



Pacific  
Community  
Communauté  
du Pacifique

RESCCUE

## IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE SITE PILOTE DU GRAND SUD, PROVINCE SUD, NOUVELLE-CALEDONIE



L'Opérateur RESCCUE en Province Sud de Nouvelle-Calédonie consiste en un groupement de 4 entreprises partenaires :

Asconit Consultants

Eglantine Gavoty, Directeur de Projet

[Eglantine.gavoty@asconit.com](mailto:Eglantine.gavoty@asconit.com)

Bioeko

Yannick Dominique, Coordinateur technique

[ydominique@bioeko.nc](mailto:ydominique@bioeko.nc)

Vertigo Lab

Thomas Binet

[Thomas.binet@vertigolab.eu](mailto:Thomas.binet@vertigolab.eu)

ONFI

Quentin Delvienne

[quentin.delvienne@onfinternational.org](mailto:quentin.delvienne@onfinternational.org)



Rédacteur Principal/Contributeur (s)
Catherine Wallis, Tomohiro Gondaira et Yannick Dominique
Date de publication
Décembre 2015

Le projet RESCCUE vise à contribuer à accroître la résilience des pays et territoires insulaires du Pacifique face aux changements globaux par la mise en œuvre de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC). Il prévoit notamment de développer des mécanismes de financement innovants pour assurer la pérennité économique et financière des activités entreprises. Ce projet régional opère sur un à deux sites pilotes dans chacun des pays et territoires suivants : Fidji, Nouvelle-Calédonie, Polynésie française et Vanuatu.

RESCCUE est financé principalement par l'Agence française de développement (AFD) et le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM), pour une durée de cinq ans (01/01/2014 - 31/12/2018). Le montant global du projet est estimé à 13 millions d'Euros. La CPS bénéficie d'un financement total de 6,5 millions d'euros : une subvention de l'AFD octroyée en deux tranches (2013 et 2016 à hauteur de 2 et 2,5 millions d'Euros respectivement), et une subvention du FFEM de 2 millions d'Euros. Le projet RESCCUE fait en complément l'objet de cofinancements. Sa maîtrise d'ouvrage est assurée par la CPS, assistée par les gouvernements et administrations des pays et territoires concernés.

Le site pilote du « Grand-Sud » est un des deux sites ateliers retenus pour ce projet en Nouvelle-Calédonie. Le montant global du budget qui sera dédié à la déclinaison locale du projet sur ce site est de 630 k€ soit 75 millions de F CFP. La maîtrise d'ouvrage est assurée par la CPS, assistée de la Province Sud. La maîtrise d'œuvre est quant à elle assurée par le consortium Asconit Consultants, Bio eKo Consultants, Vertigo Lab et ONF international.

RESCCUE est structuré en cinq composantes :

**Composante 1 - Gestion intégrée des zones côtières :** Il s'agit de soutenir la mise en œuvre de la GIZC « de la crête au tombant » à travers l'élaboration de plans de GIZC, la mise en place de comités ad hoc, le déploiement d'activités concrètes de terrain tant dans les domaines terrestres que marins, le renforcement des capacités et le développement d'activités alternatives génératrices de revenus.

➤ *C'est dans le cadre de cette composante que le rapport d'étude sur les « impacts du changement climatique et les actions de gestion intégrée des zones côtières en faveur de l'adaptation au changement climatique » a été réalisé.*

**Composante 2 - Analyses économiques :** Cette composante soutient l'utilisation d'une large variété d'analyses économiques visant d'une part à quantifier les coûts et bénéfices économiques liés aux activités de GIZC, d'autre part à appuyer diverses mesures de gestion, politiques publiques et mise en place de mécanismes économiques et financiers.

**Composante 3 - Mécanismes économiques et financiers :** Il s'agit de soutenir la mise en place de mécanismes économiques et financiers pérennes et additionnels pour la mise en œuvre de la GIZC : identification des options possibles (paiements pour services écosystémiques, redevances, taxes, fonds fiduciaires, marchés de quotas, compensation, certification...) ; études de faisabilité ; mise en place ; suivi.

**Composante 4 - Communication, capitalisation et dissémination des résultats du projet dans le Pacifique :** Cette composante permet de dépasser le cadre des sites pilotes pour avoir des impacts aux niveaux national et régional, en favorisant les échanges d'expérience entre sites du projet, les expertises transversales, la dissémination des résultats en particulier au cours d'événements à destination des décideurs régionaux, etc.

**Composante 5 - Gestion du projet :** Cette composante fournit les moyens d'assurer la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre du projet, l'organisation des réunions des comités de pilotage, des évaluations et audits, etc.

## **TABLE DES MATIERES**

<b>LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES.....</b>	<b>V</b>
<b>RESUME EXECUTIF.....</b>	<b>1</b>
<b>1. REALITE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE .....</b>	<b>1</b>
1.1. Le climat neo-caledonien.....	1
• Particularités du climat néo-calédonien .....	1
• Spécificités climatiques de la Province Sud et du Grand Sud .....	3
1.2. Changements climatiques observés en Nouvelle-Calédonie .....	3
1.3. Changements climatiques anticipés.....	5
1.4. Disponibilité des données sur le climat.....	8
<b>2. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNERABILITE .....</b>	<b>9</b>
2.1. Vulnérabilité aux aléas climatiques et aux changements passés des populations du Grand Sud : perception et données existantes .....	9
2.2. Impacts du changement climatique sur les écosystèmes .....	9
• Les écosystèmes marins.....	9
• Les écosystèmes continentaux .....	13
2.3. Impacts sur le littoral.....	15
2.4. Changement climatique et services écosystémiques .....	15
2.5. Impacts socio-économiques .....	17
• Impacts sur la sécurité alimentaire.....	17
• Changement climatique et inégalités de genre .....	18
• Impacts sur la sécurité sanitaire .....	18
• Impacts sur l'activité minière.....	18
• Impact sur la production hydroélectrique .....	19
• Impacts sur le tourisme .....	19
• Synthèse sur les aspects socio-économiques .....	19
2.6. Disponibilité des données sur les impacts du changement climatique en Nouvelle-Calédonie .....	20
<b>3. ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GIZC .....</b>	<b>21</b>
3.1. Cadre de l'adaptation au changement climatique .....	21
3.1. GIZC et adaptation au changement climatique dans le Grand Sud.....	22
<b>4. CONCLUSIONS POUR LA PROGRAMMATION DE RESCCUE.....</b>	<b>24</b>
<b>5. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>25</b>

## Liste des abréviations et acronymes

AR	Assessment Report (Rapport d'évaluation du GIEC)
CRESICA	Consortium de coopération pour la recherche, l'enseignement supérieur et l'innovation en Nouvelle-Calédonie
DAVAR	Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales de Nouvelle-Calédonie
DéGéOM	Délégation Générale à l'Outre-mer
DIMENC	Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie
ENSO	El Niño Southern Oscillation
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIZC	Gestion Intégrée des Zones Côtières
GNC	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie
IAC	Institut Agronomique Néo-calédonien
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IPNC	Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie
IRD	Institut de recherche pour le développement
OBLIC	Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie
ONERC	Observatoire National des Effets du Réchauffement Climatique
PCCSP	Pacific Climate Change Support Program
PIB	Produit intérieur brut
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
RCP	Representative Concentration Pathway
SHOM	Service hydrographique et océanographique de la marine
SRES	Special Report on Emissions Scenarios du GIEC
ZCIT	Zone de convergence intertropicale
ZCPS	Zone de convergence du Pacifique Sud

## Résumé exécutif

Ce rapport résume les caractéristiques du climat et du changement climatique en Nouvelle-Calédonie et en particulier sur le territoire Grand Sud, site pilote du projet RESCCUE en Province Sud. Il fournit un état des lieux des impacts du changement climatique, résume les documents cadres et initiatives en termes d'adaptation en Nouvelle-Calédonie et pour le Grand Sud et propose des recommandations pour la programmation de RESCCUE.

## CARACTERISTIQUES DU CLIMAT ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE TERRITOIRE CALEDONIEN

Avec 300 jours de pluies par an la région du Grand Sud est une des régions les plus arrosées de la Grande Terre. Elle abrite la plus grande réserve d'eau douce du territoire au niveau de la plaine des lacs.

Trois phénomènes régulent en grande partie les événements climatiques extrêmes : orages violents pour la Zone de Convergence Inter-Tropiques, inondations en phase *La Niña* ou sécheresses extrêmes en phase *El Niño*, ainsi que les précipitations notamment en altitude sur la côte Est et dans le Grand Sud du fait de la Zone de Convergence Pacifique Sud. **L'année 2015 a été déclarée être en période El Niño** d'après le Bureau de Météorologie d'Australie. Le phénomène est l'un des plus forts depuis l'épisode 1997-1998. En période sèche (septembre à novembre) *El Niño* facilite la propagation des feux de forêts car la végétation est déshydratée sous l'action des alizés.

Le changement climatique est une réalité et ses effets sont mesurés sur le territoire calédonien. Les **moyennes annuelles des températures minimales et maximales** du territoire calédonien ont **augmenté respectivement de 0,3 °C et 0,2 °C par décennie** sur la période 1970-2009<sup>1</sup>. Les études conduites sur le territoire calédonien ne permettent pas de mettre en évidence une tendance significative sur le régime des pluies et variations de précipitations au cours des 50 dernières années.

Les projections du 5<sup>e</sup> rapport du GIEC (2014) indiquent pour la zone tropicale du Pacifique sud à l'horizon 2090, une augmentation de l'ordre de **1,5 à 2°C pour les scénarios à faibles émissions** (RCP2.6), de 2,0 à 2,5°C pour les scénarios à moyennes émissions (RCP4.5) et de l'ordre de **2,5 à 4,0°C pour les scénarios à hautes émissions** (RCP6.0 et RCP8.5). La saison chaude pourrait être prolongée de 2 mois d'ici 2100.

La saison sèche (août à novembre) devrait être encore plus sèche avec une baisse des précipitations saisonnières de l'ordre de 14 à 25% d'ici 2070-2099 (ONERC 2012). Les précipitations pourraient par contre augmenter en saison humide, du côté sud-est de l'île de par l'action des alizés et l'effet orographique associé. Si les projections indiquent une réduction du nombre de dépressions tropicales d'ici la fin du 21<sup>ème</sup> siècle, la **fréquence des cyclones tropicaux de catégorie 4 et 5 serait augmentée** de 15% d'ici 2090-2099 (Leslie et al. 2007 et GIEC, 2013). **Les zones inondables pourraient s'étendre** car l'élévation du niveau de la mer rendra plus difficile l'évacuation des eaux de rivière lors des fortes pluies.

## IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNERABILITE DE LA PROVINCE SUD

- **Ecosystèmes marins et continentaux**

Les espèces les plus sensibles au réchauffement climatique sont les **coraux et bivalves** car impactés quel que soit le scénario (émissions faibles ou statut quo). Les herbiers seraient modérément affectés sous le scénario RCP2.6 et très fortement impactés sous RCP8.5. Les mangroves présentent davantage de capacité d'adaptation et seraient moins sujettes aux effets du changement climatique, bien que le retrait du trait de côte puisse affecter cet écosystème lorsque sa migration dans les terres est bloquée par des facteurs naturels ou anthropiques. Pour les écosystèmes terrestres bien qu'aucune étude n'existe sur le sujet, on peut supposer que l'augmentation de la fréquence des épisodes pluvieux extrêmes accentue l'érosion déjà présente dans la zone et contribue à altérer la

---

<sup>1</sup> Avec une incertitude dans les deux cas  $\pm 0,1^\circ\text{C}$

vie aquatique (cours d'eau et lagon). L'accentuation des périodes sèches pourrait quant à elle affecter les espèces végétales endémiques du Grand Sud (perturbation des cycles de floraisons, récurrence accrue des incendies). Les options de gestion des écosystèmes marins, côtiers et terrestres (visant à atténuer, adapter, protéger, ou restaurer) deviennent moins nombreuses et moins efficaces sous des scénarios d'émissions élevées.

- **Impacts socio-économiques**

Sur la base des témoignages recueillis auprès des populations du Grand Sud par Bernard et coll. (2014), il apparaît que les populations du Grand Sud perçoivent des modifications du trait de côte et une salinisation des terres du bord de mer qu'elles assimilent à la montée des eaux liée au changement climatique. Aujourd'hui aucune étude ne permet de confirmer ou infirmer cette perception des populations locales et l'origine invoquée. Elles sont conscientes également des impacts des aléas météo actuels sur leur environnement, notamment ceux liés aux épisodes pluvieux extrêmes. Les impacts probables sur les écosystèmes et la biodiversité devraient entraîner des changements significatifs en matière de pêche et d'agriculture, mais ceux-ci n'ont pas encore été précisément quantifiés pour le Grand Sud en particulier. La perte d'habitats critiques tels que les récifs coralliens et les mangroves exacerbe les impacts sur la pêche tropicale. La fréquence et l'intensité accrue du blanchissement corallien entraînerait la dégradation des coraux et une **réduction des populations associées de poissons de lagon et récifaux ainsi que les coquillages**. La communauté scientifique s'accorde à dire qu'il faut prévoir une baisse notable de la pêche tropicale même sous le scénario RCP2.6.

- **Impacts sur la sécurité sanitaire**

Les effets du réchauffement climatique cumulés avec le bouleversement des écosystèmes entraînent la création de nouvelles niches pour les espèces pathogènes. Cela aura pour conséquence une **incidence accrue des maladies à transmission vectorielle** (paludisme, dengue, etc.), et l'expansion potentielle des maladies d'origine alimentaire et hydrique.

- **Impacts du changement climatique et services écosystémiques**

Les services écosystémiques fournis par les écosystèmes marins, côtiers et terrestres tels que les **puits de carbone**, la **protection du trait de côte**, le tourisme de loisir ou nature, la **pêche et l'aquaculture ou les services de régulation des écoulements des eaux** seraient tous fortement à très fortement impactés sous un scénario conservateur (RCP8.5). Etant donné la forte dépendance générale des populations du Grand Sud vis-à-vis de ces services, cela pourrait donc avoir des répercussions importantes sur leur bien-être.

## **ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GIZC DANS LE GRAND SUD**

Le projet Schéma pour la transition énergétique de la Nouvelle-Calédonie est en cours de finalisation, il porte principalement sur le volet atténuation. Concernant le volet adaptation, une « Politique climat » est en cours de réflexion au niveau du gouvernement. Par ailleurs de **nombreuses actions dans le cadre de la gestion intégrée de zone côtière sont mises en œuvre par la Province Sud** et contribuent également à l'effort d'adaptation (e.g. lutte contre les espèces envahissantes, restauration des zones dégradées, promotion de l'agriculture biologique, gestion des déchets, réseau d'aires protégées, compensation écologique).

Les politiques d'adaptation à mettre en œuvre dans cette zone doivent avoir pour objectif de réduire la vulnérabilité des populations face aux chocs et aux risques naturels et de favoriser leur capacité d'adaptation. L'effort doit également être poursuivi en faveur d'une **meilleure prévision des risques** grâce à une **coopération scientifique et politique accrue au niveau provincial**. Le développement d'une politique de gestion des risques naturels est nécessaire pour augmenter la résilience et la sécurité des biens et des personnes.

