HAL
open science

# Eau et Santé

Isabelle C. Biegala, Yann Barguil, Chollet Stéphane, Bétrancourt Jérôme, Saume, Karine

## To cite this version:

Isabelle C. Biegala, Yann Barguil, Chollet Stéphane, Bétrancourt Jérôme, Saume, Karine. Eau et Santé. Au Fil de l'eau CRESICA, 2019. ird-03759278

**HAL Id: ird-03759278**

**https://ird.hal.science/ird-03759278v1**

Submitted on 24 Aug 2022

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

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

# AU FIL DE L'EAU

## Nouméa 2019

Workshop des 17 et 18 septembre

CRESICA

Punc
PRESSES UNIVERSITAIRES
DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

# AU FIL DE L'EAU

Nouméa 2019

Workshop des 17 et 18 septembre

© 2020 Presses universitaires de la Nouvelle-Calédonie

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit sans l'autorisation écrite de l'université de la Nouvelle-Calédonie.

ISBN : 979-10-91032-14-8
Presses universitaires de la Nouvelle-Calédonie
Avenue James Cook – BP R4 – 98851
Nouméa CEDEX, Nouvelle-Calédonie
unc.nc

Coordination éditoriale et appuis rédactionnels : Françoise Cayrol pour les PUNC et Claire Tatin pour le CRESICA
Publication assurée par Françoise Cayrol pour les PUNC
PAO : © Eteek

# AU FIL DE L'EAU

Nouméa 2019

Workshop des 17 et 18 septembre

Avec le soutien de :

## REMERCIEMENTS

Le programme ainsi que l'événement « Au fil de l'eau » ont bénéficié du soutien du haut-commissariat de la République en Nouvelle-Calédonie, du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et de celui des provinces des Îles Loyauté, Nord et Sud.

Nous tenons également à remercier les photographes, amateurs ou professionnels, qui ont contribué aux illustrations de cet ouvrage.

## AVERTISSEMENT

Afin de rendre ce livret le plus pratique possible à qui s'intéresse aux problématiques de l'eau et de ses usages, les responsables des projets (partie 1) et les chercheurs qui y participent sont regroupés dans un encart gris à la fin de chaque présentation et les participants aux ateliers (partie 2) sont listés à la fin de l'ouvrage avec leur fonction et leur appartenance.

# SOMMAIRE


| | |
|---|---|
| Discours introductifs des 17 et 18 septembre 2019 | 8 |
| Propos introductifs au livret | 11 |
| **Jour 1** | |
| *Les projets, volet 1 « Continuum de projets du massif au milieu récepteur » et volet 2 « Goutte »* | **13** |
| NICKEL-CHROME (volet 1) | 14 |
| ASSURPLUHYT (volet 1) | 17 |
| TREMOR (volet 1) | 19 |
| SEARSÉ (volet 1) | 21 |
| MECAFLOC (volet 1) | 23 |
| PEMPOM (volet 1) | 26 |
| GOUTTE (volet 2) | 30 |
| **Jour 2** | |
| *Les ateliers* | **35** |
| Eau et santé | 36 |
| Eau et gouvernance | 40 |
| Eau et environnement | 44 |
| Références | 48 |
| Pour aller plus loin | 49 |
| Liste des sigles | 52 |
| Liste des participants aux ateliers | 55 |

# DISCOURS INTRODUCTIFS des 17 et 18 septembre 2019

*Côte Est, petit Borendi – © F. Wenger/province Sud*

Mesdames et Messieurs les membres du congrès,
Mesdames et Messieurs les membres des assemblées des provinces,
Monsieur le secrétaire général adjoint du haut-commissariat de la République en Nouvelle-Calédonie,
Monsieur le représentant du CESE,
Messieurs les représentants des organismes membres du CRESICA,
Chers étudiants et chers collègues,
Mesdames et Messieurs,

Bienvenue à l'université de la Nouvelle-Calédonie pour ces deux journées de travail consacrées à une restitution intermédiaire du programme de recherche partagé du CRESICA « Au fil de l'eau ». C'est à double titre que je vous souhaite la bienvenue, d'une part, en tant que président du CRESICA et, d'autre part, en tant que président de l'université.

Nous sommes réunis à l'université au cours de ces deux journées pour faire un point d'étape concernant ce programme de recherche dont les enjeux scientifiques et institutionnels sont importants.

Je veux resituer rapidement le contexte de nos travaux et les objectifs que nous nous étions fixés après la rédaction du « Projet scientifique partagé », afin que, à l'issue de ces deux journées, nous puissions bien mesurer le chemin parcouru et celui qui reste à faire.

Dans les toutes premières années du CRESICA, nous nous sommes attelés, au niveau du comité de site, à la rédaction d'une fiche projet pour le Contrat de Développement État-Intercollectivités (CDEI), afin de proposer un programme de recherche qui, issu du projet partagé, serait centré sur une problématique commune et transversale : la gestion intégrée de l'eau et de ses usages. C'est ainsi, en lien étroit avec les collectivités, qu'est né le programme « Au fil de l'eau ».

La raison principale du choix de cette thématique est que, en Nouvelle-Calédonie comme dans toutes les régions du monde, l'eau est au centre d'enjeux majeurs.

Sur le plan scientifique tout d'abord, le programme est en lien étroit avec la valorisation du capital naturel, la santé et la gouvernance des ressources et des espaces, deux des trois principaux thèmes du CRESICA.

Sur le plan institutionnel, son ambition est de fournir un appui aux politiques publiques, qui s'articule à la Politique de l'Eau Partagée (PEP). Notre programme s'inscrit dans le cadre du schéma d'Aménagement et de développement NC 2025, avec notamment le renforcement du continuum enseignement supérieur-recherche et innovation, ainsi que dans les cadres suivants :

- les Assises de l'eau, organisées en 2008, par le conseil Économique et Social ;
- la Stratégie Territoriale pour l'Innovation (STI), qui inclut, parmi les 4 domaines de spécialisation, la préservation et la gestion de l'environnement et des ressources naturelles de la chaîne au récif ;
- le Schéma stratégique énergie-climat, qui vise entre autres à identifier et mettre en œuvre des mesures d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

Plus précisément, lorsque nous avons rédigé le programme « Au fil de l'eau », il s'agissait alors de définir et de mettre en œuvre des projets de recherche et d'expérimentations *in situ* qui se devaient de répondre à ces objectifs :

- établir un bilan des connaissances existantes liées à la problématique « eau » (et notamment identifier les problématiques prioritaires) ;
- acquérir des connaissances scientifiques sur la ressource en eau ;
- mettre en place des projets de caractérisation des hydrosystèmes (qualité, quantité, fonctionnement, suivi des impacts) ;
- mettre en perspective cette connaissance au regard des enjeux sociétaux, des usages et des modes de gouvernance pour une aide à la décision ;
- étudier la gouvernance de l'eau, en appui à la définition d'une politique de l'eau, avec une optique d'évolution du corpus réglementaire ceci dans un contexte de compétences croisées eau-environnement-agriculture-santé, en incluant bien sûr la gestion sur terre coutumière, la définition de normes et la recherche de solutions adaptées au financement des politiques publiques.

Ces objectifs concernaient avant tout des domaines transversaux entre l'eau, ses usages et ses impacts, ceci à partir d'une approche de gestion intégrée de l'eau, à l'échelle du bassin versant, dans un continuum terre - mer.

Leur finalité était, d'une part, d'appuyer les politiques publiques concernant la gestion intégrée de l'eau et de ses usages et, d'autre part, de consolider la politique de site en matière d'Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation (ESRI) en Nouvelle-Calédonie, en associant les collectivités et le monde économique.

Les deux journées [du workshop des 17 et 18 septembre] visent à nous positionner par rapport à l'atteinte de ces objectifs. Un tel point d'étape est essentiel. Il s'agit, dans un premier temps, au cours de la première journée, de présenter l'état d'avancement des projets en cours et, dans un second temps, de formuler des questions de recherche en adéquation avec les besoins de la Nouvelle-Calédonie

Pour terminer ce mot d'accueil, je voudrais remercier les chercheurs en soulignant le bel esprit partenarial dans lequel tous travaillent et qui est fondamentalement celui du CRESICA. Mes remerciements vont particulièrement à Séverine Bouard (IAC), cheffe de projet GOUTTE (La gouvernance de l'eau sur terres coutumières en Nouvelle-Calédonie : de la connaissance des usages et des savoirs à la production d'outils de gestion et de politiques adaptés) et à Cécile Dupouy (IRD), coordinatrice du volet « Continuum de projets du massif au milieu récepteur », ainsi que les chefs de projets de ce volet : Cyrille Goarant (IPNC), Francine Baumann et Yann Barguil (CHT), Yves Letourneur (UNC), Michaël Meyer (UNC) et Hugues Lemonnier (Ifremer).

Un grand remerciement également aux financeurs qui ont alloué des moyens importants au programme « Au fil de l'eau » financé dans le cadre du Contrat de Développement État-Intercollectivités (CDEI) : l'État (et donc les services du haut-commissariat), le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, les provinces des Îles Loyauté, Nord et Sud.

Je veux également saluer les équipes techniques et notamment la cellule d'animation du CRESICA, les services la communication, de la logistique et de l'audiovisuel de l'UNC, qui se sont mobilisés pour organiser et accueillir cet événement dans les meilleures conditions.

Mon dernier mot sera de vous souhaiter de fructueuses journées d'échanges autour de notre programme commun.

Gaël Lagadec,
Président du CRESICA,
Président de l'université de la
Nouvelle-Calédonie

*Gérard Fallon – © UNC*

Lorsqu'en début d'année 2017, les présidents d'exécutif des provinces et du gouvernement ont souhaité lancer une réflexion « exploratoire » sur ce que pourrait être la formalisation d'une politique de l'eau pour la Nouvelle-Calédonie, la première difficulté à laquelle s'est trouvée confrontée la petite équipe missionnée à cet effet a été celle de la méthode : comment aborder un champ de préoccupations aussi composite et foisonnant ? Comment définir des axes de forces, des grandes orientations susceptibles d'étayer un plan d'action ? Le cheminement retenu a finalement été simple : une phase d'inventaire des différents domaines d'intervention ; une phase de caractérisation des enjeux (en quoi les sujets identifiés sont-ils importants ?) ; une phase d'identification des difficultés rencontrées par les services dans leur action quotidienne de gestionnaires de l'eau ; un début d'organisation et de hiérarchisation d'ensemble. Dans ces travaux d'approche, et alors que la question des moyens – financiers notamment – semblait pouvoir devenir un facteur de blocage et donc d'inaction, il est en fait apparu comme une évidence qu'avant de mobiliser des moyens d'action, il fallait d'abord mobiliser les acteurs eux-mêmes.

Le travail « interservices » est ainsi peu à peu devenu « le » format de travail permettant de regrouper, dans une même collégialité technique, les services gestionnaires de l'eau des collectivités et instances détenant une autorité de décision dans ce domaine (gouvernement, provinces, communes, organisation coutumière).

Au-delà de cette Mission Interservices de l'Eau (MISE), c'est l'ensemble des acteurs de l'eau qu'il a fallu mobiliser, et c'est dans cette perspective que le congrès de la Nouvelle-Calédonie a formalisé un Forum annuel de l'eau, qui sera un temps de rencontres et d'échanges entre les multiples acteurs impliqués dans la construction et la mise en œuvre de la politique de l'eau.

Alors que la MISE s'organisait pour devenir en 2018 une pièce maîtresse dans l'animation des travaux d'élaboration de la Politique de l'Eau Partagée (PEP), jusqu'à l'adoption de son schéma d'orientation par le congrès en mars dernier, une démarche de même origine – politique – cheminait dans le monde calédonien de la recherche, mue par des préoccupations fort similaires : organiser les programmes d'intervention – de recherche – sur l'eau selon des axes cohérents et mobiliser des moyens humains et financiers, avec l'opportunité de trouver, dans les contrats de développement proposés par l'État, un cadre de réalisation.

Ainsi naissait le programme « Au fil de l'eau », porté par le CRESICA dans une optique de pluridisciplinarité garante d'une mobilisation des complémentarités au service d'une vision globale de l'eau.

Démarche CRESICA et démarche MISE se côtoyaient, la première en avance sur la seconde, et semblaient progresser sur des voies parallèles, avec le risque donc… de ne pas se rencontrer. C'est la question de la gouvernance qui a assuré la connexion entre les deux démarches : gouvernance du programme « Au fil de l'eau », mais aussi gouvernance de la MISE et plus généralement gouvernance de la PEP, sujets largement susceptibles d'alimenter les travaux des chercheurs et des décideurs.

Les contacts établis lors de la mission confiée par le CRESICA à Olivier Sudrie ont confirmé, s'il en était besoin, la nécessité et l'importance des relations de « fertilisation croisée » (mais en ce domaine, on devrait plutôt parler « d'irrigation croisée ») entre chercheurs et décideurs, le cas échéant *via* les services qui préparent les décisions puis sont chargés de les mettre en application. Les travaux des premiers apportent les éléments de connaissance et de compréhension nécessaires aux seconds, sur des sujets techniques (dans les domaines de l'eau-santé, de l'eau-environnement, etc.) ou sociétaux (comment une société « vit-elle » sa relation à l'eau, comment concilie-t-elle des enjeux souvent différents et antagonistes ?). La recherche éclaire ainsi les choix de politique publique qui incombent aux décideurs pendant que ces derniers, pour leur part, vont exprimer leurs attentes, lesquelles, une fois traduites en problématiques, vont pouvoir orienter et nourrir les programmes de recherche.

Démarche CRESICA et démarche MISE ne sont donc pas parallèles, elles sont concomitantes et imbriquées et convergent vers une même finalité : la gestion durable de l'eau dans ses diverses dimensions (économique, sociale, environnementale, culturelle) avec un chapeau commun, celui de la gouvernance.

Et c'est tout l'intérêt de ce workshop que de promouvoir un temps fort de partage entre acteurs publics et privés, chercheurs et gestionnaires, dont les réflexions et propositions vont pouvoir contribuer à l'identification de pistes pertinentes de recherche au service de la politique publique de l'eau en Nouvelle-Calédonie.

Gérard Fallon
Directeur de la DAVAR,
gouvernement de la Nouvelle-Calédonie

## PROPOS INTRODUCTIFS au livret

*Claire Tatin – © UNC*

Comme l'ont souligné les discours, les questions sur l'eau en Nouvelle-Calédonie sont devenues prioritaires depuis quelques années et attirent l'attention, notamment celle des acteurs publics et de la recherche. Aussi, le CRESICA a décidé à mi-parcours du programme « Au fil de l'eau » d'organiser un workshop pour faire un état des lieux public de l'avancement des travaux et proposer un espace de dialogue largement ouvert sur cette thématique.

Ce workshop « Au fil de l'eau », qui a rassemblé pas moins de 120 participants, a permis un premier rendu des travaux menés en commun par les chercheurs membres du CRESICA. Il constitue aussi un point d'étape majeur pour le CRESICA car il fait en quelque sorte le lien au sein du programme de recherche entre les projets « première génération : 2018-2020 » et ceux qui seront issus du second appel à manifestation d'intérêt (dès 2021). En effet, le workshop visait, d'une part (jour 1), la présentation à un large public de l'avancement des travaux des 7 projets « première génération : 2018-2020 », volet 1 « Continuum de projets du massif au milieu récepteur » et volet 2 « Goutte », et, d'autre part (jour 2), au travers de 3 ateliers thématiques pluridisciplinaires largement ouverts aux représentants de la société néo-calédonienne, l'émergence de problématiques de recherche étroitement liées aux besoins du terrain. Les résultats de ces ateliers serviront de base de réflexion à la construction du second appel à manifestation d'intérêt du CRESICA, donc à l'élaboration des projets « seconde génération » de ce programme.

Les 3 ateliers centrés sur les thématiques « eau et santé », « eau et gouvernance » et, enfin, « eau et environnement » ont permis la mise en place d'espaces de dialogues en petits groupes autour de questions de recherche en rapport avec les besoins propres de la Nouvelle-Calédonie. Lors de l'atelier « Eau et santé », il a été noté à juste titre que le découpage thématique, bien que facilitant l'organisation, a limité les échanges : les déterminants des interactions entre l'eau et la santé des populations se situant très souvent à l'interface des problématiques environnementales. Lors de l'inscription aux ateliers, il avait été demandé à tous les participants, issus d'horizons très divers, bureaux d'études, élus et techniciens des collectivités, chercheurs, associations, etc., de répondre à un questionnaire centré sur leurs besoins et leurs questionnements. C'est sur ces données de départ que les animateurs des ateliers se sont appuyés pour amorcer les discussions de deux heures chacune. Soulignons qu'à l'issue de ces échanges, les participants à l'atelier « Eau et environnement » ont tout particulièrement manifesté leur souhait de pouvoir de nouveau être réunis au cours d'une rencontre adoptant un format proche de cet atelier participatif.

Face à la richesse des échanges, et alors qu'une collection CRESICA venait d'être créée aux Presses universitaires de la Nouvelle-Calédonie, il restait à en faire un synthèse sous forme de livret afin d'atteindre un public encore plus large. La collection CRESICA rassemble des productions communes aux chercheurs des neufs organismes membres, qu'il s'agisse d'actes de colloques, de restitutions d'ateliers ou encore de projets de recherche. Ce livret, deuxième ouvrage de cette collection, propose donc un état des lieux synthétique des 7 projets en cours du programme « Au fil de l'eau », tels qu'ils ont été présentés le 17 septembre, et met à disposition du plus grand nombre les idées fortes qui sont ressorties des trois ateliers thématiques du 18 septembre. Merci à Françoise Cayrol, coordinatrice des presses, sans qui cet ouvrage n'aurait pas pu voir le jour.

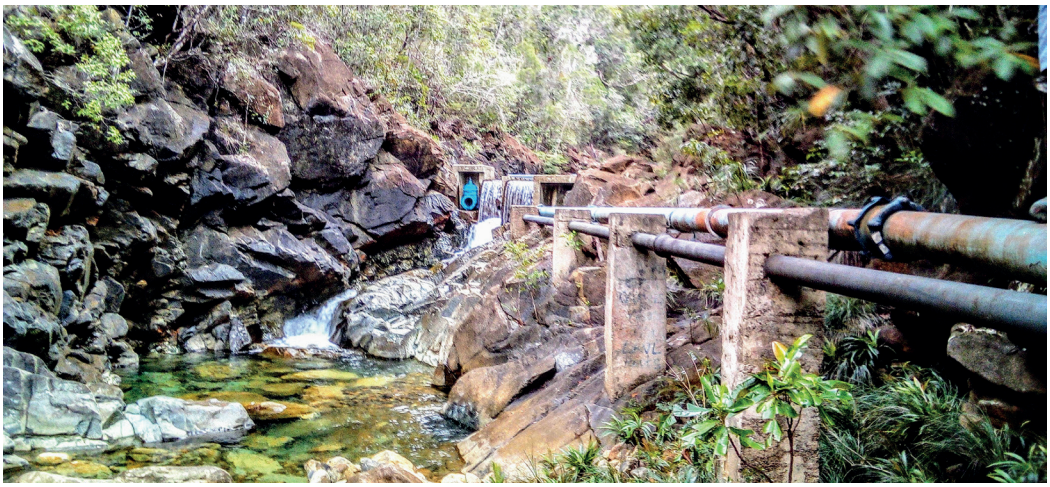
Claire Tatin
Chargée de mission animation
et ingénierie de projets du CRESICA

*Côte Est, petit Borendi – © F. Wenger/province Sud*

Au fil de l'eau

# JOUR 1 – LES PROJETS

# NICKEL-CHROME (volet 1)
# Étude de l'exposition humaine aux métaux nickel et chrome *via* l'eau de distribution de l'île des Pins, Houaïlou, Poya et Lifou



*Captage d'eau de distribution – © F. Baumann/Le Banyan Bleu*

Les sols de la Nouvelle-Calédonie, développés sur un substratum ultrabasique, sont enrichis en métaux tels que le nickel (Ni) et le chrome (Cr). Les processus d'altération et d'érosion de ces sols peuvent conduire à l'augmentation des concentrations en Ni et Cr dans les eaux de surface et les aquifères (formation géologique contenant la réserve en eau), d'une part, et à engraver les cours d'eaux, d'autre part. Ni et Cr sont ainsi susceptibles d'être présents dans l'eau des creeks et des rivières, sous formes dissoutes ou particulaires et dans les aquifères, contaminant les captages d'Eau Destinée à la Consommation Humaine (EDCH) et constituant ainsi une source potentielle d'exposition. Or Ni et Cr, en particulier le Cr hexavalent (Cr-VI), sont connus pour leur toxicité chez l'homme (cancers, allergies, etc.).

*Captage d'eau de distribution – © F. Baumann/Le Banyan Bleu*

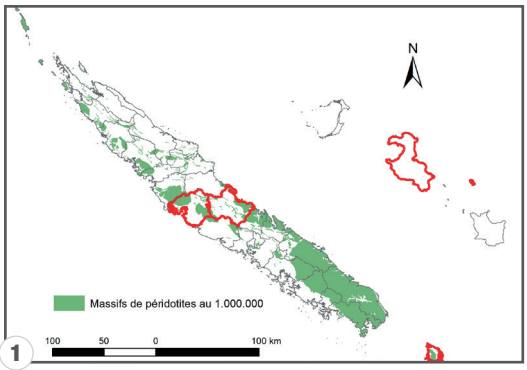
Un premier projet, financé par le CNRT (2015-2017), METEXPO (METaux-EXPOsition), avait mis en évidence des concentrations élevées de Ni et/ou de Cr dans les urines des habitants de Nouvelle-Calédonie, en particulier chez les jeunes et les personnes âgées. Par exemple, 90 % des échantillons d'urine prélevés chez les enfants montraient des concentrations en Cr supérieures à la valeur de référence. Une source possible de contamination des habitants pourrait être l'EDCH.

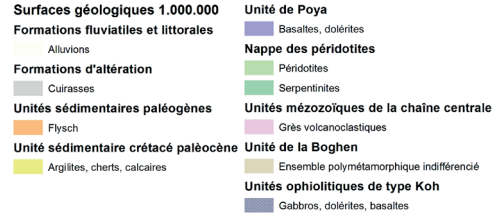
S'appuyant sur ces résultats, le projet Ni-Cr commencé en 2018 prendra fin en 2020. Il a pour objectifs :

- d'évaluer le niveau d'exposition des populations en Ni, Cr et Cr-VI, via les EDCH ;
- d'analyser les concentrations en Ni et en Cr dans les urines des populations ;
- d'étudier les corrélations entre Ni et Cr dans l'EDCH, dans l'urine des populations et l'ensemble des paramètres environnementaux.

