

Et si nous donnions un « coup de main » en imaginant un projet ambitieux « bas carbone, respectueux pour l'environnement et la biodiversité des espèces » en Martinique ?

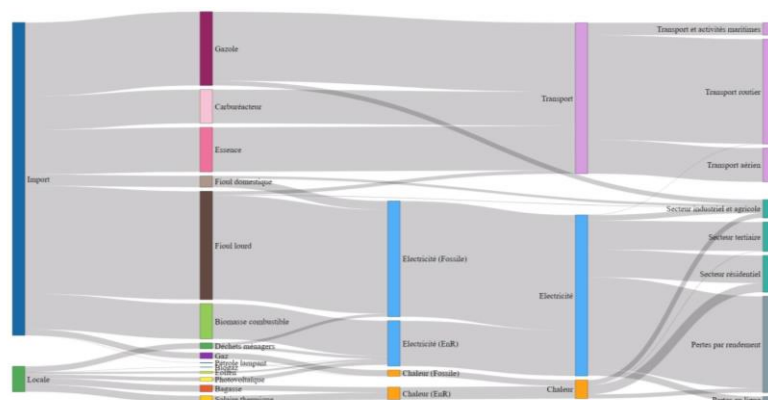
RAPPORT DES ÉTUDES, ESTIMATIONS ET RÉALISATION d'un tel projet

I. Préface

La Martinique, île dans les Caraïbes faisant partie de la France outre-mer, a une superficie de 1128km² avec une population d'environ 376 000 personnes. Principalement connue pour ses paysages paradisiaques, elle se heurte tout de même à l'expansion du développement durable. En effet, avec une consommation électrique de 1371 Gwh en 2021 soit 3.82 MWh/hab en 2020 nous avons imaginé comment faire pour que la Martinique affiche un bilan carbone faible, respectueux de l'environnement et de la biodiversité des espèces. En 2020, selon le rapport de l'OTEE (l'Observatoire Territorial de la Transition Ecologique et Energétique) en partenariat avec l'ADEME, cette île produisait 23,1% d'énergies renouvelables (14.6% biomasse / 5.6% solaire / 2.8% éolien / 0.3% déchet ménager), ce qui nous demande de chercher comment produire encore 76,9%.

En effet, si on distingue consommation et production, la Martinique produit sur l'île d'une part près de 77 % d'électricité d'origine non renouvelable pour son activité (fioul, pétrole, etc..) mais elle est surtout dépendante des énergies issues des ressources importées d'origines fossiles. Cela fait donc d'elle, un territoire dépendant des énergies fossiles. (Voir figure 1)

Figure 1

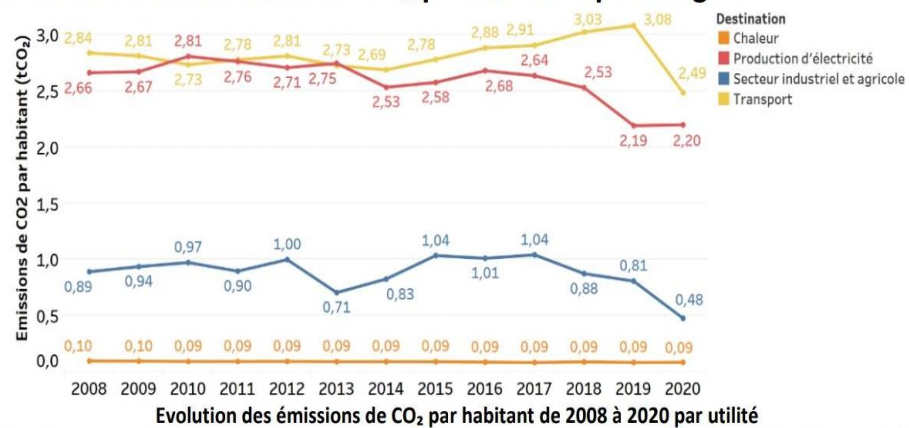


Source : Rapport de l'OTEE 2020

Pour imaginer une Martinique bas carbone, nous avons tout d'abord étudié les sources d'émissions carbone pour déterminer comment réduire, de combien, et dans quels secteurs. Cela nous a permis de déterminer les pistes sur lesquelles nous devons travailler pour atteindre l'objectif. Nous remarquons tout de suite, en étudiant les émissions de CO2 par habitant, dont le total est de 5,25 tCO2/an, que quasiment la moitié vient de la production en électricité destiné à la consommation des habitants et que l'autre venait du transport de ces derniers. (Voir figure 2)

