très couteux semble réservé aux entreprises ayant des moyens financiers élevés. Quant à l'hydroélectricité, elle ne peut être implantée que proche des cours d'eau ce qui exclut les centres urbains.

Au sujet de l'avis des pouvoirs publics en milieu urbain, nous avons constaté que les énergies renouvelables sont généralement utilisées afin de promouvoir les villes vertes même si, dans la plupart des cas, les projets atteignent rarement leurs objectifs. Dans le péri-urbain, le développement des ENR est fortement encouragé par les politiques publiques. Il est

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

important de rajouter que quel que soit le milieu, de plus en plus d'associations se mettent en place pour porter des projets d'ENR, ce qui témoigne d'une réelle volonté commune.

Du point de vue des citoyens, nous notons qu'ils sont plutôt favorables à l'installation d'infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain, que ce soit de l'énergie solaire ou de l'énergie éolienne. Dans le péri-urbain, la majorité souhaite installer des panneaux solaires sur leur toiture de maison alors que les avis sont beaucoup plus divisés pour l'implantation d'éoliennes privées. Cela pourrait paraître inutile et inenvisageable mais comme nous l'avons dit dans ce mémoire, il y a une réelle nécessité d'agir pour développer ces énergies et cela doit se traduire en partie par l'action individuelle. De façon générale, nous remarquons qu'il est difficile d'implanter des ENR dans les grands paysages, du fait d'un nombre croissant de comités de lutte contre le développement de ces infrastructures.

Lors de la réalisation de ce mémoire, j'ai rencontré quelques difficultés qui ne m'ont pas permis d'approfondir mon analyse comme je le voulais.

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Tout d'abord j'ai essayé obtenir un entretien auprès du groupe Schneider Electric de Grenoble. Je souhaitais comprendre les raisons de l'implantation d'une éolienne verticale sur leur site et identifier les différents problèmes auxquels ils ont été confrontés. J'ai également sollicité une entrevue auprès de l'élu « transition énergétique de la ville de Grenoble » afin d'échanger sur les ambitions et les objectifs de la métropole en matière d'énergie renouvelable. J'ai malheureusement essuyé deux refus qui ont empêché les réponses à certaines de mes interrogations.

Par ailleurs, lors de la construction puis de la diffusion de mon questionnaire, je me suis aperçue qu'il manquait certaines options de réponses qui auraient pu être intéressantes à étudier. De plus, la partie « information personnelle » n'était accessible qu'aux personnes habitant dans un appartement, ce qui a constitué un obstacle pour une analyse en fonction des tranches d'âge.

Je pense aussi qu'il serait intéressant d'obtenir des entretiens avec d'autres interlocuteurs, dans le secteur privé et comme dans le secteur public, afin de compléter mes résultats. Refaire une enquête plus précise

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

avec les questionnements que j'ai pu mettre en avant dans celle-ci pourrait être pertinent afin d'affiner les réponses et de reconsidérer mes hypothèses.

Enfin, nous avons constaté dans ce mémoire que les panneaux solaires en toitures d'immeubles étaient largement acceptés en milieu urbain. Il serait donc intéressant de se demander pourquoi ce marché n'est pas en pleine expansion ?

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Annexes

Acronymes

ENR : Energie Nouvelle et Renouvelable

GES : Gaz à Effet de Serre

GNV : Gaz Naturel Vert

197

Conférences / Lois

CCNUCC : Convention cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique

CIUS : Conseil International des Unions Scientifiques

COP : Conférence Of Parties

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

GIEC : Groupe d'Experts Environnemental sur l'Evolution du Climat

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

ONU : Organisation des Nations Unies

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

PPE : Programme pluriannuel de l'Energie

Programme des "4E" : Efficacité Energétique et Energie Endogène

S3REnR : Schéma régional de Raccordement au Réseau des Energies renouvelables

SRADDET : Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires

SRCAE : Schéma régional Climat Air Energie

TEPCV : Transition Energétique Pour la Croissance Verte

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Unités de mesure :

Gtep : Gigatonne équivalent de pétrole

GW : Giga Watt

Ktep/an : Mille tonne équivalent de pétrole par an

kV : Kilo Volt

kW/h : Kilo Watt / Heure

m/s : Mètre / seconde

MW : Méga Watt

T : Tonne

Contenu du questionnaire

Partie 1 : Vos connaissances dans le domaine des énergies renouvelables

Q1.1 – Votre métier a-t-il un lien avec les énergies renouvelables ?

R1.1 – Oui/Non

Q1.2 – Si oui, lequel ?

Q2.1 – Vous sentez-vous concerné par le développement des ENR ?

