

Préfecture de Guadeloupe

Analyse prospective pour l'implantation
de véhicules propres dans les îles du Sud

Rapport Phase 3 : Scenarii

Sommaire

1	INTRODUCTION	4
2	SCENARIO 1 : VEHICULES ELECTRIQUES	5
2.1	LE POTENTIEL EN ENR, UNE REPOSE A L'ENJEU D'INDEPENDANCE ENERGETIQUE	6
2.1.1	Mesure des effets du déploiement de la voiture électrique sur la demande en électricité	6
2.1.2	L'alimentation des véhicules électriques avec des sources d'énergies renouvelables	10
2.1.3	Sources de financement pour le développement des ENR	19
2.2	COMMENT REpondre A LA « LIMITE DES 30% »?	20
2.2.1	La consommation en local des énergies renouvelables sans interconnexion au réseau électrique	21
2.2.2	Gestion ad-hoc des nouvelles sources d'énergie renouvelables afin d'optimiser leur impact sur le réseau électrique	23
2.2.3	Options pour le stockage de l'énergie	31
2.3	LE DEVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES DE RECHARGE	34
2.3.1	Bornes de recharge	34
2.3.2	Les stations d'échange de batteries	35
2.4	LA MISE EN OUvRE D'UNE POLITIQUE VOLONTARISTE POUR FAVORISER L'ACHAT DE VEHICULES ELECTRIQUES	36
2.4.1	Mesures financières et fiscales	36
2.4.2	La mise en place d'une stratégie de communication forte	37
2.5	LA CREATION D'UNE FILIERE BATTERIE	38
2.5.1	Le développement d'un marché de seconde vie des batteries	38
2.5.2	La Création d'une filière de recyclage	39
2.5.3	Les aides disponibles pour le développement d'une filière batterie	39
2.6	LES ENJEUX DE LA MISE EN CEUVRE DU SCENARIO VEHICULE ELECTRIQUE	39
2.7	LE SCENARIO VEHICULES ELECTRIQUES DANS LES ILES DU SUD	41
3	SCENARIO 2: VEHICULES HYBRIDES	43
4	SCENARIO 3: LES CARBURANTS ALTERNATIFS	45
4.1	LE DEVELOPPEMENT D'UNE FILIERE ETHANOL CARBURANT	46
4.1.1	La production d'éthanol en Guadeloupe	46
4.1.2	La consommation d'éthanol carburant en Guadeloupe	47
4.1.3	Les véhicules flex-fuel dans les îles du Sud	48
4.2	LA VALORISATION DES DECHETS POUR LA PRODUCTION DE BIOMETHANE CARBURANT	48
4.3	LE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE GPL CARBURANT SUR LES ILES DU SUD	49
4.4	LE SCENARIO CARBURANTS ALTERNATIFS DANS LES ILES DU SUD	49
5	ANNEXES	50
5.1	DEVELOPPEMENT DE L'ECOSYSTEME NECESSAIRE AU DEPLOIEMENT DE LA VOITURE ELECTRIQUE	50



Figures

FIGURE 1: EVOLUTION SUR LA PERIODE 1990-2035 DE LA PRODUCTION DE PETROLE ET DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE	6
FIGURE 2 : EVALUATION DES VEHICULES LEGERS ET SCOOTERS UTILISES DANS LES CALCULS.....	7
FIGURE 3 : CALCUL DE LA CONSOMMATION THEORIQUE DU PARC DE VEHICULES ET DE SCOOTERS DANS UN SCENARIO DE BASCULEMENT GLOBAL VERS UNE MOTORISATION ELECTRIQUE	8
FIGURE 4 : REPARTITION DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE POUR UNE DESERTE DES VEHICULES ELECTRIQUES ET SCOOTERS ELECTRIQUES.....	9
FIGURE 5 DEMANDE EN ENERGIE SUR LA BASE D'UNE MIGRATION PROGRESSIVE DES VEHICULES PARTICULIERS VERS UNE MOTORISATION ELECTRIQUE (GLOBAL ILES DU SUD)	9
FIGURE 6 - DEMANDE EN ENERGIE SUR LA BASE D'UNE MIGRATION PROGRESSIVE DES SCOOTERS VERS UNE MOTORISATION ELECTRIQUE (GLOBAL ILES DU SUD)	9
FIGURE 7 - DEMANDE EN ENERGIE SUR LA BASE D'UNE MIGRATION PROGRESSIVE DES VEHICULES PARTICULIERS ET SCOOTERS VERS UNE MOTORISATION ELECTRIQUE (GLOBAL ILES DU SUD)	10
FIGURE 8 - EVOLUTION ANNUELLE DES MOYENNES DE TEMPERATURE	11
FIGURE 9 - ENSOLEILLEMENT DU SITE DE RAIZET	11
FIGURE 10 - ZONE CLIMATIQUE EN GUADELOUPE SUIVANT L'IRRADIATION SOLAIRE GLOBALE, METEO FRANCE	12
FIGURE 11 - SIMULATION DE LA PRODUCTION MOYENNE MENSUELLE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE DE 4 kWc.....	13
FIGURE 12 - SIMULATION DE LA PRODUCTION MOYENNE MENSUELLE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE DE 2 kWc.....	13
FIGURE 13 - EVALUATION DE LA PUISSANCE PHOTOVOLTAÏQUE A INSTALLER ET DE LA SURFACE NECESSAIRE POUR REpondre AUX BESOINS DES VEHICULES ELECTRIQUES ET DES SCOOTERS (GLOBAL ILES DU SUD)	14
FIGURE 14 : INVESTISSEMENTS CUMULES EN PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES PERMETTANT DE COUVRIR LA CONSOMMATION DES VEHICULES ET SCOOTERS ELECTRIQUE	15
FIGURE 15 - REPRESENTATION DU MODELE FERME: L'EXEMPLE D'UNE HABITATION RESIDENTIELLE:	22
FIGURE 16 - REPRESENTATION DU MODELE FERME: L'EXEMPLE D'UN ABRI PHOTOVOLTAÏQUE:	22
FIGURE 17 - REPRESENTATION DU MODELE EDF: L'EXEMPLE D'UNE MAISON EQUIPEE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE	26
FIGURE 18 - SCHEMA REPRESENTANT LE DEVELOPPEMENT DES BOUCLES LOCALES PAR LA GENERALISATION DES SMART GRIDS:	26
FIGURE 19 - REPRESENTATION DU MODELE TIERS: L'EXEMPLE D'UNE MAISON EQUIPEE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE	29
FIGURE 20 - COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET ECONOMIQUE DES BATTERIES PLOMB ET LI-ION	32
FIGURE 21 COMPARAISON DE TECHNOLOGIES DE STOCKAGE.....	32
FIGURE 22 – LES METIERS ET ACTIVITES CONCERNES PAR LE DEVELOPPEMENT DES VEHICULES ELECTRIQUES	50



1 Introduction

Dans les deux premières phases de cette étude portant sur une analyse prospective pour le développement des véhicules propres dans les Iles du Sud, un diagnostic a été réalisé sur le contexte local des îles du Sud et sur le marché des véhicules propres.

Le présent document se propose d'examiner différents scénarios relatifs au déploiement de véhicules propres sur les îles. Le choix a été fait de définir ces scénarios en fonction des grandes familles de véhicules caractérisés par leur source d'énergie.



Les scénarios de premiers niveaux sont ainsi définis comme suit :

4

- **Scénario 1: Véhicules électriques**

Scénario basé sur la capacité des îles du Sud en terme de production d'énergie solaire photovoltaïque et éolienne, l'ouverture annoncé du marché et la forte impulsion qui lui est donné par les constructeurs et les pouvoirs publics. Ce scénario donnera lieu à l'analyse de scénario de second niveau,

- **Scénario 2 : Véhicules Hybrides**

Scénario basé sur la volonté politique des acteurs publics de mettre en place une stratégie globale pour préparer le développement des véhicules électriques,

- **Scénario 3: Véhicules à carburant alternatifs (flexibles, GPL, GNV)**

Scénario basé sur la création de filières de production de carburants alternatifs et la promotion de véhicules propres économiquement accessible pour les consommateurs.

2 Scénario 1 : véhicules électriques

L'avènement de la voiture électrique de nouvelle génération en 2010 s'est traduite par de nombreuses initiatives venant à la fois des constructeurs, du gouvernement et des collectivités. Avec le Plan national lancé par le gouvernement en octobre 2009¹ et la « Charte pour le déploiement d'infrastructures publiques de recherche de véhicules électriques² » signé par 12 grandes villes de la métropole, la France s'est délibérément inscrite dans un schéma présenté comme volontariste par les autorités nationales. Tout ceci ne pouvait laisser insensibles les acteurs institutionnels ou privés guadeloupéens d'autant qu'une autre île, la Réunion, marquait sa volonté de s'engager dans cette voie.



5

Dans un contexte où les Iles du Sud ont lancées des démarches d'Agenda 21 et souhaitent développer le tourisme durable (notamment à la Désirade), l'argument environnemental n'est pas sans fondement mais se heurte très vite à des réalités locales liées au mode de production locale de l'énergie (cf Rapport Phase 2).

Le déploiement des véhicules électriques est un projet nécessairement ambitieux qui repose sur la capacité de la Guadeloupe à répondre sur le long terme aux enjeux suivants :

- Le développement des énergies renouvelables pour répondre à l'augmentation de la demande en électricité,
- La création de nouveaux modèles d'exploitation des énergies intermittentes pour s'affranchir de la limite des 30%,
- Le déploiement d'infrastructures de recharge standardisées,
- Les outils d'incitation à l'achat des véhicules électriques,
- La mise en place d'une filière batterie (seconde vie des batteries, recyclage).

La présente partie examine ces différents points qui débordent largement les strictes limites de ce que serait une étude sur la voiture électrique en Métropole. L'énergie fonctionne en Guadeloupe comme dans beaucoup d'îles en mode fermé et toute initiative qui tendrait à augmenter la production sans prendre en compte les contraintes de production serait totalement contraire à l'intérêt général.

Deux constats vont guider la réflexion et l'analyse produite dans ce document :

- 1- L'énergie est un secteur stratégique sensible qui est nationalement très structuré avec ses acteurs au premier rang desquels EDF. A l'échelle internationale, chaque pays a développé sa propre organisation, ses propres modèles, ses propres sources de production lui permettant d'accéder – parfois tant bien que mal – à une autonomie énergétique. Des équilibres se sont construits au fil du temps avec dans les dernières années une introduction de la concurrence qui peine encore à trouver ses marques. Les enjeux stratégiques sont tels qu'on ne peut probablement pas risquer de remettre en cause trop rapidement ces équilibres. A notre échelle et à celle de La Guadeloupe, on se gardera ainsi de préconiser des options trop théoriques et pouvant présenter des risques sur le futur des équilibres énergétiques lesquels doivent faire face d'ores et déjà à des tensions palpables,

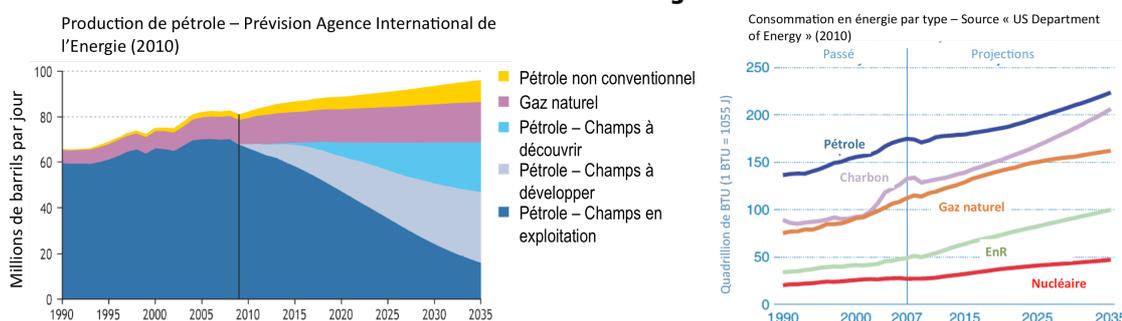
¹ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Developpement-des-vehicules-.html>

² http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Charte_signee.pdf

- 2- Comme tout modèle bâti par l'histoire des industries, des organisations et des hommes qui en ont été les acteurs, celui de l'énergie, n'est pas naturellement préparé à des évolutions structurelles pouvant remettre en cause ses fondements. Or le déclin à long terme des énergies fossiles pose à la société la question du transfert des usages qui sont liés à la consommation du pétrole vers d'autres sources de production. Il ne s'agit pas d'une question pour demain mais d'une question pour aujourd'hui compte tenu de la tension qui va progressivement s'exercer sur la production globale des énergies fossiles et que traduisent la conjonction de ces deux graphiques.



Figure 1: Evolution sur la période 1990-2035 de la production de pétrole et de la consommation d'énergie



Ce constat est fondamental dans l'analyse conduite dans la présente étude : on ne peut considérer que la situation actuelle avec une production électrique et des transports basés sur les produits pétroliers va perdurer à long terme dans les mêmes conditions. Des tensions vont croître notamment sur le prix des carburants. Personne ne peut à ce stade dire ce que sera le futur de l'énergie et plus encore dans un milieu insulaire comme celui de la Guadeloupe. La seule chose qui est sûre c'est que le paysage énergétique changera et que le transfert vers l'énergie électrique dont l'origine pourra varier est l'une des options auxquelles il faut se préparer.

Entre ces deux constats, il faut trouver une voie tendant à éviter les conservatismes qui conduirait très vite à démontrer que toute idée nouvelle est vouée à l'échec tout en étant très conscients des réalités et contraintes insulaires.

2.1 Le potentiel en ENR, une réponse à l'enjeu d'indépendance énergétique

2.1.1 Mesure des effets du déploiement de la voiture électrique sur la demande en électricité

■ *Les transports de personnes un impact important sur la dépendance énergétique*

Avec un taux de dépendance énergétique supérieur à 90% contre 54,5%³ en métropole, la Guadeloupe est fortement exposée aux risques liés à la variation du prix des énergies fossiles ainsi qu'aux risques géopolitiques caractéristiques de ce secteur.

Le secteur des transports représente près de 32% de la consommation d'énergie primaire en Guadeloupe. En 2006, les transports routiers représentaient 82,3% de la consommation énergétique correspondant au secteur des transports dont 85,5% sont liés au transport de voyageurs et 14,5% au transport de marchandises. Selon le PRERURE le secteur des transports est le secteur où la consommation d'énergie évolue le plus rapidement avec une augmentation de 4,8% par an.

Le développement des véhicules électriques, qui comme son nom l'indique roulent exclusivement à base d'électricité, permettrait de limiter les importations pétrolières et donc la dépendance énergétique de la Région si et seulement si la Guadeloupe est en mesure d'accroître sa production d'électricité d'origine non thermique.

Comme en témoigne les chiffres de 2006⁴, c'est le secteur du transport des personnes qui est le plus énergivore. Afin d'évaluer les besoins en électricité pour le déploiement des Véhicules Electriques, nous nous baserons donc sur les chiffres disponibles pour le parc de véhicules particuliers (Fichier central des automobiles de juillet 2010), ainsi que sur les estimations réalisées pour le parc locatif des îles du Sud.

■ Evaluation des besoins en électricité

Selon le Fichier central des automobiles (juillet 2010), les îles du Sud comptabilisaient 5.266 véhicules particuliers en juillet 2010. Selon l'enquête faite auprès des loueurs de véhicules des trois îles du Sud, le parc locatif atteindrait en 2010 plus de 300 véhicules. Au total, et compte tenu d'un petit recouvrement des véhicules de location avec le parc immatriculé dans les îles, le chiffre de 5.500 véhicules légers a été retenu.

Avec une consommation moyenne de 10 kwh / 100 km⁵ le déploiement de la voiture électrique pour l'ensemble du parc de véhicules particuliers des îles du Sud nécessiterait la production supplémentaire de 52 MWh par jour. En prenant en compte le parc locatif de véhicules, la consommation serait de 55 MWh par jour, soit environ 20GWh sur l'année.

