

N° 131

SÉNAT

SESSION ORDINAIRE DE 2015-2016

Enregistré à la Présidence du Sénat le 3 novembre 2015

RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable (1) et de la délégation sénatoriale à l'outre-mer (2), en conclusion des travaux du groupe de travail (3) commun sur la situation des outre-mer confrontés aux dérèglements climatiques,

Par MM. Jérôme BIGNON et Jacques CORNANO,

Sénateurs.

(1) *Cette commission est composée de :* M. Hervé Maurey, *président* ; MM. Guillaume Arnell, Pierre Camani, Gérard Cornu, Ronan Dantec, Mme Évelyne Didier, M. Jean-Jacques Filleul, Mme Odette Herviaux, MM. Louis Nègre, Rémy Pointereau, Charles Revet, *vice-présidents* ; Mme Natacha Bouchart, MM. Jean-François Longeot, Gérard Miquel, *secrétaires* ; MM. Claude Bérít-Débat, Jérôme Bignon, Mme Annick Billon, M. Jean Bizet, Mme Nicole Bonnefoy, MM. Patrick Chaize, Jacques Cornano, Michel Fontaine, Alain Fouché, Benoît Huré, Mme Chantal Jouanno, MM. Jean-Claude Leroy, Philippe Madrelle, Didier Mandelli, Jean-François Mayet, Pierre Médevielle, Louis-Jean de Nicolaÿ, Cyril Pellevat, Hervé Poher, David Rachline, Michel Raison, Jean-Yves Roux, Mme Nelly Tocqueville, MM. Michel Vaspert, Paul Vergès.

(2) *Cette délégation est composée de :* M. Michel Magras, *président* ; Mme Aline Archimbaud, M. Guillaume Arnell, Mmes Éliane Assassi, Karine Claireaux, MM. Éric Doligé, Michel Fontaine, Pierre Frogier, Joël Guerriau, Antoine Karam, Thani Mohamed Soilihi, *vice-présidents* ; M. Jérôme Bignon, Mme Odette Herviaux, MM. Robert Laufoaulu, Gilbert Roger, *secrétaires* ; MM. Maurice Antiste, Jean Bizet, Mme Agnès Canayer, MM. Joseph Castelli, Jacques Cornano, Mathieu Darnaud, Félix Desplan, Jean-Paul Fournier, Jean-Marc Gabouty, Jacques Gillot, Daniel Gremillet, Mme Gisèle Jourda, MM. Serge Larcher, Nuihou Laurey, Jean-François Longeot, Vivette Lopez, Jeanny Lorgeoux, Georges Patient, Mme Catherine Procaccia, MM. Stéphane Ravier, Charles Revet, Didier Robert, Abdourahamane Soilihi, Mme Lana Tetuani, MM. Hilarion Vendegou, Paul Vergès, Michel Vergoz.

(3) *Ce groupe de travail est composé de :* MM. Michel Magras, Hervé Maurey, *présidents* ; MM. Jérôme Bignon, Jacques Cornano, *rapporteurs* ; M. Maurice Antiste, Mme Aline Archimbaud, M. Guillaume Arnell, Mme Karine Claireaux, MM. Michel Fontaine, Alain Fouché, Mme Odette Herviaux, MM. Robert Laufoaulu, Thani Mohamed Soilihi, Charles Revet, Mme Lana Tetuanui, M. Paul Vergès.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
I. LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU ET L'ASSAINISSEMENT	11
A. LA FRAGILITÉ DES EAUX ULTRAMARINES STIMULE DES MODES DE PRODUCTION INNOVANTS.....	11
1. <i>Connaître les ressources en eau et comprendre leur évolution sous l'effet du changement climatique.....</i>	<i>11</i>
2. <i>Accroître la production sans compromettre la ressource</i>	<i>13</i>
3. <i>Adapter les politiques territoriales de l'eau.....</i>	<i>15</i>
a) <i>L'expérience marie-galantaise en Guadeloupe.....</i>	<i>15</i>
b) <i>Le modèle de Bora Bora en Polynésie française</i>	<i>16</i>
c) <i>La régie de Saint-Pierre (St-Pierre-et-Miquelon)</i>	<i>17</i>
B. RÉALISATIONS ET PROJETS.....	18
1. <i>La création d'un réseau international pour la gestion de l'eau sur le plateau des Guyanes (Guyane).....</i>	<i>18</i>
2. <i>Le réservoir d'Ouaboué (Nouvelle-Calédonie).....</i>	<i>18</i>
3. <i>L'assainissement des eaux usées par filtration sur roseaux (Martinique)</i>	<i>19</i>
4. <i>La station d'eau potable de Matiti (Guyane).....</i>	<i>20</i>
5. <i>Osmosun : le couplage de l'énergie solaire et du dessalement (Polynésie française)</i>	<i>21</i>
6. <i>Le couplage de l'incinération des déchets et du dessalement (St-Barthélemy)</i>	<i>21</i>
II. LA DÉFINITION D'UN MODÈLE AGRICOLE ROBUSTE ET RÉSILIENT	23
A. VERS UNE AGRICULTURE CLIMATO-INTELLIGENTE CONJUGUANT LOGIQUES D'ADAPTATION ET D'ATTÉNUATION.....	23
1. <i>Agriculture et élevage, acteurs et victimes du changement climatique</i>	<i>23</i>
2. <i>De la recherche à la transformation des pratiques et des habitudes.....</i>	<i>26</i>
3. <i>L'outre-mer, interface entre le Nord et le Sud.....</i>	<i>29</i>
B. RÉALISATIONS ET PROJETS.....	31
1. <i>Les jardins créoles : l'exemple de Marie-Galante.....</i>	<i>31</i>
2. <i>La réintroduction d'anciennes variétés de cultures (indigo et pois) en Guadeloupe</i>	<i>32</i>
3. <i>La protection des abeilles sauvages : le projet Terre de pollinisateurs</i>	<i>33</i>
4. <i>Le couplage du photovoltaïque et de l'agriculture : le projet Bardzour</i>	<i>34</i>
5. <i>Les centres de ressources biologiques Inra-Cirad</i>	<i>35</i>
III. LA PRÉSERVATION ET LA MISE EN VALEUR DES BIODIVERSITÉS ULTRAMARINES	37
A. LA BIODIVERSITÉ ULTRAMARINE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : DES ÉCOSYSTÈMES SOUS PRESSION À PROTÉGER ET À VALORISER	37
1. <i>La biodiversité ultramarine : une richesse sans équivalent</i>	<i>37</i>
2. <i>Une pression sur les écosystèmes lourdement accentuée par le changement climatique.....</i>	<i>38</i>
3. <i>Un enjeu de préservation et de protection.....</i>	<i>39</i>
4. <i>Une nouvelle vision dynamique de la biodiversité : la valorisation</i>	<i>39</i>

B. RÉALISATIONS ET PROJETS	40
1. <i>Programme de conservation des espèces marines emblématiques en Polynésie française</i>	40
2. <i>Recherche étiologique des maladies associées aux mortalités massives des poissons de la Côte Ouest de La Réunion dans le contexte du changement climatique</i>	41
3. <i>Développement de la filière des oléagineux sur la base expérimentale du concept Galbas en Guadeloupe</i>	42
4. <i>Projet d'Institut caribéen de la biodiversité insulaire à Saint-Martin</i>	42
5. <i>Restauration des écosystèmes marins en Guadeloupe et à Saint-Barthélemy</i>	43
 IV. LA PROMOTION D'UNE GRANDE DIVERSITÉ D'ÉNERGIES RENOUVELABLES	45
A. LES OUTRE-MER, À L'AVANT-GARDE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE	45
1. <i>Des difficultés liées aux problématiques spécifiques des outre-mer</i>	45
2. <i>De fortes potentialités dans le domaine des énergies renouvelables, soutenues par la loi sur la transition énergétique</i>	45
a) <i>L'énergie photovoltaïque</i>	46
b) <i>L'énergie éolienne</i>	47
c) <i>Les énergies marines</i>	47
d) <i>La biomasse-énergie</i>	47
e) <i>L'énergie géothermique</i>	47
f) <i>L'énergie hydraulique</i>	48
 B. RÉALISATIONS ET PROJETS	50
1. <i>Valorisation de l'énergie fatale issue des fumées d'échappement des moteurs de production thermiques par un cycle ORC (Organic Rankine Cycle) à Mayotte</i>	50
2. <i>SWAC (Sea water air conditioning) du Centre hospitalier de Polynésie française</i>	51
3. <i>Valorisation de la biomasse et de la bagasse en Guadeloupe</i>	53
4. <i>Le projet d'énergie thermique de la mer en Martinique</i>	54
 V. LA PRÉVENTION DES RISQUES ET LA PROTECTION DU LITTORAL	55
A. LA PRÉVENTION DES RISQUES DANS LES OUTRE-MER : UNE QUESTION DE SURVIE	55
1. <i>Les outre-mer en première ligne face aux nouveaux risques climatiques</i>	55
a) <i>La multiplication d'événements climatiques extrêmes</i>	55
b) <i>Une vulnérabilité plus grande aux risques littoraux</i>	56
c) <i>L'apparition de risques émergents</i>	57
2. <i>La nécessité d'une nouvelle approche préventive intégrée</i>	58
a) <i>Prévention et gestion des crises</i>	58
b) <i>Aménagement des littoraux et gestion des côtes</i>	59
c) <i>Des politiques d'adaptation face à l'émergence des nouveaux risques liés au changement climatique</i>	60
 B. RÉALISATIONS ET PROJETS	62
1. <i>Cartographie du risque de submersion marine consécutive au passage d'un cyclone à Mayotte</i>	62
2. <i>Création de l'Observatoire de la dynamique côtière et colloque international sur les écosystèmes côtiers en Guyane</i>	63
3. <i>Wallis-et-Futuna : le projet LITTOFORT</i>	64

VI. LA SENSIBILISATION ET L'ÉDUCATION DU PUBLIC.....	67
A. LA CONNAISSANCE ET L'INFORMATION, PRÉMISSSES INCONTOURNABLES À L'ACTION FACE AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	67
1. <i>Connaître pour mieux éduquer.....</i>	67
2. <i>Sensibiliser pour mieux protéger.....</i>	70
B. RÉALISATIONS ET PROJETS.....	73
1. <i>Feuille de route « Érosion » à Mayotte</i>	73
2. <i>Campagne de communication sur la maîtrise de la demande en énergie et mise en place d'un Espace Info énergie en Polynésie française</i>	74
3. <i>Réseau d'Aires marines éducatives en Polynésie française</i>	75
EXAMEN EN RÉUNION PLÉNIÈRE	77
LISTE DES DÉPLACEMENTS.....	91
LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES	93
LISTE DES DOCUMENTS PRÉSENTÉS SUR LE DVD JOINT.....	95

Mesdames, Messieurs,

Présente, grâce à ses outre-mer, sur tous les océans et sous toutes les latitudes, la France dispose d'une situation originale et privilégiée tant pour observer des évolutions climatiques que pour concevoir et expérimenter, avant d'en promouvoir la transposition, des solutions contribuant à atténuer la virulence et l'ampleur des dérèglements et permettant aux territoires de s'adapter.

Avec, dans l'arc Antillais, deux départements insulaires, la Guadeloupe et la Martinique, et deux collectivités, Saint-Barthélemy et Saint-Martin, un département continental amazonien d'une superficie équivalente à celle du Portugal, la Guyane, et une autre collectivité d'outre-mer en position septentrionale, Saint-Pierre-et-Miquelon, notre pays figure en de nombreux points de l'Atlantique nord. Les départements de La Réunion et de Mayotte dans l'océan Indien, les collectivités de la Polynésie française et de Wallis-et-Futuna ainsi que la Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique sud viennent compléter le tour du monde des terres françaises habitées. Mais il convient d'ajouter à cet ensemble nombre d'îles et d'îlots inhabités, qui élargissent encore l'étendue et la diversité du territoire maritime de la France tout en constituant autant de positions stratégiques et de postes d'observation scientifique : nous pouvons citer l'îlot de Clipperton dans le Pacifique nord, administrativement rattaché à la Polynésie française, mais également les îles constituant le territoire d'outre-mer des Terres australes et antarctiques françaises (T.A.A.F.) comprenant les Îles Éparses dans l'océan Indien¹ et les îles subantarctiques d'Amsterdam et Saint-Paul, Crozet et Kerguelen.

¹ Ces îles sont situées autour de Madagascar, dans le canal du Mozambique à l'exception de l'île de Tromelin. Il s'agit d'Europa, Bassas da India, Juan de Nova et des îles Glorieuses, avec Grande Glorieuse et l'île du Lys.

À tous ces territoires disséminés autour de la planète, il convient d'ajouter la Terre Adélie, qui ne constitue pas à proprement parler une possession française puisque le traité de Washington de 1959 a établi un gel des prétentions territoriales tout en affirmant la liberté de la recherche scientifique sur l'ensemble du continent Antarctique. Le protocole de Madrid en 1991 a renforcé sa protection en faisant de ce continent « *une réserve naturelle consacrée à la paix et à la science* ». Ainsi, dans les bases scientifiques de Dumont d'Urville, sur l'île des Pétréls, et de Concordia, sur le plateau continental, de nombreuses études sont menées dans le cadre de collaborations internationales, notamment en matière de géophysique et de climatologie.

Aux avant-postes de la vulnérabilité climatique, les outre-mer sont également à l'avant-garde en matière d'observation et d'évaluation des impacts, mais aussi en termes de définition de stratégies d'adaptation et de conception de projets innovants. Ils bénéficient de l'expertise de centres de recherche de premier plan comme le Cirad, l'Inra, l'Irstea et le BRGM pour modéliser précisément les conséquences du changement climatique et ainsi élaborer par anticipation des plans d'action efficaces.

Il faut dire que la menace s'exerce déjà très concrètement sur ces territoires avec notamment une fréquence accrue des épisodes météorologiques extrêmes, l'élévation de la température et du niveau des océans, la raréfaction de la ressource en eau douce et la prolifération d'espèces invasives. En effet, des secteurs-clefs tels que l'agriculture et l'élevage, l'exploitation forestière, la pêche et l'aquaculture ainsi que le tourisme subissent de plein fouet les effets du dérèglement climatique. L'enjeu est donc tout à la fois **d'organiser la préservation et la valorisation de patrimoines naturels exceptionnels et d'anticiper les adaptations nécessaires au maintien de conditions de vie satisfaisantes** pour des populations qui doivent intégrer le paramètre environnemental dans tous les actes de la vie quotidienne.

Ce stress climatique tangible conduit à une prise de conscience collective et à une **mobilisation des collectivités territoriales et des acteurs locaux, entreprises et société civile**. Des stratégies territoriales, qui se déclinent en mesures d'atténuation et en dispositifs d'adaptation, prennent corps et inspirent déjà des dynamiques internationales dans leur environnement régional. Certaines réalisations sont parfois érigées en exemple, ce qui témoigne du rôle de pont entre les pays du Nord et du Sud que jouent les outre-mer. Ce fut encore le cas récemment au mois de juillet 2015 dans le Pacifique où la gestion vertueuse de l'eau et de l'assainissement depuis un quart de siècle à Bora Bora a pu être montrée en exemple aux dirigeants de sept États insulaires de la zone.

En outre, la perspective de la Conférence des parties de fin 2015 à Paris a activement stimulé la réflexion opérationnelle : de la Conférence internationale climat-énergie qui a abouti à la Déclaration des îles sur le

changement climatique à La Réunion le 25 juin 2014 avec la création d'un Hub R20 Énergie Océan Indien, véritable plate-forme régionale pour le développement des énergies renouvelables dans la zone océan Indien, à l'appel de Fort-de-France du 9 mai 2015 qui a réuni plus d'une trentaine de chefs d'État de la Caraïbe, en passant par la Déclaration de Lifou « *Paris 2015 : Sauvez l'Océanie !* » du 30 avril 2015 et le message de la Guadeloupe du 25 octobre 2014 consécutif à la Conférence internationale sur la biodiversité et les changements climatiques tenue sur ce même territoire, il apparaît que **dans tous les bassins océaniques les territoires français sont fer de lance de la réflexion et de la promotion d'un nouveau modèle de développement.**

L'appel à la définition d'un agenda des solutions afin de contenir l'évolution climatique dans une trajectoire maîtrisée et de mettre en œuvre les adaptations requises a suscité par ailleurs l'adoption de nombreux documents locaux de planification fondateurs de stratégies territoriales, en particulier dans le domaine énergétique. De contrainte, le changement climatique pourrait se convertir en opportunités de tracer de nouvelles voies de développement plus frugal et plus durable grâce aux multiples possibilités offertes par l'économie circulaire.

Dans la perspective de la Conférence de Paris (COP 21) et conformément à la logique opérationnelle retenue, **le groupe de travail** commun constitué par votre Commission de l'aménagement du territoire et du développement durable et votre Délégation à l'outre-mer a opté, en apportant sa contribution à l'ensemble des travaux menés par le Sénat, pour une **démarche pragmatique et concrète montrant la grande diversité et le foisonnement des initiatives locales.** Il propose de mettre en valeur un ensemble de réalisations vertueuses et parfois tout à fait innovantes dont il a eu connaissance, notamment en effectuant un déplacement en Guadeloupe et à Saint-Barthélemy. Les projets présentés illustrent une sélection de six thématiques majeures pour les outre-mer face au défi climatique : la gestion de la ressource en eau et l'assainissement ; la définition d'un modèle agricole robuste et résilient ; la préservation et la mise en valeur des biodiversités ultramarines ; la promotion d'une grande diversité d'énergies renouvelables ; la prévention des risques et la protection du littoral ; la sensibilisation et l'éducation du public.

I. LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU ET L'ASSAINISSEMENT

A. LA FRAGILITÉ DES EAUX ULTRAMARINES STIMULE DES MODES DE PRODUCTION INNOVANTS

1. Connaître les ressources en eau et comprendre leur évolution sous l'effet du changement climatique

Le changement climatique, qui conjugue ses effets avec l'accroissement démographique, a tendance à exercer une pression sur la quantité et la qualité de l'eau douce disponible, qui ne représente que 2,6 % de l'eau sur la Terre. **À la raréfaction globale de l'eau s'ajoutent en effet les risques d'accroissement de la salinité ou de modifications de la dureté**, ce qui pèse fortement sur le rendement des réseaux. La surexploitation des nappes phréatiques, qui représentent 90 % des ressources mondiales d'eau douce, est un problème majeur dans la mesure où, d'un côté, elles sont directement utilisables et de l'autre, elles se rechargent lentement¹.

Les îles sont particulièrement vulnérables. De nombreuses zones comme le Pacifique Sud et la Caraïbe connaissent déjà des phénomènes d'intrusion d'eau de mer dans les aquifères côtiers où sont effectués les prélèvements². L'équilibre osmotique entre une lentille d'eau douce et la masse d'eau salée sur laquelle elle est posée est tel que le pompage d'un mètre d'eau douce fait remonter de 40 mètres l'eau salée³. Un « surpompage » peut donc conduire à la disparition de l'eau douce par salinisation.

Les effets du changement climatique sur les précipitations sont modélisés avec plus d'incertitude que l'élévation des températures. Il se dessine cependant un accord pour prévoir **des phénomènes catastrophiques plus fréquents** et des **sécheresses plus marquées**. L'intensification et l'allongement des saisons sèches impliquent un abaissement significatif des niveaux d'étiage de la ressource ce qui exercera une très forte pression sur l'alimentation en eau potable, mais aussi sur l'environnement via une moindre dilution des produits phytosanitaires et une densification des matières en suspension. C'est la conclusion en particulier d'études de l'Inra sur deux bassins versants étudiés en Guadeloupe et Martinique afin de comprendre les transferts de polluants⁴.

¹ V. Lamblin « Demande en eau douce par région », in *Énergies marines renouvelables marines – Étude prospective à l'horizon 2030*, Éditions Quae, 2006.

² Ibid. D'après le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), les nappes de certaines zones agricoles à Cuba sont menacées par la pénétration de l'eau de mer jusqu'à 30 km à l'intérieur des côtes.

³ Déplacement du groupe de travail à Marie-Galante en juillet 2015. Visite des ouvrages de la Nantaise des eaux. Entretien avec M. Charly Paulin, hydrogéologue (Anteagroup).

⁴ Audition commune du Cirad, de l'Inra et de l'Irstea du 1^{er} avril 2015.

C'est pourquoi **connaître précisément l'état de la ressource et la configuration du système hydrologique de chaque territoire** est essentiel pour anticiper son évolution tendancielle et dessiner des solutions opérationnelles capables d'assurer la continuité du service en restant économiquement viables. Le travail sur l'accès à la ressource en eau et sa préservation demande une approche très fine et locale. Les diagnostics méritent souvent d'être dressés à une échelle infraterritoriale pour tenir compte du fait que les enjeux diffèrent non seulement entre les outre-mer (par exemple, entre la Martinique et la Guyane ou entre Saint-Martin et Saint-Pierre-et-Miquelon) mais aussi entre les parties d'un même territoire ultramarin (par exemple entre Basse-Terre et Grande-Terre, les Saintes, Marie-Galante et la Désirade en Guadeloupe, entre les Hauts et le rivage de La Réunion ou entre les îles hautes et les atolls en Polynésie).

Les outre-mer bénéficient déjà d'une batterie d'études de vulnérabilité. Ainsi, en Martinique, où la production d'eau passe à plus de 90 % par des prélèvements sur les rivières, la direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DEAL) et le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) ont développé conjointement entre 2011 et 2013 des modélisations quantitatives, uniques dans toute la Caraïbe, sur la base des projections climatiques de Météo France. On peut notamment en tirer comme leçons que la moitié Nord de la Martinique, où sont situés la totalité des captages d'adduction en eau potable, sera significativement impactée par le changement climatique, les tensions croissantes sur la ressource aboutissant à une rupture après 2080. En revanche, la recharge des aquifères pendant la saison des pluies devrait être plus intense, si bien que la ressource en eau souterraine serait moins touchée et qu'une augmentation du potentiel exploitable dans le centre de la Martinique est possible¹. Ces projections tendanciennes appellent à la vigilance mais dessinent aussi des pistes de réorganisation possible de la production d'eau.

À La Réunion, les eaux souterraines représentent 50 % de la ressource en eau potable et les forages se trouvent principalement sur le littoral, ce qui les rend sensibles aux intrusions d'eau de mer dans les nappes phréatiques et donc à toute élévation supplémentaire du niveau de la mer. Pour mieux comprendre l'avancée du coin salé, 50 piézomètres ont été installés le long du littoral par l'office de l'eau, qui met ensuite les résultats des mesures à la disposition des industriels et des collectivités territoriales gestionnaires. Parallèlement, l'Université de La Réunion, le BRGM et l'Office de l'eau mènent des recherches sur les aquifères d'altitude pour évaluer les possibilités de mobilisation de cette ressource nouvelle².

¹ *Partenariat français pour l'eau, Eau et Climat, agir pour l'avenir, Les savoir-faire français pour répondre au dérèglement climatique, avril 2015, p. 30 & www.brgm.fr/projets/impact-quantitatif-changement-climatique-sur-ressources-eau-martinique.*

² *Ministère des outre-mer, Outre-mer et changements climatiques : vers un agenda des solutions, fiche 40 & www.eaureunion.fr.*

2. Accroître la production sans compromettre la ressource

Toute une gamme de techniques déjà développées à l'échelle industrielle permet de **soutenir un accroissement de la production d'eau potable pour faire face à la dynamique démographique**. En fonction de la géographie physique, géologique et hydrologique du territoire, des prévisions d'évolution de la ressource et de la consommation et des coûts estimés, il peut être fait recours à de nouveaux forages, à des galeries drainantes, à des déplacements d'ouvrages en amont pour prévenir les biseaux salés ou à des unités de dessalement d'eau de mer.

La question de la continuité du service et du maintien d'une qualité constante de l'eau se pose avec une acuité particulière en Polynésie où, sur 45 communes réparties sur 118 îles, seulement cinq parviennent à distribuer de l'eau potable avec 100 % de conformité¹. Dans l'archipel des Tuamotu, le problème est aggravé par l'éparpillement extrême de la population et par l'absence de source d'énergie locale, ce qui rend très délicat à la fois la production et le financement de la production et de l'adduction d'eau. Les solutions adoptées en Polynésie sont très diversifiées pour tenir compte de ces situations incomparables d'une île à l'autre, selon qu'il s'agit d'un atoll ou d'une île haute.

À Tahiti, sur la commune de Pirae, l'eau potable a été amenée en six mois grâce à une interconnexion avec Papeete et la mise en place de galeries drainantes. Le cœur de la technique est d'aller chercher l'eau dans les nappes phréatiques en corrigeant les variations de turbidité dues aux épisodes climatiques grâce à un système de filtration tirant parti de l'environnement lui-même (gravier, pierres). À Papeete même, deux types de ressources en eau sont conjuguées : des galeries drainantes et des forages horizontaux, particulièrement atypiques mais adaptés à la conformation géologique du territoire.

Lorsqu'il n'y a pas de source d'eau douce directement utilisable, il faut recourir au **dessalement** par osmose inverse, ce qui est très coûteux en énergie. Aux Tuamotu et aux Gambier, par exemple, il faudra recourir à des groupes électrogènes et donc à la consommation de matières fossiles pour alimenter l'osmoseur. En outre, l'osmose inverse génère des volumes de saumures équivalents à la moitié des volumes d'eau de mer prélevés², qui doivent être rejetés dans l'environnement avec précaution. De fait, le dessalement de l'eau de mer représente une technique très à part et très spécialisée, qui requiert des compétences pointues pour :

- optimiser les coûts de production et maintenir dans le temps des rendements de production élevés afin de garantir un équilibre économique ;

¹ Audition de Suez du 8 avril 2015.

² D. Villessot, intervention à la Conférence économique sur les entreprises et les dynamiques sectorielles du Pacifique, Sénat, 25 juin 2015.

- prévenir la corrosion des matériaux qui pourrait détériorer une usine en quelques semaines ;

- procéder à la reminéralisation, puisque l'eau obtenue par dessalement doit être reminéralisée pour être conforme aux normes sanitaires en vigueur¹.

Tout un travail de recherche et développement est en cours pour limiter l'impact de la production d'eau par dessalement sur les émissions de GES et sur le milieu naturel ; de nouvelles procédures avec une moindre **empreinte carbone** sont déjà en phase de test grandeur nature. Elles reposent notamment sur un couplage avec l'énergie photovoltaïque, une réduction de taille des stations ou la récupération de chaleur de traitement des déchets par incinération. En outre, de nouvelles voies de potabilisation de l'eau osmosée par électro-chloration solaire et de traitement des saumures sont en cours de développement².

En parallèle, pour tous les grands ouvrages d'alimentation en eau, une réflexion sur les économies d'énergie dépensée pour le pompage est menée. La préoccupation environnementale rejoint ici le souci de rentabilité économique puisque le coût de l'énergie est beaucoup plus élevé dans les outre-mer que dans l'Hexagone, notamment dans les collectivités du Pacifique. En attendant la mise au point de nouvelles techniques, c'est l'optimisation du rendement des pompes qui est privilégiée en agissant sur différents facteurs comme le niveau de remplissage des pompes ou le moment de leur activation et, en général, tout ce qui peut améliorer le positionnement sur la courbe de fonctionnement de l'ouvrage.