R2.1 – Oui/Non

Q2.2 – Si non, pourquoi ?

Q3.1 – Êtes-vous au courant qu'une « Loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables » a été adoptée début Février 2023 ?

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

R3.1 – Oui/Non

Q3.2 – Si oui, dans quel cadre ?

R3.2 – En lien avec mon activité professionnelle / J'ai vu l'information dans : les journaux, les réseaux sociaux... / Je savais qu'une loi allait être promulguée, je suis donc allé chercher les informations par moi-même

Q4 – D'après vous, combien d'énergies renouvelables existe-t-il ?

201

R4 – 2/4/5/6

Q5 – Quelles sont-elles ?

Q6.1 – Connaissez-vous des infrastructures d'ENR près de chez vous ?

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

R6.1 – Oui/Non

Q6.2 – Si oui, lesquelles ?

Partie 2 : Type d'habitat

Q7 – Vous habitez ?

R7 – Dans une maison / Dans un appartement

202

Partie 3 : Si vous êtes propriétaire d'une maison (Seulement pour les personnes ayant répondu qu'ils habitaient dans une maison)

Q9.1 – Seriez-vous prêts à installer des panneaux solaires sur votre toiture ?

R9.1 – Oui/Non

Q9.2 – Si non, pourquoi ?

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

R9.2 – Ce n'est pas esthétique/L'installation coûte trop cher/Les retombées économiques ne sont pas rentables/Ma toiture est mal orientée par rapport au soleil/Je ne suis pas assez informé sur le sujet/Je n'ai pas les moyens financiers pour installer ce type d'infrastructure/Peur du risque incendie

Q10.1 – Seriez-vous prêts à installer une petite éolienne dans votre jardin ?

R10.1 – Oui/Non

Q10.2 – Si non, pour quelle(s) raison(s) ?

R10.2 – Ce n'est pas esthétique/L'installation coûte trop ch/Les retombées économiques ne sont pas rentables/Ma maison ne se situe pas dans un couloir de vent/ Je ne suis pas assez informé sur le sujet/Je n'ai pas les moyens financiers pour installer ce type d'infrastructure/L'installation fera trop de bruit

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Q11.1 – Seriez-vous prêts à habiter à proximité d'une centrale hydroélectrique de petite taille ?

R11.1 – Oui/Non

Q11.2 – Si non, pourquoi ?

R11.2 – Je la verrai de chez moi et ce n'est pas esthétique/L'installation fera trop de bruit/Je n'aurai aucun avantage économique/Je ne suis pas assez informé sur le sujet/Le temps des travaux sera trop long et trop bruyant

204

Q12.1 – Cela vous poserait-il problème si votre voisin possédait des infrastructures d'énergies renouvelables visible depuis chez vous ?

R12.1 – Oui/Non

Q12.2 – Si oui, pourquoi ?

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Partie 3 : Si vous êtes propriétaire d'un appartement (Seulement pour les personnes ayant répondu qu'ils habitaient dans un appartement)

Q8 – Pensez-vous que si des infrastructures d'énergies renouvelables étaient installées sur la toiture de votre immeuble les retombées économiques pour seraient :

R8 – Positives/Négatives

Q9.1 – Seriez-vous d'accord si votre copropriété vous demandait une aide financière afin d'installer des panneaux solaires sur la toiture de votre immeuble ?

R9.1 – Oui/Non

Q9.2 – Si non, pourquoi ?

R9.2 – Ce n'est pas esthétique/Les retombées économiques ne sont pas assez rentables/Je ne suis pas assez informé sur le sujet/Je n'ai

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

pas les moyens financiers pour intervenir sur ce genre de projet/Peur du risque incendie

Q10.1 – Seriez-vous d'accord si votre copropriété vous demandait une aide financière afin d'installer des éoliennes verticales sur la toiture de votre immeuble ?

R10.1 – Oui/Non

Q10.2 – Si non, pourquoi ?

R10.2 – Ce n'est pas esthétique/Les retombées économiques ne sont pas assez rentables/Je ne suis pas assez informé sur le sujet/Je n'ai pas les moyens financiers pour intervenir sur ce genre de projet

Q12.1 – Cela vous poserait-il problème si l'immeuble en face de chez vous était équipé d'infrastructures d'énergies renouvelables ?

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

R12.1 – Oui/Non

Q12.2 – Si oui, pourquoi ?