Le parc particulier de deux-roues a été estimé lors de la phase 2 de notre étude à environ 516 véhicules, composé à la fois de scooters 50 et 150cc mais également de motos plus puissantes. Selon l'enquête réalisée auprès des loueurs, le parc locatif peut être estimé à près de 150 scooters tous modèles confondus.

Soit un total de véhicules légers et scooters que nous utiliserons comme base de nos calculs :

Figure 2 : Evaluation des véhicules légers et scooters utilisés dans les calculs

³ PRERURE

⁴ Rapport PRERURE

⁵ <http://www.energie-gouv.fr/spip.php?article10>



Base de calcul pour véhicules et scooters		
	Total VL	Scooters
La Désirade	382	530
Marie-Galante	4 865	530
Les Saintes	253	1 240
TOTAL	5 500	2 300

Avec une consommation moyenne des deux roues électriques (toutes motorisations confondues) de l'ordre de 4 kwh / 100 km, le développement de ces technologies accorderait à une consommation de 9,2 MWh pour le parc particulier et 9,8 MWh en y ajoutant le parc locatif. Soit 3,5 GWh/an.

La production d'électricité en 2006 pour la Guadeloupe est de 1,5 TWh pour 440.000 habitants. Rapportés aux Iles du Sud, la consommation théorique serait de 56GWh.



Soit en cumulant le parc de véhicule et le parc de scooter, la migration globale du parc de véhicules vers la technologie électrique induirait une consommation équivalente à environ 42% de la consommation globale actuelle des îles du Sud.

Figure 3 : Calcul de la consommation théorique du parc de véhicules et de scooters dans un scénario de basculement global vers une motorisation électrique

Consommation électrique des îles du Sud	
Population	438 360 habitants
Ménages	166 534 ménages
Soit	2,63 hab par ménage
Population Iles du Sud	
La Désirade	1 591 habitants
Marie-Galante	11 939 habitants
Les Saintes	2 854 habitants
TOTAL	16 384 habitants
	3,7% de la population guadeloupéenne
Consommation électrique Guadeloupe	
Consommation électrique globale Guadeloupe	1 500 000 MWh
Soit	3,42 MW par hab
Residentiel 50%	750 000 MWh
Soit	1,71 MWh par hab
Soit	4,50 MWh par foyer
Consommation îles du Sud	
Consommation théorique globale Iles du Sud	56 064 MWh
Calcul de la consommation théorique en électricité en cas de basculement global vers une motorisation électrique	
Nombre de voitures	5500 Voitures
Consommation VE par jour	10 KWh
Conso 100% voitures	55 Mwh/j
Nombre de scooters	2300 Scooters
Consommation SE par jour	4 KWh
Conso scooters	9,2 MWh/j
Total VE + SE	64,2 MWh/j
Conso globale	23 433 MWh/an
Ratio de la consommation d'un parc tout électrique sur la consommation actuelle	42%

Compte tenu de la typologie des parcs de véhicules dans les îles du sud, la répartition de la consommation (Total VE et SE du tableau) serait la suivante :

Figure 4 : Répartition de la consommation électrique pour une déserte des Véhicules électriques et scooters électriques

	Base de calcul pour véhicules et scooters		Consommation	
	Total VL	Scooters	(MWh/an)	%
La Désirade	382	530	2 168	9%
Marie-Galante	4 865	530	18 531	79%
Les Saintes	253	1 240	2 734	12%
TOTAL	5 500	2 300	23 433	100%

Il est peu probable que l'intégralité du parc particulier et locatif soit remplacée par des véhicules électriques dans les prochaines décennies.

Selon les estimations du Gouvernement, les véhicules électriques pourraient représenter 2 millions de voitures à l'horizon 2020, soit environ 5% du parc de véhicules particuliers en circulation en 2009.

Les tableaux ci-dessous tiennent compte de ces estimations afin d'évaluer l'impact sur la demande en électricité lié au remplacement d'une partie du parc par des véhicules électriques. Ces estimations n'ont pas vocation à évaluer la pénétration des véhicules électriques sur le marché des îles du Sud à court, moyen et long terme.

Figure 5 Demande en énergie sur la base d'une migration progressive des véhicules particuliers vers une motorisation électrique (global îles du Sud)

Impact du remplacement des voitures	Véhicules (sur base existante)	Ratio de remplacement en VE (%)	Ratio de remplacement en VE (unité)	Demande en électricité (MWh/an)	Part de la consommation globale de 56GWh/an
2011-2014	particuliers: 5175	1%	52	189,8	0,3%
	location: 300	10%	30	109,5	0,2%
	TOTAL		82	299,3	0,5%
2015-2020	particuliers: 5175	5%	259	949,0	1,7%
	location: 300	20%	60	219,0	0,4%
	TOTAL		319	1168,0	2,1%
2020-2030	particuliers: 5175	10%	517	1898,0	3,4%
	location: 300	30%	90	328,5	0,6%
	TOTAL		607	2226,5	4,0%

Figure 6 - Demande en énergie sur la base d'une migration progressive des scooters vers une motorisation électrique (global îles du Sud)

Impact du remplacement des scooters	Scooters (sur base existante)	Ratio de remplacement en SE (%)	Ratio de remplacement en SE (unité)	Demande en électricité (MWh/an)	Part de la consommation globale de 56GWh/an
2011-2014	particuliers: 2300	1%	23	33,6	0,1%
	location: 150	6%	9	9,9	0,0%
	TOTAL		32	43,4	0,1%
2015-2020	particuliers: 2300	5%	115	167,9	0,3%
	location: 150	10%	15	16,4	0,0%
	TOTAL		130	184,3	0,3%
2020-2030	particuliers: 2300	10%	230	335,8	0,6%
	location: 150	18%	27	29,6	0,1%
	TOTAL		257	365,4	0,7%

Soit au global :



Figure 7 - Demande en énergie sur la base d'une migration progressive des véhicules particuliers et scooters vers une motorisation électrique (global îles du Sud)

Impact du remplacement des véhicules particuliers et des scooters	Véhicules et scooters (sur base existante)	objectif de remplacement en VE (%)	Ratio de remplacement en SE (%)	Demande en électricité (MWh/an)	Part de la consommation globale de 56GWh/an
2011-2014	particuliers	1%	0,01	223,4	0,4%
	location	6%	0,06	119,4	0,2%
	TOTAL		0,07	342,7	0,6%
2015-2020	particuliers	5%	0,05	1116,9	2,0%
	location	10%	0,1	235,4	0,4%
	TOTAL		0,15	1352,3	2,4%
2020-2030	particuliers	10%	0,1	2233,8	4,0%
	location	18%	0,18	358,1	0,6%
	TOTAL		0,28	2591,9	4,6%



Soit une répartition de la demande par île qui serait approximativement la suivante⁶ :

Impact du remplacement des véhicules particuliers et des scooters	Demande en électricité (MWh/an)	La Désirade (MWh/an)	Marie-Galante (MWh/an)	Les Saintes (MWh/an)
		9%	79%	11%
2011-2014	342,74	30,85	270,76	37,70
2015-2020	1 352,33	121,71	1 068,34	148,76
2020-2030	2 591,87	233,27	2 047,57	285,11

2.1.2 L'alimentation des véhicules électriques avec des sources d'énergies renouvelables

Comme le souligne le PRERURE, le territoire de la Guadeloupe offre les conditions propices au développement des ENR : fort ensoleillement tout au long de l'année, présence de vents réguliers et constants, nombreux cours d'eau, zone volcanique et production importante de canne à sucre.

Ce potentiel est cependant affecté en grande majorité à l'augmentation de la demande d'électricité en raison du rattrapage structurel du taux d'équipement par rapport à celui de la métropole. C'est le cas notamment pour le développement de Bouillante 3 ou de la filière bagasse.

Le développement du photovoltaïque, de l'éolien, des énergies marines ou du traitement des déchets pourraient cependant à court, moyen et long terme répondre à la demande en électricité des véhicules électriques sur les îles du Sud.

Le photovoltaïque

Le potentiel de développement de la filière photovoltaïque en Guadeloupe est très important puisqu'il peut cibler les installations individuelles, les installations tertiaires et industrielles et les centrales au sol.

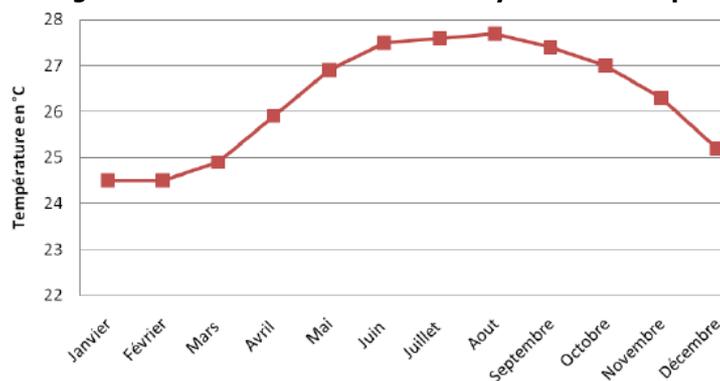
⁶ Le calcul pour être exact devrait tenir compte des progressions séparées des voitures et des scooters. Cette précision est cependant inutile compte tenu que plusieurs chiffres sont des valeurs approchées (ex : consommation énergétique par recharge). L'impact de la progression différenciée des scooters sur les estimation est par conséquent sans objet.

Données météorologiques de référence en Guadeloupe

La station météorologique de référence utilisée dans la suite est celle du Raizet :

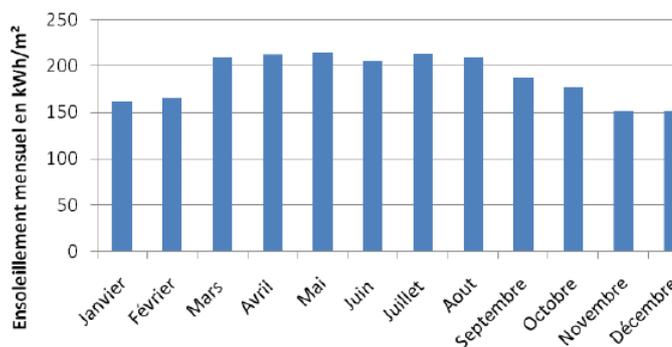
- Latitude : 16.3° N
- Longitude : 61.3° O
- Température moyenne de l'air : 26.3 °C
- Ensoleillement annuel : 2 095 kWh/m²

Figure 8 - Evolution annuelle des moyennes de température



Les valeurs de rayonnement utilisées ci-dessous sont des moyennes issues d'enregistrements réalisés sur 10 ans. Ces données sont issues de la base de données mondiale Météonorm⁷. Cette valeur d'ensoleillement est tout à fait dans la moyenne des résultats d'autres sources de données météo telles que la NASA ou le WRDC⁸ qui sont similaires.

Figure 9 - Ensoleillement du site de Raizet

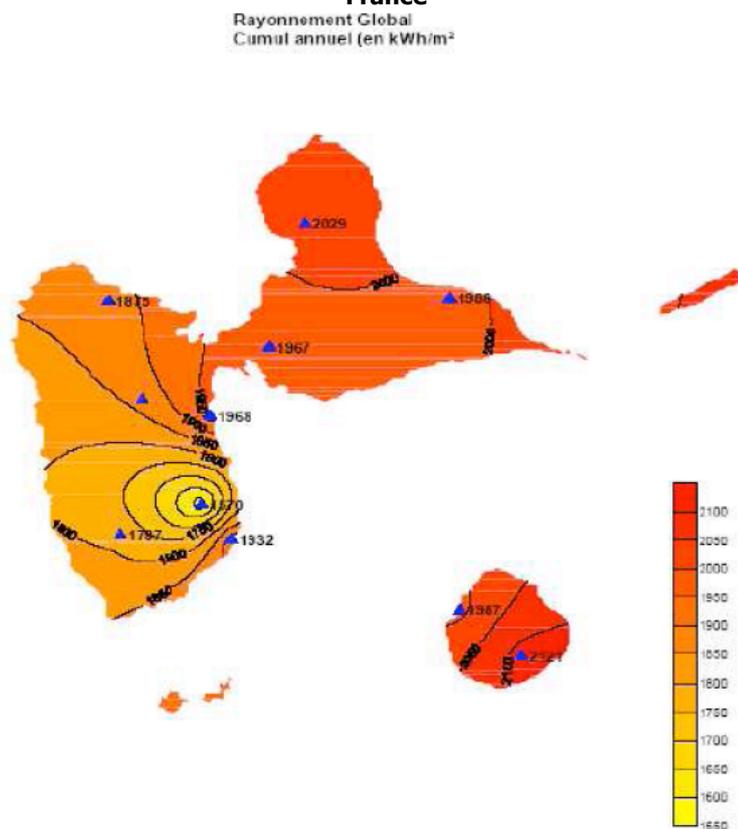


Remarque : Ces moyennes sont données pour la commune du Raizet mais l'ensoleillement fluctue quelques peu d'une commune de la Guadeloupe à l'autre (cf carte ci-dessous). En l'absence d'historiques d'enregistrements suffisants pour les autres communes de l'île, nous sommes donc contraints d'utiliser les moyennes du Raizet. La différence de rayonnement reste néanmoins minime, comme l'illustre la carte Météo France ci dessous.

⁷ <http://www.meteonorm.com/>

⁸ World Radiation data Centre. Composante de l'Organisation Météorologique Mondiale.
http://www.wmo.int/pages/index_fr.html

Figure 10 - Zone climatique en Guadeloupe suivant l'irradiation solaire globale, Météo France



Evaluation de la puissance nécessaire pour alimenter les véhicules électriques

Afin d'évaluer la puissance nécessaire pour alimenter les véhicules électriques, Items et Top Bis ont réalisé des simulations de la production en s'appuyant sur le logiciel de dimensionnement PVSyst.

Ces simulations sont basées sur des conditions optimales de fonctionnement de l'équipement photovoltaïque (inclinaison de 15°, orientation Sud et aucun masque à proximité).

Afin d'obtenir les résultats les plus réalistes possibles, les simulations prennent également en compte le rendement des batteries électriques. Un rendement moyen de la batterie de 80% a été retenu (rendement moyen des batteries au plomb, rendement envisageable pour la seconde vie des batteries lithium-ion). La problématique du stockage sera abordée de manière plus approfondie dans la suite du document.

Les deux simulations qui suivent ont été retenues comme identifiant la puissance photovoltaïque nécessaire à l'alimentation des véhicules électriques.

Ces puissances sont exprimées en watt-crête, l'unité de mesure représentant la puissance électrique maximale pouvant être fournie par un dispositif photovoltaïque.

Au vu de la consommation moyenne des voitures électriques (10KWh/100 km) et après évaluation de la puissance nécessaire pour subvenir à ces besoins, il faut une installation de production d'énergie solaire photovoltaïque de 4kWc pour assurer une autonomie de 100 km par jour.

Une installation d'énergie solaire photovoltaïque de 4kWc représente une surface de zone solaire de 32 à 36 m² en Guadeloupe. Soit une moyenne de 8,5 m² par kWc.

Figure 11 - Simulation de la production moyenne mensuelle d'une installation photovoltaïque de 4 kWc

	Energie produite kWh/jour	Energie en sortie batterie en kWh/jour:	Surplus énergie en kWh/jour:
Janvier	17,2	13,8	3,8
Février	17,8	14,2	4,2
Mars	19,0	15,2	5,2
Avril	19,2	15,3	5,3
Mai	18,9	15,1	5,1
Juin	16,9	13,5	3,5
Juillet	17,5	14,0	4,0
Août	18,0	14,4	4,4
Septembre	18,4	14,7	4,7
Octobre	16,9	13,5	3,5
Novembre	16,3	13,1	3,1
Décembre	16,6	13,3	3,3
MOYENNE	17,7	14,2	4,2

*Rendement batterie : 80% (batterie plomb)



Selon les résultats de la simulation réalisée ci-dessus, en se basant sur les performances des technologies actuelles, chaque kit de production d'énergie solaire photovoltaïque permettrait de produire en moyenne annuelle 17,7 kWh par jour.