Figure 2

- **Évolution des émissions totales de CO₂ par habitant par usage :**



(Données sources : INSEE/EDF/Producteurs d'électricité/SARA/Douanes - Méthodologie : Approche CITEPA - Auteur : OTEE)

Source : Rapport de l'OTEE 2020

Nous allons donc dans un premier temps chercher à compenser entièrement la consommation électrique du réseau en considérant que toute la production électrique d'origine renouvelable, donc qui n'émet pas de CO₂, y est dédiée.

Cette consommation totale, qui comprend également la consommation des habitants, va donc faire disparaître la courbe rouge du graphique des émissions de CO₂.

Ainsi nous avons tout d'abord calculé combien il nous faudrait produire encore, pour une consommation électrique de 1371,7 GWh.

En considérant que la totalité de la production en électricité d'origine renouvelable en Martinique est dédiée à la consommation nous disposons déjà de 349 GWh ce qui nous demande de produire encore $1371,7 - 349,1 = 1022,6$ GWh

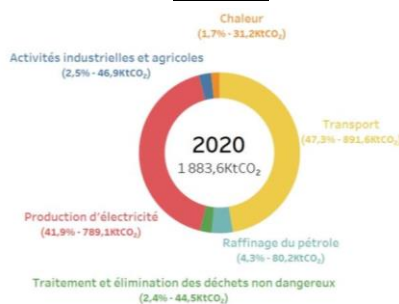
Ensuite si nous voulons voir disparaître (soyons optimistes) la courbe jaune, il faut que les habitants arrêtent d'utiliser leur voiture puisqu'effectivement au 1er Janvier 2021, seul 3,0% du parc de véhicules était hybride ou électrique. Mais sans pouvoir l'exiger, nous avons le pouvoir que de leur fournir une alternative plus séduisante.

De plus, si nous étudions le rapport de l'OTEE, au-delà du transport des particuliers, c'est le transport routier en général qui consomme le plus de carburant et donc qui émet le plus de CO₂ (ci-après figure 3: la répartition par secteurs de la consommation locale de carburants et figure 4: la répartition des émissions de CO₂ par usage)

Figure 3



Figure 4



Source : Rapport de l'OTEE 2020

C'est pourquoi nous essayerons de mettre en place un réseau de chemin de fer électrique composé d'une part d'un réseau de TER et d'autre part un réseau de trains de fret. Grâce à cela, il n'y aura pas lieu d'utiliser des camions pour le transport routier, et les particuliers pourront eux aussi bénéficier du réseau électrique pour leur mobilité.

II. Géothermie

Dans un premier temps, en observant la morphologie du territoire, nous avons tout de suite songé à la géothermie puisque l'île présente un volcan ce qui implique une température du sol assez élevée. L'idée nous sembla d'autant plus intéressante que des études et mesures commencent à être mises en route pour l'ouverture d'un site en Martinique.

En effet une centrale géothermique permet de produire de l'énergie grâce à la chaleur du sol qui va venir réchauffer de l'eau et la transformer en vapeur, qui va à son tour faire tourner un alternateur. Mais il faut pour cela trouver un site présentant une ressource géothermale active de haute température. Cad une zone où le sol est à haute température. Il faut pour ça y réaliser des forages. Forages qui constitueront les puits exploités.