Partie 4 : Perception des infrastructures d'énergies renouvelables

Q13 – Lorsque vous vous déplacez sur le territoire, considérez-vous l'impact visuel de ces installations comme étant :

R13 -	Dégradant	Gênant	Neutre	Valorisant
Une centrale solaire				
Un parc éolien				
Un barrage hydroélectrique				

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Q14 – Depuis le début de la guerre en Ukraine et les problèmes de dépendance énergétique, votre vision sur le développement des ENR a-t-elle changée ?

R14 – Oui/Non

Partie 5 : Informations Personnelles

Q15 – Êtes-vous ?

R15 – Un homme/Une femme/Autres/Préfère ne pas répondre

208

Q16 – Avez-vous ?

R16 – Moins de 18 ans/Entre 19 et 30 ans/Entre 31 et 50 ans/Entre 51 et 60 ans/61 ans et plus

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Q17 – Dans quelle ville habitez-vous ?

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Table des illustrations

Figure 1 - Evolution de la consommation mondiale d'énergie par source d'énergie -----	33
Figure 2 - Production primaire d'énergies renouvelables par filière en 2020-----	35
Figure 3 - Etapes d'élaboration d'un rapport du GIEC -----	43
Figure 4 - GEF Timeline	46
Figure 5 - Lien de corrélation entre toutes les entités -----	49
Figure 6 - Répartition territoriale de fabrication des éoliennes-----	59
Figure 7 - Répartition des effectifs éoliens chez Poma-----	60
Figure 8 - Géolocalisation des fabricants de composants hydroélectriques en France-----	62
Figure 9 - Principe de fabrication d'un module photovoltaïque-----	63
Figure 10 - Part d'électricité renouvelable dans les mix énergétiques des pays de l'UE en 2020.....	67
Figure 11 - Omniflow.....	72
Figure 12 - Cours d'eau et précipitation en fonction des mois -----	75
Figure 13 - Topographie du Portugal.....	75
Figure 14 - Irradiation globale du Portugal.....	76
Figure 15 - Vitesse des vents à 50m du sol (taille moyenne d'un mât d'éolienne) -----	76
Figure 16 - Approvisionnement total en énergies par source (2019) en TP (tonne équivalent pétrole).....	77
Figure 17 - Irradiation global aux Pays-Bas.....	79
- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -	

Figure 18 - Topographie des Pays-Bas	79
Figure 19 - Vitesse des vents à 50m du sol	80
Figure 20 - Liaison électrique Baixas - Santa Llogaia	85
Figure 21 - Liaison électrique du Golf de Capbreton	86
Figure 22 - Liaison électrique Fontefria - Recarei	87
Figure 23 - Augmentation de la taille moyenne des éoliennes avec le temps	95
Figure 24 - Evolution du chantier de l'usine marémotrice de la Rance	98
Figure 25 - Puissance installée et projets en développement au 31 mars 2018, objectifs PPE 2018 et 2023	110
Figure 26 - Schéma du réseau de connexion aux ménages	120
Figure 27 - Illustrations du projet Turbine City	124
Figure 28 - Photos du projet agrivoltaïque du domaine de Nidolière dans les Pyrénées- Orientales	144
Figure 29 - Photos du projet agrivoltaïque à Etoile-sur-Rhône	145
Figure 30 - Carte interactive des sites de production d'EnergY Citoyenne	150
Figure 31 - Projet ayant le label Energie Partagée sur le territoire français	154
Figure 32 - Processus de recours	163

Table des notes

N° 1 - Principe de fonctionnement : Eolienne -----	27
N° 2 - Principe de fonctionnement : Centrale hydroélectrique -----	28
N° 3 - Principe de fonctionnement : Centrale photovoltaïque -----	31
N° 4 - Définition : Anthropisation.....	37
N° 5 - Origines : Site SEVESO.....	38
N° 6 - Définition : Fonds de capital-risque.....	45
N° 7 - Origines : Electrification de la France -----	54
N° 8 - Origines : Projets d'ENR.....	55
N° 9 - Principe de fonctionnement : Fiscalité des projets -----	56
N° 10 - Définition : Eolienne Onshore et Offshore -----	57
N° 11 - Origines : « Petite hydro ».....	61
N° 12 - Origines : Mines de silicium en France -----	64
N° 13 - Principe de fonctionnement : Centrales solaires flottantes -----	71
N° 14 - Principe de fonctionnement : Usine marémotrice -----	97
N° 15 - Origines : Chèque énergie.....	104
N° 16 - Origines : Autoconsommation.....	106
N° 17 - Origines : Smart Grid multiénergie -----	135
N° 18 - Origines : Trackers solaires.....	141
N° 19 - Principe de fonctionnement : Minibons -----	158
- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -	