En tenant compte d'un rendement moyen des batteries de 80%⁹, l'énergie disponible en sortie atteindrait en moyenne 14,2 kWh par jour.

Selon cette simulation, les kits de production de 4 kWc produiraient un surplus d'électricité journalier équivalent à 4,2 kWh. Cette marge est nécessaire en raison des contraintes liées au stockage intermédiaire de l'énergie solaire photovoltaïque dans une batterie.

En ce qui concerne les scooters électriques, dont la consommation moyenne est de 4KWh, il faudrait une installation d'énergie photovoltaïque de 2 kWc pour pouvoir parcourir 100 km par jour. Cette hypothèse tient également compte d'un rendement moyen de la batterie de stockage de 80%. Cette installation représente une surface de 16 à 18 m².

Figure 12 - Simulation de la production moyenne mensuelle d'une installation photovoltaïque de 2 kWc

	Energie produite kWh/jour	Energie en sortie batterie en kWh/jour:	Surplus énergie en kWh/jour:
Janvier	8,5	6,8	2,8
Février	8,8	7,0	3,0
Mars	9,4	7,5	3,5
Avril	9,5	7,6	3,6
Mai	9,3	7,5	3,5
Juin	8,4	6,7	2,7
Juillet	8,7	6,9	2,9
Août	8,9	7,1	3,1
Septembre	9,1	7,3	3,3
Octobre	8,4	6,7	2,7
Novembre	8,1	6,5	2,5
Décembre	8,2	6,6	2,6
MOYENNE	8,8	7,0	3,0

*Rendement batterie : 80% (batterie plomb)

Comme l'illustre le tableau de résultat de la simulation ci-dessus, chaque kit de production d'énergie solaire photovoltaïque permettrait de produire en moyenne annuelle 8,8 Kwh par jour.

⁹ Le rendement des batteries est estimé par EDF entre 70 et 80%. En raison de l'évolution rapide des technologies dans ce domaine nous avons basé notre simulation sur le chiffre haut de cette estimation soit 80%.

En sortie, avec un rendement de la batterie de 80%, l'énergie disponible pour le chargement de la voiture électrique serait donc en moyenne de 7KWh par jour.

Selon cette simulation, les kits de production de 2 kWc produiraient un surplus d'électricité journalier équivalent à 3 kWh. Cette marge est nécessaire en raison des contraintes liées au stockage intermédiaire de l'énergie solaire photovoltaïque dans une batterie.

Synthèse des besoins en énergie solaire:

Au vu des estimations réalisées pour le remplacement des véhicules existants par des véhicules électriques, nous pouvons estimer que la demande en électricité correspondant représente :



Figure 13 - Evaluation de la puissance photovoltaïque à installer et de la surface nécessaire pour répondre aux besoins des Véhicules Electriques et des Scooters (global îles du Sud)

<i>Echéances</i>	<i>Parc de VE + SE</i>	<i>puissance PV à installer (KWc)</i>	<i>Surface PV à installer (M2)</i>
2011-2014	particuliers	254	2 159
	location	138	1 173
	TOTAL	392	3 332
2015-2020	particuliers	1 266	10 761
	location	270	2 295
	TOTAL	1 536	13 056
2020-2030	particuliers	2 528	21 488
	location	414	3 519
	TOTAL	2 942	25 007

Cela représenterait une surface installée d'environ 25 000 m2 : environ 2,5 hectares.

Soit 1/10 000 ème de la surface des îles du Sud qui s'étendent sur environ 20 000 hectares (La Désirade 24 km2/2400ha, Marie-Galante 158 km2/15800ha Les Saintes 12,8 km2/1280ha).

Une étude relative au patrimoine photovoltaïque des îles du Sud serait un préalable au développement massif de l'énergie solaire photovoltaïque afin d'identifier les espaces capables d'offrir des conditions optimales de fonctionnement.

Les difficultés liées au coût des installations photovoltaïque

Une installation photovoltaïque, sans la batterie coûte en moyenne 5€/Wc.

A titre d'exemple, les kits de 3kWc prédimensionnés pour les particuliers se vendent aujourd'hui par les distributeurs entre 18 000 et 25 000 € TTC. Selon l'évaluation des besoins énergétiques réalisés ci-dessus, une centrale de cette taille permettrait de subvenir au besoin d'une voiture électrique pour une autonomie quotidienne de 100km.

Plus la taille de la centrale est importante plus le coût au Wc est faible. Les tarifs pour des installations sur des bâtiments publics ou privés ou des centrales au sol devraient donc être sensiblement moins élevés que ceux pour les habitations individuelles. Les abris photovoltaïques peuvent impliquer un coût supplémentaire lié à la création de la structure de l'abri.

Le développement des installations solaire photovoltaïque était jusqu'à présent lié à la combinaison entre tarif de rachat de l'électricité, crédit d'impôt et TVA à taux réduit de 5,5%. Or, les baisses successives des tarifs de rachat de l'électricité par EDF, la diminution de moitié du crédit d'impôt sur le revenu des ménages (avec une baisse probable des plafonds dans les mois à venir) et la publication du décret suspendant l'obligation de rachat de l'électricité photovoltaïque par EDF (sauf pour les ménages), portent un sérieux coup au développement de la filière dont le rentabilité économique est remise en cause.



Compte tenu de la surface à installer, les budgets seraient les suivants :

Figure 14 : Investissements cumulés en panneaux photovoltaïques permettant de couvrir la consommation des véhicules et scooters électrique

<i>Echéances</i>	<i>Puissance (KwC)</i>	<i>Surface (M2)</i>	<i>Investissement €</i>
2011-2014	392	3 332	1 960 000
2015-2020	1 536	13 056	7 680 000
2020-2030	2 942	25 007	14 710 000

Ces chiffres restent théoriques et doivent être pris à ce stade avec prudence. Ils donnent une indication des investissements sans tenir compte des coûts de stockage ou de raccordement éventuels.

I L'éolien

D'après les estimations d'EDF, le potentiel de production énergétique d'origine éolienne pour la région Guadeloupe est susceptible de tripler à l'horizon 2015, passant de 29,4 MW (production 2009) à 89,4 MW.¹⁰

Actuellement la production énergétique éolienne existante dans les îles du Sud est assurée par Aérowatt.

La Désirade¹¹

Tranche Le Souffleur (Aérowatt): Puissance - 1365 KW

Il est à noter que l'opération de renouvellement du site éolien de la Désirade a été financée dans le cadre de la co-entreprise créée par Aérowatt et la Caisse des Dépôts et consignations (participation à hauteur de 35%)¹².

Marie Galante

Tranche Morne Constant (Aérowatt): Puissance - 1380 KW

¹⁰ EDF – SEI, Janvier 2010, Présentation Synergile

¹¹ WindPower, Base de Données sur les Parcs Eoliens

¹² http://www.aerowatt.com/index.php?option=com_actusnews&Itemid=124&lang=&actpage=ok&LANG=FR&langue=FR&?CLIENT=ACTUS-0-111&ID=ACTUS-0-18014

Tranche Petite Place (Aérowatt): Puissance - 1500KW

Les Saintes

Tranche Terre de Bas (Aérowatt): Puissance - 1925KW

Les éoliennes installées en Guadeloupe font 60 kW, 220 kW ou 275 kW. Sur les centrales guadeloupéennes, le nombre d'heure de production annuel varie entre 1400h et 2600h avec une moyenne de 1700h à 1800h¹³.

La production annuelle d'une éolienne supplémentaire installée en Guadeloupe atteindrait en moyenne :

- Eolienne de 60 kW
 - production annuelle de 105 MWh
 - production journalière de 292 kWh
- Eolienne de 220 kW
 - production annuelle de 385 MWh
 - production journalière de 1 MWh
- Eolienne de 275 kW
 - production annuelle de 481 MWh
 - production journalière de 1,3 MWh

Aérowatt a noué un partenariat avec la société Metnext pour le développement du logiciel **NextWind** permettant de prévoir la production d'énergie éolienne jusqu'à 48 heures à l'avance à partir de données météorologiques disponibles. Ce produit sera utilisé, dans un premier temps, sur 3 parcs exploités par Aérowatt en Guadeloupe.

Depuis 2003, Aérowatt dispose du label « Entreprise Innovante » attribué par Oséo. Ce label facilite l'accès au capital pour les Fonds communs de placement dans l'innovation (FCPI).

Sous l'égide du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du développement durable et de la Mer, la CRE a lancé un appel d'offre concernant la création de centrales éoliennes terrestre en Outre-Mer, dont 3 centrales en Guadeloupe, Saint-Barthélemy et Saint-Martin pour une puissance cumulée ne pouvant excéder 20MW.

Ces centrales devront impérativement être équipées de dispositifs de stockage de l'énergie électrique et de prévision de production. Cette démarche permet de redynamiser la filière énergies renouvelable en Outre-Mer et confirme l'implication des pouvoirs publics dans le développement de solutions innovantes permettant de limiter la dépendance énergétique des îles.

La présence d'un radar Météo France pose une contrainte supplémentaire au développement des énergies éoliennes en Guadeloupe. Il impacte tous les projets éoliens possibles, notamment à Grande-Terre. Le déplacement de ce radar doit être envisagé afin d'exploiter au maximum le potentiel qu'offre l'éolien dans la Région.

Supposons maintenant que pour la consommation des véhicules et scooters électriques, il soit nécessaire de prévoir une installation éolienne nouvelle et donc indépendant des projets déjà cités précédemment. Compte tenu de l'énergie nécessaire et calculée précédemment pour chaque île, on obtiendrait les résultats suivants à l'échéance 2020 :

¹³ Aérowatt



Ile	2020
La Désirade	Besoin : 122 MWh Une éolienne de 60 kW produisant 105 MWh complétée plus tard par une nouvelle selon évolution demande
Marie-Galante	Besoins : 1.068 MWh Deux éoliennes à 275 kW ou 3 éoliennes à 220 kW produisant respectivement 2x385 MWh ou 3x481 MWh
Les Saintes	Besoins : 148 kWh Deux éoliennes de 60 kW produisant 2x105 MWh



■ Les énergies marines innovantes

Des recherches sont menées à l'université des Antilles et de la Guyane sur le potentiel des énergies marine dans la région Guadeloupe. Il s'agit d'un domaine de recherche exploratoire pour lequel les technologies sont au stade du développement et le potentiel technico-économique reste à évaluer. En novembre 2010 aucun projet concernant les énergies marines n'avait encore été présenté en Guadeloupe¹⁴. Dans le cadre de ses activités d'information thématiques, Synergîle a organisé un petit déjeuner sur le thème des énergies marines en juin 2010.

Il existe peu d'installations industrielles aujourd'hui dans le monde, et aucune en Guadeloupe. Il est à noter que la France est en retard dans la course technologique et les démarches pouvant aboutir à la création d'une filière industrielle nationale. Pour l'heure, les projets sont soit en phase d'étude, soit en phase de prototypage. Plus en avance, certains pays d'Europe comme la Norvège, le Portugal et le Royaume-Uni (en position de leader) ont développées leurs premiers démonstrateurs.

Les énergies marines incluent des énergies intermittentes ou fixes:

- **l'énergie marémotrice** : Issue des mouvements de l'eau créée par les marées. Elle est utilisée soit sous forme d'énergie potentielle - l'élévation du niveau de la mer, soit sous forme d'énergie cinétique - les courants de marée.
- **l'énergie des courants marins** : Captée par hydrolienne, une turbine sous-marine, il s'agit de puiser l'énergie cinétique des courants marins ou de cours d'eau.

¹⁴ http://www.insee.fr/fr/insee_regions/guadeloupe/themes/etudes_detaillees/drire/industrie_nov2010_14ga.pdf

- **l'énergie des vagues et de la houle** : plusieurs technologies sont au stade de prototype pour capter l'énergie de la houle.¹⁵
- **l'énergie maréthermique** : Energie produite en exploitant la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans.
- **l'énergie éolienne « offshore »** : Même principe que l'énergie éolienne terrestre, mais implantée directement en mer.
- **l'énergie osmotique** : Récupération de l'énergie associée à la différence de pression entre l'eau de mer et l'eau douce.
- **la biomasse-énergie d'origine marine** : Valorisation énergétique par gazéification, fermentation ou combustion des algues et du phytoplancton.



La Réunion est l'un des territoires leader en France pour les énergies marines innovantes. Confrontée à des problématiques comparables à celles de la Guadeloupe, la Réunion a fait le choix d'investir dans ce domaine pour réduire sa dépendance énergétique.

18

Afin de s'engager pleinement dans le développement de ce type d'énergie, il pourrait être décisif pour la Région Guadeloupe d'encourager le développement de partenariats à différents niveaux avec les acteurs réunionnais: projets de recherche commun, groupes de réflexion...

Dans ce sens, il est à noter que le maire de La Désirade a entamé une réflexion sur la possibilité d'exploiter l'énergie marine, notamment dans la perspective de faire venir des véhicules électriques qui seraient alimentés uniquement par des énergies propres.

L'augmentation des moyens financiers et humains alloués à ces projets de recherche et développement revêt un enjeu considérable pour l'indépendance énergétique de l'île.

■ *La valorisation énergétique des déchets ménagers*

Une filière liée à la valorisation des déchets est amenée à se développer de façon accélérée en Guadeloupe grâce notamment aux moyens financiers importants dont dispose le département¹⁶. Dans ce cadre, des objectifs ambitieux ont été fixés à l'horizon de 2020.

Pour y parvenir, les décharges devront être mises aux normes et des unités de traitements des déchets construites.

En 2007 le Conseil Général de Guadeloupe, a finalisé la révision du Plan Départemental d'Élimination des Déchets Ménagers et Assimilés (PDEDMA). Avec pour objectif une meilleure gestion des quelques 580 000 tonnes de déchets ménagers et assimilés produites sur l'archipel le montant des investissements prévus par ce plan à réaliser d'ici 2020 est estimé à près de 260 millions d'euros.

¹⁵ Le Portugal s'est doté de machines Pelamis semi émergées. Conçues par une entreprise écossaise, Pelamis Wave Power (PWP), ce projet offrira à ses débuts une puissance de 2,25 megawatts d'énergie propre au large d'Aguçadoura, dans le Nord du Portugal, de quoi fournir l'équivalent énergétique de 1 500 foyers. À terme, le projet sera capable de générer l'énergie de 15 000 maisons, économisant ainsi l'émission de 60 000 tonnes de CO2 par an. Avec des côtes s'étalant sur plus de 830 km, l'énergie des vagues présente un grand intérêt et offre un avantage commercial pour le Portugal qui se positionne comme un pionnier dans cette technologie.

¹⁶ Le PDEDMA préconise la valorisation biologique des déchets grâce à la mise en place d'une unité de méthanisation, d'une capacité de 157 000 tonnes par an, sur les déchets ménagers après tri sélectif. Le département mise également sur la valorisation énergétique des déchets par le biais d'une unité d'incinération.

Cependant, les conclusions du PRERURE et les mesures prévues par le PDEDMA ne laissent pas entrevoir dans l'immédiat l'opportunité d'une nouvelle filière énergétique. En effet le PDEDMA entend développer en priorité la valorisation des déchets sous la forme de traitement organique (compost).

Il n'existe pas de centrale de traitement des déchets sur les îles du Sud. En conséquence, la valorisation énergétique des déchets ne peut se développer que sur la Guadeloupe continentale.

2.1.3 Sources de financement pour le développement des ENR



■ Sources de financement régionales

Les départements et les Régions peuvent mettre en place des aides pour favoriser le développement des ENR.

Le Programme Régionale pour la Maîtrise de l'Énergie¹⁷ a pour objectif de contribuer à la réduction de la dépendance énergétique de la Guadeloupe en diversifiant et valorisant les sources d'énergie, et en maîtrisant leur consommation.