## **ACTIONS PREVUES DANS RESCCUE**

RESCCUE Grand Sud contribuera à accroître la résilience des écosystèmes et des populations face aux aléas climatiques actuels et futurs, en soutenant l'élaboration et la mise en œuvre de plusieurs documents de planification environnementale. Ces documents sont :

- Le Plan de Gestion Ramsar qui devra inclure des actions en faveur de l'adaptation au changement climatique des zones humides, notamment en ce qui concerne l'hydrologie de la zone et les modifications que la zone classée pourrait subir à l'avenir. Le risque feu devra également être pris en compte.
- La stratégie du réseau d'aires protégées devra intégrer les notions de refuges climatiques pour certaines espèces qui pourraient voir leur répartition modifiée en lien avec le changement climatique. Elle devra également considérer la notion de services de régulation fournis par les massifs forestiers, services qui favoriseront l'adaptation au changement climatique.
- La stratégie de restauration écologique devra intégrer le fait que les opérations de végétalisation devront s'adapter aux futures conditions climatiques et intégrer dans ses priorités la restauration de zones pouvant contribuer à l'adaptation des populations locales aux changements à venir.

Le projet contribuera également à financer des actions de restauration (ou de lutte contre l'érosion) prioritaires identifiées dans ces documents. Il participera également à la recherche de financements complémentaires pour mener à bien ces opérations de restauration.

Enfin, le projet sensibilisera les différents opérateurs économiques au changement climatique et aux impacts qu'il pourrait avoir sur leurs activités respectives. Cela facilitera leur implication dans les opérations de GIZC qui seront mises en œuvre.

## 1. Réalité du changement climatique

### 1.1. LE CLIMAT NEO-CALEDONIEN

#### • Particularités du climat néo-calédonien

Le climat de la Nouvelle-Calédonie est qualifié de tropical océanique. Spécifiquement, le climat du territoire se caractérise par deux saisons principales (chaude et fraîche) et deux intersaisons :

- novembre à avril : saison chaude et pluvieuse (grande saison des pluies), propice à l'activité cyclonique et aux précipitations abondantes, sous influence de la zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS) ;
- avril à mai : saison de transition sèche puis fraîche ;
- juin à septembre : saison fraîche et humide (petite saison des pluies) ;
- septembre à novembre : saison de transition sèche, sous influence des alizés.

Le climat est soumis à une variabilité interannuelle et intra annuelle induit par l'activité de la ZCPS, mais également de la zone de convergence intertropicale (ZCIT), ainsi que par le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO).

Les alizés soufflent de part et d'autre de l'équateur à partir des régions anticycloniques dans les basses couches inférieures à 3000m d'altitude. Ils se dirigent vers la **zone de convergence intertropicale (ZCIT)** voisine de l'équateur formant une ceinture dépressionnaire. Ce flux forme un axe important de la circulation atmosphérique régionale engendré par la rencontre entre l'alizé chaud et l'alizé frais de deux hémisphères. La convergence de ces deux alizés engendre une zone humide et instable caractérisée par l'alternance de calme et de passages orageux violents (Paradis, 2014).

La **zone de convergence du Pacifique Sud (ZCPS)** doit sa présence à la confluence entre l'alizé chaud d'est à nord-est engendré par l'anticyclone de l'île de Pâques et l'alizé frais du sud-est engendré par l'anticyclone de Kermadec. La pluviométrie en Nouvelle-Calédonie est liée à l'activité de la ZCPS. Les précipitations en altitude sur la Côte Est et le Sud sont significativement augmentées lorsque les flux d'alizé du sud-est rencontrent les massifs de la Grande Terre (effet « foehn »).

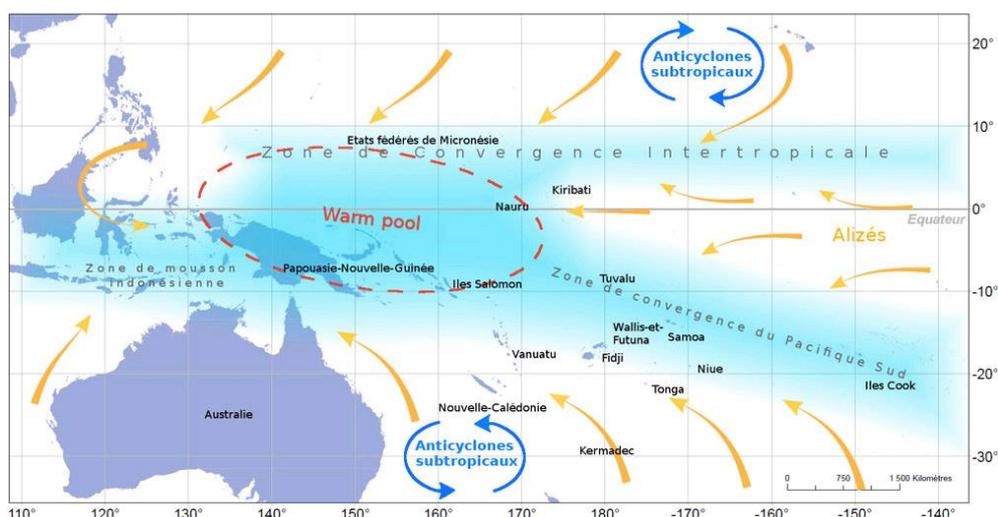


Figure 1 : Position moyenne des principaux éléments climatiques du Pacifique dans la période estivale (novembre à avril). Les flèches : les vents de surface, les zones bleues : les bandes de précipitations associées aux zones de convergence (PCCSP, 2011)

Une des manifestations climatiques actuelles les plus fortes est l'**oscillation australe El Niño** (El Nino Southern Oscillation ou ENSO) et son inversion *La Niña*. En zone tropicale, la circulation atmosphérique est associée à des variations cycliques de la pression entre l'est et l'ouest de la zone pacifique, engendrant des modifications de l'intensité des alizés. Ces variations se traduisent dans l'océan Pacifique par les variations irrégulières de la température et salinité de l'eau. Le phénomène a des incidences climatiques très fortes avec des modifications considérables des régimes pluviométriques, pouvant causer des inondations violentes ou des sécheresses extrêmes. ENSO est caractérisé par la fluctuation entre deux phases : *El Niño* (réchauffement de la surface océanique du Pacifique oriental/augmentation de la pression atmosphérique de surface du Pacifique occidental) et *La Niña* (refroidissement de la surface océanique du Pacifique oriental/baisse de pression de surface du Pacifique occidental). Ces épisodes se produisent en moyenne tous les 4 ans et les mécanismes à l'origine de cette oscillation *El Niño/la Niña* restent encore mal compris.

En Nouvelle-Calédonie, l'épisode *El Niño* est généralement à l'origine d'un risque accru de sécheresse. A l'opposé, les épisodes *La Niña* se traduisent par un risque accru de fortes pluies (Paradis, 2014). Les températures minimales ont tendance à être anormalement basses en période *El Niño* et à l'inverse anormalement élevées en période *La Niña*. L'année 2015 a été décrétée être en période *El Niño* d'après le Bureau de Météorologie d'Australie ; le phénomène attendu s'annonce comme l'un des plus forts depuis l'épisode 1997-1998.<sup>2</sup>

Le climat calédonien se caractérise par une pluviométrie moyenne de 1700 mm par an sur la Grande Terre. A l'échelle de cette dernière, la distribution des précipitations varie en fonction de la topographique et de l'exposition aux vents dominants (alizés de l'est et du sud-est). Les températures moyennes y sont élevées (de l'ordre de 25°C en saison chaude, 20°C en saison fraîche) mais l'influence maritime et les vents alizés limitent la fréquence des extrêmes de chaleur.

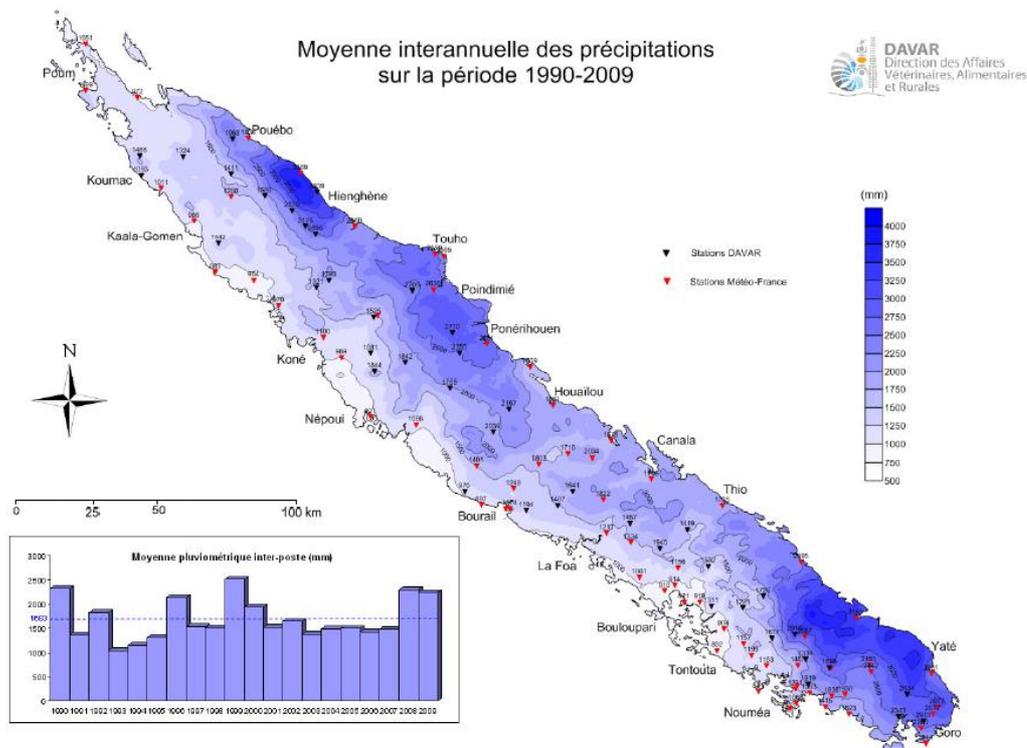


Figure 2: Moyenne interannuelle des précipitations sur la période 1990 – 2009 (Romieux, 2011)

<sup>2</sup> <http://www.bom.gov.au/climate/enso/> et <http://www.bom.gov.au/climate/enso/tracker/> (consultés le 11/09/2015)

- **Spécificités climatiques de la Province Sud et du Grand Sud**

Le Grand Sud est une des régions les plus arrosées de la Grande Terre derrière le Mont Panié et la montagne des Sources. Le cumul annuel des précipitations y est compris entre 3 000 et 3 500 mm sur le plateau de Goro à l'Est, la région la plus arrosée. Ce cumul diminue vers l'Ouest où il atteint des moyennes annuelles comprises entre 2 000 et 3 000 mm (Météo France NC, 2012). Le plateau de Goro qui abrite la Plaine des Lacs se caractérise également par le nombre élevé de jours de pluie : 300 jours/an. En effet contrairement à la partie Nord et à la chaîne où 50% des précipitations annuelles sont enregistrées en saison humide (janvier à mars), le Grand Sud présente un contraste saisonnier de précipitations beaucoup moins marqué. Il y pleut moins en saison humide et surtout il y pleut plus pendant la période hivernale (mai à septembre). Cette région à l'extrême Sud de l'archipel est en effet sous l'influence des perturbations d'origine polaire en hiver (Maitrepierre, 2012). Ce niveau de précipitations conjugué aux caractéristiques orogéniques et géologiques de cette zone, en font la plus importante réserve d'eau douce du territoire calédonien (FDR, 2013).

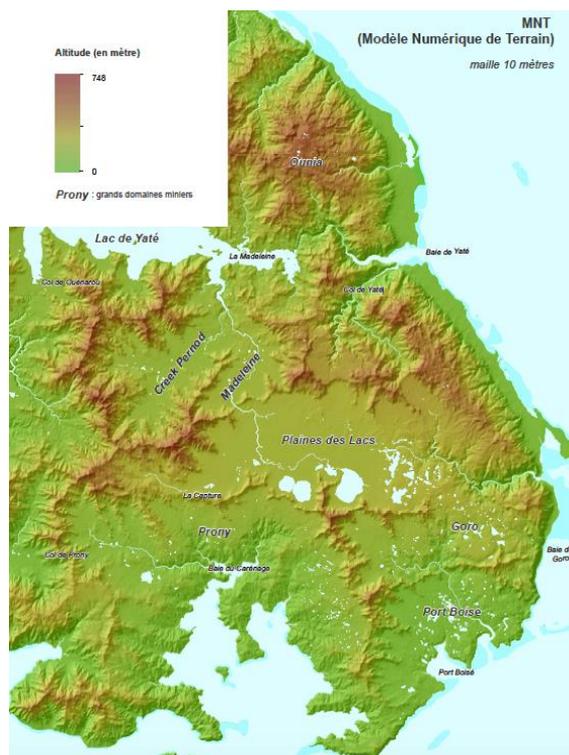


Figure 3 : carte du Grand Sud avec les altitudes (Source : SGNC, 2012)

## 1.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES OBSERVÉS EN NOUVELLE-CALÉDONIE

Selon plusieurs études récentes sur le changement climatique, l'on constate que l'effet de ce dernier est bien réel en Nouvelle-Calédonie. En effet, d'après une étude climatologique (Cavarero *et al.*, 2012), il en ressort que les moyennes annuelles des températures minimales et maximales du territoire calédonien ont augmenté respectivement de 0,3 °C et 0,2 °C par décennie sur la période 1970-2009<sup>3</sup>. Durant ces 4 décennies, Météo-France a fait ressortir les valeurs d'évolution en températures minimales et maximales enregistrées dans différentes communes de Nouvelle-Calédonie (Figure 4). Cette élévation des températures se manifeste également par une augmentation du nombre de jours « chauds ». A Koumac le nombre de jours où la température maximale a dépassé les 30°C a doublé entre 1954 et 2005 ; d'environ 32 jours/an en 1954 ce chiffre est passé à plus de 70 en 2005 (Maitrepierre, 2012). A l'inverse le nombre de jours où la température minimale est inférieure à 16°C a fortement chuté (60 vs 40 respectivement en 1954 et 2005 – Maitrepierre, 2012).

Cette tendance à la hausse des températures a également été mise en évidence pour les eaux du lagon. L'analyse des températures lagunaires enregistrées depuis 1958 par l'IRD à la station de l'Anse-Vata (Figure 5a), a mis en évidence une élévation de +0,11°C par décennie (Guyennon, 2010). L'évolution des températures n'est pas le seul signe de l'évolution passée du climat et ses effets sur l'archipel. Le traitement des données enregistrées entre 1965 et 2014 par les marégraphes installés sur Nouméa (pointe Chaleix entre 1965 et 2005 et Numbo entre 2005 et 2014 – Figure n°5b), met en lumière une tendance à l'élévation du niveau de la mer sur cette zone du territoire. Ce dernier s'est élevé de près de 1 mm par an sur cette période (J. Aucan, unpublished data). Si d'autres phénomènes comme la subduction de la plaque Australienne sur laquelle se situe la Nouvelle-Calédonie, sous l'arc des Vanuatu, peut entraîner, sur certaines régions du territoire, un enfoncement du trait de côte et

<sup>3</sup> Avec une incertitude dans les deux cas  $\pm 0,1^\circ\text{C}$

donc une élévation du niveau de la mer, la région de Nouméa où ces enregistrements ont été effectués montre plutôt une tendance à l'élévation du trait de côte. Cette tendance soutient donc l'hypothèse selon laquelle l'élévation du niveau de la mer observée serait liée au changement climatique.