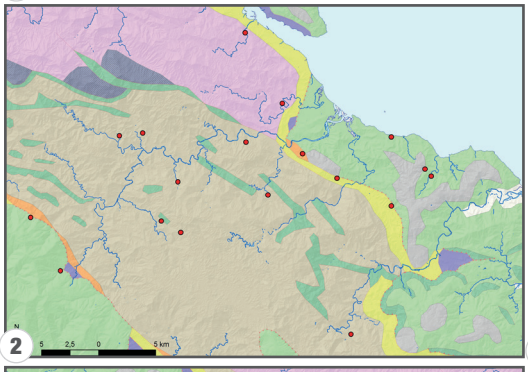
Ce projet vise également à proposer des hypothèses concernant l'origine de l'exposition à ces métaux, à évaluer le rôle des épisodes météorologiques dans leur dispersion et à identifier les populations à risque, ceci afin de permettre la mise en œuvre de mesures de protection de la population locale par les autorités de santé publique et d'orienter, le cas échéant, les schémas d'alimentation en eau potable.

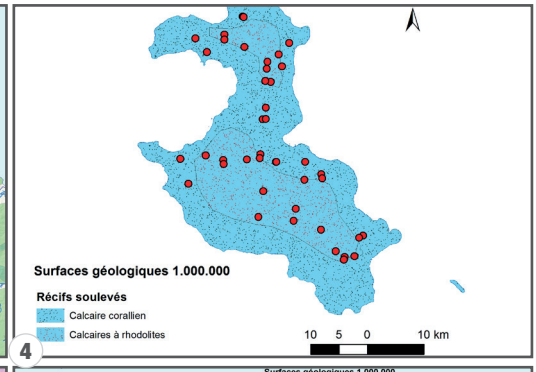
L'étude se déroule sur quatre communes, choisies en fonction de trois critères : les concentrations urinaires élevées de Ni ou de Cr trouvées chez les habitants, l'étroite collaboration déjà mise en place avec les dispensaires lors du projet METEXPO et la représentation

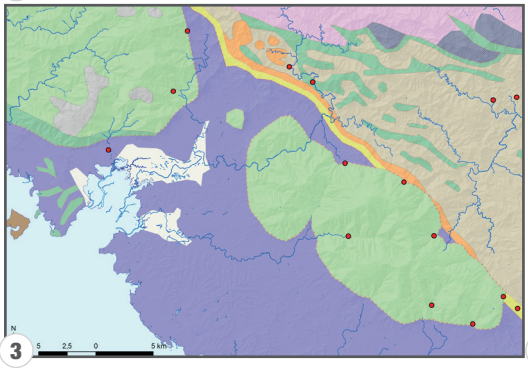


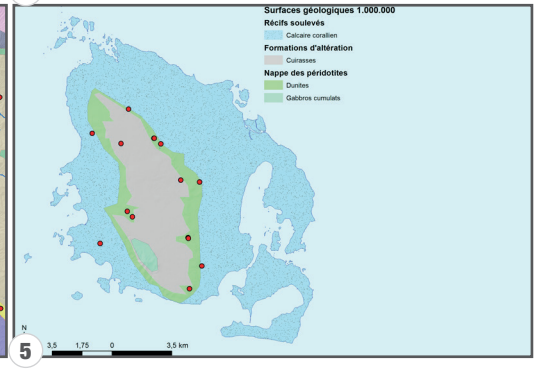




**1.** *Carte géologique de la Nouvelle-Calédonie et des quatre secteurs d'études* – **2.** *Commune de Houaïlou* – **3.** *Commune de Poya* – **4.** *Commune de Lifou* – **5.** Commune de l'île des Pins
*Les points rouges indiquent les sites de prélèvement d'eau (captages, forages) – © J. Jeanpert/DIMENC*




des trois provinces de Nouvelle-Calédonie au sein du projet. En 2018, nous avons échantillonné les communes de Houaïlou et de l'île des Pins ; l'étude se poursuit sur Poya et Lifou.

## Approche, méthode et compétences mobilisées

### Échantillonnage et analyse de l'EDCH

En termes de méthode, il s'agit d'effectuer, en collaboration avec les services communaux, des prélèvements d'EDCH dans chaque captage et au robinet des personnes participant à l'étude des concentrations urinaires en Ni et Cr. Les analyses en Ni, Cr total (par ICP-MS) et Cr-VI (par colorimétrie) de ces prélèvements sont réalisées au LAMA-IRD, à Nouméa, pour la fraction dissoute (<0,2µm) et au CEREGE, à Aix-en-Provence, pour les eaux brutes (dissous et particulaire par ICP-MS).

### Échantillonnage et analyse des concentrations urinaires en Ni et Cr

Dans chacune des communes retenues pour l'étude, les dispensaires concernés recrutent 100 sujets, après consentement éclairé, répartis selon le sexe et l'âge.

*Point d'eau ménager extérieur – © F. Baumann/Le Banyan Bleu*

Un questionnaire portant sur les habitudes alimentaires est réalisé par une épidémiologiste lors du prélèvement d'eau du robinet. Les urines sont prélevées au dispensaire et transportées au CHT de Nouméa par les circuits habituels. Ni et Cr urinaires seront analysés en 2020 par un laboratoire certifié, avec dosage de la créatinine urinaire afin de normaliser ces concentrations.

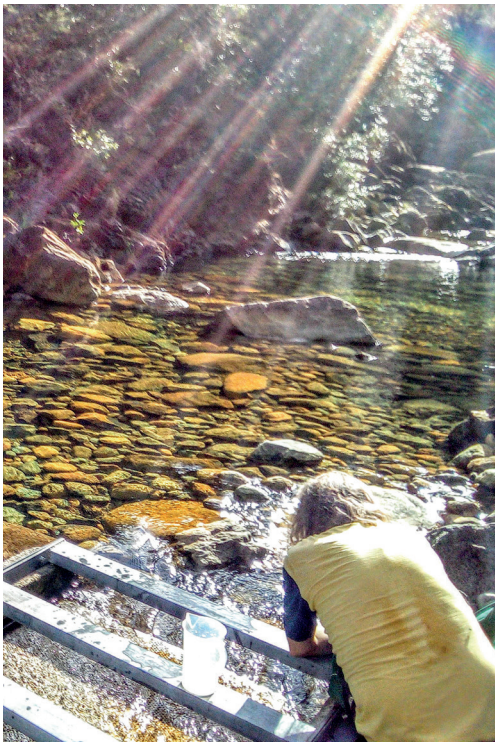
**Analyse de l'origine des EDCH**
Les sites de prélèvement (superficiels, nappes et robinets) et les concentrations mesurées seront reportés sur un SIG (Système d'Information Géographique). Chaque bassin versant sera étudié afin de mieux comprendre les concentrations en Ni et Cr dans les EDCH. Ce travail sera réalisé à Nouméa par des hydrogéologues de la DIMENC et du BRGM.

**Analyse des liens entre la présence de Ni et Cr dans l'eau et dans les urines**
Des analyses statistiques multidimensionnelles seront réalisées par une bio statisticienne. Elles porteront sur l'ensemble des résultats (concentrations des EDCH et des urines en Ni et en Cr), en intégrant les covariables sociodémographiques, alimentaires et environnementales.

## Premiers résultats

Les résultats actuels montrent que Cr et Ni des EDCH sont surtout présents sous forme dissoute (prélèvements réalisés jusqu'alors hors période de crue). On note une forte variabilité de la proportion du Cr-VI : entre 1 et 80 % du Cr total. Le Ni dissous montre aussi une grande variabilité : entre 1 et 100 µg/L. Les échantillons prélevés sur l'île des Pins montrent les plus fortes concentrations allant jusqu'à 100 µg/L pour le Ni, Cr 42 µg/L et Cr-VI 19 µg/L, avec une relative homogénéité sur l'ensemble de la commune. Sur Houaïlou et Poya on note une variabilité des concentrations en relation avec la diversité géologique des bassins versants ; en particulier, Cr-VI < 20 µg/L avec deux points plus élevés : 39 et 56 µg/L sur Houaïlou. Les concentrations maximales sont plus faibles sur la commune de Poya, Ni : 10 µg/L et Cr : 27 µg/L. Lifou montre les concentrations les plus basses, avec les maximums Ni : 3,2 µg/L, Cr : 4,5 µg/L et Cr-VI : 3,8 µg/L.

*Cours d'eau, Nouvelle-Calédonie – © F. Wenger/province Sud*



*Prélèvement d'eau en vue d'analyses – © F. Baumann/Le Banyan Bleu*

**Perspectives**

Il reste à finaliser les enquêtes épidémiologiques et un deuxième échantillonnage des EDCH lors des périodes de crue. Les analyses d'urines seront réalisées en 2020, suivies par les analyses statistiques et restitutions cartographiques.
Au vu des premiers résultats, il apparaît que l'EDCH ne semble pas être source d'exposition au Cr à Lifou, bien que le projet METEXPO ait montré des concentrations particulièrement élevées dans les urines des habitants. Pour les communes de Poya et de Houaïlou, il reste à relier les concentrations en Ni et Cr avec la géologie de surface des bassins-versants et celle des aquifères. Pour l'île des Pins, Ni et Cr montrent des valeurs fortes, il conviendrait de suivre plus régulièrement et plus précisément ces EDCH.
Si l'absence de corrélation entre les teneurs en Ni et Cr des eaux distribuées et celles des urines se confirme sur les quatre communes étudiées, il sera intéressant de poursuivre le travail par une étude du rôle éventuel de l'alimentation dans l'exposition humaine au Ni et au Cr.

Francine Baumann (Le Banyan Bleu), Yann Barguil (CHT), Jean-Paul Ambrosi (CNRS), Julie Jeanpert (DIMENC), Léocadie Jamet (IRD) et Vincent Mardhel (BRGM)

# ASSURPLUHYT (volet 1)
# Aspects sanitaires des eaux de surface : une approche pluridisciplinaire de la contamination hydrique par la leptospirose sur un site pilote à Touho

*Programmation du préleveur automatique sur une des parcelles d'étude à Touho – © C. Goarant/IPNC*

La leptospirose est une zoonose (maladie commune à l'homme et certains animaux) d'origine bactérienne sévère de répartition mondiale. Responsable de plus d'un million de cas et près de 60 000 morts chaque année, elle affecte tout particulièrement les populations rurales d'Océanie, continent où son incidence est la plus élevée au monde. La contamination, saisonnière et liée aux fortes pluies, se fait au contact de sols ou d'eaux contaminés.

En dépit de cette exposition élevée de la population et de la sévérité potentielle de la maladie dont les leptospires pathogènes sont responsables, le mode de vie et les mécanismes de survie dans l'environnement de ces bactéries sont mal connus. Le projet ASSURPLUHYT (2018-2020) vise à combler ces lacunes en décrivant l'habitat et les préférences écologiques des leptospires pathogènes et les modalités de leur mise en suspension dans les eaux lors des pluies.

En Nouvelle-Calédonie, 15 à 200 cas sont identifiés par an et la maladie est responsable de décès chaque année (entre 1 et 18 par an depuis 1997). De meilleures connaissances de la survie des leptospires dans l'environnement et de la durée de leur présence dans les eaux lors des pluies permettront d'améliorer la prévention.

## Approche, méthode et compétences mobilisées

Le projet mobilise des compétences en microbiologie, hydrologie, hydrochimie et géochimie de l'IPNC, l'IRD et l'UNC. L'approche choisie combine des observations, des prélèvements de terrain et des études en laboratoire. Elle se décompose en deux volets visant à :

- identifier et caractériser les sols favorables à la survie des leptospires ;
- quantifier la présence de leptospires dans l'eau pendant et après les crues.

## Terrain(s) d'étude

Les terrains d'étude tiennent compte de ces deux volets. Du fait de la rareté des eaux de surface et de la maladie aux îles Loyautés, les échantillons de sols ont été prélevés uniquement sur la Grande Terre. Ces sols ont été sélectionnés de manière à représenter la diversité pédologique de l'île.

Touho a été choisi pour y mener la recherche hydrologique car la leptospirose y a une forte incidence. Le site d'étude est le bassin versant de la Thiem, initialement aménagé pour des études hydrologiques dans le cadre d'un projet régional « Restauration des Services Écosystémiques et Adaptation au Changement Climatique », RESCCUE (2014-2019), et dont les équipements ont été renforcés par la province Nord et le CRESICA. Ce projet a été financé par l'Agence française de développement (8,5 millions d'euros) et il associe la Polynésie française, Fidji, Vanuatu et la Nouvelle-Calédonie.

Trois parcelles de surfaces et de pentes comparables, représentant des couverts végétaux contrastés, sont aujourd'hui étudiées : savane à niaoulis, forêt impactée par les cerfs et les cochons sauvages et forêt mise en

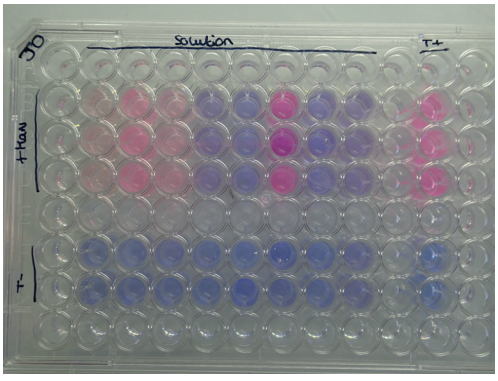
*Préleveur automatique en position à la sortie d'une des parcelles d'étude à Touho – © C. Goarant/IPNC*

défens. L'objectif du projet est d'étudier l'hypothèse d'une persistance des leptospires dans les sols, et de leur mobilisation par les eaux de ruissellement lors des épisodes pluvieux.

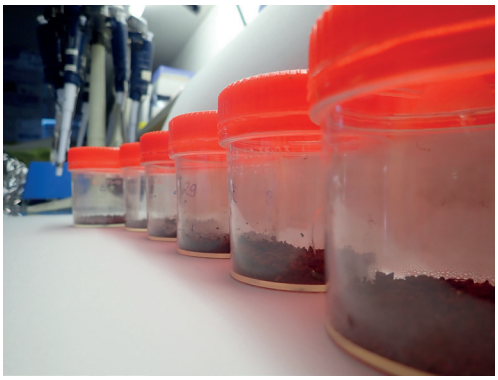
## Premiers résultats

Des travaux récents publiés par l'IPNC en amont du projet confirment que les sols constituent l'habitat originel des leptospires, supportant l'hypothèse d'ASSurPluHyT. En ce qui concerne le projet lui-même, un total de 37 sols représentatifs des différents types pédologiques existant sur la Grande Terre ont été prélevés puis analysés par le Laboratoire des Moyens Analytiques de l'IRD (LAMA). Des leptospires du groupe des espèces pathogènes ont été mis en évidence par qPCR sur 8 de ces 37 sols (21,6 %). Des solutions de ces sols ont été préparées, puis analysées (toujours par le LAMA) et utilisées pour évaluer leur capacité à permettre la survie des leptospires. Les leptospires montrent en effet des durées de survie contrastées dans ces solutions de sols, qui ne peuvent cependant pas être expliquées aujourd'hui par les paramètres dosés ou mesurés. D'autres hypothèses sont envisagées et d'autres mesures sont effectuées.

Les prélèvements d'eau réalisés en sortie de parcelle confirment la présence de leptospires dans les eaux de ruissellement lors des fortes pluies. Néanmoins, une quantification précise n'a pas été possible et nous avons montré en laboratoire que la conservation des échantillons dans le préleveur (inévitable du fait des difficultés d'accès lors de fortes pluies) s'accompagne d'une baisse rapide de la concentration en leptospires. Différentes solutions sont envisagées permettant une meilleure conservation des échantillons, qui consisteraient à placer le préleveur à un endroit plus accessible ou à mettre au point une méthode permettant d'y bloquer la dégradation des ADN bactériens.




*Microcosmes pour l'étude de la survie de* Leptospira interrogans *dans des solutions – © C. Goarant/IPNC*



*Microcosmes pour l'étude de la survie de* Leptospira interrogans *dans des sols – © C. Goarant/IPNC*

### Perspectives

Des analyses en métagénomique sont en cours à partir des ADN des sols et seront interprétées dans les prochains mois. Les études en microcosmes seront achevées. Dans le même temps, de nouvelles hypothèses à même d'expliquer les différences de survie des leptospires pathogènes dans les solutions de sols ont été proposées et seront testées.
Une solution consistant à bloquer la dégradation des ADN bactériens dans le préleveur pour s'adapter au délai de collecte des échantillons du préleveur automatique sera elle aussi testée. En parallèle, l'IRD propose de mettre à disposition un second préleveur, qui sera installé sur un petit cours d'eau en aval de la parcelle équipée.

Un projet nommé SpiRAL *(Soils, Rainfall and Leptospirosis)*, associant les partenaires d'ASSurPluHyT et d'autres collaborateurs (modélisatrice de l'UNC, mais aussi microbiologistes de l'Institut Pasteur à Paris), a été retenu pour un financement ANR pour la période 2020-2023.

Emilie Bierque (IPNC), Caroline Tramier (IRD), Pierre Genthon (IRD), Dominique Girault (IPNC), Peggy Gunkel-Grillon (UNC), Farid Juillot (IRD), Christine Laporte-Magoni (UNC), Monika Le Mestre (UNC), Marie-Estelle Soupé-Gilbert (IPNC), Roman Thibeaux (IPNC), Cyrille Goarant (IPNC)

# TREMOR (volet 1)
# Transfert des éléments traces métalliques par la matière organique dissoute colorée

*Rivière du Nord de la Nouvelle-Calédonie bordée de mangrove – © L. Boher/CRESICA*

Les sols côtiers de Nouvelle-Calédonie ont pour particularité d'être essentiellement formés de latérites, exploitées depuis des décennies pour leurs teneurs en Éléments Traces Métalliques (ETM), tels le nickel, le chrome, le cobalt ou le manganèse. De par leurs fortes productivités en matière organique, les mangroves constituent un réservoir important de Matière Organique Dissoute (MOD), qui peut être transportée vers l'océan sur de grandes distances. Les observations menées conduisent à interroger le rôle puits/source de ces écosystèmes vis-à-vis de la dynamique des ETM à l'interface terre - mer, à l'aval des massifs miniers de Nouvelle-Calédonie. Le projet TREMOR (2018-2020) a pour objectif d'apporter des éléments de réponse en s'appuyant sur les propriétés de fluorescence d'une fraction de la MOD, appelée Matière Organique Dissoute Fluorescente (MODF).

Ce projet est la suite du projet DYNAMINE (DYNAmique des métaux de la MINE au lagon) (2015-2017), financé par le CNRT, qui s'est intéressé à la dynamique des métaux le long du continuum massifs miniers - rivières - lagon dans la région de Koné (massif du Koniambo). TREMOR est focalisé sur l'interface rivière - mangrove - lagon et vient en complément d'études récentes sur les mangroves menées par l'IRD, l'IAC et l'UNC.

TREMOR a plus particulièrement pour ambition de mieux comprendre l'origine, les sources et les puits de la MODF identifiée dans les rivières et dans le lagon de Nouvelle-Calédonie et d'évaluer l'influence de cette MODF sur la dissémination et la toxicité des ETM au sein du littoral à l'aval des sites miniers. Des comparaisons avec les mangroves d'autres régions (Brésil, Fidji, etc.) en lien avec leur géodynamique sont envisagées du fait de l'implication de certains membres de l'équipe dans d'autres régions du monde. TREMOR contribue également au développement d'une méthode standardisée (spectrofluorométrie) qui pourra être utilisée pour identifier rapidement et à moindre coût certaines traces d'anthropisation (eaux usées, feux, etc.) dans les eaux douces et marines.

## Approche, méthode et compétences mobilisées

Ce projet mobilise diverses compétences de biogéochimie, de biologie, de géochimie, de chimie et d'optique. Des échantillons d'eau sont prélevés en rivière et dans le lagon, dans les sédiments (eau porale), filtrés en ligne (micropore 0.2 µm) et conservés jusqu'à leur analyse par spectrofluorométrie. Les spectres 3D d'émission/excitation de fluorescence sont analysés à l'aide d'un logiciel (PARAFAC) mis au point pour extraire numériquement les contributions de différents fluorophores (naturels, anthropiques, etc.) et de les comparer à ceux trouvés dans d'autres milieux ou à d'autres périodes. Des expériences au laboratoire de *quenching* (atténuation de la fluorescence par effet de complexation par ajout successif en concentration croissante logarithmique) avec certains ETM (Cu et Ni) permettent le

calcul des constantes de complexation des fluorophores et, au final, donnent un indice de la capacité de la MODC fluorescente à former des complexes et piéger les ETM.

## Terrain(s) d'étude

Le site d'étude est constitué de deux rivières : la rivière Temala qui draine des terrains volcano-sédimentaires et la rivière Coco qui draine le massif ultrabasique latéritique du Koniambo. Pour chaque rivière, les échantillons correspondent à un continuum rivière (stations T1 et C1) - mangrove (stations T2/T3 et C2/C3) - embouchure (stations T4 et C4) - lagon (stations T5 et C5) dans les baies de Chasseloup et Vavouto, respectivement.

## Premiers résultats

Les premiers résultats disponibles montrent que les rivières Coco et Temala présentent des signatures géochimiques différentes liées à la nature géologique et pédologique des terrains drainés. Pour les deux sites, les concentrations en ETM augmentent fortement entre la rivière, la mangrove et le lagon. Parmi les fluorophores identifiés, trois sont communs aux deux rivières étudiées (de type humique dans les rivières et mangroves, de type fulvique aux embouchures et lagon). Les propriétés complexantes des fluorophores vis-à-vis de Ni et Cu ont été confirmées. L'ensemble de ces résultats suggère que la MODF joue certainement un rôle dans la dispersion (effet de dilution de la rivière) ou la non-dispersion (création de fluorophores autochtones dans la mangrove) des ETM à l'interface rivière - mangrove - lagon, à l'aval des massifs ultrabasiques. Cependant, un phénomène particulier d'agrégation/floculation (coagulation de la MOD) semble se produire lors du mélange eau douce et eau salée sur le site Coco, qui reste à étudier.