À Papeete, depuis 1992, le volume d'eau prélevé est passé de 17 m³ à 7 m³. Cette optimisation résulte d'une forte amélioration du rendement du réseau et d'un changement dans les habitudes de consommation. Toutefois, malgré une baisse significative, un habitant de Polynésie continue d'avoir une très forte consommation d'eau (450 m³ par an par foyer contre 100 m³ environ en Martinique)³. Les collectivités territoriales sont sensibles à la nécessité de faire un effort supplémentaire de pédagogie et d'éducation du public. Le prix de l'eau reste un sujet sensible dans l'ensemble des outre-mer. Les habitants considèrent à juste titre l'eau comme une ressource vitale et sa mise à disposition comme un service public. Toutefois, il est essentiel de rappeler que ce n'est pas une ressource inépuisable et que son adduction et sa potabilisation nécessitent des investissements et un entretien coûteux.

¹ Déplacement du groupe de travail à Saint-Barthélemy en juillet 2015. Visite de l'usine de la SIDEM - Veolia Water.

² D. Villéssot, intervention à la Conférence économique sur les entreprises et les dynamiques sectorielles du Pacifique, Sénat, 25 juin 2015.

³ Audition de Suez du 8 avril 2015.

L'abaissement du coût de la production de l'eau est envisageable dans certains cas par transposition sur des ouvrages plus petits. C'est la solution retenue à Nuku Hiva aux Marquises. Les unités de traitement classiques étaient trop chères pour la collectivité territoriale et les habitants devaient parfois parcourir 20 km pour disposer d'eau potable. Pour répondre à ce besoin, un procédé spécifique a été mis au point pour gérer de petites quantités d'eau avec de minuscules installations d'épuration construites pour traiter l'eau non potable du réseau. Trois fontaines publiques ont été installées pour distribuer gratuitement quelques m³ par jour d'eau potable, les coûts étant assumés par les usagers du service d'eau non potable.

3. Adapter les politiques territoriales de l'eau

a) L'expérience marie-galantaise en Guadeloupe

Le sous-sol de **Marie-Galante** possède une structure sédimentaire comprenant des calcaires aquifères. Les nappes d'eau souterraines y sont bien répertoriées et les écoulements bien modélisés, ce qui permet depuis longtemps leur captage. Actuellement, neuf forages ou puits sur Marie-Galante peuvent être utilisés. Une fissure tectonique sépare néanmoins l'île en deux systèmes hydrauliques étanches, les Bas à la pointe Nord et les Hauts où sont situés les centres des communes de Grand-Bourg, Saint-Louis et Capesterre. Grâce à une modélisation du BRGM, il est établi que 20 500 m³ d'eau par jour sont échangés avec la mer avec une fuite particulièrement marquée vers l'Ouest et le Sud.

Une baisse des prélèvements par pompage a été constatée et a conduit l'exploitant à mener un diagnostic précis avant de procéder aux adaptations nécessaires pour garantir le maintien de la qualité du service. Plusieurs facteurs explicatifs ont été envisagés :

- la baisse de l'alimentation naturelle de la nappe due à une baisse de la pluviométrie et de l'infiltration efficace ;
- la surexploitation des ouvrages mis à contribution en continu jour et nuit ;
- le vieillissement du système de pompage par pertes de rendement ou de fuites (pompe vieille/colonne percée) ;
- la diminution intrinsèque de la capacité des forages par colmatage des crépines et corrosion des tubages¹.

Un accroissement de la ressource disponible peut paradoxalement aller de pair avec une réduction de la production brute si le réseau n'est pas correctement entretenu. Si l'on tient compte ensuite de l'attrition potentielle occasionnée par le changement climatique, on mesure combien il est

¹ Déplacement du groupe de travail à Marie-Galante en juillet 2015. Visite des ouvrages de la Nantaise des eaux. Entretien avec M. Charly Paulin, hydrogéologue (Anteagroup).

fondamental de prévenir les déperditions en procédant à des états des lieux, à un suivi et à la réparation des systèmes de forage et d'adduction. Pour réaliser des économies d'eau, il peut également se révéler intéressant de réduire la pression de pompage et d'installer des vannes intelligentes pour moduler le pompage selon le rythme diurne/nocturne de la consommation. Ce type d'action présente l'intérêt d'abaisser le coût de l'eau et de réduire la consommation d'énergie pour un même rendement, ce qui conjugue rentabilité économique et efficacité environnementale¹.

Cependant, sur sept forages actifs, le renouvellement des pompes à Marie-Galante, n'a pas permis de retrouver les débits initiaux sur deux d'entre eux et n'a conduit à une augmentation nette de la production que sur un seul. C'est pourquoi une salve d'inspections a été lancée en utilisant des caméras numériques à têtes orientables. Elle a révélé que plusieurs forages étaient en très mauvais état (entartrage massif, corrosion, détritiques accumulés). Un programme de travaux a été défini sur la base de ce diagnostic. Dans le cas de trois sources, les forages existants ont été rebouchés et remplacés par de nouveaux forages *bis*. Les quatre autres forages ont été réhabilités (récupération des éléments tombés, acidification, injection d'air comprimé, brossage). Les résultats de cette campagne menée en 2014 sont probants puisque le débit global sur Marie-Galante après travaux a augmenté de 37 m³/h, soit 32 % de débit supplémentaire².

Des compléments de ressource ont également été explorés. Il est envisageable en cas de besoin de procéder à deux nouveaux forages sur des sites encore inexploités et de reprendre un ancien forage abandonné depuis 30 ans après une phase de surexploitation ayant conduit à sa salinisation.

b) Le modèle de Bora Bora en Polynésie française

Bora Bora ne dispose que de peu de ressources en eau, mais elle doit alimenter non seulement ses 9 600 habitants, mais aussi chaque année 100 000 touristes venus du monde entier. Outre l'approvisionnement en eau potable, il faut également parvenir à assainir les eaux usagées et à gérer les déchets pour protéger l'environnement et en particulier le lagon, sans quoi la manne touristique se tarirait rapidement. La gestion de l'eau est donc un élément clef d'une stratégie de développement touristique durable assurant les ressources économiques nécessaires à Bora Bora pour donner à ses habitants des emplois stables.

Dix-neuf forages, complétés par deux usines de dessalement par osmose inverse, permettent de produire 3 000 m³ par jour. Le réseau de collecte des eaux usées est organisé autour de 70 postes de refoulement et de deux stations d'épuration : 80 % de l'eau épurée est rejetée dans l'océan, tandis que 20 % passe dans un réseau d'eau industrielle recyclée. Le système

¹ *Ibid.*

² *Ibid.*

d'ultrafiltration membranaire produit 600 m³ par jour d'eau recyclée utilisée pour l'arrosage, la protection incendie et les usages industriels. Les boues résiduelles sont traitées par rhizocompostage pour être valorisées en compost dans une logique d'économie circulaire¹.

Bora Bora est considérée comme un exemple en matière de technologie et d'innovation. En juillet 2015, les dirigeants de Tonga, des Samoa et des Tuvalu s'y sont rendus afin d'étudier la possibilité de transposer ses installations².

c) La régie de Saint-Pierre (St-Pierre-et-Miquelon)

Deux étangs situés sur les hauteurs de **Saint-Pierre** alimentent la commune. L'eau prélevée dans l'étang du Goéland et l'étang de la Vigie, fermés par des barrages, est acheminée à une station de traitement avant l'alimentation du réseau de distribution. La ressource d'un volume global stocké de 690 000 m³ est disponible toute l'année sauf pendant les tempêtes hivernales qui peuvent provoquer le gel des prises d'eau. Compte tenu de la répartition des précipitations sur l'année, il est nécessaire de remplir au maximum de leur capacité les deux réservoirs dès la fonte des glaces pour répondre aux besoins de la population jusqu'à l'automne, marqué par de fortes pluies.

Une grande campagne de recherche de fuites a permis de diminuer les prélèvements de 60 % entre 2008 et 2014³. Les campagnes de maintenance préventive au printemps et à l'automne doivent être prolongées par une vigilance accrue des particuliers, qui ont à s'assurer de la mise hors-gel de leur installation car les fuites hivernales demeurent un sujet de préoccupation. En effet, pour éviter le gel de la conduite, il est régulièrement fait recours par les particuliers à la pratique du coulage hivernal, c'est-à-dire qu'ils laissent leur robinet couler. Ce coulage se justifie quand la température extérieure baisse au-dessous de -7°C en continu sur plusieurs jours, mais l'écoulement est souvent excessif par rapport à ce qui serait suffisant pour éviter le gel. La régie estime à environ 66 000 m³ le volume d'eau surconsommé⁴.

La réduction des prélèvements permet de disposer de marges de manœuvre supplémentaires en cas de sécheresse prolongée, en maîtrisant le volume d'eau retenu dans l'étang du Goéland. L'alimentation de la ville est par là-même davantage sécurisée, même dans le cas où le changement climatique perturberait le schéma annuel des précipitations.

¹ T. Redon, intervention au colloque « Une bannière verte et bleue pour le renouveau du tourisme dans les outre-mer », Sénat, 30 septembre 2015.

² *Ibid.*

³ Régie Eau & Assainissement de la ville de Saint-Pierre, Rapport sur le prix et la qualité du service, 2014.

⁴ *Ibid.*

B. RÉALISATIONS ET PROJETS

1. La création d'un réseau international pour la gestion de l'eau sur le plateau des Guyanes (Guyane)

Du 23 au 25 octobre 2013 s'est tenu à Cayenne un colloque international sur les modalités de coopération transfrontalière en matière de développement durable entre les pays du plateau des Guyanes (Brésil, Guyane, Suriname, Guyana, Venezuela, Colombie). Il avait notamment pour objectif d'identifier au niveau régional les problèmes de disponibilité (quantité, accessibilité) et de qualité (pollutions et assainissement) de la ressource en eau, les enjeux de préservation des milieux aquatiques, ainsi que les coopérations potentielles à mettre en œuvre pour faciliter sa gestion.

Cet événement, qui a permis aux participants de partager leurs expertises et de mieux appréhender leurs cadres institutionnels, légaux et réglementaires respectifs pour la gestion de l'eau, a fait émerger un réseau, le *Water Views and Information Network in the Guiana Shield* (WAVINGS). Un portail Internet (www.guianashield.org/wavings/) est hébergé par le *Guiana Shield Facility*, qui est un organisme de financement géré par le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et destiné à soutenir des projets de conservation des écosystèmes et de développement durable dans les pays du plateau des Guyanes.

Sur la période 2015-2017, les axes de travail sont les suivants :

- croisement de l'expertise des services hydrologiques des différents pays du plateau des Guyanes ;
- étude de préfiguration de la création d'un service hydrologique régional à l'échelle du plateau des Guyanes ;
- création du service et intégration au système *World Hydrological Cycle Observing System* (WHYCOS), programme de l'Organisation météorologique internationale (OMI).

Sources : DEAL Guyane - Guiana Shield Facility

2. Le réservoir d'Ouaboudé (Nouvelle-Calédonie)

Le réservoir d'Ouaboudé est un ouvrage majeur situé à proximité de l'aéroport de Nouméa. Il a été conçu comme un ouvrage de secours en cas d'épisodes pluvieux forts qui demandent de gérer une variation très importante de la turbidité. Ce projet a été réalisé à la demande du Grand Nouméa. Il comprend deux unités d'une capacité de 4 000 m³ situées en surplomb, entre la station du Mont Té et la rivière Tontouta, où sont utilisés 8 à 10 puits de forage.

La fréquence d'utilisation du réservoir demeure variable par construction, puisqu'il s'agit d'un ouvrage de secours, mais elle doit croître, dans des proportions difficilement prévisibles, avec le changement climatique. Il a fallu tenir compte de ce caractère aléatoire au moment d'estimer *a priori* les risques et les coûts à la fois pour la construction et l'entretien. La concession a été récemment révisée pour permettre une clarification des rôles : la collectivité territoriale récupère l'ouvrage et porte l'investissement, la Calédonienne des eaux récupère l'exploitation.

De nouveaux outils d'aide à la décision faciliteront la construction des prochains ouvrages. Le Programme hydrologique international (PHI) de l'Unesco permet depuis 2013 de décrire l'état actuel des aquifères de la Nouvelle-Calédonie et de fournir des projections sur vingt ans, dans le cadre d'une étude globale concernant 43 petits pays insulaires en développement. Une cartographie est prévue, de même que des schémas d'utilisation de la ressource en eau souterraine sur le long terme.

Sources : Calédonienne des eaux - Suez - Ministère des outre-mer

3. L'assainissement des eaux usées par filtration sur roseaux (Martinique)

Le projet ATTENTIVE (Assainissement des eaux usées adaptées au contexte tropical par traitements extensifs utilisant des végétaux) vise à développer des stations écologiques innovantes, adaptées au climat et au contexte économique et social, et à mettre en place les conditions de généralisation de ces filières en autonomie. Il utilise les recherches menées par l'équipe Epure de l'Institut national de recherche en sciences et technologie pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) à Lyon qui travaille depuis de nombreuses années sur les petites collectivités en milieu rural et le développement des filières de traitement extensives.

L'Irstea, dont 70 % des recherches menées concernent l'eau, en particulier la bio-indication (travaux à partir de diatomées et de macrophytes) et l'adaptation des systèmes d'épuration, est à l'origine du système français de filtres plantés de roseaux. Ce traitement optimise le cycle naturel d'épuration de l'eau. Il consiste à faire circuler de manière gravitaire les eaux brutes domestiques à travers des bassins successifs dans lesquels un mélange de minéraux plantés de végétaux permet le traitement des eaux usées. Par construction, ces dispositifs sont économes en énergie et permettent également de limiter les rejets azotés en milieu naturel.

Face aux problématiques d'assainissement des petites et moyennes collectivités des outre-mer, le projet ATTENTIVE doit permettre de valider des dispositifs adaptés au contexte tropical. Il permet, à partir de suivi à l'échelle pilote et en taille réelle, de diffuser des règles de dimensionnement avec les règles de gestion associées et de développer localement une expertise forte aussi bien en termes de construction que d'appui technique.

Trois installations (deux en Martinique et une en Guadeloupe) sont aujourd'hui en phase de test et fonctionnent de manière satisfaisante. Elles sont 2,5 fois plus compactes que les installations similaires dans l'Hexagone, ce qui est particulièrement important sur des îles exiguës. Les premières analyses relatives à leur efficacité spécifique au contexte tropical, déjà prometteuses, permettent d'être optimiste sur la généralisation de ces installations de traitement.

Ce projet est cofinancé à hauteur de 40 % par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema) dans le cadre de la solidarité interbassin. Il a été récompensé en 2014 par le grand prix national du génie écologique, porté par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

Sources : DEAL Martinique – Onema

4. La station d'eau potable de Matiti (Guyane)

La Guyane connaît une augmentation très forte de la population, de l'ordre de +3 % par an. Cette croissance démographique est notamment remarquable dans l'Ouest guyanais, la commune de Saint-Laurent du Maroni connaissant un rythme d'expansion de +8 % par an. Cette situation entraîne une hausse rapide et intense des besoins en eau, qu'il faut parvenir à satisfaire malgré de fortes contraintes naturelles, au premier rang desquelles le biseau salé du Maroni.

Le changement climatique provoque l'élévation du niveau de la mer de 3,5 mm par an. Sur la surface très plane que constitue le rivage guyanais, son impact est très net. En outre, des saisons sèches plus marquées conduisent au tarissement relatif du débit des fleuves. Conjugué avec les projets de barrage sur le Maroni au Suriname pour le développement de l'agriculture, le changement climatique augmente très fortement le risque de salinisation des prises d'eau dans le bassin du Maroni.

Il a donc été nécessaire de prendre en compte le facteur climatique dans la construction de l'usine d'eau potable de Matiti. Pour sécuriser la ressource en évitant la salinisation, l'ouvrage a été remonté de 15 km en amont sur le Maroni. L'opération a duré six ans. Le financement des investissements est venu de subventions publiques (État : 12 millions euros, Feder : 7,5 millions et région : 2,3 millions), auxquelles s'ajoute un emprunt de 12,3 millions auprès de la Caisse des dépôts et consignations.

Sources : Société guyanaise des eaux - Suez

5. Osmosun : le couplage de l'énergie solaire et du dessalement (Polynésie française)

Suez s'appuie sur l'expertise de la société Mascara-NT pour développer actuellement un projet de production d'eau potable par osmose inverse avec désinfection au fil du soleil. La société Mascara-NT a, en effet, développé le couplage de l'osmose inverse et du photovoltaïque, avec une totale autonomie à l'égard des énergies fossiles. La production varie avec l'intensité solaire captée et la production est assurée sans stockage d'énergie. Cette approche technologique très innovante doit être désormais testée sur sites réels pour répondre efficacement aux attentes des collectivités isolées des zones côtières arides et insulaires.

Est d'ores et déjà prévue l'installation d'un démonstrateur d'une capacité de production de 80 m³ par jour à Bora Bora où la filiale polynésienne de Suez exploite déjà deux unités traditionnelles de dessalement par osmose inverse utilisant l'énergie électrique. Ce sera le premier site permettant de valider les performances sur le terrain, avant d'installer l'unité de production sur l'île voisine de Maupiti, en conditions réelles d'autonomie énergétique et d'exploitation.

Sources : Suez – Daniel Villessot (colloque Entreprises et dynamiques sectorielles du Pacifique, Sénat, 25 juin 2015).

6. Le couplage de l'incinération des déchets et du dessalement (St-Barthélemy)

Les ressources en eau sur l'île de Saint-Barthélemy sont très limitées et la consommation humaine est satisfaite par le dessalement d'eau de mer. Les techniques utilisées permettent d'anticiper la croissance de la consommation d'eau. Si la consommation est aujourd'hui d'environ 730 000 m³ par an, elle n'était en effet que de 480 000 m³ il y a dix ans et de 300 000 m³ il y a quinze ans.

Après l'utilisation passée de la technique de compression mécanique, la production est désormais réalisée par deux procédés complémentaires et différents : l'osmose inverse et le dessalement thermique appelé *Multi-Effect Distillation* (MED).

L'unité MED est couplée à l'usine d'incinération d'ordures ménagères, qui lui assure sa source d'énergie principale, c'est-à-dire la production de vapeur. Cette technique, particulièrement innovante, est très économe en utilisation d'énergie fossile et permet simultanément une valorisation du traitement des déchets. Saint-Barthélemy a été la première île à utiliser ce procédé novateur et respectueux de l'environnement.

Sources : Déplacement de la mission à Saint-Barthélemy en juillet 2015 – Tiru – SIDEM Saint-Barthélemy Veolia Water

II. LA DÉFINITION D'UN MODÈLE AGRICOLE ROBUSTE ET RÉSILIENT

A. VERS UNE AGRICULTURE CLIMATO-INTELLIGENTE CONJUGUANT LOGIQUES D'ADAPTATION ET D'ATTÉNUATION

1. Agriculture et élevage, acteurs et victimes du changement climatique

L'agriculture et l'élevage constituent un secteur cardinal pour la problématique climatique. **À l'aune des évolutions démographiques mondiales et du défi alimentaire corrélatif, l'activité agricole occupe une place déterminante dans la définition des politiques de réponse au changement climatique.** En grande partie responsable de **l'émission de gaz à effet de serre (GES)** puisque l'exploitation des terres au sens large contribue à hauteur de 24 % des émissions globales¹, ce secteur offre toutefois à l'inverse **des moyens de piéger le carbone**. En outre, il est encore essentiel pour l'activité économique et l'emploi dans les outre-mer et subit directement les effets des transformations du climat. Cet impact porte autant sur les rendements et sur les volumes que sur les espèces et les variétés produites. La politique agricole doit donc conjuguer logique d'adaptation et exigence d'atténuation. Les actions à mener en ce domaine sont d'autant plus complexes qu'elles doivent se ramifier pour apporter simultanément des réponses aux questions connexes de la gestion des ressources en eau, de la protection de la biodiversité, de la frugalité énergétique et de l'éducation du public.

De multiples pressions liées, directement ou indirectement, aux transformations du climat affectent potentiellement l'agriculture. Il faudra compter avec des modifications de la pluviométrie à la fois en quantité, en fréquence et en distribution géographique et calendaire. Les risques, non seulement de sécheresse mais aussi d'épisodes de précipitations violentes, s'accroîtront. La salinisation des nappes phréatiques et des terrains littoraux devrait également s'étendre. La propagation induite de parasites, d'espèces invasives et de maladies vectorielles nécessiteront une adaptation des cultures, tant au niveau des variétés que des façons de produire à l'échelle de la parcelle et du territoire.

L'impact climatique se conjugue avec l'effet démographique pour mettre en tension et parfois remettre en cause les modes de production actuels. L'accroissement de la population mondiale appelle en effet un accroissement des rendements, sans épuiser les sols et les ressources en eau. C'est tout l'intérêt du concept de *Climate Smart Agriculture*, mis en avant par la *Food and Agriculture Organization (FAO)* des Nations Unies de proposer une approche de développement agricole intégrée qui vise à garantir la

¹ E. Torquebiau (ed.), *Changement climatique et agricultures du monde*, éditions Quae, 2015, p. 9.

sécurité alimentaire dans un contexte de changement climatique, en liant l'augmentation durable de la productivité et des revenus agricoles, le renforcement de la résilience et de la capacité d'adaptation des systèmes agricoles et l'atténuation des émissions de GES¹.

Les enjeux sont intégrés et doivent être traités de façon globale, sans omettre en particulier la question de l'évolution des revenus des agriculteurs et des éleveurs. Les scénarios d'évolution du climat doivent aussi tenir compte **des effets socioéconomiques du changement climatique** : dans le scénario tendanciel par exemple, le principal effet du changement climatique serait de faire monter les prix des productions animales et végétales, de stimuler la déforestation pour trouver de nouvelles terres arables et, par ce biais, d'accélérer les émissions de GES.

La modélisation des effets prévisibles du changement climatique sur les rendements des productions agricoles essentielles des outre-mer est ardue. Cependant, tant pour la canne à sucre que pour la banane, les études disponibles pointent une diminution probable à moyen terme des rendements liée à un raccourcissement du cycle de culture, à une augmentation de la température et à des périodes de sécheresse plus marquées². L'impact serait plus important sur la canne, car la banane a une température optimale supérieure à celle de la canne. La productivité en sucre de la canne devrait se réduire à l'horizon 2030-2040 d'après ces simulations. En revanche, les bananeraies sont particulièrement vulnérables aux cyclones. Pour la culture de la banane se pose surtout la question de l'irrigation, bien mise en évidence par le modèle SIMBA développé par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique et développement (Cirad) et l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) sur le cas antillais.

À La Réunion, ont été développés, outre les modèles de croissance et de prévision pour la canne, d'autres modèles biotechniques sur l'effet du changement climatique sur les cultures d'ananas et de mangue. En Guyane, des travaux sont menés sur la croissance de la forêt naturelle guyanaise, maltraitée par une succession d'événements secs et pluvieux ; ils visent à anticiper le temps de régénération des espèces dans la forêt tropicale. Leurs résultats montrent une diminution des taux de croissance liée à l'augmentation de la température et une augmentation de la mortalité en liens avec des événements climatiques extrêmes (grande sécheresse ou pluies intenses). On peut s'attendre à une diminution forte de la productivité des peuplements forestiers. Pour les essences commerciales, comme l'angélique qui représente 60 % des volumes extraits, la crainte principale, est liée au stress hydrique dû à l'allongement et l'intensification de la saison sèche³.

¹ Cf. Cirad, *L'agriculture climato-intelligente (ACI)*, mars 2014 et www.fao.org/climatechange/epic/activities/what-is-climate-smart-agriculture/en/

² Audition conjointe du Cirad, de l'Inra et de l'Irstea du 1^{er} avril 2015.

³ Contribution écrite du Cirad (B. Hérault).

Il convient de ne pas sous-estimer le risque induit par le **développement des espèces invasives**. Ces dernières constituent un enjeu majeur pour les îles en raison de leur impact aussi bien sur la santé humaine que sur les cultures et l'environnement, soit directement, soit indirectement via le recours à des pesticides. À La Réunion, par exemple, l'augmentation de la température provoque très vite la pullulation des insectes et autres espèces invasives. Des études montrent qu'une augmentation d'un ou deux degrés peut faire varier les infections de cultures lors d'une épidémie de 10 % à 100 %¹. C'est une menace pour les agriculteurs, en particulier les cultivateurs de canne dans les Hauts, où la pression des insectes ravageurs s'intensifie. En particulier, la recrudescence du thrips noir de la canne à sucre paraît être un effet du changement climatique². Le même type de danger risque d'affecter la biodiversité du Parc national de La Réunion, classé au patrimoine mondial protégé par l'Unesco. Aux Antilles, il ne faut pas négliger les maladies fongiques - comme la cercosporiose du bananier - qui peuvent peser sur le rendement de la récolte mais aussi sur la conservation après récolte.

Par ailleurs, en raison de leur plus grande diversité génétique, les plantes adventices (« les mauvaises herbes ») devraient s'adapter plus rapidement et plus efficacement au changement climatique que les grandes cultures. La pression des plantes adventices devraient donc s'accroître sans qu'il soit envisageable d'intensifier la lutte chimique en raison de son impact environnemental, notamment sur les ressources en eau. C'est pourquoi des recherches ont actuellement menées, par exemple sur l'igname en Guadeloupe, pour développer des variétés de culture plus compétitives en termes de vigueur, d'efficacité d'interception du rayonnement et d'architecture du feuillage³.

L'élevage risque également d'être durement touché par les perturbations climatiques qui peuvent créer des conditions plus favorables à **la prolifération des vecteurs de certains pathogènes**. Par exemple, le virus de la fièvre de la vallée du Rift est apparu à Mayotte, via du bétail probablement importé illégalement depuis les Comores. Toute l'Afrique de l'Est est touchée par cette épidémie qui a émergé à la suite d'un épisode d'*El Niño* et aux violentes pluies qui y ont été associées⁴.

¹ Audition conjointe du Cirad, de l'Inra et de l'Irstea du 1^{er} avril 2015.

² Contribution écrite du Cirad (R. Goebel).

³ Ibid. (D. Cornet).

⁴ Ibid. (R. Lancelot).

2. De la recherche à la transformation des pratiques et des habitudes

L'enjeu pour l'agriculture des outre-mer est de **faire du défi et de la contrainte climatiques une opportunité de réorienter le développement vers des modes de production durables** consommant moins d'intrants et capables de porter le défi démographique mondial, en particulier en termes de production de protéines végétales.