A l'heure actuelle 5 marégraphes (Nouméa, Hienghène, Ouinné, Lifou et Maré)<sup>4</sup>, faisant partie du système d'alerte tsunami, permettent de continuer de suivre ce phénomène. De futures installations sont prévues à Thio, Touho et Ouvéa. Le maintien du réseau est financé par la DéGÉOM, le gouvernement de Nouvelle-Calédonie et le SHOM. Il existe également des capteurs vagues/niveau de la mer/tsunami installés par l'IRD dans la zone côtière NE en 2013<sup>5</sup>. Faute de financement, il est possible que ces sites de mesures ne soient pas maintenus (comm. personnelle Jérôme Aucan, IRD).



Figure 4 : Evolution des températures minimales (Tn) et des températures maximales (Tx) observées en Nouvelle-Calédonie de 1970 à 2009) (Météo-France, 2014).

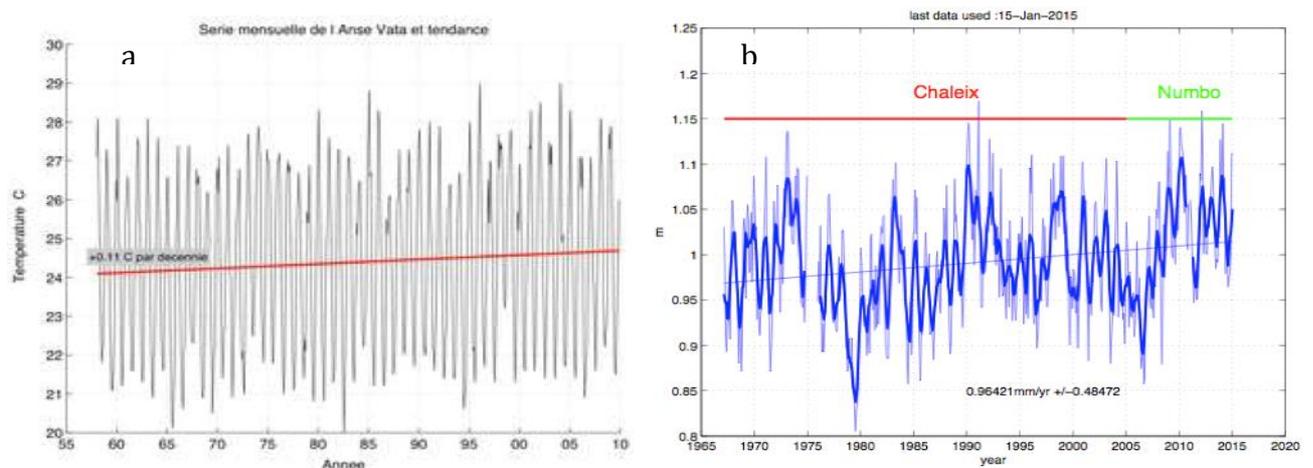


Figure 5 : (a) : Evolution des températures mensuelles enregistrées à la station IRD de l'Anse-Vata (Guyennon, 2010) et (b) : Evolution des moyennes mensuelles et semestrielles du niveau de la mer Nouméa (J. Aucan, unpublished data).

<sup>4</sup> La liste des marégraphes est disponible sur [refmar.shom.fr](http://refmar.shom.fr)

<sup>5</sup> Les données (depuis 2013) sont sur le site du GOPS (<http://reeftemps.ird.nc/>).

Quant aux précipitations, les études conduites sur le territoire néo-calédonien ne permettent pas de mettre en évidence une tendance significative sur le régime des pluies et variations de précipitations au cours des 50 dernières années. Toutefois, la période d'hiver austral (entre juin et août soit la petite saison pluvieuse) s'est caractérisée par une réduction des pluies au cours des 4 décennies.

### 1.3. CHANGEMENTS CLIMATIQUES ANTICIPÉS

Le cinquième rapport d'évaluation du GIEC (AR5) fut publié en 2013 et 2014 et présente un nouveau lot de scénarios basé sur les voies de concentration représentatives (Representative Concentration Pathway, RCP) calculés à partir de valeurs approximatives de « forçage radiatif anthropogénique » à l'horizon 2100 (ces scénarios ne sont pas associés à des scénarios socio-économiques comme l'étaient les scénarios « SRES » utilisés précédemment dans le quatrième rapport d'évaluation de 2007). Ces scénarios constituent la base des projections climatiques globales et régionales.

Les projections du GIEC pour l'évolution des **températures** dans la région Pacifique sont semblables pour les deux saisons thermiques principales (voir Figure 6). Les projections moyennes pour tous les scénarios suggèrent une augmentation de la moyenne annuelle de 0,5°C à 1°C d'ici 2030 par rapport à la période de référence du GIEC de 1986-2005. D'ici 2055, l'augmentation probable<sup>6</sup> se situe entre 1,0 et 1,5°C. En 2090, le réchauffement serait de l'ordre de 1,5 à 2°C pour les scénarios à faibles émissions (RCP2.6), de 2,0 à 2,5°C pour les scénarios à moyennes émissions (RCP4.5) et de l'ordre de 2,5 à 4,0°C pour les scénarios à hautes émissions (RCP6.0 et RCP8.5).

Il est aussi estimé que la saison chaude serait prolongée de 2 mois à la fin du 21<sup>e</sup> siècle. Une des conséquences de l'augmentation des extrêmes de température est le risque des épidémies de dengue. En effet, le nombre de jour où la température maximale dépasse 32°C favorise le développement du moustique qui transmet la maladie dans les îles du Pacifique Sud.

Bien qu'il n'y ait pas de constat de variation significative au niveau de l'évolution des **précipitations**, la répartition temporelle des précipitations pourrait changer au long de l'année. De la période actuelle à la fin du 21<sup>e</sup> siècle, les précipitations annuelles moyennes devraient probablement diminuer de l'ordre de 5 à 8%. La saison sèche (août à novembre) devrait être encore plus sèche avec une baisse des précipitations saisonnières de l'ordre de 14 à 25% d'ici 2070-2099 (ONERC 2012). La modélisation dynamique à petite échelle des données climatiques suggère que les précipitations pourraient augmenter du côté sud-est des îles de par l'action des alizés et l'effet orographique associé.

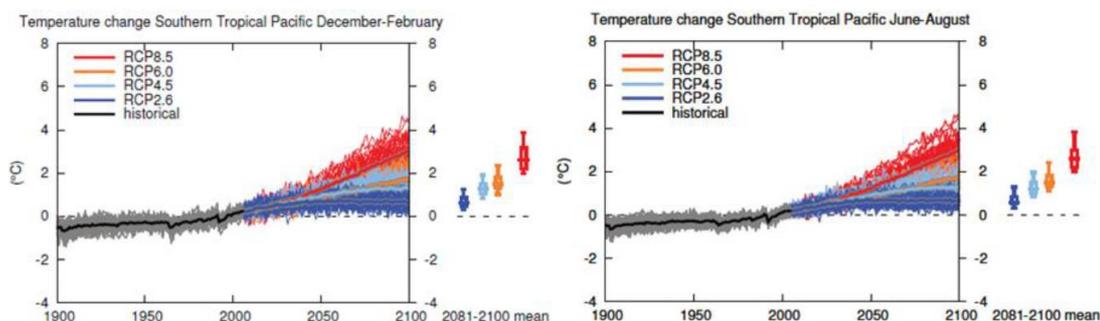


Figure 6 : Changements de températures projetés pour la région du Pacifique Tropical Sud pour les périodes de décembre à février et de juin à août selon les 4 scénarios RCP (tiré du GIEC, 2013, The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I).

Entre 1973 et 2013 on observe une baisse de la fréquence des dépressions tropicales modérées mais une conservation des événements forts et **cycloniques**. En moyenne la Nouvelle-Calédonie subit 1,5 cyclone tropical par saison cyclonique. Les projections indiquent qu'une réduction du nombre de

<sup>6</sup> Probabilité supérieure à 66 % d'après la définition du GIEC (GIEC, 2007b)

dépansions tropicales est probable d'ici la fin du 21<sup>ème</sup> siècle mais qu'il est probable que la puissance des vents et l'intensité des précipitations soient augmentées. Cela se traduirait par une augmentation (environ 15%) du nombre de cyclones tropicaux de catégorie 4 et 5 d'ici 2050 (Leslie et al. 2007 et GIEC, 2013).

Pour la Nouvelle-Calédonie la proportion globale de temps passé en **sécheresse** devrait légèrement diminuer sous RCP8.5 ou rester semblable sous les autres scénarios. L'alternance de saisons et la courte durée des saisons sèches en Nouvelle-Calédonie peut expliquer que la fréquence des sécheresses de plus de 3 mois soit restreinte par l'arrivée récurrente des saisons pluvieuses. Il existe cependant un risque que pendant ces saisons, étant données les prévisions de réduction de pluviométrie et d'augmentation des températures, ces épisodes de sécheresse soient ressentis de façon plus prononcée et intense à long terme.

Les projections régionales pour le Pacifique Tropical Sud décrivent une **élévation du niveau de la mer** de +0,08 à +0,19m d'ici 2030 pour tous les scénarios puis une élévation de +0,5m d'ici 2081-2100 pour le scénario médian RCP4.5 comparé à la période 1986-2005 (GIEC, 2014). Les élévations projetées pour 2100 superposées aux événements extrêmes (fortes houles, ondes de tempête, ENSO) représentent un risque sévère d'inondations et d'érosion pour les terres de faible altitude en régions côtières et insulaires. Pendant les épisodes El Niño le niveau de la mer tend à être plus élevé à cause de l'augmentation des précipitations océaniques et de la réduction des précipitations terrestres. Ces projections prévoient donc une poursuite et une accélération de l'élévation déjà constatée sur le territoire. Même si de tels taux d'élévation du niveau de la mer ne provoqueront pas systématiquement l'érosion du littoral, ils s'avéreront critiques lors d'événements météorologiques extrêmes. En Nouvelle-Calédonie, les estuaires, les plaines côtières et les îles basses (Ile d'Ouvéa) seront affectés, plus particulièrement lors des épisodes cycloniques. Les zones inondables pourraient s'étendre car l'élévation du niveau de la mer rendra plus difficile l'évacuation des eaux de rivière lors des fortes pluies.

Tableau 1 : Changements projetés du niveau moyen de la mer à l'échelle globale à la moitié et fin du 21<sup>e</sup> siècle par rapport à la période de référence 1986-2005 (GIEC, 2013)

		2046 - 2065		2081 - 2100	
	Scénario	Moyenne	Éventail probable	Moyenne	Éventail probable
<b>Augmentation moyenne du niveau global de la mer (m)</b>	RCP2.6	0,24	0,17 à 0,32	0,40	0,26 à 0,55
	RCP4.5	0,26	0,19 à 0,33	0,47	0,32 à 0,63
	RCP6.0	0,25	0,18 à 0,32	0,48	0,33 à 0,63
	RCP8.5	0,30	0,22 à 0,38	0,63	0,45 à 0,82

Le tableau ci-dessous résume les principaux changements anticipés et leur amplitude à l'horizon 2055 et 2099 pour la Nouvelle Calédonie.

Tableau 2 : Changements climatiques projetés pour la Nouvelle-Calédonie pour les périodes 2030-2055 et 2050-2099 (extrait de Paradis, 2014)

Paramètres climatiques	Changements anticipés	Changements projetés pour 2030-2055	Changements projetés pour 2090-2099
Précipitations totales annuelles	Légère réduction à long terme	Stable	- 5 à 8 % des précipitations
Précipitations en saison humide	Stable	Stable	Stable
Précipitations en saison sèche	Réduction à long terme	Stable	- 14 à 25 % des précipitations
Précipitations intenses	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements de "récurrence 20 ans"	+ 8 à 9 mm de pluie lors de ces événements	+ 1 à 40 mm de pluie lors de ces événements Récurrence de ces événements passant à 13 à 5 ans
Température moyenne annuelle	Augmentation de la température moyenne	+ 1,0 à 1,5°C	+1,5 à 4,0°C
Températures maximales	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des jours très chauds	25 % de journées très chaudes + 0,3 à 1,5°C	29 à 64 % de journées très chaudes +0,7 à 3,0°C
Températures minimales	Réduction de la fréquence de nuits et jours très froids	4,5 % de journées très froides	4,0 à 0,5 % de journées très froides
Sécheresses	Sécheresses >3 mois : stable Courtes sécheresses intrasaisonniers : augmentation à long terme	Stable, à 1-2 épisodes de plus de 3 mois par 20 ans	Stable, à 1-2 épisodes de plus de 3 mois par 20 ans Augmentation de la fréquence et de l'intensité des courtes sécheresses à l'intérieur des saisons sèches
Perturbations tropicales et cyclones	Diminution du nombre, mais augmentation en intensité	Prédictions non disponibles	- 6 à 35 % du nombre de perturbations tropicales + 15 % du nombre de cyclones de catégorie 4 et 5 + 2 à 11% de puissance des vents + 20% intensité des précipitations
Niveau moyen de la mer	Augmentation du niveau de la mer	+ 0,08 à 0,38 m	+ 0,26 à 0,89 m

Aujourd'hui seules les données relatives au territoire issues des modèles régionaux existent pour la Nouvelle-Calédonie. La « descente » d'échelle de ces modèles est en cours de réalisation sous l'égide du Service de l'Aménagement et de la Planification (SAP) du Gouvernement. Cette mission confiée à l'IRD permettra de travailler à des mailles de 20 et 100 km et ainsi modéliser pour chacune des régions du territoire les évolutions du climat en fonction des différents scénarios d'émissions. Ainsi les évolutions des conditions climatiques particulières du Grand Sud où les pluies s'étalent de mi-novembre à septembre sans réelle discontinuité pourront être modélisées. Seule leur intensité s'amointrie à partir de mi-avril. Ces modifications pourraient engendrer un allongement des périodes de stress hydrique auquel les espèces du Grand Sud ne sont pas acclimatées.

De même la température des eaux du lagon Sud est plus fraîche que celle des autres zones du lagon calédonien. On peut supposer qu'une élévation de la température de ces eaux aura tendance à faire reculer les espèces subtropicales au profit des espèces tropicales.