### Perspectives

Les mécanismes d'agrégation/floculation de la MODF seront plus particulièrement étudiés en laboratoire (grâce à l'appui d'un CDD de 3,5 mois). Une campagne en mars 2020 (grâce à la prise en charge d'un maître de conférences de l'université de Toulon, MIO, par le CRESICA) permettra d'approfondir l'étude du comportement particulier de la MODF sur le site Coco, en échantillonnant le gradiant de salinité et en s'intéressant plus spécifiquement à la relation phase-particulaire phase dissoute. Une dernière mission en octobre 2020 sera mise à profit pour caractériser le fluorophore spécifique de la mangrove et valoriser l'ensemble des résultats.

*Carte des stations de prélèvements dans la Témala et la Coco en province Nord de la Nouvelle-Calédonie – ©F. Juillot.*

Cécile Dupouy (IRD), Farid Juillot (IRD), Hugues Lemonnier (Ifremer), Stéphane Mounier (université de Toulon), Laura Boher (CRESICA), Marie Bessard (IRD), Léocadie Jamet (IRD), Philippe Gérard (IRD), Peggy Gunkel-Grillon (UNC)

# SEARSÉ (volet 1)
# Signature des eaux des rivières et des estuaires dans le sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie

*Embouchure de rivière – © H. Lemonnier/Ifremer*

De par les mutations économiques, démographiques et sociétales que connaît la Nouvelle-Calédonie, des pressions anthropiques ne cessent de croître sur les milieux littoraux et côtiers. L'évaluation de l'état écologique des écosystèmes marins doit tenir compte de ces pressions, de leurs interactions, de la variabilité naturelle des écosystèmes, de leur capacité de résilience et de l'impact des changements globaux. Le projet SEARSÉ (2018-2020) propose une approche écosystémique, nécessaire à la mise en œuvre d'une Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC).

Les rivières sont d'importants vecteurs de transport de sédiments et d'éléments dissous. Ces apports, s'ils sont essentiels pour le fonctionnement des écosystèmes côtiers, peuvent être néfastes en cas d'excès (sels nutritifs, métaux et autres contaminants). Dans ce cadre, le projet SEARSÉ a plus particulièrement pour objectifs de qualifier et de quantifier les apports des rivières, en lien avec le niveau d'anthropisation des bassins versants, d'identifier une signature chimique et/ou biologique de ces eaux pour tracer leur devenir dans les panaches et leur impact sur les communautés microbiennes du lagon. En effet, le fonctionnement des écosystèmes marins à différentes échelles spatiales et temporelles dépend de l'abondance et de la composition de ces communautés. Analyser leur variabilité spatio-temporelle et la façon dont elles répondent aux fluctuations environnementales associées aux apports terrigènes est donc essentiel pour comprendre les structures biogéographiques des écosystèmes marins dans leur ensemble.

Ce travail constitue une première base pour analyser les exportations de matières et de certains contaminants par les rivières vers le lagon calédonien. En effet, connaître la qualité des eaux des rivières et leur devenir est nécessaire à l'identification des mesures de gestion visant à limiter tout risque de pollution des zones côtières, processus qui serait défavorable à l'intégrité du lagon mais aussi à de nombreuses activités humaines (pêche, aquaculture, tourisme, activités récréatives, etc.).

## Approche, méthode et compétences mobilisées

L'approche de ce projet est double :

- définir les caractéristiques de l'eau issue de plusieurs bassins versants ultramafiques au niveau des exutoires qui sont pour certains impactés par l'activité minière, l'agriculture et/ou l'urbanisation, en échantillonnant tous les 15 jours et pendant les évènements pluvieux. Trois groupes de composés sont ciblés : les sels nutritifs, la matière organique et les métaux ;
- effectuer un suivi de ces apports à l'aide de bouées dérivantes, de leurs signatures au sein des masses d'eaux côtières et de leurs impacts sur le compartiment microbien.

*Prélévement d'eau, rivière des Pirogues – © H. Lemonnier/Ifremer*

## Terrain(s) d'étude

Le choix des exutoires s'est porté sur ceux des rivières des Pirogues, de La Coulée, de la Dumbéa, de la Tontouta. La baie de Dumbéa a été ciblée pour suivre le devenir des apports dans le milieu côtier.

## Premiers résultats

Le suivi des exutoires a débuté en décembre 2017 pour se terminer en décembre 2018. Une base de données a été constituée à partir des 183 échantillons récoltés. Elle intègre plus de 40 paramètres pour chaque prélèvement. Un évènement remarquable a eu lieu durant cette action : le cyclone Hola, du 7 au 10 mars 2018. L'analyse des données récoltées pendant cet épisode a permis d'identifier plusieurs indicateurs spécifiques des sites échantillonnés et des impacts anthropiques (figure 1). Ils devraient en outre permettre d'identifier l'origine de la matière organique exportée.

Plusieurs interventions ont été conduites en 2019 pour le suivi de ces apports dans le milieu côtier, dont une à la suite d'un évènement pluvieux intense. L'objectif était d'évaluer la vitesse des processus physiques et biologiques afin d'établir un plan d'échantillonnage adapté au suivi des masses d'eau dans cet environnement. Les actions réalisées ont consisté à analyser sur plusieurs jours le trajet de bouées dérivantes et les caractéristiques de la colonne d'eau le long d'un transect. Ce travail montre une évolution extrêmement rapide des conditions dans la baie de Dumbéa après un évènement pluvieux intense. L'hydrodynamisme dans les conditions hydrologiques et météorologiques rencontrées (vent SE > 20 nœuds et crue très importante) semble favoriser une évacuation rapide des eaux provenant de la rivière vers le lagon où elles sont diluées.

### Perspectives

Aujourd'hui, l'analyse par metabarcoding de l'ADN environnemental permet d'accéder à une mesure plus complète et globale de la diversité des protistes (micro-eucaryotes) marins. Cette technique de catalogage et d'identification moléculaire permet la caractérisation génétique d'un échantillon d'individus à partir d'une courte séquence d'ADN. Cette approche sera ainsi adoptée dans le cadre d'un partenariat avec l'Ifremer de Brest, dont l'un des objectifs sera d'identifier l'influence des apports terrigènes sur la diversité taxinomique et fonctionnelle (hétérotrophes *vs* autotrophes) de ces communautés. Cette approche de la diversité sera innovatrice et viendra en complément de celles utilisées jusqu'à présent pour les études de ces communautés dans les eaux de la Nouvelle-Calédonie. La recherche d'une signature ADN d'origine terrestre dans les panaches est envisagée afin d'évaluer la limite des impacts terrigènes sur le continuum terre - mer.

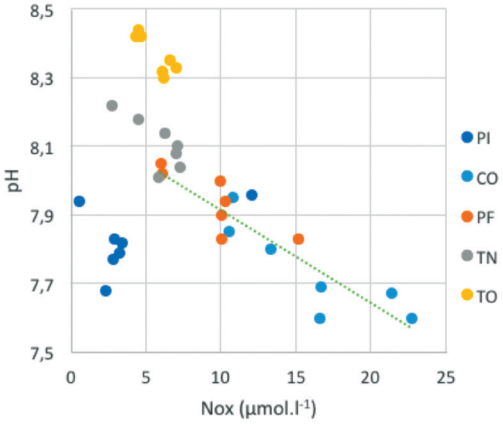



*Figure 1 : Relation pH nitrates – nitrites (Nox) en fonction des stations échantillonnées lors du cyclone Hola (du 7 au 13 mars 2018). Cette figure montre une acidification des eaux avec l'augmentation des nitrates et des nitrites au niveau des stations sous influence anthropique (agriculture, urbanisation). (Pi : Rivières des pirogues ; CO : La coulée ; PF : station Parc Fayard, rivière de la Dumbéa sous influence anthropique ; TN : station Trou des Nurses, rivière de la Dumbéa hors influence anthropique ; TO : rivière de la Tontouta).*

Hugues Lemonnier (Ifremer), Florence Royer (Ifremer), Etienne Lopez (Ifremer), Stéphanie Berne (IRD), Laura Boher (CRESICA), Elise Coignot (Ifremer), Anne Desnues (IRD), Cécile Dupouy (IRD), Maëlle Helly (Ifremer), Philippe Gérard (IRD), Peggy Gunkel-Grillon (UNC), Léocadie Jamet (IRD), Monika Lemestre (UNC), Félise Liufau (IRD) Raffaele Siano (Ifremer), Benoît Soulard (Ifremer)

# MECAFLOC (volet 1)
# Mécanismes de floculation

*Bassin de sédimentation mis en place par Vale – © IRD*

Du fait des processus d'érosion et en fonction des conditions météorologiques, les rivières des massifs miniers de Nouvelle-Calédonie sont susceptibles de se charger en quantités plus ou moins élevées de Matières En Suspension (MES). Ces dernières sont principalement constituées de particules minérales qui peuvent contenir des concentrations élevées en métaux tels que le fer, le nickel, le chrome, le cobalt ou le manganèse. Les rivières participent donc à la dispersion de ces métaux qui représente un risque de pollution vers le lagon. Néanmoins, l'interface entre les rivières et le milieu marin est caractérisée par un fort gradient de salinité. Or, les MES sont susceptibles de s'agréger/floculer à travers l'eau salée puis de sédimenter. La dynamique des MES dans les milieux estuariens à l'aval des sites miniers de Nouvelle-Calédonie est donc fortement corrélée aux mécanismes d'agrégation/floculation/sédimentation.

Des premiers travaux réalisés dans le cadre de projets financés par le CNRT Nickel et son environnement ont permis de confirmer le caractère électrostatique des répulsions entre particules minérales d'échantillons prélevés sur terrains miniers (projet « Fonctionnement des petits versants », 2009-2012) et de montrer l'influence de la salinité du milieu et des proportions des différentes phases minérales (argiles *vs* oxydes de fer) sur la vitesse de sédimentation de ces particules (projet Dynamine, 2015-2019). Cependant, les mécanismes d'agrégation/floculation/sédimentation des particules minérales sont complexes car étroitement liés à la nature de leurs interactions (Tankosić *et al*, 2018 ; Sutherland *et al* 2015). Pour les particules les plus fines, sur lesquelles l'action de la gravité est contrebalancée par l'agitation brownienne (agitation des particules sous l'effet du bombardement des molécules d'eau plus petites), ces interactions sont constituées de forces attractives et répulsives. Le couplage entre modélisation et expérimentation a pour objectif de déterminer la contribution relative de ces forces aux mécanismes d'agrégation/floculation/sédimentation des MES.

Le projet MECAFLOC (2018-2019) ambitionne de fournir des données concernant l'aptitude à l'agrégation/floculation/sédimentation des MES transportées par les rivières sur site minier lorsqu'elles traversent la zone estuarienne qui représente l'interface entre l'eau douce et l'eau salée. Ces données sont indispensables pour envisager toute prévision de la dispersion des MES (et des métaux associés) vers le lagon. Cette capacité de prévision représente un enjeu important pour anticiper d'éventuelles pollutions du lagon suite à des évènements météorologiques extrêmes et/ou des incidents industriels.

*Eaux chargées de sédiments latéritiques – © IRD*

## Approche, méthode et compétences mobilisées

Le projet MECAFLOC repose sur une analyse fine de la granulométrie, de la minéralogie et de la cristallochimie de MES collectées dans le milieu naturel dans le but de déterminer les phases minérales présentes et de préciser leur distribution de taille (particules isolées et/ou agrégats). Les résultats de ces analyses sont interprétés par rapport à ceux issus d'expériences de sédimentation en conditions contrôlées dans le but de souligner l'influence des différents paramètres sur la dynamique d'agrégation/floculation/sédimentation des MES. À l'issue de cette première étape, les résultats expérimentaux sont confrontés à ceux de la modélisation dans le but d'obtenir des informations précises sur les mécanismes mis en jeu lors de cette dynamique d'agrégation/floculation/sédimentation des MES.

## Terrain(s) d'étude

Les terrains d'étude choisis sont des sites miniers (rivières Coco, Pandanus et Confiance sur le massif du Koniambo, rivière Thio et rivière Tontouta) et un site non minier (rivière La Foa). Dans les rivières de chacun de ces sites, des échantillons de MES sont prélevés en amont et en aval de la zone estuarienne dans le but d'observer l'influence du gradient de salinité sur les phénomènes d'agrégation/floculation/sédimentation de ces MES.

## Premiers résultats

Au cours de la première partie du projet MECAFLOC, la caractérisation granulométrique, minéralogique et cristallochimique des MES prélevées dans les rivières du massif du Koniambo a été réalisée. À titre d'exemple, la figure 1 (p. 25) montre une cartographie élémentaire réalisée en microscopie électronique en transmission à l'Institut des matériaux de Paris Centre. Cette figure permet d'observer deux types de particules différentes en taille, morphologie et dont la composition chimique varie :

- d'une part, des particules allongées d'une taille d'environ 500 nm qui sont constituées majoritairement de fer et d'oxygène et correspondent à des oxyhydroxydes de fer (goethite, FeOOH) ;
- d'autre part, des particules beaucoup plus petites à l'apparence flexueuse, regroupées sous forme d'agrégats sub-shériques qui sont constituées majoritairement de magnésium, silicium et oxygène et correspondent à des phyllosilicates (antigorite ou chrysotile, $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$).

Ces données de microscopie indiquent que les MES des rivières des massifs miniers de Nouvelle-Calédonie sont principalement constituées de deux types de particules aux propriétés de surface très contrastées. Ce sont donc les variations des proportions relatives de ces deux types de particules qui sont susceptibles de contrôler l'agrégation/floculation/sédimentation des MES dans les zones estuariennes à l'aval des massifs miniers.

En parallèle de ces expériences, des premiers essais de modélisation des mécanismes de sédimentation des particules, réalisés à l'aide de codes couplant la simulation numérique en éléments finis (écoulement de la dispersion) et la dynamique moléculaire (interactions entre particules) (Smuts, 2015 ; Gupta, 2014), ont permis d'observer une augmentation de la vitesse du front de sédimentation avec la diminution de la concentration en particules dans le cas d'une dispersion contenant jusqu'à 30 % en volume de particules minérales.

*Région des lacs, sud de la Nouvelle-Calédonie – © F. Wenger/province Sud*

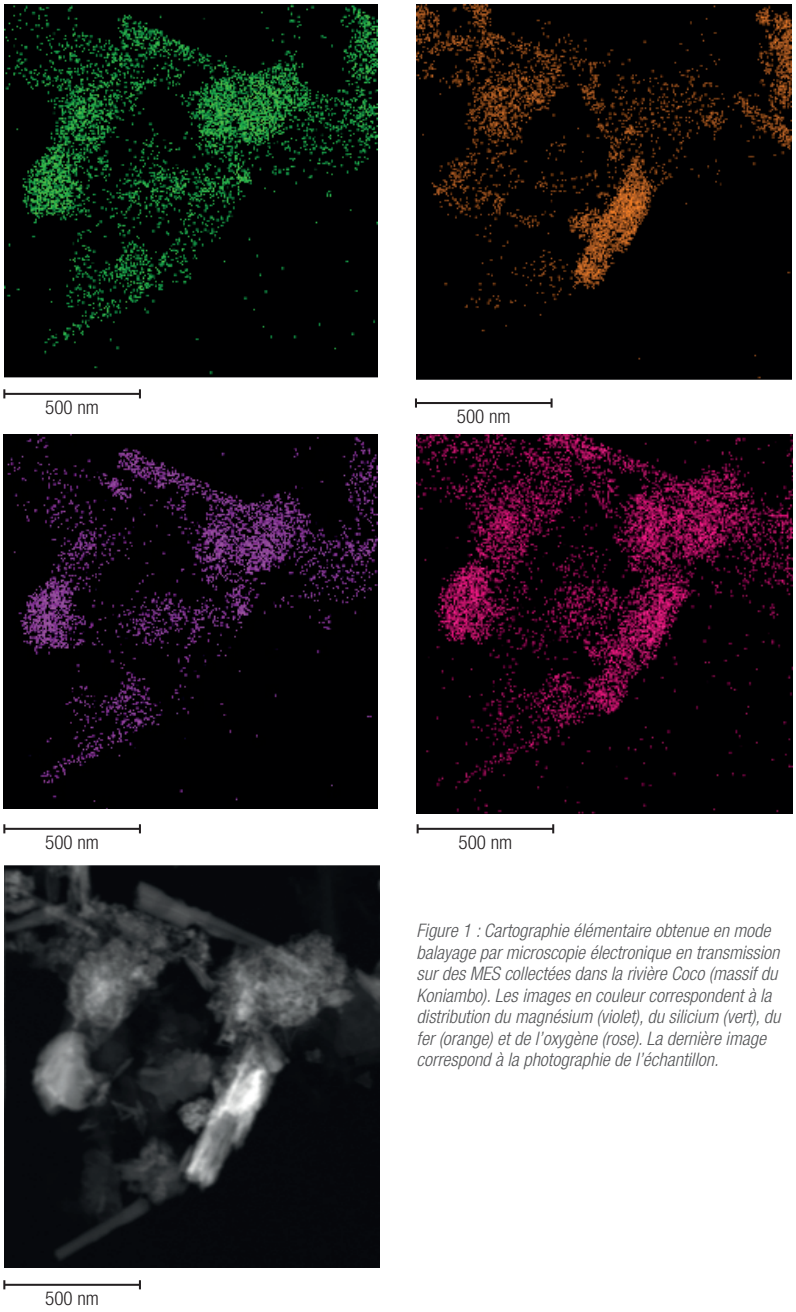



*Figure 1 : Cartographie élémentaire obtenue en mode balayage par microscopie électronique en transmission sur des MES collectées dans la rivière Coco (massif du Koniambo). Les images en couleur correspondent à la distribution du magnésium (violet), du silicium (vert), du fer (orange) et de l'oxygène (rose). La dernière image correspond à la photographie de l'échantillon.*

## Perspectives

L'ensemble des études réalisées sur les échantillons issus du massif du Koniambo sera étendu à des échantillons de MES provenant d'autres sites miniers (Thio, Tontouta), mais également du site de référence non minier (La Foa). De plus, des synergies mises en place avec le projet TREMOR qui s'intéresse à la dynamique des métaux complexés par la matière organique dissoute à l'interface mangrove/lagon (coordinatrice C. Dupouy) laissent envisager des perspectives d'étude d'échantillons de MES plus riches en matière organique qui permettraient d'élargir le champ d'application des résultats obtenus dans le cadre du projet MÉCAFLOC.

Michaël Meyer (UNC), Cyrille Métayer (UNC), Farid Juillot (IRD)

# PEMPOM (volet 1)
# Polluants émergents, polluants organiques et métaux lourds ; sources et devenir dans les écosystèmes récifo-lagonaires

Rejet dans le milieu naturel des eaux de la STEP de l'Hippodrome, à Nouméa – *© P. FEY*

Si les polluants organiques et métalliques sont étudiés depuis longtemps dans la plupart des zones maritimes tempérées, les milieux coralliens le sont, eux, de façon plus récente et leur connaissance est encore relativement fragmentaire (Roche *et al.*, 2010, Shaw *et al.*, 2010, Bonnet *et al.*, 2014, Briand *et al.*, 2014, 2017). De plus, les polluants dits « émergents » comme, par exemple, les œstrogènes dans les eaux usées (Ternesa *et al.*, 1999) ou les thérapeutants et produits cosmétiques (Carballa *et al.*, 2004, Verlicchi *et al.*, 2010) sembleraient, à ce jour, n'avoir jamais été étudiés en milieu tropical récifo-lagonaire. La contamination générée par ces différents polluants, potentiellement intégrés dans les écosystèmes coralliens *via* les réseaux trophiques, peut être directement liée à l'activité anthropique (activités agricoles pour les produits phytosanitaires, activités agricoles, exploitation minière et déforestation pour l'érosion des sols, activités urbaines pour les polluants émergents, etc.) comme elle peut également être d'origine naturelle (dissolution des roches, pour quelques contaminants métalliques, etc.).

Des premiers travaux ayant été réalisés en 2012 (programme exploratoire financé par le LabEx Corail) dans les récifs coralliens de la région de La Foa ont montré que toutes les espèces étudiées alors (algues, invertébrés, poissons) présentaient une contamination par les métaux, les PCBs et/ou les pesticides testés même si les niveaux de contamination ne semblaient pas globalement alarmants (Fey *et al.*, 2019). Toutefois, la contamination est bien réelle, elle varie selon les espèces et il est donc tout à fait possible de la suivre dans le temps et dans l'espace. Cette région avait été choisie car de vocation agricole et l'hypothèse était alors que divers produits phytosanitaires y étaient (ou y avaient été) utilisés. On notera que dans cette région, la configuration des bassins-versants est également « favorable » à l'érosion et donc à l'entraînement de métaux. Aucun élément de type « polluant émergent » (résidus de produits pharmaceutiques, nanoparticules, etc.) n'avait alors été recherché.

Dascyllus reticulatus, *Poisson-demoiselle, Koumac – © H. Lemonnier*

Le projet PEMPOM (2018-2020) a pour objectifs :

- de définir les sources majeures des polluants émergents, organiques et métaux lourds ;
- d'évaluer leurs devenirs dans les écosystèmes récifo-lagonaires de Nouvelle-Calédonie ;
- d'évaluer leurs concentrations dans les différents compartiments biologiques de la chaîne alimentaire, dont certaines espèces de poissons consommées par les populations locales ainsi que certaines espèces emblématiques comme les oiseaux marins ;
- d'évaluer l'imprégnation des populations locales, consommatrices de « produits de la mer », grâce à une analyse des concentrations des contaminants dans les cheveux et/ou les urines. Les cheveux accumulent les contaminants sur la durée, alors que les urines sont un reflet à court terme de l'imprégnation passée.

La prise en compte dans ce projet :

- d'espèces ayant un fort enjeu de connaissance patrimoniale et de conservation de ces espèces (i.e. les oiseaux marins) pourrait avoir des implications en termes de gestion et de protection de ces espèces sensibles (zones de protection, sensibilisation et réglementation, etc.) ;
- d'espèces de poissons d'intérêt commercial apporterait des éclairages du point de vue de la santé publique (teneurs en contaminants et risques sanitaires éventuels, etc.). Sur ce point, les résultats obtenus pourraient avoir des implications en termes de gestion de la ressource halieutique (pêche artisanale, etc.) et d'évolution – si nécessaire – de la réglementation quant à la commercialisation des produits de la mer.