Les centrales géothermiques présentent de nombreux avantages puisqu'elles n'émettent pas (très peu) d'émissions carbone. Et que l'énergie géothermique produite est pleinement maîtrisable car elle est disponible toute l'année (ce qui n'est pas le cas du photovoltaïque qui dépend des conditions d'ensoleillement). Le seul rejet d'une centrale géothermique est un rejet en eau, qui est la phase liquide/séparée du fluide géothermal, dans la mer. Elle n'a aucune incidence sur l'environnement marin. De plus, en moyenne, leur construction est moins coûteuse que d'autres centrales comme les centrales thermiques.

Nous nous sommes ainsi laissé inspirer par la centrale géothermique de Bouillante en Guadeloupe pour les données. C'est en effet une centrale d'une puissance de 15 MW qui fonctionne sur deux sites : Bouillante 1 et Bouillante 2 qui ont pu produire une moyenne de 95 GWh par an. Une centrale telle que Bouillante nous permettrait de compléter notre production électrique d'origine renouvelable avec 95 GWh par an.

En Martinique, l'un des lieux qui a retenu l'attention pour l'implantation d'une potentielle centrale géothermique, et sur laquelle nous souhaitons donc construire une centrale géothermique, a été la zone de Petite Anse aux Anses d'Arlet au sud. D'après les recherches du BRGM (le Bureau de Recherches Géologiques et Minières) en 2001-2003, elle possède en effet un potentiel géothermique élevé.

Figures 5 et 5bis



Le coût pour un tel projet peut varier considérablement car il dépend d'une part de la réussite des forages d'exploration, c'est-à-dire, des forages qui permettent de déterminer si le site présente bien une ressource géothermique. C'est la seule valeur sûre du coût : un forage coûte 15 M d'€. Mais le problème est que les chances de réussite ne sont que de 50%. Cela constitue déjà un coût très aléatoire.

Il faut rajouter ensuite le coût de la construction de l'unité qui est lui aussi très variable. D'après les coûts de construction de divers projets, les estimations semblent tourner autour de quelques dizaines de millions d'€.

Pour Bouillante, 53 M d'€ avaient été investis pour l'ouverture d'un deuxième site d'une puissance de 10-11 MW. Donc nous pensons que nous en aurons pour un investissement à hauteur d'une centaine de millions d'€

Cependant si nous voulons d'être rigoureux, nous nous devons d'exposer les nuisances éventuelles sur la population et l'environnement. En effet, il peut survenir d'une part des nuisances olfactives dues à la présence d'un gaz : le dihydrogène sulfuré (H_2S) présent en faible quantité dans le fluide géothermique. Il n'est en effet pas présent initialement mais sa forte solubilité fait qu'il se retrouve dans le fluide et génère alors une faible odeur d'œuf pourri dû au composé sulfuré. La faible concentration mesurée à Bouillante et qui peut être présente ne constitue pas un danger en soit mais peut être désagréable auprès de la population environnante.

Au même titre que ces nuisances olfactives, il peut y avoir des nuisances acoustiques dues principalement au fonctionnement continu de moteurs et compresseurs dont l'arrêt ne peut pas être programmé pour la nuit par exemple. Malheureusement, à Bouillante, une étude de suivi a montré que les nuisances pouvaient dépasser le seuil autorisé... une anticipation est nécessaire.

Il nous faudra alors réaliser des suivis pour suivre l'évolution des différentes nuisances et ainsi définir et imaginer des solutions nous permettant d'y pallier : orientation des moteurs loin des habitations, d'avantages de murs anti-bruit, obligation du port des Équipements de Protection Individuels pour les salariés, etc... ou la mise en place d'un système d'oxydation thermique contre le NH_2 .

III. Eolien

Dans un second temps, nous avons choisi d'utiliser l'énergie éolienne comme source principale de production énergétique. Nous le rappelons mais le principe des éoliennes consiste à utiliser la force du vent pour venir faire tourner les pales de l'éolienne, rotation qui va être ensuite amplifiée et transmise à un alternateur qui va produire de l'énergie (grâce à la rotation d'un rotor dans un stator)

Un ensemble d'éoliennes est appelé parc mais il existe deux types de parcs : ceux sur terre et ceux en mer.