C'est surtout la variabilité climatique qui pose problème aux agriculteurs, notamment dans les zones tropicales où sont situés, pour l'essentiel, les outre-mer français. Elle est d'ores et déjà perçue par les agriculteurs et les filières de transformation. Il faut par conséquent parvenir à tracer des pistes concrètes de réduction de la vulnérabilité des agriculteurs à cette variabilité accrue, notamment en construisant des réseaux participatifs, en élaborant des outils d'aide à la décision suffisamment souples pour être transposables d'un territoire à l'autre et en renforçant la coopération entre les chercheurs et les producteurs. **Les organismes de recherche agronomique comme le Cirad et l'Inra sont bien implantés dans les outre-mer et contribuent déjà de concert à engager ce processus dans une logique de transition agroécologique.**

Le Cirad a spécifiquement pour mandat de travailler sur la recherche agronomique dans les zones tropicales en développement et dans les départements d'outre-mer. Les outre-mer représentent d'ailleurs un quart des effectifs du centre, qui y est présent depuis les années 1960, soit environ 400 personnes travaillant à La Réunion, à Mayotte, en Guadeloupe, en Martinique et en Guyane, dont 100 postes permanents de chercheurs. Dans les Antilles et en Guyane, cinq grands thèmes de recherche sont étudiés : l'agroécologie ; les maladies émergentes et la santé animale ; la biodiversité et la génétique des plantes tropicales ; la forêt ; les pâturages et l'élevage. Pour la zone Réunion-Mayotte, la recherche porte sur trois grands thèmes : la biodiversité et les risques sanitaires ; la qualité des productions agricoles et alimentaires ; les services environnementaux de l'agriculture et le recyclage des déchets organiques. Les collaborations avec l'Inra sont très étroites et intenses.

L'Inra est le premier établissement en termes de publication en sciences agronomiques au niveau international. Il a fait de l'adaptation au changement climatique et de son atténuation une des priorités de son action. Dans les outre-mer, il s'appuie sur un centre de recherche Antilles-Guyane qui compte quatre implantations, trois en Guadeloupe (Petit-Bourg, Godet et Gardel) et une en Guyane à Kourou. Y exercent au total 191 agents titulaires et 25 contractuels. Les recherches portent sur l'agroécologie, l'élevage et la socio-économie des territoires en Guadeloupe et sur la biodiversité de la forêt et sa sensibilité au changement climatique en Guyane.

L'adaptation des cultures présente de multiples facettes. L'une des plus importantes consiste à **trouver des espèces plus résistantes à la sécheresse**. Un programme du Cirad en Guadeloupe vise à réaliser des croisements de diverses variétés et espèces de bananiers pour obtenir des plants plus résistants au stress hydrique et disposant d'un système racinaire plus adapté qui permet une meilleure capture hydrique. D'autres travaux portent sur l'amélioration de la résistance des agrumes à la sécheresse et à la salinité. Ils consistent à valoriser la mise en culture de porte-greffes tétraploïdes¹. En effet, depuis le début du XX^e siècle, les agrumes sont cultivés sur des porte-greffes qui les rendent plus résistants aux maladies. Pour limiter encore l'impact des maladies tout en s'adaptant au changement climatique, des porte-greffes hybrides ont été créés pour additionner les caractères des deux plants parents et cumuler ainsi leurs propriétés de tolérance. Cette hybridation confère à la variété greffée sur le porte-greffe tétraploïde une meilleure tolérance à la sécheresse et au stress salin sans affecter la qualité des fruits produits². Elle permet aussi de renforcer les agrumes contre une maladie bactérienne mortelle que les changements climatiques vont certainement contribuer à développer, le huanglongbing (HLB) appelé encore *greening* qui ravage la zone Caraïbe, le Brésil et la Floride, sans qu'aucun traitement curatif efficace ne soit disponible³.

Des **moyens de lutte biologique** ont été développés par le Cirad à La Réunion pour faire face à des espèces invasives potentiellement stimulées par le changement climatique, en bénéficiant du soutien du Pôle de protection des plantes de Saint-Pierre. On peut citer comme exemples de réussite la lutte contre le ver blanc de la canne à sucre grâce à un champignon ou contre les mouches blanches grâce à l'introduction de microguêpes en cultures maraîchères et fruitières. Deux sociétés privées, Betel Réunion et La coccinelle, travaillent en partenariat étroit avec le Cirad pour développer des gammes d'auxiliaires biologiques⁴. Avant même la lutte, ce sont la surveillance et le contrôle en amont qui sont essentiels. À cet effet des bases de données et des outils de science participative sont développés pour permettre une détection précoce des espèces préoccupantes. On peut citer comme exemple les applications mobiles PI@ntnet et Diagnoplant, adaptées avec l'Inra pour identifier des bioagresseurs sur une parcelle.

Une plus grande diversité des cultures garantit *prima facie* **une plus grande résilience aux aléas climatiques**. C'est pourquoi la protection ou la réintroduction de variétés anciennes et la diversification des productions

¹ Une majorité d'agrumes présentent deux lots de chromosomes, soit 18 chromosomes au total, et sont dits diploïdes. Les tétraploïdes résultent de l'hybridation de diploïdes et possèdent 36 chromosomes.

² Morillon, Dambier, Froelicher, Luro, Ollitault, « Des portes-greffes chez les agrumes, pour quoi faire ?, Fascination of Plants Day, Cirad-Inra-SupAgro, May 2015.

³ Contribution écrite du Cirad (PY. Teycheney).

⁴ Ibid. (B. Reynaud).

pour contrebalancer la fragilité des grandes monocultures (banane, canne à sucre) constituent des axes majeurs de transformation de l'agriculture ultramarine. Le modèle de polyculture offert par **le jardin créole** est particulièrement pertinent.¹ Dans le souci de renforcer l'agrobiodiversité, l'Inra travaille aux Antilles à soutenir la petite agriculture familiale dont 75 % des exploitations sont **en polyculture associée à de l'élevage**. Les perturbations climatiques poussent à changer de paradigme pour reconquérir les productions vivrières à destination du marché local² alors que les grandes cultures exportatrices sont plus exposées tant aux risques naturels qu'à une concurrence internationale exacerbée.

Le renforcement de la résilience environnementale et socioéconomique des systèmes de production et des territoires exige non seulement de travailler sur l'adaptabilité des espèces animales et végétales, mais aussi de développer des systèmes intégrés associant animaux et végétaux pour favoriser la substitution et l'interconversion des biomasses (perspective d'économie circulaire) ou encore de stimuler la production de services de régulation au niveau d'un territoire donné (séquestration du carbone, pollinisation, maintien de la qualité de l'eau, etc.)³. Les modèles biophysiques et socioéconomiques méritent d'être couplés pour proposer des voies de développement innovantes dans lesquelles peuvent être combinés :

- une approche agroécologique des cultures réorientées vers le marché intérieur, dans une logique de réduction des importations, encore massives dans les outre-mer. Cela contribuera à réduire l'empreinte carbone en économisant sur les transports et en favorisant les circuits courts ;

- le recyclage par compostage de déchets organiques ;

- et les cultures énergétiques pour générer de la biomasse.

Ces pistes intéressantes pour conjuguer l'adaptation climatique et la transition énergétique constituent un exemple de perspective systémique pour penser l'adaptation de l'agriculture ultramarine au changement climatique. C'est la même démarche holistique qui inspire les recherches en cours d'application sur les plantes de services, c'est-à-dire sur les plantes qui apportent un service environnemental complémentaire dans la parcelle cultivée. L'introduction d'une nouvelle biodiversité végétale dans les systèmes de culture permet la régulation des bioagresseurs et des plantes adventices, la lutte contre l'érosion, l'amélioration de la fertilité des sols ou le recyclage d'éléments nutritifs par exemple⁴.

¹ Cf. présentation ci-dessous d'un jardin créole à Marie-Galante visité par vos rapporteurs.

² Harry Ozier-Lafontaine, directeur du centre Antilles-Guyane de l'Inra, contribution écrite, octobre 2015.

³ Ibid.

⁴ Contribution écrite du Cirad (L. de Lapeyre).

En guise d'illustration on peut citer les pratiques d'enherbage des cultures d'arbres fruitiers ou la lutte contre des flétrissements bactériens des tomates avec des plantes assainissantes. Dans le cadre du plan Banane durable aux Antilles, des systèmes intégrant des plantes de service ont été conçus et sont en cours d'adoption par les producteurs. L'agriculture de conservation consiste à associer des plantes de couverture à une culture principale, de sorte que le sol soit couvert en permanence au fil des saisons. Cette démarche est associée à une diminution du labour. Les travaux sur la complémentarité entre végétaux offrent des résultats très intéressants pour limiter le recours à des intrants. Par exemple, aux Antilles est testée dans des bananeraies la culture de canavalia, qui fixe l'azote de l'air dans le sol sans en prélever trop, ce qui fournit au bananier une sorte d'engrais naturel. En outre, les racines du canavalia rejettent des substances nocives pour certains parasites du bananier.

Les modalités de transition agroécologique font d'ores et déjà l'objet de simulations à l'échelle des territoires concernés. D'après les simulations transmises par l'Inra, en 2040, une adaptation agroécologique de la Guadeloupe au changement climatique peut conduire à réduire de 10 % le total des émissions de GES produites dans l'archipel tous secteurs économiques confondus¹. Le programme Gaia-Trop financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) depuis 2013 porte sur la viabilité et la gouvernance adaptative des agrosystèmes des îles tropicales. Il a permis de concevoir des modèles mathématiques pour concevoir des chemins de transition agroécologique par aménagement de la biodiversité à l'échelle de l'exploitation agricole. Il constitue un outil d'aide à la décision à la disposition des responsables territoriaux et des exploitants agricoles des outre-mer².

3. L'outre-mer, interface entre le Nord et le Sud

Les implantations du Cirad et de l'Inra ultramarines offrent à ces organismes la possibilité d'étudier des agroécosystèmes tropicaux dont on sait qu'ils seront particulièrement vulnérables au changement climatique. Les **outre-mer** disposent ainsi d'un **potentiel important de recherche et d'expertise scientifique qui peut être mobilisé pour développer des solutions adaptées et transposables dans d'autres régions tropicales**. Par exemple, l'étude de la forêt en Guyane, les prévisions d'évolution comme l'élaboration de stratégies d'adaptation de l'exploitation ne peuvent

¹ Harry Ozier-Lafontaine, directeur du centre Antilles-Guyane de l'Inra, contribution écrite, octobre 2015. Cette simulation résulte d'une simulation de l'évolution des paysages agricoles de la Guadeloupe prévoyant un remplacement de canne à sucre et de banane par des cultures énergétiques et des pâtures. (P. Chopin, 2015, Prototypage de mosaïques de systèmes de culture répondant à des enjeux de développement durable des territoires ; application à la Guadeloupe. Thèse de l'Université des Antilles).

² Ibid.

manquer de se répercuter sur ce qui se fait au Brésil. Des interactions positives pour les outre-mer sont possibles dans l'autre sens ; par exemple, en matière de résistance à la sécheresse, les travaux du Cirad les plus importants sont situés en Afrique (mil, sorgho, arachide, caféier) mais peuvent irriguer l'agriculture ultramarine, qui est elle-même historiquement le fruit de la confluence d'imports sud-américains, africains et européens.

D'une manière générale, tous les sujets agricoles méritent d'être traités au niveau régional en interaction avec les pays environnant les outre-mer. C'est particulièrement vrai pour les **aspects sanitaires** puisque le risque épidémique et de propagation des maladies et des agents infectieux nécessite une surveillance au-delà des frontières nationales pour inclure aussi des pays dont les systèmes de santé humaine et vétérinaire sont moins performants. Le réseau CaribVET a été ainsi créé en 2000 pour renforcer et harmoniser la surveillance et le contrôle des maladies animales transfrontalières. Ce réseau rassemble désormais tous les pays de la zone et se développe dans le cadre du Caricom, l'organisation régionale des États de la Caraïbe. Les objectifs sont d'améliorer la situation sanitaire et la productivité des élevages et de promouvoir le commerce dans la Caraïbe. Des programmes de recherches bénéficiant de financements européens y trouvent aussi un ancrage et une infrastructure¹. Le réseau SEGA - « One Health », né en 2006 après une épidémie de Chikungunya et basé à La Réunion est le seul en son genre à aborder conjointement la santé humaine et la santé animale. Il se développe dans le cadre de la Commission de l'Océan Indien (COI). Un de ses membres essentiels est Madagascar qui est soumis à de fortes contraintes et fait de ce réseau un acteur en première ligne du **suivi des maladies émergentes liées au changement climatique**².

Des volets agricoles sont également prévus dans des programmes de coopération régionale. C'est le cas par exemple à La Réunion du programme régional de protection des végétaux (ePRPV) adossé à l'Initiative régionale agroécologie et changement climatique (IRACC), coordonné par la COI et financé par le Fonds international de développement agricole. Une plateforme régionale est installée à La Réunion pour discuter avec tous les ministres de l'agriculture et de l'environnement des pays voisins, en particulier pour **diffuser les bonnes pratiques** de lutte contre les ravageurs et les maladies affectant les cultures maraîchères et fruitières dont l'importance est essentielle pour les économies de la zone. Des actions sont en cours dans ce cadre contre la mouche des fruits aux Comores et contre le varroa, responsable de l'effondrement des populations d'abeilles, à Maurice et à Madagascar.

¹ Contribution écrite du Cirad (R. Lancelot).

² Ibid.

Les outre-mer apparaissent comme les fers de lance d'une nouvelle révolution agroécologique dont bénéficieront les pays les moins avancés (PMA). Grâce à la conjonction unique sur ces territoires de la vulnérabilité qui pousse à l'action, de l'expertise qui permet de comprendre et d'orienter les décisions et de l'exemplarité de pratiques déjà testées et mises en place, les outre-mer ont vocation à jouer un rôle d'interface entre les pays du Nord et les pays du Sud. Cela constitue assurément un atout pour la France, qui mériterait d'être valorisé au service du succès de la COP 21 au Bourget.

B. RÉALISATIONS ET PROJETS

1. Les jardins créoles : l'exemple de Marie-Galante

La particularité du jardin créole est de présenter un synoptique de l'ensemble des grandes migrations qu'ont connues les Antilles. Les Siboney, puis les Arawak et les Caraïbes apportèrent des plantes d'Amérique du Sud comme la dictame et le roucou. Ensuite, les peuples européens commencèrent à arriver à la fin du XV^e siècle, dont les Français qui s'installèrent définitivement au XVII^e siècle. Pendant la période de l'esclavage, les esclaves cultivaient des petites parcelles, où se trouvaient rassemblées une grande variété de cultures. C'était l'ancêtre du jardin créole qui se présente essentiellement comme un modèle de polyculture organisée.

Par exemple, dans le jardin créole de M. Richard Chelza visité par vos rapporteurs à Marie-Galante, se trouve au milieu un arbre-fruitier qui donne des pommes-cannelles. À proximité sont plantées des salades et tout autour des sources de protéines végétales dont une multitude de légumineuses rapportées d'Afrique : les pois de bois ou pois d'Angole, les pois cannes appelés aussi niébé ou cornille, les pois boucoussou, Sainte-Catherine, savons, etc. Ces pois sont d'un excellent rendement et adaptés aux conditions climatiques de la Caraïbe. Leur culture est associée à celle de la canne à sucre qui leur sert de tuteurs. L'intérêt des pois est qu'il s'agit de plantes qui fleurissent en période de jours courts dont la culture peut donc parfaitement associée au rythme de pousse de la canne à sucre, elle-même récoltée à l'hivernage au moment où la teneur en sucre est la plus élevée, d'où une excellente gestion coordonnée des productions traditionnelles sur l'année. La variété de canne cultivée est une variété ancienne qui a besoin de moins d'eau que celle que l'on retrouve dans les grandes plantations. Elle est cultivée sans engrais et sans pesticide avec le projet de produire du jus de canne biologique, voire du rhum biologique. Dans le jardin créole visité, se trouvent enfin des melons, des aubergines et de petits concombres à cornichons.

Le jardin créole est un jardin de subsistance d'où l'on peut tirer tous les aliments nécessaires à la vie humaine (glucides, lipides, protéines, vitamines et oligoéléments). Il se distingue par sa capacité à fournir une grande diversité de protéines d'origine végétale, dont le couplage traditionnel avec des céréales facilite l'assimilation par le corps humain, qui est essentielle pour son approvisionnement en acides aminés.

Il permet de moins dépendre de l'élevage pour la production de protéines, ce qui signifie à la fois produire plus de protéines par surfaces mobilisées mais aussi consommer moins d'intrants (nourriture des animaux). On retrouve avec le jardin créole un bon exemple de conservation de la biodiversité faunistique (abeilles, oiseaux, chauve-souris), de recours à la permaculture (création d'humus en permanence qui permet une économie d'eau) et de croissance en synergie des plantes les unes avec les autres (protection réciproque contre les agresseurs, favorisation réciproque de pollinisation).

Ce modèle de biodiversité agricole est particulièrement intéressant alors que l'agriculture mondiale doit relever conjointement le défi démographique et le défi climatique. Il va de pair avec une valorisation des productions locales et des circuits courts, avec des bénéfices en termes tant de stimulation économique que de réduction des émissions carbonées par reflux des importations et baisse subséquente des transports. C'est un paradoxe que 80 % de l'alimentation des Guadeloupéens soit importée alors qu'il existe une grande diversité de cultures qui peuvent s'épanouir sur son sol. Bien sûr, autosuffisance alimentaire et autarcie totales sont utopiques mais il demeure une marge de progression conséquente. Il convient donc de ne pas laisser perdre le savoir associé à la culture du jardin créole et d'en poursuivre la transmission.

Sources : DEAL de Guadeloupe - M. Henry Joseph - déplacement du groupe de travail à Marie-Galante (juillet 2015)

2. La réintroduction d'anciennes variétés de cultures (indigo et pois) en Guadeloupe

Les plantations d'indigotiers étaient très nombreuses jusqu'au XIX^e siècle à Marie-Galante ; mais elles connurent un fort déclin jusqu'à leur disparition à cause de la synthèse de l'indigotine par Baeyer en 1880 et l'essor de la production synthétique par BASF en 1900. Le même problème s'était déjà posé dans le Midi de la France avec la disparition de la production de garance après la synthèse et la commercialisation de rouge d'alizarine par BASF dès 1871.

Cependant, un projet de relance de la production d'indigo, piloté par le laboratoire Phytobôkaz à Gourbeyre, est en cours de réalisation en profitant de l'entrée en vigueur du règlement européen REECH qui touche les colorants de synthèse et demande un retour à des produits naturels obtenus par extraction. Si les résultats se révèlent probants, le projet pourra s'étendre avec la relance d'une production locale de coton en tirant partie du fait que l'origine première d'une variété importante de plants de coton (*Gossypium Barbadosense*) se trouve dans les îles de la Caraïbe, notamment La Barbade et Marie-Galante qui partagent le même terroir.

Marie-Galante connaît un autre projet de réintroduction de cultures anciennes qui concerne certaines variétés de pois. Ce projet est cofinancé par le laboratoire Phytobôkaz et Iguavie (Interprofession guadeloupéenne de la viande et de l'élevage) avec le partenariat de la mairie de Saint-Louis de Marie-Galante qui met à disposition du foncier agricole (d'abord 5000 m² avec une possibilité d'extension). Trois variétés résistantes aux maladies ont été retenues pour éviter d'avoir à recourir à des traitements et des pesticides. Deux pieds peuvent donner sans épisode de sécheresse 15 kg de pois l'année donc 1 000 pieds (pour chaque variété plantée) donnent 7,5 tonnes en un an. En outre, quatre rangées sont consacrées à une plantation expérimentale d'indigo, car l'indigo et les pois poussent sur des terroirs similaires.

Depuis 1995, les terrains concernés relèvent d'une exploitation cannière, avec un complément d'élevage. L'exploitation est périodiquement laissée en jachère pour ne pas utiliser de pesticides. Le projet pois-indigo intervient dans le cadre d'un processus de transformation de l'exploitation vers une polyculture organisée. La diversification se poursuit par une réduction de la surface de canne et par l'introduction du maracuja (grenadille ou fruit de la passion). Ce choix est motivé par le fait que la fécondation tant des fleurs de maracuja que des fleurs de pois est assurée par une espèce d'abeille sauvage de Guadeloupe, communément appelée les « von-vons ». En revanche, l'abeille domestique ne peut pas les féconder. On retrouve l'idée d'un projet global associant des cultures en synergie et tenant compte de la faune endémique de l'île, ce qui permet d'assurer ainsi une diversité floristique et faunistique. Dans un même mouvement, des cultures anciennes sont réintroduites et des espèces animales sauvages endémiques sont protégées.

Sources : DEAL de Guadeloupe – Phytobôkaz – déplacement du groupe de travail à Marie-Galante (juillet 2015)

3. La protection des abeilles sauvages : le projet Terre de pollinisateurs

L'archipel guadeloupéen compte environ huit espèces d'abeilles sauvages qui sont solitaires et ne vivent pas en colonie, sauf une seule qui donne du miel, la mélipone, en voie de disparition. Depuis plusieurs années, se met en place un plan de sauvegarde, amplifié par un arrêté ministériel de 2015 de protection des abeilles sauvages, qui recoupe d'autres politiques de diversification et de résilience agricole. Avec l'aide du Cirad, depuis cinq ans, pour ne pas utiliser d'herbicides dans les bananeraies, est utilisé un couvert végétal de plantes de service ; or les plantes sélectionnées sont favorables aux abeilles sauvages, ce qui est bénéfique tant pour les producteurs de miel que pour les planteurs de bananes.

À partir de 2016, sur toute la Guadeloupe, sera mis en place le projet Archipel Guadeloupe - Terre de pollinisateurs. Il est porté par l'association des apiculteurs de Guadeloupe (Apigua) et vise la création d'un observatoire des pollinisateurs, la réintégration des pollinisateurs dans les jardins créoles, l'élaboration d'un modèle d'agroforesterie pour concentrer et stimuler la diversité et l'activité des pollinisateurs, la création d'un espace de communication, assorti d'un plan et d'actions de communication orientées vers le grand public.

L'idée centrale est d'obtenir, en multipliant les observateurs, des données collectées sur un grand nombre de sites et dans des environnements variés. Il devrait aussi contribuer à enrichir les connaissances sur le fonctionnement des réseaux d'interactions plantes-insectes. Au-delà du recueil de données qui intéresse les scientifiques, l'observatoire des pollinisateurs a une vocation pédagogique : sensibiliser le public à la diversité du vivant. À terme, le projet s'étendra vers la réalisation d'une banque de graines des espèces mellifères et la généralisation des haies végétales dans le paysage agricole. Il contribuera à diffuser et à valoriser les bonnes pratiques visant à préserver les pollinisateurs sauvages en différents contextes (agricole, forestier, urbain et naturel).

Une boucle de rétroaction (*feedback*) pédagogique est prévue pour assurer un retour d'information au public scolaire qui aura participé à ces actions. L'enjeu fondamental est de mettre en place une protection efficace des écosystèmes environnementaux ruraux et de valoriser leur biodiversité dans un contexte de développement durable et équitable.

Ce projet mobilise en collaboration avec l'Apigua plusieurs partenaires :

- l'Inra pour son expertise sur les systèmes agricoles ;
- le Parc national de Guadeloupe pour son expertise sur les espèces et pour son territoire ;
- le *Lion's Club* pour mobiliser le public et pour assurer la diffusion des informations ;
- la DEAL, le Conseil départemental, Phytobôkaz, la chambre d'agriculture et l'association *Les dimanches de la création* pour leurs rôles respectifs dans la protection de l'environnement ;
- le rectorat pour le volet éducatif.

Sources : DEAL de Guadeloupe - Phytobôkaz - déplacement du groupe de travail à Marie-Galante (juillet 2015)

4. Le couplage du photovoltaïque et de l'agriculture : le projet Bardzour

Le 11 juin 2015 a été inaugurée à La Réunion la centrale photovoltaïque Bardzour, qui signifie en créole « aube naissante ». Porté par la société Akuo Energy, ce projet a été récompensé dans le cadre du concours *My Positive Impact* lancé par Nicolas Hulot. Il repose sur le concept d'« agrinergie », créé par le groupe Akuo Energy comme un mode de valorisation de l'économie locale grâce à l'établissement de synergies entre l'énergie solaire et l'agriculture. Il s'agit d'éviter ou de contrebalancer la perte de terrains cultivés qu'entraîne l'implantation au sol d'une centrale photovoltaïque. Akuo Energy propose, grâce à la vente de l'électricité produite, de financer des projets agricoles innovants (protection de variétés endémiques menacées, culture biologique, prise en compte de la vulnérabilité climatique,...).

Plusieurs particularités singularisent Bardzour. La production de 9 MWh à partir d'énergie solaire, soit un tiers de la consommation de la commune du Port où la centrale est implantée, est couplée avec un dispositif de stockage performant (batteries lithium-ion) permettant la réinjection différée de 9 MWh dans le réseau. Les panneaux solaires ont été déposés sur une serre agricole de 6 000 m² avec notamment des productions biologiques. Un arboretum est également installé aux pieds de la centrale et regroupe 48 espèces d'arbres endémiques, 18 espèces de plantes aromatiques et médicinales et 35 espèces fruitières). De même, 14 ruches ont été implantées pour produire du miel. Enfin, ce projet comporte un volet social. Situé au sein du centre de détention du Port, il offre aux détenus des possibilités de réinsertion via des formations au maraîchage et à l'apiculture. Cette vitrine contribue déjà au succès à l'international d'Akuo Energy, qui vient de signer un contrat avec l'électricien Pertamina pour la construction de 560 MW de capacités d'énergie renouvelable en Indonésie.

Sources : Akuo Energy – Les Échos, « Solaire : Akuo joue la carte de l'innovation », 11 juin 2015 - Fondation Nicolas Hulot

5. Les centres de ressources biologiques Inra-Cirad

Les outre-mer français constituent des lieux essentiels de conservation de ressources biologiques. L'Inra et le Cirad ont créé et gèrent conjointement un réseau de centres de ressources biologiques (CRB) permettant de travailler sur les ressources génétiques.

Depuis le sommet de Rio en 1992, les ressources biologiques sont définies comme des matériels d'origines diverses (végétale, animale, microbienne,...) contenant des unités fonctionnelles de l'hérédité présentant une valeur potentielle ou effective. Elles sont conservées avec un ensemble d'informations associées (morphologiques, biochimiques, taxonomiques, agronomiques, juridiques,...). Les régimes de conservation varient en termes de modalités (*in situ*, *ex situ*, dans une ferme) et de formes (plantes entières, vitroplants, de graines...).

Ces centres ont pour finalité de freiner l'érosion génétique issue de la diminution - historique depuis la préhistoire mais en accélération depuis le XVIII^e siècle - du nombre d'espèces cultivées et de la perte de diversité génétique au sein des variétés cultivées, seules quelques variétés performantes étant développées. Les ressources génétiques apparaissent désormais comme des enjeux stratégiques : il est essentiel de pouvoir conserver un maximum de gènes et d'allèles qui permettront de créer des variétés adaptées en fonction des contextes climatiques, énergétiques et sociaux (comportements des consommateurs)¹.