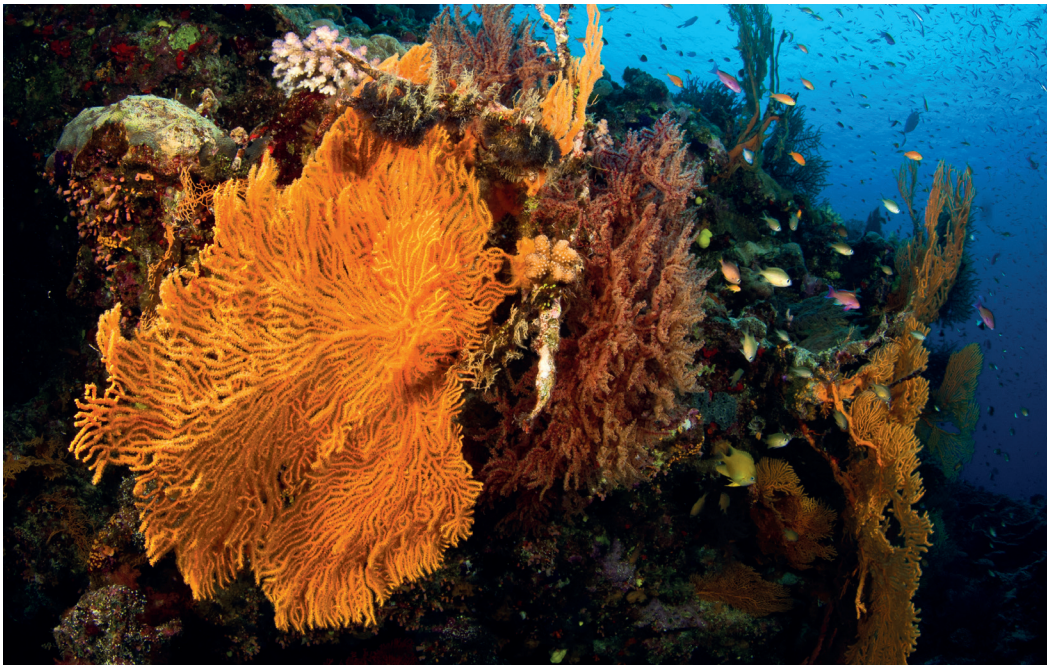
L'étude, pour la 1ère fois en Nouvelle-Calédonie, de polluants émergents permettrait, au-delà des implications éventuelles quant à la gestion des espaces et des espèces (cf. points ci-dessus), une réflexion utile sur les capacités à la détection fine de ces polluants, le traitement des eaux de rejets et à l'évaluation de leurs effets potentiellement délétères.

## Approche, méthode et compétences mobilisées

En prenant en compte l'étude de différents « compartiments » de l'écosystème corallien (algues, invertébrés, poissons herbivores, carnivores…), l'approche consiste à mettre en relation des concentrations en polluants avec le niveau trophique des organismes et, parallèlement, à évaluer le lien entre la consommation des produits de la mer et l'imprégnation humaine. Dans ce but, des prélèvements en plongée (collectes manuelles, fusil sous-marin et anesthésique) seront effectués, les échantillons prélevés seront lyophilisés et broyés, leurs composés seront analysés et donneront lieu à des traitements statistiques. Ce projet mobilise ainsi diverses compétences complémentaires en écologie des récifs coralliens, des oiseaux marins, en écotoxicologie et en santé/exposition humaine.

## Terrain(s) d'étude

Pour mener à bien ce projet, plusieurs sites d'étude ont été choisis. Il s'agit des récifs d'Entrecasteaux tout au nord de la Nouvelle-Calédonie, région supposée vierge de toute pollution, de la région de La Foa, qui avait été étudiée en 2012, site où les impacts humains ont été précédemment démontrés (Fey *et al.*, 2019) ainsi que des sites côtiers proches des exutoires des stations d'épuration à Koné et Nouméa.



Gorgones – *©H. Lemonnier*

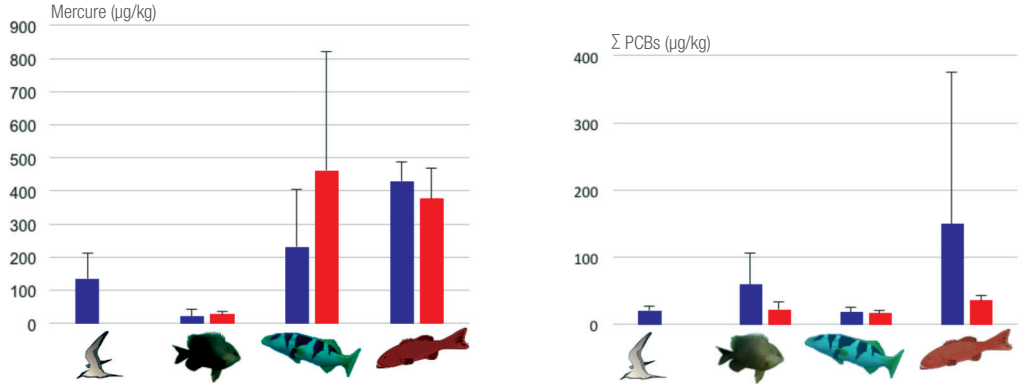
## Premiers résultats

Les résultats obtenus sur le site des récifs d'Entrecasteaux mettent en évidence des signatures isotopiques en azote plus élevées dans les secteurs proches des îles Huon et Surprise, colonisées par des oiseaux marins. Ceci est lié aux déjections des oiseaux (*i.e.* le guano), nettement enrichies en azote et montre donc toute l'importance de ces déjections dans l'écosystème et son fonctionnement. Pour autant, l'architecture du réseau trophique ne semble pas différente à proximité de ces îles.

Le guano est par ailleurs caractérisé par des concentrations relativement élevées en certains métaux lourds (par exemple Cd, Cu, Mn, Se). Ces concentrations sont dans certains cas du même ordre de grandeur que celles qui ont été mesurées dans les différents compartiments biologiques (des invertébrés filtreurs jusqu'aux poissons piscivores) (par exemple Ag, Fe, Hg) ou, dans d'autres cas, en plus faibles concentrations, dans les différents maillons du réseau trophique (par exemple Co, Ni). En revanche, le guano contient le plus souvent des faibles teneurs en pesticides et PCBs. Dans tous les cas de figure, et même s'il est nécessaire d'aller plus avant dans le traitement des résultats, il est frappant de constater que tous les métaux, les PCBs et les pesticides analysés ont bien été retrouvés de manière systématique dans tous les compartiments de la chaîne alimentaire pris en compte. Leurs concentrations sont particulièrement remarquables car, en dépit de l'absence de sources de pollution locale identifiée sur ces sites, elles sont parfois équivalentes à celles notées à La Foa en 2012 (figure 1) (Fey *et al.*, 2019).

Déjà, plusieurs hypothèses peuvent être émises pour comprendre la présence de différents contaminants dans cette zone :

- celle des retombées atmosphériques de particules originaires de la Grande Terre (ou de régions plus lointaines) et véhiculées par le vent ;
- celle de l'altération de matériaux métalliques abandonnés sur les îles après la fin de l'exploitation du guano ;
- celle de l'origine exogène (autres régions du Pacifique) de ces contaminants, transportés par les courants océaniques ;
- celle du transport par des oiseaux qui s'alimentent au large de poissons contaminés avant de revenir contaminer à leur tour le milieu corallien de ces récifs par leurs déjections.




En bleu : récifs d'Entrecasteaux ; en rouge : récifs de La Foa.

*Figure 1 : Exemples de concentrations métalliques moyennes (et écarts type) mesurées dans quatre compartiments, le guano des oiseaux marins, chez* Stegastes nigricans *(poisson territorial herbivore),* Plectropomus laevis *et* P. leopardus *(poissons carnivores) ; choix du cas du mercure et choix du cas de la somme des PCBs (2012).*

*Lagunage de Koné – © P. FEY*

*Barrage de Dumbéa – © D. Gonzalez*

Stegastes punctatus – *© P. FEY*

**Perspectives**

Les prélèvements de terrain (Nouméa, Koné) en vue des analyses de polluants émergeants, initialement prévus au début de l'année 2019, n'ont pas pu être réalisés en raison de conditions particulières (interdiction de baignade à Koné du fait de la présence de requins) et/ou d'une météo défavorable sur Nouméa. Ces prélèvements seront planifiés d'ici la fin de l'année 2019. Pour la partie « imprégnation humaine », les échantillons de cheveux et d'urines ont déjà été collectés, mais en quantité encore modeste. Au moins une collecte complémentaire d'échantillons est à planifier ; l'analyse des échantillons récoltés va être réalisée d'ici fin 2019, pour ce qui concerne les cheveux dans un 1er temps.

Enfin, pour la partie « oiseaux marins », de nombreux échantillons sont disponibles et le choix de ceux à analyser est en cours ; les analyses isotopiques du carbone et de l'azote (permettent la reconstitution de l'architecture trophique) et des contaminants pourront démarrer là aussi d'ici la fin de l'année.
Au-delà de ces aspects factuels, techniques, le point important est que l'ensemble des données déjà recueillies et en cours d'acquisition permettront d'avoir une compréhension plus large des mécanismes de contamination au sein des récifs coralliens néo-calédoniens, et de voir si ces mécanismes sont similaires pour l'ensemble (ou la majorité) des contaminants, ou inversement, s'il n'est pas possible de dégager une tendance générale. Enfin, une modélisation descriptive permettra d'évaluer l'importance relative des facteurs environnementaux (type de récif, importance des courants, etc.) et des facteurs purement biotiques (espèces, taille, etc.) sur le degré de contamination et les risques éventuels que cela fait peser tant sur les récifs eux-mêmes et les espèces qu'ils hébergent que sur les populations locales qui en tirent une partie de leurs ressources alimentaires.

Yves Letourneur (UNC), Yann Barguil (CHT), Francine Baumann (Le Banyan Bleu), Laura Boher (CRESICA), Paco Bustamante (université de La Rochelle), Pauline Fey (UNC), Peggy Gunkel-Grillon (UNC), Julie Liétard (UNC), Pascal Pagand (UNC), Éric Vidal (IRD), Emmanuel Wafo (Aix-Marseille universités, faculté de Pharmacie, Marseille)

# GOUTTE (volet 2)
# La gouvernance de l'eau sur terres coutumières en Nouvelle-Calédonie : de la connaissance des usages et des savoirs à la production d'outils de gestion et de politiques adaptés

*Trou d'eau, Ouvéa – © D. Gonzalez*

Bien que l'eau douce ne soit pas une ressource rare en Nouvelle-Calédonie, des tensions se multiplient sur les terres coutumières et concernent plusieurs enjeux : l'accès et la tarification de l'eau potable, les pollutions, les inondations et les pénuries d'eau mais aussi parfois autour de sites où l'eau est considérée comme « sacrée » (Demmer, 2002 ; Leblic, 2005). La question de la gouvernance de l'eau sur terres coutumières est largement traitée par les scientifiques dans la littérature concernant les droits des peuples autochtones pour l'accès à l'eau. La majeure partie des publications met en avant les interconnexions entre les revendications politiques, foncières et environnementales des peuples autochtones, les revendications pour la propriété de la ressource (Hidalgo *et al.*, 2017; Boelens and Seeman, 2016 ; Gupta, 2014) et les conséquences associées aux écarts de régimes institutionnels[1] pour l'accès à une eau potable de qualité (Penn, 2016). Dans le Pacifique, le poids symbolique de l'eau douce pour les communautés insulaires a été analysé d'un point de vue historique et anthropologique (Wagner et Jacka, 2018). En Nouvelle-Zélande, le caractère sacré et symbolique de l'eau (Salmond, 2014) se traduit concrètement dans des modes de gestion innovants de la ressource (Jackson and Altman, 2009 ; Hsiao, 2012 ; David, 2017). En Nouvelle-Calédonie, la gouvernance de l'eau est le fruit d'une organisation institutionnelle particulière, dotée d'un cadre réglementaire incomplet et en partie décalé par rapport aux usages et aux pratiques locales. L'organisation institutionnelle est notamment différente en fonction du statut foncier des terres, les terres coutumières étant notamment exclues du domaine fluvial de la Nouvelle-Calédonie d'après l'article 44 de la loi organique de 1999, modifié en 2009.

[1] Le régime institutionnel de l'eau peut être défini comme « le cadre institutionnel qui combine les principaux éléments de programmation d'une politique spécifique de protection et/ou d'usage d'une ressource avec un arrangement spécifique des droits de propriété, de disposition et d'usage formels sur les biens et services rendus par une ressource naturelle (= système de droits d'eau) » (Varone *et al.*, 2002, p. 83).

*Pétroglyphes le long du cours d'eau – © Nekiriai/IAC*

*Case de bord de mer – ©H. Lemonnier*

GOUTTE est un projet de science sociale qui a un double objectif : analyser l'évolution des valeurs, des savoirs et des pratiques liés à l'eau sur terres coutumières en Nouvelle-Calédonie et de manière plus opérationnelle, en partenariat avec IRSTEA/UMR G-eau, accompagner le processus de participation à l'œuvre autour de la Politique de l'Eau Partagée (PEP), à travers la diffusion et la mise en débat des résultats de la recherche.

Les résultats de la recherche menée dans GOUTTE permettront à terme d'appuyer la construction de règles de gestion acceptées et acceptables par tous. En effet, comprendre les usages et les liens à l'eau pourra faciliter la sensibilisation sur les pratiques d'économie d'eau. Concernant les aspects réglementaires, les résultats du projet éclaireront les réflexions à l'œuvre sur les dispositifs juridiques pertinents pour les acteurs, notamment dans un contexte de pluralisme juridique (entre droit commun et droit coutumier).

GOUTTE (2019-2020) s'inscrit dans la continuité thématique et partenariale de deux projets successifs. Le premier, financé par le Fonds Pacifique de 2014 à 2017, porté par l'ANU (Australian National University), intégrait la Nouvelle-Calédonie, la république de Kiribati, les îles Salomon et le royaume de Tonga. Il visait à mettre en réseau les chercheurs travaillant sur la gouvernance de l'eau sur foncier autochtone dans le Pacifique. En Nouvelle-Calédonie, le projet s'est traduit par l'organisation d'ateliers participatifs en partenariat avec la province Nord, sur la zone de Voh, Koné, Pouembout (VKP), pour aborder la question du partage de l'eau entre différents territoires (les tribus et les villages) et différents usages (l'eau potable et l'eau agricole). C'est dans le cadre de ce projet Fonds Pacifique que la question de la gouvernance de l'eau sur terres coutumières est apparue comme relativement méconnue pour les chercheurs et les collectivités calédoniennes associées au projet (Bouard *et al.*, 2017 ; Daniell et *al.*, 2016 ; Bouteloup, 2015 ; Lejars *et al.*, 2016). En 2017, l'IAC, le CIRAD et l'IRD ont alors lancé une étude exploratoire sur deux communes afin de comprendre l'évolution de la gestion de l'eau en tribu depuis la colonisation (Nekiriai, 2017 ; Lejars *et al.*, 2019).

## Choix théoriques et terrain(s) d'étude

D'un point de vue conceptuel, le projet GOUTTE s'appuie sur la notion de cycle hydrosocial de l'eau, telle qu'elle a été définie par Budds et Linton (2014) et selon laquelle la gestion de l'eau est une coproduction de la nature et des sociétés (cf. encadré p. 33). Une telle approche contribue à identifier les dimensions culturelles et historiques de la gestion de l'eau, à les reconnaître, à les formaliser et les intégrer dans les politiques publiques (Aubriot, 2004). Cette notion pose la question de la confrontation des différentes valeurs (commensurabilité/incommensurabilité) associées à l'eau (Li, 2013), mais aussi celle des interactions entre relations de pouvoir et les dimensions infrastructurelles dans le contrôle de l'eau (Obertreis *et al.*, 2016). Mobiliser ce cadre conceptuel dans le Pacifique, où les populations autochtones ont développé une conception particulière des relations homme et nature, présente un intérêt scientifique supplémentaire.

Ce projet se déroule dans chacune des trois provinces de la Nouvelle-Calédonie en des régions choisies par les chercheurs en raison de connaissances déjà acquises et de l'existence d'enjeux particuliers : Hienghène (représentations sociales), Voh (problématique de la tarification de l'eau), Ponérihouen (représentations sociales), Ouvéa (vulnérabilité de la ressource) et Thio (impacts de la mine).

## Cycle hydrosocial

La notion de cycle hydrosocial, inspirée du cycle hydrologique et du système de circulation physique de l'eau, est un processus cyclique centré sur l'entité « eau ». Le cycle hydrosocial de l'eau distingue sa matérialité (sa composition physico-chimique $H^2O$, sa circulation et la modification de sa circulation). La société intervient sur l'eau en modifiant (en termes de qualité ou de quantité) ou aménageant son écoulement, par l'intermédiaire de techniques, de technologies et d'infrastructures. Les interventions humaines dans le cycle hydrologique redéfinissent la matérialité de l'eau en fonction de certains besoins en matière de quantité ou de qualité, pour les besoins agricoles (à travers des canaux, des aménagements de la rivière) mais aussi pour la production et la distribution d'eau potable (traitements physico-chimiques ou réseaux d'adduction en eau potable). Réciproquement, la nécessité d'administrer l'eau influence la manière dont s'organise la société. La modification du cycle hydrologique pour les usages humains (eau potable, aménagement agricole) peut être interprétée comme le résultat de l'organisation sociale et de la géométrie des pouvoirs. La notion de cycle hydrosocial invite à réfléchir sur la manière dont l'eau et la société se définissent et se redéfinissent mutuellement dans le temps et dans l'espace.

*Taros irrigués, Canala – © C. Nekiriai/IAC*

## Premiers résultats

Aujourd'hui, des recherches bibliographiques portant sur la littérature existante dans le Pacifique ont été réalisées par l'UNC, l'IAC et le CIRAD. Ces recherches mettent en avant les apports des représentations pour la compréhension des systèmes socioécologiques et les mécanismes d'appropriation, d'appartenance et de responsabilité, notamment quant à la gestion de l'eau en terres autochtones (Grellier *et al.*, 2019).

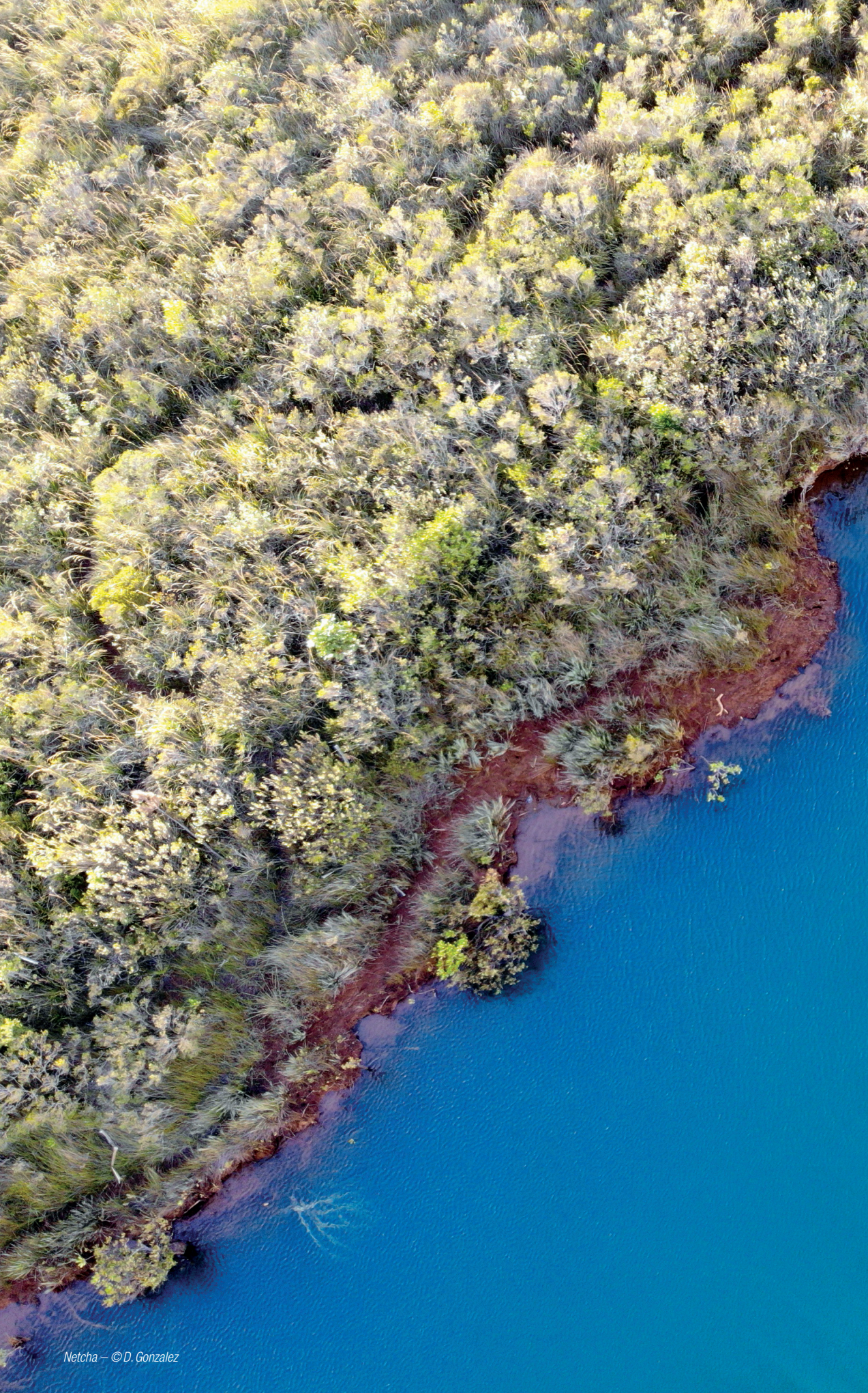
Parallèlement, concernant les aspects réglementaires et juridiques, l'équipe de recherche (l'IRD) réalise une analyse des différents statuts de l'eau à l'œuvre en Australie et Nouvelle-Zélande. Cette analyse permettra d'alimenter les réflexions actuelles dans la construction de la politique de l'eau partagée (PEP).

À Hienghène, Boyen (Voh) et Thio, une quarantaine d'entretiens sur les usages et les valeurs de l'eau ont par ailleurs déjà été effectués (IAC). Les traditions orales relevées lors de ces entretiens et complétées par des recherches aux archives révèlent l'existence de quatre « catégories » d'eau en fonction des interlocuteurs. Cette diversité des représentations ouvre des pistes d'interprétation des discours locaux sur l'eau, tout comme de la manière dont sont exprimées les revendications et contestées les équivalences entre des eaux conçues comme étant de « natures » ou de « valeurs » différentes. De plus, la description de l'évolution des usages de l'eau permet de distinguer des continuités et ruptures dans l'histoire de la gestion de l'eau en terres coutumière et éclaire les jeux d'acteurs contemporains, notamment autour des questions de la tarification et de la gestion des réseaux.