Dans un premier temps nous avons donc étudié les contraintes.

Il nous semblait tout d'abord cependant difficile de concevoir un parc éolien sur terre puisque la surface du territoire en Martinique est restreinte (île). On a donc opté pour un parc éolien en mer. Mais nos recherches ont aussi montré que la superficie en mer était elle aussi restreinte. Comme nous pouvons le voir sur la figure 6, la limite extérieure de la mer territoriale (en rouge) ne s'étend que de 30 à 40 km. De plus, il faut distinguer deux types d'éoliennes en mer : les éoliennes fixes et les flottantes. Si nous souhaitons mettre des éoliennes fixes, la superficie est encore davantage réduite puisqu'elles ne peuvent être posées qu'à maximum 50 m de profondeur. Cela réduit notre superficie à environ 10 à 20 km et cela du côté est (figuré bleu clair sur la carte des fonds marins). À cette distance nous sommes cependant confrontés à un nouveau problème : le paysage car ce qui ne plaît pas auprès de la population c'est souvent l'impact sur le paysage. C'est d'ailleurs bien pour cela aussi que les parcs éoliens en mer se développent au profit de ceux sur terre. Enfin il y a l'impact environnemental sur la faune, la biodiversité marine, les courants, les activités maritimes etc...

Pour notre projet, nous nous sommes ainsi laissés inspirer par le projet de parc éolien en mer de Saint Nazaire. C'est en effet un grand parc éolien d'une superficie de 78 km² composé de 80 éoliennes d'une puissance totale de 480 MW et mit en place au large des côtes de 12 à 20 km.

En réalisant des mesures sur la carte nous avons observé que placer un parc d'une telle superficie était impossible. Or fractionner le parc en plusieurs petits parcs aurait généré des coûts supplémentaires puisqu'il est plus cher de raccorder plusieurs parcs au continent qu'un seul gros, (à cause des coûts de raccordement à la station électrique)

Nous avons donc admis que construire un parc du 3/4 de celui-ci suffirait. Nous avons donc multiplié toutes les données par ¾. Cela nous donne une superficie de $\frac{3}{4} \times 78 = 58,5$ km² que nous arrondissons à 60 km², un nombre d'éoliennes de $\frac{3}{4} \times 80 = 60$, et une puissance mise à disposition de $\frac{3}{4} \times 480 = 360$ MW. De plus, les éoliennes seront espacées d'un 1 km les unes des autres et nous choisirons des éoliennes en fondation monopieu plutôt qu'avec des fondations jacket ou gravitaires.

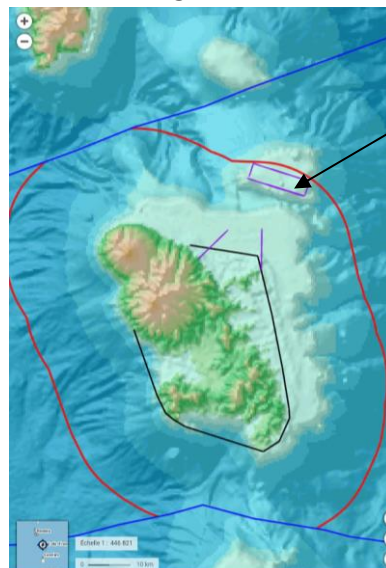
À présent, en connaissant la puissance il faut pouvoir réussir à estimer la quantité d'énergie que nous pouvons réellement produire dans l'année. Le rendement est variable en fonction des installations donc nous nous sommes basés sur les données du rapport de l'OTEE. En effet, en 2020, les 12 MW de l'ensemble du parc éolien en Martinique mis à disposition, ont pu produire 41,7 GWh. En faisant un produit en croix, nous pouvons donc estimer l'énergie produite à $360 \times 41,7 / 12 = 1251$ GWh