#### 1.4. DISPONIBILITE DES DONNEES SUR LE CLIMAT

Tableau 3 : Synthèse des données disponibles sur le changement climatique en Nouvelle-Calédonie

Type de données	Echelle	Organisme fournisseur	Source d'information
Températures Maximales/minimales Moyennes annuelles	Grand Sud (stations de Yaté)	Météo-France Nouvelle Calédonie	Site de Météo-France <a href="http://www.meteo.nc/climat/changement-climatique">http://www.meteo.nc/climat/changement-climatique</a>
Précipitations cumul quotidien, mensuel et annuelle Saison humide/sèche Précipitations intenses	Grand Sud (stations de Yaté, Goro)	Météo-France Nouvelle-Calédonie et DAVAR (ZCNE)	Romieux, N. (2011). Synthèse et régionalisation des données pluviométriques de la Nouvelle Calédonie. Direction des Affaires Vétérinaires Alimentaires et Rurales, Service de l'eau des statistiques et études rurales, Observatoire de la ressource en eau, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie.
Sécheresses (état et projections)	Nouvelle Calédonie	Météo-France Nouvelle-Calédonie	Site de Météo-France <a href="http://www.meteo.nc/actualites/435-secheresse-20141016">http://www.meteo.nc/actualites/435-secheresse-20141016</a>
Perturbations tropicales et cyclones (état et projections)	Pacifique	Austrian Bureau of Meteorology	Site de CycloneXtrême <a href="http://www.cyclonextreme.com/index.htm">http://www.cyclonextreme.com/index.htm</a>
<b>Niveau d'élévation de la mer</b> (état et projections)	Nouvelle- Calédonie (5 marégraphes)	IRD (Jérôme Aucan) SHOM Sea Level Center de l'université de Hawaii	<a href="http://refmar.shom.fr">refmar.shom.fr</a> <a href="http://reeftemps.ird.nc/">reeftemps.ird.nc/</a> Site du Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie <a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr/Niveau-de-la-mer-maregraphique.html">http://www.developpement-durable.gouv.fr/Niveau-de-la-mer-maregraphique.html</a>
<b>Acidification de l'océan</b>	Région Pacifique	Japan Meteorological Agency	Site de Japan Meteorological Agency <a href="http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/english/oa_pacific/oceanacidification_pacific_en.html">http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/english/oa_pacific/oceanacidification_pacific_en.html</a>
Modélisation du climat moyen (températures et précipitations) observations entre 1971- 1999 et simulations en 2081-2099	Nouméa	Base de données climatologique du Service météorologique de la NC	Cavarero, V. et al. (2012), Les évolutions passées et futures du climat de la Nouvelle-Calédonie, <i>Météorologie</i> , (77), 13–21.
<b>Evolution des moyennes annuelles de températures</b> (observations, SRES B1 et SRES A2)	Nouméa	Base de données climatologique du Service météorologique de la NC	Cavarero, V. et al. (2012), Les évolutions passées et futures du climat de la Nouvelle-Calédonie, <i>Météorologie</i> , (77), 13–21.
<b>Variations temporelles des précipitations annuelles</b> (observations, SRES B1 et SRES A2)	Nouméa	Base de données climatologique du Service météorologique de la NC	Cavarero, V. et al. (2012), Les évolutions passées et futures du climat de la Nouvelle-Calédonie, <i>Météorologie</i> , (77), 13–21.
Nombre de jours pendant lesquels la température maximale dépasse 32°C entre jan-mars <b>(températures extrêmes)</b>	Nouméa	Base de données climatologique du Service météorologique de la NC	Cavarero, V. et al. (2012), Les évolutions passées et futures du climat de la Nouvelle-Calédonie, <i>Météorologie</i> , (77), 13–21.
Suivi de la <b>température de surface l'eau</b> de mer dans le domaine côtier	Nouvelle Calédonie	ORSTOM/IRD depuis 1957 puis ZoNéCo puis GOPS depuis 2010	Dossier de candidature de CRESICA pour l'appel à projets recherche Ministère des Outre-Mer 2015 « Vers un plan d'adaptation stratégique de la Nouvelle-Calédonie aux changements climatiques : une étude scientifique multisectorielle et pluriorganisme ».
Suivi des <b>paramètres physiques et chimiques</b> de l'océan au large de la Nouvelle-Calédonie	Nouvelle Calédonie	station SPOT South Pacific Ocean Time series (IRD-GOPS, depuis 2013	Dossier de candidature de CRESICA pour l'appel à projets recherche Ministère des Outre-Mer 2015 « Vers un plan d'adaptation stratégique de la Nouvelle-Calédonie aux changements climatiques : une étude scientifique multisectorielle et pluriorganisme ».
Suivi de la <b>salinité</b> de surface de l'océan au large de la Nouvelle Calédonie.	Nouvelle Calédonie	depuis 1969 (SO-SSS labellisé depuis 1992). Indicateur ONERC	Dossier de candidature de CRESICA pour l'appel à projets recherche Ministère des Outre-Mer 2015 « Vers un plan d'adaptation stratégique de la Nouvelle-Calédonie aux changements climatiques : une étude scientifique multisectorielle et pluriorganisme ».

## **2. Impacts du changement climatique et vulnérabilité**

### **2.1. VULNERABILITE AUX ALEAS CLIMATIQUES ET AUX CHANGEMENTS PASSES DES POPULATIONS DU GRAND SUD : PERCEPTION ET DONNEES EXISTANTES**

Sur la base des témoignages recueillis auprès des populations du Grand Sud par Bernard et coll., (2014), il est possible de réaliser une première caractérisation des perceptions de l'impact des aléas climatiques et des changements passés sur leur quotidien.

Les fortes précipitations sont l'aléa le plus souvent cité dans les témoignages lus. Selon un habitant, elles entraînent des crues qui ont pour effet d'apporter des « minerais » des mines jusqu'au lagon et sont donc dangereuses pour les coraux. De même selon un autre habitant, un excès d'eau douce en période de fortes pluies menace les coraux (blanchiment constaté suite à des débordements du barrage de Yaté).

L'impact de fortes précipitations sur les récifs frangeants a pu être suivi en 2013 par les équipes de l'Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (l'Œil). Après de forts orages une mortalité massive des coraux, invertébrés benthiques et poissons récifaux a été observée au droit des Baies Kwé et Port Boisé à la pointe Sud du territoire RESCCUE. Les études supervisées par l'Œil, ont confirmé le rôle des précipitations qui ont entraîné une dessalure des masses d'eau estuariennes et côtières, ainsi qu'un apport de matériaux terrigènes, deux phénomènes à l'origine de la mortalité des organismes marins (EMR, 2013). Une augmentation de la fréquence de ces phénomènes pourrait entraîner une dégradation pérenne des récifs et une perte de ressource alimentaire pour les populations de la zone.

Au niveau de la tribu de Ouara sur l'île Ouen, les fortes précipitations entraînent des inondations importantes. La conjonction de plusieurs phénomènes sont à l'origine de ces inondations : fortes pluies conjuguées à une submersion marine qui freine l'écoulement des eaux vers le lagon (Garcin *et al.*, 2014).

En termes de changements, les témoignages lus se rapportent tous à l'évolution du trait de côte et la montée des eaux. Les témoignages recueillis au niveau des tribus de Touaourou et Goro par Bernard et coll. (2014), mentionnent un recul du trait de côte de plusieurs mètres sur ces 10 dernières années (2 à 3 mètres en moyenne et jusqu'à 12 mètres par endroits), entraînant notamment la perte de surfaces cultivables après salinisation des terres. Une analyse basée sur l'observation d'images satellites à très haute résolution est actuellement en cours et devrait confirmer ou infirmer cette perception de l'évolution du trait de côte (Dumas, 2015).

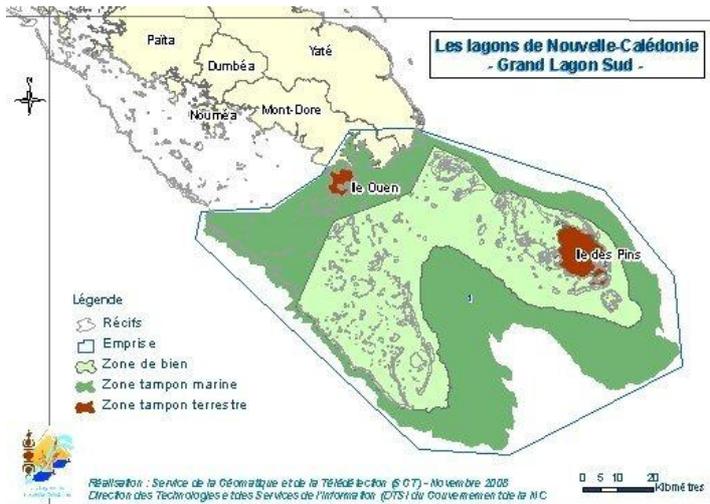
Dans le cadre du projet RESCCUE, une première évaluation de la réduction de vulnérabilité et notamment l'évaluation de la perception des impacts du changement climatique par les populations du Grand Sud sera réalisée en Novembre/Décembre 2015. Elle viendra compléter ce premier recueil de témoignages et de données sur l'impact des aléas climatiques sur le quotidien des populations du Grand Sud, ainsi que sur leur perception de l'évolution de ces impacts en lien avec les changements attendus.

### **2.2. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ECOSYSTEMES**

- **Les écosystèmes marins**

La Nouvelle-Calédonie possède l'un des plus vastes lagons au monde. En 2008, une partie de ce lagon a été reconnu mondialement au travers son inscription au Patrimoine mondial de l'UNESCO. Le Grand Lagon Sud qui s'étend sur 672 000 ha (avec les zones tampons), fait partie des zones inscrites. L'originalité de cette zone repose sur la concentration d'une très grande variété de récifs sur une surface peu étendue. La partie Est se trouve au sein d'un récif d'île continentale avec un récif barrière côtier. La partie Ouest du lagon comporte un récif barrière externe et des complexes de massifs coralliens. En outre, le Grand Lagon Sud se distingue par les plus fortes biomasses en poissons de la Nouvelle-Calédonie, y compris des espèces d'eaux subtropicales peu répertoriées

ailleurs dans le territoire néo-calédonien. En effet, la biodiversité qu'on y trouve s'apparente plus à des espèces de la Nouvelle-Zélande, notamment les ascidies, oursins, éponges qu'à celle du reste du



territoire. Cette caractéristique est due aux plus basses températures des eaux dans la zone. Le Grand Lagon Sud est aussi connu comme un site unique de reproduction pour différentes espèces emblématiques : trois espèces de tortues marines, cinq espèces de mammifères marins (baleine à bosse ; dugong, dauphin à long bec ; grand dauphin ; petit roquail), douze espèces d'oiseaux marins nicheurs<sup>7</sup>.

Figure 7: Carte du Grand Lagon Sud (Source : IFRECOR, 2008)

Il est souvent difficile de distinguer les effets des aléas et changements climatiques sur ces écosystèmes des autres perturbations anthropiques, notamment en raison de l'effet cumulatif de ces différentes pressions sur l'écosystème. De plus, la sensibilité face au changement climatique varie selon les espèces<sup>8</sup> et leur capacité d'adaptation. Le schéma ci-dessous synthétise les effets de deux scénarios opposés (RCP2.6 émissions CO<sub>2</sub> faibles/RCP8.5 *status quo*) sur les différents écosystèmes aquatiques ainsi que les options de gestion pour atténuer les risques à différentes latitudes.

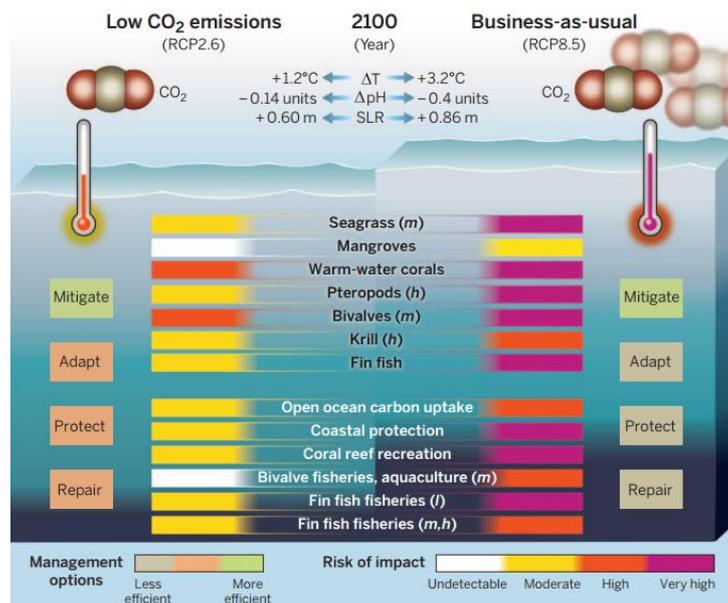


Figure 8. Variations des paramètres physico-chimiques océaniques et impacts sur les organismes et services écosystémiques dans le cadre de scénarios d'émissions de CO<sub>2</sub> strict et de *status quo*. (extrait de Gattuso et al., 2015).

Notes : Les variations de températures (ΔT) et pH (ΔpH) sur la période 2090-2099 sont relatives aux valeurs de l'ère préindustrielle (1870-1899). L'élévation du niveau de la mer (SLR) en 2100 est relative à l'année 1901. Latitudes basses (l), moyennes (m) et hautes (h). Il en ressort que le scénario RCP2.6 est plus favorable à l'océan, les écosystèmes critiques, leurs biens et services, restent vulnérables ; ce scénario permet d'envisager plus d'options de gestion efficaces.

<sup>7</sup> <http://www.biodiversite.nc> (consulté le 21/09/2015)

<sup>8</sup> Bien que ce soit marginal, certaines espèces ont la capacité à s'adapter au changement de leur environnement, telle que la résistance des coraux à des extrêmes des températures élevées (des récifs du golfe persique et arabe), la migration des espèces pour s'adapter aux températures, l'augmentation de capacité de production des mangroves face à l'augmentation des températures de l'air.

Parmi les espèces marines, les coraux des eaux chaudes (*warm water corals*) apparaissent comme les plus sensibles aux changements climatiques. Ils seront impactés quel que soit le scénario (le scénario RCP2.6 étant moins impactant que le scénario RCP8.5). Les herbiers (*seagrass*) seraient modérément affectés sous le scénario RCP2.6 et très fortement impactés sous RCP8.5 (voir figure 8). Les mangroves présentent une capacité d'adaptation plus élevée et seraient moins sujettes aux effets du changement climatique. Ce résultat doit être cependant nuancé par le fait que le recul du trait de côte pourrait entraîner la disparition de cet écosystème lorsque des facteurs naturels ou anthropiques empêcheraient la progression dans les terres des palétuviers (Gilman *et al.*, 2015).

A noter toutefois le degré de confiance faible sur ces résultats les concernant (figure 8). Chaque espèce a une fenêtre de tolérance à la température de l'eau. Une des conséquences du réchauffement de l'océan est le déplacement géographique d'espèces et les modifications phénologiques afin de s'adapter aux nouvelles conditions du milieu.