¹ Présentation C. Pavies (Inra) et D. Roques (Cirad) lors du déplacement du groupe de travail en Guadeloupe en juillet 2015.

Le réseau des CRB Cirad-Inra comprend sept centres dont la tête de pont est située en Guadeloupe au sein du CRB Plantes tropicales créé en 2010. Outre son rôle de conservation, il met du matériel végétal à la disposition des utilisateurs qui en font la demande, soit toute personne, entreprise ou organisation qui souhaite valoriser les ressources du centre à des fins économiques, pédagogiques ou scientifiques. Ce réseau permet de mettre en relation les outre-mer entre eux (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion), avec l'Hexagone (Montpellier et Corse) et avec l'étranger (Madère).

Le CRB Plantes tropicales a, par exemple, pris en charge l'introduction de 15 variétés de madères en provenance de Fidji dans le cadre du projet EVA-Transfert, une plateforme d'évaluation et de transfert d'innovation. L'objectif du programme est de « renforcer l'offre potentielle en tubercules alimentaires et en fruits à la Guadeloupe par la mise en place d'une plateforme d'innovations et d'un réseau participatif destinés à promouvoir la sélection, la multiplication et la diffusion de variétés performantes, bien adaptées aux conditions pédoclimatiques locales, et valorisables dans un cadre agricole diversifié et durable. »¹ Le même CRB fournit des plants de manguier en Afrique (Guinée, République démocratique du Congo) pour le développement de filières. D'autres travaux portent sur l'igname, l'ananas, la canne à sucre, les agrumes et les orchidées.

Sources : Inra-Cirad – déplacement du groupe de travail en Guadeloupe (juillet 2015)

¹ Ibid. et site du Réseau d'innovation et de transfert agricole (RITA) dans les DOM : www.rita-dom.fr/actions-et-vie-du-reseau/projet-n-76.

III. LA PRÉSERVATION ET LA MISE EN VALEUR DES BIODIVERSITÉS ULTRAMARINES

A. LA BIODIVERSITÉ ULTRAMARINE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : DES ÉCOSYSTÈMES SOUS PRESSION À PROTÉGER ET À VALORISER

1. La biodiversité ultramarine : une richesse sans équivalent

La **biodiversité ultramarine** constitue **80 % du patrimoine naturel français**. Selon les chiffres du plan d'action outre-mer annexé à la stratégie nationale pour la biodiversité, les collectivités françaises d'outre-mer appartiennent à huit grandes régions biogéographiques terrestres et marines situées dans les trois océans de la planète, en zones tropicale, équatoriale, australe et antarctique et possèdent, du fait de leur caractère majoritairement insulaire, un niveau d'endémisme élevé. Leur patrimoine biologique naturel est unique, tant par sa richesse que par sa diversité. Il représente ainsi 98 % des vertébrés et 96 % des plantes vasculaires présentes en France. Dans tous les groupes, ces collectivités abritent plus d'espèces que la métropole (100 fois plus de poissons d'eau douce, 60 fois plus d'oiseaux, 26 fois plus de plantes et 3,5 fois plus de mollusques endémiques). Avec 3 450 espèces végétales vasculaires et 380 animaux vertébrés uniques au monde, elles hébergent même, pour ces deux groupes, plus d'espèces endémiques que toute l'Europe continentale.

La richesse de cette biodiversité ne se concentre pas uniquement sur les **espèces**, mais se retrouve également dans **les milieux et les habitats**. Le cas des mangroves et des coraux l'illustre bien. La France dispose de 55 000 kilomètres carrés de **récif coralliens** et de **lagons**, soit près de 10 % de la surface des récifs mondiaux, dans trois océans. Les récifs coralliens sont, avec les forêts tropicales, les écosystèmes les plus riches et les plus productifs de la planète. Leur biodiversité est exceptionnelle : un tiers des espèces marines connues vit dans ces récifs. C'est dans ce cadre que se développent les **mangroves** et les **herbiers**.

L'ensemble de ces écosystèmes garantissent aux communautés humaines de nombreuses ressources et de nombreux services. On estime par exemple qu'en Martinique ils produisent près de 245 millions d'euros par an.

2. Une pression sur les écosystèmes lourdement accentuée par le changement climatique

La pression exercée sur eux est de ce fait très alarmante. Les récifs coralliens régressent continuellement. D'ici à 2050, 75 % d'entre eux pourraient disparaître. Le projet de loi relatif à la biodiversité, en cours d'examen, prévoit, dans ce cadre, un programme d'actions pour la protection des mangroves et des récifs coralliens.

Autre exemple, dans le Pacifique en Polynésie française, les atolls sont les systèmes les plus vulnérables face au changement climatique, qui amplifie considérablement les impacts anthropiques locaux.

La biodiversité ultramarine est, de manière globale, fortement menacée par le changement climatique.

En effet, **si les écosystèmes naturels des outre-mer constituent les zones les plus riches en biodiversité, ils sont aussi les espaces les plus menacés de la planète.** La Nouvelle-Calédonie ou la Guyane, par exemple, sont listés comme des « points chauds » de la biodiversité par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN).

Pour prendre le seul exemple de la biodiversité marine, les pressions exercées par le changement climatique se manifestent par :

- des modifications des propriétés physiques et chimiques des océans et des écosystèmes marins, dont la rapidité jamais observée depuis des millions d'années, est particulièrement critique et remet en cause les capacités d'adaptation de bon nombre d'espèces ;

- des bouleversements de la distribution géographique et de l'abondance des espèces, voire des invasions biologiques par des espèces exotiques.

Au cours des tables rondes « *Biodiversités des outre-mer et changement climatique* », organisées le 11 juin 2015 par la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable et la délégation à l'outre-mer du Sénat, l'ensemble des menaces pesant sur la biodiversité ultramarine ont été exposées par les différents intervenants¹. Philippe Gouletquer, directeur scientifique adjoint chargé de la coordination biodiversité marine et côtière à l'Ifremer, a par exemple cité le cas des effets du changement climatique sur l'abondance et la répartition d'une espèce de thon (Listao) à l'échelle mondiale : « *L'application des scénarios du Giec sur l'évolution des conditions environnementales et d'alimentation des thons, et par voie de conséquence, la répartition géographique de leurs populations, démontre les modifications induites sur les activités de pêche futures - en l'occurrence, une très forte réduction -, sur l'économie et les conditions d'alimentation des populations en zone tropicale* ».

¹ Rapport d'information du Sénat n° 698 (2014-2015).

3. Un enjeu de préservation et de protection

Face à cette situation alarmante, le premier défi pour les outre-mer est la **préservation de ce patrimoine naturel exceptionnel**, tant à travers la mobilisation d'outils territoriaux adaptés aux spécificités locales que par le développement de la connaissance et de la recherche innovante. Les populations sont, sur ce sujet, les premiers acteurs de protection de leur cadre de vie et de leur richesse. De nombreuses collectivités l'ont d'ores et déjà compris.

À titre d'exemple, la direction de l'environnement du **Gouvernement de la Polynésie française mène un programme ambitieux de lutte contre les espèces exotiques envahissantes**, qui a pour objectif d'informer et de former les populations pour mieux lutter contre ces espèces menaçant la biodiversité locale.

Dans le **Pacifique**, alors que la salinisation et la contamination des nappes phréatiques menacent les atolls, une des réponses consiste en la mise en place et dans le **développement d'aires marines et littorales protégées et de conservatoires des ressources génétiques** afin de soutenir la résilience de ces écosystèmes et de garantir leur développement économique.

Dans le cadre des **travaux du Grand Port maritime de la Guadeloupe nouvelle génération**, est prévue la **transplantation d'herbiers de phanérogames marines ainsi que de coraux**, après que l'avis de l'Autorité environnementale d'octobre 2013 a mis en évidence une atteinte directe sur ces milieux marins présentant un grand intérêt écologique (voir encadré ci-dessous).

4. Une nouvelle vision dynamique de la biodiversité : la valorisation

Au-delà de la protection de ce patrimoine, la priorité doit être aujourd'hui également donnée à sa valorisation, qui consacre une nouvelle approche de la biodiversité, non plus statique, mais dynamique. La biodiversité peut en effet être valorisée économiquement, comme le développement du biomimétisme en témoigne. Par l'imitation de propriétés remarquables du vivant appliquées aux activités humaines, le biomimétisme permet des innovations dans de nombreux secteurs, comme l'industrie ou l'agriculture. Les structures osseuses des ailes d'oiseaux ont ainsi inspiré la diminution de poids et l'augmentation de la résistance des ailes de l'Airbus A380. La structure en picot hydrophobe de la feuille de nénuphar est à l'origine du concept de pare-brise anti-pluie. L'exploitation des oléagineux pour le développement d'une filière cosmétique centrée autour de l'huile de galba constitue un autre exemple de **valorisation économique de la biodiversité**.

Le protocole de Nagoya, adopté en 2010, traduit cette volonté nouvelle de concilier préservation et valorisation de notre patrimoine naturel. Ce protocole, par la mise en place de procédures d'accès aux ressources génétiques et de partage des avantages, permet à la fois de garantir un accès responsable et maîtrisé aux ressources naturelles ultramarines mais aussi de sécuriser l'utilisation de la biodiversité dans le cadre de projets à visée commerciale. Il permet enfin, notamment en Guyane, de préserver les droits des communautés d'habitants autochtones comme les Bushinengue.

B. RÉALISATIONS ET PROJETS

1. Programme de conservation des espèces marines emblématiques en Polynésie française

La faune et la flore terrestre de Polynésie française présentent parmi les plus forts taux d'endémisme au monde : près de 60 % pour les végétaux avec 900 espèces végétales indigènes dont 570 endémiques et 100 % d'endémisme pour certains genres de mollusques et d'insectes.

Le milieu marin de Polynésie française renferme une des plus grandes diversités géomorphologiques récifales avec par exemple plus de 800 espèces de crustacés, 170 espèces de coraux, ou encore 425 espèces d'algues indigènes. La Polynésie comporte près de 20 % des atolls dans le monde et certains des principaux stocks de pêche encore préservés.

Cette richesse est cependant menacée. Les espèces insulaires ont en effet une aire de répartition réduite et des populations de faible effectif qui les rendent plus vulnérables au risque d'extinction. Ainsi, plus de 140 plantes sont considérées comme rares, vulnérables ou menacées, selon les listes rouges de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). De manière globale, la Polynésie est l'un des 25 points chauds de la biodiversité dans le monde, toujours selon l'UICN.

Dans ce contexte, depuis 2002, la direction de l'environnement du Gouvernement de la Polynésie française a lancé un programme de conservation des espèces marines emblématiques. L'objectif est de préserver les populations de baleines, de dauphins, de tortues marines, de requins entre autres, afin de répondre aux aspirations des polynésiens et protéger leur patrimoine naturel et culturel. L'objectif est également d'adapter localement le plan d'actions du Programme régional océanien de l'environnement (2013-2017) aux espèces marines.

Au total, une zone de 5,5 millions de kilomètres carrés a été déclarée sanctuaire des baleines et autres mammifères marins depuis 2002. Sur cinq espèces de tortues, trois (tortue verte, tortue imbriquée, tortue caret) font l'objet d'études de migration inter-îles et régionales, d'études génétiques et de répartition de populations dans les archipels par la collecte d'échantillons à des fins génétiques.

La mise en œuvre de ce programme a permis de mesurer une diversité biologique élevée avec plus d'une vingtaine de baleines et de dauphins recensés, une vingtaine d'espèces de requins protégés.

Le programme a également permis diverses campagnes de communication et de sensibilisation, en particulier sur l'activité de d'observation des baleines, qui connaît depuis dix ans un intérêt croissant.

Des ateliers de formation ont été mis en œuvre (bague, suivi de sites de pontes, prélèvement d'échantillons d'espèces marines protégées pour analyse génétique, réglementation, approche des mammifères marins).

Dans les années à venir, le programme permettra la poursuite des suivis d'espèces et des inventaires pour améliorer la connaissance de la biodiversité polynésienne ainsi que la poursuite des formations, des contrôles et de la surveillance de l'eau.

Source : Gouvernement de la Polynésie française

2. Recherche étiologique des maladies associées aux mortalités massives des poissons de la Côte Ouest de La Réunion dans le contexte du changement climatique

Le programme REMPOR, « Recherche étiologique des maladies associées aux mortalités massives des poissons de la côte Ouest de La Réunion », s'inscrit dans le cadre de l'observation de phénomènes récurrents de mortalité de poissons à La Réunion ayant des impacts économiques (pêche, image de La Réunion au national et donc impact sur le tourisme) et sur la biodiversité, notamment du récif corallien. Ces phénomènes sont liés à des températures de l'eau élevées et seront probablement amenés à se répéter dans les années à venir du fait du changement climatique.

Ce programme s'inscrit dans le cadre des objectifs du Livre bleu et doit permettre de développer les compétences nécessaires à un « Pôle Mer ». Il s'intègre également dans la démarche de gestion intégrée mer-littoral visant à prendre en compte le continuum Terre-Mer. Il vise en effet à mieux comprendre l'origine épidémiologique de ces maladies dans ce continuum : milieu marin, milieu aquatique d'eau douce.

Durant ces 20 dernières années, l'émergence et la prolifération des maladies ont affecté la diversité et l'abondance de nombreuses espèces récifales. Aujourd'hui elles sont reconnues comme une menace importante, capables d'altérer la structure et le fonctionnement des écosystèmes coralliens. La recherche des causes a été amorcée lors du dernier épisode de 2014 démontrant la présence d'une bactérie. L'objectif de ce programme est donc de mieux comprendre les causes et les conséquences de ces maladies afin de mieux prévenir leur apparition et de mieux comprendre l'impact du changement climatique sur cet écosystème.

Les résultats de cette étude pourront être intégrés dans d'autres programmes de recherche, et/ou de suivi-monitoring (locaux, nationaux et internationaux) traitant de l'état de santé des récifs coralliens tels que le programme d'évaluation des risques pesticides pour les récifs coralliens de La Réunion (ERICOR) ou encore dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

Source : DEAL de La Réunion

3. Développement de la filière des oléagineux sur la base expérimentale du concept *Galbas* en Guadeloupe

Ce projet, lancé en 2007 à Gourbeyre en Guadeloupe, est porté par le docteur Henry Joseph, également co-fondateur du laboratoire Phytobôkaz, spécialisé dans la fabrication locale de produits dérivés de plantes médicinales ultramarines.

Ce projet vise à développer la filière des oléagineux sur la base expérimentale de l'huile de galba.

Le développement de la production de graines de galba (*Calophyllum calaba*), en Guadeloupe, est un marché de niche. La composition chimique exceptionnelle de cette huile et ses propriétés biologiques particulières dans le domaine des antioxydants et de la réparation cellulaire constituent un exemple intéressant d'une valorisation économique réussie de la biodiversité.

Le projet, implanté à Gourbeyre, a permis de concevoir un ensemble agro-écologique durable et de recréer un écosystème interdépendant sur une plantation alternée de galbas, calebassiers, cocotiers et avocatiers. Il a stimulé la création d'une filière des oléagineux de Guadeloupe reposant sur des circuits courts. Ce projet a également eu des impacts positifs sur la biodiversité animale, d'une part, avec une augmentation constatée des populations de chauve-souris et d'abeilles, sur la biodiversité végétale d'autre part, grâce à la reforestation visible sur la parcelle.

Source : DEAL - Guadeloupe

4. Projet d'Institut caribéen de la biodiversité insulaire à Saint-Martin

Le projet d'institut caribéen de la biodiversité insulaire (ICBI) est porté par la Réserve nationale naturelle de Saint-Martin. L'objectif affiché est de fournir un outil au service du développement du territoire, de l'écologie, de la protection de la biodiversité, de la recherche universitaire et scientifique, de l'écotourisme et du développement économique.

L'ICBI en est pour l'heure et jusqu'à octobre 2016, au stade des études opérationnelles, la phase de travaux devant se dérouler tout au long de l'année 2017. Il doit :

- devenir un lieu privilégié de mise en valeur du patrimoine naturel et de la biodiversité de Saint-Martin ;

- développer des outils d'accueil et de transfert de connaissance pour expliquer, sensibiliser, éduquer tous les publics à l'environnement et à l'éco-citoyenneté ;

- apporter et soutenir de nouvelles synergies axées sur la conservation de la biodiversité, la recherche, la formation professionnelle, la création de filières économiques durables, la promotion touristique, en s'affirmant comme un pôle de rayonnement et d'échanges scientifiques régionaux et internationaux ;

- créer de nouveaux emplois liés aux métiers de la mer, de la pêche, de la protection et de la valorisation des espaces naturels ;

- contribuer à la préservation du cadre de vie exceptionnel de Saint-Martin, condition essentielle pour le maintien de l'attractivité du territoire.

Ce projet permettra de faire émerger un véritable pôle de recherche centré sur la biodiversité du territoire et surtout, plus largement, de l'espace Caraïbe, qui est un élément stratégique pour Saint-Martin.

Il est enfin central dans le cadre de la lutte contre le changement climatique et ses impacts, comme par exemple via l'introduction d'herbivores marins dans le cadre du développement d'un pôle de recherche aquacole.

Source : Préfecture de Saint-Martin

5. Restauration des écosystèmes marins en Guadeloupe et à Saint-Barthélemy

Le groupe de travail du Sénat sur « les outre-mer confrontés au changement climatique », s'est rendu, en juillet 2015, en Guadeloupe et à Saint-Barthélemy.

Dans ce cadre, vos rapporteurs ont pu assister à une présentation des mesures compensatoires mises en œuvre dans le cadre des travaux d'aménagement liés au Grand port maritime de Guadeloupe, à savoir des programmes de transplantation d'herbiers, de coraux et de replantation de mangroves.

L'autorité environnementale, dans un avis datant d'octobre 2013, avait en effet recommandé de compléter les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts du projet sur l'environnement, et plus spécifiquement, les milieux marins.

Ces mesures de compensation concernent les herbiers et les coraux (transplantation des herbiers, immersion de récifs artificiels pour les coraux, sentier sous-marin,...), les mangroves (replantation, protection et nettoyage), une sensibilisation du public, la pêche (capture de « cultures post larvaires », dispositif de concentration des poissons, actuellement non autorisé, l'usage de récifs artificiels, la reconversion des pêcheurs.

Dans ce contexte, des mesures de restauration de ces trois écosystèmes en étroite relation (3 348,1 hectares de mangroves, 11 870 hectares d'herbiers et 33 890 hectares de mangroves) sont mises en œuvre :

- une transplantation d'herbiers dans le cadre des travaux du Port Nouvelle génération : 3 300 m² d'herbiers prélevés avec un objectif de 13 000 m² d'herbiers à reconstituer (la 1^{re} campagne de suivi a eu lieu en août 2015) ;

- une transplantation de récifs coralliens dans le même cadre : 4 300 colonies transplantées (les 1^{re} et 2^e campagnes de suivi ont eu lieu en avril et juin 2015 et la 3^e en septembre 2015).

Par ailleurs, le groupe de travail sénatorial s'est vu présenter à Saint-Barthélemy deux projets de reconstitution de coraux partant d'initiatives locales. Le premier mise sur la constitution de pépinières et le bouturage de cornes de cerf et de cornes d'élan, deux espèces d'acropora dont le rythme de croissance est particulièrement rapide jusqu'à 10 cm par an. Cette technique a été perfectionnée en Floride.

Le second projet s'appuie sur une technique d'accrétion électrolytique qui permet grâce à des structures métalliques immergées et placées sous basse tension de former des structures calcaires qui serviront d'habitat artificiel aux coraux. Ce procédé s'est particulièrement développé à Bali.

*Source : Déplacement du groupe de travail en Guadeloupe et à Saint-Barthélemy en juillet 2015
- entretiens avec le Grand Port maritime de Guadeloupe et MM. Didier Laplace et Turenne Laplace.*

IV. LA PROMOTION D'UNE GRANDE DIVERSITÉ D'ÉNERGIES RENOUELABLES

A. LES OUTRE-MER, À L'AVANT-GARDE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

1. Des difficultés liées aux problématiques spécifiques des outre-mer

Les outre-mer, malgré leur grande diversité géographique et culturelle, présentent tous, à l'exception de la Guyane, la **particularité de l'insularité**. Cette insularité constitue un réel **défi pour l'approvisionnement des populations en énergie**. L'enjeu de **l'interconnexion des réseaux** sur ces territoires, y compris pour la Guyane, est essentiel. En effet, tandis qu'en métropole près de 80 % de l'électricité consommée est d'origine nucléaire, dans les outre-mer, une très faible part de cette électricité est produite localement, la plus grande part étant produite à partir d'hydrocarbures importés.

Conséquence directe de cette spécificité, le **coût de l'énergie** est, selon les territoires, **cinq à dix fois supérieur qu'en métropole**. Le coût supporté par les consommateurs est en revanche identique grâce à la contribution au service public de l'électricité (CSPE), dispositif fiscal assurant un tarif identique à toute la population française.

Un grand nombre de territoires ultramarins se distinguent également par un usage différent de l'énergie, dans la mesure où c'est davantage le besoin de « froid », produit à partir d'électricité, qui prime le besoin de chaleur.

Tandis que les enjeux de lutte contre le changement climatique nécessitent de réaliser une véritable transition énergétique sur tous les territoires, les implications ne sont pas les mêmes pour les outre-mer, compte tenu des spécificités évoquées ci-dessus.

2. De fortes potentialités dans le domaine des énergies renouvelables, soutenues par la loi sur la transition énergétique

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe toutefois des **objectifs ambitieux pour la croissance verte**. Les départements d'outre-mer doivent viser l'autonomie énergétique en 2030, avec, dès 2020, un objectif de 30 % d'énergies renouvelables à Mayotte et 50 % à La Réunion, en Martinique, en Guadeloupe et en Guyane, contre 23 % en métropole. La Polynésie française, par une loi du pays de 2013, s'est fixé « *un objectif minimum de 50 % de production électrique issue de l'exploitation des énergies renouvelables à échéance 2020* ». Le schéma pour la transition énergétique de la Nouvelle-Calédonie arrêtée par une délibération du Congrès du

20 octobre 2015 fixe quant à lui pour objectif à l'horizon 2030 un doublement de la part du renouvelable pour atteindre une production équivalente à 100 % de la consommation électrique de la consommation publique sur la Grande Terre et l'autonomie électrique des Îles Loyauté. Compte tenu de la situation de forte dépendance énergétique aux hydrocarbures, atteindre ces objectifs nécessitera un effort important et la mise au point de solutions innovantes, utilisant toutes les ressources offertes par ces territoires. Ces derniers présentent tous en effet de fortes potentialités. Notons que les coûts élevés de production des centrales thermiques traditionnelles font d'ores et déjà dans les outre-mer de certaines sources d'énergie renouvelable comme l'éolien terrestre, la biomasse ou encore la géothermie et le photovoltaïque des sources compétitives.

a) L'énergie photovoltaïque

L'énergie photovoltaïque convertit l'énergie lumineuse solaire en énergie électrique, notamment à La Réunion, où cette filière représente 20 % du mix énergétique.

En 2011, La Réunion a lancé le dispositif « Éco-solidaire », qui consiste en une aide destinée aux foyers réunionnais à faibles revenus et qui leur permet de diminuer d'au moins 30 % leur facture d'électricité. La collectivité met à disposition un fonds de garantie pour permettre aux ménages défavorisés, propriétaires de leur bien, de s'équiper en chauffe-eau solaire. La Région finance à hauteur de 80 % l'installation du chauffe-eau solaire réalisé par une entreprise bénéficiant de l'appellation « Qualisol », et EDF apporte une aide de 500 euros par équipement. En 2011, 635 familles ont pu bénéficier du dispositif et 1000 en 2012. À terme, ces opérations devraient permettre d'économiser 900 MWh et de diminuer l'émission de gaz à effet de serre de 737 tonnes eqCO₂.

Citons pour la Guyane le **projet associatif pour une petite électrification domestique sur les fleuves frontaliers**. L'association de Cayenne, *Kwala Faya*, propose une solution transitoire réalisable à court-terme pour assurer un service électrique répondant aux attentes des habitants des sites isolés, fortement dépendants des énergies fossiles, et notamment des **générateurs individuels**. À la demande de certains acteurs impliqués dans des projets d'électrification (Programme régional pour la maîtrise de l'énergie (PRME), Parc amazonien de Guyane (PAG), Préfecture, EDF, commune de Camopi, commune de Maripasoula), *Kwala Faya* a proposé une nouvelle approche dont la particularité est d'intégrer un volet social ainsi qu'un volet économique. Deux actions ont été menées dans ce cadre en 2014, en partenariat avec les acteurs de l'électrification sur les communes de Camopi et de Maripasoula :

- des **actions de formation en photovoltaïque** à destination des habitants des sites isolés de l'Oyapock (Camopi, Trois-Sauts) et du Haut Maroni ;

- une mission de prospection à Trois-Sauts en vue de l'électrification du site à base d'**installations solaires photovoltaïques**.

Une telle démarche contribue à l'appropriation des systèmes proposés et à leur gestion autonome, propose des débouchés économiques et permet à tous les bénéficiaires de diminuer leur dépendance aux énergies fossiles, d'augmenter de fait leur capacité financière mais aussi de renouer avec l'élément naturel du « Kwalai », le soleil.

b) L'énergie éolienne

L'énergie éolienne vise à produire de l'électricité à partir de l'énergie mécanique produite par le vent, notamment en Guadeloupe, qui compte actuellement 12 parcs produisant près du quart de la production électrique d'origine renouvelable de ce territoire.

c) Les énergies marines

Les énergies marines recouvrent l'ensemble des technologies permettant de produire de l'électricité à partir de différentes forces ou ressources du milieu marin (hydrolien, houlomoteur, énergie marémotrice, etc.).

En Martinique par exemple, le projet de centrale de 10 MW reposant sur **l'énergie thermique des mers (ou ETM)** illustre ce développement (voir encadré ci-dessous).

d) La biomasse-énergie

La biomasse-énergie est produite à partir de matières organiques, particulièrement importante en Guyane grâce à ses ressources forestières, ou encore dans les centrales thermiques utilisant de la bagasse (résidu de canne à sucre), comme par exemple en Guadeloupe à l'usine du Moule à Grande-Terre.

À La Réunion, le projet de valorisation énergétique des broyats de déchets verts préparés par l'entreprise ILEVA sur sa plateforme de broyage par la centrale thermique du Gol qui doit les utiliser comme combustible en substitution du charbon en est à sa deuxième phase d'essai. Le projet doit permettre, à terme, la valorisation énergétique des déchets verts produits au Sud de La Réunion et d'utiliser d'un combustible vert pour la production d'électricité de l'île, en complément de la bagasse déjà utilisée, visant à réduire la consommation de charbon importé.

e) L'énergie géothermique

L'énergie géothermique récupère la chaleur contenue dans le sous-sol pour produire de l'électricité.