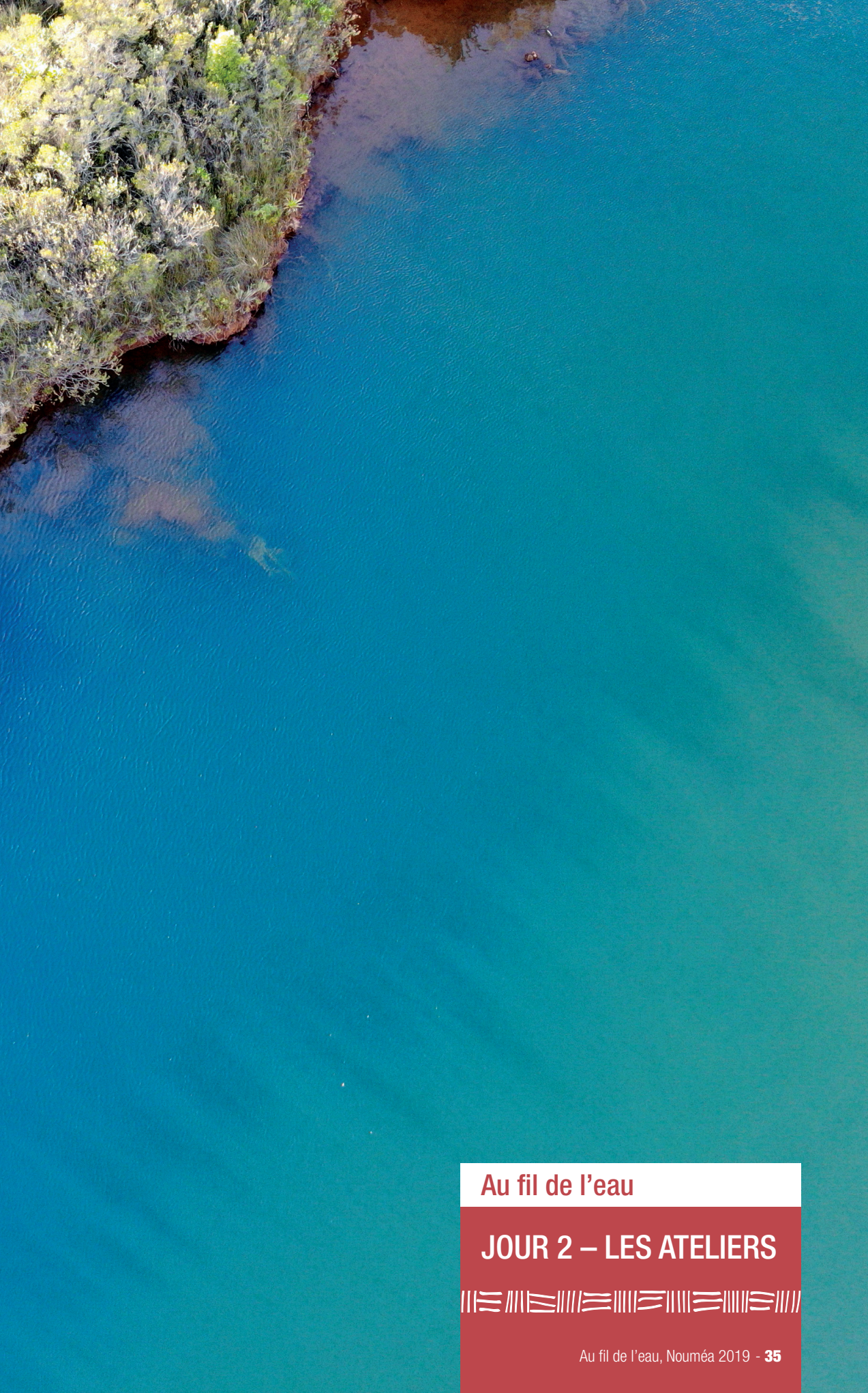
## Perspectives

GOUTTE ayant commencé au premier semestre 2019, il reste donc plusieurs terrains à ouvrir (aux îles Loyauté), d'autres à poursuivre (Hienghène, Boyen). Mais les premiers résultats sont d'ores et déjà mobilisés dans les travaux menés en partenariat avec le gouvernement sur l'appui à la mise en œuvre de la PEP. Ces résultats permettent d'envisager la réalisation d'interventions sur plusieurs thématiques qui intéressent directement la mission interservices de l'eau : la diversité des catégories d'eau, les référents eau et maîtres de l'eau. Quelles continuités ? Qu'est-ce qu'une « bonne eau » ? Quel(s) statut(s) juridiques pour l'eau ?

Séverine Bouard (IAC), Caroline Lejars (CIRAD), Catherine Sabinot (IRD), Delphine Coulange (IAC), Sonia Grochain (IAC), Patrice Godin (UNC), Victor David (IRD), Pierre-Yves Le Meur (IRD), Anne-Laure Dotte (UNC), Suzie Béarune (UNC), Nils Ferrand (IRSTEA), Marc Despinoy (IRD), Julien Drouin (IAC)



*Netcha – © D. Gonzalez*



Au fil de l'eau

# JOUR 2 – LES ATELIERS

# EAU ET SANTÉ

*Les eaux douces sont omniprésentes dans l'environnement direct des Calédoniens – © C. Goarant/IPNC*

L'eau est essentielle à la vie. Disposer en quantité d'eau douce de qualité (potabilité), y avoir librement et aisément accès sont indispensables à la santé des populations. Il s'agit de besoins essentiels. L'ONU reconnaît d'ailleurs, depuis juillet 2010, que l'accès à l'eau potable est un **« droit fondamental, essentiel au plein exercice du droit à la vie et de tous les droits de l'homme »**.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) fixe à 20 litres par habitant et par jour le besoin vital minimal en eau de qualité potable. Toutefois, les maladies infectieuses d'origine hydrique sont toujours responsables de plus de 3 millions de morts chaque année dans le monde. L'eau peut également être contaminée par des polluants, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine, susceptibles de représenter un danger pour la santé de la population. Si nous considérons ici la santé selon la définition de l'OMS, **« un état de complet bien-être physique, mental et social, […] pas seulement une absence de maladie ou d'infirmité »**, il est également important de considérer l'importance sociale et culturelle de l'eau environnementale.

> Les interactions entre l'eau et la santé des populations se situent très souvent à l'interface des problématiques environnementales.

« Eau et santé » a réuni une vingtaine de participants issus des collectivités et des institutions (mairies, provinces, services du gouvernement), du monde économique, du monde associatif et du monde de la recherche (IRD, IPNC, UNC, CHT). Dans l'ensemble, le groupe ainsi constitué était assez représentatif de la société civile et de ses instances avec toutefois une importante composante académique, principalement de scientifiques des sciences exactes. On notera tout de suite que la distinction globale des ateliers en trois thématiques distinctes « eau et santé », « eau et gouvernance », « eau et environnement », bien que facilitant leur organisation et leur conduite, a trouvé ici quelques limites, les déterminants des interactions entre l'eau et la santé des populations se situant très souvent à l'interface des problématiques environnementales.

## Besoins sociétaux et points de blocage

Au sein de cet atelier, il a tout d'abord été nécessaire d'identifier des besoins sociétaux et des points de blocage des institutions avant d'élaborer leurs formulations en questions de recherche. Face au foisonnement des sujets abordés en séance et/ou relevés dans les formulaires d'inscription, un regroupement a ensuite été effectué, aboutissant aux quatre axes thématiques suivants :

**L'axe 1** identifie les besoins sociétaux ou points de blocage du domaine des sciences humaines et sociales. Il a, de fait, une forte composante transversale. Des manques importants ont notamment été repérés dans les domaines réglementaire et juridique. La place de l'eau en tant que composante centrale de la pharmacopée traditionnelle a été rappelée et l'insuffisance de connaissances de ce type d'usage a été soulignée.

Il en est ressorti des questionnements spécifiques, comme par exemple :

- comprendre la relation des populations avec l'eau et la place que celle-ci peut avoir au sein de la population calédonienne ;
- déterminer le rôle et l'importance de l'eau dans la pharmacopée traditionnelle, son lien avec le monde de l'« invisible » dans la préparation des remèdes notamment ;
- déterminer les critères utilisés par la population pour juger si une eau est « buvable » ou non.

**Potabilité *vs* buvabilité ?**

Alors que la potabilité d'une eau répond à des critères normés et analysables, la perception des populations quant au caractère « buvable » d'une eau est suggestive et peu définie.
Les points de concordance ou de discordance entre ces deux notions mériteraient d'être cernés.

Les bénéfices attendus d'une extension potentielle du projet GOUTTE (voir p. 30-33), en termes géographiques (sur foncier non-coutumier, par exemple, en zone urbaine ou périurbaine), d'études des représentations et usages des communautés étudiées et en termes disciplinaires (intégration de sujets d'études alimentant d'autres disciplines) ont été soulignés.

**L'axe 2** prend en compte les thématiques de l'eau en tant que vecteurs de toxiques d'origine tellurique que sont les métaux et les fibres d'amiante. Dans le domaine des métaux, le projet en cours Nickel-Chrome (voir p. 14-16) apportera des éléments à même de mieux comprendre un rôle éventuel des eaux de boisson dans l'imprégnation des populations par les métaux. Néanmoins, au-delà des risques éventuels en rapport à l'eau de boisson, une meilleure compréhension du transfert des métaux *via* l'eau dans la chaîne trophique (végétaux, animaux et hommes) semble nécessaire pour mieux maîtriser le risque sanitaire dû aux métaux.

La question du transport hydrique des fibres d'amiante mérite également d'être prise en considération afin d'en apprécier les risques aériens (déplacements de fibres d'amiante à distance de gisements amiantifères) et en raison de la possible toxicité propre en suspension (possibles cancers digestifs) de ces fibres dans l'eau de boisson. Dans les deux thématiques de cet axe, des manques de connaissances pourraient être comblés par des études épidémiologiques en population.

**L'axe 3** regroupe les questions sanitaires en lien à l'eau issue des réseaux AEP (Adduction en Eau Potable) ou des citernes recueillant l'eau de pluie destinée à la consommation humaine. Ces questions portent sur les polluants émergents, les éventuelles toxicités induites par la chloration des eaux (Chloramines, trihalométhanes) ou d'autres toxiques actuellement non surveillés (toxines de cyanobactéries par exemple). Certaines révèlent le besoin d'entreprendre d'autres études ou de pousser plus loin celles en cours.

Il est aussi nécessaire de travailler plus avant sur la qualification en termes de potabilité d'autres eaux utilisées pour la boisson, comme l'eau de pluie recueillie dans les citernes.

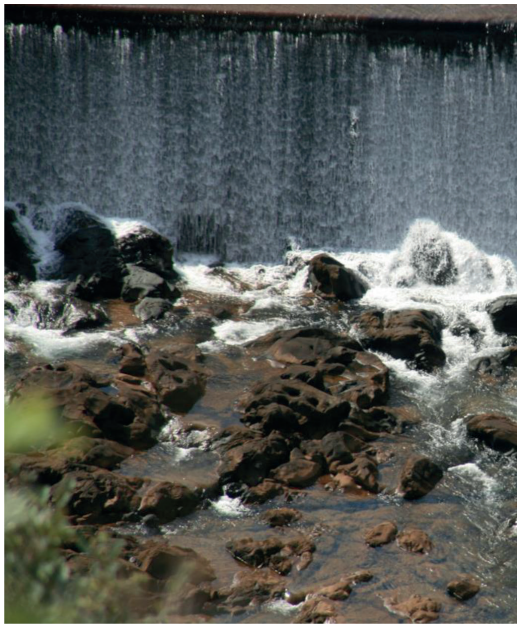
Parallèlement, les questions relatives aux rejets dans l'environnement des stations d'épuration et à l'impact de ceux-ci sur la santé des populations et des écosystèmes se situent à l'interface santé-environnement.

À l'intersection de ces deux composantes, ont été soulignés les besoins d'identifier et de développer des solutions simples et abordables pour réussir la purification/potabilisation d'eau douce à de petites échelles (petit captage individuel, quelques foyers isolés, solutions individuelles pour les eaux de pluie).

*Atelier « Eau et santé » – © C. Goarant/IPNC*

| | Représentations et usages de l'eau en Nouvelle-Calédonie | L'eau, vecteur de toxiques (métaux lourds et amiante) | « De l'eau potable pour tous et par tout temps » | Risques sanitaires des eaux de baignade |
|---|---|---|---|---|
| Besoin sociétal | • Améliorer les aspects réglementaires et juridiques de la potabilité de l'eau.<br>• Comprendre et prendre en compte les usages de l'eau en médecine traditionnelle.<br>• Mieux comprendre et définir les différences entre les notions « eau potable » et « eau buvable ». | • Mieux appréhender et gérer la forte imprégnation métallique des populations.<br>• Mieux gérer les risques sanitaires de l'amiante environnementale. | • Développer des besoins normatifs pour l'eau potable adaptés à la Nouvelle-Calédonie.<br>• Garantir la disponibilité d'eau potable aux populations isolées.<br>• Prendre en compte l'utilisation des eaux pluviales par les populations. | • Limiter l'exposition à des toxines et polluants dans les milieux aquatiques.<br>• Améliorer la maîtrise du risque infectieux *Vibrio vulnificus*.<br>• Limiter les dermatites dues à des cyanobactéries.<br>• Définir des normes de qualité de l'eau pour les effluents d'élevages.<br>• Diminuer l'incidence de la leptospirose. |
| Besoin de recherche identifié | Au-delà du projet GOUTTE, inclure les terres non-coutumières et les communautés qui en relèvent. | • Au-delà du projet Nickel-Chrome, comprendre et prévenir l'imprégnation métallique des populations et ses conséquences.<br>• Évaluer le déplacement du risque amiante par les pluies ou une toxicité propre des amiantes en suspension. | • Prendre en compte les toxiques et polluants émergents (microplastiques, polluants d'origine phytosanitaire ou médicamenteuse,…) tout au long du cycle de l'eau.<br>• Connaître et prendre en compte les risques liés à la chloration des eaux d'AEP (Chloramines, Trihalométhanes).<br>• Étudier des solutions permettant de « potabiliser » de l'eau à petite échelle. | • Identifier les facteurs déterminants les efflorescences de cyanobactéries (bloom) toxinogènes.<br>• Mieux connaître et mieux prévenir le risque lié à *Vibrio vulnificus*.<br>• Mieux connaître et mieux prévenir le risque de leptospirose. |
| Questions posées à la recherche | | • Déterminer les effets sanitaires des fortes imprégnations en métaux.<br>• Comprendre le devenir des métaux lourds dans les réseaux trophiques.<br>• Évaluer de possibles effets sanitaires des amiantes en suspension (antigorite). | • Identifier ou développer des solutions technologiques de traitement à petite échelle.<br>• Étudier les impacts des trihalométhanes et autres dérivés de la chloration des eaux d'AEP.<br>• Établir des normes, seuils et indicateurs adaptés au contexte local.<br>• Établir un cadre réglementaire et légal. | • Mieux connaître et mieux prévenir les dynamiques des efflorescences de Cyanobactéries en eau douce et marine, savoir identifier les risques liés à leur caractère toxinogène.<br>• Déterminer des indicateurs des risques infectieux.<br>• Comprendre la transmission environnementale de la leptospirose. |
| Thématiques | Transversales. | Santé, environnement. | Santé, environnement, gouvernance. | Santé, environnement. |
| Disciplines scientifiques identifiées | Sociologie, anthropologie, droit. | Épidémiologie, géochimie. | Chimie, toxicologie, épidémiologie, droit. | Chimie, toxicologie, microbiologie, biologie marine. |

*Figure 1 : Tableau de synthèse des axes évoqués lors de l'atelier « Eau et santé ».*



*Écoulement des eaux de surface sur des sols riches en métaux – © C. Goarant*

*Atelier « Eau et santé » – © R. Thibeaux/IPNC*

**L'axe 4** rassemble les besoins touchant à l'évaluation et à une meilleure connaissance des problèmes sanitaires infectieux et toxiques liés aux eaux autres que les eaux de boisson (eaux douces et marines de baignade, eaux d'élevage aquacole). Deux thèmes principaux ont émergé de cet axe, à savoir les risques infectieux (dont la leptospirose en eau douce ou les infections par *Vibrio vulnificus* en eau saumâtre et marine, par exemple) et les risques toxiques (Cyanobactéries en eau douce et marine, ciguatera, méduses en eau de mer, toxicité des émanations d'amas d'algues produits par l'eutrophisation des milieux).

Comme cela a été mis en avant lors de l'atelier, cet axe inclurait aussi assez naturellement le besoin d'une meilleure connaissance des effluents (de STEP (stations d'épuration), d'élevages, etc.) et des risques infectieux et toxiques associés. Il a également été noté qu'un rapprochement devra être envisagé avec les axes identifiés par l'atelier « Eau et environnement » concernant les analyses des pesticides et polluants émergents, mais aussi sur les dynamiques écologiques des efflorescences de Cyanobactéries.

Si, parmi tous les axes possibles, il en existe un à traiter de manière transversale car s'inscrivant dans tous les champs disciplinaires, c'est celui du changement climatique !

### Épidémiologie ou les études sur la santé des populations

Quels sont les effets sur la santé d'une forte imprégnation par les métaux lourds ? Y a-t-il un effet lié à la présence de fibres d'amiante dans l'eau ? Répondre à ces questions demande de faire appel à l'épidémiologie, discipline qui étudie, au sein de populations, la fréquence et la répartition des problèmes de santé dans le temps et dans l'espace, ainsi que le rôle des facteurs qui les déterminent.

Cyrille Goarant (IPNC), Jérôme Bétrancourt (gouvernement de la Nouvelle-Calédonie), Roman Thibeaux (IPNC)

# EAU ET GOUVERNANCE

*Atelier « Eau et gouvernance » – © C. Tatin/CRESICA*

Depuis plus d'une vingtaine d'années, les recherches et les études sur l'eau se sont centrées sur l'amélioration de la connaissance de la ressource en eau douce, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. Pour autant, peu de recherches portent sur les enjeux et les modes de gouvernance de cette ressource. Travailler sur la gouvernance de l'eau en Nouvelle-Calédonie semble d'autant plus nécessaire que cette dernière connaît une répartition des compétences complexe et originale, à travers ses différentes institutions, articulée à une réglementation encore en cours de construction et pas totalement adaptée aux pratiques des Calédoniens. De plus, l'organisation institutionnelle diffère en fonction du statut foncier des terres, les terres coutumières étant notamment exclues du domaine fluvial de la Nouvelle-Calédonie.

Le domaine de la Nouvelle-Calédonie comprend notamment, sauf lorsqu'ils sont situés dans les terres coutumières, les biens vacants et sans maître, y compris les valeurs, actions et dépôts en numéraire atteints par la prescription dans les délais prévus pour l'État, ceux des personnes qui décèdent sans héritier ou dont les successions ont été abandonnées.
Il comprend également, sous réserve des droits des tiers et sauf lorsqu'ils sont situés dans les terres coutumières, les cours d'eau, lacs, eaux souterraines et sources.
Article 44 de la loi organique de 1999, modifié en 2009 (JO n° 180 du 6 août 2009, p. 13095, texte n° 1)

La « gouvernance de l'eau » correspond à la manière dont s'organisent les différents acteurs pour prendre des décisions et gérer l'eau. Il s'agit des collectivités publiques, d'acteurs privés, d'ONG, du monde coutumier.

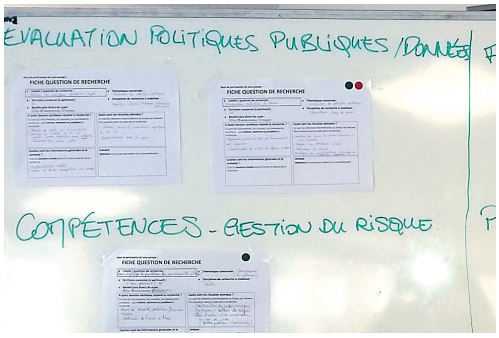
L'atelier « Eau et gouvernance » avait pour vocation d'animer une réflexion concernant les besoins de recherches en termes de gouvernance de l'eau.

Une définition très large du terme de gouvernance ayant été adoptée (cf. encadré ci-dessus), les problématiques articulant eau et gouvernance se sont révélées multiples. Comprendre les modes de gouvernance, potentiellement différents selon les échelles (depuis les terres coutumières jusqu'à la Nouvelle-Calédonie), pose des questions juridiques, économiques mais aussi politiques et sociales, auxquelles s'articulent des questionnements propres à la dimension technique de l'objet eau.

## Déroulement de l'atelier

D'un point de vue méthodologique, l'atelier a débuté par la mise en place d'un « brise-glace » avec une présentation individuelle des participants. Chacun proposait un ou plusieurs besoins de recherche. Après regroupement des besoins de recherches en six axes thématiques, les membres de l'atelier ont travaillé en groupe afin de préciser une ou plusieurs questions de recherche d'intérêt par thématique.

*Travail en atelier par thématique – © C. Sabinot/IRD*




*Fiches questions de recherches par thématique – © C. Sabinot/IRD*

Les fiches constituées ont ensuite été partagées avec l'ensemble de l'atelier. Chaque groupe a priorisé les questions de recherche à mettre en œuvre.

Pour clore l'atelier, les animatrices ont présenté une synthèse du travail afin de partager, préparer et valider collectivement la production collective avant la restitution en plénière. Ce dernier moment a permis de valider et repréciser les messages clés et les actions transverses à porter au-delà de l'atelier.

Plusieurs constats ont guidé la réflexion collective : la diversité des valeurs associées à l'eau et à ses usages, la diversité des interprétations du lien entre foncier et eau, notamment selon le type de foncier, la difficulté à définir des normes et des réglementations afin de garantir une qualité de l'eau dans un contexte multiculturel, les inégalités d'accès à l'eau et l'existence de territoires plus ou moins vulnérables, enfin, la généralisation du paiement des services de l'eau qui, en raison de représentations diverses, fait face à certaines réticences.

## Six axes thématiques

À travers cet atelier, six grands ensembles de thématiques ont été identifiés (ils sont présentés ci-dessous par ordre d'importance) ainsi que des besoins transversaux concernant l'administration de la recherche.