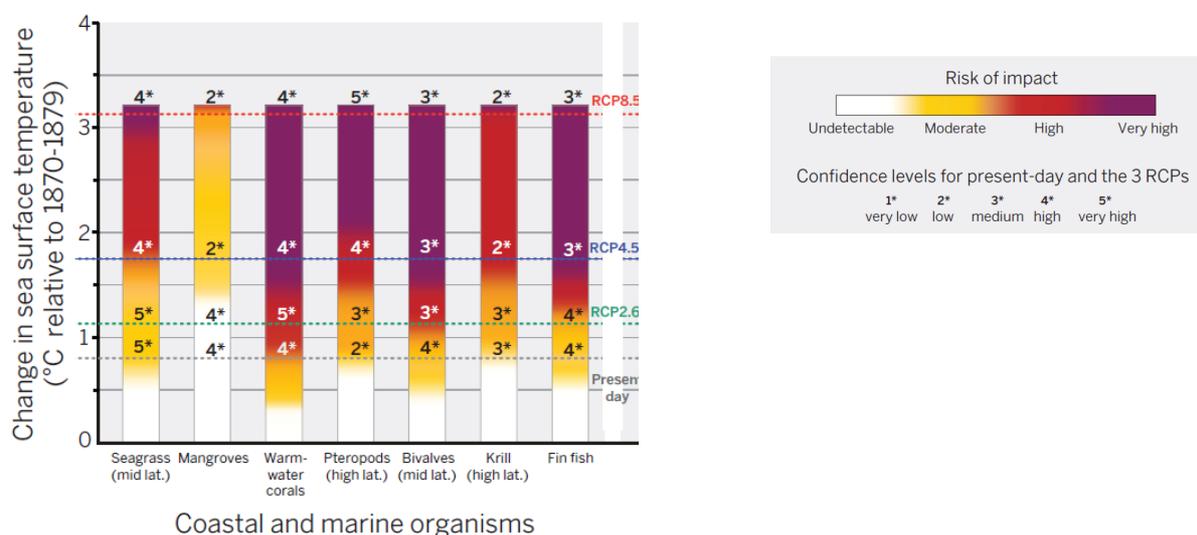


Figure 9 : Impacts projetés d'une augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> sur les espèces marines avec niveaux de confiance (tiré de Gattuso *et al.*, 2015).

Les paragraphes ci-dessous synthétisent les effets du changement climatique par écosystème pertinent au Grand Sud.

### Effets sur les récifs coralliens

L'augmentation de température de l'eau est une des principales causes du blanchissement corallien. L'intensité et la durée d'exposition des coraux aux températures élevées déterminent la sévérité du blanchissement. Le blanchissement advient en réponse à un stress donné qui peut mener à la disparition en grande partie de la population corallienne. En ce qui concerne la Nouvelle-Calédonie, seulement 2 cas de blanchissement ont été reportés à ce jour, le premier en 1996 et le second en début d'année 2008 sur la côte Est en particulier : à Hienghène, sur la Côte Oubliée et à Thio (Job et Virly, 2009). Un autre effet de l'augmentation de température est l'accroissement de l'occurrence des maladies coralliennes (affaiblissant le corail hôte et avec une virulence des pathogènes accrus). Le blanchissement et les maladies coralliennes ont des impacts cumulés et potentiellement des effets irréversibles sur les populations car ils réduisent la capacité des coraux à se rétablir entre deux stress. Les coraux peuvent également se remettre d'épisodes de blanchissement lorsque le stress thermique est minimal et de courte période (Gattuso *et al.* 2015). Il est peu probable que les coraux pourront s'adapter suffisamment rapidement et maintenir leur niveau de population stable sous la plupart des scénarios d'émissions de GES (Gattuso *et al.* 2015).

La compréhension du phénomène d'acidification des océans dû à l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique est bien documentée. L'acidification a pour effet une baisse du taux de calcification et donc du taux de croissance et de la densité des squelettes des coraux. Le phénomène affecte également la gamétogénèse (retard dans la maturité sexuelle) réduisant le taux de reproduction des espèces.

L'augmentation de l'intensité et de la fréquence des cyclones aura pour effet d'accroître l'érosion côtière (pluies associées au passage des cyclones) et la turbulence des masses d'eau. Ces phénomènes augmentent la turbidité de l'eau ce qui ralentit l'activité de photosynthèse et étouffe les polypes résultant en un taux de mortalité et de nécrose accru. L'eutrophisation liée à l'augmentation de la concentration en éléments nutritifs profite au développement de certaines algues et modifie le ratio algues/coraux.

### **Effets sur les herbiers**

La composition du peuplement est souvent affectée par l'action du broutage par les dugongs, ou par les mouvements de sédiments ou entrées d'eaux pendant les événements cycloniques ou de tempête. La menace la plus significative sur les herbiers réside dans l'augmentation de la température des eaux pouvant entraîner une destruction des herbiers par « brûlage » en particulier sur les habitats peu profonds. L'augmentation de température de surface de l'eau entraîne un ralentissement de la croissance, affecte la période de floraison et germination et modifie la composition spécifique des herbiers. L'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> océanique et l'acidification des océans n'entraînerait pas d'effet notable. L'augmentation de l'intensité et de la fréquence des cyclones peut induire la destruction des plantes par arrachage, augmentation de la diversité spécifique (nouveaux espaces à coloniser), taux de mortalité et nécrose accrus et taux de croissance réduite.

### **Effets sur les mangroves**

Les mangroves ne sont pas affectées de façon irréversible par une augmentation de température ou de CO<sub>2</sub> atmosphérique, mais ces paramètres agissent sur l'augmentation du taux de productivité. Ils sont moins vulnérables au changement climatique et à l'acidification par rapport aux herbiers par exemple (Gattuso et al, 2015). La principale menace due au changement climatique affectant les mangroves est l'augmentation du niveau de la mer, la fréquence et la durée d'immersion (Job et al. 2009). Les mangroves ont une certaine capacité d'adaptation aux changements de niveau de la mer soit en croissant en des plantes plus hautes ou en s'étendant vers l'intérieur des terres ou vers la mer. La modification de zonation des mangroves dépend donc non seulement de la topographie, du niveau des marées et de l'apport en sédiments mais aussi de la disponibilité en surfaces terrestres (occupation humaine) pour s'étendre à l'intérieur des terres. L'augmentation de la fréquence et intensité des ouragans et cyclones peut avoir des conséquences de mortalité (nombre et taille des trouées) et changements structuraux dus aux inondations.

### **Effets sur le plancton**

Le phytoplancton est l'un des maillons essentiels de la chaîne trophique des ressources côtières et océaniques. Certains poissons, invertébrés et macro algues benthiques ont des stades de vie planctonique qui se dispersent par les courants. L'abondance et la croissance des organismes planctoniques sont directement influencées par plusieurs paramètres variant avec le changement climatique et notamment la température de l'eau, sa composition chimique, la luminosité et l'enrichissement en sels nutritifs. Le changement climatique aurait tendance à réduire le niveau de sels nutritifs et donc la croissance et productivité du phytoplancton<sup>9</sup>. Une augmentation de la pluviométrie ou des cyclones entraînant une augmentation en sels nutritifs dans le milieu (cas sur la côte Est en période *La Niña* par exemple) pourrait favoriser la croissance d'espèce de grande taille (par exemples les diatomées). L'augmentation des ultraviolets peut influencer l'apparition de blooms de

---

<sup>9</sup> <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dospoles/alternative14.html>

surface. L'acidification de l'océan peut induire la dissolution des tests ou malformation du zooplancton calcifié.

- **Les écosystèmes continentaux**

Les écosystèmes continentaux du Grand Sud présentent un caractère unique à l'échelle internationale. Le pseudo-karst péridotitique abrite une flore et une faune présentant un fort taux d'endémisme. Les paysages de cette région ont été fortement marqués par l'action de l'homme et l'usage du feu (exploitation forestière et anciennes mines). La forêt a fortement reculé pour laisser la place à des formations secondaires de maquis miniers plus ou moins ouverts. Dans une région naturellement sensible au phénomène d'érosion, cette ouverture des milieux accélère ce phénomène qui contribue à l'altération des cours d'eau et des zones côtières, notamment lors des épisodes pluvieux significatifs.

#### **Effet sur les milieux dulçaquicoles**

Les modifications du régime des précipitations sont vraisemblablement un des effets du changement climatique susceptible d'altérer les écosystèmes continentaux du Grand Sud. Si globalement il n'est pas attendu de modification majeure du cumul annuel des précipitations, la réduction des pluies hivernales (juillet- août) qui contribuent au soutien des débits d'étiage de la saison sèche (Frysou, 2005), pourra fortement impacter les écosystèmes dulçaquicoles. A l'opposé l'augmentation des cyclones de catégorie 4 et 5 contribuera à accentuer les phénomènes d'érosion déjà présents, aggravant ainsi les phénomènes de transport solide et éléments métalliques traces associés à l'origine de la dégradation des cours d'eau et milieux côtiers. Les variations de température des eaux de surface qui découleraient d'une augmentation globale des températures ne seront vraisemblablement pas sans conséquence non plus sur la composition de la faune benthique des rivières et les réseaux trophiques qui en dépendent.

#### **Effet sur les formations végétales terrestres**

Le changement climatique peut également être favorable à l'établissement ou la prolifération de certaines espèces exotiques envahissantes, tant animales que végétales. L'augmentation des températures et la diminution des précipitations déplacent les étages bioclimatiques vers le haut, ce qui provoque une migration altitudinale des espèces (Petit, 2008). Cette situation peut favoriser l'établissement d'espèces envahissantes pionnières et colonisatrices au détriment des espèces indigènes. Dans le Grand Sud, le recul des espèces natives liées au changement climatique peut favoriser l'expansion de pestes végétales comme *P. odorata*. A une autre échelle, le dépérissement observé du conifère kaori du Mont Panié (*Agathis montana*), pourrait être lié à de nouvelles variations de température, des changements notables dans la composition de l'air et/ou la présence croissante d'espèces envahissantes.

De longues périodes de sécheresse induites par la baisse de précipitations en saison sèche (un des scénarios présentés par l'ONERC en 2012 appuyé par les modèles du GIEC pour le Pacifique) peuvent augmenter les risques de départ de feux et la progression des incendies.

Etant donné que les modèles prédisent une augmentation de l'occurrence des cyclones de catégorie 4 et 5, les temps d'absorption de ces événements seront plus faibles que par le passé et ne joueront pas en faveur d'une reconstitution des populations animales et végétales dans les écosystèmes impactés. Les populations déjà affaiblies pourraient être particulièrement impactées et d'autant plus concurrencées par les espèces envahissantes (effets cumulés).

Le tableau ci-dessous résume les principaux impacts anticipés sur les différents écosystèmes marins et continentaux.

Tableau 4: Impacts du changement climatique anticipés sur les écosystèmes

Ecosystèmes	Facteurs du changement climatique	Effets	Impacts anticipés
Récifs coralliens	Augmentation de la température de l'eau		Blanchissement corallien Maladies coralliennes
	Augmentation du taux de CO <sub>2</sub> atmosphérique	Acidification de l'eau des océans	Baisse du taux de calcification (croissance et densité des squelettes) Taux de reproduction diminué
	Augmentation de l'intensité/fréquence des cyclones	Accroissement de l'érosion côtière et turbulence de l'eau	Ralentissement de la photosynthèse et étouffement des polypes (taux de mortalité et nécrose accru)
		Augmentation de l'eutrophisation liée à l'érosion côtière	Modification du ratio algues/coraux
Herbiers	Augmentation de la température de l'eau	« brûlage »	Destruction des herbiers Ralentissement de la croissance Modification de la composition spécifique des herbiers
	Augmentation de l'intensité/fréquence des cyclones		Destruction des plantes par arrachage Augmentation de la diversité spécifique Taux de mortalité et nécrose accrus Taux de croissance réduite
Mangroves	Elévation du niveau de la mer	Fréquence et durée de l'immersion	Modification de la zonation des mangroves
	Augmentation de l'intensité/fréquence des cyclones		Taux de mortalité accru (trouées) Changements structuraux
Plancton	Réduction de la pluviométrie	Réduction en sels nutritifs	Croissance et productivité réduite
	Augmentation de la pluviométrie ou des cyclones	Augmentation en sels nutritifs	Croissance d'espèces de grande taille favorisée
	Augmentation du taux de CO <sub>2</sub> atmosphérique	Acidification de l'océan	Dissolution des tests/malformation du zooplancton calcifié
Invertébrés marins, mammifères marins et espèces de poissons à enjeu commercial important	Augmentation de la température de l'eau		Déplacements biogéographiques Modifications phénologiques Taux de reproduction réduite Taux de croissance réduite Changements de comportements Système immunitaire affecté
	Désoxygénation (réduction du taux d'oxygène dissous)	Hypoxie	Réduction de la distribution des espèces de poissons et invertébrés non adaptés aux conditions d'hypoxie
Espèces végétales terrestres	Baisse des précipitations en saison sèche, période de sécheresse prolongée ou plus intenses	Départs de feux Prolifération de certaines espèces exotiques envahissantes	Destruction d'espèces par calcination Dépérissement d'espèces
Espèces animales terrestres	Augmentation des températures et diminution des précipitations	Modifications de l'habitat et réseaux trophiques Prolifération de certaines espèces exotiques envahissantes	Migration altitudinale des espèces
Espèces aquatiques terrestres	Augmentation des températures des eaux de surface	Réseaux trophiques modifiés	Biodiversité spécifique modifiée

### 2.3. IMPACTS SUR LE LITTORAL

Bien qu'aucune étude ne soit encore venue le confirmer et qu'à notre connaissance aucune étude n'est actuellement envisagée pour cela, on a vu précédemment que les populations du Grand Sud perçoivent un recul du trait de côte depuis une dizaine d'années sur les zones de Touaourou et Goro et sur l'île Ouen. Plus que la perte d'espace, c'est la salinisation des terrains côtiers qui inquiète les populations de la zone (Bernard *et al.*, 2014). La remontée du niveau de la mer conjuguée à une baisse des débits d'étiages en saison sèche pourrait entraîner une remontée du biseau salé dans les terres et les rendre impropres aux cultures.

Outre les facteurs d'origine climatique (élévation du niveau de la mer et inondations, voir partie 1), le littoral peut également être affecté par des phénomènes d'érosion côtière liés aux apports terrigènes des rivières amont et les aménagements du littoral (modifications de la courantologie, rupture de la continuité hydraulique, etc).

### 2.4. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SERVICES ECOSYSTEMIQUES

Les services que procurent les écosystèmes sont les bénéfiques que les humains tirent des écosystèmes. Ceux-ci comprennent des *services de prélèvement*<sup>10</sup> tels que la nourriture, l'eau, le bois de construction et la fibre; des *services de régulation* qui affectent et régulent le climat, les inondations, les maladies, les déchets, et la qualité de l'eau ; des *services culturels* qui procurent des bénéfices récréatifs, esthétiques, et spirituels ; et des *services d'auto-entretien* tels que la formation des sols, la photosynthèse et le cycle nutritif (voir Figure 10). L'espèce humaine est fondamentalement dépendante du flux de services d'origine écosystémique (MEA, 2005).

