

L'oeil MAGAZINE

L'information environnementale accessible à tous



OEIL

Observatoire de
l'environnement
Province Sud
Nouvelle-Calédonie

Hors-série • février 2014

hors-série



➤ Quel bilan de santé pour l'environnement dans le Grand Sud ?

COMMUNES DE YATÉ, DU MONT-DORE ET DE L'ÎLE DES PINS

Les milieux terrestres

> page 4

Les lacs et les rivières

> page 8

Le lagon et les récifs

> page 12

Merci aux référents scientifiques ayant contribué à ce magazine :

- Michel ALLENBACH (Conseil Scientifique OEIL)
- Jean-Paul AMBROS (Conseil Scientifique OEIL)
- Jean CHAZEAU (Conseil Scientifique OEIL)
- Fabrice CUGNY (SCO)
- Yannick DOMINIQUE (Biotop)
- Jean-Michel FERNANDEZ (Laboratoire AEL/LEA)
- Clémentine FLOUHR (Hytec)
- Hubert GÉRAUX (WWF)
- Sylvain GLEYE (Scal-Air)
- Jean-Brice HERRENSCHMIDT (Conseil Scientifique OEIL)
- Laurent L'HUILLIER (Conseil Scientifique OEIL)
- Claude LASCOMBE (Conseil Scientifique OEIL)
- Thierry LAUGIER (Conseil Scientifique OEIL)
- Eric LE PLOMB (Scal-Air)
- Marc LEOPOLD (Conseil Scientifique OEIL)
- Nicolas MARIN (CCCE)
- Nathalie MARY (Ethyco)
- Ludovic RENAUDET (SCO)
- Sébastien SARRAMEGNA (EMR)
- Laurent WANTIEZ (Conseil Scientifique OEIL)
- Antoine WICKEL (GIE Océanide)
- Adrien WULFF (SoREco-NC)

Merci aussi aux agents de l'OEIL pour leur participation dans la rédaction de ce magazine :

- Fabien ALBOUY
- Adrien BERTAUD
- Matthieu JUNCKER
- Céline MURON
- Jean-François N'GUYEN VAN SOC
- Lolita RIGHETTI



Hubert Géraux,

membre du bureau de l'OEIL, responsable de l'antenne Nouvelle-Calédonie du WWF

« Un premier mandat s'achève pour l'OEIL. C'est donc l'heure du bilan, mais aussi l'heure de l'élaboration du prochain mandat de l'Observatoire, construit à la lumière des enseignements tirés de ces 4 premières années de travail.

C'est aussi l'occasion d'offrir aux calédoniens un autre bilan, celui de la santé de l'environnement du Grand Sud, sous une forme simple, accessible à tous, mais nourrie d'une grande rigueur scientifique. L'OEIL continue ainsi de répondre à cette demande sociale d'information indépendante qui avait été à l'origine de sa création.

Enfin, je tenais à saluer l'équipe de techniciens qui, derrière le rideau, fait un travail exceptionnel. Je salue également l'ensemble des partenaires de cette belle aventure, qu'ils soient institutionnels, industriels, associatifs ou coutumiers, car ensemble, autour de tables de débat parfois « animées », nous faisons de nos différences une force au service d'une nouvelle gouvernance environnementale.

Tous mes vœux aux hommes et à la nature de ce pays, et bonne lecture ! »

Pourquoi surveiller l'environnement du Grand Sud ?

Des trésors de biodiversité

Que ce soit au cœur du maquis minier, dans les forêts humides, le lagon ou en eau douce, la région du Grand Sud abrite des trésors de biodiversité. Les milieux terrestres sont caractérisés par des plantes ou des arbres uniques au monde. Une centaine de végétaux (qualifiés de micro-endémiques) y ont même trouvé des conditions si particulières qu'ils ne poussent qu'au niveau d'un massif ou d'une vallée ! C'est aussi le cas de certains poissons d'eau douce, comme le *Galaxias neocaledonicus* qui ne vit que dans les lacs et rivières du Grand Sud. Le lagon et ses îlots ont la particularité d'être le refuge d'une grande diversité d'espèces et de permettre l'accomplissement d'étapes clés du cycle de vie de certains de ces organismes (reproduction, nidification, migration, etc.).

Des pressions qui s'exercent sur l'environnement

C'est dans cet environnement unique que s'est installé le complexe de Vale NC, dont le procédé de valorisation des minerais utilise notamment de l'acide sulfurique à très haute pression. Les pressions qui s'exercent sur les milieux naturels sont renforcées par les activités industrielles et minières : augmentation de l'érosion des sols, risques de pollutions chimiques, d'introduction d'espèces envahissantes, etc. La maîtrise des risques et la surveillance des forêts, des cours d'eau et du lagon situés dans la zone d'influence de l'exploitant constituent donc un enjeu prioritaire.

Détecter et agir

La surveillance environnementale consiste à suivre les écosystèmes et les pressions qui s'y exercent pour détecter le plus rapidement possible les atteintes faites à l'environnement. Objectif : prendre les mesures nécessaires le plus efficacement possible pour limiter ces impacts et finalement, préserver ou restaurer les milieux.

Comment ce bilan de santé du Grand Sud a-t-il été réalisé ?

Ce bilan a été rédigé à partir de données issues des suivis environnementaux ainsi que de rapports d'expertise de l'OEIL, de bureaux d'études, d'associations environnementales, les plus anciens remontant à 1994, les plus récents couvrant le premier semestre 2013 (voir la liste complète page 16). Rédigé en collaboration avec les auteurs des principaux rapports, cet hors-série a été validé par le Conseil Scientifique, instance consultative de l'OEIL constituée d'experts s'engageant sur l'honneur à éviter toute situation de conflit d'intérêt avec l'une ou l'autre des parties prenantes de l'OEIL.

Ce bilan n'est toutefois pas exhaustif sur l'ensemble du Grand Sud : il concerne principalement le périmètre d'influence de Vale NC, zone d'intérêt prioritaire de l'OEIL. Par ailleurs, seules les conclusions des rapports et études portés à la connaissance de l'OEIL ont pu être retranscrits dans ce magazine. ■

Les principales menaces pour les milieux naturels

- Les feux
- Les espèces envahissantes
- La mine
- L'industrie
- L'urbanisation



Les milieux terrestres

Dans le Grand Sud :

212 700 hectares correspondant aux 3 communes (Yaté, Mont-Dore, Île des Pins)

23% de surface protégée

33% de surface couverte par des titres miniers

82% de plantes endémiques sur terrains miniers

36% de maquis minier

14 espèces de lézards

100 espèces d'oiseaux



Scinque (*Lioscincus* sp.)