Le **seul exemple actuellement en fonctionnement** se trouve sur le **site de Bouillante** en Guadeloupe que le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) exploite. Les possibilités de coopération régionale dans l'arc Caraïbe pourraient être mises à l'étude pour tirer également profit du potentiel géothermique de Montserrat et de la Dominique.

f) L'énergie hydraulique

L'énergie hydraulique est produite grâce aux cours d'eau, avec par exemple le barrage de Petit-Saut et la centrale hydraulique de Saut Maman Valentin en Guyane, qui représentent une puissance installée de 119 MW, soit plus de la moitié de l'électricité utilisée en Guyane.

Un séminaire sur le bilan des connaissances pour le développement de la petite hydroélectricité en sites isolés a été organisé le 4 juin 2015 par l'Office de l'eau de Guyane afin de présenter un état des lieux des connaissances et des gisements hydroélectriques, du projet de guide opérationnel pour le montage de projets en petite hydroélectricité ainsi que leurs impacts environnementaux potentiels.

L'accélération de la mise en œuvre des projets de transition énergétique est d'autant plus urgente dans ces territoires qu'ils sont les plus exposés aux conséquences du changement climatique, et notamment aux risques que comporte l'insécurité en matière d'approvisionnement énergétique. C'est pourquoi la loi sur la transition énergétique s'est fixé comme objectif de lever les obstacles à ce déploiement, en prévoyant un certain nombre de mesures spécifiques. Ainsi, en Guyane, où 40 000 citoyens ne sont pas desservis par le réseau d'électricité, la programmation pluriannuelle de l'énergie, nouvel outil créé par la loi, devra préciser les actions mises en œuvre pour corriger cette situation, ainsi que les investissements prévus dans les installations de production d'électricité de proximité. En outre, le Gouvernement devra, d'ici fin 2015, présenter un rapport « *indiquant quelles mesures spécifiques d'accompagnement il entend développer en faveur de la Nouvelle-Calédonie, de la Polynésie française et de Wallis-et-Futuna, afin de permettre à ces trois collectivités territoriales d'appliquer les principaux dispositifs de la présente loi* »¹. Il devra notamment étudier l'élargissement de la CSPE à ces territoires. Enfin, l'alignement progressif des tarifs de l'électricité de Wallis-et-Futuna sur ceux de la métropole a été voté et permettra à plus de 4 000 foyers de voir leur facture d'électricité divisée par 5 en 5 ans.

¹ Article 212 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

Les territoires ultramarins ont très vite pris cette problématique à bras le corps en soutenant le développement des énergies renouvelables et en mobilisant des moyens sur le lancement de projets contribuant à diversifier les sources d'énergie, lutter contre le changement climatique, protéger la biodiversité et préserver les ressources.

Ainsi, **en Guyane**, le Conseil régional, les collectivités locales et les partenaires locaux de l'énergie et du développement durable, ont soutenu la création, en 2008, de **l'association Guyane Énergie-Climat**. Les objectifs principaux de cette association consistent en une amélioration de la connaissance de la situation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre, une centralisation des données énergies-climat et une facilitation de leur mise à disposition auprès des acteurs régionaux. Guyane Énergie-Climat a mis en place un « *Observatoire de l'énergie* » puis, à partir de 2014, un « **Observatoire du carbone et des gaz à effet de serre** ». Elle a également entrepris de recenser les installations de productions d'énergie du territoire, d'élaborer des bilans de production et de consommation d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre, de mettre en place des indicateurs et de diffuser largement l'ensemble de ces données. Depuis janvier 2015, Guyane Énergie-Climat développe **PRIME, la Plate-forme régionale d'information sur la maîtrise de l'énergie**.

En Polynésie, ce soutien au développement de filières d'énergies renouvelables adaptées aux spécificités du territoire s'est concrétisé à travers l'élaboration du **plan climat-énergie (PCE)** entre mai et septembre 2015, en partenariat technique et financier avec l'Ademe. La définition de ce document de cadrage transversal, centralisant les actions d'adaptation et d'atténuation au changement climatique doit viser en effet une réduction des émissions de gaz à effet de serre, une réduction de la dépendance énergétique du Pays aux énergies fossiles et un développement des énergies renouvelables, ainsi qu'une résilience du Pays face aux catastrophes liées au changement climatique.

Certaines collectivités, comme la **Guadeloupe et la Martinique**, ont fait le **choix de recourir à une « habilitation » en matière d'énergie**, comme l'article 73 alinéa 3 de la Constitution les y autorise. Cette disposition leur permet en effet d'édicter leurs propres règles dans un domaine particulier - ici l'énergie - et d'adapter les dispositions et outils élaborés au niveau national en fonction des spécificités et contraintes locales.

La Guadeloupe est la première région française à avoir demandé et obtenu une habilitation telle que prévue à l'art. 73 de la Constitution.

Par la délibération n° 2009-269 du 27 mars 2009, le Conseil régional de Guadeloupe a ainsi demandé une habilitation dans le domaine de l'environnement et de l'énergie sur son territoire, habilitation qui lui a été donnée dans la loi n° 2009-594 du 27 mai 2009 pour le développement économique des outre-mer.

Grâce à cet outil, la région a mis en œuvre des mesures innovantes en matière d'efficacité énergétique adaptées à son territoire. Elle a notamment voté 16 délibérations toutes publiées au JORF.

Ces textes ne sont qu'une première étape puisque le conseil régional a décidé de s'engager de façon durable sur cette thématique. Par la délibération du 17 décembre 2010, la Région a demandé au Parlement une prolongation de son habilitation dans le domaine afin de poursuivre les actions engagées.

Celle-ci lui a été accordée le 28 juillet 2011 par la loi n° 2011-884 du 27 juillet 2011 pour une durée de deux ans. Le travail d'élaboration des textes se poursuit.

Pour les prochaines phases de développement, la région Guadeloupe souhaite travailler en partenariat avec ses voisins caribéens, notamment la Martinique qui dispose depuis juillet 2011 de la même habilitation que la Guadeloupe.

Source : Conseil régional de Guadeloupe

La réussite de cette transition énergétique dans les territoires ultramarins grâce au développement des énergies renouvelables et des procédés innovants permettra une forte diminution de l'empreinte carbone française et donc, à terme, une diminution des impacts du changement climatique.

B. RÉALISATIONS ET PROJETS

1. Valorisation de l'énergie fatale issue des fumées d'échappement des moteurs de production thermiques par un cycle ORC (Organic Rankine Cycle) à Mayotte

Dans le cadre de la transition écologique, la recherche industrielle pour mettre au point des procédés innovants permettant de valoriser l'énergie fatale est au cœur de la question de l'efficacité énergétique. On appelle énergie fatale l'énergie produite au cours d'un processus industriel ou de traitement des déchets qui ne visait pas spécifiquement à la produire et que l'on cherche aujourd'hui à valoriser, comme les collectivités territoriales commencent à le faire via la mise en œuvre de réseaux de chaleur.

L'Ademe a publié en novembre 2012 une contribution à l'élaboration de la vision énergétique pour la France 2030-2050, qui démontre que l'industrie française, consommatrice d'environ 24 % de l'énergie finale du pays, pourrait réduire sa consommation de 9,2 % à l'horizon 2030. En outre, l'Ademe évalue à 17 % la consommation de combustible dans l'industrie perdue en chaleur fatale à plus de 100° C.

À Mayotte, Électricité de Mayotte (EDM) a lancé un projet, dans sa centrale de production de Longoni, de valorisation de l'énergie fatale issue des fumées d'échappement des moteurs de production thermiques grâce au procédé du cycle organique de Rankine ».

Les machines à cycle organique de Rankine permettent de transformer des sources de chaleur basse et moyenne température en électricité. Elles fonctionnent sur les mêmes principes thermodynamiques que les cycles vapeur. Elles emploient un fluide organique qui récupère la chaleur perdue en circulant en cycle fermé, puis passe dans une turbine qui la transforme en électricité.

Pour les sources de chaleur inférieures à 250° C, ce type de procédé présente de nombreux avantages, notamment de rendement et de coût.

En effet, à la centrale de Longoni, le projet d'EDM devrait coûter 4 millions d'euros au total, pour la fourniture du procédé, son installation et son raccordement. Les bénéfices attendus sont nombreux : amélioration du rendement global de la centrale de production d'énergie, diminution des consommations de gazole, économies de CSPE (contribution au service public de l'électricité), amélioration du mix énergétique de Mayotte et promotion des énergies renouvelables.

Le projet est actuellement en phase d'étude. Les études de faisabilité fournisseur ont été réalisées. La consultation du public a été lancée. EDM espère une mise en service en septembre 2016.

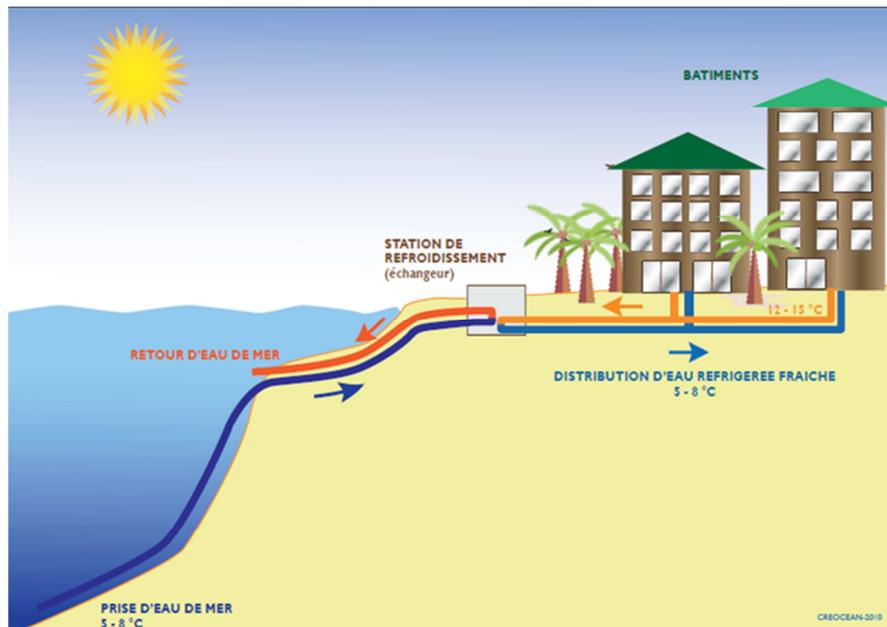
Ce projet innovant est conçu comme un projet pilote dans la perspective d'être répliqué sur d'autres systèmes électriques, insulaires notamment.

Source : DEAL de Mayotte

2. SWAC (*Sea water air conditioning*) du Centre hospitalier de Polynésie française

Si l'insularité induit des contraintes lourdes, au premier rang desquelles la difficulté d'approvisionnement énergétique, la dimension maritime constitue cependant un atout et une chance car les océans recèlent de forts potentiels d'innovation, dont le projet SWAC est une parfaite illustration en permettant une climatisation faisant l'économie d'énergies fossiles.

Ce système de climatisation par l'eau froide, puisée en profondeur sous l'océan grâce à un tuyau de 900 mètres, déjà éprouvé dans le secteur hôtelier, doit alimenter en ventilation le centre hospitalier de Polynésie française. Ce projet ambitieux coûtera 3 milliards de XPF (soit plus de 25 millions d'euros), cofinancés par l'Agence française de développement (AFD), la Banque européenne d'investissement (BEI), le Fonds chaleur de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et le Pays.



Source : Creocéan

Cette technique de climatisation via le SWAC est une particularité de la Polynésie française. La première centrale de climatisation SWAC est en activité à Bora Bora, à l'hôtel Intercontinental depuis 2006.

Ce projet est d'autant plus pertinent que la consommation en énergie du centre hospitalier est importante, du fait de ses missions de service public de santé, des contraintes sanitaires et de l'obligation de continuité du service. En 2013, le centre a consommé plus de 26 000 MWH, soit 5 % de la demande totale d'électricité de l'île, dont près de la moitié était dédiée exclusivement à la production de froid.

La mise en place du SWAC a été accompagnée préalablement d'un diagnostic énergétique qui a permis de réduire les besoins en énergie. La fin des travaux est programmée pour 2017.

Ce dispositif innovant pourrait facilement être dupliqué dans le secteur touristique ainsi que dans les collectivités insulaires présentant les mêmes caractéristiques géomorphologiques.

Source : Gouvernement de Polynésie française

3. Valorisation de la biomasse et de la bagasse en Guadeloupe

La canne à sucre constitue la principale culture de la Guadeloupe tant en surface agricole qu'en production. La bagasse, résidu fibreux, issu de cette canne à sucre, est utilisée comme combustible.

La majeure partie du gisement est valorisée en Guadeloupe par la centrale thermique du Moule (CTM) pour la production de vapeur et d'électricité. En effet, en 1992, la société Albioma a mis en service sa première centrale de cogénération à combustion hybride bagasse/charbon sur le site de Bois-Rouge à La Réunion (62 MW). Cette centrale a permis d'apporter à la sucrerie voisine une solution d'approvisionnement énergétique durable, tout en valorisant son sous-produit d'exploitation, la bagasse. Depuis, plusieurs centrales utilisant cette techniques ont vu le jour.

À la centrale du Moule, à Marie-Galante, le projet est très ambitieux puisqu'il vise à abandonner progressivement le charbon au profit d'un approvisionnement à 100 % en biomasse d'ici à 2020. Par ailleurs, la mise en place d'une centrale 100 % biomasse est envisagée pour 2018, combinant une installation de combustion bagasse/granule de bois en fonction de la période (sucrière ou non) avec une turbine vapeur à Marie-Galante. La vapeur produite alimentera la sucrerie adjacente ainsi que le réseau EDF de l'île de Marie-Galante.

Le 18 octobre 2015, un arrêté interministériel redéfinissant les conditions du soutien applicable aux installations produisant de l'électricité à partir de biomasse issue de canne à sucre (ou bagasse) en outre-mer a été publié. Il revalorise le montant de la « prime bagasse », versée pour toutes les centrales existantes produisant de l'électricité à partir du résidu de canne à sucre.

Cet arrêté fixe le montant de cette prime à 14,5 euros la tonne de canne à sucre, contre 13 euros auparavant. Le montant de la prime bagasse était jusqu'alors indexé sur le cours du charbon et le cours du CO₂, ainsi que sur le taux de fibre présent dans la canne, avec de plus un coefficient de dégressivité de la prime nécessitant une augmentation du taux de fibre de 3 % par an pour maintenir la rémunération. Le nouvel arrêté supprime l'indexation de la prime sur le cours du charbon et du CO₂ qui, dans son principe, ne faisait que maintenir la dépendance des systèmes électriques insulaires à la fluctuation du cours des énergies fossiles. Le coefficient de dégressivité est neutralisé jusqu'à 2017 inclus. Par ailleurs il est divisé par 5, ramenant l'augmentation du taux de fibre nécessaire pour maintenir la rémunération à un niveau plus réaliste de 0,6 % par an.

La revalorisation permettra de développer les énergies renouvelables et de conforter la filière canne-sucre-rhum-bagasse dans les outre-mer, et particulièrement en Guadeloupe.

Source : DEAL de Guadeloupe

4. Le projet d'énergie thermique de la mer en Martinique

L'énergie thermique des mers (ETM) consiste en l'exploitation de la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes des océans. Dans les outre-mer situés en zone intertropicale où le gradient de température est important, cette technique est particulièrement pertinente.

Contrairement aux autres énergies renouvelables, l'ETM fournit une énergie de base, stable, garantie, et permet une production d'électricité non intermittente, renouvelable et décarbonée, sans aucune incertitude sur la ressource.

En Martinique, le projet NEMO (*New Energy for Martinique and Overseas*), est une centrale flottante de production d'énergie thermique des mers. Elle produit un courant électrique d'une puissance de 16 MW à partir de la différence de température d'eau de mer pompée à 1 km de profondeur à 4°C et en surface à 28°C.

Ce projet pilote s'appuie sur le prototype à terre mis en œuvre par DCNS depuis 2010 à La Réunion. Le projet NEMO est une plateforme flottante qui constitue une modalité *offshore* du développement de la technologie ETM. Cette modalité permettra de viser les sites isolés densément peuplés, nécessitant une production d'électricité dans des zones où le coût de l'énergie fossile est élevé et apportera donc une alternative intéressante aux centrales thermiques pour la production d'électricité de base dans les zones insulaires tropicales.

Ce projet est en outre soutenu par un partenariat 100 % français associant le développeur de projet Akuo Energy, l'industriel DCNS et le fournisseur de technologie ETM.

Le début des travaux est prévu en 2016 pour une mise en service à l'horizon 2018-2019. La réussite d'un tel projet pourrait déboucher sur le développement de plusieurs centrales industrielles de puissance supérieure (20 MW), pouvant être déployées dans la zone intertropicale, notamment dans l'arc antillais.

Le projet NEMO pose le premier jalon d'une filière industrielle française dont les perspectives commerciales internationales à l'export sont extrêmement prometteuses. Il s'agit d'une première mondiale à cette échelle sur la base d'un concept déjà éprouvé pour de petites productions. L'innovation technologique porte notamment sur l'adaptation des dispositifs nécessités par le pompage de grandes quantités d'eau à grande profondeur.

Source : DEAL de la Martinique

V. LA PRÉVENTION DES RISQUES ET LA PROTECTION DU LITTORAL

A. LA PRÉVENTION DES RISQUES DANS LES OUTRE-MER : UNE QUESTION DE SURVIE

1. Les outre-mer en première ligne face aux nouveaux risques climatiques

Les outre-mer français, quelle que soit leur situation géographique et océanique, sont de manière globale particulièrement vulnérables à **l'augmentation du niveau des mers et à l'intensification des événements climatiques extrêmes**. Le cinquième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), paru en 2014, met en évidence de manière alarmante le développement de ces risques climatiques et leur multiplication à venir.

Ainsi, alors qu'en 2007 on évoquait une élévation du niveau de la mer de 18 à 59 cm d'ici 2100, les dernières études prévoient une hausse probable de 26 à 82 cm. Les deux causes les plus importantes de cette montée de la mer qui semble s'accélérer ces deux dernières décennies sont l'expansion thermique, c'est-à-dire la dilatation de l'eau liée au réchauffement, et la fonte accélérée des glaciers. Le niveau moyen mondial de la mer s'est déjà élevé de 19 cm au cours de la période 1901-2010.

Cette hausse du niveau des mers va notamment accroître les risques d'inondation dans les régions de basse altitude et les régions côtières. L'effet conjugué de l'aggravation des inondations côtières, de la salinisation et de l'érosion sous l'effet du relèvement du niveau des mers et des activités humaines pourrait à terme contaminer et réduire les superficies agricoles productives et, en conséquence, menacer la sécurité alimentaire des ménages et des communautés.

a) La multiplication d'événements climatiques extrêmes

Les risques liés au changement climatique se manifestent aussi dans **les événements climatiques extrêmes**. La **multiplication** de ces événements, comme les vagues de chaleur, les tempêtes, les inondations et sécheresses, aura un impact croissant sur les outre-mer.

L'exemple du phénomène El Niño est symptomatique. El Niño est un phénomène climatique récurrent, qui se caractérise par des températures de l'eau anormalement élevées, dans l'Est de l'océan Pacifique Sud, qui peut avoir pour conséquence de dérouter des cyclones tropicaux de leurs routes habituelles, de déplacer les zones de précipitations et de sécheresse mais aussi, localement, de changer le niveau de la mer par le changement de la pression moyenne.

Les années El Niño se traduisent généralement par des sécheresses en Nouvelle-Calédonie et par un risque cyclonique accru en Polynésie française. Depuis les années 1980, dans le Pacifique tropical, le réseau TAO/TRITON, qui comprend 70 bouées de mesures, fournit des données océanographiques et météorologiques qui permettent de surveiller l'océan en temps réel et de mieux prévoir le phénomène El Niño. Pour autant, ce réseau de mesures est aujourd'hui mal entretenu. Au vu de l'accentuation du phénomène El Niño par le changement climatique, la communauté internationale a lancé le projet *Tropical pacific observing system for 2020* (TPOS2020). Ce projet inclut la France par le biais de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), mais également plusieurs partenaires de différents pays concernés par la problématique.

L'objectif est de mettre à jour le réseau TAO/TRITON en l'équipant des nouvelles techniques : altimétrie spatiale (mesures de hauteurs de mer par satellite), flotteurs Argos (flotteurs autonomes fournissant des profils de températures et de salinité de la surface à 2 000 mètres de profondeur), etc.

Ce type d'initiatives va devenir essentiel pour mieux comprendre la variabilité climatique, l'anticiper et ainsi mieux prévenir les risques naturels associés.

b) Une vulnérabilité plus grande aux risques littoraux

Le plus fréquemment, plusieurs risques se combinent, le relief provoquant souvent un effet d'enchaînement des processus. Le passage d'un cyclone peut par exemple avoir pour effet d'inonder les plaines du fait de crues, de provoquer **la submersion des zones basses** et de créer un pic d'**érosion côtière** et des **glissements de terrain**.

La forte littoralisation de l'habitat et des activités économiques dans les outre-mer constitue un facteur de risque aggravant : l'aménagement des littoraux a à la fois pour effet de perturber leur fonctionnement et d'accroître leur sensibilité à l'érosion et à la submersion et de concentrer les habitations et les activités au même endroit, les rendant par là-même plus vulnérables en cas de catastrophe.

De manière générale, les outre-mer présentent une vulnérabilité plus grande aux risques littoraux. Ces risques comprennent l'érosion côtière, les submersions, les inondations, les mouvements de terrain, ou encore la salinisation des sols et des nappes phréatiques. Ils sont directement liés au changement climatique dans la mesure où ils résultent, dans la plupart des cas, du passage de tempêtes, à la fois cycloniques donc tropicales, et issues de la zone tempérée.

c) L'apparition de risques émergents

Enfin, le changement climatique se manifeste dans les outre-mer par l'émergence de nouveaux risques, en particulier sanitaires. Le rapport de 2012 de l'Observatoire sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) l'a directement mis en évidence.

Le changement climatique a une influence sur la santé des populations ultramarines. Il favorise de manière directe le développement des pathologies liées aux vagues de chaleur et aux épisodes caniculaires intenses, comme celles liées à la hausse du rayonnement solaire.

L'augmentation des températures et l'évolution du régime des précipitations, que celles-ci augmentent en volume ou se répartissent désormais différemment dans l'année, ont une influence sur la multiplication des insectes qui sont d'importants vecteurs de maladie dans la zone intertropicale. Là où ces vecteurs se multiplient, les **maladies vectorielles** se développent aussi : paludisme, dengue, chikungunya, fièvre du Nil occidental, filariose, etc.

Le changement climatique aura également des effets sanitaires plus indirects. L'évolution globale des **ressources alimentaires**, en quantité et en qualité, aura une influence sur l'évolution des maladies digestives et alimentaires, comme la ciguatera. Or, l'évolution de ces ressources est directement liée à l'évolution du climat. Une hausse des températures ou une diminution des précipitations se traduisent par une diminution de la quantité d'eau disponible, ainsi que par des effets néfastes sur les stocks en poissons notamment. Dans le cas des maladies vectorielles et digestives, l'influence du changement climatique sur la santé est indirecte : c'est en agissant sur le développement des vecteurs comme les insectes ou des ressources, comme l'eau et le poisson, qu'il peut engendrer une dégradation de la santé humaine.

Le changement climatique facilite donc le développement de ces maladies, sans en être la cause initiale, que ces maladies soient directement provoquées ou simplement aggravées par l'évolution du climat.

Face à ces évolutions prévisibles, l'enjeu de la connaissance et de la mesure des risques est essentiel. De nombreux territoires ultramarins l'ont compris, La Réunion en particulier.

Les maladies infectieuses sont une menace avérée dans la région du sud-ouest de l'océan Indien. La Réunion et les îles environnantes ont connu de lourds épisodes de maladies à transmission vectorielle. Le chikungunya y a émergé, avec une incidence très forte, la dengue est une menace permanente et l'arrivée du virus zika est à craindre. Les hausses de températures directement liées au changement climatique accentuent les invasions biologiques dans les territoires insulaires à endémisme élevé et fragile. Le risque d'émergence ou de réémergence de maladies infectieuses à transmission vectorielle s'en trouve augmenté d'autant.

Face à ces menaces, il est plus que nécessaire de développer des stratégies efficaces et innovantes, tout en essayant de réduire l'usage de produits biocides aux effets néfastes pour l'environnement. C'est dans cette optique que l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) de La Réunion mène des recherches pour développer de nouvelles solutions et réduire le risque sanitaire lié aux vecteurs et aux réservoirs d'animaux sauvages. L'IRD poursuit par ailleurs, sur le long terme, le relevé d'indicateurs pertinents, notamment sur l'évolution des populations vectorielles.

2. La nécessité d'une nouvelle approche préventive intégrée

Face à la multiplication des risques auxquels les territoires ultramarins doivent d'ores et déjà faire face et auxquels ils seront de plus en plus exposés à l'avenir du fait du changement climatique, il est nécessaire de mettre davantage l'accent sur la prévention. Compte tenu des spécificités géographiques des outre-mer, afin que ces **politiques de prévention** soient efficaces, il convient d'envisager le changement climatique de manière globale et dynamique.

a) Prévention et gestion des crises

Le premier aspect à prendre en considération dans la mise en place d'une politique adaptée aux évolutions climatiques à venir est celui de la prévention et de la gestion des crises.

La connaissance et la prévision des événements, ainsi que la mise en **place de systèmes d'alerte** performants vont devenir de plus en plus cruciales pour sauver des vies humaines et réduire considérablement le coût économique des catastrophes climatiques à venir. Au niveau international, la question de la diffusion efficace des alertes est une des problématiques rencontrées par les États insulaires : seuls cinq des quarante États insulaires, tous océans confondus, disposent d'un système performant. Or, l'alerte est à la base de l'adaptation. La France et plus particulièrement les territoires ultramarins ont ici un rôle à jouer.

La France, en coordination avec la Norvège, le bureau des Nations Unies pour la réduction des catastrophes (UNISDR), l'Organisation mondiale de la météorologie et la Banque mondiale, a lancé la coalition CREWS : *Climate Risk Early Warning Systems*. L'objectif est de lever des fonds pour augmenter de manière significative la capacité des systèmes d'alerte à générer et communiquer des alertes précoces et efficaces sur les risques d'événements météorologiques et climatiques dans les pays ne disposant pas de tels systèmes.

Cette initiative se traduit par une intensification de la coopération régionale afin de renforcer les services météorologiques locaux et de mettre à disposition l'information. Les services et établissements français présents en Guyane, en Martinique, en Guadeloupe, à La Réunion et en Nouvelle-Calédonie sont au cœur du dispositif.

D'ici à 2020, l'objectif est de mobiliser au total 100 millions de dollars afin de parvenir à une couverture globale des populations qui seront exposées aux événements climatiques extrêmes.

Au-delà de l'alerte, le défi à relever par les territoires ultramarins est celui de **la gestion des crises**. Là aussi, des dispositifs existent d'ores et déjà. Citons l'exemple de La Réunion.