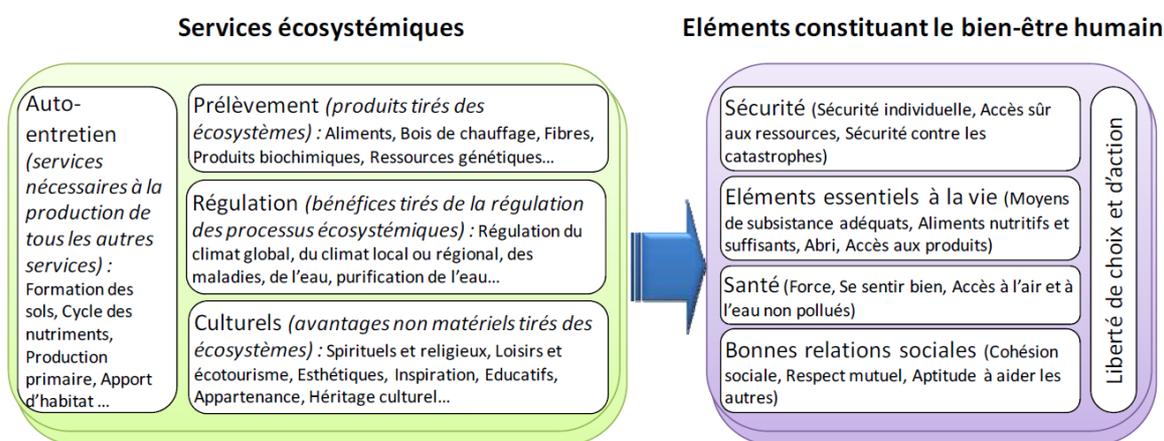


Figure 10 : Services écosystémiques et leur contribution au bien-être humain (Locatelli, 2013)

Dans le Grand Sud, les services écosystémiques remarquables dont bénéficient pleinement les populations sont notamment les suivants :

- **services de prélèvement** : les produits agricoles, les produits de la pêche et de la chasse, l'eau, les produits forestiers ligneux et non ligneux ;
- **services de régulation** : les espaces forestiers (forêt ultramafique humide) et agro-forêts comme régulateurs des inondations, de la qualité des eaux de surface et des phénomènes d'érosion (trait de côte et apports sédimentaires des rivières);
- **services culturels** : les espaces sacrés coutumiers, le tourisme ;
- **services d'auto-entretien** : les cycles organiques des sols notamment.

<sup>10</sup> Aussi appelé service de production

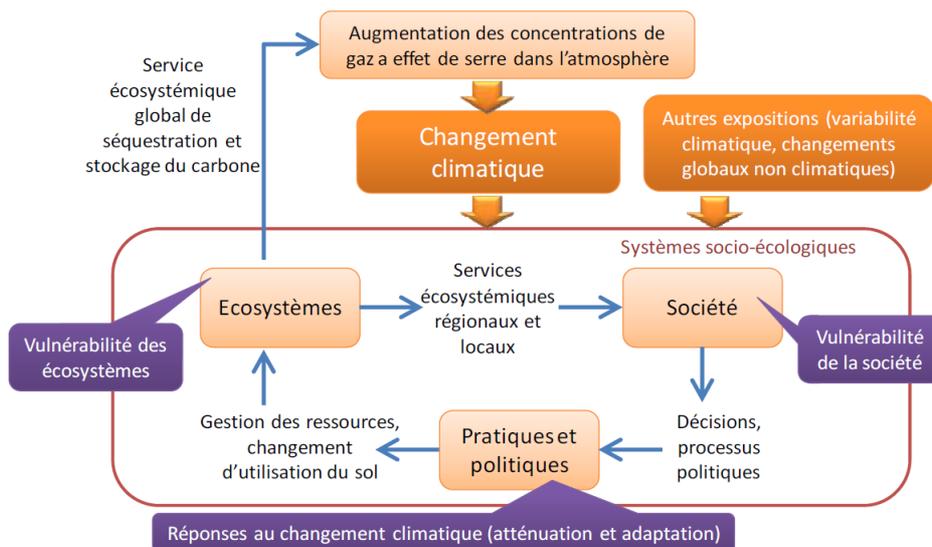


Figure 11 : Cadre conceptuel synthétique sur les changements climatiques et les services écosystémiques (Locatelli, 2013)

Les services écosystémiques marins et côtiers tels que les puits de carbone, la protection du trait de côte, le tourisme de loisir lié aux mangroves et récifs coralliens du Grand Sud, la pêche, seraient tous fortement à très fortement impactés sous un scénario conservateur (RCP8.5) (figure 12). Au niveau terrestre, l'allongement des périodes sèches et l'augmentation d'intensité des événements extrêmes pourraient affecter les services de régulation (régulation du cycle de l'eau par les forêts), mais également les services d'approvisionnement (eau potable, eau d'irrigation, cultures), ainsi que les services récréatifs et culturels (altération des paysages,...).

Etant donné la forte dépendance générale des populations du Grand Sud vis-à-vis des services rendus par leurs écosystèmes, des modifications de ceux-ci dus aux changements climatiques peuvent avoir des effets importants tel que présenté plus haut<sup>11</sup>.

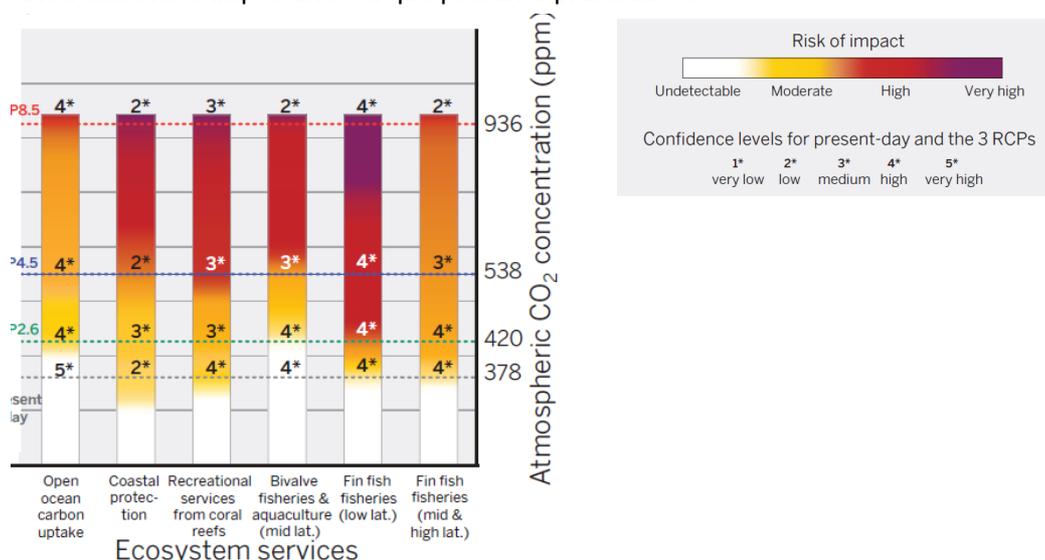


Figure 12 : Impacts projetés d'une augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> sur les services écosystémiques côtiers et marins critiques (tiré de Gattuso et al., 2015)

<sup>11</sup> Voir la section relative aux « Impacts sur les écosystèmes et la biodiversité » - A mettre en lien avec la capacité des écosystèmes à délivrer les services de prélèvement et de régulation notamment

## **2.5. IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES**

- **Impacts sur la sécurité alimentaire**

Les impacts sur les écosystèmes et la biodiversité devraient également entraîner des changements significatifs en matière de pêche et d'agriculture.

La perte d'habitats critiques tels que les récifs coralliens et les mangroves exacerbe les impacts sur la pêche tropicale. Le déplacement des stocks des espèces pélagiques du large aura des conséquences économiques pour les foyers dont les revenus dépendent principalement de cette ressource. De plus l'accroissement de la température de surface de l'eau couplé à la diminution du taux d'oxygène dissous affecte la taille maximale des poissons résultant en des rendements et donc revenus plus faibles. La communauté scientifique s'accorde à dire qu'il faut prévoir une baisse notable de la pêche tropicale même sous le scénario RCP2.6 (Gattuso *et al.*, 2015). Pour illustrer l'effet du changement climatique sur les poissons commerciaux du Pacifique, on peut citer les travaux menés par Bromhead *et al.* (2014), sur l'effet de l'acidification des océans sur la survie des œufs et larves du thon jaune. Ces auteurs ont mis en lumière des altérations sur les stades larvaires de cette espèce à des niveaux d'acidification similaires à ceux prédits par les différents modèles climatiques. D'autres travaux comme ceux de Lehodey *et al.*, (2011), se sont intéressés à l'effet du changement climatique sur la pêche hauturière. Ces auteurs prédisent une baisse de production de 20% des pêcheries démersales côtières sous un scénario A2. L'impact du Changement reste toutefois plus incertain sur les autres types de pêches et l'aquaculture. Ce changement pourrait même au contraire avoir dans certaines régions du Pacifique, un effet positif sur la pêche en eau douce et l'aquaculture du fait de l'augmentation des précipitations et températures (Bell *et al.*, 2011).

En 2008, un rapport de la FAO sur le changement climatique et la sécurité alimentaire dans les états insulaires du Pacifique (FAO, 2008) mettait déjà en garde contre les effets dévastateurs du changement climatique sur les productions vivrières des îles du Pacifique, dont les ménages seraient les premières victimes. D'après le rapport, ces territoires se trouvaient déjà en situation de vulnérabilité extrême face aux menaces liées au changement climatique où la production agricole est fortement tributaire des pluies d'été. Les changements de précipitations annoncés faisaient craindre un stress hydrique dévastateur pour l'agriculture, une recrudescence de ravageurs et d'adventices, l'érosion et la perte de la fertilité des sols. Les surfaces agricoles productives risquaient de se trouver réduites et contaminées suite à l'aggravation des inondations côtières, de la salinisation et de l'érosion sous l'effet de l'élévation du niveau des mers et des activités humaines. Par ailleurs, la hausse projetée du niveau des océans et les changements de température escomptés risquaient d'aboutir à une baisse de la productivité des pêches, et donc de la sécurité alimentaire.

Les populations du Grand Sud s'inscrivent dans ce schéma. En effet malgré des modifications récentes dans leurs habitudes de vie, leur sécurité alimentaire dépend encore fortement des ressources naturelles marines et terrestres dont elles bénéficient. La pêche lagunaire vivrière demeure la principale source de protéines de ces populations. Une baisse du rendement de pêche liée à la perte des récifs coralliens et autres écosystèmes lagunaires les affecterait fortement. Ces populations sont aujourd'hui concentrées sur le littoral du Grand Sud où les sols côtiers alluvionnaires sont plus fertiles que dans l'arrière-pays ultramaïfique. Un recul du trait de côte où une salinisation de ces terres affecterait le rendement des cultures vivrières dont dépendent fortement ces populations. Parmi les plantes cultivées il faut rappeler la présence de l'igname, tubercule à forte valeur culturelle. Sa disparition de la culture mélanésienne entraînerait des modifications culturelles dont l'ampleur est difficilement estimable aujourd'hui.

L'approvisionnement en eau potable des différentes tribus est assuré par différents captages positionnés sur les cours d'eau de la région. L'amplification des phénomènes d'érosion liée à l'augmentation du nombre de cyclone de catégorie 4 et 5, mais également la diminution des débits d'étiage que pourrait engendrer une baisse du cumul des précipitations hivernales, pourraient menacer la pérennité de cette ressource. L'augmentation du risque incendie lié à l'accentuation des

sécheresses printanières, est également un facteur pouvant affecter la pérennité de la ressource en eau.

- **Changement climatique et inégalités de genre**

Les hommes et les femmes ont traditionnellement des rôles et responsabilités différenciés dans la sécurité alimentaire des territoires du Pacifique. Par exemple, les femmes mélanésiennes sont généralement plus impliquées dans la récolte des espèces marines des bandes côtières tandis que la pêche embarquée est généralement entreprise par les hommes. Ils sont donc affectés différemment par le changement climatique selon le type de ressources halieutiques affectées. Les hommes et les femmes ont aussi une diversité d'approches, de savoirs et de savoir-faire qui leur donne des moyens différents pour s'adapter au changement climatique, à quoi s'ajoutent les inégalités de genre qui peuvent constituer autant d'obstacles pour les femmes pour s'adapter au changement climatique : participation inégale aux prises de décisions, contrôle des ressources financières, propriété foncière, accès à la technologie et à l'information, capacité à se déplacer, etc. (UFFO, 2014). En Nouvelle-Calédonie et dans le Grand Sud, les décisions en matière de foncier reviennent aux représentants des autorités coutumières qui sont des hommes. Les femmes ont néanmoins de plus en plus fréquemment un emploi salarié qui leur permet de ne plus dépendre uniquement des cultures vivrières.

Les décideurs politiques doivent donc prendre en compte ces enjeux liés au genre dans les stratégies d'adaptation locales.

- **Impacts sur la sécurité sanitaire**

La prise en compte des conséquences sanitaires du changement climatique est récente. Or il a maintenant été démontré que les effets du réchauffement climatique cumulés avec le bouleversement des écosystèmes entraînent la création de nouvelles niches pour les espèces pathogènes. A cela s'ajoute des inégalités renforcées. Les populations les plus fragiles, au premier rang desquelles figurent les populations autochtones, sont les plus touchées (G. Nicolas, conférence du 10/08/15<sup>12</sup>). Parmi les impacts prévisibles sur la santé figurent l'incidence accrue des maladies à transmission vectorielle (paludisme, dengue, etc.), l'expansion potentielle des maladies d'origine alimentaire et hydrique, les décès et traumatismes causés par les phénomènes météorologiques extrêmes, etc (UFFO, 2014). En Nouvelle-Calédonie, l'allongement des périodes avec des températures supérieures à 32°C entraînera un allongement des périodes à risque en regard des épidémies de dengue et chikungunya. De même le blanchiment des coraux lié aux fortes pluies ou au réchauffement des eaux est susceptible d'entraîner l'apparition de phénomène de ciguatera.

- **Impacts sur l'activité minière**

Le changement climatique est susceptible d'avoir des impacts sur l'activité minière notamment du fait de la diminution des temps de récurrence des événements cycloniques extrêmes. Les pluies centennales pourraient se produire une fois par décennie (IEEP, 2013). La gestion des eaux pluviales est un des enjeux important sur les sites miniers tant pour le maintien de la productivité de l'exploitation, que la préservation de l'environnement. Actuellement les ouvrages de gestion des eaux sont dimensionnés pour être en capacité de retenir des crues de période de retour de 2 ans. La diminution des temps de récurrence de crues centennales obligerait à repenser les standards en matière de dimensionnement des ouvrages.

Les opérations de végétalisation des sites exploités pourraient également être impactées par les changements climatiques. L'étude de Paradis (2014) identifie les principaux impacts prévisibles du changement climatique sur ces opérations. Par ordre d'importance ils sont :

- Augmentation de la fréquence des incendies (pertes de végétaux plantés, appauvrissement des sols, installation de fougères et appauvrissement de la biodiversité) ;

---

<sup>12</sup> [http://www.ncpresse.nc/Conference-Decouvertes--Resilience-regionale-aux-consequences-du-changement-climatique--mercredi-15-juillet-a-18h-\\_a4398.html](http://www.ncpresse.nc/Conference-Decouvertes--Resilience-regionale-aux-consequences-du-changement-climatique--mercredi-15-juillet-a-18h-_a4398.html)

- Augmentation de l'érosion et des mouvements de terrain liés aux pluies extrêmes (appauvrissement des sols, réduction de la capacité d'infiltration des eaux du sol, augmentation des mouvements de terrain) ; et
- Amélioration des conditions pour les espèces nuisibles (compétition accrue, arrivée de nouveaux pathogènes).