Dans ce cadre, l'ensemble des acteurs publiques, privés peuvent bénéficier de subventions (la participation financière de la Région Guadeloupe correspond à environ 40% du montant total hors taxes des dépenses éligibles pour les investissements) pour des projets d'équipement en production d'énergie solaire photovoltaïque, de production d'énergie sur réseau (fermes éoliennes et géothermie), de communication et de sensibilisation en matière d'énergie et de développement des énergies renouvelables (photovoltaïque).

■ Sources de financement européennes

PO FEDER (2007 - 2013)

Dans son axe 1, le programme FEDER a pour objectif de soutenir le développement de programmes de recherche innovants et notamment sur les énergies renouvelables. Dans ce cadre, la R&D dans le domaine des énergies marines innovantes pourrait bénéficier de subventions européennes pour financer la mobilité des chercheurs et leur intégration dans les programmes de recherche, l'appropriation des outils financiers européens et le transfert des résultats vers le monde socio-économique.

Au travers de l'axe 2 "Environnement", Objectif 1 "Mise à niveau des infrastructures de gestion des déchets des ménages et des entreprises" le PO Feder souhaite accompagner au maximum le Plan Départemental d'Élimination des Déchets Ménagers et Assimilés (PDEDMA) en appuyant notamment des projets liés au développement des filières de valorisation des déchets.

L'objectif affiché du PO Feder est de porter à 34% la part des déchets valorisés contre 6% en 2006.

¹⁷ Conseil régional de la Guadeloupe Direction de l'Environnement et du Cadre de vie Service Environnement (http://www.cr-quadeloupe.fr/aides/?ART_N_ID=896&ARB_N_ID=620&MERE=®ION=)

Le PO Feder accorde également une subvention globale à l'ADEME pour la "Mise en œuvre du programme régional de maîtrise de l'énergie et de promotion des énergies renouvelables » dans le cadre de l'axe 2 "Environnement" du programme européen.

Dans le cadre de cet objectif, l'ADEME finance donc:

- des installations d'énergie renouvelable: évaluation au cas par cas en fonction des critères de rentabilité,
- des installations innovantes tels que le PV intégré à l'architecture,
- des études sur les ENR.



PO Interreg IV Caraïbes (2007 - 2013)

20

Le programme Interreg IV Caraïbes, approuvé par la Commission européenne en mars 2008 au bénéfice des régions de la Guadeloupe, Guyane, Martinique, ainsi que les nouvelles collectivités d'Outre Mer de St Barthélemy et Saint Martin, bénéficie d'un budget d'environ 63 millions d'euros, dont 75% au titre du FEDER. Ce programme offre l'opportunité au secteur de la recherche de la Guadeloupe dans le domaine des énergies renouvelables, au travers de son axe 1 "Favoriser la croissance et l'emploi par l'innovation et l'économie de la connaissance ; renforcer l'attractivité par le désenclavement et la connectivité des territoires", de nouer des partenariats avec des territoires confrontés aux mêmes problématiques d'insularité et d'indépendance énergétique

Le principal mode d'accès aux financements du programme est la participation aux appels à projets qui régulièrement lancés. Ces appels à projets sont publiés dans la presse et sur le site Internet du programme à l'adresse suivante : www.interreg-caraibes.org.

Il est à signaler cependant que les Fonds Interreg IV ne sont disponibles que pour des projets de collaboration entre au moins deux pays dont un extra-communautaire.

2.2 Comment répondre à la « limite des 30% »?

L'augmentation de la part des énergies renouvelables est contrainte par l'intermittence de certains types d'énergie, notamment l'énergie solaire photovoltaïque et l'énergie éolienne dont le potentiel de développement est important.

La limite des 30% est intégrée dans l'arrêté ministériel du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement à un réseau public de distribution d'électricité. Elle concerne les énergies intermittentes:

« Toute installation de production visée par les dispositions du I de l'article 19 et mettant en œuvre de l'énergie fatale à caractère aléatoire telles les fermes éoliennes et les installations photovoltaïques peut être déconnectée du réseau public de distribution d'électricité à la demande du gestionnaire de ce réseau lorsque ce dernier constate que la somme des puissances actives injectées par de telles installations atteint 30 % de la puissance active totale transitant sur le réseau. Les circonstances dans lesquelles ces déconnexions peuvent être demandées sont précisées dans la convention de raccordement et les modalités selon lesquelles elles sont effectuées le sont dans la convention d'exploitation.»

Dans les conditions actuelles et malgré un potentiel de développement des énergies renouvelables intermittentes encore très important, la part des énergies renouvelables intermittentes est susceptible de s'approcher de la limite des 30% (elle est actuellement autour de 20%).

Afin de répondre à l'augmentation de la demande en électricité tout en réduisant la demande de produits pétroliers il est essentiel de réfléchir au développement de modèles permettant de gérer la limite des 30%.

L'option la plus naturelle serait de détourner les nouvelles sources de production du réseau. Cependant ce modèle ne pourrait concerner que les sources d'énergie solaire photovoltaïque, seule source d'énergie dont la consommation sur place est possible en raison des difficultés d'obtention d'une autorisation pour l'installation d'une éolienne domestique.

EDF a lancé plusieurs pistes de réflexion permettant de gérer la limite des 30% sur le réseau en développant simultanément des moyens de stockage, des moyens de prévision des capacités de production des énergies intermittentes, des réseaux et des compteurs intelligents. La mise en œuvre de ces moyens permettrait de lisser la production d'énergies renouvelables intermittentes.

2.2.1 La consommation en local des énergies renouvelables sans interconnexion au réseau électrique

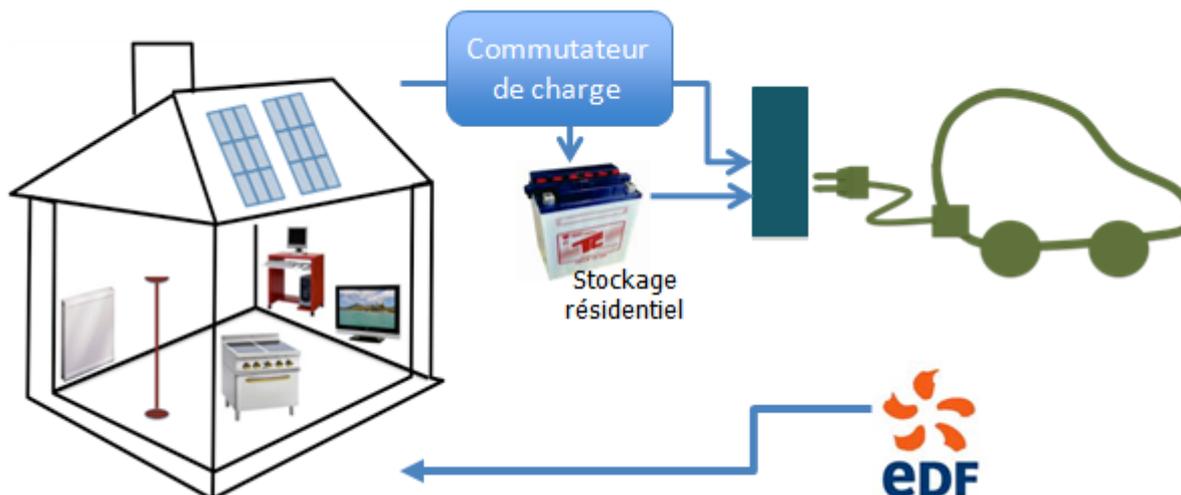
Le développement de l'énergie solaire photovoltaïque dans un modèle fermé implique de déployer massivement les installations photovoltaïques en toiture (bâti particulier, public ou privé) ou sous la forme d'abris photovoltaïques (régies, sociétés privées). L'énergie produite par ces installations sera consommée sur place et pourra être dédiée au chargement des véhicules électriques.

En raison des caractéristiques de l'énergie photovoltaïque, ces installations devront être couplées à un onduleur capable de:

- rediriger l'électricité directement vers le véhicule branché en journée
- rediriger l'électricité vers une batterie si aucun véhicule n'est branché en journée: les capacités stockées permettront de recharger les véhicules pendant la nuit

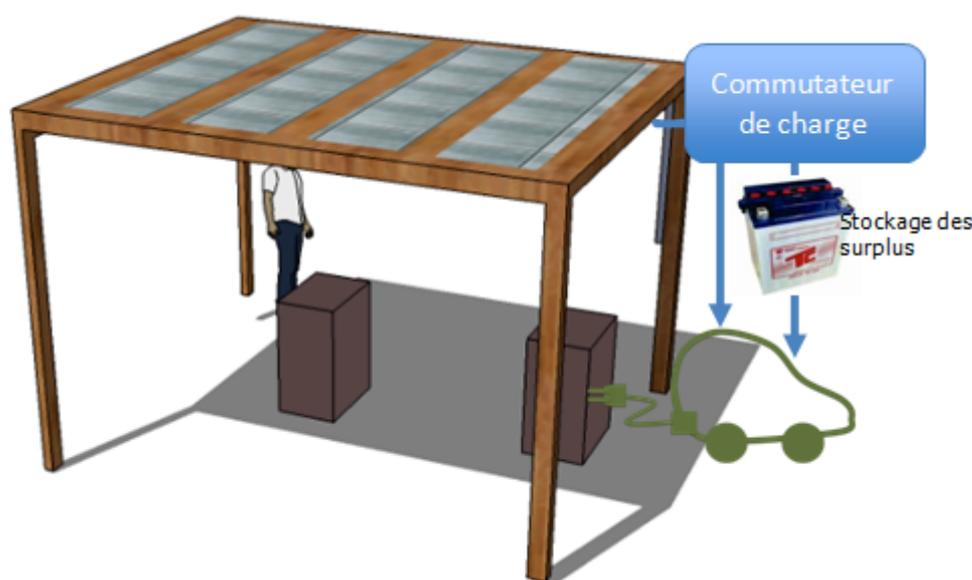


Figure 15 - Représentation du modèle fermé: l'exemple d'une habitation résidentielle:



Ce modèle correspond à un usage de la population locale habitant et travaillant dans des bâtiments équipés de ce type d'installation. Il pourrait également fonctionner pour des flottes de véhicules d'entreprises ou d'administrations, comme par exemple La Poste.

Figure 16 - Représentation du modèle fermé: l'exemple d'un abri photovoltaïque:



Les abris photovoltaïques pourraient être développés à divers endroits stratégiques des îles, comme par exemple les embarcadères, les sites touristiques, les parkings publics ou privés...

Tout comme dans la déclinaison précédente, ces installations seraient équipées d'un onduleur capable de diriger l'électricité produite directement vers le véhicule ou vers la batterie de stockage.

Ce modèle pourrait correspondre à un usage de la population locale mais également de la population touristique.

2.2.2 Gestion ad-hoc des nouvelles sources d'énergie renouvelables afin d'optimiser leur impact sur le réseau électrique

L'évolution des technologies permet d'envisager de développer la gestion ad-hoc des énergies intermittentes en développant des solutions liées à :

- Stockage avec rendement optimisé
- Prévion des productions
- Réseaux et compteurs intelligents

En raison des obligations et des missions qui lui incombent (obligation de rachat de l'électricité d'origine renouvelable, gestion des sources d'énergies sur le réseau, répondre à la demande en électricité...), la gestion ad-hoc par EDF des sources d'énergie intermittentes semble être l'option la plus naturelle.

Réalisée à l'échelle locale afin de rapprocher au maximum la demande de la production, la gestion ad-hoc des énergies intermittentes pourrait également revenir à un acteur tiers. Dans le cadre de cette option, il reviendrait à la Région de déterminer les critères de sélection de cet acteur tiers. Le choix de celui-ci s'effectuerait via une procédure classique de marché public.

■ *Gestion ad-hoc effectuée par EDF*

La part des énergies intermittentes représente actuellement environ 20% des énergies sur le réseau EDF mais peut approcher les 30% dans certaines occasions. Le futur développement des énergies renouvelables intermittentes sera donc confronté à des risques de coupure si sa production venait à dépasser la limite des 30%. Cette contrainte représente un vrai obstacle pour le développement de nouveaux projets puisque l'intégration de la production au réseau ne pourrait pas être garantie. En cas de coupure du raccordement au réseau, l'électricité produite serait tout simplement perdue.

EDF mène une réflexion approfondie sur les moyens techniques permettant de gérer la limite des 30%:

- mise en place de moyens de stockage,
- développement des réseaux interlligents (smart grids) et compteurs intelligents (smart meters).

Dans ce modèle, la production des nouvelles énergies intermittentes dépassant la limite des 30% pourrait être réorientée directement vers des moyens de stockage sans passer par le réseau.

Plusieurs possibilités pour le stockage peuvent être envisagées à l'échelle de chaque île:

- **stockage mono-site** avec la création d'une centrale de stockage relié au poste de source de chaque île.
Cette solution implique la création d'un réseau de collecte en parallèle du réseau EDF afin d'échapper à la limite des 30% ce qui peut poser problème pour relier l'ensemble des sites autonomes équipés d'installation solaire photovoltaïque.



- **stockage multi-sites** avec la création de centrales ENR intégrant des moyens de stockage pouvant être gérés intelligemment et à distance par EDF (pour la réinjection sur le réseau).
Cette solution peut poser problème en cas de dépassement de la limite des 30%, pour les installations photovoltaïque en toiture non équipées d'installations de stockage¹⁸ pouvant être gérées par EDF.

Pour remédier aux difficultés que posent la multiplicité des installations photovoltaïque en toiture, dont le développement est encouragé par la Région Guadeloupe, il peut être envisagé de faire transiter en priorité l'énergie issue de ce type d'installation sur le réseau, dans la limite des 30% en:

- reliant les centrales déjà existantes à la centrale de stockage mono-site
- équipant les centrales déjà existantes de moyens de stockage sur place

Quel que soit le modèle choisi, le stockage ne peut s'effectuer que au niveau local. En effet, même dans un modèle mono-site, il n'est pas envisageable de développer un réseau de collecte commun à toutes les îles.

Différentes solutions de stockage sont étudiées par EDF¹⁹ mais actuellement ce sont les batteries qui offrent les meilleures performances:

- Batteries : rendement de 70 à 80%
- STEP : idem batteries
- Air comprimé : rendement de 50%
- Pile à combustible : rendement de 30%

A la Réunion²⁰, EDF a mis en place en 2010 le plus grand module de stockage électrochimique d'électricité d'Europe, capable de restituer une puissance de 1MW pendant 7h. Cette expérimentation témoigne de la volonté d'EDF de trouver des solutions pour le développement des énergies intermittentes et de son dynamisme sur l'île de la Réunion.

EDF et la CRE avaient d'ailleurs co-écrit l'appel d'offres du "PV+ stockage", qui n'a finalement pas été validé par l'État pour des raisons financières malgré les tentatives d'EDF pour développer cette solution à La Réunion²¹.

Si elle atteint un niveau suffisamment élevé et que EDF est capable de prévoir ses capacités, l'énergie stockée pourrait être réinjectée dans le réseau, en s'affranchissant du caractère intermittent de sa source d'origine. L'utilisation d'un moyen de stockage permet de lisser les productions intermittentes et d'injecter l'énergie pendant les périodes les plus pertinentes. :

- la demande en électricité des voitures électriques
- aux pics de consommation d'électricité

En collaboration avec l'Université de la Réunion, l'école polytechnique et l'école des Mines de Paris, EDF mettra prochainement en œuvre un logiciel de prédictibilité des énergies renouvelables intermittentes: Pégase. Cet outil devrait permettre de savoir pratiquement en temps réel le comportement du photovoltaïque et sa capacité à être présent ou pas sur le réseau électrique réunionnais.

¹⁸ les installations en toiture et reliées au réseau ne sont généralement pas équipées de moyens de stockage.

¹⁹ <http://www.synergile.fr/fichiers/evenements/presentation%20EDF%20petit%20dejeuner%20synergile.pdf>

²⁰ <http://webtv.edf.com/index.php/video/watt-en-stock/1091.html>

²¹ <http://www.clicanoo.re/11-actualites/13-economie/267172-nous-sommes-favorables-a-toutes.html>



Grâce à la généralisation des smart grids et des smart meters en amont et en aval, la transmission des informations entre production d'énergie, consommation d'énergie et stockage de l'énergie serait facilitée.