Carte d'identité des milieux terrestres du Grand Sud

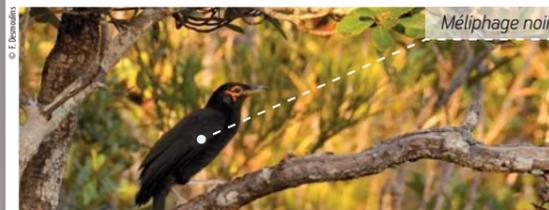


Gecko géant crêté



Les aires terrestres protégées

- Réserves naturelles : Haute Pourina, Haute Yaté, Montagne des Sources, Vallée de la Thy, Haute Dumbéa, Forêt Cachée, Pic du Pin, Barrage de Yaté, Chutes de la Madeleine, Fausse Yaté, Pic du Grand Kaori, Forêt Nord, Cap N'Dua.
- Parcs Provinciaux : Rivière Bleue, Dumbéa
- Aires de gestion durable : Bois du Sud, Netcha



Les espèces emblématiques

- le bois bouchon (*Retrophyllum minus*), le « queue de chat » (*Dacrydium guillauminii*);
- le gecko géant crêté (*Rhacodactylus ciliatus*), le scinque léopard (*Lacertoides pardalis*), le méliphage noir (*Gymnomyza aubryana*).

Un taux d'endémisme exceptionnel

Les terrains miniers recouvrant les terres du Sud sont des sols dits ultramafiques : ils sont riches en métaux et pauvres en éléments nutritifs. La vie a dû s'adapter pour se développer sur ces terrains hostiles. Ces évolutions ont permis l'émergence d'une flore originale, caractérisée par un taux extrêmement élevé d'endémisme : sur les terrains miniers du Sud plus de huit plantes sur dix n'existent nulle part ailleurs dans le monde ! Une centaine de végétaux du Grand Sud sont même dits micro-endémiques : ils poussent exclusivement dans une zone restreinte.

Les formations végétales principales du Grand Sud sont les maquis miniers (36 %), les forêts denses humides (29 %) et la végétation préforestière (16 %).

On y trouve 14 espèces de lézards endémiques dont le scinque léopard qui vit caché sur le mont Kwa Neie (dans la réserve de la forêt Nord) et 100 espèces d'oiseaux dont 23 endémiques.

Parmi ces oiseaux, quatre espèces sont considérées en danger critique d'extinction : le râle de Lafresnaye, le lori à diadème, l'égothèle calédonien et le méliphage noir, dont la plus importante population connue se situe au parc de la Rivière Bleue.

Comment les surveiller ?

1 Par des inventaires d'organismes vivants (oiseaux, fourmis, lézards, végétaux, etc.)

Exemple : les inventaires de fourmis envahissantes donnent une indication sur la qualité du milieu.

2 Par des mesures de paramètres biologiques, physiques et chimiques sur les feuilles des arbres ou dans le sol

Exemple : la mesure de fluorescence des feuilles reflète l'activité photosynthétique de l'arbre.

3 Par des images satellites

La télédétection satellitaire donne une vision globale de la surface de la terre.

Exemple : l'analyse dans l'espace et dans le temps des différents types de paysages (maquis, mines, creeks, etc.) permet de mesurer le degré d'artificialisation d'une région. L'artificialisation désigne toute transformation, par exemple des constructions, qui modifie l'aspect et le fonctionnement d'un milieu naturel.

Quel bilan de santé pour ces milieux terrestres ?

• Actuellement, l'OEIL ne dispose pas de vision globale de l'état de santé des milieux terrestres dans le Grand Sud. Une étude actuellement en cours apportera, en 2015, une vision synthétique des connaissances de ces milieux dans la région de Vale NC et dans la région de la baie N'Go.

• Dans cette région à forte valeur écologique ayant subi par le passé les assauts des mineurs et du feu, la mise en place de l'usine du Sud a accentué les dommages environnementaux : destruction et fragmentation des habitats, accroissement de l'érosion, etc. L'activité de Vale NC a engendré des impacts directs comme la dégradation de la forêt de chênes gommés sous le vent de l'usine, et indirects tels que la propagation d'espèces envahissantes le long des axes de communication et des cours d'eau.

• On constate aujourd'hui que les perturbations environnementales dépassent l'emprise des sites industriels et miniers et qu'ils s'étendent sur une zone d'influence plus large. ■

QUELLE QUALITÉ DE L'AIR DANS LE GRAND SUD ?

La qualité de l'air est suivie par Scal-Air dans le Grand Sud au niveau de stations fixes : base vie et forêt Nord depuis 2011, Prony et Port Boisé depuis 2012. En 2011 et 2012, la pollution de l'air est essentiellement d'origine industrielle et concerne les polluants : dioxyde de soufre (SO₂), particules fines ou poussières fines et oxydes d'azote.

Les niveaux de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azote mesurés sont restés faibles à très faibles sur les stations fixes. Une station mobile placée à

l'ouest des installations industrielles a cependant enregistré des pics courts mais très élevés de dioxyde de soufre en 2011 (un pic a été 12 fois supérieur au seuil de protection des écosystèmes). Pour les poussières fines en suspension de type PM10, l'objectif de qualité annuel est respecté sur l'ensemble des stations. La station de la base vie apparaît la plus impactée par la pollution de pointe aux poussières fines.

Les perturbations observées sur les milieux terrestres du Grand Sud

1 Artificialisation > plateau de Goro

Entre 1998 et 2010, les mines et infrastructures associées se sont développées sur plus de 700 hectares (soit 700 terrains de football) aux dépens essentiellement des maquis miniers (680 hectares) et de formations paraforestières (26 hectares). Les défrichages ont entraîné la destruction des formations végétales qui constituent un habitat pour la faune. Les connexions entre les milieux naturels, nécessaires à la pérennité des espèces, ont été amoindries. L'accroissement de l'érosion et le développement des espèces envahissantes sont aussi le résultat de l'artificialisation du milieu.

2 Dépérissement d'une forêt de chênes gommés > limite ouest des installations de Vale NC

Une parcelle de 55 hectares, située sous le vent de l'usine de Vale NC, montrait des symptômes de dépérissement en 2010 : feuilles nécrosées (sèches et brunies), arbres morts ou ayant perdu leurs feuilles. Des émissions accidentelles de SO₂ sont à l'origine de ces dépérissements selon Vale NC. En 2013, la forêt de chênes gommés ne s'est pas rétablie.



Tas de soufre - Vale NC

>> Vale NC a lancé fin 2011 un plan d'action pour réduire ses pollutions (révision du système de gestion du stock de soufre et du design des cuves de fusion, travaux de recherche sur la sensibilité des végétaux au SO₂, etc.). Une station mesure désormais la qualité de l'air à proximité immédiate de cette formation végétale.

3 Impact des poussières sur les jeunes pousses > réserve de la forêt Nord

Dans la réserve de la forêt Nord, à proximité immédiate de la route longeant les installations de Vale NC, les jeunes plantes ont connu des taux de mortalité élevés jusqu'en 2010, date à laquelle la route a été revêtue de bitume. Cette mortalité était liée aux dépôts de poussière apportée par le trafic routier.

4 Les échouages d'oiseaux > site de Vale NC

Le recueil des données du programme SOS Pétrels de la Société Calédonienne d'Ornithologie (SCO) sur les années 2012/2013 a mis en évidence 354 échouages d'oiseaux marins (pétrels, puffins, etc.) au niveau du Grand Nouméa et du site de Vale NC liés aux pollutions lumineuses. Ces oiseaux marins migrateurs nichent sur terre et se nourrissent en mer. Les éclairages artificiels perturbent presque exclusivement les jeunes oiseaux qui sont attirés par la lumière lorsqu'ils regagnent la mer lors de leur premier envol. On parle de pollution lumineuse.