Mais nous devons également prendre en compte le stockage puisqu'il peut y avoir des jours sans vent, or il nous faudra tout de même pouvoir subvenir aux besoins énergétiques des habitants. Pour cela nous prévoyons de mettre en place des batteries. Pour être précis nous estimons une puissance de 139 MW nécessaires puisque que sur un autre projet, le parc éolien de Grand Rivière de 14 MW, 5,4 MW de stockage en batteries avaient été jugés nécessaires (donc par produit en croix : $360 \times 5,4 / 14 = \sim 139$ MW)

Il nous faut alors les doter d'un système de gestion de l'électricité : par exemple l'Energy Management System, EMSDETEN, un système qui permettra de commander le stockage de l'électricité dans les batteries en cas de surproduction ou, à l'inverse, d'injecter cette électricité stockée pour soutenir la production.

Enfin revient la question du placement. La superficie étant réduite, il n'y avait qu'un seul endroit où nous pouvions le placer : au niveau de la zone où le fond est moins profond, au large à l'est, à la limite territoriale. À l'échelle nous avons donc tracé un semblant de ce à quoi pourrait ressembler la surface. Il se situerait alors à 20km environ. (Voir figure 6)

Figure 6

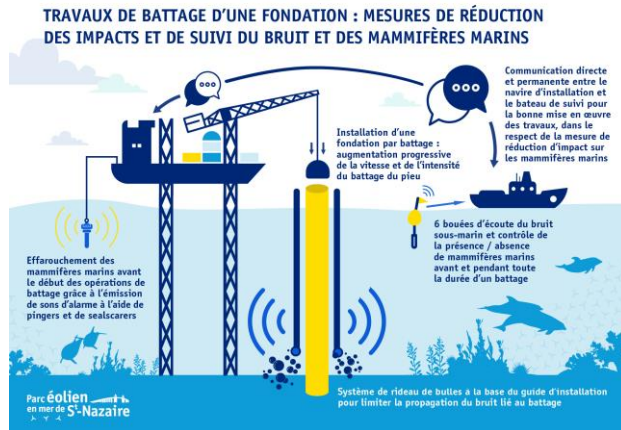


Source : Géoportail

Nous choisissons cette place car cette zone est celle que nous avons trouvée la plus éloignée à l'Est du parc naturel de la presqu'île de la Caravelle. Cela nous évite au maximum l'impact du parc sur cette biodiversité.

En parlant d'impact environnemental, tout comme l'impact sur la pêche et le paysage, nous ne pouvons pas assurer à 100% qu'il n'y en aura pas. Cependant, nous pouvons réaliser plusieurs actions : Tout d'abord lors de la construction : nous prendrons, tout comme l'a fait le parc de saint Nazaire, des mesures pour limiter les effets du bruit du chantier sur les mammifères marins. (Voir figure 7)

Figure 7



Source : Parc éolien en mer de Saint Nazaire

Enfin, dans le cadre de la question de l'impact sur les activités maritimes, la circulation sur le parc sera bel et bien autorisée. Seul les navires de plus de 25 m, les activités subaquatiques et les activités Aérotractées seront interdits

Quant à la visibilité, elle sera moindre voire nulle depuis les côtes puisque si nous étudions la figure 8 ci-dessous, qui est la vue du littoral au plus proche (~12 km) du parc de saint Nazaire, on s'aperçoit qu'elle est faible. Elle le sera d'autant plus que notre parc sera situé au double de la distance.

Figure 8



Source : Parc éolien en mer de Saint Nazaire

Dans tous les cas il sera possible et vivement nécessaire de suivre l'évolution des différents secteurs en mettant en place des suivis grâce au travail : d'experts institutionnels (IFREMER, Office Français de la Biodiversité-OFB, CEREMA, MNHN...), d'associations d'usagers de la mer (Fédération française d'études et de sports sous-marins-FFESSM etc...), d'associations environnementales locales et de pêcheurs professionnels.