- Les smart grids utilisent des technologies informatiques de manière à optimiser la production et la distribution et mieux mettre en relation l'offre et la demande entre les producteurs et les consommateurs d'électricité
- Les smart meters permettent d'identifier de façon détaillée et en temps réel la consommation énergétique

EDF est d'ores et déjà très actif dans le développement d'expérimentation sur la mise en place de démonstrateurs de Smart grid comme par exemple le projet PREMIO en PACA piloté par le pôle de compétitivité Capenergies, soutenu par la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et financé par EDF à hauteur de 40%.



La généralisation de ces technologies avancées permettrait de gérer de la manière la plus efficiente le stockage de la production des énergies intermittentes (centralisé ou non) et sa réinjection dans le réseau.

Grâce aux informations transmises par les smart grids et les smart meters, la recharge des véhicules électriques pourrait s'adapter à la disponibilité de l'électricité stockée, notamment si l'énergie stockée est insuffisante pour un cycle complet de charge.

Cependant il est à noter que si la production des énergies intermittentes et les capacités de stockage ne sont pas dimensionnées à hauteur des besoins du parc de véhicules électriques le risque est de perdre la confiance des utilisateurs et donc de freiner le développement des véhicules électriques.

Les smart meters pourraient également permettre de dépasser les difficultés liées à la CSPE en identifiant les voitures électriques connectées au réseau et en facturant à un prix non subventionné l'électricité consommée pour la recharge de son véhicule.

Pour rappel, la CSPE est une taxe payée par tous les consommateurs sur leur facture EDF qui permet de subventionner notamment:

- les surcoûts résultant de l'obligation de rachat de l'électricité produite par certains types d'installations (éoliennes, photovoltaïque, cogénération...)
- les surcoûts de production dans les zones interconnectées telles que les départements d'outre-mer

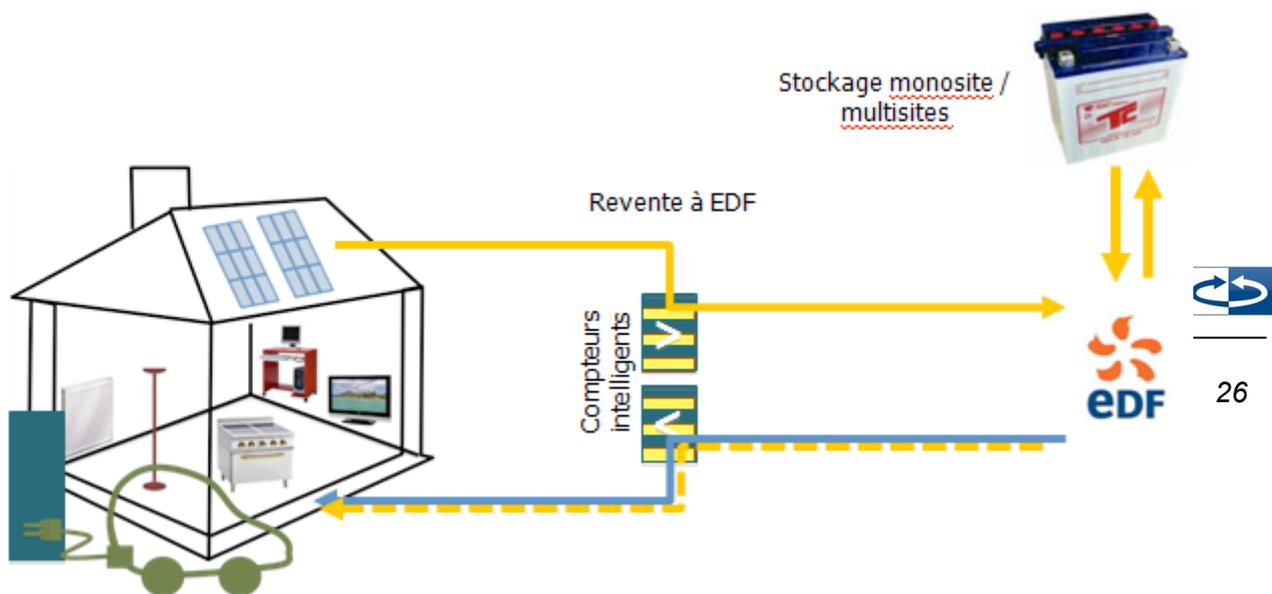
Les habitants de la Guadeloupe sont donc doublement bénéficiaires de la CSPE. A noter également que réévaluée chaque année, la part de la CSPE destinée à subventionner le rachat de l'électricité photovoltaïque ne cesse d'augmenter.

Dans ce contexte, il paraît difficile d'envisager de subventionner l'électricité nécessaire à la recharge des véhicules électriques, notamment dans un modèle reposant sur l'intensification des énergies renouvelables intermittentes.

Si la loi ne fixe pas de principe réglementaire²² il est coutume de considérer que la CSPE sert à subventionner la consommation domestique d'électricité.

²² Source: CRE

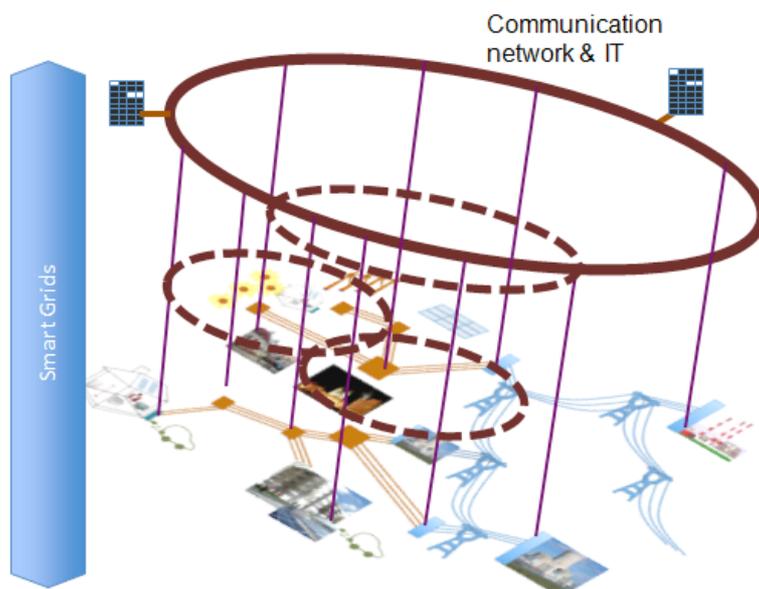
Figure 17 - Représentation du modèle EDF: l'exemple d'une maison équipée d'une installation photovoltaïque



Le stockage à l'échelle locale est une véritable opportunité pour le développement de sous réseaux locaux, rapprochant ainsi au maximum la production de l'énergie et la consommation de l'énergie. L'engagement de chaque île pour valoriser son potentiel en énergies renouvelables intermittentes serait alors récompensé.

La mise en place d'un sous réseau local, utilisant les infrastructures déjà existantes, est conditionnée au développement de smart grid et de smart meters à tous les niveaux: production, distribution, consommation. Le développement de ces outils intelligents est un préalable nécessaire pour permettre à EDF de favoriser la consommation des nouvelles énergies intermittentes à l'échelle de l'île.

Figure 18 - Schéma représentant le développement des boucles locales par la généralisation des smart grids:



En raison de son existence en tant qu'acteur dominant du marché EDF pourrait bénéficier de subventions pour la mise en place de projets d'expérimentation. Mais il semble difficile d'obtenir d'autre source de financement pour la généralisation d'un modèle de ce type.

Le projet EDF Millener²³ est ainsi en cours d'instruction pour obtenir un financement auprès de l'ADEME Guadeloupe dans la cadre de du programme Feder (Axe 2 "Environnement", Objectif 3 "la mise en oeuvre du programme régional de de maîtrise de l'énergie et de promotion des énergies renouvelables"). L'expérimentation qui doit être menée en Guadeloupe mais également à La Réunion et en Corse prévoit de développer des installations photovoltaïques chez un panel de 1000 clients avec des solutions de stockage et de réseaux intelligents.

A travers cette expérimentation, EDF a pour ambition de "réduire les consommations électriques des clients et de mieux insérer les énergies renouvelables intermittentes dans les réseaux de distribution dans le but de garantir, en temps réel, l'équilibre entre la demande d'électricité et la production » dans le cadre d'un réseau isolé non-interconnecté.



Vehicle to grid – la voiture électrique un système de stockage de l'énergie

Selon une étude récente d'EDF²⁴, une voiture parcourt en moyenne 35 km par jour. Or, les premiers véhicules électriques ont une autonomie de 160km. Le véhicule électrique n'utilise donc pas l'énergie qui lui permettrait de parcourir la différence : 125 km.

Partant de ce constat, il est paraît envisageable d'utiliser cette énergie, chargée la nuit dans des conditions écologiques et économiques optimales et de la renvoyer en cas de besoin sur le réseau en journée. Cet usage est tout à fait compatible avec les pratiques de stationnement et de recharge (étude EDF 12/2010).

C'est le principe de base du Véhicule To Grid (V2GRID). Moyennant certaines contraintes, compensées par de fortes incitations financières, EDF calcule que 3 millions de véhicules électriques permettraient de diminuer le pic de novembre 2010 de 7 GW. Une stratégie V2GRID permettrait donc d'éviter l'émission de 150 à 200 000 tonnes de CO2 lors des journées de pointes.

Ce schéma est gagnant pour tous :

- Le producteur d'énergie qui optimise ses installations de production, y compris intermittentes (éolien et solaire).
- L'opérateur d'énergie achète l'énergie au meilleur prix la nuit et la revend au prix fort en journée.
- Le consommateur-citoyen qui achète de l'électricité à un prix compétitif en contrepartie d'une contrainte de branchement de son véhicule après et avant le travail en journée. Il a la satisfaction d'utiliser un véhicule réellement écologique.

²³http://www.energie2007.fr/images/upload/ademe_fonds_demonstrateur_fiche_millener_230610.pdf

²⁴EDF, Décembre 2010

De ce fait, et de l'avis d'experts en smart grids "Loin de l'idée (très) répandue consistant à penser que le véhicule électrique est polluant car aggravant les pics de consommation, il permettra au contraire de les effacer et de lisser la production d'énergie électrique. De plus, il permettra d'intégrer au mieux les énergies renouvelables dans le réseau, dans des conditions optimales. Le modèle économique étant pertinent et viable, il aura des chances de se réaliser."²⁵

■ Le modèle de l'acteur tiers

Un opérateur tiers pourrait être constitué pour gérer le stockage des futures²⁶ productions d'énergies renouvelables intermittentes sur le réseau.

Tout comme dans le modèle précédent, le stockage sur chaque île peut être mono-site ou multi-sites. Les moyens de stockage seraient alors gérés intelligemment par l'opérateur tiers. Les difficultés liées aux installations photovoltaïque en toiture disséminées sur l'île persiste, mais un accord entre l'acteur tiers et EDF pourrait permettre de:

- confier à EDF la gestion de ses petites installations qui transiteraient donc en priorité sur le réseau
- confier au tiers la gestion du stockage de la production de centrales plus anciennes dans le but de ne jamais dépasser la limite des 30% sur le réseau.

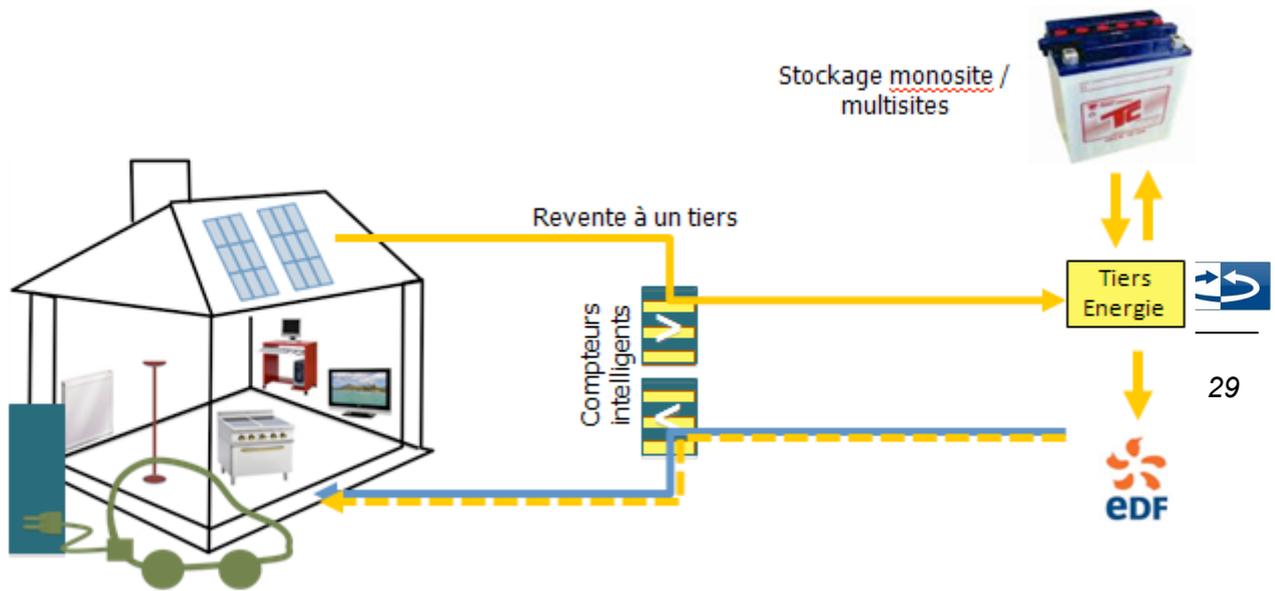
Cet opérateur tiers aurait la possibilité de gérer le stockage et la réinjection des futures productions en fonction de la demande et donc du rachat de ces stocks d'énergie par EDF.

²⁵Papazian, J.C. (2010): *Le Véhicule Electrique : une opportunité pour le réseau électrique* sur le site de Expert Véhicules Electriques

²⁶ Dans le respect des modèles contractuels et économiques déjà établis



Figure 19 - Représentation du modèle tiers: l'exemple d'une maison équipée d'une installation photovoltaïque



Ce modèle repose sur la division des rôles:

- l'acteur tiers est en charge du stockage des nouvelles productions intermittentes
- EDF est en charge de la distribution de l'énergie stockée

Comme nous l'avons expliqué précédemment, le développement du stockage à l'échelle locale et la mise en place de technologies intelligentes permettrait à EDF de:

- rapprocher à l'échelle locale production et consommation d'énergie valorisant ainsi les initiatives prises pour le développement des énergies intermittentes,
- gérer intelligemment la recharge des véhicules électriques pour mieux lisser les pics de consommation,
- facturer au prix non subventionné la recharge des véhicules électriques.

Si le modèle de l'acteur tiers est retenu, il sera nécessaire de trouver des sources de financement pour:

- dans un modèle mono-site:
 - développer une infrastructure de collecte auprès des grandes centrales
 - développer une centrale de stockage
 - relier la centrale de stockage au réseau EDF
- dans un modèle multi-sites:
 - développer des moyens de stockage sur place
 - relier les moyens de stockage au réseau EDF

Ces sources de financement pourraient être d'origine publique ou privée, régionale ou européenne:

- **Sources de financement publiques**
 - Européenne

Le PO Feder pour la période 2007-2013 prévoit dans son axe 1 "Compétitivité et Attractivité" Objectif 1, de soutenir les PME-PMI afin de valoriser la création d'activités nouvelles notamment dans le domaine des énergies renouvelables et des TIC.

Dans ce cadre, le Feder peut financer des dépenses d'investissement pour un montant minimum de 80 000 Eur et un plafond maximum fixé à 2M Eur.