>> Des employés de Vale NC ont été sensibilisés à cette problématique et un suivi des pétrels secourus sur site est mené chaque année.

5 Les espèces envahissantes > Grand Sud

● Plucheia odorata

L'arbuste *Plucheia odorata*, introduit il y a une trentaine d'années, a un potentiel d'invasion désormais avéré dans le Grand Sud. L'espèce se développe le long des pistes mais aussi maintenant le long du creek de la Baie Nord.

● Les fourmis envahissantes

Généralement apportées avec les matériaux de construction, les espèces introduites de fourmis colonisent les zones artificialisées. Parmi les espèces introduites détectées au cours des suivis de Vale NC, trois sont des pestes majeures : la fourmi folle jaune, la fourmi de feu tropicale et la fourmi électrique. Introduites par l'Homme avant 1998, elles comptent parmi les six pires espèces de fourmis envahissantes au monde et pourraient avoir un impact très important sur la diversité des arthropodes (insectes, araignées, etc.) si elles ne sont pas contrôlées.

● Le bulbul à ventre rouge

Classé parmi les 100 espèces les plus envahissantes au monde, le Bulbul à ventre rouge, oiseau introduit par des amateurs de volières, est actuellement en pleine phase d'expansion. Commun sur le Grand Nouméa, selon une étude de l'IAC, l'oiseau est aujourd'hui présent dans le Grand Sud jusqu'à l'entrée du parc de la Rivière Bleue. Des observations au cap N'Dua et à Touaourou ont été rapportées.

● Des végétaux le long des berges

Des végétaux, dont l'espèce envahissante *Polygala paniculata*, ont été détectés en 2012 par BOTANIC pour l'OEIL sur les berges du creek de la Baie Nord et de la rivière du Trou Bleu. Son caractère envahissant est toutefois classé comme peu préoccupant.

● Le pin des Caraïbes

Introduit par l'Homme à des fins de reboisement et de sylviculture, le pin des Caraïbes (*Pinus caribea*) a tendance à s'étendre rapidement dans le Grand Sud et plus particulièrement à l'île des Pins où il a colonisé entièrement le plateau central. Ce développement se fait au détriment des plantes naturellement présentes.

● La rouille des Myrtacées

Fin mars 2013, la rouille des Myrtacées a été détectée en Nouvelle-Calédonie pour la première fois. Ce champignon s'est largement propagé sur le Territoire et représente une très forte menace pour les Myrtacées (niaouli, jamelonier, etc.) dont 99 % des 257 espèces du Territoire sont endémiques. Dans le Grand Sud, la pépinière de Vale NC a été infectée ainsi que plusieurs sites à proximité de l'usine. Le parc provincial de la Rivière Bleue est actuellement préservé.

>> Le signalement de la rouille des Myrtacés est réalisé par des particuliers et professionnels auprès du SIVAP (Service d'Inspection Vétérinaire Alimentaire et PhytoSanitaire).

>> Dans le cadre de la Convention pour la conservation de la biodiversité, signée en 2009 entre Vale NC et la province Sud, l'industriel s'est engagé à la mise en place d'un plan d'action pour prévenir les risques et les menaces liés à l'introduction des espèces envahissantes. Ce plan, revu en 2012, n'est pas encore complètement opérationnel.



Arbuste envahissant *Plucheia odorata*

Incendie - creek Pernod



6 Incendies > creek Pernod et île des Pins

D'autres perturbations, indépendantes des activités industrielles et minières ont affecté récemment les milieux terrestres. À l'échelle du Territoire, on estime qu'un minimum de 1 000 à 10 000 hectares partent chaque année en fumée.

En janvier 2013, l'incendie du creek Pernod a touché plus de 800 hectares de maquis minier, de forêt dense humide et de formation marécageuse. La végétation qui constituait un habitat pour la faune (oiseaux, lézards, insectes) mettra probablement plusieurs dizaines voire centaines d'années avant de retrouver son état initial. Par ailleurs, les feux accentuent l'érosion des sols, diminuent la capacité de stockage de l'eau douce, favorisent le développement d'espèces envahissantes et réduisent les connexions entre les milieux naturels.

L'île des Pins est aussi régulièrement touchée par d'importants incendies. En 2010, 1 800 hectares ont brûlé.

>> Un plan de gestion des massifs forestiers intégrant la problématique des feux est en cours d'élaboration par la province Sud.

7 Diminution des ressources naturelles > île des Pins

Les bulimes sont des escargots terrestres rencontrés dans les formations primaires encore peu dégradées. Il existe six espèces endémiques à la Nouvelle-Calédonie dont une géante très prisée pour sa chair. Celle-ci est donc menacée du fait de sa consommation et de sa commercialisation.

>> Un suivi de l'Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC) réalisé entre 1998 et 2008 sur l'île des Pins a montré un déclin significatif des stocks et a permis d'émettre des recommandations : fermeture de la collecte en période de reproduction puis interdiction d'exporter les bulimes hors de l'île.

8 Diminution de la population du Pétrel de Gould > massifs du Grand Sud

Le Pétrel de Gould, espèce classée comme vulnérable par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), serait exclusivement localisé sur les massifs miniers du Grand Sud. De 1994 à 2013, le nombre d'individus a baissé de plusieurs centaines d'individus menacés par l'activité minière, la destruction de leur habitat de reproduction, les prédateurs introduits (chats, rats, etc.) et la pollution lumineuse. ■



Bois bouchon



Aires terrestres protégées

Les lacs et les rivières

Dans le Grand Sud :

Embouchure rivière Kwè

2,5% de surface en eau

1 même « hydroécocorégion »

200 types de diatomées (microalgues)

plus de 44 espèces de poissons recensées

plus de 100 taxons (groupes) d'invertébrés recensés

Carte d'identité des lacs et rivières du Grand Sud



Fougère aquatique (*Blechnum francii*)



Les zones protégées

- La zone des Lacs du Grand Sud fait l'objet d'une demande d'inscription à la Convention de Ramsar sur les zones humides d'importance internationale. La décision devrait être connue en 2014.
- Il existe des périmètres de protection des eaux sur les points de prélèvement d'eau, existants (Kuébini, Wadjana pour les plus importants) ou à l'étude (Fausse Yaté notamment).



Les rivières du Grand Sud : des eaux bien particulières

- Au sud de la plaine des Lacs, la plus grande zone d'eau douce du Territoire, coulent de nombreuses rivières, toutes situées dans la même « hydroécocorégion », zone où la géologie, le relief et le climat sont similaires. Elles s'écoulent sur des massifs miniers riches en métaux qui viennent naturellement enrichir les eaux.



Galaxias neocaledonicus

Les espèces emblématiques

- Le *Galaxias neocaledonicus* n'a été observé que dans la région des Lacs du Grand Sud. Ce poisson endémique est considéré comme en danger critique d'extinction par l'UICN (l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature).
- la fougère aquatique *Blechnum francii*.
- la plante aquatique *Eriocaulon neocaledonicum*.