**L'axe 1** concerne le suivi, l'évaluation des politiques publiques et l'organisation des données : comment définir des indicateurs de qualité acceptés par tous et adaptés aux spécificités locales ? Ce questionnement fait ressortir des manques concernant des seuils et des indicateurs communs à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, notamment quant aux questions de qualité, de normes de potabilité, de pollution et de rejets. En termes de recherche, se posent, notamment, la question de la diversité des représentations de la potabilité[2] ainsi que celle d'une meilleure connaissance technique des spécificités de l'eau potable en Nouvelle-Calédonie. L'eau potable en Nouvelle-Calédonie n'aura en effet pas la même composition chimique que celle des pays relevant de l'Union européenne qui édicte les normes. Elle est naturellement plus chargée en certains éléments physico-chimique (Chrome, Nickel, etc.). Par ailleurs, pour améliorer le suivi et l'évaluation des politiques de gestion de l'eau, comment standardiser et mutualiser les données ? Les données sur la qualité et les quantités d'eau existent mais restent peu harmonisées et sont dispersées. L'enjeu est de constituer des bases de données communes et interopérables, de concevoir et d'appliquer des méthodes d'analyses complexes dont les résultats pourront, pour améliorer l'action publique, faire l'objet de débat avec les services compétents en termes de gestion de l'eau, ceci dans des espaces de partages.

**L'axe 2** concerne la gouvernance, les compétences et la construction de la résilience face aux risques. En effet, comment protéger les populations face aux risques liés à l'eau ? Dans le contexte de changement climatique que nous connaissons, se pose la question de la continuité de l'accès à l'eau, notamment dans les petites îles du Pacifique et, plus spécifiquement, en Nouvelle-Calédonie. Dans les sociétés locales, il existe déjà des pratiques d'adaptation à la sécheresse mais souvent peu connues. Développer des recherches sur ce sujet, comme cela est fait ailleurs dans le Pacifique, permettrait d'éclairer la diversité des pratiques de résilience et d'adaptation aux crises.

**L'axe 3** se rapporte aux questions foncières et réglementaires. Comment améliorer la prise en compte de(s) différent(s) statut(s) de l'eau dans ses différents usages et au sein des différents types de foncier ? La situation néo-calédonienne est complexe puisque, comme nous l'avons dit précédemment, l'eau sur terres coutumières est exclue du domaine public fluvial et donc du droit commun. Dans le but d'établir une politique de l'eau partagée, et éventuellement un statut commun pour l'eau sur toute la Nouvelle-Calédonie, il est nécessaire de comprendre comment le droit coutumier (endogène) et le droit commun (exogène) peuvent coexister voire s'articuler. Pour ce faire, il convient d'appréhender comment l'eau est utilisée et considérée par le droit

[2] Par exemple, l'odeur dégagée par une eau traitée au chlore pour être rendue potable n'est parfois pas perçue comme telle pour une partie de la population calédonienne.

| *Grandes thématiques* | *Thématiques concernées* | *A quels besoins sociétaux répond la recherche?* | *Quelles sont les informations générales et le contexte?* | *Quels sont les résultats attendus?* | *Lexique* | *Libellé/question de recherche* | *Territoire concerné (si pertinent)* | *Bénéficiaire direct* | *Disciplines de recherche à mobiliser* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Droit/Foncier** | Cadre juridique et foncier | La compréhension des régles juridiques/ administratives liées à l'eau | Abscence de définition d'un cours, de la valeur/ du statut de l'eau<br>Interprétations différentes des propriétés foncières des cours d'eau sur terres coutumières | Clarification de ce qu'est l'eau et de la valeur qu'on lui accorde<br>Reconnaissance/Inscription du droit coutumier/ de l'eau coutumière<br>Intégrer/Valoriser les résultats de Goutte dans le droit Calédonien<br>Clarification du/des statut(s) de l'eau | Cours d'eau Bien commun ou droit fondamental | Comment améliorer la prise en compte de(s) différent(s) statut(s) de l'eau dans ses différents usages? | | Elus, Administration, Citoyens | Juristes, anthropologues, écnomistes, politiciens, coutumiers, sociologues |
| **Participation des populations** | Participation des populations | Paiement de l'eau<br>Décalage entre population et gestionaires<br>Divers blocages des usagers<br>Pérénité des services de l'eau<br>Intégrer les populations dans les politiques publiques | Qualité de l'eau<br>Distribution de l'eau potable<br>Légitimité sur la ressource<br>Compréhension de la mise en œuvre du /des service(s) | Partage des connaissances<br>Approfondissement des connaissances<br>Compréhension des phénomènes | | Comprendre les blocages/décalages entre les gestionnaires de l'eau et les populations à travers l'étude des valeurs et usages de l'eau pour éclairer des modes de participation | Territoire | Elus<br>Administration<br>Citoyens | Anthropologie, Professionnels de la médiation, sociologie |
| **Evaluation des politiques publiques/Données** | Evaluation des politiques publiques | Manque de seuils et d'indicateurs communs à l'échelle de la NC:<br>- qualité, normes de potabilité, normes de pollutions et rejets<br>- traitement des eaux usées | Réglementation obsolète<br>Normes et seuils métropolitains non adaptés | Normes, seuils et indicateurs spécifiques à la NC<br>Réglementation mise à jour | | "Définir des indicateurs qualité et rejet" | NC | Administration | hydrologie, chimie, toxicologie, informaticien, data science |
| | Données | Informations produites ne sont pas harmonisées et sont dispersées<br>Caractérisation de l'état de référence insuffisante | | Constituer des bases de données communes et inter-opérables<br>Proposer un standard unique<br>Mutualiser les données<br>Développer des outils/ méthodes d'analyse de données complexes | | "Standardiser/ mutualiser les données" | NC | Administration | informatique, bases de données |
| **Compétence** | Gouvernance (compétences) | Besoin de sécurité, protection face aux risques<br>Continuité de l'accès à l'eau | Populations en zones risquées (perception des risques)<br>Inégalité dans l'accès à l'eau | Amélioration du cadre juridique<br>Renforcement culture du risque<br>Plan d'action et de coordination en cas de crise (gestion publique/ coutumière) | Résilience | "Comment protéger les populations face aux risques liés à l'eau" | (Non pertinent) NC | Elus<br>Administration<br>Citoyens (++) | Toutes disciplines |
| **Finance** | Valeur de l'eau | Pouvoir fournir un service de qualité aux populations;<br>Responsabiliser la population à la préservation des ressources naturelles | Les gens ne paient pas l'eau selon les secteurs pour différents facteurs (sociaux, économiques, culturels, qualitatifs) | Trouver une tarification acceptable pour tous<br>Meilleure compréhension des freins à l'application d'une tarification<br>L'eau paie l'eau dans la mesure du possible | Responsabiliser = être un acteur de sa consommation<br>Service public<br>Tarification | "Identifier les pistes d'une politique tarifaire de l'eau adaptée aux différents contextes calédoniens" | NC et en priorité les communes rurales | Elus<br>Administration<br>Citoyens | économie, anthropologie, géographie, droit, ... |
| **Thématique transversale aux trois ateliers : politiques et recherche** | Analyse des pratiques décisionnelles publiques en lien avec la recherche | Positionner la recherche dans le processus de décision des politiques publiques en situation normale et en situation de crise | Problème d'articulation entre les programmes de recherche et les décisions de politique publique, en amont et en aval | Meilleure information des décideurs sur la base de données scientifiques exploitables en fonction des commandes - ou pas - et renforcement de la culture scientifique des décideurs | Organiser;<br>Coordonner;<br>Aider à la décision | "Organiser et articuler la recherche avec des politiques publiques" | institutions, collectivités, partenaires privés | Elus | Toutes disciplines |

*Figure 1 : Tableau de synthèse des thématiques de recherches discutées en atelier*

coutumier et sur les terres coutumières et de rendre compte de la diversité des représentations sur l'ensemble du territoire.

**L'axe 4** est relatif aux valeurs économiques de l'eau et notamment à l'économie de l'eau marchande et non marchande. Force est de constater, en effet, que les raisons invoquées par les populations pour ne pas payer l'alimentation en eau potable (AEP) sont multiples, complexes et plutôt méconnues. Pourtant, les acteurs de l'AEP et les collectivités locales cherchent à fournir un service de qualité aux populations tout en les sensibilisant à la préservation des ressources naturelles. Des recherches en économie-gestion mais également en anthropologie économique permettraient de mieux comprendre cette diversité des valeurs, marchandes et non marchandes, afin de pouvoir identifier collectivement des pistes pour la conception d'une politique tarifaire de l'eau adaptée aux différents contextes calédoniens.

**L'axe 5** renvoie à la participation de la population à la gouvernance de l'eau et à la construction des politiques de l'eau. Face aux difficultés rencontrées par les gestionnaires pour diffuser les pratiques économes en eau mais aussi aux divers blocages récurrents, le partage des connaissances, des représentations et valeurs liées à l'eau est nécessaire. En effet, les décalages et discordances parfois brutales opposants gestionnaires et usagers méritent un détour par la recherche afin de mieux comprendre les différents points de vue et d'identifier les points de blocages. Ce travail de formalisation des valeurs de l'eau peut être fait, d'une part, grâce à une recherche visant à produire des connaissances sur les valeurs diverses accordées à l'eau sur l'ensemble du territoire calédonien, tant auprès des citoyens qu'auprès des acteurs des institutions et, d'autre part, par des approches d'ordre méthodologique, qui permettraient d'adapter les processus participatifs à la population

*Dispositif de récupération de l'eau de pluie à Tiga – © IRD*

> L'acceptabilité des risques liés à l'eau varie dans les communautés du Pacifique, transposer des outils existants n'est pas toujours adapté !

locale et son organisation sociale. Il s'agirait de comprendre comment se construit la légitimité des différents groupes sociaux à participer pour une reconnaissance élargie des valeurs de l'eau.

**L'axe 6** concerne avant tout de nécessaires réflexions autour des relations entre politique et recherche ; chercheurs et décideurs. Quelle place pour la recherche dans les processus de décision et dans les politiques publiques ? L'importance de l'enjeu d'une meilleure articulation entre recherche et processus décisionnel a été soulignée et ce de deux manières : à travers une meilleure diffusion des résultats de recherche et à travers le besoin d'une meilleure culture scientifique chez les décideurs. En termes de recherche, cet enjeu est une question relativement classique des sciences sociales : elle va de pair avec celle des relations entre savoirs et pouvoirs mais aussi de la place des savoirs experts *vs* savoirs experts ou non dans le processus de fabrication des politiques publiques.

## Besoins transversaux concernant l'administration de la recherche

En interconnexion avec les autres champs disciplinaires, les participants à l'atelier « Eau et gouvernance » ont pointé le besoin de maintenir des recherches dans les différentes disciplines relevant des sciences humaines et sociales.

La nécessité de développer une meilleure connaissance mutuelle des contraintes respectives des chercheurs et des décideurs a également été mise en avant. Ceci demande d'améliorer les connexions entre les différents acteurs en multipliant et institutionnalisant des espaces de coordination pérennes sur les thématiques spécifiques intéressant chercheurs et décideurs. Il sera essentiel de veiller à respecter les temporalités de la recherche.

Un des préalables, pointé par les collectivités et appuyé par tous, est de travailler à la construction d'un statut du chercheur en Nouvelle-Calédonie, dans le secteur public comme dans le secteur privé, afin de maintenir l'attractivité du métier, notamment pour les étudiants locaux.

Toujours de manière transversale, mais plus globalement, pour les travaux de recherche en environnement comme en sciences sociales, il est nécessaire de respecter les textes internationaux : protocole de Nagoya et l'APA (Accès et Partage des Avantages).

Marion Bois (province Nord), Séverine Bouard (IAC), Catherine Sabinot (IRD)

# EAU ET ENVIRONNEMENT

*Fonds marins – © L. Boher/CRESICA*

« L'observation est l'essence même de la science » : la donnée, la mesure, la quantification, sont les termes récurrents de l'atelier « Eau et environnement », avec des propositions comme les observatoires et les indicateurs intégrateurs.

La Nouvelle-Calédonie bénéficie d'un environnement exceptionnel, les habitants y sont attachés et les collectivités s'investissent dans sa préservation. Cet environnement est néanmoins impacté par le développement humain. Les impacts sont connus, y compris du grand public, cependant ils sont en partie non quantifiés ni hiérarchisés. Les indicateurs intégrateurs de ces impacts ne sont pas non plus validés et les stratégies pour limiter ces derniers sont insuffisantes. Par exemple, la préservation de la faune des eaux douces et le respect de la continuité écologique à la suite de divers aménagements des cours d'eau se heurtent à la méconnaissance du cycle de vie de nombreuses espèces.

Ceci rend difficile la conception de règles (normes), étape fondamentale dans un contexte tel celui de la Nouvelle-Calédonie où la réglementation européenne est inapplicable. Quand la connaissance est là, elle est fragmentée alors qu'une gestion d'ensemble du continuum terre - mer est souhaitable. Les échanges aux interfaces (eau douce/eau salée, surface/souterrain, sol/eau), en particulier, sont peu connus et mal quantifiés. Ceci est notamment le cas pour la ressource en eau au sein des bassins situés en amont qui apportent pourtant une forte part de cette ressource et sont souvent en mauvais état (incendies et espèces envahissantes). Nombreux sont donc les freins à l'amélioration de la gestion de la ressource en eau, à son partage entre les différents utilisateurs et à la mise en place de mesures d'économie (réutilisation, irrigation optimisée, etc.). Enfin, toute réglementation de l'eau est inutile si elle ne respecte pas les utilisateurs et si elle ne repose pas sur des résultats de recherches incontestables, partagés et adoptés pas les premiers.

L'atelier avait pour objectif de traduire en thématiques de recherche les préoccupations des collectivités locales sur le thème « Eau et environnement ». Il a été l'occasion d'une bonne mobilisation des chercheurs et des collectivités locales. Parmi les chercheurs, l'Ifremer a été particulièrement bien représenté et, parmi les collectivités locales ou les institutions hors recherche, il en a été de même de la province Sud, des services de la Nouvelle-Calédonie et de la province Nord.

Vu le nombre important des participants (issus donc des collectivités locales, des services de la Nouvelle-Calédonie, des associations, du secteur privé et des institutions de recherche), quatre groupes ont tout d'abord été constitués permettant de s'entendre sur les thématiques (lors de l'inscription aux différents ateliers, les besoins de recherche devaient être exprimés, une liste des mots-clefs y renvoyant avait été fournie). Une attention a été accordée au fait que chaque groupe n'accueille qu'un seul membre par organisme. Un représentant de chaque groupe a par la suite restitué le travail de réflexion devant tous les participants, ce qui a permis de mettre en évidence des regroupements dans les thématiques au cours d'une discussion générale.

## Les thématiques

Sans surprise, les thématiques qui ressortent sont relativement classiques.

Celles concernant la qualité de l'eau (avec les mots-clefs de seuil de qualité et d'état écologique) et de quantité

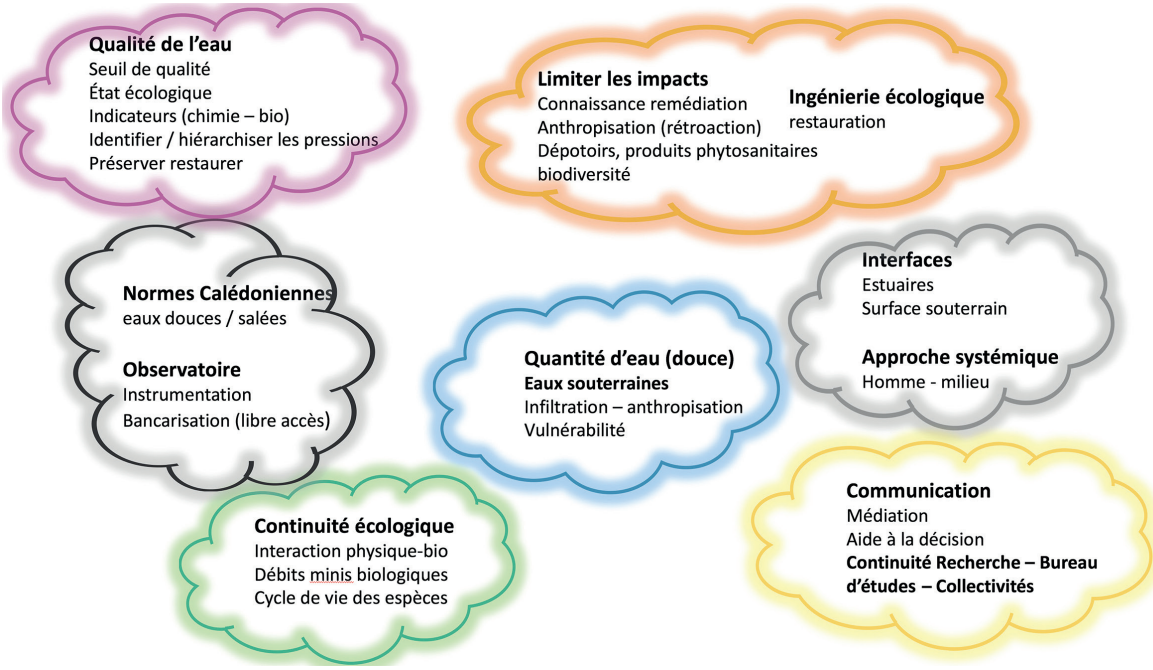



*Figure 1 : Thématiques de recherches identifiées au cours de l'atelier « Eau et environnement ». Les thématiques sont en gras et les mots-clefs en caractères standards permettent de les préciser.*

d'eaux disponibles (avec les mots-clefs d'eau souterraine, d'anthropisation et de vulnérabilité) ont particulièrement été mises en avant.

Certaines sont originales :

- favoriser la communication entre les collectivités émettant des règles et leurs administrés (dans les deux sens) ainsi qu'entre les différents acteurs du monde scientifique (chercheurs collectivités entreprises) ;
- étudier les flux aux interfaces, qui concentrent de nombreuses réactions (physiques, chimiques, biologiques), pour aborder les thématiques environnementales (eau douce - lagon, surface-souterrain, par exemple) ;
- favoriser une approche systémique pour l'étude des interactions entre l'homme et son milieu (identifier et quantifier les interactions et les rétroactions, par exemple) tout en sachant que ce type d'approche nécessite une forte interdisciplinarité.

Plusieurs sont essentiellement pluridisciplinaires. Il s'agit avant tout de la thématique des impacts impliquant des préoccupations de santé humaine. Ces dernières pourraient éventuellement être explorées en tenant compte également des réflexions issues de « Eau et santé ».

La thématique générale « communication, médiation, aide à la décision » ouvre également à la pluridisciplinarité ainsi que celle de la « prise de conscience collective ».

Ces deux dernières thématiques devraient être considérées à la lumière des résultats de l'atelier « Eau et gouvernance », cette fois, et en tenant compte des compétences disciplinaires nécessaires.

## Besoins de recherche

La très grande majorité des thématiques se conjuguent à des besoins qui rejoignent les préoccupations des collectivités locales, majeures pour certaines.

Concernant la qualité et la quantité de l'eau, le besoin de recourir à des indicateurs et la nécessité d'identifier et de hiérarchiser les pressions sur l'environnement ont

*Atelier « Eau et environnement » – © C. Tatin/CRESICA*

*Atelier « Eau et environnement » – © C. Tatin/CRESICA*

été soulignés. De même, il est nécessaire de quantifier la composante d'infiltration.

Le besoin de limiter les impacts implique la production de connaissances, en particulier concernant les méthodes de restauration (notion d'ingénierie écologique) et les processus de couplages et de rétroactions, par exemple entre eau et végétation, et leurs impacts sur la biodiversité.

« Les gestionnaires manquent de connaissances fondamentales » : tel est le message porté par les collectivités en charge de la protection de l'environnement en attente de savoirs pour mieux réglementer et protéger les écosystèmes.

La nécessité de la mise en place d'un observatoire (produisant des données sur le long terme) et de bancarisation des données a également été évoquée. La création d'une structure (toujours de type observatoire) sur une continuité entre la montagne et le lagon, notamment, comme l'ont souligné les participants, serait nécessaire. Ce projet est très ambitieux et nécessite de mobiliser un large éventail de compétences sur un site unique.

Une attention particulière est à accorder à la notion de continuité écologique, qui renvoie à la continuité entre différents compartiments des cours d'eau (par exemple, estuaire/rivière amont) nécessaire au cycle de vie de la faune d'eau douce de Nouvelle-Calédonie ainsi qu'à l'impact des différents aménagements des cours d'eau.

Il est nécessaire de doter la Nouvelle-Calédonie de normes adaptées et d'un équivalent local à la DCE Européenne. En effet les concentrations naturelles en certaines espèces chimiques (par exemple, nickel, chrome ou manganèse) sont nettement plus importantes en Nouvelle-Calédonie qu'en Europe. En conséquence les normes européennes sont inadaptées et des normes Calédoniennes doivent être développées.

L'optimisation de l'utilisation de l'eau afin de limiter les conflits d'usage (eau urbaine et eau agricole) est un réel besoin.

Les transformations de la matière transportée par l'eau (métaux, matière organique) s'effectuent préférentiellement aux interfaces, lieux de contrastes de propriétés physicochimiques. La nature de ces transformations ainsi que les mécanismes mis en œuvre échappent encore largement à notre compréhension, particulièrement dans le contexte néocalédonien et demande à être mieux cernée.

L'absence de normes spécifiques à la Nouvelle-Calédonie est aujourd'hui un véritable frein puisque les normes européennes sont difficilement transposables dans le contexte néocalédonien.

Il est souligné que les stocks d'eau sont majoritairement produits dans les bassins amont (montagneux et forestiers) et que le cycle de l'eau et l'impact des dégradations y sont peu connus.

Comme le montre ce schéma, issu de la réflexion sur les actions-recherche, un gain sociétal fort est attendu. La mise en œuvre des actions-recherche révèle une forte complexité mais ces dernières pourraient faire l'objet d'un séquençage en tâches individuelles plus simples.