Dans le cadre du PO Feder pour la période 2007-2013 et notamment de objectif 2 portant sur "la mise en oeuvre du programme régional de maîtrise de l'énergie et de promotion des énergies renouvelables", axe 2 "Environnement", les projets liés au stockage de l'énergie pourraient être financés. L'Ademe en charge de la gestion de cet objectif n'a pas encore financé de projet de ce type mais le projet EDF Millener est en cours d'instruction.



Le financement des projets d'infrastructures (infrastructure de collecte, câbles...) liées au développement des énergies renouvelables n'apparaît pas clairement dans le cadre du Programme européen. Cependant en répondant aux enjeux liés à la maîtrise de l'énergie ils pourraient être éligibles. Une instruction plus précise par l'ADEME permettrait d'établir clairement si ce type d'investissements pourrait bénéficier d'une aide.

- *Nationale*

La loi pour le développement économique de l'Outre-Mer (LODEOM), adoptée en 2009 prévoit la création de zones franches globales d'activités notamment dans les îles du Sud de la Guadeloupe.

Les entreprises de ces zones franches peuvent ainsi bénéficier de:

- 80 % d'exonérations fiscales sur:
 - l'impôt sur les sociétés (plafond 300 K€ de base fiscale),
 - sur la taxe professionnelle (plafond 150 K€ de base fiscale)
 - sur la taxe foncière bâtie
- Exonération de charges patronales:
 - à 100% jusqu'à 1,6 SMIC
 - dégressivité jusqu'à 4,5 SMIC

- *Régionale*

Si la Région finance des projets d'équipements de production d'énergie, elle ne finance pas encore de projets liés au stockage ou à la maîtrise de l'énergie sur le réseau.

La mise en place d'une aide spécifique au financement des infrastructures de stockage et des infrastructures de réseaux représente un enjeu considérable dans la recherche de l'indépendance énergétique de la Guadeloupe.

- **Source de financement privée via les procédures de défiscalisation**

Selon l'article 199 undecies B²⁷ et l'article 217 undecies²⁸ du Code Général des Impôts, les contribuables domiciliés en France soumis à l'impôt sur le revenu et les entreprises soumises à l'impôt sur les sociétés peuvent bénéficier d'une réduction d'impôt à raison des investissements productifs neufs qu'ils réalisent dans les départements d'outre-mer dans le cadre d'une entreprise exerçant une activité agricole ou une activité industrielle, commerciale ou artisanale.

²⁷<http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000022201045&cidTexte=LEGITEXT000006069577>

²⁸http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=984AB635282C982B3C5F20A465D34E0D.tpdjo09v_1?cidTexte=LEGITEXT000006069577&idArticle=LEGIARTI000006303516&dateTexte=&categorieLien=cid

La loi Girardin Industriel votée en 2003 en tant que loi de programme Outre-Mer pour 15 ans, vise à promouvoir un développement économique durable en outre-mer. Elle vise notamment la relance des investissements dans les PME et TPE. Celles-ci peuvent ainsi faire appel à l'apport d'investisseurs métropolitains, qui bénéficieront ainsi d'une défiscalisation outre mer. Dans ce cas, les entreprises deviennent locataires de leur matériel en s'acquittant d'un loyer inférieur d'environ 20% à un remboursement de crédit, avec possibilité d'achat au bout de 5 ans pour une somme symbolique. Une SNC (Société en Nom Collectif) est alors créée, pour acheter le matériel et le louer à l'entreprise.

La SNC est financée par 3 partenaires : l'entreprise à hauteur d'environ 10%, une banque pour environ 50% et des investisseurs métropolitains pour environ 40%. La réduction d'impôt globale (pour l'ensemble des investisseurs métropolitains) est de 50% de la base défiscalisable (la totalité des fonds réunis auprès des 3 partenaires).

Tous les projets d'un montant supérieur à 300 000 € doivent avoir reçu l'agrément du Ministère de l'Economie et des Finances.

La loi de finance 2011 modifie le régime applicable à certaines niches fiscales, dont certains investissements réalisés en Outre-Mer. Ainsi, pour les investissements productifs industriels, la baisse de 10 % du taux de défiscalisation s'appliquera en 2011²⁹ mais sera accompagnée d'une adaptation technique conduisant à l'augmentation du taux de rétrocession. Cela signifie que l'économie obtenue portera exclusivement sur le contribuable qui défiscalise et non sur l'investisseur local. Ainsi, sur les 45 % d'avantage fiscal obtenu, le contribuable devra en redonner 66 % à l'entrepreneur basé outre-mer et non plus 60 %.

2.2.3 Options pour le stockage de l'énergie

Le stockage de l'énergie dans le cadre d'une stratégie de déploiement de véhicules électriques est un enjeu primordial. En effet, une telle stratégie est essentielle au vu de la configuration d'un réseau électrique insulaire comme celui de la Guadeloupe, et de l'objectif de s'affranchir de la limite des 30%. Il s'agit par ailleurs d'un enjeu stratégiquement et économiquement crucial permettant à la Région de renforcer son indépendance énergétique.

Les quatre méthodes de stockage de l'énergie qui pourraient être développés sont:

- **Chimique** : Batteries ; Batteries à circulation ;
- **Mécanique** : Hydraulique gravitaire (STEP)
- **Magnétique (SMES)**: Bobine supraconductrice
- **Electrostatique** : Supercapacité

Stockage chimique : comparaison des technologies de batteries

Les batteries au plomb et les batteries lithium-Ion ont été identifiées comme les deux technologies de stockage les plus intéressantes. Si les performances des batteries lithium-ion sont bien supérieures à celles des batteries au plomb, les différences de coût sont également très importantes.

²⁹ <http://www.outre-mer.gouv.fr/IMG/pdf/PLF2011.pdf>



Figure 20 - Comparaison des caractéristiques techniques et économique des batteries plomb et Li-ion

<i>Comparaison technico-économique</i>	Plomb	Li-Ion
Energie spécifique effective (Wh/kg)	25-40	150-190
Densité d'énergie (Wh/litre)	75-120	220-330
Puissance en pointe (W/kg)	jusqu'à 700	jusqu'à 1500
Nombre de cycle à 80% (charge/décharge)	400-600 (1) 1200 (2)	> 3000
Rendement énergétique (%) (5)	70-85	90-95
Avantages	Faible coût très grandes séries	Excellente puissance grandes séries
Inconvénients	Faible énergie Mort subite de l'élément	Sécurité des gros éléments Coût
Coût indicatif (€/kWh) (4)	200-250 (1) 200 (2)	600-1000

(1) Etanche ; (2) tubulaire ; (3) avec négative carbone ; (4) pour les volumes actuels de production ; (5) fourchette moyenne sur la durée de vie



Stockage hydraulique – exemple du procédé STEP

Les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) sont des réserves d'eau remplie par pompage avec l'énergie produite en surplus lorsque la consommation est basse. En tombant dans des conduites, l'eau fait tourner des turbines fournissant l'énergie mécanique à des générateurs d'électricité. Le rendement (rapport entre électricité consommée et électricité produite) est de l'ordre de 82%.

Sur île de la Réunion la société Aérowatt avec le soutien d'Oséo, a mis en place depuis juin 2009 un système de stockage hydraulique de l'énergie d'une puissance de 3 MW. Ce procédé gravitaire permet de stocker la surproduction électrique (d'origine éolienne ou solaire) lorsque la demande énergétique est plus faible pour la restituer en période de forte consommation. Un système similaire pourrait être envisagé sur les îles du sud.

Figure 21 Comparaison de technologies de stockage

<i>Type d'énergie</i>	Rendement	Cycles	Maturité
Hydraulique gravitaire	0,6 à 0,8	> 10,000	+++
Air comprimé	0,5		+++
Batteries électrochimique (pb)	0,75	100 à 1,500	+++
Batteries à circulation	0,7 à 0,8	2,500 à 10,000	++

Volant d'inertie	0,8	> 10,000	++
Supracapacité	> à 0,9	>10,000	++

Source : ARER : *Stockage de l'énergie. Les Technologies. Les applications et les possibilités à la Réunion (2006)*

Magnétique (SMES): Bobine supraconductrice

Le système SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) permet de stocker de l'énergie sous la forme d'un champ magnétique créé par la circulation d'un courant continu dans un anneau supraconducteur refroidi sous sa « température critique ».



Un système SMES typique est composé :

- une bobine supraconductrice,
- un système de refroidissement
- une réfrigération cryogénique.

L'avantage de ce système est qu'il limite les pertes d'énergie reconstitué à 2 à 3%, le tât le plus faible comparé aïx autres techniques de stockage. Cependant la mise en place de ce type de dispositif est encore très coûteux et difficilement envisageable dans le cadre d'une stratégie de stockage d'énergie pour les véhicules électriques.

Pertinence des systèmes de stockage dans le cadre d'une stratégie Véhicules Electriques

<i>Technologie</i>	Lisser	Différer	Sites isolés
Batterie	✗	✗	✓
Batterie NaS	✓	✓	✓
Batterie à circulation	✓	✓	✓
Supercapacité	✓	✗	✗
Hydraulique	✗	✓	✗
Hydraulique (SMES)	✓	✗	✗

Initiatives en cours

Le Groupe de Recherche sur les Energies Renouvelables (GRER) de l'Université des Antilles et de la Guyane développe ses activités de recherche dans le domaine des énergies renouvelables (ENR) dans le contexte antillo-guyanais. Ces thèmes de recherche sont développés autour de la conversion électromécanique et du stockage d'énergie, des gisements solaire et éolien et de la thermique de l'habitat.

2.3 Le développement des infrastructures de recharge

2.3.1 Bornes de recharge

Le succès de toute stratégie de déploiement de véhicules électriques reposera nécessairement sur le déploiement de bornes de recharge fiables, facile d'usage, bien entretenu et en nombres suffisant.

■ *Sélection d'un type de borne (choix de standard)*

Actuellement, 2 modèles de recharge sont proposés : (1) recharge lente (plusieurs heures avec prises standard délivrant 240 volts AC) et, (2) recharge rapide (autour d'une demi-heure avec prise dédiée délivrant 500 volts DC). Il existe également plusieurs standards de prise de recharge (SAEJ1772 aux USA, VDE-AR-E 2623-2-2 en Europe, CHAdeMO au Japon). En attendant la normalisation des infrastructures de recharges, plusieurs constructeurs de proposent des bornes multistandards (avec plusieurs formats de prise). Les autorités européennes chargées des normes, se sont fixé l'objectif de développer « d'ici la mi-mai 2011 », *"une solution harmonisée pour l'interopérabilité entre les véhicules électriques et les infrastructures de recharge"*.³⁰

■ *Sélection de points de chargement (à domicile ou sur voie publique)*

Les bornes à charge lente correspondent à un usage ciblant principalement les habitations (domiciles et hôtels) où la voiture électrique sera garée pour la nuit entière. Elles peuvent également être développées dans des parkings privés ou publics destinés à accueillir des voitures plusieurs heures d'affilée. Les bornes de recharge rapides visent tous les autres types d'usages à savoir les stations de recharge, les entreprises ou les collectivités (pour les flottes d'entreprises), les parkings privés, et les sites touristiques. Il est à noter que le coût d'installation des bornes de recharge rapides est relativement élevé autour de 15 à 20 k€.

■ *Bornes intelligents intégrées à un « smartgrid »*

³⁰ AFP, (2010), *Les Pays de l'UE veulent harmoniser la prise de recharge des voitures électriques d'ici mi-2011*



La bonne gestion d'un parc de véhicules électrique reposera sur l'existence préalable d'un « smartgrid ». L'ensemble des offres proposées devront être « intelligentes », à savoir qu'elles proposent une communication infrastructure - véhicule, une gestion de l'énergie (selon les besoins de recharge et d'utilisation du véhicule) et une gestion des données (paiement, collecte et gestion des datas sur l'utilisation des véhicules et des bornes à l'intention des collectivités...), etc.

Intégrés à un « smart grid », il est à prévoir que les bornes seront capables d'adapter la puissance de charge en fonction des besoins du véhicule et de la disponibilité du réseau électrique. Le conducteur pourra ainsi être prévenu par ordinateur ou portable des bornes disponibles et du moment où la charge est terminée.



■ *Formation du personnel sur les points de charge et de maintenance*

35

L'installation de bornes de recharge nécessitera de formation d'un personnel technique et de maintenance (voire tableau récapitulatif en annexe des métiers concernés et les formations supplémentaires requises en lien avec les technologies de charge)

■ *Actions proposées*

Dans le futur, le développement des bornes de recharge dépendra des directives de l'Europe prévues en mai 2011, concernant la normalisation de ces systèmes.

La réalisation d'une étude préalable plus poussée sur les habitudes de stationnement des conducteurs serait une étape incontournable pour identifier les points stratégiques d'installation des bornes et pour adapter leurs modèles aux besoins des habitants.

En effet, la possibilité de développer les bornes domestiques semblent limitées puisqu'elle implique de pouvoir brancher le véhicule à une prise de la maison. Il en va différemment pour les scooters électriques dont la batterie est transportable est peut donc être branchée à l'intérieur même du domicile.

La constitution d'un groupe de réflexion dans le cadre des activités du pôle de compétitivité Synerg'Île réunissant les représentants des constructeurs automobiles, constructeurs de bornes de charge, concessionnaires automobiles, cadres EDF – SEI, et responsables locaux et régionaux, permettrait de déterminer une solution optimale pour l'installation, la gestion (modes de paiement), et la maintenance des bornes sur les îles.

2.3.2 Les stations d'échange de batteries

Certaines entreprises ont développées un modèle de recharge des véhicules reposant sur le déploiement de stations d'échange de batteries. Entièrement robotisées, ces stations permettent d'échanger en quelques minutes une batterie vidée contre une autre pleine. Les batteries vides sont alors mises en charge pour être réutilisées une fois chargée.

Le développement de stations d'échange de batterie est un investissement très lourd qui est confronté à un problème d'importance, celui de la taille du marché.

De plus, ce type de modèle ne peut fonctionner qu'avec une contrainte de proximité. Dans le cadre de cette étude, il faudrait envisager le développement de 5 stations, une dans chaque commune des îles du Sud.

Le développement des stations d'échange de batteries suppose la mise en place d'un modèle ouvert permettant d'intégrer l'augmentation de la production des ENR au réseau. Le développement des bornes privés ou publiques de recharge n'est plus un pré-requis pour le fonctionnement de la voiture électrique.



2.4 La mise en œuvre d'une politique volontariste pour favoriser l'achat de véhicules électriques

Le prix des véhicules électriques reste le principal frein à son développement.

Dans ce contexte, les prérogatives de la Région Guadeloupe lui offre l'opportunité de mettre en place des mesures financières et fiscales attractives pour les consommateurs et favorable à l'accroissement de la demande.

Cette politique encouragerait à son échelle la stimulation d'un marché naissant capable de répondre en théorie aux enjeux énergétiques et environnementaux mondiaux qui sont d'autant plus problématique dans les îles.

2.4.1 Mesures financières et fiscales

L'une des principales difficultés au déploiement des véhicules reste son prix. Afin de faciliter le développement de ce marché, l'Etat français a mis en œuvre un certain nombre de mesures incitatives qui pourraient être renforcées par des mesures de la Région Guadeloupe.

Ces mesures financières et fiscales ont pour objectif de favoriser le développement d'un marché de masse et donc de faire baisser les prix de vente des véhicules électriques.

I Aide à l'achat nationale

Dans le cadre du Plan national pour les véhicules propres, lancé en 2009, l'Etat français a mis en place un super-bonus de 5 000 euros (géré par l'ASP) pour l'achat d'un véhicule électrique. Cette prime à l'achat ne peut pas excéder 20% du coût d'acquisition toute taxe comprise du véhicule.

Concernant les aides à l'achat de véhicules propres accordés par l'état, le ministre du budget François Baroin, a annoncé courant du mois de décembre 2010, que de nouvelles règles moins avantageuses s'appliqueraient en 2011. Ainsi, la suppression de la prime à la casse interviendra au 1er janvier 2011. Cependant, il semblerait que les aides concernant les Véhicules Electriques ne soient pas affectées et, bien que le décret officiel ne soit pas encore promulgué, la prime la 5000 € pour les voitures électriques serait maintenue³¹.