Comment les surveiller ?

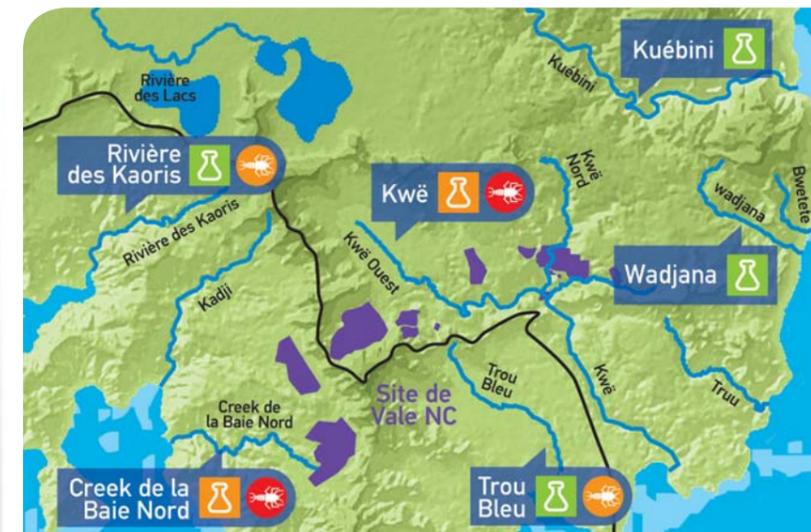
1 Par le suivi de la faune (macro-invertébrés et poissons)

Exemple : l'identification et le comptage des macro-invertébrés vivant au fond de la rivière (vers, crustacés, larves d'insectes, etc.) permettent d'évaluer l'état de santé des rivières grâce à deux indices :

- l'indice biosédimentaire* (IBS) caractérise la pollution des rivières par le transport de sédiments issus des massifs miniers.
- l'indice biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC) permet de mettre en évidence une perturbation de la qualité des eaux par des pollutions organiques (nutriments dont nitrates, phosphates et matières organiques dissoutes)

2 Par le suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau et des sédiments

Exemple : conductivité, pH, oxygène dissous, sels minéraux, recherche de micropolluants (hydrocarbures, phénols, etc.) et de pesticides.



Quel est leur bilan de santé ?

Parmi les 6 rivières étudiées en 2011-2013 par Hytec pour l'OEIL, à proximité de la zone d'influence de Vale NC :

- La rivière du Trou Bleu et la rivière des Kaoris, qui ne sont pas sous l'influence directe des activités industrielles et minières, permettent de suivre comparativement l'évolution de la qualité des eaux des autres cours d'eau : ce sont des rivières de « référence ».

Sur les quatre campagnes de surveillance effectuées entre fin 2011 et juin 2013, les analyses physico-chimiques mettent en évidence des eaux de bonne qualité : elles sont peu minéralisées et ne présentent pas de signe de pollution.

Leur qualité biologique, qualifiée de passable au regard des inventaires faunistiques en macro-invertébrés, est la meilleure de tous les cours d'eau étudiés dans la zone.

- La rivière Kwé et le creek de la Baie Nord, dont les bassins versants accueillent l'essentiel des activités de la mine et de l'usine, ont particulièrement été impactés ces dernières années. La rivière Kwé a en effet subi depuis 2007 une pollution terrigène liée à l'activité minière concentrée majoritairement sur ce bassin versant : la mise à nu des sols a entraîné une hausse des apports en sédiments dans la rivière. Le creek de la Baie Nord a subi plusieurs types de pollutions depuis 2001, notamment chimique et organique. Ces rivières ont subi une pollution chimique chronique liée au stockage de résidus et autres activités industrielles situées sur ces bassins versants.

Au niveau physico-chimique, ces deux cours d'eau ont des eaux plus minéralisées que les rivières dites de « référence » : les concentrations en magnésium, potassium, sulfates, nitrates (pour les deux cours d'eau), sodium et chlorures (pour le creek de la Baie Nord) sont beaucoup plus importantes. De plus, certains micropolluants ont été mis en évidence sur ces cours d'eau.

Leur qualité biologique est aujourd'hui qualifiée de mauvaise à très mauvaise au regard des inventaires faunistiques en macro-invertébrés.

- La Wadjana et la Kuébini ont été étudiées uniquement sur les aspects physico-chimiques. Elles présentent, entre 2011 et 2012, des qualités comparables à celles des rivières de « référence ».

Qualité physico-chimique

Eaux de bonne qualité

Eaux altérées avec la présence de polluants

Qualité biologique

Indice biosédimentaire (IBS)*

Bonne

Passable

Mauvaise à très mauvaise

Les perturbations observées sur les cours d'eau du Grand Sud

1 Pollutions sédimentaire et chimique > rivière Kwë

La majorité des aménagements en lien avec la mine est implantée sur le bassin versant de la rivière Kwë. Entre 1995 et 2010, la diversité de la vie aquatique (poissons et crustacés) a diminué et des espèces résistantes aux pollutions sont apparues en plus grand nombre, au détriment des plus sensibles qui ont disparu. Le cours d'eau a reçu un apport accru de sédiments dû à l'érosion croissante des sols mis à nu par l'exploitation des mines actuelles et anciennes, les terrassements et les pistes. Ces apports de sédiments ont modifié les conditions de vie de la faune aquatique (colmatage des habitats aquatiques).

Depuis 2009, il a été constaté une augmentation chronique de la conductivité et des teneurs en sulfates qui pourrait être liée au stockage des résidus sur le bassin versant.

>> La construction récente de plusieurs ouvrages de gestion des eaux sur le site minier de Vale NC limite les apports terrigènes.



2 Pollutions organique et chimique > creek de la Baie Nord

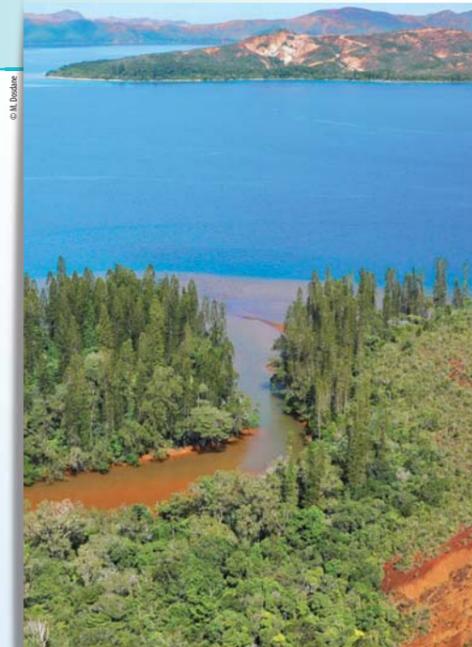
Les relevés récents attestent de multiples atteintes du cours d'eau dont la qualité biologique (indicateurs IBS et IBNC) oscille entre passable et très mauvaise depuis 2006.