N° 20 - Principe de fonctionnement : Mât de mesure d'une éolienne ----- 177

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Bibliographie

Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, Label VertVolt, Référentiel de labélisation – Version 1.1, 2022

Ariane HUGENIN & Aurélie QUELOZ, Etude de terrain : Grenoble : Universités, innovations et Projets Urbains, Construction de la durabilité à travers un projet urbain : l'éco-quartier de Bonne à Grenoble, Université de Neuchatel, Institut de Géographie, Avril 2010

Claude GRISON, Lucie CASES, Mailys LE MOIGNE & Martine HOSSAERT-MCKEY, Photovoltaïsme, agriculture et écologie, De l'agrivoltaïsme à l'écovoltaïsme, Collection écologie – environnement, ISTE Edition, Londres, 2021

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Commission Européenne, Voire ville sera-t-elle la prochaine Capitale verte de l'Europe ? European Green Capital, An initiative of the European Commission, 2019

Convention-cadre des nations Unies sur les changements climatiques, par article, New-York, 1992

Enerfip, Document d'information réglementaire, Financement participatif sur la centrale solaire de Susville en Isère (38), 2021

215

Enertech, Évaluation par mesure des performances énergétique des 8 bâtiments construits dans le cadre du programme européen Concerto, Rapport de synthèse, Grenoble - ZAC de Bonne, Avril 2011

Financement Participatif France, Baromètre du crowdfunding en France, Mazars, 2020

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Fonds pour l'Environnement Mondial, Qu'est-ce que le FEM ? 2010

France Energie Eolienne, Analyse du marché, des emplois et des enjeux de l'éolien en France, Observatoire de l'éolien 2019, Octobre 2019

Francesco MARTUCCI, Théorie économique et constitutionnalise de l'Union, Revue interdisciplinaire d'étude juridiques, n°78, pages 127 à 145, Bruxelles, 2017

216

Germàn BERSALLI, Portugal, Une transition énergétique fulgurante contrariée par la résistance du charbon, Climate Chance Electricité et chaleur - Fiche pays Portugal, Observatoire mondial de l'action climatique non-étatique, Rapport annuel 2018, www.climatechance.org

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Hervé DUMEZ & Sandra RENOU, *Les énergies renouvelables existent-elles et peut-on piloter la transition énergétique ? Annales des mines – Gérer et comprendre N° 134*, Ecole polytechnique, Université Paris-Saclay, 2018

Imane NYA, *La face cachée des énergies renouvelables, Transition énergétique : entre solutions et paradoxes*, Territoire en mouvement, OpenEdition Journals, 2022

217

Jacob BOBROFF, *La caserne de Bonne à Grenoble : Projet emblématique d'un développement durable à la française*, Paris, 2011

Janine EGUIENTA & Cécile PHAN, *Chiffres clés des énergies renouvelables*, DATA LAB, Statistique publique, Edition septembre 2022

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Jean-Pierre FAVENNEC, *Quelles énergies ? L'énergie à tout prix*,
Géoéconomie n°51, p.49 à 62, 2009

Jürgen TRITTIN, *Histoire d'un succès : les énergies renouvelables*,
Ecologie & Politique N°33, 2006, <https://www.cairn.info/revue-ecologie-et-politique-sciences-cultures-société-2006-2-pages117.htm>

Marianne IIZUKA, *Le crowdfunding : les rouages du financement participatif*, 2nd Edition, EduBanque, 2015

Mark BAILONI & Michel DESHAIES, *Le Portugal et le défi de la transition énergétique : enjeux et conflits*, *Revue européenne de géographie*, n°696, OpenEdition Journals, 2014

Michel GROSSETTI, *Genèse de deux systèmes urbains d'innovation en*

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

France : Grenoble et Toulouse, Laboratoire Interdisciplinaire Solidarité, Société et Territoires, Paris, 2001

Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, La loi de transition énergétique pour la croissance verte, Juillet 2016

Ministère de la transition écologique et solidaire, Stratégie Française pour l'énergie et le climat, Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2023 / 2024-2028, Paris, 2018

219

Mohamed CHAABEN, Financement participatif (crowdfunding), Connaissances et Savoirs, Droit et Sciences politiques, Droit, Saint-Denis, 2016

Moïse TSAYEM DEMAZE, Les conventions internationales sur l'environnement : Etat des ratifications et des engagements des pays

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

développés et des pays en développement, *L'information géographique* Vol 73 p. 84 à 99, 2009, Maine, <https://www.cairn.info/revue-l-information-geographique-2009-3-page-84.htm>

ORE, ENEDIS, Rte & SER, *Panorama de l'électricité renouvelable*, Paris, Décembre 2021