L'Océan Indien est actuellement la troisième région du monde la plus touchée par les catastrophes naturelles, avec tout ce que cela implique de conséquences en termes humains et économiques. Face à ce constat, il est apparu pertinent, pour les pays et territoires présents dans la région, de mettre en place des outils de gestion globale et concertée, afin de réduire les impacts du changement climatique.

La Commission de l'Océan Indien (COI) a lancé en 2011 un programme régional sur le risque naturel. Il implique les Comores, Madagascar, Maurice, les Seychelles et La Réunion. Il développe une approche intégrée de la prévention et la préparation jusqu'à la gestion de la crise et la réparation. Ce programme se traduit par des actions visant à améliorer la connaissance des risques et à renforcer les capacités de veille, d'alerte et de secours des différents acteurs : mise en place d'une plateforme d'échanges d'informations, d'un programme de formations, de concepts communs de gestion de crise. Le programme prévoit également de tester et de développer des solutions très concrètes de reconstruction et de réhabilitation rapides, comme des maisons d'urgence à faible coût ou encore la constitution de stocks.

b) Aménagement des littoraux et gestion des côtes

En matière de prévention des risques, ainsi qu'il a été exposé précédemment, **l'aménagement des littoraux** constitue la plupart du temps un facteur aggravant des risques pesant sur les territoires ultramarins. L'élévation du niveau de la mer, l'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes, les hausses de températures de l'air et de l'eau et l'acidification des océans devraient avoir un impact majeur sur les formations coralliennes et les écosystèmes associés ainsi que sur les ouvrages et aménagements présents sur le littoral : ces ouvrages risquent d'être fortement dégradés par la multiplication des événements liés au changement climatique, et constituent un risque supplémentaire, notamment de pollution, pour les zones marines associées.

Sur la base de ce constat, l'IFRECOR (Initiative française pour les récifs coralliens) a décidé, dans un objectif de prévention, d'élaborer et de diffuser un guide méthodologique devant servir d'aide à la décision pour les décideurs et les porteurs de projets. Ce guide analyse, pour chaque type d'aménagement, les impacts envisageables et les effets probables sur les zones marines sensibles proches du littoral, en particulier les récifs coralliens. Le guide intègre également des recommandations techniques en matière d'aménagement du littoral, avec une typologie des ouvrages susceptibles d'être affectés en fonction des aléas climatiques pris en compte.

Ce type d'outils d'aide à la décision est précieux pour les territoires d'outre-mer, et sera largement diffusé à l'occasion de la 21^e conférence des parties à la convention des Nations Unies sur le changement climatique à Paris en décembre 2015. Ce **guide de l'IFRECOR** pourrait par ailleurs utilement être diffusé à l'ensemble des outre-mer tropicaux possédant des récifs coralliens et des écosystèmes associés.

Au-delà du sujet de l'aménagement des littoraux, la question de **gestion du trait de côte** est centrale pour améliorer la prévention des risques dans les outre-mer. Le phénomène d'érosion côtière va connaître une accélération dans les années à venir. Pour anticiper l'évolution du littoral côtier, il est nécessaire de prévoir sur le long terme les conséquences des choix relatifs aux usages du littoral.

Le gouvernement a adopté en 2012 une stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, sur la base d'une responsabilité partagée entre l'État et les collectivités territoriales. Sa mise en œuvre se décline avec la mise en place d'un réseau d'observation de l'évolution du trait de côte, l'élaboration de stratégies locales concertées et la préparation, le cas échéant, de la relocalisation de certaines activités et de certains biens.

Un appel à projets a permis de désigner cinq sites expérimentaux dont celui de Petit-Bourg, en Guadeloupe. L'objectif est d'étudier, de manière concrète, les moyens de mieux occuper et de mieux aménager le littoral, de l'adapter aux risques naturels croissants tout en le préservant. L'expérimentation de Petit-Bourg doit permettre d'élaborer un guide méthodologique national à destination de toutes les collectivités littorales. Des propositions ont d'ores et déjà été émises, comme la création d'un système d'allocation d'aide financière, l'identification, ou si nécessaire la création, d'un opérateur dédié à la gestion des zones soumises aux risques littoraux ou encore la création d'un schéma de planification spécifique.

c) Des politiques d'adaptation face à l'émergence des nouveaux risques liés au changement climatique

La prévention des risques implique, pour les collectivités, de mettre en place des dispositifs d'adaptation afin de réduire ces risques et surtout la vulnérabilité des territoires en cas de catastrophe.

En Guadeloupe, où les changements climatiques sont déjà largement perceptibles, le territoire est particulièrement vulnérable du fait de son caractère insulaire et de son exposition aux événements climatiques extrêmes. Les collectivités guadeloupéennes sont confrontées à l'élévation du niveau de la mer, qui pourrait atteindre 80 centimètres en 2100, et à l'évolution du trait de côte qui empiète petit à petit sur leur littoral. La température moyenne pourrait par ailleurs augmenter de 4°C d'ici à 2100, avec les conséquences que cela implique en termes de durée des périodes de sécheresse et de recrudescence des épisodes de très fortes précipitations durant la saison des pluies.

Face à ce constat, le Conseil régional de Guadeloupe, en partenariat avec l'Ademe, ont engagé une démarche d'adaptation des collectivités au changement climatique. Ils travaillent actuellement au développement d'un outil, à destination des collectivités territoriales, pour les accompagner dans la définition d'une stratégie d'adaptation après une phase de diagnostic de leur vulnérabilité aux risques. Depuis 2014, deux appels à projets ont été lancés afin de mettre en œuvre ce nouvel outil d'aide à la décision. Cinq candidatures ont été retenues : la communauté d'agglomération Nord Grande-Terre et les communes de Petit-Bourg, Baie-Mahault, Pointe-à-Pitre et Sainte-Rose.

D'autres projets encourageant la mise en place de politiques d'adaptation sont mis en œuvre dans les autres territoires.

À Saint-Pierre-et-Miquelon, la destruction en janvier 2009 de la route de Miquelon-Langlade par une forte tempête a nécessité d'importants travaux de confortement par enrochement et a conduit à la mise en place d'outils de mesure et de modélisation des phénomènes marins et de leur impact sur l'érosion littorale, notamment l'installation d'un houlographe, d'un marégraphe, de deux courantomètres ainsi qu'une antenne GNSS (*Global Navigation Satellite System*) pour mesurer les mouvements de la croûte terrestre. L'archipel étant très exposé aux risques d'érosion et de submersion, une coopération scientifique avec le Canada a été mise en place permettant le recours aux puissants outils de modélisation des changements climatiques développés par le Québec sur le Saint-Laurent. Par ailleurs, une collaboration avec le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) a conduit en 2011 à la définition d'un protocole de suivi de l'évolution du trait de côte, les premiers levés topographiques par GPS des zones basses et vulnérables ayant été effectués en 2013. Une étude de vulnérabilité tendant à définir une stratégie d'adaptation a été confiée au BRGM et la cartographie des aléas devrait permettre d'ici début 2018 l'élaboration du plan de prévention des risques littoraux.

En Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française, depuis 2014, une initiative vise à promouvoir une politique d'adaptation centrée sur les écosystèmes et sur une gestion intégrée des zones côtières.

Les écosystèmes insulaires sont fortement fragilisés et détériorés par les effets du changement climatique, et plus généralement par certaines pratiques anthropiques. Pour que ces écosystèmes continuent de fournir aux populations des services éco-systémiques dont elles dépendent pour leur activité ou leur survie, notamment la pêche, l'agriculture et l'approvisionnement en eau potable, il convient de les restaurer, de les maintenir et de les renforcer pour améliorer leur résilience face aux risques.

C'est l'objet de l'initiative RESCCUE (restauration des services écosystémiques et adaptation au changement climatique), portée par la Communauté du Pacifique Sud (CPS). Elle vise à soutenir les pays et territoires océaniques dans la mise en œuvre de la gestion intégrée des zones côtières, avec des sites pilotes à Fidji, en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française et au Vanuatu. Le projet doit permettre de maintenir et améliorer la fonctionnalité des écosystèmes et de mettre en place des mécanismes économiques et financiers contribuant à la pérennité des services écosystémiques. À terme, cette initiative doit se traduire par un renforcement de la gestion intégrée des zones côtières, « de la crête au tombant », par le déploiement d'actions concrètes : accompagnement des pratiques agricoles et notamment pernicieuses durables afin de lutter contre l'érosion, réhabilitation de la biodiversité terrestre, ou encore gestion durable des déchets. Ce projet est d'autant plus intéressant qu'il doit permettre la capitalisation et la diffusion des résultats dans le Pacifique.

La prévention des risques liés au changement climatique et la mise en place de politiques d'adaptation ambitieuses dans les outre-mer doivent constituer une priorité à court et moyen termes. Le coût de l'inaction, ou d'une action repoussée dans le temps, sera très important. Les **années à venir d'ici à 2050** sont véritablement une **période de responsabilité climatique** pour les collectivités et les territoires.

B. RÉALISATIONS ET PROJETS

1. Cartographie du risque de submersion marine consécutive au passage d'un cyclone à Mayotte

Afin de mieux prévenir les risques liés aux événements climatiques extrêmes, comme les cyclones, la DEAL de Mayotte a demandé en 2012 une étude au BRGM en vue d'établir une cartographie du risque de submersion consécutif au passage d'un cyclone.

L'objectif est de définir une démarche méthodologique présentant l'avantage de combiner les différents paramètres générateurs des submersions marines et de définir les valeurs de référence correspondantes.

L'étude, qui doit être livrée en mars 2016, comprend deux phases distinctes :

- une première phase de définition des valeurs de référence de la surcote et des vagues cycloniques, par façade, dans le lagon de Mayotte, au moyen d'un couplage de modèles numériques (vent, niveau d'eau, vague), en collaboration avec Météo France ;

- une seconde phase ayant pour objectif d'utiliser ces valeurs de référence pour la cartographie des submersions marines d'origine cyclonique en ayant recours à une modélisation numérique de submersion permettant le calcul du niveau extrême atteint par la mer sur la côte, suite au déferlement des vagues et en prenant en compte la montée du niveau de la mer liée au changement climatique.

Le travail réalisé dans le cadre de la phase 1 a permis de sélectionner puis de modéliser les vingt cyclones historiques les plus impactants de ces trois dernières décennies sur le littoral mahorais. Trois cyclones de synthèse ont également fait l'objet d'une modélisation.

L'analyse de ces travaux fait apparaître les comportements très hétérogènes des différentes façades de l'île vis-à-vis des forçages maritimes. Les façades ouest et nord sont fortement exposées aux houles du large, qui pénètrent dans le lagon au travers des larges passes situées à l'ouest du récif barrière. Ce milieu relativement ouvert préserve, en revanche, ces façades littorales des effets de surcote marine. *A contrario*, les façades est et sud sont bien abritées des houles mais plus exposées aux effets des surcotes.

La phase 2 du projet, en cours, a pour objectif de transformer cette base de connaissance en une information cartographiée de la submersion marine des zones littorales mahoraises en vue de son intégration dans les plans de prévention des risques naturels.

Source : DEAL Mayotte

2. Création de l'Observatoire de la dynamique côtière et colloque international sur les écosystèmes côtiers en Guyane

Afin de prévenir les risques naturels d'érosion et de submersion du littoral, la DEAL de Cayenne a lancé, le 10 avril 2015, un observatoire de la dynamique côtière de Guyane.

Le constat est effectivement sans appel : le littoral guyanais fait partie des côtes les plus instables au monde. Il est soumis à des phénomènes d'érosion très importants sous l'influence du passage successif de bancs de vase de l'embouchure du fleuve Amazone vers l'océan Atlantique. La côte guyanaise est en situation d'évolution constante. Les fluctuations du trait de côte peuvent atteindre jusqu'à 6 kilomètres en 50 ans dans certains secteurs, avec des variations annuelles comprises entre 100 et 300 mètres. Ces contraintes vont certainement s'accroître dans l'avenir du fait du changement climatique et de l'augmentation du niveau moyen des mers.

La Guyane connaît par ailleurs une tendance à la concentration des activités humaines sur le littoral. Les problématiques liées à l'érosion des côtes sont donc amenées à devenir de plus en plus centrales (planification et aménagement du territoire, mise en sécurité des biens et des personnes, fonctionnalité des structures portuaires, amélioration des connaissances liées à la recherche et à la protection des milieux, gestion et conservation des espaces naturels).

Dans ce contexte, l'objectif de l'observatoire de la dynamique côtière est de comprendre, connaître et anticiper les évolutions littorales et leurs conséquences, d'appuyer les politiques publiques en matière de gestion du littoral en tenant compte du changement climatique et de l'élévation du niveau de la mer, et enfin de constituer une plateforme commune de partage et d'expertise pour tous les acteurs impliqués.

Signe que la problématique de la prévention de l'érosion des littoraux est aujourd'hui centrale en Guyane et que tous les acteurs sont mobilisés sur cette question, le groupement de recherche GDR LIGA (littoral de Guyane sous influence amazonienne) organisera du 24 au 28 novembre 2015 un colloque sur les écosystèmes côtiers.

Ce colloque, qui s'adresse aux scientifiques spécialisés dans ce domaine mais aussi aux gestionnaires et aux usagers des espaces littoraux guyanais, doit permettre de faire le point autour de cinq grandes thématiques :

- eaux côtières et estuariennes ;
- vasières et mangroves ;
- réseaux trophiques, contaminants et espèces bio-indicatrices ;
- vulnérabilité du littoral guyanais ;
- méthodes, outils et modèles.

Source : DEAL Guyane

3. Wallis-et-Futuna : le projet LITTOFORT

Le projet LITTOFORT s'inscrit dans la problématique de lutte contre les changements climatiques et de développement durable en s'intéressant particulièrement à la zone littorale.

Ce choix a été fait en raison du phénomène de littoralisation croissant des populations et des activités économiques et sociales observé au cours des dernières années. Cette zone de contact et d'interaction entre la mer et la terre concentre alors une accumulation d'activités diverses et concurrentielles, de populations, de besoins mais aussi de risques. Il y existe à la fois une concurrence pour l'occupation du sol et une recherche nécessaire de préservation des espaces naturels qui concourent à l'attractivité touristique et à l'économie qu'ils représentent. C'est d'autant plus vrai pour les milieux insulaires dans le Pacifique où les populations dépendent directement des activités sur le littoral. La nécessité de conserver l'intégrité des côtes face aux agressions naturelles et anthropiques est donc une évidence pour ces territoires.

Les facteurs de dégradations possibles de la zone littorale sont nombreux. Le réchauffement climatique a pour conséquence l'élévation du niveau de la mer, qui provoque une érosion des côtes. Les effets du réchauffement se conjuguent par ailleurs avec des phénomènes climatiques extrêmes tels que les ouragans ou encore les cyclones, qui se produisent régulièrement dans les zones tropicales et subtropicale et qui fragilisent d'autant plus les côtes.

Dans ce contexte, l'objet du projet LITTOFORT concerne la protection et la réhabilitation du littoral, adaptées à la zone Pacifique. Il s'appuie sur une méthode originale, fondée sur la formation d'un dépôt de consolidation du littoral, par application d'un faible courant électrique à travers une armature métallique plongée dans l'eau de mer. Ce dépôt minéral, ou « dépôt calcomagnésien », réalisé à partir des éléments calcium et magnésium présents naturellement dans l'eau de mer, sert alors de mortier en englobant le sable, coquillages et autres débris à proximité de l'armature, réalisant ainsi un béton naturel. Ce système doit permettre de limiter l'érosion de berges fragilisées ou encore de renforcer des digues existantes.

L'application d'un tel procédé présente de nombreux intérêts. Tout en étant peu onéreux et simple à mettre en place, et donc utilisable par des structures aux moyens limités, il est respectueux de l'environnement, car il ne met en jeu que des éléments présents dans l'eau de mer.

Source : Ministère des affaires étrangères, Fonds de coopération économique, sociale et culturelle pour le Pacifique

VI. LA SENSIBILISATION ET L'ÉDUCATION DU PUBLIC

A. LA CONNAISSANCE ET L'INFORMATION, PRÉMISSSES INCONTOURNABLES À L'ACTION FACE AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

1. Connaître pour mieux éduquer

*« La biodiversité, c'est nous et tout ce qui vit. Nous sommes tributaires de tout le vivant. Nous sommes, au quotidien, dépendants des autres espèces pour notre alimentation, nos vêtements. Nous le sommes pour notre respiration, car l'oxygène est une production des plantes vertes. **La biodiversité est notre assurance-vie. Il est donc très important de bien la connaître. Et le premier constat est que le niveau de connaissance de la biodiversité est insuffisant.** Mais cette diversité du vivant ne se résume pas à des listes d'espèces : il s'agit aussi du fonctionnement des écosystèmes, car les espèces ne peuvent exister que dans un milieu qui leur est propice ; elles ne sont pas indépendantes les unes des autres, et ne le sont pas non plus les écosystèmes dans lesquels chacune agit. Un arbre est un monde souterrain avec toute une cour de serviteurs microscopiques autour de ses racines pour l'aider à capter les éléments minéraux du sol ; c'est un monde aérien avec ses mousses, ses lichens, ses oiseaux, ses insectes ; et il y a l'arbre lui-même, un géant issu d'une toute petite graine... à condition qu'il y ait un sol où elle puisse s'installer. »*

Ces mots d'Hubert Reeves d'avril 2015 soulignent ce que doit être l'orientation première de toute politique en matière de biodiversité et de protection des espèces et des habitats : **la connaissance**. Ce n'est qu'en connaissant la diversité de la biodiversité que l'on pourra, au mieux, protéger les espèces et les espaces qui constituent notre richesse, et agir en atténuant les impacts du changement climatique sur les milieux.

Si les Français ont maintenant une meilleure **connaissance de ce qu'est la biodiversité** - en effet, d'après une étude du Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie¹, deux tiers d'entre eux déclarent ainsi savoir ce qu'est la biodiversité - cette dernière, en ce qu'elle est essentielle et le préalable à toute forme d'action, **est encore insuffisante, en particulier dans les territoires ultramarins**, qui sont les plus exposés aux impacts du changement climatique, et qui présentent le plus grand nombre de spécificités. À titre d'exemple, il est considéré à ce jour que la majorité des espèces marines comme leurs interactions sont encore méconnues : environ 250 000 espèces marines sont actuellement répertoriées avec un champ de valorisation potentielle largement sous-évalué.

La même étude fait d'ailleurs ressortir que nos concitoyens placent de plus en plus les questions de perte de biodiversité parmi les problèmes de dégradation de l'environnement les plus préoccupants. On sait aujourd'hui que la connaissance en matière de biodiversité est largement insuffisante.

¹ CREDOC / « Les français et la biodiversité » - Enquête CREDOC 2013.

La question de la connaissance de la biodiversité comme préalable à toute forme d'action en matière de protection de l'environnement a été soulignée lors des tables rondes organisées au Sénat le 11 juin 2015 « *Biodiversités des outre-mer et changement climatique* ». Pascale Joannot, déléguée à l'outre-mer du Muséum national d'histoire naturelle, rappelait en ce sens que « *les questions de la biodiversité outre-mer doivent faire l'objet d'approches spécifiques et valorisantes pour les collectivités d'outre-mer* », mobilisant une somme de connaissances importantes. Elle a également souligné que cette connaissance était, dans ces territoires, le résultat du travail des naturalistes et des écologues, mais aussi, avant eux, des **populations locales** qui ont écouté la nature, appris et transmis les savoirs locaux, et, enfin, **du grand public et du monde associatif**.

Cet apport des sciences collaboratives a d'ailleurs également été mis en avant dans un **rapport remis à la ministre de l'écologie en janvier 2012**¹, Gilles Bœuf, Yves-Marie Allain et Michel Bouvier ont mis en lumière **l'apport des sciences participatives dans la connaissance de la biodiversité**.

Rapport sur l'apport des sciences participatives dans la connaissance de la biodiversité (extrait)

« Dès la prise de possession d'un territoire outre-mer par l'une des nations européennes, très vite vont se trouver mis à contribution les gouverneurs, le personnel consulaire, les ecclésiastiques, missionnaires, militaires, médecins, chirurgiens, aventuriers divers et variés... »

Certains seront des naturalistes de qualité, explorant des zones reculées, peu ou encore jamais prospectées. Bien que n'appartenant pas à une institution scientifique « officielle », certains possèdent très souvent une solide culture scientifique à caractère assez universel, qui leur permet de développer un fort sens critique, basé sur d'excellentes qualités d'observation et une passion forte.

Au XVIII^{ème} siècle, une Ordonnance du 9 septembre 1726 de Louis XV enjoignait les capitaines de navire d' « apporter des graines et plantes des colonies, des pays étrangers... »

*Pour obtenir des plantes, Duhamel du Monceau fait appel à de très nombreux correspondants que sont les médecins du roi, les gouverneurs en place dans les possessions françaises d'Afrique et d'Amérique ou les consuls installés au Moyen orient. Au XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle, plusieurs opuscules sont édités par le Muséum national d'Histoire naturelle, dont l'un au titre explicite : *Instruction pour les voyageurs naturalistes et pour les employés dans les colonies sur la manière de recueillir, de conserver et d'envoyer les objets d'histoire naturelle*. Des listes de plantes et autres objets à rapporter sont proposées par les professeurs du Muséum.*

¹ *L'apport des sciences participatives dans la connaissance de la biodiversité – Rapport remis à la ministre de l'écologie, janvier 2012 par Gilles Bœuf, Yves-Marie Allain et Michel Bouvier.*

À compter de la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, en France, les « sociétés savantes » se développent et face à la diversité des mondes naturels, vivant et inerte, les niveaux des connaissances progressent à une vitesse exponentielle, et rapidement elles se spécialisent dans un domaine naturaliste plus ou moins spécifique : botanique, entomologie, ornithologie, géologie, minéralogie, paléontologie... Durant cette même période, dans les grandes villes françaises sont créés des Muséums régionaux d'Histoire naturelle, et se développent des sorties naturalistes dans toutes les provinces.

Les publications locales ou régionales, - botanique, entomologie, géologie.. - sont révélatrices du travail d'inventaire effectué par ces réseaux, y compris sur des groupes assez délaissés actuellement comme les lichens, les mousses (bryophytes), les fougères (ptéridophytes) ou encore les « algues » marines... Les réseaux constitués sont bien identifiés avec des réunions à caractère scientifique assez fréquentes, hebdomadaires ou mensuelles. Ils font avancer la connaissance dans de très nombreuses régions qui ne possèdent pas encore d'Université. Sur le reste du territoire, le réseau, dense, des instituteurs, des ecclésiastiques, des médecins ruraux, des vétérinaires de campagne... va être également l'un des facteurs de diffusion des sciences, de la formation à l'observation naturaliste, de l'encadrement des collecteurs bénévoles, de la collecte de ces informations, des vérifications du bien-fondé des inventaires et de leur publication.

Malgré cette abondance de prospecteurs, une très grande partie des observations et données récoltées ont disparu. Souvent inscrits sur des carnets plus ou moins lisibles pour une tierce personne, ces relevés plus ou moins complets, avec un cadre méthodologique souvent personnel, non reproductible, pas toujours fiable, sont bien souvent très partiels et difficilement exploitables. Dans les dernières décennies du XX^{ème} siècle, pour des raisons diverses, les associations naturalistes « académiques » ont perdu de leur attrait, les sciences de l'observation ont quelque peu périclité, étant considérées comme peu novatrices, trop descriptives, voire sans intérêt par les commissions d'évaluation des « sciences de la vie » et par certains comités éditoriaux de grandes revues scientifiques.

À partir des années 1960, le travail de fond effectué par de nombreuses associations de défense de la nature a permis d'enrayer ce déclin, de renverser la tendance et de recréer des réseaux de naturalistes actifs, effectuant comptages, recensements, observations surtout chez les botanistes, ornithologues et entomologistes. Si les techniques de relevés des observations n'ont guère évolué sur le terrain, la banalisation des outils modernes de communication dont internet, va profondément modifier les possibilités de diffusion des données et leur mise à disposition pour tous. Devant cette facilité technique, avec des outils informatiques plus conviviaux, une rigueur méthodologique certaine va s'avérer nécessaire pour tous les acteurs, dont les « amateurs » (souvent « très éclairés »), avec le respect des protocoles d'observation et de récolte des données tant dans les objets observés que dans la manière de les traiter afin de pouvoir les exploiter et en tirer des conclusions les plus pertinentes et étayées. Pour illustrer le lien entre l'histoire des simples inventaires et une reprise actuelle, autorisant à proposer des hypothèses sur la dynamique des populations, rappelons l'exemple de la traversée des Pyrénées (sur mandat napoléonien) et l'herbier d'A. de Candolle, qui ont donné lieu à une répétition comparative 200 ans plus tard, à l'initiative d'une association (Terranoos) et à la parution d'un bel ouvrage.

Des articles récents (2010) dans des revues de vulgarisation comme Terre sauvage (France) ou la Revue durable (Suisse) communiquent sur les sciences participatives, notamment sur les principales actions pilotées par le Muséum national d'Histoire naturelle. Par ses circulaires, le ministère en charge de l'écologie, incite également les services déconcentrés à s'appuyer sur des démarches participatives pour la mise en œuvre de certaines politiques dont celle de la stratégie nationale de création d'espaces protégés, voire de la stratégie nationale pour la biodiversité. En outre, deux colloques sur les réseaux collaboratifs et les sciences citoyennes ont été organisés à Montpellier en 2009, le premier « Réseaux collaboratifs et sciences citoyennes » sous l'égide de l'association Tela botanica, le second « Le réveil du dodo » lors des Journées francophones de la biologie de la conservation.

Ce phénomène de participation du public n'est pas propre à la France. À l'étranger des expériences, dont celles de la Grande-Bretagne, ou celles des « Citizen Sciences » nord-américaines créées en 1970, montrent la très forte implication du public, avec des taux de participation qui peuvent laisser pantois par rapport aux dispositifs français. Aux États-Unis, le Christmas Bird Count, créé en 1900 et piloté par la Société Audubon est régulièrement reconduit depuis 1900 Mathieu, 2011) : 10 000 « observateurs participatifs » ont comptabilisé 63 millions d'oiseaux dans le cadre d'un programme qui a souligné, sur une quarantaine d'années, une régression de 68 % de 20 espèces communes. Le programme français du suivi temporel des oiseaux communs (STOC) en est l'équivalent depuis 1989. »

C'est également dans cette perspective que le **projet de loi pour la biodiversité**, actuellement en cours d'examen devant le Sénat, consacre dans son **article 2** la connaissance de la biodiversité en en faisant une action d'intérêt général, au II de l'article L. 110-1 du code de l'environnement, au même titre que la protection, la restauration, la mise en valeur, la remise en état, la gestion des espaces, ressources et milieux naturels, de même que « *la préservation de leur capacité à évoluer et la sauvegarde des services qu'ils fournissent* ».