Les apports importants de particules de terre (sédiments latéritiques) et de nutriments ont dégradé la qualité biologique du cours d'eau. Les apports organiques (nutriments) semblent favoriser depuis plusieurs années le développement des espèces opportunistes de poissons et macro-invertébrés au détriment des espèces sensibles aux pollutions.

En 2009, des débordements d'un bassin de la station d'épuration de la base vie et le rejet de biocides (substances chimiques) directement dans le creek entre 2009 et 2012 ont pu contribuer à la détérioration du milieu.

>> Le rejet de biocides ne se fait plus dans le creek de la Baie Nord depuis 2012.

En avril 2009, suite au déversement accidentel de 3 000 litres d'acide sulfurique, la faune a été entièrement détruite sur une longueur de quatre kilomètres, soit la quasi-totalité de la longueur du cours d'eau principal. En 2012, grâce aux migrations naturelles des poissons, le creek était en phase de récupération : la recolonisation des poissons s'est faite progressivement mais semble encore incomplète notamment pour certaines espèces endémiques.



DE 2010 ET 2012 : PAS D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Trois incidents liés à l'usage d'acide et d'hydrocarbures sur le site industriel de Vale NC ont été portés à la connaissance de l'OEIL entre 2010 et 2012 :

- la rupture de la colonne d'extraction en avril 2010 sur le site industriel ;
- la fuite d'acide sulfurique dilué dans l'usine de production d'acide en mai 2012 ;
- le débordement d'une cuve de neutralisation en septembre 2012.

Les analyses montrent que le creek de la Baie Nord n'a pas été impacté par ces événements circonscrits au site de Vale NC.

3 Le tilapia > creek de la Baie Nord

Le tilapia, poisson parmi les plus envahissants au monde, est présent dans au moins 21 cours d'eau et quatre lacs de la Nouvelle-Calédonie (dont le lac de Yaté et le Grand Lac du Sud). Début 2011, Vale NC a aussi constaté la présence de tilapias dans le creek de la Baie Nord. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer l'arrivée de ces poissons dans le cours d'eau (acte de malveillance, pompage des eaux du lac de Yaté nécessaire au processus industriel, etc.).

>> Suite aux opérations de pêche électrique menées pour le compte de Vale NC, les tilapias n'ont pas été détectés au cours des derniers suivis environnementaux.

4 Hausse de la conductivité > creek de la Baie Nord

En 2013, des hausses de conductivité ont été enregistrées au moment de deux événements pluvieux majeurs. Ces mesures seraient liées au débordement des eaux de ruissellement du stockage de soufre dans le creek de la Baie Nord.

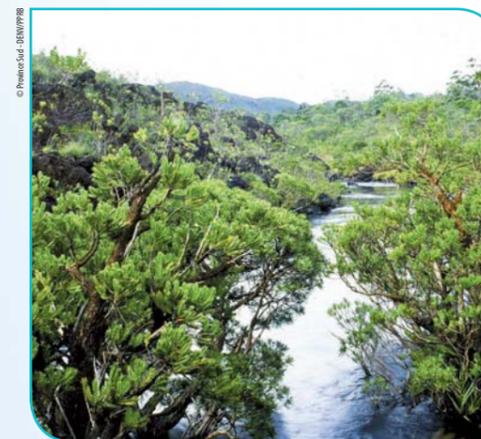
5 Rejets non conformes > rivière Kwë

En août 2013, suite à une fuite sur une géo-membrane de l'aire de stockage des résidus de Vale NC, plusieurs dépassements ont été enregistrés dans les rejets (manganèse, sulfates et hausse de la conductivité). Au total : 8 heures de rejets non conformes se sont écoulés dans l'affluent de la Kwë Ouest.

6 Perturbations liées à la fréquentation humaine > rivière Wadjana

En 2012, la surveillance des rivières du Grand Sud réalisée par l'OEIL a révélé une contamination du cours d'eau par des germes fécaux vraisemblablement liée à la fréquentation du site par des baigneurs.

Ce type de pression représente un enjeu important puisque la Wadjana est équipée d'un captage d'alimentation en eau pour les habitants de Yaté. Dans le cas présent, le captage se situe en amont des zones fréquentées pour la baignade et est donc préservé de cet impact. ■



LES ÉCOULEMENTS SOUTERRAINS À SURVEILLER

L'activité minière nécessite d'extraire de grandes quantités de sol et de roches. Cela peut entraîner la disparition partielle ou complète de la ressource en eau souterraine et des rivières ou dolines qui en dépendent. Les opérations de traçage effectuées en 2012 par Vale NC ont révélé la présence de connexions souterraines entre le site minier et la rivière Truu. C'est sur cette rivière que se situe un captage destiné à l'alimentation en eau de quelques habitations au sud de la tribu de Goro. Compte tenu du risque de contamination des eaux souterraines,

les travaux d'extension d'une zone de stockage de stériles ont été abandonnés.

>> Afin d'anticiper les impacts de son activité, Vale NC étudie les connexions souterraines, notamment au niveau des bassins versants sensibles : ceux de la Wadjana et de la Kuébini qui alimentent en eaux les tribus de Yaté et celui de la Kwë Ouest, à proximité de la région des lacs où le projet minier devrait s'étendre dans les années à venir.

Le lagon et les récifs

Dans le Grand Sud :

3 espèces de tortues marines

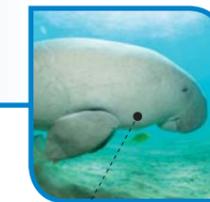
5 espèces de mammifères marins

15 espèces nicheuses d'oiseaux avec 180 000 couples nicheurs

plus de 635 espèces de poissons observées

Poulpe (*Octopus sp.*)

Carte d'identité du lagon du Grand Sud



Dugong

zones marines protégées

- Patrimoine mondial UNESCO : Grand Lagon Sud
- Réserves marines : réserves Yves Merlet, Grand Port, aiguille de la Baie de Prony, îlot Bailly
- Aire de gestion durable : îlot Casy



Baleine à bosse

Une zone à enjeux pour la vie aquatique

- Le Grand Lagon Sud accueille une très grande variété de récifs. C'est une zone de reproduction pour les baleines à bosse, la tortue verte ainsi que certaines loches. C'est aussi là que le requin blanc, espèce menacée figurant sur la liste rouge de l'IUCN, est le plus régulièrement observé en Nouvelle-Calédonie.



Noddi noir

Une zone à grande richesse ornithologique

- Les îlots du Grand Lagon Sud constituent la zone de reproduction de 15 espèces d'oiseaux nicheurs (2 rapaces et 13 oiseaux marins). Ils concentrent les plus gros effectifs d'oiseaux marins nicheurs sur le lagon de la Grande Terre. Ces populations du Grand Lagon Sud sont d'importance internationale pour plusieurs espèces comme le puffin fouquet, la sterne de Dougall, la sterne néréis et le noddi noir.