Pour la question du coût, qui comprend : la fourniture et l'installation des éoliennes, des fondations, de la station électrique, des câbles inter-éoliennes et du raccordement à terre mais également le coût des études et du démantèlement à l'issue de la phase d'exploitation du projet; il serait de l'ordre de 1,5 milliard d'€

Ce coût correspond encore une fois aux $\frac{3}{4}$ du coût du parc de Saint Nazaire. (2 Milliards)

IV. Réseau Ferroviaire

Pour finir, en étudiant les secteurs de consommation de carburants fossiles (fioul, gasoil, et même essence) nous avons jugés intéressant d'investir malgré les coûts dans la mise en place d'un réseau ferroviaire.

En effet, comme nous pouvons le voir sur les graphiques, le transport routier représente près de 70% de la consommation locale en carburants. Or nous pouvons difficilement imaginer une transition dans les domaines du transport aérien et naval car d'une part la Martinique, de par sa géographie, demeure dépendante des importations et du tourisme et d'autre part qu'il n'existe pour l'instant pas ou presque pas d'alternatives vertes pour assurer ces activités.

En mettant en place un réseau ferroviaire nous pourrions ainsi au moins tenter de remplacer la totalité du transport routier par un transport ferroviaire électrique, à la fois pour les particuliers que les marchandises.

L'idée nous sembla d'autant plus intéressante compte tenu de l'histoire de l'île puisqu'il y avait historiquement 250 km de rails qui servaient aux compagnies sucrières. Nous avons donc fait l'hypothèse que la mise en place du réseau nous coûterait moins cher puisque ce qui coûte le plus lors de ce types de travaux c'est la modification du territoire nécessaire au passage des voies qui est d'autant plus élevé que le territoire est vallonné comme c'est le cas en Martinique. Or ici il nous suffira de les faire passer aux endroits déjà aménagés. Ce qui nous déduit donc ce coût. Il nous faudra ainsi seulement démanteler les anciens rails dans les cas où il en resterait (ce qui n'est souvent pas le cas) et en poser de nouveaux de taille standard (1,4 m de large). Nous avons donc estimé le coût d'achat des rails à $250 \times 1,4 = 350$ M d'€ en se basant sur le projet de construction de la ligne Carcassonne. En effet, le prix d'achat et de pose d'un km de rail dans le cadre de ce projet a coûté 1,4 M d'€. Le prix des rails étant très variable nous avons choisi ce prix-là par rapport au prix d'achat des rails nus (donc sans la pose) par la SNCF qui ne coûtent qu' 1 M le km. Nous prenons dans les 1,4 M ainsi en compte la pose et éventuellement les aménagements éventuels supplémentaires.

Pour être neutre il faut que ces trains soient alimentés en électricité, nous avons donc cherché à estimer la consommation électrique et le trafic que nous souhaitons mettre en place afin de savoir combien nous devrions produire en plus pour compenser cette activité car si nous les alimentons en électricité d'origine non renouvelable cela deviendrait paradoxal

Nous avons dans un premier temps cherché à estimer le nombre de matériel à mettre à disposition et le coût demandé.

Pour cela nous nous sommes basés sur le réseau ferroviaire de TER en PACA pour nos calculs (car nous considérons qu'il est suffisamment desservi) :

Il y a 1000 km en PACA et nous souhaitons construire 250 km soit $\frac{1}{4}$ des installations.

Nous avons donc choisi de diviser par 4 chaque paramètre pour déterminer la consommation électrique de nos trains qu'il nous faudra compenser :

En PACA, il y a 142 engins. En Martinique nous aurons donc besoin de: $142/4 = 35,5$ engins pour assurer une couverture optimale que l'on arrondira à 36 locomotives (deux par trains)

Or le prix d'une locomotive est en moyenne de 5,5 M donc l'achat des locomotives nous coûtera : $36 \times 5,5 = 198$ M d'

Nous considérons de plus une moyenne de 4 wagons par trains, soit pour deux locomotives (car les voies risquent d'être sinuées). L'unité semble coûter 135 000 €. Nous multiplions : $4 \times 135\,000 \times 18 = 9,72$ M d'€

Nous choisirons des Locomotives BB 22200 puisqu'elles sont électriques et donc raccordables à un réseau de caténaires mais aussi car elles sont assez modernes, performantes et surtout polyvalentes puisqu'elles peuvent à la fois servir pour les TER que pour les trains de fret.