2. Sensibiliser pour mieux protéger

L'approfondissement de la connaissance sur les effets du changement climatique outre-mer tant en matière de biodiversité, qu'en matière d'érosion des côtes, ou encore de conséquences sur l'agriculture, n'est pas le seul prérequis pour une politique d'adaptation efficace. Cette dernière passe aussi par une **sensibilisation du public large et massive**. C'est la condition pour que les réactions aux pressions exercées par le changement climatique et les actions d'adaptation qui en découlent soient correctement mises en œuvre et partagées par l'ensemble des citoyens.

Cette **diffusion de la connaissance** n'est d'ailleurs pas qu'une condition de bonne mise en œuvre des politiques publiques, elle est **aussi un formidable outil de prévention des effets néfastes du changement**

climatique. L'appropriation de ce savoir encore en construction permet que les comportements de l'homme ne viennent plus aggraver les effets des dérèglements climatiques.

De nombreuses collectivités d'outre-mer se sont d'ores et déjà emparées de cet enjeu.

La Guyane a ainsi compris les bénéfices à tirer d'une information et d'une sensibilisation du grand public. Le conseil régional a par exemple organisé le 6 juin 2015 un grand **débat citoyen sur l'énergie et le climat**. L'objectif était de faire émerger des pistes stratégiques et des engagements locaux en matière de limitation des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique. Les résultats de ce débat ont conduit à l'adoption d'orientations ambitieuses, preuve s'il en fallait, de l'intérêt d'associer le public et la population en général à la protection de son milieu de vie. Ses conclusions ont notamment porté sur :

- l'adaptation visant à construire une société résiliente possédant des capacités intrinsèques d'adaptation au changement climatique et à poursuivre l'acquisition de connaissances sur les impacts du changement climatique et les voies d'adaptation ;

- le transport et l'urbanisme, avec l'objectif de développer les circuits courts et l'économie circulaire à toutes les échelles et pour tous les usages et de mettre en place une gouvernance et une coordination des acteurs ;

- les énergies renouvelables et la maîtrise de l'énergie, dans le but de diversifier l'offre en énergies renouvelables en ouvrant les champs d'expérimentation vers les énergies marines, de développer les habitations et bâtiments à énergie positive et les éco-constructions et de mettre en place un parcours d'accompagnement à l'excellence énergétique ;

- la limitation de la déforestation en s'attachant à développer les outils de surveillance de l'environnement pour lutter plus efficacement contre les pratiques illégales de déforestation et de dégradation forestière et à favoriser les mesures permettant le stockage de carbone ;

- la coopération en développant les plates-formes d'échanges d'initiatives, de bonnes pratiques et de politiques publiques sur le plateau des Guyanes.

Dans le même esprit, le conseil régional du Guyane a également assuré en avril 2015, en lien avec l'Ademe et le BRGM, la **publication d'une brochure contenant toutes les connaissances**¹ relatives aux effets du changement climatique en Guyane sur les risques et les secteurs tels que la santé, l'eau, la pêche, l'agriculture, la forêt ou encore l'énergie. L'objectif d'une telle diffusion est de donner à la population et aux différents acteurs locaux les principales clés de compréhension des changements climatiques et

¹ Informations issues d'une étude réalisée par le BRGM sur les impacts potentiels du changement climatique en Guyane et les pistes d'adaptation adéquates.

de connaissance de la vulnérabilité du territoire afin de proposer des pistes d'actions d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. **Plus de 400 exemplaires ont ainsi été distribués sur le territoire.**

Toujours en Guyane, le **projet original d'éducation à l'environnement vers un développement durable (EEDD), lancé en 2013 à travers la mise en place d'un « carbet de transmission »** en village Wayampi sur l'Oyapock, souligne l'importance de la transmission comme support à l'éducation au développement durable, puis comme préalable à l'action et à la lutte contre les impacts du changement climatique.

Certaines familles amérindiennes sollicitent en effet un appui pour la mise en place d'ateliers de transmission afin que les adultes puissent apprendre aux jeunes et aux enfants les savoirs et savoir-faire nécessaires à la vie en site isolé. Dans ces sites, **le lieu de rencontre et d'échange entre les villageois est le carbet communautaire**¹. Dans ce contexte, à la demande du capitaine du village Yawapa, le projet de transmission des savoirs et savoir-faire relatifs à la construction a été mené dans un village de la commune de Camopi (Yawapa, Village Trois-Sauts). Ce projet a ainsi permis, à travers le chantier de construction du carbet, de transmettre aux jeunes et aux scolaires des savoirs sur les lieux de collecte de matières premières, des savoir-faire sur les techniques de collecte et de préparation de ces matériaux et enfin des savoir-faire sur les techniques de construction d'un carbet traditionnel.

On peut enfin citer en Guyane **l'exemple du « Projet Carbone »**, qui a permis de mettre en place des outils pédagogiques d'animation sur la question du carbone, du changement climatique et du rôle de la forêt tropicale. Créé au sein de la première réserve naturelle régionale d'outre-mer, protégeant 2 500 hectares de milieux naturels, **ce « sentier carbone » unique au monde grâce à sa forte dimension pédagogique**, a pour but de permettre à chacun de visualiser *in situ* les enjeux liés au carbone forestier amazonien face aux changements climatiques. Tout au long du sentier, des totems délivrent des informations simples et claires qui permettent de mieux explorer et comprendre les phénomènes liés au cycle du carbone forestier. Un livret pédagogique réalisé par l'équipe de la réserve a également été mis à la disposition des scolaires.

Au-delà de la sensibilisation du public, l'appropriation des savoirs et des connaissances passe également par des actions de formation, initiale ou continue, professionnelle ou universitaire. La Réunion a ainsi par exemple mis en place en juin 2015 une journée de formation des agents de l'État aux pré-requis sur la question de l'énergie et du climat, conformément à la démarche de l'État exemplaire et dans la perspective de la COP 21².

¹ Il s'agit d'une structure construite selon des principes de durabilité, avec des matériaux endogènes et mobilisant des savoir-faire traditionnels : structure ouverte en bois, avec des poteaux en bois rond et une couverture élaborée à partir de feuilles de palmiers, maintenue par les lianes.

² Cet événement était d'ailleurs en lien avec l'organisation du « Forum citoyen » sur la COP 21 organisé par le conseil régional.

Sur le plan universitaire, le comité outre-mer de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (AllEnvi) a piloté la réalisation du recensement pour l'année 2012 des activités de recherche des membres de l'AllEnvi dans les collectivités d'outre-mer : sur un total global déclaré de 1 275 équivalents temps plein (ETP), 90 % des activités scientifiques sur l'outre-mer sont réalisés par les agents sur place et seulement 10 % par des agents basés en métropole. En outre, pour les organismes de recherche, les deux thématiques les plus importantes sont l'agrobiologie et l'élevage, puis les ressources marines.

Des structures comme le **Muséum national d'histoire naturelle** participent également très fortement à la progression de la connaissance relative à la biodiversité et aux impacts du changement climatique dans les outre-mer. Ce dernier s'est ainsi engagé, depuis 2006, dans **plusieurs projets d'inventaires massifs** dans le cadre de l'initiative intitulée « *La Planète revisitée* » avec des partenaires publics et privés.

B. RÉALISATIONS ET PROJETS

1. Feuille de route « Érosion » à Mayotte

La situation géographique de Mayotte, sur un plancher océanique à l'entrée du canal du Mozambique, est celle d'un archipel dont les sols sont d'origine quasi exclusivement volcanique. L'altération et l'érosion, favorisées par un climat chaud et humide, contribuent à façonner la géomorphologie de l'île. Les sols ferrallitiques argileux sont très friables et s'érodent facilement, ce qui a pu conduire à la formation de zones de sol nu, non propices aux cultures.

Ce phénomène entraîne un nombre important de risques pour la biodiversité : réduction de la fertilité des sols, dégradation du bilan hydrique, augmentation du ruissellement en amont et pics de crues avec risques d'inondations en aval pouvant entraîner l'envasement du lagon, etc.

Face à cela, les acteurs locaux se sont concertés pour rédiger en 2012 une feuille de route pour lutter contre l'érosion. Le projet, porté par la DEAL, la DAAF et le Parc naturel marin de Mayotte (PNMM) doit permettre de disposer sur les années 2014 à 2020 d'un calendrier de travail avec des actions prioritaires et des porteurs identifiés.

L'objectif est d'améliorer la connaissance des processus d'érosion des sols, grâce à des outils de mesure et à une ingénierie spécifique, afin de mettre en place des mesures qui permettront de limiter la production de sédiments et donc de protéger le lagon.

Cette feuille de route concertée a d'ores et déjà permis de nombreuses avancées dans la connaissance de la biodiversité et dans l'identification des phénomènes et des milieux :

- identification de la typologie des phénomènes érosifs ;
- identification des pratiques existantes ;

- identification de bassins versants représentatifs de l'ensemble des problématiques liées à l'érosion en milieu continental.

Il pourrait, à terme, déboucher sur la création d'un observatoire de l'érosion, qui serait à même de récolter toutes ces données essentielles, et de quantifier les phénomènes à l'œuvre, centré sur deux bassins versants pilotes (Dzoumogné et Tsamboro). Une modélisation de la circulation des courants en 3D dans le lagon serait alors rendue possible et, en conséquence, l'évaluation des transferts sédimentaux littoraux et d'envasement lagonaire.

Source : DEAL - Mayotte

2. Campagne de communication sur la maîtrise de la demande en énergie et mise en place d'un Espace Info énergie en Polynésie française

La Polynésie française importe 87 % de son énergie (gaz et hydrocarbures), ce qui la place dans une situation de dépendance énergétique encore très forte. Sa consommation d'électricité est par ailleurs en constante progression, notamment dans les secteurs de l'industrie et de l'hôtellerie, mais aussi dans le résidentiel.

C'est pourquoi elle met en œuvre une politique de promotion du développement des énergies renouvelables. Elle a ainsi engagé un programme pluriannuel d'installation de panneaux photovoltaïques sur certains de ses bâtiments administratifs. Mais elle a également mis l'accent depuis quelques années, sur une politique de maîtrise de la demande d'énergie.

Dans ce cadre, entre avril et septembre 2015, le Gouvernement de la Polynésie française a mené, en partenariat technique et financier avec l'Ademe, une grande campagne de communication sur ce sujet. Cette campagne a principalement consisté en la diffusion au grand public de messages radiophoniques et audiovisuels de sensibilisation sur des éco-gestes simples du quotidien, ayant pour but la maîtrise de l'énergie et la démarche éco-citoyenne. L'évaluation des impacts de cette campagne devraient permettre d'adapter les actions de sensibilisation sur ce sujet.

En outre, les actions menées dans le cadre de cette campagne servent également de support aux actions de l'Espace Info Énergie de Papeete, qui a ré-ouvert en mars 2015, et qui a pour mission d'informer gratuitement et de manière objective les citoyens sur la maîtrise de l'énergie, le recours aux énergies renouvelables et le changement climatique. Cet espace participe à plus d'une dizaine d'événements et parvient à sensibiliser de larges publics.

La transposition d'un tel dispositif à d'autres pays et territoires d'outre-mer du Pacifique est envisageable, comme cela est prévu en Nouvelle-Calédonie par exemple.

Source : Gouvernement de Polynésie française

3. Réseau d'Aires marines éducatives en Polynésie française

Une aire marine éducative est une zone maritime littorale gérée par des élèves de cycle 3 d'une école à travers une démarche participative qui les implique autour d'un projet d'action citoyenne de protection du milieu marin.

Le concept d'aire marine éducative est né de l'imagination des enfants de l'école primaire de Tahuata (Marquises). Son lancement fait suite à la campagne océanographique *Pakaihi i te moana*, qui s'est déroulée aux Marquises en 2012. Suite à des échanges avec les scientifiques, les enfants avaient alors exprimé le souhait de devenir responsables de leur propre aire marine protégée dans la baie en face de leur école. Ce projet a été présenté lors du troisième congrès international des aires marines protégées en octobre 2013.

La Polynésie française, en collaboration avec ses partenaires, a ainsi décidé de structurer la démarche autour d'un label « Aire marine éducative » (Ame) récompensant les écoles souhaitant s'engager dans ce processus de gestion du milieu marin. L'objectif est de mettre les écoles au cœur des dispositifs écocitoyens. Trois axes structurent le label : connaître la mer, échanger avec les professionnels et gérer la zone littorale.

Les objectifs de ces six aires marines éducatives sont de plusieurs ordres :

- éducatif : faire connaître son patrimoine naturel et culturel maritime en valorisant une approche intergénérationnelle en langue française et polynésienne ;
- civique : participer à la gestion durable du domaine public qu'est la mer ;
- environnemental : sensibiliser à l'environnement dans une approche transversale mêlant l'écologie, les usages et la culture ;
- scientifique : rendre la science accessible à la population et aux jeunes générations ;
- professionnel : concourir à l'émergence de nouveaux métiers liés au patrimoine, notamment les référents des aires marines éducatives pour appuyer les enseignants ;
- touristique : valoriser le patrimoine maritime polynésien et les baies d'exception ;
- coopératif : insuffler des démarches similaires dans le Pacifique.

Le programme Pukatai bénéficie déjà à l'issue de la première année pilote d'un rayonnement à l'international grâce au Congrès mondial des Parcs de Sydney en novembre 2014 et au Congrès Oceania 21 en avril 2015 où des présentations ont été effectuées.

À l'échelle locale, la création des aires marines éducatives a entraîné des changements de comportement chez la population sans avoir eu besoin de cadre juridique formel. En effet, dans plusieurs baies AME, les adultes et plus particulièrement les pêcheurs respectent le périmètre de l'AME et les recommandations des enfants (zone de mouillage, taille minimale de capture, etc.). En outre, les élèves prennent leur rôle de « gestionnaire » de leur AME très à cœur et se rendent régulièrement dans la baie afin d'observer le milieu et les activités qui y sont réalisées.

Les états écologiques réalisés dans les AME confirment un très bon état de santé du milieu. Un travail de sensibilisation à la démarche scientifique du suivi de l'état écologique et une restitution des principaux résultats ont été réalisés dans les classes.

Source : Gouvernement de Polynésie française

EXAMEN EN RÉUNION PLÉNIÈRE

M. Michel Magras, président. – Je vous prie d’excuser le président Maurey, retardé. Nous sommes aujourd’hui réunis en réunion plénière de la commission de l’aménagement du territoire et du développement durable et de notre délégation à l’outre-mer pour entendre la présentation, par nos rapporteurs Jérôme Bignon et Jacques Cornano, d’un rapport d’information établi au nom du groupe de travail commun à nos deux instances sénatoriales sur la situation de nos outre-mer confrontés aux changements climatiques.

Je me félicite de cette initiative commune qui nous a déjà conduits à produire les actes de tables rondes passionnantes sur les biodiversités ultramarines. Ces tables rondes nous avaient permis, au mois de juin, de réunir les meilleurs experts. Je dois dire que le recueil des actes suscite un grand intérêt, au point qu’un nouveau tirage devra être effectué pour le congrès des maires.

Si nos territoires ultramarins recèlent en effet des trésors de biodiversités terrestres et marines, ils sont aussi particulièrement exposés aux effets des évolutions du climat et sont souvent pionniers dans la recherche de solutions : aux avant-postes de la vulnérabilité climatique, celle-ci étant ressentie en premier lieu et plus sévèrement dans les zones inter-tropicales et les milieux insulaires, ces territoires se situent à l’avant-garde en matière d’observation des impacts et de définition de stratégies d’adaptation et de procédés innovants.

Le groupe de travail et, singulièrement, ses rapporteurs, ont souhaité faire de ce constat une démonstration pragmatique s’appuyant sur de nombreux exemples. Cette « démarche territoriale », qui s’inscrit dans celle de même nature menée par le Sénat tout entier dans la perspective de la

COP 21 conformément à la spécificité de sa mission constitutionnelle, a nécessité un lourd travail de récolte d'information en provenance de tous les territoires, départements et collectivités d'outre-mer.

Cette collecte est le fruit de plusieurs auditions effectuées à Paris et d'auditions menées à l'occasion d'un déplacement en Guadeloupe et à Saint-Barthélemy fin juillet. Au total, plus d'une cinquantaine de personnes ont été entendues au cours de plus de trente heures d'audition. Les informations dont il est fait état dans le rapport résultent également des réponses à des questionnaires adressés aux services de l'État des départements d'outre-mer (DOM) et aux autorités locales des collectivités d'outre-mer (COM), chargés de l'environnement, ainsi que des signalements de réalisations innovantes par plusieurs de nos collègues sénateurs des outre-mer qui ont fourni de très intéressants éléments à nos rapporteurs. Je les remercie chaleureusement de leur collaboration car la collecte d'informations concernant nos territoires est toujours fort complexe !

Le souhait des rapporteurs a été de mettre en valeur un ensemble de réalisations vertueuses et parfois tout à fait innovantes autour de six thématiques majeures pour les outre-mer face au défi climatique :

- la gestion de la ressource en eau et l'assainissement,
- la définition d'un modèle agricole robuste et résilient,
- la préservation et la mise en valeur des biodiversités ultramarines,
- la promotion d'une grande diversité d'énergies renouvelables,
- la prévention des risques et la protection du littoral,
- la sensibilisation et l'éducation du public.

Jacques Cornano présentera les trois premiers thèmes et Jérôme Bignon les trois suivants. Et, à la césure entre leurs deux présentations, les rapporteurs nous feront voyager en images vers la Guadeloupe avec un film d'une dizaine de minutes.

M. Jacques Cornano, rapporteur. - Je me concentrerai sur trois grands thèmes qui s'imposent aux outre-mer confrontés au défi de l'adaptation au changement climatique : la gestion de la ressource en eau, l'adoption d'un modèle agricole plus résilient et la mise en valeur de la biodiversité. Dans chaque cas, les outre-mer ont montré, par une série d'initiatives et de réalisations territoriales très concrètes, qu'ils ne subissaient pas passivement les dérèglements climatiques. Collectivement, sans sous-estimer les risques, nous savons en tirer des opportunités pour nous orienter vers des voies de développement plus durables, montrant ainsi notre potentiel d'innovation et d'entraînement au sein de notre environnement régional.

Le changement climatique et la croissance démographique exercent une pression sur la quantité et la qualité de l'eau douce disponible, qui ne représente que 2,6 % de l'eau sur la Terre. À la raréfaction globale de l'eau s'ajoutent les risques de salinisation et de moindre dilution des polluants.

Les outre-mer, notamment la Martinique et La Réunion, bénéficient déjà d'études de vulnérabilité menées par l'Inra, le Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM) et l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea). De leur côté, la Nouvelle-Calédonie et la Polynésie bénéficient du Programme hydrologique international de l'Unesco.

Des techniques déjà développées à l'échelle industrielle permettent d'accroître la production d'eau potable pour faire face à la dynamique démographique, sans compromettre la ressource. Selon la géographie des territoires, les prévisions d'évolution de la ressource, de la consommation et des coûts estimés, différentes solutions peuvent être retenues : nouveaux forages horizontaux et galeries drainantes à Tahiti ; déplacements d'ouvrages pour prévenir les infiltrations marines en Guyane, en amont du Maroni ; construction d'ouvrages de secours pour faire face à des précipitations violentes en Nouvelle-Calédonie.

Par ailleurs, le dessalement d'eau de mer par osmose inverse est fortement consommateur d'énergies fossiles et occasionne des rejets de saumures. Pour en limiter l'impact, de nouveaux procédés réduisant l'empreinte carbone sont en phase de test grandeur nature, comme le couplage avec l'énergie photovoltaïque à Bora Bora avec le projet Osmosun, la réduction de la taille des stations aux Marquises ou la récupération de la chaleur du traitement des déchets par incinération à Saint-Barthélemy.

Le cas de Marie-Galante, que nous avons pu examiner en détail au cours de notre déplacement, offre un excellent exemple de politique globale d'accroissement de la ressource en eau disponible par optimisation du réseau. Une baisse des prélèvements par pompage a été constatée il y a quelques années, faisant craindre une réduction de l'alimentation naturelle de la nappe phréatique à cause d'une baisse de la pluviométrie et de l'infiltration utile imputable au changement climatique. Il fallait par conséquent réduire les déperditions sur le réseau. Les inspections lancées à cet effet ont révélé la dégradation de plusieurs forages par l'entartrage, la corrosion et l'accumulation de détritiques. Un programme de travaux a été défini sur la base de ce diagnostic. Trois forages ont été rebouchés et remplacés, les quatre autres ont été réhabilités par récupération des éléments tombés, traitement à l'acide pour détartre, injection d'air comprimé et brossage. Les résultats sont probants, puisque le débit global à Marie-Galante a augmenté de 32 % après travaux.

Une politique de l'eau adaptée au changement climatique demande un entretien adapté du réseau et des campagnes de recherche de fuites. Entre 2008 et 2014, à Saint-Pierre-et-Miquelon, une action volontariste a abouti à une réduction de 60 % des prélèvements d'eau. En effet, la réduction des prélèvements et la préservation des capacités de stockage, y compris par des citernes individuelles, offrent des marges de manœuvre supplémentaires en cas de sécheresse. Il faut également faire évoluer les habitudes en sensibilisant le public aux économies d'eau.

Enfin, le recours à des stations d'épuration écologique doit être soutenu. Le projet *Attentive* d'adaptation de l'assainissement des eaux usées au contexte tropical, mené en Martinique, consiste à faire circuler de manière gravitaire les eaux brutes domestiques à travers des bassins successifs où elles sont traitées sur des minéraux plantés de roseaux. Ce traitement économe en énergie optimise le cycle naturel d'épuration de l'eau et limite les rejets azotés en milieu naturel.

Face au défi alimentaire que pose l'accroissement de la population mondiale, l'activité agricole occupe une place déterminante dans la définition des politiques de réponse au changement climatique. Responsable de 24 % des émissions de gaz à effet de serre, ce secteur offre néanmoins des moyens de piéger le carbone ; il demeure en outre essentiel pour l'activité économique et l'emploi dans les outre-mer et subit directement les effets des transformations du climat. L'impact porte autant sur les rendements et les volumes que sur les espèces et les variétés produites. La politique agricole doit par conséquent conjuguer logique d'adaptation et exigence d'atténuation.

Tant pour la canne à sucre que pour la banane, les études disponibles pointent une diminution probable à moyen terme des rendements liée à un raccourcissement du cycle de culture, à une augmentation de la température et à des périodes de sécheresse plus marquées. L'impact serait plus important sur la canne, mais les bananeraies sont particulièrement vulnérables aux cyclones. En Guyane, les recherches laissent anticiper une diminution forte de la productivité des peuplements forestiers. Pour les essences commerciales, comme l'angélique qui représente 60 % des volumes extraits, la principale crainte est le stress hydrique dû à l'allongement et à l'intensification de la saison sèche.

L'une des principales solutions consiste à trouver des espèces plus résistantes à la sécheresse. Un programme du Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement (Cirad) en Guadeloupe croise différentes variétés et espèces de bananiers pour obtenir des plants plus résistants au stress hydrique et dotés d'un système racinaire plus adapté. D'autres travaux portent sur l'amélioration de la résistance des agrumes à la sécheresse, à la salinité et contre le *greening*, une maladie endémique qui ravage la Caraïbe, le Brésil et la Floride.

Des moyens de lutte biologique ont été parallèlement développés à La Réunion pour faire face à des espèces invasives potentiellement stimulées par le changement climatique, avec le soutien du Pôle de protection des plantes de Saint-Pierre. Parmi les réussites, je signale l'utilisation d'un champignon pour lutter contre le ver blanc de la canne à sucre ou l'introduction de microguêpes en cultures maraîchères et fruitières contre les mouches blanches. Deux sociétés privées, Betel Réunion et La coccinelle, travaillent en partenariat étroit avec le Cirad pour développer des gammes d'auxiliaires biologiques.

Enfin, dans le cadre de la Commission de l'Océan Indien, les unités de recherche basées à La Réunion apportent un soutien aux pays voisins - Comores, Madagascar, Maurice et Seychelles - pour lutter contre les ravageurs et les maladies affectant les cultures maraîchères. Voilà un excellent exemple du rôle d'interface entre les pays du Nord et du Sud que peuvent jouer les outre-mer.

Une plus grande diversité des cultures garantissant une plus grande résilience aux aléas climatiques, la protection ou la réintroduction de variétés anciennes et la diversification des productions pour contrebalancer la fragilité des grandes monocultures de banane ou de canne à sucre constituent des axes majeurs de transformation de l'agriculture ultramarine. À cet égard, le modèle de polyculture offert par le jardin créole, élément du patrimoine agricole et culturel, où sont cultivées plantes alimentaires, médicinales et ornementales, est particulièrement pertinent. Les recherches de l'Inra permettent d'explicitier et d'utiliser les associations entre différentes espèces pour obtenir des rendements supérieurs aux cultures d'une seule espèce : à Marie-Galante, notre visite d'un jardin créole, sous la conduite de Monsieur Henry Joseph, pharmacien et docteur en pharmacognosie, du laboratoire Phytobôkaz, nous en a offert un excellent exemple avec une culture simultanée de canne à sucre et d'une grande variété de pois, sources de protéines végétales. Le jardin créole est un cas d'école, que ce soit pour la conservation de la biodiversité faunistique (abeilles, oiseaux, chauves-souris), le recours à la permaculture, avec la création d'humus en permanence qui permet une économie d'eau, ou la croissance en synergie des plantes qui s'assurent une protection réciproque contre les agresseurs et favorisent leur pollinisation mutuelle.

Ce modèle de biodiversité agricole se retrouve dans d'autres projets guadeloupéens comme la réintroduction de cultures de légumineuses et d'indigo, couplée avec un plan de protection des abeilles sauvages, ou encore le développement d'une agroforesterie sophistiquée avec des productions combinées d'arbres tels le galba, le calebassier, l'avocatier qui utilisent abeilles et chauves-souris comme auxiliaires pour la fertilisation, la récolte et la préparation du fruit. Ces initiatives vont de pair avec une valorisation des productions locales et des circuits courts. Le reflux des

importations et la limitation des flux transportés se traduiront par des bénéfices pour l'économie locale et une réduction des émissions carbonées.

La biodiversité des outre-mer est reconnue comme une richesse inestimable, mais ce patrimoine exceptionnel est aussi menacé par le changement climatique et doit être préservé avant de pouvoir être valorisé. Comme nous l'ont montré nos tables rondes du 11 juin dernier, il faut poursuivre les campagnes d'exploration et d'inventaire, soutenir le développement de la connaissance et de la recherche innovante, et mobiliser des outils territoriaux adaptés aux spécificités locales.

Les populations sont les premiers acteurs de la protection de leur cadre de vie. De nombreuses collectivités l'ont d'ores et déjà compris et en tirent parti pour préserver la biodiversité. Ainsi, la direction de l'environnement du Gouvernement de la Polynésie française mène un programme ambitieux de lutte contre les espèces exotiques envahissantes qui menacent la biodiversité locale, à travers l'information et la formation des populations.