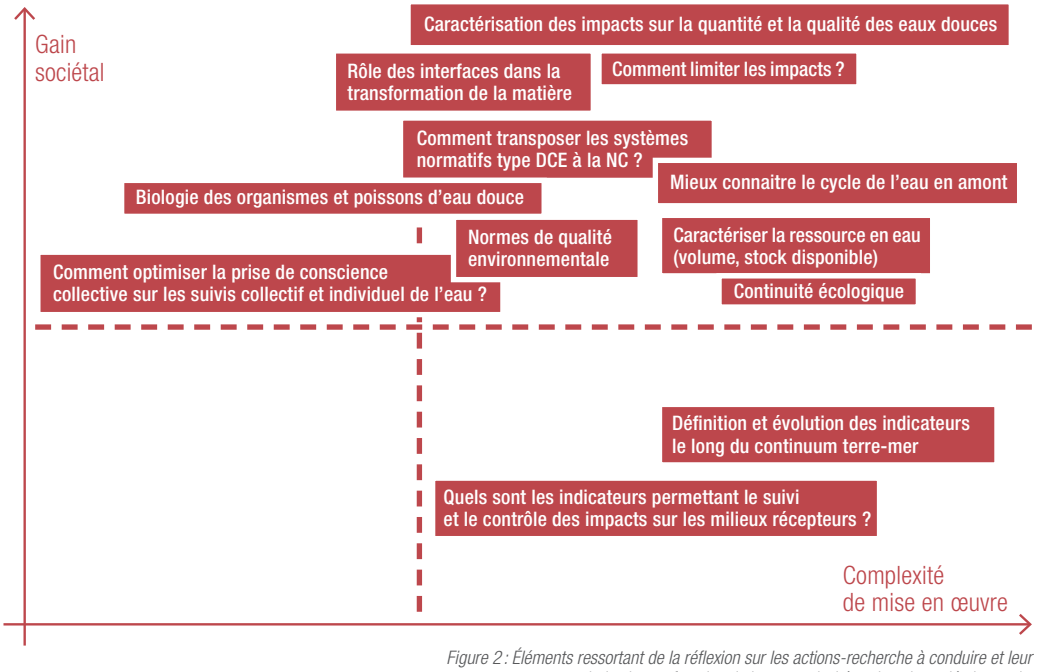



*Figure 2 : Éléments ressortant de la réflexion sur les actions-recherche à conduire et leur priorisation en fonction de leur complexité et du gain sociétal attendu.*

## Actions-recherche

Plusieurs perspectives d'actions de recherche ont été formulées, celles-ci pouvant concerner aussi bien des questions très appliquées, avec un délai de réalisation court, ou plus fondamentales, exigeant plusieurs années. Un schéma (ci-dessus) a été établi quant au gain sociétal attendu et à la complexité des mises en œuvre.

Les actions-recherche les plus simples concernent la biologie des poissons d'eau douce et la prise de conscience de la nécessité du suivi de la qualité de l'eau et de sa disponibilité. Celles dont on attend la plus grande incidence sociétale concernent les impacts et leurs limitations. Comme cela a été souligné, le terme d'impact est ici à prendre dans un sens générique (le besoin de quantification des impacts liés à des pressions déjà identifiées, feux, cerfs, mine, agriculture, a été noté).

*Site de Netcha – © D. Gonzalez*

*Cœur de Farino – © C. Tatin/CRESICA*

Pierre Genthon (IRD) – Julie Jeanpert (DIMENC) – Pascal Chapuis (gouvernement de la Nouvelle-Calédonie)

# RÉFÉRENCES


Aubriot Olivia, 2004, « Eau, miroir d'une société. Irrigation paysanne au Népal central », *Monde Indien Sciences sociales 15e 21e siècle*, Paris, CNRS Éditions, p. 321.

Boelens Rutgerd, Seeman Miriam, 2014, "Forced Engagements: Water Security and Local Rights Formalization in Yanque, Colca Valley, Peru", *Human Organization*, vol. 73, n° 1 *(String 2014)*, p. 1-12.

Bonnet Xavier, Briand Marine J., Brischoux François, Letourneur Yves, Fauvel Thomas, Bustamante Paco, 2014, "Anguilliform fish reveal large-scale contamination by trace elements in the coral reefs of New Caledonia", *Science of The Total Environment,* vol. 470-471, p. 876-882. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.027.

Bouteloup Perrine, 2016, « La gouvernance de l'eau à partir d'une démarche participative : de l'analyse à la planification de la gestion de l'eau sur la zone VKP, Nouvelle-Calédonie », mémoire de fin d'étude *ISTOM*, p. 67.

Briand Marine J., Letourneur Yves, Bonnet Xavier, Wafo Emmanuel, Fauvel Thomas, Brischoux François, Guillou Gaël, Bustamante Paco, 2014, "Spatial variability of metallic and organic contamination of anguilliform fish in New Caledonia", *Environmental Science and Pollution Research. Springer Verlag*, vol. 21, n° 6, p. 4576-4591.

Briand Marine J., Bustamante Paco, Bonnet Xavier, Churlaud Carine, Letourneur Yves, 2018, "Tracking trace elements into complex coral reef trophic networks", *Science of The Total Environment,* vol. 612, p. 1091-1104. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.257.

Budds Jessica, Linton Jamie, 2014, "The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water", *Geoforum*, vol. 57, n° 11, *2014*, p.170-180. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.008.

Carballa Marta, Omil Francisco, Lema Juan M., Llompart María, García-Jares Carmen, Rodríguez Isaac, Gómez Mariano, Ternes Thomas, 2004, "Behavior of pharmaceuticals, cosmetics and hormones in a sewage treatment plant", *Water Research*, vol. 38, p. 2918-2926. https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.03.029.

David Victor, 2017, « La nouvelle vague des droits de la nature. La personnalité juridique reconnue aux fleuves Whanganui, Gange et Yamuna », *Revue juridique de l'environnement*, vol. 42, n° 3, p. 409-424. https://www.cairn.info/revue-revue-juridique-de-l-environnement-2017-3-page-409.htm.

Demmer Christine, 2002, « Les héritiers d'Éloi Machoro (1941-1985) : une génération nationaliste au pouvoir à Amââ et Kûöö, villages de Xârâcùù (Canala) Nouvelle-Calédonie », thèse de doctorat, Paris, EHESS.

Fey Pauline, Bustamante Paco, Bosserelle Pauline, Espiau Benoît, Malau Atololo, Mercader Manon, Wafo Emmanuel, Letourneur Yves, 2019, "Does trophic level drive organic and metallic contamination in coral reef organisms?", *Science of The Total Environment*, vol. 667, p. 208-221. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.311.

Grellier Oriane, Bouard Séverine, Lejars Caroline, 2019, « La gestion de l'eau en terres autochtones : regards croisés sur la littérature scientifique dans le Pacifique et en Nouvelle-Calédonie », « Rapport bibliographique projet GOUTTE, IAC/CIRAD/CRESICA », p. 45.

Gupta Joyeeta, Hildering Antoinette, Misiedjan Daphina, 2014, "Indigenous people's right to water under international law: a legal pluralism perspective", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 11, p. 26-33. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.09.015.

Gupta Prashant, 2014, "Verification and Validation of a DEM-CFD Model and Multiscale Modelling of Cohesive Fluidization Regimes", thèse de doctorat, University of Edinburgh.

Hsiao Elaine C., 2012, "Whanganui River Agreement: Indigenous Rights and Rights of Nature", *Environmental Policy and Law*, vol. 42, n° 6, p 371-375.

Hidalgo Juan Pablo, Boelens Rutgerd, De Vos Jeroen, 2017, "De-colonizing water. Dispossession, water insecurity, and Indigenous claims for resources, authority and territory", *Water History,* vol. 9, n° 1, p. 69.

Jackson Sue, Altman Jon, 2009, "Indigenous Rights and Water Policy: Perspectives from Tropical Northern Australia", *Australian Indigenous Law Review*, vol. 13, n° 1, p 27. https://www.jstor.org/stable/26423115.

Leblic Isabelle, 2005, « Pays, "surnature" et sites "sacrés" paicî à Ponérihouen (Nouvelle-Calédonie) », *Journal de la société des océanistes*, n° 120-121, p. 95-111. https://doi.org/10.4000/jso.410.

Lejars Caroline, Bouard Séverine, Sabinot Catherine, Nekiriai Charline, 2019, « Quand "l'eau, c'est le lien": Suivre l'évolution des réseaux d'eau pour éclairer les pratiques et les transformations sociales dans les tribus kanak », *Développement durable et territoires*, vol. 10, n° 3, https://doi.org/10.4000/developpementdurable.15704.

Li Fabiana, 2013, "Contesting Equivalences: Controversies over Water and Mining in Chile and Peru", John R. Wagner (ed.), *The Social Life of Water*, Oxford, Berghahn Books.

Nekiriai Charline, 2017, « La gestion de l'eau sur terres coutumières en Nouvelle-Calédonie : évolution des représentations, des valeurs et des pratiques », mémoire de master de l'université de Nantes, p. 70.

Obertreis Julia, Moss Timothy, Mollinga Peter, Bichsel Christine, 2016, "Water, infrastructure and political rule: Introduction to the Special Issue", *Water Alternatives,* vol. 9, n° 2, p. 168-18.

Penn Henry J.-F., 2016, "Water security in the rural North: responding to change, engineering perspectives, and community focused solutions", thèse de doctorat, University of Alaska Fairbanks.http://hdl.handle.net/11122/6850.

Roche Hélène, Salvat Bernard, Ramade François, 2011, "Assessment of the pesticides pollution of coral reefs communities from French Polynesia", *Revue d'Écologie*, vol. 66, p. 3-10. http://hdl.handle.net/2042/55860.

Salmond Anne, 2014, "Tears of Rangi: Water, power, and people in New Zealand", *HAU: Journal of Ethnographic Theory*, vol. 4, n° 3, p. 285-309. http://dx.doi.org/10.14318/hau4.3.017.

Shaw Chris M., Brodie Jon, Mueller Jochen F., 2012, "Phytotoxicity induced in isolated zooxanthellae by herbicides extracted from Great Barrier Reef flood waters", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 65, n° 4-9, p. 355-362. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.01.037.

Smuts Evan Matthew, 2015, "A Methodology for Coupled CFD-DEM Modelling of Particulate Suspension Rheology", thèse de doctorat, University of Cape Town, p. 160.

Sutherland Bruce R., Barrett Kai J., Gingras Murray K., 2015, "Clay settling in fresh and salt water", *Environmental Fluid Mechanics*, vol. 15, n° 1, p. 147-160. https://doi.org/10.1007/s10652-014-9365-0.

Tankosić Ljiljana, Tančić Pavle, Sredić Svjetlana, Nedić Zoran, 2018, "Comparative Study of the Mineral Composition and Its Connection with Some Properties Important for the Sludge Flocculation Process-Examples from Omarska Mine", *Minerals*, vol. 8, n° 3, p. 119. https://doi.org/10.3390/min8030119.

Ternes Thomas A., Stumpf Marcus, Mueller Jutta, Haberer Klaus, Wilken Rolf-Dieter, Servos Mark, 1999, "Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants - I. Investigations in Germany, Canada and Brazil", *Science of The Total Environment*, vol. 225, n° 1-2, p. 81-90. https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00334-9.

Varone Frédéric, Reynard Emmanuel, Kissling-Näf Ingrif and Mauch Corine, 2002, "Institutional Resources Regimes. The Case of Water in Switzerland", *Integrated Assessment An International Journal*, Vol. 3, n° 1, p. 78-94. https://doi.org/10.1076/iaij.3.1.78.7412.

Verlicchi Paola, Galletti Alessio, Petrovic Mira, Barceló Damià, 2011, "Hospital effluents as a source of emerging pollutants: An overview of micropollutants and sustainable treatment options", *Journal of Hydrology,* vol. 389, n° 3-4, p. 416-428. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.06.005.

Wagner John R. et Jacka Jerry K., 2018, "*Island rivers: fresh water and place in Oceania*", Acton, ACT ANU Press.

# POUR ALLER PLUS LOIN

**ASSURPLUHYT**

Thibeaux Roman, Geroult Sophie, Benezech Claire, Chabaud Stéphane, Soupé-Gilbert Marie-Estelle, Girault Dominique, Bierque Emilie, Goarant Cyrille, 2017, "Seeking the environmental source of Leptospirosis reveals durable bacterial viability in river soils", *PLOS Neglected Tropical Diseases*. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005414.

Thibeaux Roman, Girault Dominique, Bierque Emilie, Soupé-Gilbert Marie-Estelle, Rettinger Anna, Douyère Anthony, Meyer Michael, Iraola Gregorio, Picardeau Mathieu, Goarant Cyrille, 2018, "Biodiversity of environmental Leptospira: improving identification and revisiting the diagnosis", *Frontiers in Microbiology*, vol. 9, p. 816. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00816.

Thibeaux Roman, Iraola Gregorio, Ferrés I, Bierque Emilie, Girault Dominique, Soupé-Gilbert Marie-Estelle, Picardeau Mathieu, Goarant Cyrille, 2018, "Deciphering the unexplored Leptospira diversity from soils uncovers genomic evolution to virulence", *Microbial Genomics*, vol. 4, n° 1, p. 00144. https://doi.org/10.1099/mgen.0.000144.

Vincent Antony T., Schiettekatte Olivier, Goarant Cyrille, Neela Vasantha Kumari, Bernet Eve, Thibeaux Roman, Ismail Nabilah, Mohd Khalid Mohd Khairul Nizam, Amran Fairuz, Masuzawa Toshiyuki, Nakao Ryo, Amara Khorba Anissa, Bourhy Pascale, Veyrier Frederic J., Picardeau Mathieu, 2019, "Revisiting the taxonomy and evolution of pathogenicity of the genus Leptospira through the prism of genomics", *PLOS Neglected Tropical Diseases*, vol. 13, n° 5, p. 0007270. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007270.

**NICKEL-CHROME**

St-Jean Audray, Barguil Yann, Dominique Yannick, Le Bot Barbara, Ayotte Pierre, Cordier Sylvaine, 2018, "Nickel and associated metals in New Caledonia: Exposure levels and their determinants", *Environment International*, vol. 118, p. 106-115. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.05.045.

**SEARSÉ**

Bengtsson Mia M., Attermeyer Katrin, Catalán Núria, 2018, "Interactive effects on organic matter processing from soils to the ocean: are priming effects relevant in aquatic ecosystems?", *Hydrobiologia*, vol. 822, p. 1-17. https://doi.org/10.1007/s10750-018-3672-2.

David Gilbert, Leopold Marc, Dumas Pascal S., Ferraris Jocelyne, Herrenschmidt Jean-Brice, Fontenelle Guy, 2010, "Integrated coastal zone management perspectives to ensure the sustainability of coral reefs in New Caledonia", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 61, n° 7-12, p. 323-334. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.06.020.

Desclaux Térence, Lemonnier Hugues, Genthon Pierre, Soulard Benoît, Le Gendre Romain, 2018, "Suitability of a lumped rainfall–runoff model for flashy tropical watersheds in New Caledonia", *Hydrological Sciences Journal*, vol. 63, n° 11, p. 1689-1706. https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1523613.

Howley Christina M, Devlin Michelle, Burford Michele Astrid, 2018, "Assessment of water quality from the Normanby River catchment to coastal flood plumes on the northern Great Barrier Reef, Australia", *Marine and Freshwater Research*, vol. 69, n° 6, p. 859-873. http://www.publish.csiro.au/mf/MF17009.

Jacquet Séverine, 2005, "Impact des apports en nutriments sur le réseau trophique planctonique du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie", thèse de doctorat, université de Paris VI. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00962269.

Pawlowski Jan W., Lejzerowicz Franck, Apotheloz-Perret-Gentil Laure, Visco Joana, Esling Philippe, 2016, "Protist metabarcoding and environmental biomonitoring: Time for change", *European Journal of Protistology*, vol. 55, Part A, p. 12-25. https://doi.org/10.1016/j.ejop.2016.02.003.

Stern Rowena, Kraberg Alexandra, Bresnan Eileen, Kooistra Wiebe H. C. F., Lovejoy Connie, Montresor Marina, Morán Xosé Anxelu G., Not Fabrice, Salas Rafael, Siano Raffaele, Vaulot Daniel, Amaral-Zettler Linda, Zingone Adriana, Metfies Katja, 2018, "Molecular analyses of protists in long-term observation programmes - current status and future perspectives", *Journal of Plankton Research*, vol. 40, n° 5, p. 519-536. https://doi.org/10.1093/plankt/fby035.

Tenório Márcio Murilo Barboza, Le Borgne Robert P., Rodier Martine, Neveux Jacques, 2005, "The impact of terrigeneous inputs on the Bay of Ouinné (New Caledonia) phytoplankton communities: A spectrofluorometric and microscopic approach", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 64, n° 2-3, p. 531-545. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.02.030.

**TREMOR**

Bessard Marie, 2019, « Complexation de la MOD avec les ETM Analyse par extinction de fluorescence sur un continuum rivière-mangrove-lagon dans la province Nord de la Nouvelle-Calédonie », mémoire de Master 2, université de Perpignan.

Boher Laura, 2018, « Analyse par quenching de fluorescence de la complexation de la MOD le long d'un continuum rivière-mangrove-lagon à Koné (province Nord de la Nouvelle-Calédonie) », mémoire de Master 2, Institut universitaire européen de la mer, LabexMER.

Dupouy Cécile, Röttgers Rüdiger, Tedetti Marc, Frouin Robert J., Rodier Matine, Martias Chloé, Goutx Madeleine, 2020, "Influence of meteorological conditions on the distribution of CDOM and biogeochemical parameters in the Eastern lagoon of New Caledonia, Frontiers, Biogeochemical Responses of Tropical Ecosystems to Environmental Changes" (sous presse).

Juillot F. *et al.*, 2019, « DYNAMINE : Dynamique des métaux de la mine au lagon dans l'hydrosphère en Nouvelle-Calédonie », rapport scientifique final, programme « Dynamique des métaux de la mine au lagon » du CNRT « Nickel et son environnement », vol. 2.

Marchand Cyril, Allenbach, Michel, Lallier-Vergès Elisabeth, 2011, "Relationships between heavy metals distribution and organic matter cycling in mangrove sediments (Conception Bay, New Caledonia)", *Geoderma,* vol. 160, n° 3-4, p. 444-456. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.10.015.

Martias Chloé, 2018, « Dynamique de la matière organique dissoute colorée et fluorescente en zone lagonaire tropicale dans le Pacifique Sud (Nouvelle-Calédonie) : Influences Climatiques et Anthropogéniques », thèse de Doctorat, université d'Aix-Marseille.

Martias Chloé, Tedetti Marc, Lantoine François, Jamet Léocadie, Dupouy, Cécile, 2018, "Spatial distribution of chromophoric dissolved organic matter and trace metals in the New Caledonia tropical lagoon (South Pacific Ocean)", *Science of the Total Environment*, vol. 616-617, p. 438-452. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.261.

Mounier Stéphane, Zhao Huiyu, Garnier Cédric, Redon Roland, 2011, "Copper complexing properties of dissolved organic matter: PARAFAC treatment of fluorescence quenching", *Biogeochemistry*, vol. 106, p. 107-116. https://doi.org/10.1007/s10533-010-9486-6.

*Éclipse – © H. Lemonnier*

# LISTE DES SIGLES

| | |
|---|---|
| **ASSurPluHyT** | Aspects Sanitaires des eaux de SURface : une approche PLUridisciplinaire de la contamination HYdrique par la leptospirose sur un site pilote à Touho. Projet de recherche du programme « Au fil de l'eau » du CRESICA. |
| **ADN** | Acide DésoxyriboNucléique |
| **AEP** | Adduction en Eau Potable |
| **Ag** | Argent |
| **ANR** | Agence Nationale de la Recherche |
| **ANU** | Australian National University |
| **APA** | Accès et Partage des Avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques et des connaissances traditionnelles associées |
| **BE** | Bureau Étude |
| **BRGM** | Bureau de Recherche Géologique et Minière |
| **Cd** | Cadmium |
| **CEREGE** | Centre Européen de Recherche et d'Enseignement en Géosciences de l'Environnement |
| **CHT** | Centre Hospitalier Territorial |
| **CIRAD** | Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement |
| **CNRS** | Centre National de la Recherche Scientifique |
| **CNRT** | Centre National de Recherche Technologique sur le « Nickel et son environnement » |
| **Co** | Cobalt |
| **CO** | Rivière de la coulée |
| **Cr** | Chrome |
| **CRESICA** | Consortium de Coopération pour la Recherche, l'Enseignement Supérieur et l'Innovation en Nouvelle-Calédonie |
| **Cr-VI** | Chrome hexavalent |
| **Cu** | Cuivre |
| **DCE** | Directive Cadres des Eaux |
| **DIMENC** | Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie de la Nouvelle-Calédonie |
| **DTSI** | Direction des Technologies et des Services de l'Information de la Nouvelle-Calédonie |
| **DYNAMINE** | DYNAmique des métaux de la MINE au lagon, projet de recherche financé dans le cadre du CNRT |
| **DYNECO** | DYNamiques des Écosystèmes CÔtiers – unité de recherche Ifremer |
| **EDCH** | Eau Destinée à la Consommation Humaine |
| **ERALO** | MobilitÉs, cRéation, lAngues et idéoLogies en Océanie – équipe de recherche de l'UNC |
| **Espace-Dev** | L'UMR ESPACE-DEV a pour tutelles l'IRD, l'université de la Guyane, l'université de la Réunion, l'université des Antilles et l'université de Montpellier |
| **ETM** | Éléments Traces Métalliques |
| **Fe** | Fer |
| **FeOOH** | Oxyhydroxydes de fer |

| | |
|---|---|
| **G-eau** | UMR Gestion de l'eau, acteurs, usages |
| **GIZC** | Gestion Intégrée des Zones Côtières |
| **GOUTTE** | GOUvernance de l'eau sur Terres couTumièrEs – projet de recherche du programme « Au fil de l'eau » du CRESICA |
| **GRED** | UMR Gouvernance, Risque, Environnement, Développement |
| **Hg** | Mercure |
| **IAC** | Institut Agronomique néo-Calédonien |
| **ICP-MS** | Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry |
| **Ifremer** | Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer |
| **IMPMC** | Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie |
| **IPNC** | Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie |
| **IRD** | Institut de Recherche pour le Développement |
| **IRSTEA** | Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture |
| **ISEA** | Institut de Sciences Exactes et Appliquées – équipe de recherche de l'UNC |
| **LAMA** | LAboratoire des Moyens Analytiques, IRD |
| **LEAD-NC** | Lagons, Écosystèmes et Aquaculture Durable en Nouvelle-Calédonie – unité de recherche Ifremer |
| **LIENSs** | UMR LIttoral ENvironnement et Sociétés |
| **M.I.O** | Institut Méditerranéen d'Océanologie |
| **MECAFLOC** | MÉCAnismes de FLOCulation – projet de recherche du programme « Au fil de l'eau » du CRESICA |
| **MES** | Matières En Suspension |
| **METEXPO** | METaux-EXPOsition |
| **Mg3Si2O5(OH)4** | Chrysotile |
| **Mn** | Manganèse |
| **MOD** | Matière Organique Dissoute |
| **MODF** | Matière Organique Dissoute Fluorescente |
| **NC** | Nouvelle-Calédonie |
| **Ni** | Nickel |
| **Nox** | Concentration en nitrates-nitrites |
| **OEIL** | Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie |
| **OMS** | Organisation Mondiale de la Santé |
| **ONG** | Organisation Non Gouvernementale |
| **ONU** | Organisation des Nations Unies |
| **PARAFAC** | PARAllel FACtors analysis (analyse parallèle factorielle) |
| **PCB** | PolyChloroBiphényles |
| **PCR** | Polymerase Chain Reaction |
| **PEMPOM** | Polluants ÉMergents, Polluants Organiques et Métaux lourds ; sources et devenir dans les écosystèmes récifo-lagonaires |

| | |
|---|---|
| **PEP** | Politique de l'Eau Partagée |
| **PF** | Station Parc Fayard, rivière de la Dumbéa sous influence anthropique |
| **Pi** | Rivières des pirogues |
| **qPCR** | quantitative PCR |
| **RESCCUE** | Résilience des Écosystèmes et des Sociétés face au Changement ClimatiqUE : Restauration des services écosystémiques et adaptation au changement climatique – programme coordonné par la Communauté du Pacifique (CPS) entre 2014 et 2019. |
| **Se** | Sélénium |
| **SEARSÉ** | Signature des EAux des RivièreS et des Estuaires dans le sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie – projet de recherche du programme « Au fil de l'eau » du CRESICA |
| **SHS** | Sciences Humaines et Sociales |
| **SIG** | Système d'Information Géographique |
| **SpiRAL** | Soils, Rainfall and Leptospirosis – projet de recherche de l'IPNC |
| **STEP** | STations d'ÉPuration |
| **TERAU** | TERritoires, Acteurs et Usages – équipe de recherche IAC |
| **TN** | Station Trou des Nurses, rivière de la Dumbéa hors influence anthropique |
| **TO** | Rivière de la Tontouta |
| **TREMOR** | TRansfert des Éléments Traces métalliques par la Matière ORganique dissoute colorée – projet de recherche du programme « Au fil de l'eau » du CRESICA |
| **TROCA** | TRajectoires d'OCéAnie – équipe de recherche de l'UNC |
| **UMR** | Unité Mixte de Recherche |
| **UNC** | Université de la Nouvelle-Calédonie |