Pour l'heure les deux roues électriques ne bénéficient toujours pas d'aide à l'achat. Les acheteurs devront donc se rabattre sur d'autres aides qui peuvent être proposées à l'échelle régionale.

I Aides de la Région

Dans le contexte de cette étude, limitée aux îles du Sud, le développement de mesures financières ou fiscales en faveur des véhicules électriques semble impossible.

En effet, la mise en place de telles mesures ne pourrait pas se limiter aux îles du Sud. Elles présenteraient donc un risque majeur pour le bon fonctionnement du réseau électrique en faisant la promotion du véhicule électrique auprès de l'ensemble de la population guadeloupéenne.

Rappelons cependant que la Région Alsace a mis en place une aide financière à l'achat d'un véhicule particulier et que nombreuses Régions françaises ont décidé d'exonérer, en partie ou totalement, les frais de carte grise (uniquement la taxe régionale proportionnelle) des voitures propres, dont font partie les véhicules électriques.

2.4.2 La mise en place d'une stratégie de communication forte

Le développement des véhicules électriques dépendra également de la volonté des collectivités de mettre en œuvre une stratégie de communication valorisant :

- les enjeux énergétiques
 - limiter la dépendance énergétique de la Guadeloupe
 - favoriser le développement des ENR
- les enjeux environnementaux
 - promouvoir des technologies propres
 - promouvoir des technologies silencieuses

Cette campagne de communication doit être adressée aux habitants des îles du Sud mais également à la population touristique.

Elle pourrait reposer sur :

- des brochures d'information
- l'organisation de conférences notamment à l'occasion de la Fête de l'énergie (évolution des performances des batteries, évolution des performances des moteurs, évolution des prix...)

³¹ Bonus-malus automobile - Les nouvelles règles en 2011 (<http://www.avem.fr/news?id=1874>)



- l'organisation d'un stand d'essai notamment à l'occasion de la Fête de l'énergie
- des spots publicitaires touristiques

2.5 La création d'une filière batterie

2.5.1 Le développement d'un marché de seconde vie des batteries

On considère généralement que les batteries des véhicules électriques devront être changées lorsqu'elles n'auront plus que 80% de leur capacité de stockage initiale.

Plutôt que de jeter une batterie encore utilisable à 80% de ses capacités, une réflexion mondiale est entrain de naître sur la création d'un marché de seconde main. Le développement d'un tel marché serait susceptible de faire baisser significativement le prix des batteries des véhicules électriques dans un modèle d'affaire où la batterie n'est pas vendue avec la voiture mais louée et sa valeur résiduelle exploitée sur un marché de seconde main. En effet, une façon d'amortir le coût des batteries (incluant leur recyclage futur) pourrait être d'en prolonger l'utilisation en acceptant une diminution de leurs performances énergétiques.

Encore au stade de prémice en France, l'ADEME a ainsi lancé en septembre 2010 une consultation pour la réalisation d'une étude d'éclairage sur les pistes les plus prometteuses du point de vue technique, économique et environnementale pour une seconde utilisation des batteries des véhicules électriques.

Le manque de batterie Li-ion ayant déjà été utilisée, et dont le comportement pourrait être étudié, constitue un frein à l'identification des différentes applications de seconde main qui pourraient être développées. Certaines ont été envisagées.

Il pourrait s'agir par exemple:

- utilisation des batteries pour équiper des véhicules de petite puissance (scooter, voitures de golf...)
- utilisation des batteries pour le stockage de l'énergie

La Guadeloupe pourrait soutenir le développement d'une filière industrielle liée à la « transformation » des batteries usagées pour un usage de seconde vie. Le développement de projets liés à la seconde vie des batteries permettrait à la Guadeloupe de bénéficier du soutien du Gouvernement et de l'Europe pour concurrencer les Etats-Unis très en avance sur ce sujet.

Ce type de projet représente un intérêt non négligeable pour la Guadeloupe notamment dans la mesure où le développement des énergies renouvelables intermittentes reposera sur le développement des capacités de stockage.



2.5.2 La Création d'une filière de recyclage

Quatre grandes technologies sont aujourd'hui utilisées pour les batteries de véhicules électriques :

- le plomb (Pb),
- le nickel-cadmium (NiCad),
- le nickel métal hydrure (NiMH)
- le lithium.

Trois d'entre elles, déjà matures (plomb, nickel-cadmium et nickel métal hydrure), disposent de filières de recyclage maîtrisées (pour le NiCad et le NiMH le coût du recyclage est compris dans le prix des batteries) et même rentable dans le cas du plomb. Ce n'est pas encore le cas des batteries au lithium – la technologie d'avenir – dont l'industrialisation est prévue à partir de la fin 2010.

Pour les packs batteries de traction des véhicules électriques et hybrides rechargeables les métaux à récupérer (manganèse, nickel, fer, cuivre, aluminium) sont de faible valeur. La rentabilité de la filière est donc encore difficile à trouver.

Pour préserver les ressources en matières premières comme pour faire baisser le coût de fabrication des batteries, le développement du recyclage des batteries au lithium apparaît aujourd'hui un enjeu majeur pour le développement des véhicules électriques.

Il a dès à présent été pris en compte dans les stratégies nationales pour encourager la mobilité électrique.

2.5.3 Les aides disponibles pour le développement d'une filière batterie

En France, le Grenelle de l'Environnement a prévu d'allouer une enveloppe de 250 millions d'euros à l'action « tri et valorisation des déchets, dépollution, éco conception de produits », dont pourrait bénéficier la recherche autour de la fin de vie des batteries et les projets liés à la réutilisation des batteries

La « stratégie européenne pour des véhicules propres et économes en énergie », rendue publique le 26 avril 2010 par la Commission européenne, souhaite quant à elle « encourager des programmes de recherche européens sur le recyclage et la réutilisation des batteries ».

2.6 Les enjeux de la mise en œuvre du scénario véhicule électrique

Si les performances des véhicules électriques et notamment des batteries ainsi que leur prix peuvent constituer à court terme un frein à la mise en place de ce scénario il faut cependant rappeler qu'à moyen et long terme ces technologies vont bénéficier de :

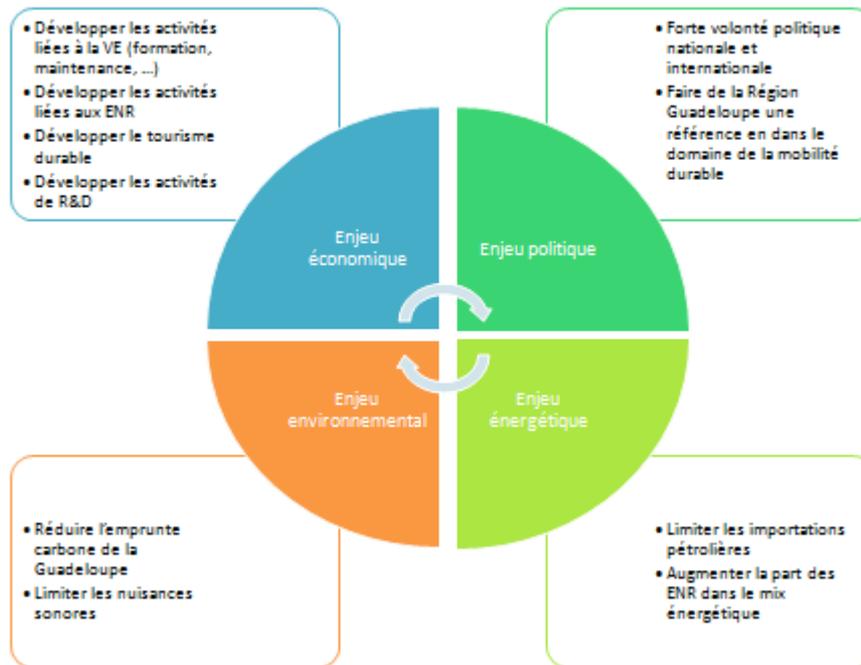
- Elargissement des gammes de véhicules
- Amélioration de l'autonomie des batteries



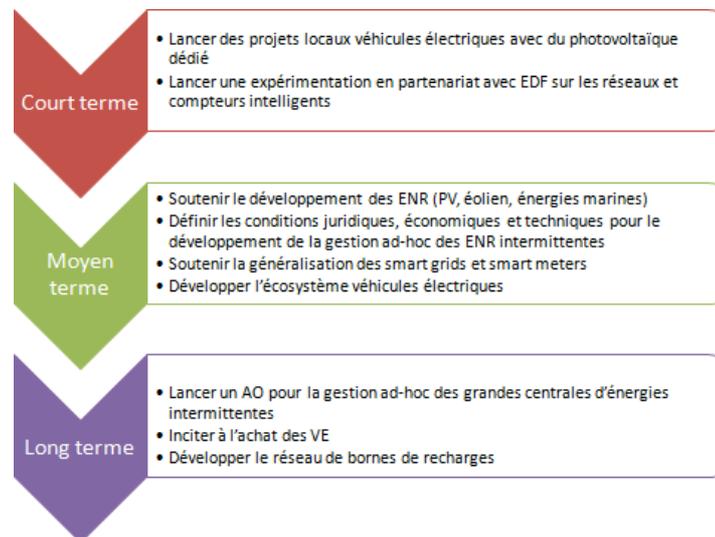
- Baisse des prix des batteries (jusqu'à 30% à court ou moyen terme, jusqu'à 60% à long terme)

Les modèles économiques liés au développement des énergies renouvelables pourraient constituer un obstacle plus contraignant en raison du coût des infrastructures et des délais de mise en œuvre.

Malgré ces obstacles, l'Etat, la Région et les communes devront porter une attention particulière à l'ensemble des bénéfices de ce scénario :



La réalisation d'un tel scénario devra reposer sur la mise en œuvre d'une stratégie à long, moyen et court terme. Son succès reposera sur une véritable volonté politique et l'implication de tous les acteurs :



2.7 Le scénario véhicules électriques dans les îles du Sud

Le marché des véhicules électriques se lancera dès 2011. En l'absence de réglementation au niveau nationale et en Guadeloupe sur l'interdiction de brancher son véhicule électrique sur le réseau classique, n'importe quel guadeloupéen pourra acheter un véhicule électrique et le brancher sur secteur.

La mise en place de projets de développement des voitures électriques permettrait de répondre à court terme aux préoccupations des îles du Sud liées à :

- La limitation des nuisances sonores
- La valorisation du tourisme durable

Dans une première étape, les acteurs du tourisme et les collectivités pourraient être les premiers à développer les véhicules électriques.

Aujourd'hui, il n'existe pas de réseau différencié permettant de consommer sur l'île l'énergie produite sur l'île. Si une telle solution existait à ce stade, cela pèserait dangereusement sur le réseau guadeloupéen.

Dans ce contexte, il n'y a pas lieu de faire intervenir la puissance publique sauf s'il est envisageable de développer des installations ou des abris photovoltaïque dédiés, équipés de moyen de stockage.

Divers acteurs proposent ce type d'équipement clé en main pour équiper une maison, une entreprise ou un abri dédié. Certains proposent également des concepts de stations de recharge reposant sur de l'énergie photovoltaïque dédiée.

Dans une première étape, et à titre d'expérimentation, les efforts de la puissance publique pour le développement des véhicules électriques pourraient se concentrer sur :

- les activités touristiques
- les flottes des collectivités locales

Ces initiatives seraient l'occasion de tester en condition réelles le bon fonctionnement des véhicules électriques sur les îles du Sud, notamment en termes de résistance de la batterie. Elles permettraient également à terme, de familiariser la population locale aux véhicules électriques.

A plus long terme, les développements techniques des véhicules électriques devraient permettre de répondre à des usages de plus en plus exigeants. La baisse des prix pourrait renforcer l'attractivité de ces véhicules auprès des particuliers.

Le déploiement plus massif des véhicules électriques sur les îles des Sud mais également sur la Guadeloupe continentale risque de peser dangereusement sur la pérennité du réseau électrique guadeloupéen.

Dans ce contexte, il est indispensable que les collectivités s'investissent dès aujourd'hui au côté de EDF et de Synergil (CapEnergies) afin de lancer de nouveaux modèles de gestion des énergies renouvelables intermittentes en s'appuyant sur :

- des moyens de stockage
- des logiciels de prédictibilité



- des réseaux et des compteurs intelligents,
Dans le but de pouvoir répondre à l'accroissement de la demande en électricité induit par le développement des véhicules électriques.



3 Scénario 2: véhicules hybrides

Les véhicules hybrides sont à ce jour les grands gagnants du développement de la « conscience verte » chez les particuliers. Seule la technologie « full-hybrid » est cependant à même de répondre à des objectifs environnementaux et énergétiques ambitieux.

Les bénéfices environnementaux sont limités à la conduite urbaine et souffrent encore des capacités limitées des batteries. Au vu des conditions topographiques des îles les bénéfices environnementaux pourraient être quelques peu amoindris.

Comme vu lors du rapport de phase 2, la prochaine génération de véhicules hybrides sera rechargeable et donc confrontée aux mêmes contraintes que les véhicules électriques.

Cependant dans une stratégie court terme, le véhicule hybride pourrait être une véritable opportunité pour préparer les conducteurs à l'arrivée du véhicule électrique. En effet, les caractéristiques techniques des véhicules hybrides pourraient leur permettre de s'adapter à un mode de conduite plus « souple ».

Le véhicule hybride représente également une occasion pour la Guadeloupe de développer l'écosystème lié aux composants électriques.

Les gammes de véhicules hybrides correspondent peu à l'usage des îles du Sud. Les pick-up ou les utilitaires sont quasiment inexistantes, mais l'arrivée sur le marché dès 2011 de nouveaux véhicules permettra de compléter la gamme des moyens véhicules très peu développée jusqu'à présent.

Avec le nouveau barème du bonus écologique, en vigueur à partir du 1er janvier 2011, les voitures hybrides conserveront le bonus de 2000 euros si leurs émissions de CO₂ sont inférieures à 110 g/km (contre 135 g/km actuellement). Cette aide permettra de compenser en partie le surcoût à l'achat d'environ 5 000 euros pour la technologie full-hybrid.

Le scénario hybride doit être analysé à court terme comme faisant partie d'une stratégie globale pour le développement du véhicule électrique. Il semble cependant impossible de le limiter aux îles du Sud puisque les technologies hybrides sont déjà en vente sur le marché guadeloupéen.

La promotion de ce type de véhicule en Guadeloupe devra faire l'objet d'une véritable volonté politique reposant sur :

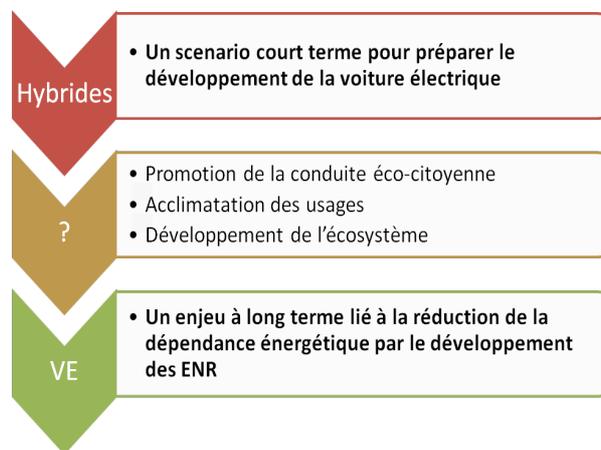
- La mise en place d'une stratégie de communication pouvant reposer sur la promotion d'une conduite durable via :
 - Réalisation de plaquettes d'information
 - Organisation de journées d'information, notamment dans le cadre de La Fête de l'Énergie



- Le développement de l'écosystème propre aux moteurs électriques
 - Création de nouvelles filières de formation
 - Soutien au développement de nouvelles activités de service
 - Promotion de nouveaux axes de recherche

- Le développement d'outils incitatifs complémentaires tels que :
 - Aide financière à l'achat
 - Exonération des frais de carte grise

La réalisation de ce scénario pourrait être considérée comme un préalable nécessaire aux évolutions du marché de l'automobile qui tendent vers le développement des véhicules hybrides rechargeables et des véhicules électriques.