En se basant sur un autre projet où le coût de la pose de caténaires avait coûté 12 millions pour 20 km, nous avons pu estimer, en faisant un produit en croix, le coût de la pose des caténaires à $250 \times 12 / 20 = 150$ M d'€

Pour les données des trains de fret nous prenons le même nombre de trains soit 18 avec deux locomotives mais 8 wagons dont le prix peut varier de 30 à 60 000 € (nous prendrons la moyenne = 45 000 € comme référence) Ce qui nous coûtera : $36 \times 5,5 \text{ M} + 8 \times 18 \times 45\,000 = 204,48$ M'€

En se basant toujours sur les données de PACA, nous avons ensuite estimé l'activité des TER en fonction de ce que nous avons pu calculer ci-dessus :

PACA : 4,8 voyages/hab/an, sur une distance moyenne de 41,2 km

<-> M : $4,8/4 = 1,2$ voyages/hab/an, sur une distance moyenne de $41,2/4 = 10,2$ km

Il y aura donc $1,2 \times 10,2 = 12,24$ km de voyages/hab/an en moyenne

Pour une population de 376 375 hab cela nous donne $376\,375 \times 12,24 = 46\,068\,300$ km de voyages/an

Enfin, en PACA les TER vont en moyenne à une vitesse de 54 km/h or nous avons trouvé qu'un TGV qui roule à 300 km/h consommait 20 kWh/km. Donc selon un produit en croix (qui n'est, nous devons l'avouer, pas très rigoureux car l'énergie consommée est probablement proportionnelle à la vitesse) nos TER consommeraient $54 \times 20 / 300 = 3,6$ kWh/km.

Étant donné que nous avons déterminé un nombre de 18 TER, la consommation annuelle serait de $3,6 \times 46\,068\,300 = 166\,845\,880$ kWh/an soit 166 GWh/an

A cela s'ajoute la consommation des trains de fret. Ces derniers vont à une vitesse moindre dû au nombre supplémentaire de wagons et de la charge tractée. Nous considérons qu'ils vont en moyenne à 25 km/h ce qui correspond environ à la capacité du moteur pour 8 wagons. Ainsi ils consommeraient $25 \times 20 / 300 = 1,67$ kWh/km soit, si l'on considère une fréquence identique aux TER (nous nous permettons en effet une hypothèse basée sur la similitude des données TER/fret après étude de différentes lignes et des fréquences TER/fret) une consommation annuelle de $1,67 \times 46\,068\,300 = 76\,934\,061$ kWh/an soit 77 GWh/an

Pour conclure sur cette partie, l'aménagement nous coûtera $350 + 150 = 500$ M d'€. L'achat des véhicules soit les 36 locomotives de fret, les 36 pour les TER et les wagons des deux ensembles nous coûtera $198 + 9,72 + 204,48 = 412,2$ M. Nous dépensons ainsi $500 + 412,2 = 912,2$ M d'€

Au niveau consommation électrique nous devons donc fournir un supplément d'énergie électrique d'origine renouvelable d'au moins $166 + 77 = 243$ GWh/an

Mais, la présence des TER, associée à l'information de la population pourra remplacer totalement ou du moins de moitié l'utilisation de la voiture chez la population et donc les émissions liées. De plus les trains de fret pourront remplacer le camion pour le transport des marchandises à la hauteur d'un train pour remplacer environ 14 camions

V. Conclusion

Pour terminer, il se devait de faire un point concernant les conditions de faisabilité de notre modèle.