# LISTE DES PARTICIPANTS AUX ATELIERS

Atelier « Eau et environnement »
Atelier « Eau et santé »
Atelier « Eau et gouvernance »

AFCHAIN Patrick
Province Nord
Chargé de la gestion du trait de côte

ALBOUY Fabien
Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (ŒIL)
Directeur

AUPETIT Sylvine
Sensé – Développement durable, droit de l'environnement
Formatrice

BAILLY France
Centre National de Recherche Technologique (CNRT) « Nickel et son environnement »
Directrice

BANARE Eddy
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Enseignant
eddy.banare@unc.nc

BARGUIL Yann
Centre Hospitalier Territorial (CHT)
Biologiste médical responsable UF Biochimie – toxicologie
yann.barguil@cht.nc

BARRIERE Patrick
Conservatoire d'Espaces Naturels de Nouvelle-Calédonie (CEN)
Coordinateur PEE

BARTHELEMY Olivia
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Technicienne – Pôle MET-MEB
olivia.barthelemy@unc.nc

BAUMANN Francine
Consultante indépendante
Consultante indépendante – épidémiologiste
francine.baumann2@gmail.com

BAZIRE Nicolas
Province Sud
Responsable du bureau des impacts environnementaux

BERNARD Carole
Centre d'Initiation à l'Environnement (CIE) de Nouvelle-Calédonie
Directrice générale

BERTEAUX-LECELLIER Véronique
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
Chercheuse – Génomique fonctionnel
veronique.berteaux-lecellier@cnrs.fr

BETRANCOURT Jérôme
Gouvernement – Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR)
Chargé d'études

BEVANT Yann
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Directeur de l'équipe TROCA – maître de conférences – Sciences humaines et sociales
yann.bevant@unc.nc

BIEGALA Isabelle
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)
Chargée de Recherche
isabelle.biegala@ird.fr

BIERQUE Emilie
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Doctorante – Microbiologie
ebierque@pasteur.nc

BLAISE Séverine
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Maître de conférences – Économie internationale et du développement
severine.blaise@unc.nc

BLOC Meryle
Calédonienne Des Eaux (CDE)
Chargée de mission – Environnement

BOHER Laura
Consortium de Coopération pour la Recherche, l'Enseignement Supérieur et l'Innovation en Nouvelle-Calédonie (CRESICA)
VSC ingénieur d'étude – Biogéochimie marine
laura.boher@cresica.nc

BOIS Marion
Province Nord
Chef de service – Aménagement et gestion de l'Eau

BONNET Alizée
World Wildlife Fund (WWF)
Chargée de mission

BOUARD Séverine
Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC)
Responsable équipe TERAU/Chercheure – Géographie politique et agro-économie
bouard@iac.nc

BOULA Aurélie
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Doctorante – Hydrologie
aurelie.boula@unc.nc

BOULAI Emmeline
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)
Ingénieure d'étude
emmeline.boulai@unc.nc

BOULO Viviane
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
Chercheuse – Pathologie, écophysiologie
vboulo@ifremer.fr

BOURRET Gwenaëlle
Province Sud
Responsable département de la ressource en eau

BROUQUIER Armelle
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
VSC, technicienne hydrobiologie et chimie marine
armelle.brouquier@ifremer.fr

CALLAC Nolwenn
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
Chercheuse – Écologie microbienne
nolwenn.callac@ifremer.fr

CASSAN Jean-Jérôme
Province Nord
Chef adjoint - Impact environnemental et conservation

CASTEX Pierre-Olivier
Ville du Mont-Dore
Responsable du service Environnement

CHAILLEUX Sylvie
Province Nord - Direction de l'Aménagement et du foncier
Directrice adjointe

CHAPUIS Pascal
Gouvernement – Direction du Numérique et des Systèmes d'Information (DNSI)
Agent

CHOLLET Stéphane
Mairie de Nouméa
Chef du bureau des analyses des eaux – Direction des Risques Sanitaires (DRS)

CONSTANS Claude
Gouvernement de Nouvelle-Calédonie
Représentant du Gouvernement au comité de site du CRESICA

COULANGE Delphine
Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC)
VSC ingénieur d'étude – Anthropologie
coulange@iac.nc

COUTURES Emmanuel
Province Sud
Chargé de mission

CREUGNET Jean
Province Nord
Membre de la commission Environnement

DESOUTTER Léa
Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie (ŒIL)
Chargée d'étude environnementale

DOKHAC Emma
World Wildlife Fund (WWF)
Chargée de mission

DUBOIS Arnaud
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Étudiant
arnaud.dubois.pro@gmail.com

DUPOUY Cecile
Institut de Recherche
pour le Développement (IRD)
Chercheuse – Chimie du milieu marin
cecile.dupouy@ird.fr

DUVAL Charlotte
Gouvernement – Direction des Affaires Sanitaires et Sociales (DASS-NC)
Chargée d'études - Eaux de consommation

FALLON Gérard
Gouvernement – Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR)
Directeur

FERNANDEZ Jean Michel
Laboratoire d'Analyses Environnementales (AEL)
Directeur/Gérant

FERRAND Richard
Province Nord
Ingénieur – Gestion cours d'eau

FIGUET Orane
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Stagiaire
orane.figuet@student.uliege.be

FILIMOHAHAU Frantz
Société Le Nickel (SLN)
Responsable GPI – DRSE

FOGLIANI Bruno
Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC)
Directeur adjoint – Chercheur
fogliani@iac.nc

GENTHON Pierre
Institut de Recherche
pour le Développement (IRD)
Chercheur
pierre.genthon@ird.fr

GENTIEN Valérie
Province Sud – Direction
de l'Environnement (DENV)
Chef du service Connaissance, biodiversité et territoires

GILBERT Antoine
GINGER-SOPRONER
Responsable du département
Pêches et sciences marines

GIRAULT Dominique
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Technicienne de recherche
dgirault@pasteur.nc

GOARANT Cyrille
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Chef d'unité
cgoarant@pasteur.nc

GOSSET Lucie
Consultante indépendante – Anthropologue

GOYETCHE Christine
Congrès de la Nouvelle-Calédonie
En charge du CCR et CCE

GRAND-PERRIN Elena
Gouvernement – Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR)
Stagiaire – Hydrologie

GROCHAIN Sonia
Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC)
Chercheuse
grochain@iac.nc

GUEPY Raymond
Conseil Économique, Social et Environnemental de la Nouvelle-Calédonie (CESE-NC)

GUNKEL-GRILLON Peggy
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Directrice équipe ISEA – maître de conférences (HDR) – chimie analytique de l'environnement et électrochimie
Peggy.gunkel-grillon@unc.nc

GUYONNEAU Antoine
AM'Eau
Ingénieur

HAGEN Muriel
Gouvernement – Direction des Affaires Sanitaires et Sociales (DASS-NC)
Chargée d'études – Eaux de loisirs

HANNE Benoît
Ville du Mont-Dore
Économe des flux de la collectivité

HAVERKAMP Cédric
Conservation International
Chargé de mission

HEO Nadia
Province Nord
Présidente de la commission Environnement

INIZAN Catherine
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Chercheuse post-doctorante
cinizan@pasteur.nc

JAUFFRAIS Thierry
Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer)
Chercheur – Physiologie et écologie des micro-algues
thierry.jauffrais@ifremer.fr

JEANPERT Julie
Gouvernement – Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC)
Hydrogéologue

JOUAN Marc
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Directeur
mjouan@pasteur.nc

JUILLOT Farid
Institut de Recherche pour
le Développement (IRD)
Chercheur
farid.juillot@ird.fr

KAINIU Malia
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
VSC
mkainiu@pasteur.nc

LAPORTE-MAGONI Christine
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Maître de conférences – géochimie
christine.laporte@unc.nc

LE BORGNE François
Province Sud - Direction de l'Environnement (DENV)
Adjoint du service des ICPE – impacts environnementaux et des déchets

LECERCLE Hortense
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)
Stagiaire
hortense.lecercle@gmail.com

LEMONNIER Hugues
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
Chercheur – Physiologie animal
hugues.lemonnier@ifremer.fr

LENOIR Valérie
Gouvernement de Nouvelle-Calédonie
Collaboratrice – Cabinet P. Germain

LEON Sandrine
SEUR
Directrice

L'HUILLIER Laurent
Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC)
Directeur – chercheur – agronomie, environnement
lhuillier@iac.nc

LEOPOLD Audrey
Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC)
Chercheuse – biogéochimie des sols, agronomie
leopold@iac.nc

LETOURNEUR Yves
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Directeur de l'école doctorale – professeur des universités – écologie marine et biologie
yves.letourneur@unc.nc

LITAMPHE Gioiella
Mairie de Koné
Adjoint municipal

MAGGIA Laurent
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)
Représentant institut – chercheur diversité génétique, adaptation et symbioses
laurent.maggia@cirad.fr

MAI Tepoerau
Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer)
Post-Doctorante
mai.tepoerau@live.fr

MARCHAND Cyril
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Professeur des universités – sciences de la terre et de l'environnement
cyril.marchand@unc.nc

METAYER Cyrille
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Maître de conférences – dynamique non linéaire, bifurcation
cyrille.metayer@unc.nc

MEYER Michaël
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Directeur du département Sciences et techniques – maître de conférences – physique
michael.meyer@unc.nc

MEZIANI Kahina
Calédonienne Des Eaux (CDE)
Directrice du développement

MONGE Olivier
Gouvernement – Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC)
Chef du service Géologique

MONNIN Aurélie
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Ingénieur d'étude – Pôle MET-MEB
aurelie.monnin@unc.nc

NEMIA Laurent
Mairie de Koné
Conseiller municipal

OBRY Odile
Mairie de Bourail
Adjointe au maire

O'CONNOR Olivia
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Ingénieure de recherche
ooconnor@pasteur.nc

PETERSEN Kenzo
PAE
Agent

PETIT Julie
Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS)
Coordinatrice PROTEGE
Nouvelle-Calédonie

PIZETTE Marine
Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC)
Stagiaire
marine.pizette@hotmail.fr

POULLAIN Cyril
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
Ingénieur de recherche
cyril.poullain@cnrs.fr

POUZOU Didier
Calédonienne Des Eaux (CDE)
Directeur général

RAFECAS Nicolas
LITTORALYS
Consultant

RAFFAELE Siano
Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer)
Chercheur – écologie moléculaire des protistes marins
raffaele.siano@ifremer.fr

RIHANA Ali Ahmed
Réseau National des Aires Protégées (RNAP)
Mobilisateur communautaire

ROGER Benjamin
Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS)
Coordonnateur régional – thématique eau projet PROTEGE

SABINOT Catherine
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)
Chargée de recherche
catherine.sabinot@ird.fr

SAGLIBENE Chloé
Gouvernement de Nouvelle-Calédonie
Collaboratrice – Cabinet P. Germain

SALAUN Bernadette
Province Nord
Conseillère spéciale préparation après-nickel, suivi de la recherche

SARRAMEGNA Sébastien
Société Le Nickel (SLN)
Responsable GPI Permitting

SASTOURNE Joël
Association des Maires de Nouvelle-Calédonie (AFM-NC)
Directeur

SAUME Karine
Gouvernement – Direction des Affaires Sanitaires et Sociales (DASS-NC)
Ingénieur sanitaire – chargée d'études en eau de consommation

SCHNEIDER Kévin
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Doctorant – chimie analytique, électrochimie
kevin.schneider@unc.nc

SELMAOUI-FOLCHER Nazha
Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC)
Maître de conférences (HDR) – informatique
nazha.selmaoui@univ-nc.nc

SLAMET Yannick
Province Nord
2e Vice-président

SOULARD Benoit
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
Ingénieur
benoit.soulard@ifremer.fr

SOUPE-GILBERT Marie-Estelle
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Assistante ingénieure
msoupe@pasteur.nc

TATIN Claire
Consortium de Coopération pour la Recherche, l'Enseignement Supérieur et l'Innovation en Nouvelle-Calédonie (CRESICA)
Chargée de mission
claire.tatin@cresica.nc

TESSIER Emmanuel
Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer)
Représentant – chercheur – gestion des AMP et amélioration de l'environnement marin tropical
emmanuel.tessier@ifremer.fr

THIBEAUX Roman
Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie (IPNC)
Chercheur
rthibeaux@pasteur.nc

UGOLINI David
Province Sud
Membre représentant de la Province Sud au CRESICA

VAN WYNSBERGE Simon
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
Cadre de recherche – modélisation, environnement marin
simon.van.wynsberge@ifremer.fr

VILLEMAIN Jérôme
Province Sud
Géomaticien

WABETE Nelly
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
Chercheuse – physiologie des crustacés
nelly.wabete@ifremer.fr

WINCHESTER Pearl
Gouvernement – Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR)
Superviseure bases de données – animatrice PEP

*Crédit photo couverture :*
**1.** *Rivière blanche – ©F. Wenger/province Sud –* **2.** *Parc provincial de la Rivière bleue – ©F. Wenger/province Sud –* **3.** *Netcha – ©D. Gonzalez*

PRESSES UNIVERSITAIRES
DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

Décerné aux PUNC lors du SILO 2019
Lauréat
Prix POPAÏ 2019
Pour l'ensemble de leurs publications

Seules presses universitaires francophones du Pacifique, les Presses Universitaires de Nouvelle-Calédonie (PUNC) ont vocation à contribuer à l'édition d'ouvrages et de revues à caractère scientifique. Elles sont un outil de diffusion et de promotion de travaux de recherche – notamment conduits à l'université de la Nouvelle-Calédonie – qui présentent un intérêt pour la Nouvelle-Calédonie et au-delà pour l'Océanie. Elles entendent également favoriser l'accès en Nouvelle-Calédonie à des ouvrages de référence à partir d'une politique de traduction et de réédition. Les PUNC ont, par ailleurs, pour ambition de faire connaître la recherche francophone au sein de la région Pacifique par la mise en place d'une politique de communication bilingue et de coéditions.

## COLLECTION CRESICA

La collection CRESICA porte l'ambition de valoriser des travaux collectifs des membres du Consortium pour la Recherche, l'Enseignement Supérieur et l'Innovation en Nouvelle-Calédonie. Qu'il s'agisse d'actes de colloques, de restitutions d'ateliers ou encore de projets de recherche, cette collection met en avant des productions communes aux chercheurs des neufs organismes membres de ce consortium (le BRGM, le CHT, le Cirad, le CNRS, l'IAC, l'Ifremer, l'IPNC, l'IRD et l'UNC).

La politique scientifique du CRESICA se décline selon trois objectifs thématiques, qui structurent le projet scientifique partagé du consortium :

- la valorisation du capital naturel (biodiversité, mine et environnement) ;
- l'amélioration de la santé en lien avec l'environnement et les sociétés ;
- l'accompagnement de l'évolution institutionnelle, sociétale et culturelle ;

et deux axes transversaux :

- l'insularité – la globalisation ;
- le changement climatique.

La collection CRESICA s'adresse aux acteurs de la recherche, aux institutions de la Nouvelle-Calédonie (aux élus et aux services techniques), comme à toute personne s'intéressant aux problématiques de recherche et de développement propres à la Nouvelle-Calédonie.

---

Les PUNC : https://unc.nc/recherche/presses-universitaires/presentation/
- Directeur : Jean-Marc Boyer
- Responsable éditoriale et coordinatrice : Françoise Cayrol

Presses universitaires de la Nouvelle-Calédonie UNC - BP R4 - 98851 Nouméa Cedex
Tél. : (+ 687) 29 04 75 – courriel : francoise.cayrol@unc.nc

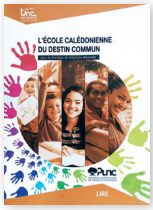
Popaï est un prix littéraire initié par madame Déwé Gorordey, alors vice-présidente du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et attribué dans le cadre du SILO. Véritable gage de qualité pour les livres primés, les prix sont attribués par un jury de professionnels du livre et de la culture.

## COLLECTION LARJE

***Quelle insertion économique régionale pour les territoires français du Pacifique ?***
Gaël Lagadec (dir.), Jéremy Ellero, Étienne Farvaque, 2016
***L'indépendance des universités en Nouvelle-Calédonie***
Mathias Chauchat (dir.), 2017
***Le droit de la santé en Nouvelle-Calédonie : de la médecine traditionnelle à la bioéthique***
Guylène Nicolas (dir.), 2017
***La coutume kanak dans le pluralisme juridique calédonien***
Étienne Cornut et Pascale Deumier (dir.), 2018
***L'avenir institutionnel de la Nouvelle-Calédonie***
Jean-Marc Boyer, Mathias Chauchat, Géraldine Giraudeau,
Samuel Gorohouna, Caroline Gravelat et Catherine Ris (dir.), 2018
***La Nouvelle-Calédonie face à la crise des finances publiques***
Manuel Tirard (dir), 2019
***Quelle économie pour la Nouvelle-Calédonie après la période référendaire ?***
Samuel Gorohouna (dir.), 2019
***Précis de droit civil coutumier kanak (4e édition) avec un lexique coutumier et un lexique des « faux-amis »***
Antoine Leca, en coédition avec les Presses Universitaires d'Aix-Marseille (PUAM), 2019

## COLLECTION LIRE

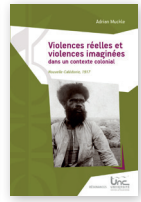
***L'école calédonienne du destin commun***
Stéphane Minvielle (dir.), 2018




## COLLECTION RÉSONANCES

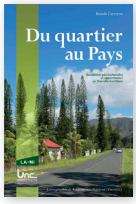
***Le réveil kanak***
La montée du nationalisme en Nouvelle-Calédonie
David Chappell, 2017 (Coédition avec les Éditions Madrépores)

***Violences réelles et violences imaginées***
Adrian Muckle, 2018




## COLLECTION CRESICA

***Biodiversité en Océanie, un besoin urgent d'action***
Claude E. Payri et Éric Vidal (dir.), 2019




## COLLECTION LA-Ni

***Du quartier au Pays***
Sociabilités pluriculturelles et appartenance en Nouvelle-Calédonie, ethnographie de Katiramona-Nondoué (Dumbéa)
Benoît Carteron, 2020

# NOS ÉDITIONS, NOTRE RAYONNEMENT SCIENTIFIQUE

**Les presses universitaires de Nouvelle-Calédonie :**

- Actes de colloques
- Monographies • Revues scientifiques
- Manuels pédagogiques
- Traductions d'ouvrages de référence sur la Nouvelle-Calédonie

UNIVERSITÉ de la NOUVELLE-CALÉDONIE

PUNC PRESSES UNIVERSITAIRES DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

COUP D'OUEST

Achevé d'imprimer sur les presses de Graphoprint - Nouméa - mai 2020

# AU FIL DE L'EAU

Nouméa 2019

Workshop des 17 et 18 septembre

En Nouvelle-Calédonie, comme dans toutes les régions du monde, l'eau est au centre d'enjeux majeurs. Peu de temps après la création du Consortium pour la Recherche, l'Enseignement Supérieur et l'Innovation en Nouvelle-Calédonie (CRESICA), son comité de site a proposé un programme de recherche centré sur une problématique commune et transversale : la gestion intégrée de l'eau et de ses usages. C'est ainsi, en lien étroit avec la valorisation du capital naturel, la santé et la gouvernance des ressources et des espaces (deux des trois principaux thèmes de recherche du CRESICA), que le programme « Au fil de l'eau » est né. Son ambition est de fournir un appui aux politiques publiques, notamment à la Politique de l'Eau Partagée (PEP). Ce programme est arrivé à mi-parcours en 2019 et a donné lieu à l'organisation à l'UNC sur deux journées (les 17 et 18 septembre 2019) d'un workshop ouvert aux scientifiques, aux représentants des services de la Nouvelle-Calédonie et des collectivités comme, plus largement, à quiconque s'intéresse particulièrement à la thématique de l'eau en Nouvelle-Calédonie.

Ce livret met à disposition, sous forme synthétique, les idées débattues lors de ce workshop. Dans une première partie, les projets en cours de ce programme, leurs résultats et leurs perspectives, objet de la première journée, sont présentés. Dans une deuxième partie, sont exposés les principaux questionnements nés des discussions qui ont rythmé les ateliers de la seconde journée, ces derniers ayant donné la priorité aux échanges.

Avec le soutien de

ISBN: 979-10-91032-14-8