4 Scénario 3: les carburants alternatifs

Le développement des véhicules flex-fuel (avec éthanol carburant), GPL, GNV n'est pas vraiment généralisé en France. L'offre des constructeurs reste très marginale.

Concernant les véhicules flex-fuel, une étude de la Région³² avait mis en avant l'attitude attentiste des importateurs de véhicules qui ne « ne seront visiblement pas les promoteurs de la vente de ce type de véhicules sans une demande manifeste de la clientèle ». Il est cependant important de rappeler l'existence sur le marché de kit flex-fuel permettant d'adapter un véhicule existant pour lui permettre de rouler au superéthanol (à partir de 65% d'éthanol). A noter également que la maintenance de ce type de véhicules ne présentent aucun point de complexité particulier.

Comme vu dans le rapport 2, l'opportunité de développement des voitures flexibles (avec bio-éthanol) doit être envisagée dans sa globalité. En effet, si les émissions de CO2 des véhicules flexibles sont peu convaincantes du moteur à la roue, il en va différemment du champ à la roue. La culture de la canne à sucre représente une activité importante pour l'économie de la Guadeloupe. La mélasse, résidu lié à la transformation de la canne à sucre et dont les excédents sont généralement revendus sur le marché mondial présente un intérêt particulier pour la production de l'éthanol carburant. Face à cette opportunité de valoriser un produit local et de limiter les importations de carburant, il conviendra d'étudier les possibilités de développer une filière éthanol carburant en Guadeloupe.

Les véhicules GNV ne présentent qu'un attrait écologique et énergétique limité. Cependant la création d'une filière de traitement des déchets pourrait être une piste de développement pour les véhicules GNV. En effet, la mise en place d'une telle filière permettrait de réaliser un véritable bénéfice écologique, par la réduction des émissions carbonees et la valorisation des déchets, et énergétique en permettant la consommation de carburant local. A l'instar de la réflexion sur les véhicules flexibles, il conviendra d'étudier dans ce scénario les possibilités de développer une filière de production locale à l'échelle de la Guadeloupe.

A l'instar des véhicules GNV, les véhicules GPL ne présentent qu'un attrait écologique et énergétique limité. L'utilisation de ce type de véhicule ne peut se généraliser que par le développement de la filière d'importation du GPL carburant et par sa distribution sur les îles du Sud.

³² Etude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol comme carburant en Guadeloupe, 2008, Région Guadeloupe, ADEME



4.1 Le développement d'une filière éthanol carburant

Si la France a décidé en 2004 de relancer les filières de production de biocarburants afin d'atteindre les objectifs fixés par la Commission Européenne d'incorporer au moins 2 % d'éthanol dans l'essence et 2 % de diesters dans le gasoil, elle atteignait difficilement les 0,7% en 2008. En ce qui concerne la Guadeloupe, l'éthanol n'est pas incorporé dans l'essence.

Selon l'étude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol comme carburant en Guadeloupe, réalisée en 2008 à l'initiative de la Région Guadeloupe de l'Ademe, l'E85 apparaît comme une solution permettant de répondre à court terme aux enjeux environnementaux significatifs liés à l'utilisation d'essence : changement climatique et consommation d'énergie non renouvelable.

Il faut cependant noter que l'application de la norme EN 228 sur la volatilité des carburants pour les moteurs essences conduira à commercialiser en Guadeloupe au titre du superéthanol un mélange à 75% d'éthanol.

Si l'éthanol Guadeloupéen ressort comme ayant aussi un bénéfice environnemental, celui-ci est moins significatif qu'au Brésil, notamment en raison des différences liées au contexte de production et aux rendements (l'éthanol Guadeloupéen est produit à partir d'un résidu de la fabrication du sucre (la mélasse), alors que l'éthanol Brésilien est produit directement à partir du jus de canne), la filière éthanol Guadeloupéen apparaît comme une voie intéressante de valorisation de certains résidus issus de la fabrication du sucre.

4.1.1 La production d'éthanol en Guadeloupe

Selon les résultats de l'étude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol comme carburant en Guadeloupe, réalisée en 2008 à l'initiative de la Région Guadeloupe et de l'Ademe, la production d'éthanol proviendrait à court terme de la transformation de la mélasse disponible après la production de rhum. Avec une surface plantée en Canne de 14 000 hectares, dont 2 500 hectares à Marie Galante, la Guadeloupe produit en moyenne 30 000 tonnes de mélasses par an. Après la production du rhum, un excédent de 15 000 tonnes de mélasse, dont 5 000 tonnes sur Marie-Galante reste disponible.

Selon les estimations réalisées dans le cadre de l'étude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol comme carburant en Guadeloupe :

- Dans un scénario basé sur la situation 2006, les 15 000 t de mélasse disponibles à l'échelle de la Guadeloupe permettrait de produire 77 870 litres d'éthanol (77,87 m³).
- Dans un scénario basé sur une estimation haute de la production de mélasse, la totalité des excédents de mélasse disponible en Guadeloupe permettrait de produire 1 193 900 litres d'éthanol.

Ce véritable potentiel de production d'éthanol carburant, estimé entre 2.600 à 4.000 tonnes par an, permettrait de couvrir entre 3% et 4% de la consommation annuelle de carburants pour automobiles (essence) en Guadeloupe.



Soit, une flotte pouvant aller de 3 400 (scénario 2006) à 5 200 véhicules (scénario haut).

A noter cependant que le renouvellement des flottes de véhicules flex-fuel avec notamment leur mise en vente sur le marché de l'occasion pose un sérieux problème. En effet, en raison des difficultés politiques liées au développement d'une filière d'importation (la filière éthanol du Brésil représente un concurrent très dangereux pour la filière éthanol européenne), la Guadeloupe ne serait pas en mesure de répondre à l'augmentation de la demande en éthanol.

Il faut rappeler qu'actuellement, le seul établissement équipé pour produire de l'alcool est la SIS. La production d'éthanol carburant dépendra cependant de sa capacité à produire de l'alcool anhydre (la réglementation française fixe à 3% la teneur maximale en eau du carburant mélangé à l'essence) en s'équipant de moyens de déshydratation (des tamis moléculaires chargés de zéolithes qui retiennent l'eau et sont régénérés par chauffage). Les estimations budgétaires de l'investissement nécessaire sur le marché européen situent son coût à près de 3 millions d'euros pour le dimensionnement nécessaire à la SIS.

La capacité de distillation des colonnes de la SIS permettrait de valoriser la totalité de l'excédent de mélasse disponible en Guadeloupe.

L'éthanol produit pourrait être stocké et incorporé à l'essence au dépôt de la SARA. Dans les conditions actuelles, la SARA n'est pas autorisée à stocker de l'alcool anhydre ni d'E75 sur son site. Il sera donc probablement nécessaire d'effectuer une demande de modification de l'arrêté d'autorisation d'exploiter les installations de la SARA.

4.1.2 La consommation d'éthanol carburant en Guadeloupe

Afin de promouvoir les véhicules flex-fuel et la consommation de E75, il faut garantir que l'utilisateur final que le prix au kilomètre en roulant à l'E75 ne soit pas plus élevé que le prix au kilomètre en roulant avec de l'essence.

Le pouvoir calorifique de l'éthanol carburant étant moins élevé au litre que celui des carburants traditionnels, son utilisation génère une surconsommation en E85 (carburant composé de 85% d'éthanol et 15% d'essence) estimée aux alentours de 25%, à performances égales.

En Guadeloupe la Taxe Spéciale sur les Carburants (équivalent de la TIPP en France métropolitaine) est fixée par le Conseil Régional.

Selon les estimations réalisées dans le cadre de l'étude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol comme carburant en Guadeloupe, la production locale d'éthanol à base des mélasses excédentaires et sa commercialisation sous forme d'E85 suppose un effort fiscal de 1.015.366 € par an avec une incitation de baisse de 5% du prix du Km parcouru par rapport à l'essence. Si on se place en hypothèse haute d'augmentation de la production de canne cet effort fiscal passe à 1.557.016 € par an.



4.1.3 Les véhicules flex-fuel dans les îles du Sud

Le développement des véhicules flex-fuel sur les îles du Sud est conditionné par la mise en œuvre d'une filière éthanol à l'échelle de la Région Guadeloupe.

Cependant certaines difficultés persistent. Il s'agit notamment de :

- L'effort fiscal, non négligeable pour la Région, que suppose la mise en place de cette filière,
- La capacité de la Région à limiter la taille du parc dédié afin de pouvoir répondre à la demande en éthanol.

A l'échelle des îles du Sud, le développement de ces véhicules implique pour les conducteurs de pouvoir accéder facilement à une station service distribuant de l'E75.

Si cette condition ne semble pas poser de difficulté particulière pour les îles de la Désirade et de Marie-Galante, il en va différemment pour les Saintes.

4.2 La valorisation des déchets pour la production de biométhane carburant

D'après le plan départemental d'élimination des déchets ménagés et assimilés (PDEDMA) de la Guadeloupe réalisé par le Conseil Général de Guadeloupe en 2008, le traitement par méthanisation des déchets est une solution intéressante permettant une valorisation énergétique (biogaz).

Au vu de la nécessité absolue pour la Guadeloupe de minimiser les quantités de déchets ultimes à enfouir en Centre de Stockage de Déchets Non Dangereux, et après l'analyse de nombreux éléments techniques, environnementaux, réglementaires et socio-économiques, le PDEDMA prévoit de développer en priorité des unités de traitement mécano-biologique pour la valorisation organique des déchets.

A noter que l'organisation de la valorisation des déchets organiques est intéressante car les installations s'avèrent d'un fonctionnement assez souple et efficace. La valorisation des déchets organiques par compostage est possible sans limite de taille minimum des installations. Pour la méthanisation, le seuil technico-économique acceptable se situe autour de 20 000 t/an.

Le PDEDMA ne prévoyait pas de doter les îles du Sud de centres de traitements des déchets, trop petites pour justifier de tels coûts d'infrastructures.

De nouveaux projets de valorisation organique des déchets pouvant aboutir à la production d'énergie sous la forme de biogaz devraient voir le jour d'ici à 2012 en Guadeloupe. Il s'agit, notamment de Sainte-Rose et de Gabar'belle qui seront dotées d'unité de valorisation organique par méthanisation.



Malgré ces évolutions, le développement d'une filière biogaz carburant n'offre pas d'opportunité particulière à l'échelle des îles du Sud. D'autres usages pourraient cependant être développés tels que l'alimentation des transports en commun sur la Guadeloupe continentale, des véhicules utilisés sur les centres de stockage...

Une étude sur la faisabilité pour le développement d'une filière biogaz carburant pourrait être menée afin d'évaluer notamment:

- Le potentiel de production du biogaz carburant,
- Les investissements nécessaires à l'équipement des centres de traitements,
- Les efforts fiscaux nécessaires à la promotion de ce type de carburant,
- Les conditions de stockage et de distribution sur la Guadeloupe.



4.3 Le développement de la filière GPL carburant sur les îles du Sud

Le GPL est majoritairement distribué sous la forme de bouteille en Guadeloupe. Seules deux stations situées sur la Guadeloupe continentale distribuent du GPL carburant à la pompe.

Le développement des véhicules GPL sur les îles du Sud sera conditionné par le développement du réseau de distribution du GPL carburant dans les stations services des îles du Sud. Si cette condition ne semble pas poser de difficulté particulière pour les îles de la Désirade et de Marie-Galante, il en va différemment pour les Saintes.

4.4 Le Scénario carburants alternatifs dans les îles du Sud

Le développement des carburants alternatifs en Guadeloupe passera nécessairement par la volonté de la Région de développer les filières de production locales et par la volonté des acteurs de développer les filières de distribution.

Dans le contexte actuel, le scénario éthanol carburant est celui qui offre les plus grandes opportunités pour valoriser la production locale de canne à sucre. Sans bouleverser l'économie de la canne, le développement de cette nouvelle activité permettrait de limiter les importations de pétrole et d'apporter à court terme des solutions à des enjeux environnementaux significatifs.

Les difficultés liées au coût de défiscalisation pour soutenir ce type de carburant et à la maîtrise du parc de véhicules flex-fuel constituent cependant des obstacles non négligeables.

A l'échelle des îles du Sud, la puissance publique ne dispose d'aucun moyen d'action.

5 Annexes

5.1 Développement de l'écosystème nécessaire au déploiement de la voiture électrique

Le déploiement de véhicules électriques supposera la création en amont de filières spécialisée. Les agents techniques et commerciaux devront être formés, à chaque niveau, dans des centres compétents. Les spécificités de la filière, qui relève du domaine de l'électricité basse tension (de 120 à 750 volts), devront être définies par le guide rédigé par l'organisme national de normalisation du domaine électrotechnique, l'union technique de l'électricité (UTE), lequel est dédié aux interventions sur les véhicules électriques et hybrides (UTE C 18-550).

En matière de réglementation, quatre décrets, dont trois sont parus au Journal officiel en septembre 2010, vont abroger, en 2011, la réglementation de 1988 qui encadre la sécurité des salariés de maintenance automobile face aux risques électriques³³.

Figure 22 – Les métiers et activités concernés par le développement des véhicules électriques³⁴

Activité	Métiers	Compétences / besoins en terme de formation
Vente de véhicules	- Préparateurs - Métiers de la force de vente : Chef de vente Conseiller commerciaux Conseiller en financement	- Vente de nouveaux véhicules électriques - Vente de nouveaux services de mobilité - Nouveaux outils pour la vente de véhicules et/ou de services (technologie de l'information et de la communication) - professionnalisation dans le domaine des négociations avec les collectivités locales (VE)
Location de véhicules	Préparateurs Chef d'agence Agents comptoirs	- Vente de nouveaux services de mobilité (co-location, autopartage, covoiturage)
Distribution de carburant / bornes de recharge	Chef de station Employé de station service	- Location/recharge de batteries pour le véhicule électrique
Infrastructures de charge électrique	Electriciens	- Equipement des habitations en prises électriques dans les garages, équipement des lieux publics - Conception et réalisation d'infrastructures de charge - Maintenance des infrastructures de charge
Entretien / réparation	Opérateur de services rapides Mécanicien de maintenance automobile/VI Technicien/ Electrotechnicien Electricien Réceptionnaire AV Chef AV Artisans MRA	Maintenance des batteries pour le Véhicules Electriques - Maintenance des nouvelles technologies émergentes dans les véhicules (hybridation, électronique embarquée, systèmes d'assistance à la conduite) -Des véhicules avec des entretiens de base de plus en plus espacés, et plus fiables ; cependant des pannes complexes – Les métiers les moins qualifiés, axés sur l'entretien de base, seront touchés - Métier électricien et diagnosticien automobile en progression / élévation du niveau de compétences

³³ Becherra, E., Argusautopro (septembre 2010): *Maintenance des véhicules électriques: la formation rendue obligatoire.*

³⁴ Source: Plan de mobilisation nationale sur les métiers liés à la croissance verte, Comité de filière automobile (décembre 2009)



		-renforcement des besoins en compétences dans le diagnostic et l'entretien des systèmes complexes (diplôme d'ingénieur récemment créé par la banche) -besoins en FC pour permettre aux salariés d'accompagner les évolutions technologiques
Stationnement	Agent d'exploitation de stationnement Responsable d'exploitation de stationnement	- Gestionnaire de véhicules en libre service (autopartage, vélo) - Technologie de l'information et de la communication (réservation) - Recharge de batteries pour le véhicule électrique
Contrôle technique	Contrôleur technique Chef de centre	- Nouveaux points de contrôle pour le Véhicules Electriques (10 ans) - Conseil en éco-conduite
Démolition et recyclage	Démonteur automobile Agent de sécurité qualité en démontage automobile	- Augmentation de l'activité de recyclage liée aux nouvelles normes (collecte, stockage, recyclage, valorisation des déchets) - Recyclage des batteries Véhicules Electriques (15 ans)