Tortue verte

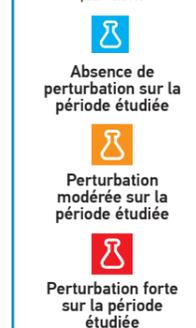
Les espèces emblématiques

- la tortue verte (*Chelonia mydas*)
- les tricots rayés (genre *Laticauda*)
- la baleine à bosse (*Megaptera novaeanglia*)
- le dugong (*Dugong dugon*)
- le Noddi noir (*Anous minutus*)



(1) Qualité physico-chimique

du lagon étudié par l'IRD (2005-2009) et AEL (2010 à premier semestre 2013) pour Vale NC



(2) Qualité biologique

des organismes récifaux étudiés par EMR pour l'OEIL en 2011



Zonage du milieu marin

Quel est son bilan de santé ?

Le lagon situé sous influence de Vale NC a fait l'objet de nombreuses études spécifiques depuis 1994 et des suivis réguliers sont mis en œuvre par Vale NC pour évaluer l'évolution du milieu marin depuis 2008.

Sur les propriétés physico-chimiques de l'eau et des sédiments

Les études⁽¹⁾ révèlent un milieu non perturbé au regard des paramètres physico-chimiques de l'eau et des sédiments excepté sur les stations de la baie Kwé, de la baie de Port Boisé et de la baie Nord (apports terrigènes), ainsi qu'au niveau du port (présence de soufre dans les sédiments).

Sur le compartiment biologique : les animaux et leurs habitats

Compte tenu de la variabilité des conditions et des méthodes (stations abandonnées ou déplacées, différences de protocoles, etc.), il est difficile de statuer sur l'évolution de l'état de santé des organismes récifaux. L'OEIL a émis des recommandations auprès de la province Sud pour que le dispositif de surveillance soit amélioré. Il faut poursuivre la surveillance sur le long terme et renforcer le réseau de suivi actuel de Vale NC pour être en capacité de détecter des évolutions du milieu.

Les études⁽²⁾ permettent toutefois de catégoriser le lagon situé dans la zone d'influence de Vale NC en zones caractéristiques. La qualité biologique des organismes récifaux y est considérée comme mauvaise pour le port de Prony, comme moyenne pour la baie Kwé, comme satisfaisante pour la baie de Prony et la baie de Port Boisé et comme bonne pour les 5 autres zones (baie Nord, Grand Port, île Ouen, canal de la Havannah, îlot Toémo/réserve Merlet/îlot Ugo).

Comment surveiller l'état de santé du lagon du Grand Sud ?

1 Par le suivi des paramètres biologiques

Exemple : la description des habitats sous-marins permet de calculer le recouvrement en corail, en algue, en vase, etc. D'autres inventaires sont destinés à calculer l'abondance et la richesse en poissons et en macro-invertébrés. Les nids actifs d'oiseaux marins sont aussi dénombrés sur les îlots.

2 Par le suivi des paramètres physiques et chimiques dans l'eau de mer et les sédiments

Exemple : température, chlorophylle, pH, salinité, concentration en métaux.

3 Par des mesures de bioaccumulation de métaux dans les organismes vivants

Exemple : concentration en cuivre et en chrome dans les bémiers.

Les perturbations observées dans le lagon du Grand Sud

1 Augmentation des apports terrigènes > baie Kwë et baie Nord

Au niveau des stations d'observation, l'analyse des sédiments effectuée entre 2007 et 2012 révèle :

- une importante augmentation des quantités de particules de terre (d'un facteur 2 à 5) au droit du creek de la Baie Nord ;
- une légère augmentation en sortie de la baie Kwë.

Au niveau de l'embouchure de la rivière Kwë, la comparaison de photographies aériennes prises entre 2002 et 2009 révèle l'extension de deux zones de forte accumulation de sédiments (+0,5 ha et +0,2 ha). Cependant ces résultats sont à prendre avec précaution du fait de la mauvaise qualité des images disponibles.

Par ailleurs, dans les baies Kwë et Nord, les teneurs en métaux dissous dans l'eau montrent sur la période 2007 - 2012 quelques pics caractéristiques des milieux perturbés. Ces phénomènes sont liés aux activités de terrassement et de la mine.

>> Le Comité Consultatif Coutumier Environnemental (CCCE) effectue actuellement une étude de faisabilité technique et environnementale pour réaliser le curage de l'estuaire de la Kwë.



APPORTS TERRIGÈNES : QU'EST-CE QUE C'EST ?

Ils correspondent aux dépôts de particules de terre dans le lagon ou les cours d'eau. Dans l'eau de mer, sous certaines conditions, ces particules peuvent libérer des métaux. Les métaux deviennent alors de potentiels contaminants. En grande quantité, ces sédiments provoquent un engorgement qui peut perturber les organismes marins.

2 Diminution de la couverture corallienne et augmentation de la concentration en soufre dans les sédiments > port de Prony

● Au niveau de la station d'observation du platier du port, la proportion de corail vivant est passée de 28 % à 12 % entre 1996 et 2007. Elle s'est ensuite stabilisée entre 2008 et 2011. La diminution de l'abondance d'espèces de poissons sur le platier de cette même station semble corroborer cette observation. L'aménagement des infrastructures portuaires et les activités liées ont vraisemblablement eu un impact sur les récifs avoisinants.

- Enfin, une augmentation du soufre mesuré dans les sédiments de surface au niveau du port témoigne de la nécessité de surveiller plus étroitement cette zone de déchargement. Une mission d'observation de l'OEIL au niveau du port a par ailleurs révélé la présence de soufre, de charbon et de calcaire sous le quai de déchargement de vracs solides.

3 Mortalités d'organismes marins > baie de Prony, baie Kwë et baie de Port Boisé

En janvier et juillet 2013, des mortalités d'organismes marins (coraux, bêtes-de-mer, poulpes, poissons, etc.) ont été observées en baie de Prony, en baie Kwë et en baie de Port Boisé ainsi que sur d'autres zones hors du Grand Sud. Plusieurs éléments dans les rapports d'expertise suggèrent que ces mortalités sont la conséquence d'une forte dessalure (janvier et juillet 2013) associée (pour juillet 2013) à un apport excessif de sédiments dans le lagon. Ces derniers ont pour effet d'étouffer l'habitat et d'obstruer les branchies des organismes marins. Les surfaces érodées situées à proximité des mines anciennes ou actuelles ainsi que des zones de déforestation ont pu accentuer l'apport de particules de terre provoquant la dégradation de l'habitat des organismes récifaux.

En octobre 2013, les organismes récifaux avaient mieux récupéré dans la baie de Port Boisé qu'en baie Kwë.



DESSALURE : TROP D'EAU DOUCE POUR LE MILIEU MARIN

En cas de fortes précipitations, les pluies entraînent une diminution de la concentration en sel de l'eau de mer à proximité des estuaires. C'est ce qu'on appelle la « dessalure ». Les organismes marins non adaptés à l'eau douce ne peuvent pas réguler la baisse des concentrations en sel et finissent par mourir si ce stress est trop brutal ou dure trop longtemps.

4 Le tuyau marin de Vale NC > à proximité du "Grand Tuyau"

Les résultats de l'étude de l'impact de l'effluent, c'est-à-dire des rejets liquides, ne montrent pas d'accumulation en métaux, ni dans les eaux, ni dans les sédiments, ni dans les organismes marins sur la période 2008 - 2012. Néanmoins dans des conditions de faibles marées, l'effluent est moins dilué et peut être détecté dans un rayon d'un kilomètre autour du diffuseur.