Premièrement, il faut préciser que nous ne prenons pas en compte les émissions liées au transport des matières premières pour la construction et l'installation des infrastructures. En effet, la Martinique est une île donc, lors de travaux il faut y apporter les matières premières. Or la quantité de ressources nécessaire à l'ensemble de nos travaux va être très importante et lourde, d'autant plus qu'il n'existe actuellement pas de bateaux, d'avions et presque pas de camions au bilan carbone neutre.

De plus, il faut bien évidemment être réaliste quant à l'arrêt immédiat de la voiture pour les transports en commun. Même si nous mettons en place une alternative, nous ne pouvons pas garantir que les gens vont l'utiliser immédiatement. Il y aura probablement un temps d'adaptation, le temps d'une prise de conscience et que les mentalités changent ; avant de pouvoir voir un arrêt complet de l'utilisation de véhicules thermiques, et donc des émissions de CO2 associées.

D'où la nécessité de prévoir des campagnes d'information, et d'autres mesures afin d'informer la population.

Pour le transport de marchandises, des décrets pourraient permettre que le changement soit effectif très rapidement.

Aussi, dès lors que nous imaginons notre campagne efficace, et que la population se mettra pleinement à utiliser notre réseau ferroviaire, il faudra alors être prêt à une éventuelle sur demande du réseau ferroviaire, et donc ce fait être également prêt à la nécessité de reconstruire, rénover, et rallonger le réseau et les lignes.

Enfin, il faut préciser que nous avons uniquement calculé les frais immédiats de construction du parc éolien, de la centrale et du réseau ferroviaire. Or les années qui vont suivre, il y aura également des coûts annuels d'entretien et de remise à niveau. De plus, nous ne pouvons pas savoir au jour d'aujourd'hui si dans une dizaine-vingtaine d'années, de nouvelles technologies plus performantes auront vu le jour ou si nous aurons besoin de produire plus, dû à une modification des modes de vies ou à une augmentation de la population.

En conclusion, on peut dire que la mise en place de notre parc éolien et notre centrale vont permettre de compenser entièrement la consommation électrique moyenne en Martinique. De plus, notre réseau ferroviaire va permettre d'offrir un moyen de transport pouvant remplacer les véhicules thermiques, aussi bien dans le domaine des particuliers que dans le domaine marchand.

Cependant même ainsi, nous devons avouer que la Martinique ne sera pas encore totalement zéro carbone. La consommation locale en carburant fossile reste encore très importante, notamment dans le milieu aérien et maritime. Or nous ne pouvons pas encore y trouver d'alternatives et la suppression simple de ces activités est impossible étant donné l'isolement de la Martinique et sa dépendance au tourisme.

Sources :

- <https://www.collectivitedemartinique.mq/wp-content/uploads/2022/03/OTTEE-Bilan-Energ%C3%A9tique-Chiffres-cl%C3%A9s-2020.pdf>
- <https://www.guadeloupe.gouv.fr/content/download/15823/103311/file/rapport%20CE%20g%C3%A9othermie%20de%20bouillante.pdf>
- <https://www.geothermies.fr/outils/operations/la-centrale-geothermique-de-bouillante-guadeloupe>
- <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/le-fonctionnement-d-une-centrale-geothermique#:~:text=Une%20centrale%20g%C3%A9othermique%20produit%20de,une%20turbine%20et%20un%20alternateur>
- <https://parc-eolien-en-mer-de-saint-nazaire.fr/>
- <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/le-fonctionnement-d-une-eolienne#:~:text=Le%20rotor%20entra%C3%Aene%20un%20axe,de%20la%20puissance%20du%20vent.>
- <https://www.afd.fr/fr/carte-des-projets/parc-eolien-14-mw-grand-riviere-martinique>
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/TER_Provence-Alpes-C%C3%B4te_d'Azur
- <https://www.ladepeche.fr/article/2018/01/06/2716705-sncf-1-4-million-d-euros-par-kilometre-pose.html>