• **Impact sur la production hydroélectrique**

Le changement climatique, notamment la modification des régimes des pluies (intensité des pluies cycloniques plus forte et baisse des cumuls de précipitations hivernaux), pourrait affecter le remplissage du réservoir de barrage de Yaté. Le passage de crues importantes en saison des pluies obligera à gérer des situations de remplissage extrême plus fréquemment avec notamment plus de lâchés d'eau. Le manque de pluies hivernales risque d'affecter le niveau du réservoir en saison sèche et entraîner des pertes de productibilité. Une étude de Graff et Celie (2013), a permis de montrer que l'aménagement hydroélectrique de Génissiat sur le Rhône pourrait enregistrer entre 2,4% et 22,8% de pertes de productible en fonction des scénarios retenus pour le réchauffement climatique. De même l'office fédéral de l'énergie Suisse a estimé en se basant sur l'étude d'Horton et coll. (2005), une baisse de 7% de la production hydroélectrique nationale d'ici 2099 sous le scénario A2 SRES.

Les impacts du CC sur les énergies éoliennes sont supposés plus faibles. En effet les principaux effets qui pourraient affecter cette production sont :

- une modification des vents liée à la hausse des températures
- les dommages liés aux événements extrêmes de type cyclones

Breslow et Sailor (2002) ont mis en évidence via leur modélisation de l'évolution des vents sur le continent Nord-américain, une légère réduction de ces derniers de l'ordre de 1 à 3,2% dans les 50 prochaines années. Cette réduction affecterait la production éolienne.

• **Impacts sur le tourisme**

L'impact du changement climatique sur l'activité touristique présente dans le Grand Sud est essentiellement lié aux impacts qui surviendront sur les écosystèmes. En effet, ce tourisme repose très fortement sur la découverte des paysages et de la biodiversité de cette région. Les altérations de ces paysages et de cette biodiversité par la sécheresse et les incendies, ainsi que par les cyclones et l'érosion qui pourraient être accentués par le changement climatique, sont susceptibles d'entraîner des pertes d'activités touristiques.

• **Synthèse sur les aspects socio-économiques**

Les communautés locales sont à la fois les plus directement exposées aux impacts socio-économiques du changement climatique, simplement du fait de leur mode de vie proche de la nature et dépendant des conditions climatiques. Pour cette même raison, ils sont sûrement aussi les plus à même de réinventer l'utilisation de leurs ressources soumises au changement.

Tableau 5 : Impacts du changement climatique sur la sécurité alimentaire et sanitaire

Thématique	Facteurs du CC	Effets	Impacts socio-économiques
Sécurité alimentaire (productions agricoles)	Baisse des précipitations	Stress hydrique plus important Recrudescence des ravageurs de cultures (insectes) et adventices Erosion des sols	Rendement des productions agricoles réduites Modification du calendrier des récoltes Perte de fertilité des sols
	Elévation du niveau de la mer	Inondations côtières Salinisation	Réduction des surfaces agricoles disponibles
	Augmentation de la température de l'air et des précipitations	Modification de la photosynthèse/ croissance	Réduction des rendements de sylviculture et aquaculture côtière Augmentation des rendements d'aquaculture d'eau douce en bassin
Sécurité sanitaire	Augmentation de la		Incidence accrue des maladies à

	température de l'air et de l'eau		transmission vectorielle (paludisme, dengue) Expansion potentielle des maladies d'origine alimentaire et hydrique
	Phénomènes climatiques extrêmes (cyclones, inondations, sécheresse)		Expansion potentielle des maladies d'origine alimentaire et hydrique Décès et traumatismes
Exploitation Minière	Hausse de la récurrence des pluies extrêmes Sécheresse	Inondation et débordement des ouvrages de gestion des eaux Baisse du taux de réussite des opérations de végétalisation	Baisse de productivité Pollution de l'environnement
Exploitation hydroélectrique	Hausse de la récurrence des pluies extrêmes Baisse des pluies hivernales Sécheresse	Augmentation des lâchés et des épisodes de gestion de crues Baisse du remplissage printanier	Perte de productible Impact des lâchés sur les écosystèmes récifaux côtiers
Tourisme	Hausse de la récurrence des pluies extrêmes Sécheresse	Dégradation des paysages et biodiversité par incendies et érosion	Perte de touriste

## 2.6. DISPONIBILITE DES DONNEES SUR LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN NOUVELLE-CALÉDONIE

Le tableau ci-dessous liste des sources documentaires de travaux en Nouvelle-Calédonie sur les impacts du changement climatique. Ces travaux sont considérés encore comme insuffisants pour avoir une bonne connaissance des impacts observés et anticipés sur le territoire. Un certain nombre d'études pour pallier au manque de connaissances sont en cours de lancement (voir chapitre 3).

Tableau 6 : Synthèse de la recherche disponible concernant l'impact du changement climatique sur les écosystèmes en Nouvelle-Calédonie

Type de données	Publications/ programme de recherche
Impacts sur écosystèmes marins/côtiers	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projet BRGM/SGNC : Evolution récente et future des systèmes côtiers de Nouvelle-Calédonie (2012-2016)</li> <li>Garcin M., <b>Vendé-Leclerc M.</b>, 2014, - Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie – Rapport préliminaire : observations, état des lieux et constats. Rapport BRGM/RP-63235-FR, 125 p., 154 fig. LEOPOLD A., MARHAND C., DEBORDE J., <b>ALLENBACH M.</b>, 2015, « <i>Temporal variability of CO<sub>2</sub> fluxes at the sediment-air interface in mangroves (New Caledonia)</i> » - Science of the Total Environment 502, pp 617–626. Elsevier Publications</li> <li>Le stockage du CO<sub>2</sub> et des gaz à effet de serre par les mangroves, Observatoire mangrove (IRD-UNC, KNS, Total, GOPS 2011)</li> <li>ILIAC « L'évolution géomorphologique des îlots du lagon sud calédonien : indicateur de l'impact du changement climatique » visant à analyser les évolutions géomorphologiques</li> <li>des îlots, les facteurs de forçage qui les affectent et à développer des méthodes et des outils de suivi adaptés (BRGM, UNC, IRTD, SGNC).</li> <li>Le suivi des paramètres physiques et chimiques du lagon de la Nouvelle-Calédonie à la station MOISE (IRD-GOPS, depuis 2011)</li> <li>Le livre de la CPS sur la vulnérabilité des pêches et aquacultures dans le Pacifique Sud (2012)</li> </ul>
Impacts sur écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weinberger D, Baroux N, Grangeon JP, Ko AI, Goarant C. (2014) El Niño Southern Oscillation and leptospirosis outbreaks in New Caledonia. PLoS Neglected Tropical Diseases. 8(4):e2798</li> <li>Le développement d'indicateurs climatiques et entomologiques relatifs à l'émergence ou la réémergence d'épidémie de dengue dans le Pacifique (GOPS 2010)</li> <li>Les communautés insulaires terrestres face aux changements globaux : application aux milieux naturels de Nouvelle-Calédonie (GOPS 2013)</li> <li>Le Climat et la végétation en Nouvelle-Calédonie : CLIVENC (GOPS 2014)</li> <li>Projet FFII « Forecasting Future Invasions and Impacts due to climate change ». Financement Era-net Biodiversa &amp; ANR. 2013-2017.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Projet BIBOP « Biodiversité Insulaire face aux changements globaux – Observations et Bancarisation des suivis de Populations et d'écosystème »</li></ul>
--	--

### 3. Adaptation au changement climatique et GIZC

Pour faire face au problème du changement climatique, deux stratégies complémentaires existent : l'atténuation et l'adaptation. L'atténuation est une intervention visant à réduire les sources ou augmenter les puits de gaz à effet de serre. L'adaptation est « un ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'en atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques » (McCarthy, 2001 dans Locatelli, 2013).

#### 3.1. CADRE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Il n'existe pas à ce jour de stratégie d'adaptation au changement climatique à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie. Le projet de Schéma pour la transition énergétique de la Nouvelle-Calédonie (STENC) est en cours de finalisation et doit être voté au congrès au 1<sup>er</sup> trimestre 2016 (GNC, 2015), il porte principalement sur le volet atténuation. Un programme d'actions est détaillé dans les domaines du transport et de la mobilité, du résidentiel et tertiaire, de l'industrie, de l'agriculture et des énergies renouvelables et de la sensibilisation du public. Les moyens d'actions envisagés sont la mise en place de mécanismes financiers incitateurs, la mise en place et la révision de réglementations et la participation des acteurs à des actions volontaires.

Un des objectifs fixés par ce schéma consiste à étudier la faisabilité de la mise en œuvre d'une fiscalité sur l'énergie consommée et les émissions de CO<sub>2</sub>. Ce type de taxes pigouviennes mises en œuvre en France à travers la contribution climat énergie (CCE) est appliquée sur les produits fossiles et n'a pas forcément la vocation à enclencher une modification des comportements chez les citoyens. La CCE pourrait rapporter 2,5 milliards d'euros en 2015 et 4 milliards en 2016 en France. Le projet RESCCUE à travers ses actions menées au niveau du GNC<sup>13</sup> a notamment pour objectif d'étudier la faisabilité et la mise en œuvre d'une fiscalité au bénéfice de l'environnement et de la gestion des biens inscrits au Patrimoine Mondial.

Concernant le volet adaptation, une « Politique climat » est en cours de réflexion au niveau du gouvernement. Actuellement l'élaboration de cette stratégie s'appuie sur les nombreuses initiatives et mesures d'atténuation et de réduction des risques en cours sur le territoire. Des études de modélisation atmosphériques et climatiques ont été lancées auprès de l'IRD et Météo-NC, afin de décliner les modèles régionaux à l'échelle du territoire et ainsi prévoir l'évolution du climat calédonien selon les différents scénarii. Cela permettra dans un second temps de lancer des études sur les effets du changement climatique sur les différents secteurs économiques. Il est peu probable que ces études soient réalisées à temps pour informer voire ajuster les actions du projet RESCCUE<sup>14</sup>. Notons toutefois que RESCCUE a opté pour une autre entrée et se base sur l'analyse de la vulnérabilité des populations aux aléas climatiques pour orienter ses actions en faveur de l'adaptation au changement climatique.

<sup>13</sup> Loi organique n° 2009-969 du 3 août 2009 | TITRE II CHAPITRE I SECTION 1 | COMPÉTENCES DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

<sup>14</sup> Notons que la plupart des actions entreprises dans le cadre de RESCCUE, même sans une connaissance fine des impacts du CC, difficile à obtenir, contribuent à renforcer la résilience des écosystèmes et populations, et donc in fine ont un effet bénéfique en matière d'adaptation (cf. approche vulnérabilité et The RESCCUE approach). Le projet préconise, entre autre, une adaptation basée sur les écosystèmes.

Concernant le volet adaptation, il faut également mentionner que l'ADEME a l'intention d'aborder ce volet au travers d'une étude « dont l'objectif serait d'identifier les impacts potentiels du changement climatique en Nouvelle-Calédonie et renforcer la capacité d'adaptation afin d'anticiper les conséquences du changement climatique sur le territoire » (site internet de l'ADEME). Le niveau d'avancement de ces travaux est inconnu à ce jour.

Récemment, en avril 2015, l'IRD et le SPREP ont signé un protocole d'accord en marge du sommet OCEANIA 21 sur le changement climatique et le développement durable dans le Pacifique. Le protocole vise entre autres la mise en place de l'Observatoire du Changement Climatique dans le Pacifique, ainsi que des systèmes d'alerte précoce pour les événements climatiques extrêmes (tsunamis, cyclones, etc.).

En 2012, le Service Géologique de Nouvelle-Calédonie et le Bureau de Recherche Géologiques et Minières ont décidé de la Création d'un Observatoire du Littoral de Nouvelle-Calédonie (OBLIC) pour étudier les conséquences du changement climatique sur le devenir des systèmes côtiers et plus particulièrement sur les systèmes insulaires.

Enfin en matière d'adaptation au changement climatique en milieu insulaire il est important de rappeler les recommandations de l'ONERC (voir encadré ci-dessous).

#### **Politiques territoriales favorables à l'adaptation au changement climatique**

L'ONERC met en exergue trois principaux domaines qui doivent attirer l'attention des décideurs nationaux et locaux en matière d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de la vulnérabilité structurelle du territoire insulaire (ONERC, 2012):

La gestion des ressources naturelles : gestion des ressources en eau, préservation de la biodiversité terrestres et marines, gestion des sols, etc. Il est important d'anticiper la modification prévisible des paysages culturels dont dispose le site remarquable du Grand Sud, via la mise en place de mesures telles que : maintenir en bonne santé les écosystèmes, mettre en réserve les espaces naturels les plus sensibles et développer une écologie de la restauration, etc. (Ville fluctuante, 2015).

La diversification des secteurs économiques : diversification de la production agricole, recherche de niches et diversification des secteurs d'activités (agriculture, agroforesterie, tourisme, énergie, transport, construction, etc.). L'économie du Grand Sud repose essentiellement aujourd'hui sur l'exploitation des ressources naturelles au travers de l'extraction minière et la métallurgie (usine de Vale-NC), ainsi que la production hydroélectrique (réservoir de Yaté). Ce site présente un potentiel touristique exceptionnel. L'exploitation actuelle de ce potentiel peut être améliorée et contribuer à travers un basculement vers l'écotourisme au développement économique des populations locales.

La gestion des risques, au sens large : politiques d'aménagement visant à protéger les populations « à risque » vivant en zone littorale de basse altitude, protection des activités situées dans ces zones, gestion des inondations et des zones côtières, etc. Cela passe également par le développement des connaissances des liens socioculturels qui relie l'homme à la nature (Ville fluctuante, 2015 et Lammel, 2011).

### **3.1. GIZC ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE GRAND SUD**

Même si elles ne portent pas spécifiquement l'étiquette « adaptation au changement climatique », de nombreuses actions mises en œuvre par la province y contribuent. On citera notamment les efforts de restauration des sites dégradés, les opérations de régulation de la faune et de la flore envahissante, la mise en place d'un réseau d'aires protégées, les actions en faveur de la gestion des déchets et du développement de l'économie circulaire, l'élaboration d'un cadre méthodologique

pour la compensation environnementale. Au niveau des communes, la mise en œuvre de l'assainissement de l'eau est également d'importance en vue de conserver la résilience des écosystèmes récifaux.

De la même manière, les actions prévues par le plan de gestion des comités en charge de la gestion du GLS inscrit au Patrimoine Mondial contribuent à augmenter la résilience des écosystèmes et des populations du Grand Sud face au changement climatique.

Notons que la préservation de l'environnement est ancrée dans la culture mélanésienne et que le maintien des fonctions des écosystèmes a toujours été un sujet d'importance lors des conseils des tribus<sup>15</sup>. Pour freiner les feux et conscient de l'impact de ceux-ci, les conseils de nombreuses tribus ont mis en place des systèmes propres en vue de modifier les comportements.

Les politiques d'adaptation à mettre en œuvre dans cette zone doivent avoir pour objectif l'atténuation des vulnérabilités locales, afin de réduire l'exposition des populations aux chocs mentionnés précédemment (partie 2). Les orientations proposées doivent être considérées comme des mesures sans regrets, c'est-à-dire bénéfiques quelle que soit *in fine* l'ampleur du changement climatique.