Patrick **HALLOU**, *La fabrication des cellules photovoltaïques*, 2018

220

Roger GIONOCCHIO & Pierre-Louis VIOLLET, *L'énergie hydraulique*, *Collection EDF Recherche et Développement*, 2^{ème} Edition, Edition Lavoisier, 2012

SER, RTE, ENEDIS & Agence ORE, *Publication du Panorama de l'électricité renouvelable au 31 décembre 2021*, Communiqué de

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

presse, Février 2022, Paris

Serge PLANTON, *Le GIEC c'est quoi ? Mieux comprendre*, Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique, 2018

World Commission on Environment and Development WCED, *Our Common Future*, *Rapport de Brundtland*, 1987

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Sitographie

Archives.Finistère.fr, *Perte de l'Olympic Bravery et du Böhlen*, 2021,
<https://archives.finistere.fr/histoires-animees/expositions-numeriques/aff-mar-la-une/perte-de-lolympic-bravery-et-du-bohlen>

Commission européenne, *REPowerEU : une énergie abordable sûre et durable pour l'Europe*, *Un pacte vert pour l'Europe*, Mars 2023,
https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_fr

Doc Science, *L'énergie au fil du temps*, *L'énergie de nouveaux horizon*, Réseau Canopé, Août 2010, <https://www.reseau-canope.fr/docsciences/L-energie-au-fil-des-temps.html>

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

EDF.fr, *L'aventure EDF, lumières sur le leader mondial des énergies bas carbone*, 2023, <https://www.edf.fr/groupe-edf/edf-en-bref/histoire>

France Diplomatie, *Chronologie des négociations climat de 1988 à aujourd'hui*, Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, Mars 2022, <https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/climat-et-environnement/la-lutte-contre-les-changements-climatiques/les-negociations-internationales-en-matiere-de-lutte-contre-les-changements/article/chronologie-des-negociations-climat-de-1988-a-aujourd-hui>

Frédéric de MONICAULT, *Les énergies renouvelables. Du Moyen Âge à nos jours*, Historia.fr, 2021, <https://www.historia.fr/actu/les-%C3%A9nergies-renouvelables-du-moyen-%C3%A2ge-%C3%A0-nos-jours>

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

Grenoble-patrimoine, *U1880-1925 : explosion de la modernité, industrie, tourisme et politique*, Février 202, <https://www.grenoble-patrimoine.fr/601-1880-1925-explosion-de-la-modernite-industrie-tourisme-et-politique.htm#panelCarte>

Hive Power, *Les énergies renouvelables aux Pays-Bas : ce que vous devez savoir*, Aout 2022, <https://www.hivepower.tech/fr/blog/les-%C3%A9nergies-renouvelables-aux-pays-bas-:-ce-que-vous-devez-savoir>

Hive Power, *Les énergies renouvelables aux Pays-Bas : ce que vous devez savoir*, Aout 2021, <https://www.hivepower.tech/fr/blog/les-%C3%A9nergies-renouvelables-aux-pays-bas-:-ce-que-vous-devez-savoir>

Hive Power, *UE Renewable Energy Directive, an Appraisal*, Février 2021, <https://www.hivepower.tech/blog/eu-renewable-energy-directive->

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

[an-appraisal](#)

Institut National de l'Audiovisuel,

[https://www.ina.fr/recherche?q=energies+renouvelables&espace=1
&sort=pertinence&order=desc](https://www.ina.fr/recherche?q=energies+renouvelables&espace=1&sort=pertinence&order=desc)

**Ministère de l'économie des finances et de la souveraineté
industrielle et numérique, *Qu'est-ce que le financement***

*participatif ? Le Centre de documentation Economie Finance : un
service ouvert à tous, Septembre 2022*

<https://www.economie.gouv.fr/cedef/financement-participatif>

225

Nationaal Centrum voor de Geschiedenis van de Wetenschappen,

Les énergies renouvelables de la préhistoire à nos jours, 2010

Planète Energie, Total Energie 2022, <https://www.planete->

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -

energies.com/fr

Réseau Pour la Transition Energétique, *Une autre histoire de l'électricité en France en 6 dates clés*, Août 2022, <https://cler.org/>

Wikipédia, *Energies Renouvelables*, Mise à jour en 2023, https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_renouvelable

Wind Europe, *Carte de la chaîne d'approvisionnement éolienne*, 2023, https://windeurope-org.translate.google.com/about-wind/campaigns/local-impact-global-leadership/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=fr&x_tr_hl=fr&x_tr_pto=sc

- La perception des infrastructures d'énergies renouvelables dans le milieu urbain du point de vue des citoyens -