Autre réponse à la menace pesant sur la biodiversité, les aires marines et littorales protégées et les conservatoires de ressources génétiques soutiennent la résilience des écosystèmes et garantissent leur développement économique. Le projet d'Institut caribéen de la biodiversité insulaire, porté par la Réserve nationale naturelle de Saint-Martin, devrait faire émerger un pôle de recherche centré sur la biodiversité de l'espace caraïbe.

Des actions remédiatrices et réparatrices viennent compléter l'arsenal des politiques de préservation : dans le cadre des travaux du Grand port maritime de la Guadeloupe nouvelle génération, des transplantations d'herbiers de phanérogames marines ainsi que de coraux ont été conduites, avant une action sur les mangroves. À Saint-Barthélemy, deux projets de reconstitution de coraux nous ont été présentés. L'un mise sur la constitution de pépinières et le bouturage de cornes de cerf et de cornes d'élan, dont le rythme de croissance est rapide. L'autre s'appuie sur une technique d'accrétion électrolytique : des structures métalliques sont immergées et placées sous basse tension afin de former des structures calcaires qui serviront d'habitat artificiel aux coraux.

M. Michel Magras, président. – Merci pour la qualité de cet exposé. En complément, voici un petit film consacré aux réalisations du laboratoire Phytobôkaz.

Le film est projeté devant la commission et la délégation.

M. Michel Magras, président. – Vous avez pu apprécier la qualité du travail du docteur Henry Joseph, qui met à contribution le milieu naturel : l'essentiel de la récolte du galba est assuré avec le concours des ouvrières que sont les chauves-souris. Si vous autorisez la publication du rapport, le film y sera annexé sous la forme d'un DVD.

M. Jérôme Bignon, rapporteur. – Après cette récréation filmée, je crains que mon exposé vous paraisse bien terne. Le président du Sénat a souhaité, dans la perspective de la COP 21, que toutes les commissions et délégations se mobilisent pour que le Sénat, institution ancrée dans les territoires, montre l'exemple et fasse essaimer les initiatives. Le groupe de travail sur les négociations climatiques internationales se réunira demain pour travailler sur le projet de résolution qui sera déposé sur le Bureau du Sénat et discuté en séance le 16 novembre. En raison de leur positionnement particulier et des richesses biologiques qu'ils recèlent, les outre-mer sont des acteurs essentiels dans la préparation de la conférence.

En matière énergétique, nos outre-mer font face à des problèmes particuliers liés à leur insularité qui les prive d'énergie nucléaire et les rend dépendants de ressources fossiles, tout en posant des problèmes d'interconnexion. Des technologies intéressantes commencent à être développées. Nous nous sommes rendus sur le site de Bouillante, en Guadeloupe, où l'on convertit en électricité la chaleur du sous-sol. L'exploitation est assurée par le BRGM. Le sous-sol volcanique dans nos îles des Caraïbes, mais aussi sur les îles voisines, pourrait être exploité pour constituer de véritables réseaux dans le cadre d'une coopération régionale.

En Polynésie française, le projet SWAC (*Sea Water Air Conditioning*) consiste à utiliser l'eau de mer naturellement froide pour la climatisation, aujourd'hui d'un hôtel, demain, d'un centre hospitalier. En Martinique, le projet *Nemo* met à profit le différentiel de température entre les eaux de surface et les eaux profondes pour récupérer des calories qui sont ensuite transformées en électricité.

La Martinique et la Guadeloupe ont opté pour l'habilitation leur permettant d'adapter la réglementation énergétique dans un objectif d'autonomie, comme la Constitution leur en offrait la possibilité : c'est un signal fort.

Cinquième sujet abordé par notre rapport, la prévention des risques. Les événements climatiques prennent toujours une tournure plus aiguë dans les outre-mer. Les cyclones peuvent entraîner des crues, une submersion des zones basses ou encore des pics d'érosion côtière et des glissements de terrain. La forte littoralisation des populations est un facteur de risque aggravant.

Pour y répondre, les territoires ont mis en place des politiques adaptées. La Direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DEAL) de Guyane a créé un observatoire de la dynamique côtière pour étudier l'impact des marées qui pénètrent à l'intérieur des terres et détruisent la mangrove. Il travaille en lien avec la mission confiée par Mme Ségolène Royal à Mme Chantal Berthelot, députée de Guyane, sur l'observation des littoraux. Autres exemples, le projet Littofort à Wallis-et-Futuna, ou encore l'initiative conjointe du conseil régional et de

l'Ademe en Guadeloupe pour créer un outil d'accompagnement des collectivités dans la définition de stratégies d'adaptation, objet de deux appels d'offres en 2014. Je participe à un groupe de travail présidé par la députée Pascale Got sur l'évolution du trait de côte. Des sites pilotes ont été identifiés pour une réflexion sur l'adaptation au retrait de celui-ci et la recherche de solutions de substitution. Les outre-mer sont concernés au premier chef.

Enfin, nous avons travaillé sur la sensibilisation du public et le développement des connaissances. « *La biodiversité est notre assurance vie, il est donc très important de bien la connaître* », dit Hubert Reeves. Pour agir, il faut d'abord savoir et communiquer, or nos efforts dans ce domaine restent insuffisants. À ce jour, seulement 250 000 espèces marines sont répertoriées avec un champ de valorisation potentielle largement sous-évalué. Dans son laboratoire, le docteur Henry Joseph ne travaille que sur une cinquantaine de variétés ! Lors du projet de loi pour la reconquête de la biodiversité, nous avons adopté le mécanisme d'accès et de partage des avantages (APA), qui présente un intérêt tout particulier pour les outre-mer.

Le 6 juin 2015, un débat citoyen sur l'énergie et le climat a été organisé par le conseil régional de Guyane pour faire émerger des pistes stratégiques et des engagements locaux en matière de limitation des gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique. Les orientations ambitieuses adoptées montrent qu'associer le public est toujours payant. Autre illustration, les aires maritimes éducatives en Polynésie lancées dans l'école primaire de Tahuata, qui contribuent à sensibiliser et responsabiliser les futures générations au changement climatique. Six aires maritimes éducatives sont en place et le dispositif pourrait essaimer. Ces initiatives sont la première condition pour que les actions d'adaptation au changement climatique soient mises en œuvre et partagées par l'ensemble de nos concitoyens.

À travers ces exemples, nous avons voulu coller à la dynamique de négociation de la COP 21, dont la crédibilité repose sur l'Agenda des solutions locales. Les accords internationaux issus de la conférence resteront lettre morte sans les efforts quotidiens des élus, des organisations non gouvernementales (ONG), des entreprises et des citoyens pour la mise en œuvre des objectifs qui seront définis à cette occasion.

Merci à nos collègues ultramarins pour leur hospitalité.

M. Michel Magras, président. - Les rapporteurs se réjouiront de voir une assistance aussi nombreuse à notre réunion de ce jour, preuve de l'importance du sujet.

M. Hervé Maurey, président. - Je félicite les rapporteurs pour le travail réalisé. J'aurais souhaité pouvoir les accompagner pour leur déplacement en outre-mer. Ce rapport est un jalon important dans le cadre du travail collectif du Sénat en amont de la COP 21. Un projet de résolution,

synthèse des travaux des différentes instances du Sénat, sera déposé par Jérôme Bignon. Le débat qui suivra le 16 novembre en séance publique donnera la parole aux groupes mais aussi aux différents organes du Sénat, commissions et délégations. Le président du Sénat a souhaité que l'accent soit mis sur l'outre-mer. La France est présente sur tous les continents et dans tous les océans, ce qui lui donne une meilleure appréhension des effets des dérèglements climatiques - un outil précieux pour nos entreprises et organismes de recherche, notamment dans le cadre de la mise en place de l'heureuse initiative qu'est l'Agenda des solutions locales.

M. Gérard Miquel. - Je félicite nos deux rapporteurs pour cet excellent rapport, agréable à lire et riche de nombreux éléments de réflexion. Ayant moi-même commis un rapport sur l'eau, je m'étais rendu en Martinique et en Guadeloupe où j'avais vu des étendues d'eau douce polluées par le chlordécone utilisé dans les bananeraies. La rémanence de ce produit étant très longue, qu'en est-il aujourd'hui ?

La collecte et le traitement des déchets, en revanche, sont moins longuement abordés. Nos merveilleux paysages ultramarins sont pollués par les matières plastiques. C'est un sujet porteur pour mobiliser les citoyens, car la gestion des déchets - qui pourrait être grandement améliorée - appelle des solutions locales susceptibles de créer des emplois et de favoriser une économie circulaire. Quelles sont vos observations sur ces questions ?

Mme Odette Herviaux. - Je félicite tous ceux qui ont participé à ce rapport. Il donne des exemples concrets des savoir-faire, de la recherche et des techniques pour mettre en valeur les bonnes pratiques dans les territoires. Il témoigne aussi de l'implication de toutes les collectivités, nous pourrons nous le rappeler dans la proposition de résolution. Comme celui sur la biodiversité, ce rapport servira de vitrine et de promotion pour les outre-mer. Enfin, n'oublions pas que les collectivités ultramarines mais aussi métropolitaines ont déjà beaucoup réfléchi à la préservation des côtes.

Mme Chantal Jouanno. - À mon tour de féliciter les rapporteurs. Ce document très complet donne une vision transversale des enjeux liés au climat.

Il ne serait pas inutile d'organiser un débat sur le document issu de la négociation de Bonn sur la COP 21. Je reste pessimiste : dans les 51 pages, presque tout est entre parenthèses et en option ! Disposez-vous d'une expertise sur les conséquences de l'acidification des océans et ses répercussions sur la survie de certaines espèces, notamment à coques ?

M. Ronan Dantec. - Ce rapport est important. Pour protéger la biodiversité, il faut des plans d'action plus que des déclarations de principe. Les espèces en danger ne font pas toutes l'objet d'un suivi, d'où l'importance d'inscrire ce sujet dans la loi. Pour ce qui est de la dimension énergétique, il est essentiel que nous suivions notre logique jusqu'au bout. L'outre-mer doit être une vitrine. Un rapport de l'Ademe montre que le choix du 100 %

d'énergies renouvelables à échéance 2050 ne coûte pas plus cher qu'un autre. C'est d'autant plus vrai pour les territoires non interconnectés, où ce choix s'inscrit dans une logique purement économique dans la mesure où l'électricité y coûte extrêmement cher. Il faudrait que l'opérateur national public en tienne compte, or les représentants d'EDF en charge des territoires non interconnectés - la Corse en fait partie - ne font pas toujours preuve de volontarisme en la matière. Des systèmes de stockage existent pourtant. Étant donné les enjeux de santé publique, l'utilisation de fioul lourd dans les centrales ne devrait plus avoir cours.

M. Rémy Pointereau. - Les deux rapporteurs ont brillamment exposé les innovations mises en œuvre en outre-mer pour répondre aux problématiques de l'eau, des énergies renouvelables ou de la biodiversité. L'agroforesterie peut être intéressante, même si elle ne concerne que les petites parcelles. Cependant, comme rapporteur de la mission sur la politique des territoires, je constate tous les ans que notre petit budget s'amenuise. Le chlordécone utilisé dans les bananeraies pose des problèmes de santé majeurs. Et pourtant, on débloque très peu de moyens pour traiter les sols. Le lessivage a un impact sur les coraux. Quant aux énergies renouvelables, a-t-on une idée du potentiel maximum que l'on dégagerait en mixant le solaire, l'éolien et l'hydroélectrique ? Grâce à ces secteurs, on pourrait pratiquement être autonome - et avoir de l'énergie à revendre !

Mme Évelyne Didier. - Nous avons particulièrement apprécié que vous décriviez les solutions concrètes mises en œuvre dans les territoires ultramarins. Grâce à l'outre-mer, nous avons une vision plus large des problèmes environnementaux. Vous nous démontrez que les collectivités, les citoyens et les entreprises installées sur place sont en mesure de trouver des solutions adaptées. À certains égards, être une île constitue un avantage, car l'écosystème insulaire offre un terrain de réflexion et d'expérimentation délimité pour trouver des solutions qui vous rendent indépendants des autres territoires. L'idéal serait de régler la question des énergies renouvelables et de la gestion des déchets, territoire par territoire. L'autosuffisance des territoires, tel doit être l'objectif.

M. Charles Revet. - J'ai entendu, il y a quelques jours, que le territoire maritime français s'était agrandi. En avez-vous tenu compte dans votre réflexion ? Y a-t-il des endroits qui offriraient un potentiel de production d'énergie ? Dans certaines régions, on envisage de produire de l'énergie grâce à la mer. Dans quelle proportion serait-ce possible ?

Mme Lana Tetuanui. - Je salue le travail des rapporteurs, au nom de la Polynésie française, la plus grande surface marine et le plus vaste des territoires ultramarins qui composent notre si belle France. Avec la montée des eaux, nos petits atolls seront les premiers menacés. Le rapport sur les biodiversités ultramarines a fait polémique en Polynésie, notamment les cinq lignes qui concernent le projet aquacole chinois sur l'atoll de Hao et font état de risques environnementaux afférents. Je rappelle que Hao a déjà servi

d'arrière base aux essais nucléaires de Mururoa... Si l'on pouvait rectifier ces lignes du rapport, j'y serais sensible. Le président de la Polynésie vous a adressé un courrier en ce sens.

C'est bien beau d'aller constater les efforts des collectivités ultramarines mais nous restons confrontés à un problème de moyens. En Polynésie, un deuxième projet SWAC a été lancé pour le centre hospitalier, après celui implanté pour l'hôtellerie à Bora Bora. Le Gouvernement polynésien vient de publier notre programme de transition énergétique pour 2015-2030. Toutes les communes se sont attelées à la gestion des déchets, suivant les règles environnementales imposées par le code général des collectivités territoriales. Cependant, le spectre de la réforme de la DGF pèse sur nous.

M. Jacques Cornano, rapporteur. – C'est une chance que la France accueille et préside la vingt-et-unième conférence des Nations Unies sur les changements climatiques. C'est pourquoi nous avons voulu donner de la visibilité aux DOM-COM dans le débat sur les conséquences du changement climatique. Des spécialistes ont montré qu'à la fin du siècle, l'aéroport de Pointe-à-Pitre pourrait être recouvert par quelques centimètres d'eau. Si nous nous intéressons à l'agriculture, à la biodiversité, aux énergies renouvelables, à l'eau, à la prévention et à la gestion des risques ou à l'éducation au développement durable, c'est pour trouver des solutions en amont, en mesurant les impacts et en prévoyant des possibilités d'adaptation.

Gérard Miquel a mentionné le traitement des déchets. Les communautés de communes et d'agglomérations ont commencé à y travailler. À Saint-Barthélemy, on a mis en place un modèle d'économie circulaire : en utilisant l'énergie tirée de l'incinération des déchets, on produit de l'électricité et même de l'eau, après dessalement. On pourrait transposer cette solution à Marie-Galante où, pour l'instant, les déchets sont évacués par bateau jusqu'à Pointe-à-Pitre.

Le chlordécone est un vaste sujet. Une solution consisterait à recourir à des couvertures de plantes de services permettant de capter ce polluant dans le sol.

M. Rémy Pointereau. – Tout à fait.

M. Jacques Cornano, rapporteur. – Certains responsables au Gouvernement y sont sensibles.

En effet, les DOM-COM doivent être des vitrines de la transition énergétique. La loi de transition énergétique fixe un objectif de 50 % d'énergies renouvelables en 2020. Ronan Dantec considère que le résultat dépend des moyens et de la politique que nous mettrons en place. Il a raison : alors que nous disposons de l'énergie solaire, de l'éolien et de

l'énergie thermique des mers, EDF vient de construire douze moteurs de centrales thermiques au fioul pour alimenter la Guadeloupe !

Marie-Galante pourrait bientôt devenir un territoire à énergie positive : alors que nous consommons en pointe 8 mégawatts, nous sommes en capacité d'en produire plus du double grâce à un projet d'éoliennes qui nous alimentera à hauteur de 10 mégawatts et à une centrale géothermique de nouvelle génération capable de produire 15 mégawatts. Au lieu de recevoir de l'énergie par câbles de la Guadeloupe continentale, Marie-Galante serait alors en mesure d'exporter son énergie. La Martinique pourra faire de même grâce à l'énergie thermique des mers. Les possibilités de coopération régionale doivent être exploitées. Non loin de Marie-Galante, le potentiel géothermique de la Dominique est dix fois supérieur à celui de Bouillante.

Le chlอร์ดécone est un problème de santé majeur contre lequel les pêcheurs et les agriculteurs tentent de lutter. Nous avons fait maintes demandes pour en venir à bout, sans résultat.

M. Serge Larcher. – En France hexagonale, on trouve partout des périmètres de protection des zones de captage. Les zones de captage dans nos îles sont en amont des bananeraies et donc du chlอร์ดécone. Mais comme le chlอร์ดécone se trouve dans l'eau de ruissellement, il circule jusqu'à la mer et stagne dans les mangroves. Or celles-ci sont des nurseries. D'où l'interdiction d'y pêcher des crabes de terre ou de consommer les langoustes. Cependant, toutes les zones polluées ont été identifiées, cartographiées et sont surveillées. Un système de traçabilité est en place pour contrôler les produits consommables. Pour autant, le chlอร์ดécone est une molécule qui ne disparaît pas facilement et nous devons vivre avec sans savoir jusqu'à quand.

La Dominique offre de fortes potentialités en matière de géothermie ; or, malgré l'appui des conseils généraux, EDF refuse de les exploiter. Seule une volonté politique peut les inciter à revoir leur position.

M. Jérôme Bignon, rapporteur. – L'extension du plateau continental évoquée par Charles Revet n'est pas une extension de la zone économique exclusive. Elle ne concerne que la capacité d'exploiter le sous-sol ; or, la tendance actuelle n'est pas à rechercher des ressources sous-marines fossiles.

Mme Chantal Jouanno. – J'aimerais que vous ayez raison !

M. Jérôme Bignon, rapporteur. – Madame Didier, on ne peut que souhaiter l'autosuffisance de tous les territoires. Je ne suis pas hostile à insister sur ce souhait dans le rapport.

M. Ronan Dantec. – Le terme « vitrine de la transition énergétique » serait approprié.

M. Jérôme Bignon, rapporteur. - Nous avons été choqués de constater qu'EDF n'avait aucune volonté de développer la géothermie. Ce n'est pas bon, ni pour les outre-mer, ni pour l'avenir de la planète. D'où notre souhait d'enquêter davantage sur les raisons de la non-exploitation de ce potentiel.

Madame Jouanno, le rapport de Bonn n'est pas très bon, il est vrai. Nous pourrions en reparler dans le groupe de travail sur les négociations climatiques internationales. Quant à l'acidification, c'est un problème qui affecte une partie non négligeable des 350 millions de kilomètres carré d'océans. Les sargasses proviennent-elles d'une maladie des océans ? On ne sait pas. En tout cas, elles signent la mort des coraux, des mangroves et des poissons.

M. Michel Magras, président. - Le rapport qu'évoque Lana Tetuanui n'est pas un rapport, mais les actes d'un colloque, qui rendent compte de ce qui a été effectivement dit. La responsabilité de ce qui a été dit appartient à son auteur. Il ne nous revient pas de le modifier même si nous ne partageons pas l'analyse.

Mme Lana Tetuanui. - Il est important de rectifier les choses.

M. Michel Magras, président. - Le sujet climatique répond à une vaste problématique. Il y a autant de problèmes et de solutions que de territoires ultramarins. D'où notre volonté de mettre en exergue un certain nombre de réalisations et de politiques déjà en place pour croiser les regards entre l'outre-mer et l'Hexagone, mais aussi entre les outre-mer.

Dans certains territoires, monsieur Dantec, on est en train de faire l'inventaire de toutes les espèces qui existent.

M. Ronan Dantec. - Nous n'avons pas besoin d'inventaire, mais de plan d'action.

M. Michel Magras, président. - Nous travaillons avec l'Union internationale pour la conservation de la nature, pour faire respecter la liste des espèces protégées. Les problèmes ne se régleront pas du jour au lendemain. Même si nous ne disposons pas d'étude sur l'acidification des océans, des réalisations sont déjà en cours, dont deux projets de reconstruction du corail. On a découvert que, contrairement à ce que j'ai enseigné pendant trente-cinq ans, certains coraux pouvaient se reproduire très rapidement, à une vitesse de 2,5 centimètres par mois. C'est extraordinaire, car c'est le lieu où se développe l'essentiel de la faune marine. Dans dix ans, on cultivera du corail comme on cultive d'autres plantes !

Quant à nos déchets, ils sont d'abord triés. À Saint-Barthélemy, on recycle tout ce qui peut l'être : tous les métaux, y compris le plomb des batteries, le verre, etc. Pour ce qui est des incinérations, les fumées sont traitées par une douzaine de capteurs nettoyés dans des bains de chaux vive et de charbon actif, de sorte que nous ne libérons dans l'atmosphère que des

doses infinitésimales contrôlées par la Direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DEAL). L'eau est transformée en vapeur, pour être ensuite vendue à l'usine voisine qui multiplie par deux sa production d'eau potable. Nous ne vendons rien à EDF. C'est un exemple remarquable de couplage entre le traitement des déchets et la production d'énergie.

M. Maurice Antiste. – Pour conclure, je voudrais souligner que certaines calamités comme l'invasion des sargasses pourraient être transformées en opportunités et qu'il faut activement poursuivre la réflexion dans ce sens.

La commission de l'aménagement du territoire et du développement durable et la délégation sénatoriale à l'outremer autorisent la publication du rapport.

LISTE DES DÉPLACEMENTS

Déplacement en Guadeloupe et à Saint-Barthélemy du dimanche 19 juillet au vendredi 24 juillet

Lundi 20 Juillet 2015

M. Charly PAULIN, hydrogéologue de Anteagroup

M. Sylvain DUPUIS, directeur zone Caraïbes de Nantaise des Eaux

M. Richard CHELZA, agriculteur

M. Martyr NAGOT, adjoint au maire de la Mairie de Saint-Louis

Docteur Henry JOSEPH de Phytobôkaz

M. Jean-Claude LOMBION, président de l'Association des maires de Guadeloupe

M. Jacques ANSELME, Conseil départemental de Guadeloupe

M. Louis GALANTINE, Conseil régional de Guadeloupe

M. Louis REDAUD, chef de mission « Développement durable et évaluation environnementale » de la Direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DEAL) de Guadeloupe et Mme Nicole ERDAN, ambassadrice de la stratégie de transition écologique vers un développement durable, adjointe au chef de mission

Mme Maryse ETZOL, maire de Grand-Bourg, présidente de la communauté de communes de Marie-Galante

MM. Ferdy LOUISY, président, et M. Maurice ANSELME, directeur du Parc national de Guadeloupe

M. Nicolas POUGET de la société Explicit

Mardi 21 juillet 2015

Mme Nicole GRÉAUX, vice-présidente de la Collectivité de Saint-Barthélemy

M. Michel CHEVALY, membre du conseil d'administration, Mme Cécile BERTON, agent d'accueil et de sensibilisation, MM. Sébastien GRÉAUX, chargé d'études polyvalent et Pascal PHILIP, technicien développement durable, de l'Agence territoriale de l'environnement de Saint-Barthélemy

M. Turenne LAPLACE, projet de restauration du corail (BIOROC)

M. Didier LAPLACE, projet de restauration du corail (bouturage)

Mme Hélène BERNIER de l'association Saint-Barth Essentiel

Mme Anne LAUBIES, préfète déléguée dans les collectivités de Saint-Barthélemy et Saint-Martin

Mercredi 22 juillet

M. Thierry GUMBS, directeur adjoint de Traitement industriel des résidus urbains - Société Tiru

M. Franck GRÉAUX de l'Union caraïbe de dessalement de l'eau de mer (UCDEM)

MM. François DEMARCQ, président-directeur général et Didier GAUTHIER, directeur général délégué de Bouillante géothermie - Groupe BRGM

Jeudi 23 juillet 2015

M. Yves SALAÜN, président du directoire, et Mme NARAYANAN de Guadeloupe Port Caraïbe

Mme Claudie PAVIS de l'INRA Antilles Guyane

Docteur Henry JOSEPH de Phytobôkaz

LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES

Jeudi 5 mars 2015

Audition de M. Nicolas BÉRIOT, secrétaire général de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) et de M. Antoine BONDUELLE, co-rapporteur de l'avis du Conseil économique, social et environnemental (CESE) sur l'adaptation de la France au changement climatique mondial

Mercredi 1^{er} avril 2015

Audition de Hervé DURAND, directeur général adjoint des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, accompagné de Mme Urwana QUERREC, adjointe du délégué général aux outre-mer du ministère de l'agriculture

Audition de Jean-François SOUSSANA, directeur scientifique « Environnement » de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), Emmanuel TORQUEBAU, chargé de mission « changement climatique » et Bernard REYNAUD, directeur de l'UMR « peuplements végétaux et bioagresseurs en milieu tropical » (département BIOS - Systèmes biologiques) du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), et de Paul GONTHIER, directeur délégué à l'appui aux politiques publiques de l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) et Frédéric SAUDUBRAY, directeur régional du centre IRSTEA de Bordeaux, directeur de l'unité de recherche « Environnement, territoires et infrastructures »

Mercredi 8 avril 2015

Audition de Didier VALLON, directeur outre-mer de Suez - Lyonnaise des eaux, accompagné de Jean-Pierre MAUGENDRE de la direction du développement durable, d'Igor SEMO de la direction des ressources institutionnelles et de Titania REDON, chargée des relations institutionnelles pour l'outre-mer

LISTE DES DOCUMENTS PRÉSENTÉS SUR LE DVD JOINT

I - Films

- Le projet Bardzour - Akuo Energy
- Le système de climatisation SWAC - Groupe Pacific Beachcomber-Archipelprod
- Géothermie Bouillante - BRGM
- L'agriculture climato-intelligente - Cirad
- La gestion durable des forêts face au changement climatique - Cirad
- Présentation du laboratoire Phytobôkaz - Dr. Henry Joseph
- Restauration des écosystèmes marins - Grand Port maritime de Guadeloupe
- Réhabilitation de la décharge du Chameau (Les Saintes) - Sekoya-THTPROD, avec le soutien de l'AFD
- La station d'épuration de Morne-à-l'eau - Sekoya-THTPROD, avec le soutien de l'AFD
- La station d'eau potable de Matiti - Sekoya-THTPROD, avec le soutien de l'AFD
- La ferme solaire de Rémire-Montjoly - Sekoya-THTPROD, avec le soutien de l'AFD
- Le projet REDD+ - Sekoya-THTPROD, avec le soutien de l'AFD
- Albioma - Sekoya-THTPROD, avec le soutien de l'AFD

II - Présentations

- Projet NEMO d'énergie thermique des mers - Akuo Energy
- Transplantation de coraux - Grand Port maritime de Guadeloupe
- Les ressources en eau de la Guadeloupe et une exploitation raisonnée de la nappe d'eau de Marie-Galante - Anteagroup - Nantaise des eaux
- Osmosun : une réponse durable aux enjeux d'alimentation en eau des îles tropicales - Société Mascara - Suez