Par ailleurs, le procédé industriel n'étant pas encore stabilisé, la composition de l'effluent doit impérativement être contrôlée.

En 2012 et au premier semestre 2013, les contrôles de l'industriel indiquent :

- 100 % de conformité pour les mesures de flux (débit) ;
- 99,8 % pour les analyses journalières en concentration : en 2012, trois non-conformités ont été observées (manganèse, calcium, matière en suspension) et une non-conformité en concentration de manganèse a été enregistrée en juin 2013.

QU'EST-CE QU'UNE NON-CONFORMITÉ ?

La réglementation environnementale a pour objectif de prévenir des dommages graves et irréversibles d'une exploitation sur l'environnement. Pour cela, elle fixe des seuils mais autorise des dépassements à la condition qu'ils soient momentanés et peu répétés. Si ces dépassements ne respectent pas les tolérances réglementaires, ils sont appelés non-conformités. Dans le cas du tuyau marin de Vale NC, le rejet vers le canal de la Havannah est alors stoppé et des actions correctives sont mises en place par l'exploitant pour éviter un nouveau rejet non conforme.

● En novembre 2013, suite à l'observation de deux fractures sur le tuyau, le rejet a été stoppé plusieurs semaines. Les investigations sous-marines de Vale NC indiquent que le rejet s'est effectué alors que le tuyau était déjà fracturé pendant une période estimée à 1,5 à 3 mois.

>> Les études environnementales de l'industriel ne révèlent aucun impact dans la zone. Les résultats de l'étude indépendante menée par l'OEIL, non connus à la date de bouclage de ce numéro, seront communiqués sur www.oeil.nc

5 Diminution de certaines populations d'oiseaux marins > les Cinq îles et l'Île des Pins

Une étude sur les oiseaux de la zone du Grand Lagon Sud a été réalisée en 2012 par la SCO pour le compte de la Direction de l'environnement : les populations d'oiseaux marins sont globalement bien conservées mais les comptages de nids actifs depuis les années 2000 ont mis en évidence une diminution apparente de deux espèces nicheuses : la sterne diamant et le noddi noir. La sous-espèce calédonienne de sterne néréis, elle, est classée localement par la SCO comme étant en danger.

Concernant les pétrels, il reste des interrogations sur les tendances d'évolution du pétrel à ailes noires, du puffin fouquet et du pétrel de Tahiti.

Ces perturbations peuvent être liées :

- à la pollution lumineuse ;
- aux prédateurs introduits comme les rats, les chats et les chiens (à l'Île des Pins) ;
- à la fréquentation humaine sur les îlots (notamment au niveau des Cinq îles) ;
- à la dégradation des habitats par les aménagements touristiques sur les îlots ;
- au changement climatique global pouvant impacter la ressource alimentaire dans le lagon.

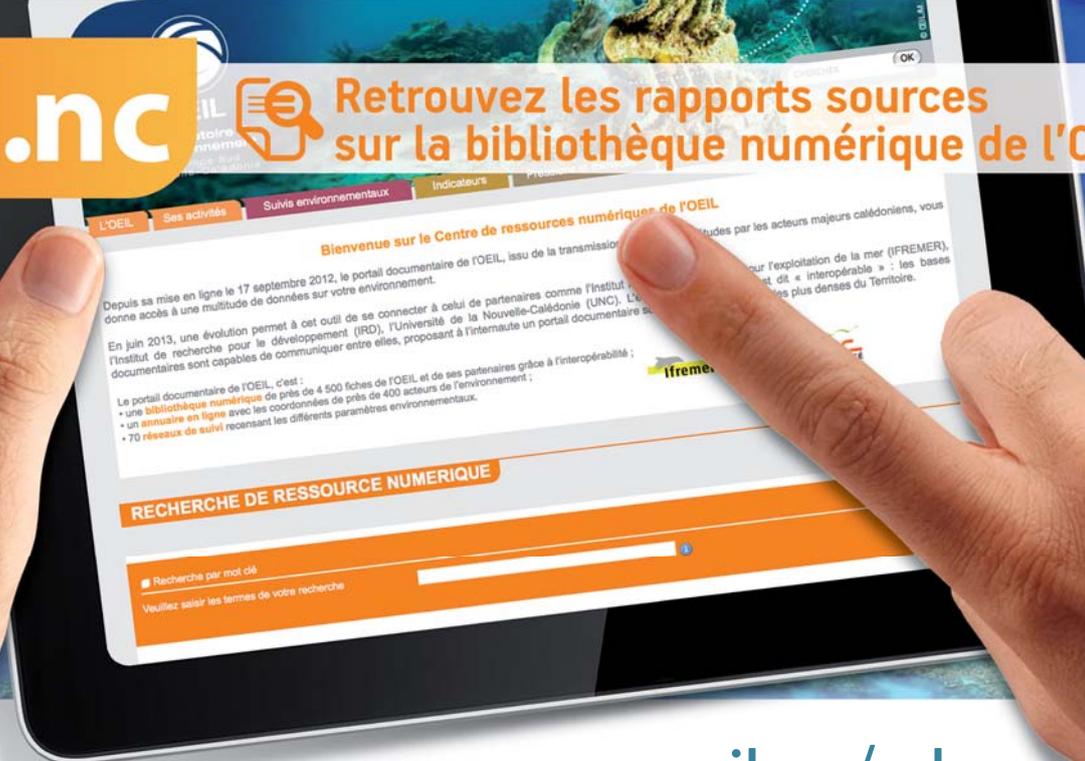
>> Suite à cette étude, la province Sud étudie la mise en place d'une aire protégée pour préserver les oiseaux marins du lagon Sud.

6 Blanchissement temporaire des coraux > baie Nord

Le 1^{er} avril 2009, environ 3 000 litres d'acide sulfurique se sont déversés accidentellement dans le creek de la Baie Nord suite à la rupture d'un joint défectueux sur le site de l'usine d'acide de Vale NC.

En mer, cet accident a ponctuellement affecté des poissons marins de la baie Nord (au niveau de l'embouchure du creek) et leurs habitats mais les conséquences sont restées limitées.