L'effort doit également être poursuivi en faveur d'une meilleure prévision des chocs progressifs ou récurrents, liés aux différents types de risques (inondations dues à l'élévation du niveau de la mer, hausse des températures, fréquence des catastrophes naturelles, etc.) grâce à une coopération scientifique et politique accrue au niveau provincial. A ce titre, le développement d'une politique de gestion des risques naturels est nécessaire pour augmenter la résilience et la sécurité des biens et des personnes. Cela peut se traduire par l'identification systématique des risques<sup>16</sup> au niveau communal et le développement de plans de prévention adaptés s'imposant à la dynamique d'aménagement du territoire et d'urbanisation. Une politique de déplacement des populations des zones à risques devrait être envisagée, incluant une réflexion sur le retrait progressif dans les terres des tribus du bord de mer. Il est également important de commencer à intégrer des mesures correctives dans les avants projets des différents travaux d'infrastructures en vue de diminuer leur vulnérabilité aux changements à venir. Par exemple, une protection de berge en empierrement d'une route en bord de lagon serait systématiquement renforcée en fonction des modèles d'augmentation des hauteurs d'eau. Au même titre, pour casser l'énergie de la houle, la plantation de palétuviers sur le platier frangeant protégé par des ouvrages pourrait être étudiée.

L'adaptation au changement climatique passe également par l'amélioration de la résilience des écosystèmes. Ces derniers jouent en effet un rôle important dans l'atténuation des impacts des aléas climatiques (régulation du cycle de l'eau à l'échelle des bassins versants, protection du littoral,...) C'est cette porte d'entrée que le projet RESCCUE a retenue pour tenter d'amener sa contribution au renforcement des capacités d'adaptation des populations du Grand Sud. Les actions menées permettront d'améliorer la régénération des écosystèmes terrestres afin de limiter les phénomènes d'érosion qui engravent les creeks et favorisent les inondations. La conservation (réseau d'aires protégées) et la restauration des massifs forestiers pourra également permettre de minimiser le risque incendie (les processus de décomposition biologique minimisent le combustible potentiel des feux de forêts). De manière générale la contribution de ce projet à l'élaboration et la mise en œuvre d'un protocole de gestion intégrée des zones côtières (GIZC) permettra d'assurer la mise en place pour les années à venir d'un développement concertée et durable de cette région, développement intégrant les besoins de changements pour optimiser l'adaptation au changement climatique.

---

<sup>15</sup> La conscience de la dépendance aux écosystèmes est importante et incarnée.

<sup>16</sup> Sur base des événements passés, de modélisations et d'expert notamment.

#### **4. Conclusions pour la programmation de RESCCUE**

Les résultats de cette étude bibliographique sur les changements climatiques, les impacts potentiels de ceux-ci sur les écosystèmes marins et terrestres en lien avec la fourniture des services écosystémiques ont notamment rappelé que i) les changements sont en marche depuis une vingtaine d'années et que le Grand Sud est touché (*érosion littorale, occurrence des cyclones de type 4 et 5, période de sécheresse plus longue, etc.*) ; ii) la vulnérabilité générale des populations du Grand Sud est notable ; et iii) la nécessité d'adopter une démarche de mise en œuvre de projet vouée à la conservation et au renforcement de la résilience des écosystèmes est essentielle.

RESCCUE Grand Sud contribuera à augmenter la résilience des écosystèmes et des populations de cette zone en contribuant à l'élaboration et la mise en œuvre des différents outils de planification en faveur de la gestion concertée de l'environnement (Plan de gestion RAMSAR, stratégie du réseau d'aires protégées, stratégie de restauration écologique), afin que la préservation des écosystèmes et des services qu'ils fournissent aux différents acteurs puissent se faire en synergie avec le développement économique de la zone. Le projet initiera la restauration de sites prioritaires et participera à la recherche de financements auprès des différents acteurs pour soutenir ces actions.

Les recommandations pour la mise en œuvre des actions de RESCCUE sont notamment les suivantes :

- Le Plan de Gestion RAMSAR devra inclure des actions en faveur de l'adaptation au changement climatique des zones humides, notamment en ce qui concerne l'hydrologie de la zone et les modifications qu'elle pourrait subir à l'avenir. Le risque feu devra également être pris en compte ;
- La stratégie du réseau d'aires protégées devra intégrer les notions de refuges climatiques pour certaines espèces qui pourraient voir leur répartition modifiée en lien avec le changement climatique. Elle devra également considérer la notion de services de régulation fournis par certains écosystèmes, service qui favoriseront l'adaptation au changement climatique ;
- La stratégie de restauration écologique devra intégrer le fait que les opérations de végétalisation devront s'adapter aux futures conditions climatiques et intégrer dans ses priorités la restauration de zones pouvant contribuer à l'adaptation des populations locales aux changements à venir ;
- Le projet devra faire prendre conscience aux différents opérateurs économiques l'intérêt qu'ils ont à contribuer à l'amélioration de la résilience des écosystèmes du Grand Sud, pour l'adaptation de leur secteur d'activité aux changements à venir.

## 5. Bibliographie

- Australian Bureau of Meteorology and Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). (2011). Climate Change in the Pacific: Scientific Assessment and New Research. Volume 1: Regional Overview. Volume 2: Country Reports. *In* Pacific Climate Change Science. Publications. <http://www.pacificclimatechangescience.org/publications/reports/report-climate-change-in-the-pacific-scientific-assessment-and-new-research/> (page consultée le 1<sup>er</sup> septembre 2015).
- Bell JD, Johnson JE, Hobday AJ (eds) (2011) Vulnérabilité de Tropical Fisheries and Aquaculture to Climate Change. Secretariat of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia
- Bernard S., Lacombe S., Lancelot L., Sabinot C., Herrenschmidt, B. (2014). Dynamique des habitudes, des pratiques et des savoirs relatifs à l'usage et à la gestion du littoral et de la mer dans un contexte de pression industrielle sur le milieu et de changements sociaux. Rapport LIVE-CCCE. 219 P.
- Breslow P.B & Sailor D.J. (2002). Vulnerability of wind power resources to climate change in the continental United States. *Renewable Energy*. (27), issue 4 : 585-598 p.
- Bromhead D., Scholey V., Nicol S., Margulies D., Wexler J., Stein M., Hoyle S., Lennert-Cody C., Williamson J., Havenhand J., Ilyana T., Lehodey P. (2014). The potential impact of ocean acidification upon eggs and larvae of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). *Deep-Sea Res. II*
- Cavarero, V., Peltier, A., Aubail, W., Leroy, A., Dubuisson, B., Jourdain, S., Ganachaud, A., Gibelin, A-L., Lefèvre, J., Menkes, C., Lengaigne, M. (2012). Les évolutions passées et futures du climat de la Nouvelle-Calédonie. *La Météorologie*. 77. 13-21.
- CNRS. (2011). Variations du niveau de la mer le long des îles du Pacifique tropical Ouest. *In* <http://www.insu.cnrs.fr/environnement/ocean-littoral/variations-du-niveau-de-la-mer-le-long-des-iles-du-pacifique-tropical-o> (consulté le 5 octobre 2015).
- Dumas P., Cohen O. (2015). Influence de la susceptibilité à l'érosion hydrique des bassins-versants sur l'évolution du rivage : exemples dans le sud de la Nouvelle-Calédonie. Conference paper. Colloque international « Connaissance et compréhension des risques côtiers : Aléas, Enjeux, Représentations, Gestion », Brest, France.
- FAO. (2008). Climate change and food security in pacific island countries. Rome, Italy: FAO.
- Garcin M., Vendé-Leclerc M. (2014) – Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie – Rapport préliminaire : observations, état des lieux et constats. Rapport BRGM/RP-63235-FR, 125 p., 154 fig.
- Gattuso, J.P., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W.W.L., Howes, E.L., Joos, F., Allemand, D., Bopp, L., Cooley, S.R., Eakin, C.M., Hoegh-Guldberg, O., Kelly, R.P., Pörtner, H.O., Rogers, A.D., Baxter, J.M., Laffoley, D., Osborn, D., Rankovic, A., Rochette, R., Sumaila, U.R., Treyer, S., Turley, C. (2015). Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions scenarios. *In* SCIENCE, July 2015
- Gilman E., Vn Lavieren H., Ellison J., Jungblut V., Wilson L., Areki F, Brighthouse G., Sauni I., Bungitak J., Dus E., Henry M., Kilman M., Matthews E., Teariki-Ruatu N., Tukia S., Yuknavage K. (2006). Pacific Island Mangroves in a Changing Climate and Rising Sea. UNEP Regional Seas Reports and Studies N°179. 58 p. <http://www.sciencemag.org/content/349/6243/aac4722.abstract> (consulté le 11 septembre 2015)
- Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. 2015. Projet Schéma de l'énergie et du climat de la Nouvelle Calédonie – Le programme d'actions. <https://maitrise-energie.nc/lenergie-en-nouvelle-caledonie/schema-de-lenergie-et-du-climat-de-la-nouvelle-caledonie-2015> (consulté le 11 septembre 2015)
- Gouvernement de Nouvelle-Calédonie. (2009). L'agriculture calédonienne. Nouméa, Nouvelle-Calédonie: Auteurs. 1-97.
- Graff B. et Celie S. (2013). Impact du changement climatique sur la production hydroélectrique: le cas de l'aménagement CNR de Génissiat. [http://face.ete.inrs.ca/sites/face.ete.inrs.ca/files/Benjamin\\_Graff\\_Sabrina\\_Celie.pdf](http://face.ete.inrs.ca/sites/face.ete.inrs.ca/files/Benjamin_Graff_Sabrina_Celie.pdf) (consulté le 10 Octobre 2015)
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2013). Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *In* IPCC. Publications.

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). Nurse, L.A., R.F. McLean, J. Agard, L.P. Briguglio, V. Duvat-Magnan, N. Pelesikoti, E. Tompkins, and A. Webb. Small islands. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1613-1654.
- Horton, P., Schaefli, B., Hingray, B., Mezghani, A. und Musy, A. (2005). Prediction of climate change impacts on Alpine discharge regimes under A2 and B2 SRES emission scenarios for two future time periods (2020–2049, 2070–2099), *Technical report*.
- Institute for European Environmental Policy. (2013). Impact of climate change on all european island – Final report. In *Stop Climate Change. Documents*. [http://stopclimatechange.net/fileadmin/content/documents/climate%20policy/Final\\_report\\_EP\\_CCimpacts\\_on\\_islands\\_plus\\_Cas\\_Studies\\_web.pdf](http://stopclimatechange.net/fileadmin/content/documents/climate%20policy/Final_report_EP_CCimpacts_on_islands_plus_Cas_Studies_web.pdf) (page consultée le 10 octobre 2015)
- Ifrecor (2008). Inscription au Patrimoine de l'Humanité. Site 1 Grand Lagon Sud. Nouvelle-Calédonie. 1-48.
- Job, S., Virly, S., Guiguin, N. (2009). Définition d'indicateurs de suivi de l'état de santé des zones récifolagunaires de Nouvelle-Calédonie face au changement climatique. *Rapport final d'opération ZONECO*. 1-193.
- Lammel, A., Dugas, E. & Guillen, E. (2011). Traditional way of thinking and prediction of climate change in New Caledonia (France). In *Indian Journal of Traditional Knowledge*. Vol. 10(1), January 2011, pp13-20.
- Lehodey P., Hampton J., Brill R. W., Nicol S., Senina I., Calmettes B., Pörtner H. O., Bopp L., Ilyiana T., Bell J.D., Sibert J. (2011). Vulnerability of oceanic fisheries in the tropical Pacific to climate change. In Bell J.D & Hobday A.J (eds): *Vulnerability of tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to climate change*. Secretariat of the Pacific Community, Nouméa, New-Caledonia.
- Leslie, L.M., Karoly, D.J., Leplastirer, L et Buckley, B.W. (2007). Variability of tropical cyclones over southwest Pacific Ocean using high-resolution climate model. *Meteorology and Atmospheric Physics*, vol 97, n°1-4, p.171-180
- Locatelli, B. (2013). Services écosystémiques et changement climatique. In *Environmental and Society*. Université de Grenoble.
- Maitrepierre, L. (2012). Le type de temps et les cyclones, les éléments du climat. In *Atlas de la Nouvelle-Calédonie*. IRD Eds. : 53 - 60 pp.
- MEA. (2005). Walter V. Reid, Harold A. Mooney, Angela Cropper, Doris Capistrano, Stephen R. Carpenter, Kanchan Chopra, Partha Dasgupta, Thomas Dietz, Anantha Kumar Duraiappah, Rashid Hassan, Roger Kaspersen, Rik Leemans, Robert M. May, Tony (A.J.) McMichael, Prabhu Pingali, Cristián Samper, Robert Scholes, Robert T. Watson, A.H. Zakri, Zhao Shidong, Neville J. Ash, Elena Bennett, Pushpam Kumar, Marcus J. Lee, Ciara Raudsepp-Hearne, Henk Simons, Jillian Thonell, et Monika B. Zurek & al. (2005). *Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire*. UN Millennium Ecosystem Assessment (MEA).
- Météo France (2014). Climat en Nouvelle-Calédonie. In Météo France. Nouvelle-Calédonie. <http://www.meteo.nc/climat/changement-climatique> (page consulté le 30 août 2015).
- Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) (2012). Les outre-mer face au défi du changement climatique – Rapport au Premier Ministre et au Parlement. In Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. *La documentation française*.
- Paradis, P. (2014). Risques et adaptation aux changements climatiques dans les méthodes de réhabilitation minière en milieu tropical : cas de la Nouvelle-Calédonie. *Essai de double diplôme*. Université de Sherbrooke. 1 – 100.
- Romieux, N. (2011). Synthèse et régionalisation des données pluviométriques de la Nouvelle Calédonie. Direction des Affaires Vétérinaires Alimentaires et Rurales, Service de l'eau des statistiques et études rurales, Observatoire de la ressource en eau, Gouvernement de Nouvelle Calédonie.

- Secrétariat de la Communauté du Pacifique (CPS). (2011). Bell, J, D., Adam, T, J-H., Johnson, J, E., Hobday, A, J., Gupta, A, S. (2011). Pacific communities, fisheries, aquaculture and climate change: An introduction. In Bell, J, D., Hobday, A, J. (eds). *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. 1-48. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community.
- SGNC. (2012). Auteurs : Savin, B., Maurizot, P., Vendé-Leclerc., M. (2012). Carte géologique du Grand Sud de Nouvelle-Calédonie au 1/50 000: 1ère édition. Service Géologique de Nouvelle-Calédonie.
- Union des Femmes Francophones d'Océanie (UFFO). (2014). Genre et changement climatique : introduction. Auteurs : d'Ornano, M. et Leduc, B. Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 1-36.
- Ville Fluctuante (2015). L'adaptation au changement climatique des paysages littoraux. <http://www.villefluctuante.com/2015/04/l-adaptation-au-changement-climatique-des-paysages-littoraux.html>
- Weinberger D, Baroux N, Grangeon JP, Ko AI, Goarant C. (2014) El Niño Southern Oscillation and leptospirosis outbreaks in New Caledonia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 8(4):e2798