► www.oeil.nc/cdrn

📄 Fichier disponible en téléchargement - Titre du document (année de publication). Auteurs | pour le compte de

► Les milieux terrestres

- Synthèse des connaissances sur le suivi de la qualité de l'air et des pluies dans la zone d'influence du complexe industriel et minier de Vale NC (2014). S. Sarramegna, C. Lamatte et A. Miñana (EMR) | OEIL
- 📄 L'évolution des paysages en province Sud (2012). GIE Océanide | OEIL
- 📄 Suivi des symptômes foliaires à proximité de l'usine de Vale NC (2013). A. Wulff (SoREco-NC) | OEIL
- Bilan des opérations de SOS pétrels (2013). Barri Kiam (SCO)
- Le Pétrel de la Chaîne, synthèse des connaissances acquises entre 1994 et 2007 (2007). V. Bretagnolle, P. Villard (le Centre d'Études Biologiques de Chizé)
- 📄 Suivi de l'état de santé de la flore des réserves forestières provinciales à proximité de l'usine de Vale NC - Bilan 2006-2009 (2011). Vale NC
- 📄 Suivi de l'état de santé de la flore des réserves forestières provinciales à proximité de l'usine de Vale NC - Bilan 2010 (2012). Vale NC
- 📄 Suivi environnemental 2008 à premier semestre 2010 - Rapport faune terrestre (2010). Vale NC
- 📄 Expertise du « Plan opérationnel pour la maîtrise des espèces exogènes » de la société Vale NC (2011). Y. Soubeyran (Comité français de l'UICN), J.-Y. Meyer (Délégation à la Recherche de Polynésie française) et le Groupe de travail « Espèces Exogènes » | UICN
- 📄 Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de Vale NC à Prony, suivi n°4 (2011). J. Le Breton (BIODICAL) | Vale NC
- 📄 Bilan de l'impact de la pollution lumineuse sur le site de Vale NC (2007-2010) (2010). Vale NC
- Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration (2010). L. L'Huillier, T. Jaffré, A. Wulff, L. Maggia | IAC Production
- 📄 Suivi des populations de bulimes (évaluation de stocks naturels et prélèvements), et transfert de la méthode d'élevage sur l'Île des Pins (2004). IAC
- 📄 Analyse spatiale de l'impact des feux par type de milieux naturels en province Sud (2005). DENV/Province Sud
- La qualité de l'air à Nouméa et dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie Bilan 2012 (2013). Scal-Air
- Mise en place d'un suivi de la répartition et inventaire géographique 2012 du bulbul à ventre rouge (*Pycnonotus cafer*) en NC (2013). Alexandre Thouzeau et Fabrice Brescia (IAC) | IAC Production

► Les lacs et les rivières

- 📄 Expertise du plan de suivi des eaux superficielles de la société Vale NC (2011). C. Lascombe | Province Sud
- 📄 La Kué, Évolution de la qualité des eaux superficielles (2011). M. Imirizaldu (OEIL) | OEIL
- 📄 Suivi de la qualité des eaux du creek Baie Nord après l'accident du 21 avril 2010, Site de VALE INCO Nouvelle-Calédonie (2010). C. Flouhr (HYTEC) | OEIL
- 📄 Évaluation de la qualité écologique du creek de la Baie Nord suite à la fuite d'acide sur le site de Vale NC le 8 mai 2012 (2012). Y. Dominique (BIOTOP) | OEIL
- 📄 Évaluation de l'état écologique du creek de la Baie Nord suite à l'accident industriel sur le site en septembre 2012 (2012). Y. Dominique (BIOTOP) | OEIL
- 📄 Recolonisation du creek de la Baie Nord par les communautés piscicoles 3 ans après l'accident environnemental de 2009 (2012). Y. Dominique (BIOTOP) | OEIL
- 📄 Campagne de contrôle/éradication du Tilapia dans les habitats potentiellement favorables du creek de la Baie Nord au cours de la saison d'étiage fin octobre 2011 (2011). R. Alliod (ERBIO) | Vale NC
- 📄 Définition des hydro-écorégions dans le cadre des conseils de l'eau - rapport d'état d'avancement: Phases 1 et 2 (2011). BIOTOP, ASCONIT | DAVAR/Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, DENV/Province Sud
- Suivi comparatif de la qualité de certains cours d'eau du projet minier et industriel de Vale NC (2014). C. Flouhr (HYTEC) et N. Mary (ETHYCO) | OEIL

► Le lagon et les récifs

- Impact potentiel de l'effluent marin de Vale NC : État de référence (période 2005-2009) - Synthèse des études volume 1/3 (2014). J.M. Fernandez (laboratoire AEL/LEA) | OEIL
- Impact potentiel de l'effluent marin de Vale NC : Programme prédictif (période 2006-2009) - Synthèse des études volume 2/3 (2014). J.M. Fernandez (laboratoire AEL/LEA) | OEIL
- Impact potentiel de l'effluent marin de Vale NC: Suivi du milieu marin (période 2009-2012) - Synthèse des études volume 3/3 (2014). J.M. Fernandez (laboratoire AEL/LEA) | OEIL
- 📄 Communautés récifales dans le périmètre d'influence de Vale NC : État de référence en 2011 - Partie 1 (2012). S. Sarramegna et M. Guillaume (EMR) | OEIL
- 📄 Communautés récifales dans le périmètre d'influence de Vale NC : Évolution de 1994 à 2011 - Partie 2 (2012). S. Sarramegna et M. Guillaume (EMR) | OEIL

- 📄 Communautés récifales dans le périmètre d'influence de Vale NC: Contribution à l'amélioration de la surveillance du milieu marin - Partie 3 (2012). S. Sarramegna et M. Guillaume (EMR) | OEIL
- 📄 Communautés récifales dans le périmètre d'influence de Vale NC: Contribution à l'amélioration de la surveillance du milieu marin - Pièces cartographiques (2012). S. Sarramegna et M. Guillaume (EMR) | OEIL
- Bilan environnemental de Vale NC 2012 (2013). N. Marin (CCCE)
- État de conservation des oiseaux marins et rapaces nicheurs du Grand Lagon Sud (2012). J. Baudat Franceschi (SCO) | Province Sud
- Plan de conservation de oiseaux marins et rapaces nicheurs du Grand Lagon Sud (2012). J. Baudat Franceschi (SCO) | Province Sud
- 📄 Projet Suivi Pollution VALE INCO du 1^{er} avril 2009 (2009). H. Lethier, N. Mary, B. Salvat | DENV/Province Sud, Vale NC
- Rade Nord: physico-chimie de la colonne d'eau consécutivement au passage de Fréda - Résultats préliminaires de la mission du 18 janvier 2013 (2013). J.M. Fernandez (laboratoire AEL/LEA) | Vale NC
- Compte rendu succinct de mission - Suivi biologique de l'état du milieu marin - Conséquences potentielles du cyclone tropical Freda sur l'étage infralittoral supérieur, Baie de Prony (2013). Aqua Terra | Vale NC
- Rapport de visite - Mortalité anormalement élevée de spécimens marins en Baie Nord, site commune du Mont-Dore (2013). P. Plichon (DENV/Province Sud) | Province Sud
- 📄 Expertise environnementale des conséquences des fortes précipitations observées les 2 et 3 juillet 2013 sur les communautés récifo-lagonaires des baies Kué et Port-Boisé (2013). S. Sarramegna (EMR) | OEIL
- 📄 Étude de l'engravement de la rivière Kwé, de son estuaire et de la baie - Prolongation du suivi des pièges à sédiments (2010). I.Spir (EMR) | Vale NC
- 📄 Suivi station St16: Taux d'accumulation et évolution géochimique des sédiments au droit du port de commerce (Baie du Prony) (2012). J.M. Fernandez, B. Moreton, H. Le Grand et J. Creuzil (laboratoire AEL/LEA) | Vale NC
- 📄 Checklist of the fishes of New Caledonia, and their distribution in the Southwest Pacific Ocean (Pisces) (2011). R. Fricke, M. Kulbicki, L. Wantiez | Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde