

# Bilan technique

Synthèse des résultats des suivis environnementaux de Thio Focus sur les bassins versants de la Dothio, de la Thio et de l'amont de la Ouenghi Années 2020-2021

I. ROUET, L. DESOUTTER, A. BERTAUD

Décembre 2023



Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie – OEIL

contact@oeil.nc | Tél.: +687 23 69 69 12 rue de Tourville – Quartier Latin 98 800 Nouméa – Nouvelle-Calédonie

Citation du document
Ce document pourra être cité de la manière suivante :  I. Rouet, L. Desoutter et A. Bertaud, 2023 - Synthèse des résultats des suivis environnementaux de Thio, Focus sur les bassins versants de la Dothio, de la Thio et de l'amont de la Ouenghi - Années 2020-2021.  OEIL, 275 pages.

i

### Remerciements

La publication régulière du bilan environnemental de la région de Thio est réalisée grâce au soutien financier des membres de l'OEIL.

L'OEIL tient à remercier les producteurs et fournisseur de données qui, par le partage de leurs informations, ont rendu possible l'analyse de l'état de l'environnement de la région de Thio : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (DASS, DAVAR, DIMENC ainsi que DINUM et autres directions pour les services en ligne), Pala Dalik (RORC), province Sud (DDDT), Société Le Nickel-SLN, Société des Mines de la Tontouta.

L'OEIL adresse ses remerciements à son Conseil scientifique et au Comité Technique du bilan environnemental de Thio pour les échanges qui permettent d'améliorer la qualité scientifique du bilan de Thio.

# **SOMMAIRE**

	Citation du document	i
	Remerciements	ii
	Sigles et abréviations	V
P	résentation de l'OEIL	1
L	e bilan de Thio 2020-2021 en bref	2
l.	Contexte du bilan de Thio 2020-2021	9
	I.1. Historique du projet	
	I.2. Objectifs du bilan environnemental de Thio 2020-2021	10
	I.3. Ce que ne propose pas le bilan environnemental de Thio	10
II	Méthodologie générale	.11
	II.1. Découpage géographique de la zone d'étude	12
	II.2. Période et données considérées pour le bilan 2020-2021	15
	II.3. Qualification des paramètres	18
	II.4. Qualification des stations	20
	II.5. Amélioration continue	21
	II.6. Limites de l'étude	22
II	l. Caractéristiques principales de la zone d'étude	23
	III.1. Situation géographique	23
	III.2. Reliefs et paysages	24
	III.3. Climat et météorologie	26
	III.4. Milieux terrestres	29
	III.5. Milieux d'eaux douces	36
	III.6. Milieux marins	38
	III.7. Éléments socio-économiques	40
	III.8. Pressions principales sur l'environnement de Thio	
	III.9. Principales mesures de gestion en place	57
I۱	/. Bilan de Thio 2020-2021 – Informations générales	.66
	IV.1. Informations utilisées	66
	IV.2. Bilan météorologique 2020-2021	
	IV.3. Surveillance des rivières en 2020-2021	
	IV.4. Pressions sur la zone d'étude identifiées dans la période 2020-2021	73
V	. Bilan de Thio 2020-2021 – Milieux terrestres	.77
	V.1. Méthodologie – Milieux terrestres	77
	V.2. Résultats 2020-2021 – Milieux terrestres.	84
V	I. Bilan de Thio 2020-2021 – Eaux douces	112
	VI.1. Méthodologie – Eaux douces	112
	VI.2. Résultats 2020-2021 – Milieux d'eaux douces	133

VII. Bilan de Thio 2020-2021 – Milieux marins	161
VII.1. Méthodologie – Milieux marins	.161
VII.2. Résultats 2020-2021 – Milieux marins	.168
VIII. Éléments de discussion	186
VIII.1. Perturbations à la station de référence Moara	.186
VIII.2. Source du manganèse dans les sédiments marins de surface des récifs frangeants sinfluence des mines actuelles	
IX. Mesures de gestion mises en œuvre dans la période 2020-2021	203
IX.1. Espèces rares et menacées – Inventaire, préservation et réintroduction	.203
IX.2. Érosion et mouvements de terrain	
IX.3. Gestion des cours d'eau	.207
X. Recommandations	211
Références bibliographiques	213
ANNEXES	220
Index des figures	263
Index des tableaux	266

# Sigles et abréviations

ANCB: Agence Néo-Calédonienne de la Biodiversité

BRGM : Bureau de recherches Géologiques et Minières

CDS: mine du Camp des Sapins

CEN: Conservatoire d »Espaces Naturels de Nouvelle-Calédonie, devenu ANCB

DA: Déclaration Annuelle réglementaire des opérateurs miniers aux autorités calédoniennes.

DAEM: Demande d'autorisation d'Exploitation Minière

DAFE : Direction du service de l'État de l'Agriculture, de la Forêt et de l'Envrionnement

DASS: Direction des Affaires Sanitaires e Sociales

DAVAR : Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales

DOT: mine de Dothio

EEE: Espèce Exotique Envahissante

ENSO: El Niño Southern Oscillation

ERM: Espèce Rare et Menacée

ETM: Élément-Trace Métallique

HER: HydroEcoRégion

IBNC : Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie [1]

IBS : Indice BioSédimentaire [1]

IDNC : Indice Diatomique de Nouvelle-Calédonie [2]

IPA: Indice Patrimonial Avifaunistique

MES: Matières En Suspension

MIB: Macro-Invertébrés Benthiques

MOS: Mode d'Occupation du Sol

NMC : Nickel Mining Company

ONG: Organisation Non Gouvernementale

PLT: mine du Plateau de Thio

PSSE : plan de sécurité sanitaire des eaux

RORC: Réseau d'Observation des Récifs Coralliens

SLN: Société Le Nickel

SMN : Société des Mines de Nakety

SMT : Société des Mines de la Tontouta

### Présentation de l'OEIL

L'Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (l'OEIL) a été créé pour répondre aux nombreuses questions sur l'impact grandissant des activités humaines, industrielles et minières sur l'environnement.

Par ses statuts<sup>1</sup>, l'OEIL ambitionne, « dans un processus participatif et collaboratif, de fournir aux acteurs intervenant sur le territoire de la Nouvelle-Calédonie, des informations objectives, fiables et comparables sur l'état de l'environnement ». L'objectif est « d'éclairer leurs décisions sur les mesures à prendre pour conserver l'environnement dans un bon état, propre à assurer la santé et le bien-être de chacun, aujourd'hui et pour les besoins des générations futures ».

#### Missions statutaires de l'OEIL:

- « suivre l'état de l'environnement, les pressions qu'il subit et les réponses apportées, principalement dans les aires d'influence des complexes industriels et miniers du Grand Sud et des autres activités ainsi que sur le site du Grand Lagon Sud inscrit au Patrimoine mondial de l'UNESCO, puis à terme, sur l'ensemble du territoire de la province Sud et dans toute autre zone de la Nouvelle-Calédonie, en partenariat avec les provinces concernées, nécessitant une telle surveillance. En développant les échanges et en favorisant les synergies entre les acteurs privés et publics, français et étrangers intervenant dans le domaine de l'environnement, l'Association accède ou produit des informations environnementales de qualité, les analyse et les interprète scientifiquement. A cette fin, l'association effectue ou fait effectuer toutes études nécessaires à la réalisation de l'objet social poursuivi. Elle peut notamment assurer, directement ou en partenariat et par voie de convention, la gestion technique et la coordination du réseau d'observation et de surveillance;
- ✓ développer et d'optimiser des outils de surveillance environnementale : indicateurs, variables, descripteurs et chiffres clés ;
- ✓ restituer régulièrement ces éléments en informant les acteurs, en priorité les pouvoirs publics, les décideurs et le grand public par tout moyen usuel approprié et sous toute forme matérielle y compris écrite, visuelle, orale ou électronique ».

<sup>1</sup> Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL) – Statuts, juin 2023: https://oeil.nc/sites/default/files/pdf/Administratif/OEIL/230622 statuts oeil.pdf

### Le bilan de Thio 2020-2021 en bref

Un contexte environnemental complexe: avec environ 150 ans d'histoire minière, la commune de Thio est actuellement concernée par 5 mines dans lesquelles les activités et les mesures de gestion sont réglementées. La région porte également les traces de nombreuses anciennes mines, dans lesquelles les pratiques passées ont conduit à d'importantes dégradations environnementales (érosion, décharges sauvages à flanc de versant, perte de biodiversité). Le forçage climatique induit par le régime cyclonique des précipitations et des vents conduit à l'érosion des versants et à des crues fréquentes des principaux cours d'eau, au bord desquels vivent les populations. La conjonction du climat et du passif minier entraîne notamment la migration des matériaux des anciennes mines vers les fonds de vallées, avec une incidence critique sur (1) la ressource en eau, accentuée par les incendies récurrents, et (2) la vie des populations lors d'inondations rendues plus impactantes par des apports sédimentaires massifs depuis les années 1970. Toutes ces perturbations affectent également la biodiversité de la région, qui est pourtant reconnue comme l'une des plus riches et les plus rares au monde : la région abrite tellement d'espèces végétales et animales qui n'existent qu'en Nouvelle-Calédonie qu'elle fait sans cesse l'objet de découvertes scientifiques, en particulier la zone de la Côte oubliée. Bien souvent, alors qu'elles sont à peine décrites, ces espèces sont déjà menacées de disparition de la planète.

Les populations locales et les acteurs de l'environnement ont manifesté le souhait d'une analyse régulière de l'état de la région opérée par l'OEIL. Le bilan de Thio évalue l'état de l'environnement face aux pressions chroniques auxquelles est soumise la région, en particulier celles liées aux mines en activité (SLN, SMT, NMC). Ce bilan rapporte également les efforts d'acquisition de connaissances réalisés dans la région, ainsi que les mesures de gestion mises en œuvre pour pallier les pressions constatées.

La zone d'étude couvre la commune de Thio dans son intégralité, ainsi qu'une petite partie de la commune de Boulouparis. Cependant, l'essentiel des réseaux de surveillance de l'environnement sont déployés dans les bassins de la Thio, de la Dothio et à l'amont de la Ouenghi, là où les principales pressions s'exercent. Une grande partie des données collectées par ces réseaux est issue des suivis réglementaires opérés par les exploitants miniers. Les résultats des suivis ont été mis à la disposition de l'OEIL pour évaluer la qualité de l'état des milieux naturels : milieux terrestres, eaux douces et milieux marins. Dans le reste de la région, l'état de l'environnement est pour l'instant difficile à évaluer en l'absence de données de suivi (sous-bassins versants non miniers et Côte Oubliée).

### Matériels et méthodes

**Données utilisées** – Les principaux pourvoyeurs de données pour cette édition sont la SLN et la DAVAR. Les données du RORC et de l'OEIL ont aussi été mobilisées, ainsi que quelques résultats de la SMT.

Pour la période du bilan, un point a été fait sur les **principales pressions** identifiées (météorologie, incendies, défrichements).

Méthodologie du diagnostic – Cette évaluation environnementale est basée sur des méthodes scientifiques coconstruites avec le Comité Technique du bilan de Thio, qui regroupe les acteurs techniques et scientifiques, dont les membres du conseil scientifique de l'OEIL, qui se rendent disponibles pour cette démarche. A chaque station de surveillance, les <u>paramètres qualifiants</u> sont pris en compte tels quels ou calculés, puis notés. Cette note participe au score environnemental de la station. Certains paramètres sont encore difficiles à qualifier de façon rigoureuse et ils sont exclus de la

notation des stations (<u>paramètres non qualifiants</u>). Cette incapacité à qualifier les résultats pour certains paramètres surveillés peut être liée à l'absence de référentiel de notation (caractérisation du paramètre en zone hors d'influence), à l'inadaptation du plan d'échantillonnage du réseau de suivi (ex. : fréquence insuffisante des relevés) ou encore à l'absence de méthode de qualification du paramètre de suivi ou de gestion.

Suivis environnementaux – Les suivis qualifiants concernent la qualité de l'air et l'état de l'avifaune, la qualité des eaux de rivière et l'état des récifs du lagon. Les autres suivis, non qualifiants, ont également été considérés en complément : état des populations d'espèces patrimoniales (ex. : cagous), suivi de l'herpétofaune, surfaces revégétalisées, etc.

Le présent bilan évalue l'état de l'environnement de la région de Thio à l'issue la **période 2020-2021**, c'est le 3<sup>ème</sup> réalisé par l'OEIL depuis 2018. Pour la première fois, il est réalisé sur deux années consécutives. L'accent est mis sur les résultats les plus récents (2021) ; ceux de 2020 figurent en annexe. Les faits remarquables de 2020 sont tout de même rapportés, le cas échéant.

Pour cette nouvelle édition, le bilan de Thio a bénéficié d'un **complément sur les caractéristiques de la région** (géographie, milieux naturels, principales pressions et gestion de l'environnement). Ces informations apportent des éléments contextuels pour comprendre les résultats et l'évolution de l'état de l'environnement. Des connaissances scientifiques acquises sur la région y sont rapportées.

### Résultats sur les milieux terrestres

Pour la période 2020-2021, l'état des milieux terrestres surveillés a peu évolué en comparaison aux deux années précédentes déjà évaluées. Les principales perturbations restent la pression des incendies et une avifaune modérément à fortement perturbée. Aucune surveillance n'est opérée loin des sites miniers, ce qui interdit toute comparaison ou même l'évaluation de l'état des autres zones.

La pression des incendies (paramètre non qualifiant) sur la commune de Thio est variable mais reste majeure. Lors des précédents bilans, 377 ha communaux avaient brûlé en 2018 puis la pression des incendies avait été particulièrement forte en 2019 avec plus de 4 800 ha brûlés (année particulièrement sèche), surtout dans le bassin de la Thio et avec un impact majeur sur la réserve naturelle de la forêt de Saille. En 2020, la pression des incendies a diminué mais est restée significative (au moins 172 ha brûlés d'après l'analyse des données Sentinel 2). En 2021, les feux ont impacté plus fortement la région avec au moins 1 697 ha brûlés d'après la même analyse et sans sécheresse prononcée.

Les surfaces défrichées et revégétalisées (paramètres non qualifiants) sur les sites miniers actifs de la SLN à l'échelle de la région de Thio représentent pour la période 2020-2021 3,5 ha défrichés et 5 ha revégétalisés (surfaces de semis et de plantations retenues dans les déclarations minières annuelles). Depuis 2015, 14 ha ont été déclarés défrichés et 49 ha ont été considérés revégétalisés (semis ou plantations), cependant le devenir des surfaces revégétalisées reste parfois à préciser, (ex. : taux de survie à long terme, retours spontanés, etc.). Si le nombre d'hectares revégétalisés donne l'impression de largement compenser les défrichements, rappelons qu'aucune opération de semis ou de plantation n'est en capacité de restaurer un écosystème dans son état primaire. Les informations sur les autres

sites miniers (mines de Nakéty et Circée) et sur le reste de la zone d'étude n'ont pas été remontées à l'OEIL<sup>2</sup>.

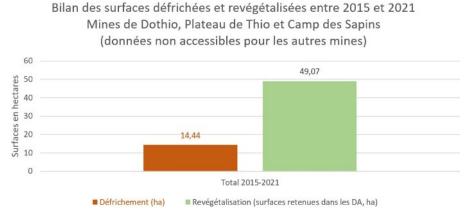


Figure 1 - Bilan des opérations de défrichement et de revégétalisation de la SLN à Thio entre 2015 et 2021.

Surface cumulées sur la période 2015-2021, en hectares.

La **pollution lumineuse** (paramètre non qualifiant) est maintenant évaluée par l'OEIL à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie car elle perturbe les cycles de vie naturels. En 2021, la plupart de la région de Thio en était exempte, avec un niveau excellent de qualité du ciel nocturne. Les zones habitées de la vallée de la Thio et les centres miniers ont été identifiés comme des sources modérées, avec un ciel nocturne de qualité moyenne à correcte.

La qualité de l'air environnemental (paramètre qualifiant) a été évaluée plusieurs fois en 2021 sur les sites du Plateau de Thio et de Camp des Sapins. Les retombées de poussières y ont très significativement diminué en comparaison aux années précédentes. La SLN n'ayant pas particulièrement modifié ses pratiques de gestion des poussières, l'hypothèse de conditions souvent pluvieuses au moment des mesures a été privilégiée pour expliquer cette amélioration (réduction des activités sur mine et réduction de la capacité de mesure du dispositif de surveillance).

L'indice patrimonial avifaunistique (paramètre qualifiant), évalué aux alentours des sites miniers de Dothio, Thio Plateau et Camp des Sapins, indique que les milieux terrestres surveillés étaient modérément à fortement perturbés en 2021. Cet état est dû à des milieux appauvris (formations végétales peu variées) et fragmentés (zones à distance des zones refuges, chantiers actifs). Dans les zones surveillées, des espèces menacées<sup>3</sup> sont présentes, par exemple le cagou, le notou ou l'autour à ventre blanc. Le recul temporel sur le suivi des oiseaux est encore trop faible (3 campagnes) pour permettre d'évaluer une tendance d'évolution. Les prochains bilans apporteront de nouveaux éléments.

Les **lézards** calédoniens sont pour la plupart uniques au monde (~90 % d'endémisme) et certains ne sont connus que dans la région de Thio. Aucun indicateur pour qualifier le niveau de perturbation du milieu n'est disponible pour ce groupe faunistique (paramètre non qualifiant). Le suivi des lézards présents sur et aux alentours des sites miniers de Dothio, Thio Plateau et Camp des Sapins s'est poursuivi en novembre 2021. Les 24 espèces rencontrées sont classées dans la liste rouge des espèces menacées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et 11 ont un statut particulièrement

<sup>2</sup> D'autres actions de revégétalisation ont peut-être été menées en 2020-2021 pour la mine de Nakéty (SMT) ou pour la mine Circée (NMC), mais les informations n'ont pas été transmises à l'OEIL. L'information rapportée ici est peut-être également incomplète pour les actions hors cadre réglementaire.

<sup>3</sup> selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, UICN.

sensible (quasi-menacé à menacé). Le site minier le plus riche en biodiversité des lézards est le Camp des Sapins (19 espèces déjà rencontrées), suivi du site de Thio Plateau (14 espèces déjà vues) et le site de la mine de Dothio (9 espèces déjà vues). Le recul temporel est trop faible (2 à 4 campagnes) pour évaluer l'évolution des populations, d'autant plus que ces animaux sont très discrets et sensibles aux conditions météorologiques : ils peuvent être présents dans une zone et ne pas être détectés lors d'une campagne de comptage.

Selon les sites, d'autres animaux emblématiques (paramètres non qualifiants) sont également surveillés: cagou près de la mine de Dothio, perruche à front rouge au Camp des Sapins, ou encore chiroptères près des mines de Dothio et du Plateau. Leur suivi est généralement réalisé à intervalle de 2 ans, mais pour la période 2020-2021, aucune nouvelle donnée n'a été collectée. En 2019 (derniers résultats disponibles), les cagous et les chauves-souris étaient présents aux alentours de la mine de Dothio; une colonie de roussettes n'a pas été retrouvée depuis 2015. Les chauves-souris sont peu présentes sur le Plateau de Thio, sauf à une des stations de suivi qui dispose de points d'éclairage nocturne, ce qui perturbe leur comportement de chasse. Les perruches à front rouge étaient quant à elles présentes à proximité de la mine du Camp des Sapins en 2019.

Plusieurs **espèces exotiques envahissantes** sont connues dans la région de Thio mais aucun dispositif de surveillance n'est en place pour caractériser la pression exercée sur les milieux (paramètre non qualifiant). Si cerfs, cochons sauvages et chats harets sont souvent cités, le rat, le margouillat ou encore le merle des Molluques ont été identifiés lors des campagnes de surveillance des zones minières. Pour le moment, ces 3 derniers semblent encore peu invasifs et à surveiller avec attention. Les cerfs et cochons sauvages perturbent la régénération des espèces végétales alors que des prédateurs comme les chats ont un impact sur les petits animaux (oiseaux, lézards, etc.).

### Résultats sur les eaux douces

Actuellement, les eaux douces ne sont surveillées qu'en surface (rivières) et peu en dehors du contexte des mines, ce qui rend (1) la comparaison à des milieux hors d'influence minière difficile et (2) l'impact potentiel des mines difficile à évaluer (besoin de données de référence plus fréquentes sur plus de stations). Actuellement, les paramètres physico-chimiques et chimiques surveillés en rivières ne permettent pas de noter les stations car les mesures sont réalisées trop rarement<sup>4</sup> pour être représentatives de l'état des rivières sur une année.

Les résultats aux quelques **stations de référence** pour les eaux douces non ou peu impactées par les incendies et/ou l'érosion montrent que la qualité environnementale des eaux douces de référence reste relativement stable dans le temps. **L'impact des incendies** cumulé dans le temps réduit cependant fortement les stations de référence disponibles.

Aux stations sous influence des mines, la qualité environnementale des eaux de rivière reste globalement stable depuis le début des bilans de Thio (2018). L'état écologique<sup>5</sup> des cours d'eau en 2021 est non à modérément perturbé dans les bassins de la Dothio et de la Thio, alors que les cours d'eau de l'amont de la Ouenghi montrent un état plutôt fortement perturbé par la pression sédimentaire.

<sup>4</sup> La plupart des mesures en eaux douces sont semestrielles.

<sup>5</sup> L'état écologique résulte des scores obtenus pour les macro-invertébrés et pour les diatomées (paramètres qualifiants).

Chimie et physico-chimie des eaux de rivière sous influence des mines: au moment des quelques mesures disponibles, la plupart des paramètres physico-chimiques et chimiques semblaient plutôt stables aux stations sous influence. Au-delà de la pression sédimentaire historique sur les milieux aquatiques et en comparaison aux stations de référence, l'impact environnemental des mines actuelles et anciennes se traduit également par la forte présence du chrome sous ses différentes formes (quasi-totalité des stations sous influence perturbées, en particulier à proximité de la mine du Plateau). Le nickel est également perturbé à de nombreuses stations de rivière surveillées (surtout sous la mine du Plateau). Pour les 5 dernières années, chrome et nickel semblaient plutôt stables et les matières en suspension semblaient diminuer pour un grand nombre de stations<sup>6</sup>. A l'opposé, les nitrates dissous semblaient augmenter sur beaucoup de stations<sup>7</sup>.

Pendant la période 2020-2021, aucun chlorophénol (substances phytopharmaceutiques) n'a été détecté aux deux stations surveillées par la DAVAR à Thio (DOTH300 et THIO800). Rappelons que la plupart des paramètres d'eau douce, très variables dans le temps, sont trop peu fréquemment surveillés pour refléter l'état environnemental des milieux d'eaux douces.

La haute Dothio a été identifiée comme une zone source importante de manganèse dans les eaux douces, source qui alimente également les sédiments marins proche de l'embouchure. Si une source géologique est très probable (formations volcano-sédimentaires), elle n'explique pas l'augmentation soudaine du manganèse observée en 2020 dans les eaux de la rivière. Cette augmentation reste à expliquer puisque ni les mines en activité ni les incendies ne semblent impliqués dans ce phénomène. Un lien avec l'activité saisonnière des algues est suspecté (photosynthèse).

### Résultats sur les milieux marins

Les données les plus récentes (2020) indiquaient que l'état des milieux marins de Thio restait perturbé, comme dans les précédents bilans. La part de perturbation liée aux mines, notamment la pression sédimentaire chronique, est difficile à déterminer car d'autres phénomènes sont également identifiés comme perturbateurs des milieux marins (ex. : cyclones, érosion).

La physico-chimie des eaux de mer (paramètres non qualifiants) de la région de Thio a été évaluée par les opérateurs du suivi 2020 comme bonne en milieu côtier et en fond de baie de Thio, sauf pour l'oxygène dissous qui était plutôt « médiocre » au moment des mesures. L'embouchure de la Thio apportait toujours l'essentiel des particules d'origine terrestre (flux de MES, paramètre qualifiant) lors des épisodes de crue, en lien avec les épisodes pluvieux. La chimie des sédiments (paramètre qualifiant) était perturbée dans les zones sous influence pour certains métaux (nickel, cobalt, manganèse) alors que le chrome restait non perturbé à toutes les stations suivies. La contribution en manganèse de la Dothio aux sédiments marins était en hausse en 2020, la cause reste à identifier comme indiqué dans la partie précédente. La présence d'hydrocarbures dans des quantités inhabituelles a été constatée lors de la campagne de mesures 2020 sur l'ensemble du réseau de surveillance (y compris dans la zone hors

<sup>6</sup> En 2020 comme en 2021, peu de stations sont perturbées par les MES. Les mesures, souvent semestrielles, sont réalisées hors épisodes météorologiques importants alors que ces derniers sont les principaux pourvoyeurs de MES.

<sup>7</sup> La tendance à l'augmentation supposée des nitrates dans les eaux de rivière est pour l'instant inexpliquée.

d'influence minière), alors que ces produits polluants étaient peu ou pas détectés auparavant ; cette présence reste à expliquer et la cause minière semble ici exclue.

Substrat corallien (paramètre qualifiant) - Dans la région de Thio, les milieux marins subissent une pression sédimentaire chronique (mines anciennes et actuelles, érosion en général). Ils ont subi en 2016 de fortes chaleurs qui ont conduit à un épisode de blanchissement des coraux. En 2017, le cyclone Cook a aggravé la dégradation de ces milieux. La campagne 2020 de surveillance des zones sous influence humaine a mis en évidence que les milieux coralliens ne montrent pas encore de signes évidents de récupération, y compris au niveau du récif intérieur, alors que les branchus montrent des signes de récupération en zone de référence malgré peu de coraux présents. La prolifération d'algues calcaires constatée en zone sous influence est susceptible de gêner le développement corallien. Lors de cette campagne, la pression sédimentaire observée (flux de MES) était revenue en 2020 à des niveaux proches des observations de la campagne 2016, avec un niveau de perturbation globalement en baisse en zone sous influence. Aucune prolifération d'espèces corallivores n'a été constatée (ex. *Acanthaster*). Les coraux de la station Moara, qui subissent une forte pression sédimentaire depuis un mouvement de terrain naturel en 2013 dans la vallée de la Kô Kwê (dépression FREDA), peinent toujours à se rétablir.

Poissons et benthos (paramètres non qualifiants) – Lors de la campagne 2020, aucun impact spécifique d'origine minière n'a pu être mis en évidence par le prestataire du suivi. Les poissons et les crustacés montrent partout, même en zone de référence, une baisse de diversité : l'impact minier est difficile à caractériser pour ces paramètres et pourrait résulter de la dégradation régionale des habitats coralliens observée entre 2016 et 2018 (cause naturelle, cyclone Cook ?).

Sur fonds meubles, c'est à dire hors des zones coralliennes, la densité d'organismes vivants (paramètre non qualifiant) avait augmenté entre 2016 et 2018. Elle s'est stabilisée entre 2018 et 2020. Rappelons qu'il n'existe pas encore d'indicateur adapté à la Nouvelle-Calédonie pour la surveillance de ces milieux et que le protocole de suivi nécessite d'être amélioré. Les résultats sont à considérer avec précaution.

**Bioaccumulation de métaux** (paramètres sanitaires non qualifiants) — La présence de métaux dans les chairs de poissons n'a pas pu être évaluée car il a été impossible d'effectuer les prélèvements sur place.

### Mesures de gestion

Au-delà des suivis environnementaux qui doivent permettre d'identifier les perturbations, de nombreuses mesures de gestion sont en place à Thio. Certaines sont pérennes, comme la protection d'espaces (réserves naturelles, parcs provinciaux, etc.) et d'espèces sensibles (ex. Sapin de Comboui, *Araucaria rulei*) ou encore l'instauration d'un comité de gestion sur le thème de l'eau depuis 2013 (protocole d'accord entre la province Sud, la SLN et les communautés locales, signé suite à d'importantes inondations). L'état actuel de l'environnement, qui résulte à la fois de pressions actuelles et historiques, dont le passif minier, appelle également un ensemble de mesures plus ponctuelles, qui sont néanmoins conséquentes.

Pendant la période 2020-2021, les mesures de gestion ont concerné les milieux terrestres et aquatiques. Pour les milieux terrestres, elles ont concerné la réduction des apports sédimentaires aux cours d'eau. Opérées surtout par la SLN et le Fonds Nickel, il s'agit essentiellement de réduire l'impact des eaux de ruissellement sur mine (entretien courant, entretien post-intempéries, nouveaux aménagements) et de gérer le passif minier (réhabilitation de mines ou de décharges non contrôlées). Des actions ont eu lieu à proximité des zones habitées, avec par exemple en 2020 la maintenance environnementale de l'ancien

site minier du Belvédère (au-dessus de Thio village, en amont du stade) : entretien post-intempéries des ouvrages de gestion des eaux et des pistes. D'autres anciens sites miniers ont également fait l'objet d'opérations de réhabilitation comme la mine orpheline HGC1 (gestion des eaux et revégétalisation), le secteur Le Mène (versant littoral proche du wharf, gestion des eaux) et maintenance environnementale également sur le site Rasoir (proche de St Gabriel).

Les mesures de gestion des milieux d'eaux douces visent surtout à réduire l'hypersédimentation dans les cours d'eau et à limiter les inondations. Parmi elles pour la période 2020-2021, plusieurs creeks ont été traités au niveau du village de Thio (Musée et Boucherie) et leurs radiers protégés par des enrochements para-fouille. En 2020, suite à des observations d'eaux rouges et de surengravement de creeks, un état des lieux à l'amont des creeks Bois de fer et Ouagna (mine Dothio) a montré que la gestion des eaux sur mine pouvait être jugée efficace et que les versants ne se sont pas dégradés depuis 2018. La Nakalé, les creeks à proximité de Nèdörö et le creek Wellington ont fait l'objet d'opérations de gestion du surengravement.

### **Recommandations**

La qualité du diagnostic environnemental dépend de la qualité et de la quantité des données utilisées en entrée. Pour les milieux terrestres et les eaux douces, il est recommandé de compléter les sources de données de suivi (SMT, NMC, collectivités, ONG) pour produire un diagnostic environnemental plus représentatif de l'existant et pour mieux prendre en compte les efforts déployés et leurs résultats. Augmenter la fréquence des acquisitions sur la physico-chimie et la chimie des eaux douces (minimum de 8 mesures annuelles) permettrait de mieux évaluer l'état des milieux aquatiques.

Au-delà des efforts de surveillance réglementaires et sanitaires, les milieux terrestres et d'eaux douces d'une grande partie de la région de Thio ne sont pas régulièrement surveillés à l'heure actuelle. Cela conduit à un important déficit d'information en dehors des zones sous influence minière, alors qu'il est nécessaire de (1) disposer de références suffisamment étoffées pour exploiter les données des suivis et évaluer l'impact des mines en activité, (2) évaluer la part des pressions autres que minières sur les milieux et (3) surveiller l'état des milieux naturels patrimoniaux. Il est donc recommandé de développer les réseaux de surveillance des milieux terrestres et des eaux douces dans les zones hors d'influence des mines en activité (bassins versants de la haute Dothio, affluents de rive gauche à l'amont de la Thio, Côte Oubliée). Cela répondrait également aux enjeux de surveillance de milieux patrimoniaux à l'échelle mondiale, qui sont de potentiels pourvoyeurs de données de référence.

Concernant les **milieux marins**, une étude de révision des plans de suivi pour les mines SLN de Thio est en cours. Les recommandations qui seront formulées représenteront une base de réflexion pour améliorer la surveillance de ces milieux dans la région de Thio.

Gestion de l'environnement : actuellement, les actions sont nombreuses et financièrement conséquentes pour la gestion du passif minier, il est nécessaire de poursuivre cette démarche. Il est également important d'accentuer la protection des espaces naturels pour les conserver dans un état fonctionnel : prévention et lutte contre les incendies et protection de la biodiversité, maintien et restauration de la ressource en eau, des écosystèmes et des continuités écologiques. Pour la région, l'enjeu de tous ces efforts est de disposer de milieux naturels préservés et restaurés pour faire face au changement climatique et pour préparer des solutions d'avenir, fondées sur la nature en cohérence avec la responsabilité qu'incombe la présence d'une biodiversité de classe mondiale.

### I. Contexte du bilan de Thio 2020-2021

L'OEIL remplit ses missions fondamentales en produisant notamment des bilans environnementaux sur les régions du Grand Sud et de Thio.

Les bilans techniques établissent régulièrement l'état de l'environnement et présentent des résultats scientifiques et techniques détaillés. Ils s'adressent à un public averti : pouvoirs publics, décideurs, scientifiques. Les résultats sont validés en concertation avec le comité technique du bilan environnemental de Thio (voir Méthodologie générale), qui garantit que le contenu est factuel et indépendant.

Une plaquette destinée au grand public accompagne chaque bilan environnemental pour que chacun puisse être informé des principaux résultats. Le comité éditorial de l'OEIL, organe de concertation, garantit aux lecteurs que les informations diffusées sont factuelles, équilibrées et exactes. Cela permet d'informer les populations de Thio et plus largement le grand public sur l'état environnemental de la région.

## I.1. Historique du projet

En 2015, l'OEIL a été sollicité par les populations locales et la province Sud pour réaliser une synthèse des connaissances environnementales sur la région de la Côte Oubliée<sup>8</sup>. Dans la continuité de cette première étude, la commune de Thio et l'association Chavaa Xûâ ont souhaité en octobre 2016 que l'OEIL poursuive cette démarche sur les bassins versants de la Thio et de la Dothio<sup>9</sup>.

À l'issue de ces travaux de synthèse, le secrétariat exécutif de l'OEIL a débuté une démarche de diagnostic environnemental sur cette région. La demande a été formulée par les administrateurs de l'OEIL qui souhaitaient disposer d'une approche similaire à celle réalisée depuis 2013 dans le Grand Sud, centrée sur le complexe industriel de l'usine du Sud. Historiquement, la région de Thio est une des plus concernée par l'activité minière, avec environ 150 ans d'activité continue [5], [6]. Des suivis réglementaires y sont opérés par les acteurs miniers, ils constituent une base d'informations suffisamment fournie pour produire un bilan environnemental.

Le premier diagnostic environnemental sur la région de Thio<sup>10</sup> a été réalisé en 2019 et publié début 2020, à partir de données de suivi collectées pendant l'année 2018. Un second diagnostic<sup>11</sup> a été produit début 2021, suite à l'analyse en 2020 des données de suivi collectées pendant l'année 2019.

Le présent bilan environnemental est donc le troisième réalisé sur la région de Thio. Il porte sur les données acquises en 2020 et 2021.



<sup>8</sup> Lien vers le rapport de synthèse des connaissances environnementales sur la région de la Côte Oubliée [3] : https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/13858

<sup>9</sup> Lien vers le rapport de synthèse des connaissances environnementales sur la région de Thio [4] : https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/27890

<sup>10</sup> Lien vers le rapport technique du Bilan de Thio 2018 [7] : https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29873

<sup>11</sup> Lien vers le rapport technique du Bilan de Thio 2019 [8] : https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/30489

### I.2. Objectifs du bilan environnemental de Thio 2020-2021

Les bilans de Thio s'intéressent à l'état environnemental de la région, c'est-à dire à l'état physicochimique, biologique et écologique des écosystèmes à terre, en eaux douces et dans le lagon. Ces bilans sont des diagnostics environnementaux qui reposent sur un système de notation. Avec le temps, les bilans de la région de Thio s'étoffent et les objectifs se précisent. Le bilan des années 2020 et 2021 doit tenter de répondre aux questions suivantes :

Q1 : « Dans quel état se trouvent les milieux terrestres, d'eaux douces et marins en comparaison à une situation de référence ? »

Q2 : « Comment évolue l'état de ces milieux ? »

Q3: « Quelle est l'origine des états observés? »

Q4 : « En cas de perturbation, quelles mesures de gestion sont mises en œuvre pour y remédier ? »

La démarche du bilan doit permettre en premier lieu de détecter et de suivre l'impact de **perturbations chroniques sur l'environnement**. Cependant, si l'OEIL a eu connaissance par exemple d'une pollution accidentelle ou d'un événement exceptionnel pendant la période du bilan (avant publication), cet élément est rapporté.

# I.3. Ce que ne propose pas le bilan environnemental de Thio

Les bilans de la région de Thio n'ont actuellement pas vocation à analyser des questions liées à la santé humaine ou à l'usage des ressources naturelles autres que minérales. Par exemple, la qualité sanitaire de l'air, de l'eau potable et des produits de la mer ne sont pas des thèmes suivis. De même que ne sont pas suivis l'état des parcelles agricoles ou encore les stocks de ressources halieutiques.

Les phénomènes d'engravement des cours d'eau et d'inondation ne sont pas suivis non plus.

La vérification de l'état de conformité des milieux en référence aux études d'impact pour les mines et les installations classées pour l'environnement (ICPE) est également écartée du bilan : ce sont les autorités compétentes qui réalisent des inspections et font respecter la réglementation.

Des éléments de connaissance sur certains de ces sujets peuvent cependant être rapportés ou pris en compte pour interpréter les résultats obtenus. Les mesures de gestion sont également rapportées dans la mesure où des informations en quantité et qualité suffisantes ont été fournies à l'OEIL dans le temps imparti pour l'élaboration de ce bilan.

# II. Méthodologie générale

Pour répondre aux questions posées dans les Objectifs du bilan environnemental de Thio 2020-2021 et dresser le bilan de l'état environnemental de la région de Thio, la démarche générale consiste à :

- ✓ faire un état des connaissances sur la zone d'étude ;
- ✓ identifier si des perturbations notables de l'environnement ont été rapportées ;
- ✔ analyser un ensemble de données collectées par différents acteurs de la région :
  - collectivités dans le cadre de leurs missions de service public (DIMENC, DAVAR pour le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, DDDT pour la province Sud) ;
  - industriels dans le cadre de leurs obligations réglementaires ou par démarche volontaire (SLN, SMT, NMC);
  - associations, scientifiques, etc. dans le cadre de projets ponctuels ou réguliers ;
- ✓ traduire les analyses en scores de qualité environnementale au niveau des paramètres suivis lorsque cela est possible, puis au niveau de chaque station de suivi;
- ✓ faire état des mesures de gestion environnementales mises en place.

Le bilan environnemental de Thio est réalisé en concertation grâce à un comité technique dédié, qui regroupe différents experts intéressés par la démarche du bilan : autorités publiques, industriels, scientifiques (liste des membres en Annexe 1, Tableau 70). Cette instance unique d'échanges permet de discuter la méthodologie, les résultats et leurs interprétations ou encore de proposer des améliorations dans la démarche scientifique.

La méthode mise en œuvre pour réaliser le bilan environnemental de la région de Thio 2020-2021 a été élaborée en 2019 avec le comité technique du bilan de Thio. Cette méthode est inspirée de celle mise en œuvre pour le bilan du Grand Sud, qui est réalisé par l'OEIL depuis 2013. Avec le retour d'expérience, la méthode de diagnostic a évolué. Les dernières améliorations apportées à la méthodologie du bilan de Thio datent du 13/04/2021 sur la méthodologie du diagnostic des milieux d'eau douce. Des améliorations apportées au bilan du Grand Sud peuvent également être répercutées sur le bilan de Thio dans un souci de cohérence. Par ailleurs, une réflexion est en cours pour proposer une révision des plans de suivis de la SLN, avec de possibles évolutions méthodologiques pour les prochains bilans.

Avant publication, les résultats du présent rapport ont été présentés et discutés en comité technique du bilan environnemental de Thio le 4 septembre 2023, pour s'assurer que les analyses et leurs interprétations font consensus sur le plan scientifique et technique.

### Principes méthodologiques généraux :

- milieux découpés en zones écologiquement homogènes ;
- utilisation de références consensuelles ;
- paramètres suivis affectés d'un score de qualité;
- stations suivies affectées d'un score de qualité basé sur des paramètres notés ;
- · amélioration continue.

# II.1. Découpage géographique de la zone d'étude

La zone d'étude concerne la commune de Thio, avec un focus sur les bassins versants dans lesquels les principaux suivis environnementaux sont déployés : Dothio, Thio et amont de la Ouenghi (voir Figure 2 et Situation géographique).



Figure 2 - Emprise générale de la zone d'étude du bilan de Thio.

Dans le bilan environnemental de la région de Thio, le diagnostic est réalisé par type de milieu : milieux terrestres, eaux douces et milieux marins. Au sein de chaque type de milieu suivi, des zones géographiques cohérentes sont délimitées au regard de leur fonctionnement écologique (ex. : forêt, cours d'eau, baie) et du degré d'exposition aux perturbations anthropiques (ex. : distance aux sources de pollution). Au moins une station de suivi est implantée dans chaque zone géographique de diagnostic.

L'examen de la zone terrestre du focus permet de prendre la mesure de la complexité du bassin versant de la Thio au regard des autres bassins versants suivis (Figure 3) :

- il est beaucoup plus étendu que les autres ;
- il est soumis à de multiples sources de perturbations (mines, érosion, inondations, zones habitées, etc.);
- certaines sources de perturbations souffrent d'une caractérisation sommaire ou absente (ex. : espèces envahissantes herbivores, activités humaines hors mines) ;

• la géologie hétérogène au sein du bassin versant impose une forte empreinte sur la répartition et le fonctionnement des sols, des formations végétales et des milieux en général.



Figure 3 - Carte des bassins versants principaux dans lesquels sont déployés les réseaux de surveillance des milieux terrestres et des milieux d'eaux douces de Thio : bassins de la Dothio, de la Thio et amont de la Ouenghi.

Les zones géographiques considérées sont présentées ci-après pour les milieux terrestres (Figure 4), les eaux douces (Figure 5) et les milieux marins (Figure 6).

Le découpage proposé peut apparaître simpliste par certains aspects, cependant il a été décidé de le maintenir, faute de données suffisantes pour l'affiner (décision du Comité technique du bilan environnemental de Thio du 18/11/2020). La réflexion en cours sur la révision des plans de suivi de la SLN pourrait aboutir à une évolution des zones géographiques considérées dans les prochains bilans.



Figure 4 - Découpage des zones géographiques pour les milieux terrestres (source OEIL).

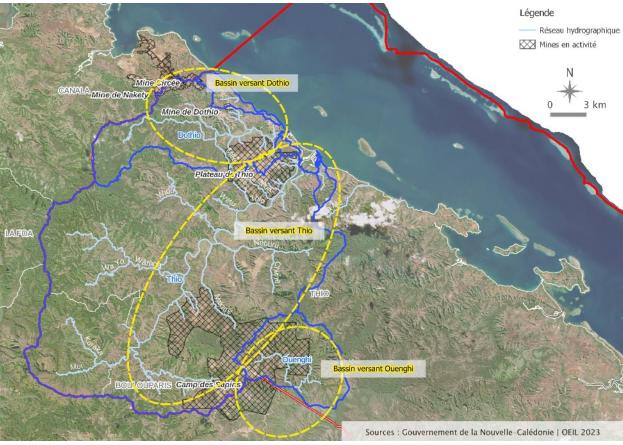


Figure 5 - Découpage des zones géographiques pour les milieux d'eaux douces (source OEIL).



Figure 6 - Découpage des zones géographiques pour les milieux marins (source OEIL).

# II.2. Période et données considérées pour le bilan 2020-2021

Classiquement, le bilan environnemental est produit chaque année sur la base des données collectées l'année précédente. Le bilan 2020-2021 porte sur deux années pour mettre à jour le bilan avec l'ensemble des données récentes disponibles. Cela est lié à un décalage entre le délai de collecte des données et le temps nécessaire à leur traitement.

Sur la période 2020-2021, les principales données de suivi existantes sur la zone d'étude ont été collectées lors des suivis environnementaux réglementaires réalisés par les industriels miniers actifs dans la zone d'étude. Pour réaliser ce bilan, les données de la SLN ont été transmises à l'OEIL. En complément, les données publiques disponibles sur le suivi des cours d'eau ont été utilisées, de même que des données de suivi produites dans le cadre de programmes spécifiques. Le récapitulatif des fournisseurs de données est présenté en Tableau 1.

Tableau 1 - Tableau récapitulatif des données existantes et des données utilisées pour produire le bilan environnemental de Thio sur les années 2020 et 2021.

imormation	s de suivi environnementaux		·	- open	4	400										
						Propriétaire de données										
Milieux	Suivis	Type de suivi	Type d'information	Format des documents	Qualifiant	DAVAR	DASS	FNi	DINUM/SGT	PS	Météo.nc	SLN	SMT/SMN	NMC	RORC	OEIL
Tous	Espèces envahissantes	Biologique	Réglementaire/volontaire	Rapports/données brutes	Non											
	Mesures de gestion (tous milieux, dont révégétalisation et entretien des cours d'eau, gestion des inondations, EEE)		Réglementaire/volontaire	Rapports/données brutes Chiffres-clés/détails	Non					site web						
Terrestres	Air (retombées de poussières)	Physico-chimique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Oui				7							
	Météorologie	Physico-chimique	Réglementaire/volontaire	Rapports/données brutes	Non						site web					
	Avifaune (IPA)	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Oui											
	Oiseaux emblématiques	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non			į.								
	Lézards	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Chiroptères	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non			0								
	Myrmécofaune	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Flore (défrichement)	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Flore (réintroduction)	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Erosion (non intégré pour le moment)	Physique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Incendies	Télédétection	Volontaire	Rapports/données brutes	Non											
Eaux douces	Eaux de surface	Physico-chimique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Oui											
	Eaux souterraines (non intégré pour le moment)	Physico-chimique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Macro-invertébrés benthiques	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Oui											
	Diatomées	Biologique	Volontaire	Rapports/données brutes	Oui											
	Poissons (non intégré pour le moment)	Biologique		Rapports/données brutes	Non											
Marins	Profils aquatiques	Physico-chimique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Flux sédimentaires	Physico-chimique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Oui											
	Sédiments de surface	Physico-chimique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Oui											
	Substrat	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Oui											
	Macro-invertébrés benthiques	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Poissons	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non											
	Bioaccumulation organismes (métaux)	Biologique	Réglementaire	Rapports/données brutes	Non			0								
Autres resso	ources															
			Type d'information	Format des documents		DAVAR	DASS	FNi	DINUM/SGT	PS	Météo.nc	SLN	SMT/SMN	NMC	RORC	OEIL
Textes	Déclarations minières		Réglementaire	Rapport												
(rapports,	Annexes des déclarations minières		Réglementaire	Rapport												
etc.)	Autres informations réglementaires		Réglementaire	Rapport		site web										
	Autres documents		Divers	Divers		site web				site web	site web					
Autres	Cartographie			SIG, mises en page				site web	site web	site web	site web					
	Imagerie			Images aériennes, satellites					site web							
	Météorologie (non demandé)			Chiffres-clés/détails							site web					

Légende

Information inexistante
Information existante totalement mise à disposition

Information existante partiellement mise à disposition Information existante non mise à disposition Les données sont collectées selon un pas de temps qui dépend de la nature des suivis réalisés : c'est la dynamique temporelle des paramètres surveillés qui devrait guider le choix de ce pas de temps, cependant ce n'est pas toujours le cas pour les suivis en place.

Pour les paramètres suivis à une fréquence annuelle ou infra-annuelle, les analyses prennent en compte les données acquises entre le 1<sup>er</sup> janvier 2020 et le 31 décembre 2021.

Pour les paramètres suivis à une fréquence supérieure à l'année ou s'il existe une lacune dans les acquisitions attendues, il peut être nécessaire de prendre en compte des données antérieures. Dans ce cas, la période concernée par l'analyse est spécifiquement précisée. Des règles relatives au pas de temps maximal d'exploitation des données antérieures ont été fixées en fonction de la nature des suivis (Erreur : source de la référence non trouvée) : les données sur les sédiments marins sont par exemple considérées valables 3 ans, alors que celles sur la faune d'eau douce sont valables 1 an. Sans donnée en deçà du pas de temps maximal, l'absence de donnée valide est constatée.

Le bilan reflétant l'état de l'environnement à l'issue de la période analysée, les données les plus récentes (2021) ont été considérées en priorité autant que possible. Cela concerne en particulier les paramètres physico-chimiques et la faune d'eau douce car, en général, ils sont susceptibles d'évoluer plus rapidement que les paramètres biologiques terrestres ou marins. Ces derniers sont suivis tous les 2 ans. Quant aux sédiments, c'est un compartiment qui évolue plus lentement : le pas de temps de suivi est de 3 ans.

Tableau 2 - Pas de temps d'analyse maximaux en fonction des suivis environnementaux considérés. n correspond à l'année révolue la plus récente ; Desoutter et Bertaud 2021 [8].

Milieu	Prélèvement	Type de paramètres	Pas de temps maximal
T	Air	Physico-chimiques	n
Terrestre	Faune (oiseaux, lézards, chiroptères)	Biologiques	n-1
	Eaux de surface	Physico-chimiques	n
Eaux douces	Faune (macro-invertébrés, diatomées)	Biologiques	n
	Colonne d'eau	Physico-chimiques	n
	Flux de particules	Physico-chimiques	n
Marin	Sédiments de surface	Physico-chimiques	n-3
	Faune (substrat, macro-invertébrés, poissons)	Biologiques	n-1

### II.3. Qualification des paramètres

L'évaluation de l'état d'un milieu naturel est complexe et s'appuie sur des **indicateurs**. Un indicateur se construit en se basant sur des paramètres clés qui reflètent chacun l'état d'un compartiment du milieu. La construction d'un indicateur est une démarche scientifique qui repose sur de nombreuses données de référence sur le milieu concerné. Lorsque des indicateurs adaptés à la Nouvelle-Calédonie sont disponibles, ils sont mis en œuvre pour le bilan environnemental. Pour certains milieux, le Pays manque encore d'indicateurs, ce qui limite les capacités de description de leur état.

Les stations de suivi positionnées au sein des zones de diagnostic sont de type physico-chimique, biologique ou les deux. Elles sont en majorité de nature réglementaires et certaines peuvent être suivies de façon volontaire. La plupart des stations de suivi sont opérées par la SLN. D'autres acteurs possèdent également des stations : DAVAR, SMT, NMC, RORC, l'OEIL.

Des prélèvements et/ou des observations de différentes natures sont réalisés aux stations (eaux superficielles, flux sédimentaires, sédiments, etc.), à une fréquence établie (semestrielle, annuelle, bisannuelle...). Cela permet d'y mesurer un ou plusieurs paramètres, de nature chimique, physicochimique ou biologique.

En comparant les mesures à un référentiel, si possible, chaque paramètre fait ensuite l'objet d'une qualification (score) selon 3 classes de qualité :

- « Non perturbé » lorsque les valeurs sont proches de la référence ;
- « Modérément perturbé » lorsque les valeurs s'éloignent de la référence ;
- « Fortement perturbé » si les valeurs sont très éloignées de la référence.

Différents référentiels sont à disposition selon les paramètres à qualifier : valeurs seuils, grilles de qualité ou référentiel géographique et/ou temporel. Les paramètres qui reçoivent un score deviennent des paramètres qualifiants pour leur station si les modalités de surveillance sont jugées satisfaisantes. Les paramètres pour lesquels il n'existe aucun référentiel adapté sont exclus de la qualification, ils sont simplement commentés et ne reçoivent aucun score (paramètres non qualifiants).

Au total, ce sont 46 paramètres des milieux terrestres (2 paramètres), d'eaux douces (38 paramètres) et marins (6 paramètres) qui sont analysés dans ce bilan, auxquels s'ajoutent les éléments complémentaires non qualifiants également rapportés.

**Remarque**: pour le bilan 2020-2021, certains paramètres théoriquement qualifiants ne participent pas à la notation des stations car les modalités de surveillance sont pour le moment insatisfaisantes. Dans les tableaux de synthèse, bien que ces paramètres reçoivent une note indicative, la note de la station correspondante n'est pas construite avec ces paramètres (ex. : paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux douces).

En complément à la qualification des paramètres, la tendance d'évolution temporelle de chacun est appréciée – idéalement sur une période de 5 ans (2017-2021). C'est en interprétant visuellement si les courbes montrent une augmentation, une diminution ou une stabilité des valeurs qu'est proposée cette appréciation. A noter que certains suivis étant récents, il est possible que les données disponibles couvrent une période inférieure à 5 ans. Dans ce cas, l'appréciation des tendances doit être interprétée avec plus de précaution.

### II.4. Qualification des stations

#### II.4.1. Score d'une station

Dans les zones de diagnostic, chaque station de suivi est qualifiée par l'attribution d'un score en suivant la même dénomination que pour les paramètres.

Le score d'une station de surveillance se rapporte uniquement à la liste des paramètres qualifiants de cette station. Ce score est construit par agrégation des scores des paramètres qualifiants de la station. Cette agrégation diffère légèrement selon les milieux considérés, avec la règle du paramètre le plus déclassant qui s'applique principalement. Il s'agit de retenir le score le plus défavorable obtenu parmi l'ensemble des paramètres qualifiants de la station :

- « Non perturbé » lorsque tous les paramètres qualifiants sans exception ont reçu ce score;
- « Modérément perturbé » lorsqu'au moins un paramètre qualifiant a reçu ce score ;
- « Fortement perturbé » lorsqu'au moins un paramètre qualifiant a reçu ce score.

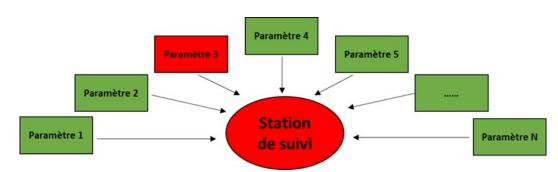


Figure 7 - Illustration de la règle du paramètre le plus déclassant pour le score d'une station.

Source : Desoutter et Bertaud 2021.

Dans cet exemple, la station de suivi est notée grâce à ses N paramètres qualifiants : des scores « Non perturbé » sont attribués à l'ensemble des paramètres qualifiants sauf un : paramètre 3 « Fortement perturbé ». Ce dernier est le plus déclassant, il conduit donc à attribuer le score « Fortement perturbé » à la station. Si des paramètres non qualifiants ont reçu un score à cette station, ils ne participent pas au score de la station et sont simplement rapportés pour information.

### II.4.2. État des milieux dans une zone de diagnostic

L'état des milieux naturels d'une zone de diagnostic est décrit par des scores qui concernent chaque compartiment écologique du milieu suivi. Cet état général intègre les résultats obtenus aux stations de la zone concernée pour les compartiments suivis.

Pour les milieux aquatiques, marins et d'eaux douces, deux états sont renseignés par station :

• l'état chimique : les paramètres qualifiants traduisent le niveau de perturbation du milieu par les activités humaines, en particulier par les activités minières et industrielles ;



• l'état écologique : les paramètres qualifiants traduisent la réponse du milieu naturel aux éventuelles perturbations.

Pour le milieu terrestre, le suivi des écosystèmes est moins abouti en comparaison aux milieux aquatiques : l'appréciation des états chimique et écologique est actuellement impossible. Les scores d'état des milieux terrestres sont déterminés pour les compartiments air et avifaune lorsqu'ils sont suivis.

Dans la partie « Résultats » de chaque type de milieu, les scores obtenus pour les stations d'une zone de diagnostic sont présentés sous forme graphique, dont la clé de lecture est présentée en Figure 8. 5 classes d'état sont proposées pour 3 niveaux d'état : selon les indicateurs d'état du milieu, le nombre de classes de qualité peut être différent, ce qui rend difficile de rendre compte de l'état global d'une zone de diagnostic. Le Comité technique sur les résultats du Grand Sud et le Comité éditorial de l'OEIL, réunis le 11/12/2019, ont choisi de conserver une sémantique simple. Il a été décidé que les classes de qualité bleue et verte correspondent à des scores « Non perturbé », tandis que les classes orange et rouge correspondent à des scores « Fortement perturbé ».

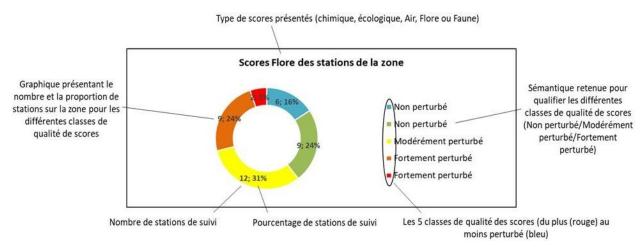


Figure 8 - Clé de lecture du graphique des scores obtenus pour l'ensemble des stations de suivi environnemental d'une zone.

Source: Desoutter et Bertaud 2021.

### II.5. Amélioration continue

Lors de la réunion du comité technique du bilan environnemental de Thio du 04/09/2023, des améliorations ont été demandées. Les principales demandes concernant le présent rapport sont listées dans le Tableau 3, qui indique également les demandes plus anciennes qui restent à traiter.

Tableau 3 - Améliorations demandées par le comité technique du bilan environnemental de Thio.

Date COTECH	Demande d'amélioration continue	Demande satisfaite?	Précisions
04/09/2023	Modifier le titre du rapport	Oui	Sous-titre ajouté
04/09/2023	Ajouter une synthèse des éléments à retenir	Oui	Voir "Le bilan en bref"
04/09/2023	Ajouter un tableau récapilatif des fournisseurs de données	Oui	Voir partie IV.1. "Informations utilisées"
04/09/2023	Mettre à jour le rapport à l'aide des recommandations et des informations complémentaires obtenues suite au dernier COTECH	Oui	Le rapport tient compte des recommandations et des informations complémentaires que l'OEIL a reçues avant publication.
04/09/2023	Milieux marins : rechercher des éléments expliquant les perturbations de la station Moara par examen diachronique des données d'imagerie	Oui	Voir partie VIII. Elements de discussion
04/09/2023	Eaux douces : analyser les données de certaines stations pour tenter de discriminer la source de Mn dans les sédiments marins sous influence	Oui	Voir partie VIII. Elements de discussion
04/09/2023	Intégrer de nouvelles informations contextuelles (eaux souterraines, localisation des parcs à cochons, nouvelles études sur les apports sédimentaires et les mouvements de terrain, synthèse ERM de la SLN, etc.)	Non	Les informations complémentaires seront demandées aux propriétaires de données pour les prochains bilans.
14/01/2020	Réfléchir à un indicateur incendie	Non	Projet à l'étude.
14/01/2020	Pour chaque paramètre, identifier ce qui pourrait être considéré comme une forte perturbation	Non	Projet à l'étude.

### II.6. Limites de l'étude

Les principales limites identifiées pour la réalisation de ce bilan concernent plusieurs aspects. Tout d'abord, les plans de suivi environnementaux actuels rendent le diagnostic complet impossible en raison soit du manque de stations ou d'une fréquence de suivi inadaptée (ex : suivi écologique en milieu marin et suivi de l'avifaune bisannuels, fréquence de suivi semestrielle de la physico-chimie des cours d'eau).

On notera également le manque d'outils de diagnostic à disposition. Pour l'illustrer, aucun des milieux n'a fait l'objet d'un état initial permettant une comparaison satisfaisante avec la situation actuelle. Par ailleurs, les valeurs seuils ou grilles de qualité adaptées au contexte calédonien font défaut pour la plupart des milieux (en particulier terrestres). De plus, selon les milieux, la surveillance de stations hors d'influence de l'activité minière est inexistante, insuffisante ou inadéquate pour un suivi environnemental.

# III. Caractéristiques principales de la zone d'étude

Dans cette nouvelle partie du bilan de Thio sont présentés des éléments de contexte :

- Situation géographique ;
- Reliefs et paysages ;
- Climat et météorologie ;
- Milieux terrestres;
- Milieux d'eaux douces ;
- Milieux marins ;
- Éléments socio-économiques ;
- Pressions principales sur l'environnement de Thio ;
- Principales mesures de gestion en place.

En résumé, la zone d'étude couvre plus de 1 500 km², dont ~510 km² (509 85 ha) pour la zone du focus où se concentrent les suivis environnementaux (bassins de la Dothio, de la Thio et amont de la Ouenghi). La région de Thio, qui présente une densité de population faible (2,5 habitants par km² en 2019, soit 5,8 fois moins qu'en Nouvelle-Calédonie en général), est une région principalement montagneuse pour sa partie terrestre. La répartition des milieux naturels est très liée à la géologie. Le domaine géologique ultramafique concerne la plus grande partie de ce territoire et la richesse écologique de la partie méridionale de la zone d'étude a donné lieu à la mise en place du parc provincial de la Côte Oubliée. Les activités minières y sont suspendues alors qu'elles sont encore importantes dans la zone du focus (5 mines actives): Thio est qualifié de « berceau de la mine » en Nouvelle-Calédonie, avec environ 150 ans de présence minière. Cette longue histoire extractive laisse un environnement parfois très perturbé, en lien avec des pratiques qui n'ont plus cours aujourd'hui comme par exemple le déversement des stériles sans précautions sur les versants (décharges minières non contrôlées). Le climat cyclonique et les épisodes pluvieux intenses qui s'y rapportent conduisent à la migration de grands volumes de matériaux issus des décharges minières vers les basses vallées. Cela modifie la morphologie et le comportement des cours d'eau, les habitants de ces vallées subissent régulièrement des inondations, ce qui a donné lieu à de nombreuses études. Par ailleurs, la zone du focus est également fortement soumise à la pression des incendies d'origine humaine : c'est une des zones les plus touchées de Nouvelle-Calédonie, avec une récurrence des feux qui interdit aux milieux naturels de se régénérer. La présence d'espèces envahissantes comme les grands herbivores, qui freinent également le retour de la végétation, est bien connue sur la zone et reste à caractériser. La province Sud, en charge de la gestion de l'environnement, a mis en place plusieurs zones protégées dans la zone d'étude et sa réglementation oblige les exploitations minières à être dotées de dispositifs qui limitent les perturbations environnementales. Ces entreprises sont également tenues de contribuer aux efforts d'inventaire de la biodiversité (avant destruction) et d'entretenir ou de réhabiliter certains espaces.

# III.1. Situation géographique

Située en province Sud, la commune de Thio fait l'objet principal de l'étude, ainsi qu'une petite partie de la commune de Boulouparis. L'ensemble de la zone d'étude représente environ 1 587 km² (Figure 9).

En détail, il s'agit d'une part de la commune entière de Thio (environ 1 530 km² [9]), surfaces terrestre et marine incluses, ce qui représente respectivement 989 km² [10] et 541 km² (calculés d'après les limites communales en mer [11] et les limites communales terrestres [10] de la BD-ADMIN-NC de la DITTT).

D'autre part, le complément sur la commune de Boulouparis concerne les petits bassins versants de l'amont de la Thio qui convergent vers Koua, soit environ 57 km² (Figure 9).



Figure 9 - Emprise de la zone d'étude du bilan environnemental de la région de Thio. Limites terrestres des communes en blanc, zone d'étude en rouge, zone du focus en bleu. Mines actives hachurées.

La partie marine de la zone d'étude correspond à l'emprise marine de la commune de Thio (Figure 9).

**Remarque :** pour l'ensemble des illustrations cartographiques de ce rapport, les limites de la zone d'étude élargie seront représentées en rouge et les limites de la zone de focus en bleu (Figure 9).

Pour privilégier le contenu essentiel dans les légendes, ces éléments n'y apparaîtront plus et seront toujours représentés ainsi.

# III.2. Reliefs et paysages

La région de Thio est caractérisée par plusieurs types de paysages :

- ✓ les hauts reliefs du Grand massif du Sud, où sont implantées les mines de nickel, profondément incisés par des vallées plus ou moins encaissées ;
- ✔ les reliefs intérieurs de la rive gauche de la Thio, aux formes plus douces et aux vallées plus ouvertes;
- ✓ les basses vallées de la Thio et de la Dothio, encadrées par les hauts versants du massif du Sud;
- ✓ les embouchures, zones de transition rapide entre les milieux d'eaux douces et le lagon : delta de la Thio et de la Dothio au nord ou encore embouchures de la Tôdre, de la Xwê Nè Fachia, de la Comboui (Xwê Bwi) ou de la Ngoï vers le sud-est ;
- ✔ le littoral, qui court au long des versants plus ou moins abrupts du massif du Sud et qui marque lui aussi la transition rapide vers le lagon ;
- ✓ le lagon, qui s'étend des platiers littoraux au récif barrière principal, entrecoupé de récifs intermédiaires et d'îlots et incisé de plusieurs paléovallées qui reliaient certaines embouchures au grand large au niveau des passes.

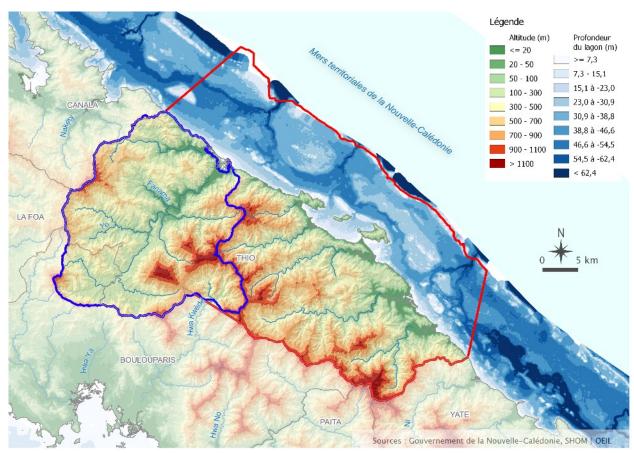


Figure 10 - Altitude des terres émergées et profondeur du lagon dans la zone d'étude.

A terre, les principaux sommets<sup>12</sup>de la zone d'étude sont, du nord au sud : le Nakada (Pêrêwi, 1136 m), le mont Napou (Bwa Népu, 932 m), le Poenari (1223 m), le mont Do (1022 m), le Ningua (Nènga, 1343 m), le mont Sindoa (Cidoa, 1354 m), le pic Comboui (Bwa Bwi, 1252 m) et le Humboldt ou mont Joffre (1618 m, second point culminant de la Nouvelle-Calédonie après le mont Panié).

Les principaux cours d'eau<sup>12</sup>qui drainent la zone d'étude jusqu'au lagon est sont, du nord-ouest vers le sud-est : la Dothio (Do Cö), la Thio (Kuenthio), la Meh (Xwé Ré Mè), la Neuméni (Nèmiri), la To N'deu

<sup>12</sup> Les toponymes utilisés sont issus de la carte IGN 1/50 000 (1982), ils sont encore très utilisés pour la plupart. Les noms de la carte topographique actuelle (DITTT 1/10 000) sont également indiqués entre parenthèses.

(Tôdre), la Nimbo Mba (Xwé Né Fachia), la Comboui (Xwé Bwi) et la Ngoye (Ngoi). Vers le lagon ouest, la Tontou (Hwa Kwedé, Xwa Kwêdé) draine la partie amont du bassin versant de la Ouenghi.

Le littoral du nord de la zone d'étude est assez linéaire, puis devient plus découpé à partir de la presqu'île Neuméni (Neuménie). Plusieurs baies s'ouvrent ensuite sur le lagon, dont la principale et la plus abritée est celle de Port-Bouquet. Le lagon présente peu d'îlots au nord de la zone d'étude et jusqu'à la passe de Thio, puis récifs intermédiaires et îlots parsèment ensuite plus densément le lagon vers le sud.

### III.3. Climat et météorologie

On s'intéresse ici aux conditions atmosphériques qui ont une influence à diverses échelles. Le climat est caractérisé grâce aux observations météorologiques réalisées sur de longues périodes, au moins plusieurs décennies.

L'Annexe 2 propose un résumé des phénomènes climatiques majeurs qui influencent les climats calédoniens, ainsi que les principales saisons qui s'expriment sur le Territoire. Sont précisés ci-après les éléments climatiques qui intéressent plus particulièrement la zone d'étude.

#### III.3.1. En Nouvelle-Calédonie et sur la côte Est

Plusieurs types de temps sont observés en Nouvelle-Calédonie [12] :

- le courant d'alizé, le plus fréquent toute l'année : le vent est « assez fort de secteur sud-est » sous l'influence de l'anticyclone de la mer de Tasman et le ciel dégagé en journée, avec des averses nocturnes sur la côte Est ;
- la convergence de grande échelle : l'alizé persiste mais le ciel se charge en altitude, produisant des épisodes pluvieux peu intenses sur plusieurs jours sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie, avec des « cumuls de précipitations parfois importants et les températures maximales anormalement basses » ;
- le courant d'est : il peut provoquer des changements rapides, à la saison fraîche en particulier, lorsque l'anticyclone de la mer de Tasman s'éloigne et laisse place à une dépression atmosphérique. Ses effets se manifestent principalement sur la côte Est, avec plus d'averses soutenues à caractère parfois orageux ;
- le courant d'ouest : des pluies plus fréquentes sur la côte Ouest que sur la côte Est, plus épargnée, accompagnent le vent d'ouest. Ce type de temps est lié à la circulation de dépressions polaires au sud, en saison fraîche surtout.

En Nouvelle-Calédonie, on distingue deux saisons principales ([12], [13], voir Annexe 2):

- la saison chaude, influencée par le phénomène ENSO;
- la saison fraîche, influencée par des phénomènes d'origine tempérée ou polaire.

### III.3.2. Dans la zone d'étude

Les données météorologiques sont collectées dans la zone d'étude principalement par Météo-France, la DAVAR et la SLN. Les informations diffusées par le <u>site internet Météo Nouvelle-Calédonie</u> sur le réseau de stations automatiques actif ou fermé sont récapitulées dans la Figure 11 et en détail dans le Tableau

71 (Annexe 3). Une station fermée peut fournir des informations d'ordre climatique sur son secteur, à défaut de délivrer des informations météorologiques pour la période du bilan considérée.

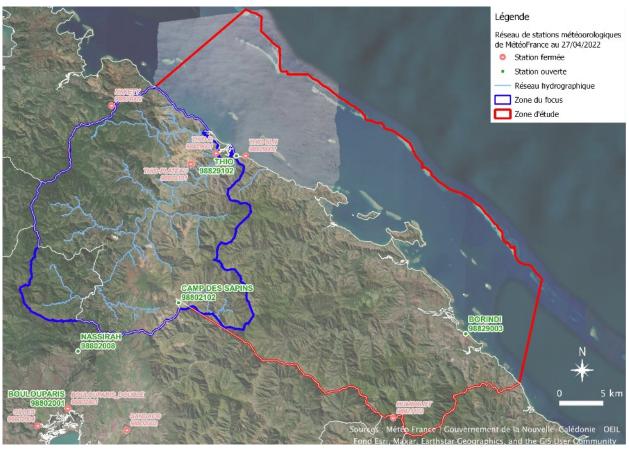


Figure 11 - Localisation du réseau de stations météorologiques utilisé par Météo-France.

Les informations présentées dans le Tableau 4 pour les stations dans ou à proximité de la zone d'étude (Figure 11) sont issues des fiches climatologiques de Météo-France disponibles en ligne et de l'extrait de la base de données des normales en ligne [14]. Les valeurs moyennes sont généralement indisponibles. Les records atteints peuvent cependant informer sur les conditions susceptibles de régner aux alentours des stations.

Tableau 4 - Éléments climatologiques aux stations concernant la zone d'étude. Sources : fiches climatologiques des stations [15], [16], [17], [18], [19] et normales 1991-2020 [14].

* les records as	sociés à une date précise	indiquent la valeur mesu	ırée ce jour-là,c'est donc	une mesure pour 24 h.		
Station numéro, altitude, période de fonctionnement	Precipitations (mm)		Température la plus basse (°C)	Rafale maximale de vent (m/s)		
Thio (Thio Village) 98829102 altitude 3 m Depuis 2017	Moyenne annuelle 1 888 m (2011-2016) [20] Record* : 261,3 mm le 29/02/2020	888 m (2011-2016) [20] Record : 33,1°C le Record : 11,9°C le 25/07/2019				
Thio P. 98829001 altitude 10 m 1952-2021	Record*: 518,5 mm le 12/01/1988	Record : 35,5°C le 17/02/1991	Record : 7°C le 10/08/1954	Indisponible		
Camp des Sapins 98802102 altitude 782 m Depuis 2008	Moyenne annuelle 1 839,3 mm (2008-2022) Record* : 495 mm le 10/04/2017	Indisponible	Indisponible	Indisponible		
Borindi 98829003	Moyenne annuelle 2 391,9 mm (1991-2020)	Record : 34,7°C le 09/03/2003	Record : 8°C le 22/07/1997	Record : 22 m/s le 27/02/1994		
altitude 5 m Depuis 1991	Record* : 510,5 mm le 02/01/2013	Température mensuelle moy	renne entre 20,6 et 26,6°C			
Nassirah 98802008 altitude 52 m	Moyenne annuelle 1 086,9 mm (1991-2020) Record* : 300 mm le	Indisponible	Indisponible	Indisponible		

Parmi ces 5 stations, seule celle de Camp des Sapins est en altitude (782 m). Les précipitations annuelles moyennes y semblent significativement inférieures (1 839,3 mm/an) à celles observées sur le littoral de la Côte Oubliée (Borindi, 2 391,9 mm/an). Notons cependant qu'une étude statistique sur la station littorale Thio P indique des précipitations annuelles moyennes de 1 764 mm/an entre 1952 et 2016 (64 ans [21]). Sans données sur la station Humboldt, *a priori* la plus élevée de la zone d'étude, il est difficile d'extrapoler les conditions à proximité des grands sommets. La synthèse des connaissances sur les bassins versants de Thio et Dothio, qui portait sur la zone du focus du présent bilan [4], indique que dans cette zone la pluviométrie moyenne est voisine de 1 500 mm/an alors qu'elle atteint 3 000 à 4 000mm/an sur la Côte Oubliée (précipitations les plus abondantes du pays avec celles du mont Panié). Pour les périodes de mesures longues (hors station Thio), les records de précipitations relevés aux stations au sein de la zone d'étude sont voisins de 500 mm/24h, en altitude comme au niveau du littoral. Nassirah semble nettement moins arrosée (maximum 300 mm/24h, située côte Ouest), cela suggère qu'elle soit peut-être moins intéressante pour caractériser les conditions dans la zone d'étude.

Depuis 1979

12/01/1988

Aux stations littorales Thio P. et Borindi, qui fournissent le meilleur recul temporel sur les températures (respectivement 69 et 30 ans), les extrêmes sont du même ordre de grandeur, respectivement : 7-8°C minimum et 35,5-34,7°C au maximum. Les moyennes mensuelles enregistrées à Borindi sont par conséquent peut-être représentatives des températures qui règnent généralement dans la bande littorale : entre 20,6 et 26,6°C. La synthèse des connaissances sur les bassins de Thio et Dothio [4] signale que les températures dans cette zone sont en moyenne « extrêmes près d'un tiers de l'année, par rapport au reste du territoire (soit en dessous de 15°C soit au-dessus de 30°C) » pour la période 1996-2005.

L'atlas de la Nouvelle-Calédonie indique que les pluies sont susceptibles d'isoler les tribus de Ouindo, Kouaré et Koua ([22], p. 256), qui se situent dans la Chaîne (voir Figure 14).

Plus précisément la montée des eaux des rivières, provoquée par les pluies, peut induire cet isolement en coupant les voies d'accès terrestre à ces tribus.

### III.4. Milieux terrestres

Les milieux terrestres représentent ici l'ensemble des espaces émergés de la zone d'étude. Le milieu atmosphérique est également abordé avec les milieux terrestres dans les bilans environnementaux de Thio (thème poussières essentiellement).

### **III.4.1.** Reliefs terrestres

L'altitude des reliefs terrestres est présentée en Figure 10. Pour mieux appréhender leurs formes, la Figure 12 présente une carte de l'intensité des pentes. Ce paramètre, associé à d'autres comme l'altitude, le dénivelé ou la nature des sols, joue un rôle clé dans les transferts de matière depuis les versants vers les zones basses. Cela concerne aussi bien les eaux de ruissellement que les matières mobilisées par érosion hydrique : plus la pente d'un versant est intense et longue, plus les eaux courantes peuvent mobiliser des matériaux sur leur passage.

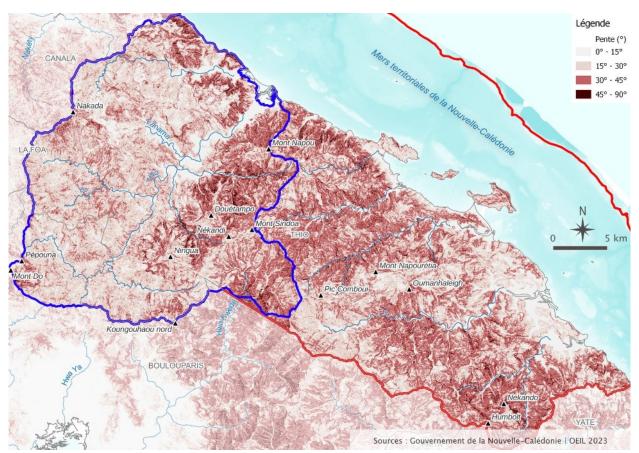


Figure 12 - Intensité des pentes dans la zone d'étude.

Dans la zone d'étude, les zones les plus pentues concernent les versants du Massif du Sud. Ces reliefs qui dominent le paysage sont donc particulièrement propices au transfert rapide des eaux et des matériaux au départ des versants. Lors d'épisodes pluvieux intenses, cela occasionne par exemple l'aggravation de l'érosion, des crues éclairs des cours d'eau ou encore le déplacement de sédiments.

# III.4.2.1. Sous-sol de la région de Thio

Le sous-sol de la zone d'étude s'organise principalement en deux grands types de formations géologiques :

- **domaine ultrabasique** : partie septentrionale du Massif du Sud et son prolongement littoral vers Houaïlou ;
- **domaine mixte** : formations volcano-sédimentaires de l'unité de Poya (basiques) et formations diverses de la Chaîne Centrale.

La Figure 13 présente la carte géologique de la région.

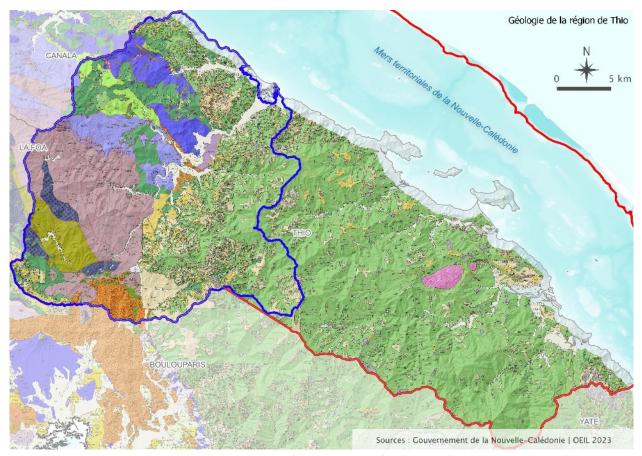


Figure 13 - Carte géologique de la région de Thio.

Version en ligne du 07/12/2023. Formations superficielles principalement en couleur crème.

<u>Domaine ultrabasique</u> principalement en vert ± foncé. <u>Domaine mixte</u> : autres couleurs, vert clair compris.

# III.4.2.2. Sols associés

Les sols au sens pédologique du terme se développent très lentement à l'interface entre la lithosphère et l'atmosphère, en interaction avec l'hydrosphère et la biosphère. Ils sont le lieu de la transformation du sous-sol par altération et de l'établissement de la vie terrestre.

Les sols néocalédoniens ont principalement été étudiés dans la seconde moitié du XXe siècle et les résultats en donnent une vision générale. Plus récemment, sur la base de ces travaux principalement, une carte pédologique du Territoire a été proposée dans l'atlas de la Nouvelle-Calédonie [22] pp.73-76.

Sur la côte Est, directement exposée aux alizés et aux pluies associées, les sols se sont développés par une altération tropicale plus poussée que sur la Côte Ouest, plus protégée du vent et plus sèche. Cette altération profonde a surtout affecté les reliefs, plus propices au drainage des matières solubles, donnant des manteaux résiduels constitués de phases peu mobiles. Cela concerne surtout le domaine ultrabasique : les sols (latérites) sont épais et riches en argiles non gonflantes et en oxydes et hydroxydes de fer principalement. L'altération des péridotites dont ils sont issus conduit (1) au lessivage massif de la totalité des alcalino-terreux, Mg en tête, ainsi que de Si en proportions variables et (2) au développement de karsts en profondeur [22]. Ces sols résiduels accumulent également Al, Cr, Mn, Co et Ni. Leur richesse en métaux en fait une source économique de nickel d'importance mondiale. Les sols gravillonnaires (« à grenaille ») sont majoritaires en surface d'après la carte pédologique : acides, pauvres en matière organique et très carencés en K, Ca et P. Leur caractère hostile pour la végétation a favorisé l'émergence d'une flore endémique très riche. Sur le pourtour des massifs ultrabasiques, les sols minéraux sont peu épais et constamment rajeunis par l'érosion mécanique [22].

Hors domaine ultrabasique, les sols de la zone d'étude sont surtout des sols bruns tropicaux [22] : ils sont jeunes, peu épais et faiblement acides. Leur capacité d'échange cationique (CEC) est faible et ils sont peu saturés en cations échangeables. Ils contiennent des argiles non gonflantes et des oxydes de fer en quantité variable.

Les vallées de la Thio et de la Dothio accueillent également des sols alluviaux. Décrits comme carencés en P et pauvres en K, riches en matière organique et plus ou moins hydromorphes, ce « sont cependant les plus fertiles du pays » [22]. Leur granulométrie est variable et dépendante des sources sédimentaires situées à l'amont. A proximité du littoral, les dépôts alluviaux sont influencés par la sédimentation marine et donnent parfois lieu à l'installation de mangroves sur la côte Est (20 % du littoral de la Grande Terre [22]). Les sols y présentent une organisation et des caractéristiques très particulières car ils sont à la fois soumis à l'influence haline des marées et aux crues des rivières et leurs apports sédimentaires. Sur l'estran, ils sont hydromorphes, réducteurs et riches en matières organiques et en sulfures métalliques, les palétuviers sont présents (*Rhizophora*). En arrière, les conditions moins hydromorphes permettent l'oxydation des sulfures qui conduit à une acidité importante, c'est le domaine des palétuviers du genre *Avicennia*. Hors d'eau à l'amont, les sols très oxydés, acides et salés (tannes) sont hostiles à la végétation et seules les plantes halophiles s'installent parfois. Dans la zone d'étude, la mangrove est présente dans le delta de la Thio et sur le littoral de la Côte Oubliée.

### III.4.2.3. Poussières d'origine minérale

La fraction meuble des formations à l'affleurement constitue une source potentielle de poussières minérales d'origine environnementale dès qu'elle est mise à nu. Ces dernières sont mobilisables dans l'atmosphère soit par le vent, soit par une action mécanique d'origine anthropique comme par exemple la circulation des véhicules sur les pistes ou sur une voirie encombrée de sédiments fins. Les formations d'altération partiellement ou totalement meubles et les sols nus sont les principales sources de poussières de la zone d'étude, toutes roches mères confondues. Cependant, la proportion importante de sols nus ou peu végétalisés en domaine ultrabasique latéritique conduit à un potentiel de production de poussières accru dans ces zones. La nature minéralogique de ces poussières a peu été étudiée.

#### III.4.3. Flore

## III.4.3.1. Espèces végétales rares et menacées (ERM)

La flore néocalédonienne est connue pour présenter un fort taux d'endémisme, en particulier en domaine ultrabasique. Les biologistes préfèrent pour ce domaine le terme d'ultramafique. Une part de la flore locale reste encore inconnue<sup>13</sup>, pourtant cette flore rare et originale a subi de nombreuses agressions depuis l'arrivée des hommes sur la Grande Terre, au point que les écosystèmes autochtones sont réduits à l'état de lambeaux fragmentés, disséminés dans de grands espaces défrichés, brûlés ou très anthropisés (habitat, agriculture, mines, etc.). Même la Côte Oubliée, zone la plus préservée du Pays et située au sud-est de la zone d'étude, a subi partiellement ce type de dégradations. Les effets des activités humaines sur la flore ont conduit l'UICN à classer de nombreuses espèces endémiques ou indigènes (parmi celles qui sont connues) sur sa liste rouge (principe de cette liste en Annexe 4).

Dans la zone d'étude, certaines de ces espèces sont suivies, notamment par les opérateurs miniers.

## III.4.3.2. Poussières d'origine organique

Les particules organiques en suspension dans l'air peuvent avoir plusieurs origines. Dans la zone d'étude, les sources organiques principales probables sont les suivantes :

- pollens, spores, micro-organismes;
- suies issues de la combustion de matières fossiles (ex. : hydrocarbures, charbons), de feux domestiques et agricoles ou d'incendies non contrôlés.

A l'écriture de ces lignes, aucune étude publiée sur le sujet en Nouvelle-Calédonie n'a été identifiée. Le projet de recherche CAMEVAL, financé par le CNRT Nickel et son environnement, apportera peut-être des informations à ce sujet.

## III.4.4. Faune

Comme la flore, la faune néocalédonienne présente également un fort taux d'endémisme. Pour les mêmes raisons, de nombreuses espèces animales (parmi celles connues) sont également classées sur la liste rouge de l'UICN (principe de cette liste en Annexe 4). Dans la zone d'étude, certaines de ces espèces sont suivies : à terre, les opérateurs miniers surveillent des espèces emblématiques comme les roussettes ou les cagous. Les oiseaux et lézards calédoniens font également l'objet de suivis. En mer, le RORC suit les récifs depuis plus de 30 ans. Les opérateurs miniers assurent également un suivi d'une partie de la faune marine locale.

# III.4.4.1. Oiseaux de la zone d'étude

La connaissance des oiseaux qui vivent actuellement dans la zone d'étude repose essentiellement sur les études réalisées dans le cadre de la réglementation appliquée aux sites miniers en activité. Il s'agit d'une part d'études préalables (études d'impact, inventaires initiaux) et d'études de suivi. Les études de suivi de l'avifaune constituent la principale source d'information actualisée sur les oiseaux présents. Elles reposent principalement sur des écoutes et des observations directes (voir Méthode de suivi de

<sup>13</sup> D'après des estimations scientifiques citées par le profil d'écosystème régional de la Nouvelle-Calédonie ([23] p.6), 5 à 10 % du nombre des espèces déjà connues reste à découvrir. Le compteur biodiversité Outre-mer précise un record pour la Nouvelle-Calédonie avec 214 nouvelles espèces décrites par an, très largement devant la Guyane (159 espèces/an) [24].



l'avifaune (paramètre qualifiant) et Localisation des réseaux de suivi – Milieux terrestres). Une compilation des espèces connues dans la région est prévue pour les prochains bilans de Thio.

Le cagou a fait l'objet d'une évaluation de ses populations dans la région de Dothio en 2017 et 2019, au titre des mesures compensatoires pour la mine de Dothio (voir Figure 32 dans Mine de Dothio – Populations de cagous (non intégrable au score)). En 2019, l'oiseau occupait les mêmes lambeaux forestiers qu'en 2017 et restait absent des forêts de l'Est de la zone, bien qu'il soit possible qu'il les fréquente ponctuellement. Cependant, « l'espèce occupe une vaste zone et tend à se disperser autour du massif de Dothio » [25]. La reproduction du cagou « ne pourra être estimée qu'en renouvelant les comptages années après années » d'après cette étude, qui précise par ailleurs que « cette population ne semble pas menacée par les activité humaines » (2019). Les habitants de la zone semblent également « bien sensibilisés » [25].

La perruche à front rouge fait également l'objet d'une attention particulière dans la zone du Camp des Sapins.

### III.4.4.2. Lézards de la zone d'étude

Les reptiles calédoniens présentent un taux d'endémisme record de 90 % et « sur les 92 espèces que compte le territoire, 86 y sont endémiques jusqu'au genre ou à la famille »[23], avec des aires de répartition restreintes. Les lézards de Nouvelle-Calédonie n'existent nulle part ailleurs dans le monde, ce qui les rend très vulnérables à la disparition de la planète entière si leur habitat est dégradé ou détruit. Parmi eux, 56 seulement bénéficient pour le moment d'un statut sur la liste rouge UICN. Ils sont actuellement classés en 2 grands groupes [26] :

- les scinques (famille des Scincidae) sont principalement diurnes, ils présentent différents comportements :
  - « espèces discrètes fouisseuses, s'abritant et fourrageant dans la litière » ;
  - espèces diurnes du sol, « tendant à fourrager et se réchauffer à la surface du sol » ;
  - espèce diurnes à tendance arboricole, « fourrageant et se réchauffant sur les troncs et le feuillage des arbres, occasionnellement actives à la surface du sol » ;
  - espèce nocturnes qui fourragent la nuit « dans les arbustes et broussailles basses, dans de petits arbres ou dans la canopée », qui s'abritent « dans la végétation ou dans la litière durant le jour »;
- les geckos : ce sont des animaux principalement nocturnes, de taille variable.

Le suivi de l'herpéthofaune est prescrit par arrêtés provinciaux (autorisation d'exploitation minière) car la dégradation et la perte d'habitat causées par l'activité minière exerce une forte pression sur ces animaux [26]. En effet, « les reptiles terrestres s'adaptent difficilement aux modifications rapides des habitats », leur surveillance permet donc de suivre indirectement l'état de santé des écosystèmes où ils vivent [27].

Dans la zone d'étude, l'OEIL a eu accès aux informations sur les lézards pour mines de Dothio, Thio Plateau et Camp des Sapins. Le Tableau 5 récapitule les espèces identifiées sur ces sites miniers. Certains lézards ne sont connus que dans la région de Thio, comme le Sigaloseps pisinnus.

# Tableau 5 - Liste des espèces de lézards déjà rencontrées dans la zone d'étude. (sources : rapports d'expertise sur les sites de Dothio, Thio Plateau et Camp des Sapins)

Fa	amille	Nom scientifique	Nom commun	Répartition	Edémisme	Protection	Statut UICN version	Déjà observé à proximité du site		
							2022-2	Dothio	Plateau de Thio	Camp des Sapins
Scincida	lae	Caesoris novaecaledoniae	Scinque à Bouche Bleue		End	Р	LC	oui		
	8	Caledoniscincus atropunctatus	edoniscincus atropunctatus Scinque de Litière Tacheté		Aut	Р	LC	oui	oui	oui
	-	Caledoniscincus austrocaledonicus	Scinque de Litière Commun		End	Р	LC	oui	oui	oui
		Caledoniscincus festivus	Scinque de Litière Géant		End	Р	LC		oui	oui
		Caledoniscincus orestes Scinque de litière de montagne		GT	End	Р	VU		37	oui
		Marmorosphax tricolor	Scinque à Gorge Marbrée	GT	End	Р	LC	oui	oui	oui
		Marmorosphax aff. Montana   Marmorosphax cf. tricolor			End	Р	EN		4	oui
		Nannoscincus garrulus	Scinque géant parmi les nains	PS	End	Р	EN		41	oui
		Lioscincus nigrofasciolatum   Epibator nigrofasciolatus	Scinque arboricole à ventre vert	NC	End	Р	LC		oui	oui
		Phasmasaurus tillieri   Lioscincus tillieri	scinque de Tillier des maquis	PS	End	Р	NT		oui	oui
		Phoboscincus garnieri	Scinque Géant de Garnier	NC	End	Р	LC		oui	oui
		Sigaloseps pisinnus   Sigaloseps n. sp.	7	GT	End	Р	EN	oui	oui	oui
		Tropidoscincus variabilis	Lézard à Queue en Fouet du Sud	GT	End	Р	LC	oui	oui	oui
Diploda	lactylidae	Bavayia exsuccida	-	GT	End	Р	DD		oui	
		Bavayia geitaina	Bavayia Gracile	GT	End	Р	NT		oui	oui
		Bavayia geitaina cf. [Ouin-Dzumac/Ningua]	2	GT	End	Р	NT			oui
		Bavayia aff. sauvagii	-	GT	End	Р	VU	oui		à confirme
	ĺ	Bavayia septuiclavis	Bavayia à Bande Pâle	GT	End	Р	NT		3	oui
		Eurydactylodes symmetricus	Eurydactyle à grandes écailles, gecko-caméléon à larges écailles	PS	End	Р	NT		- 2	oui
		Eurydactylodes vieillardi	Gecko-Caméléon de Vieillard	NC	End	Р	NT	oui		
		Rhacodactylus auriculatus	Gecko Géant Cornu	GT	End	P	LC	oui	oui	oui
		Rhacodactylus leachianus	Gecko Géant de Leach	GT	End	Р	LC			à confirme
		Rhacodactylus (espèce indéterminée)			0	9				oui
Gekkor	nidae	Hemidactylus frenatus	Margouillat	LR	Int	5 5	LC		oui	oui
		Nactus pelagicus	Gecko Terrestre du Pacifique	LR	Aut	Р	LG		oui	
48			**************************************	Nombre to	ntal d'espèces	déià observe	es sur le site	9	14	19

LR : large répartition Répartition

> NC : Nouvelle-Calédonie GT : Grande Terre PS: province Sud

End : espèce endémique Endémisme

Aut : espèce autochtone (native)

Int : espèce introduite

Protection espèce protégée selon le Code de l'environnement de la province Sud (Délibération Nº 25-2009/APS, 20 Mars 2009

### III.5. Milieux d'eaux douces

Les milieux d'eaux douces sont principalement alimentés par des eaux météoriques : les pluies. Lorsque ces eaux arrivent au sol, elles peuvent :

- s'infiltrer et avoir un parcours souterrain avant de rejoindre, plus à l'aval, une masse d'eau de surface (douce ou salée) ;
- s'évaporer directement ou par évapotranspiration ;
- ruisseler sur les pentes et contribuer directement aux cours d'eau.

#### **III.5.1.** Eaux souterraines

La capacité d'infiltration des sols détermine en grande partie le devenir des eaux de pluies. Généralement, un sol forestier ou prairial en bonne santé est capable d'infiltrer l'essentiel des eaux de pluies. En Nouvelle-Calédonie, les forêts et autres couvertures végétales fonctionnelles voient leur surface se réduire progressivement en raison des incendies récurrents ou du défrichage volontaire (habitat et agriculture, aménagements, mines) ou encore des espèces herbivores envahissantes. La dégradation ou la disparition de la couverture végétale et de tout ou partie des êtres vivant dans les écosystèmes dégradés conduit à un dysfonctionnement des sols, qui perdent petit à petit leur capacité d'infiltration.

Dans la zone d'étude, les eaux souterraines sont essentiellement décrites dans le cadre des travaux miniers (études d'impact). Dans ces milieux ultrabasiques, les eaux infiltrées alimentent un réseau de type karstique plus ou moins développé. Les eaux souterraines y sont parfois suivies par les opérateurs miniers, ce qui n'est pas le cas dans la zone d'étude.

Hors contexte minier, c'est principalement la DAVAR qui déploie un suivi des eaux souterraines.

En sous-sol, le parcours de ces eaux pour rejoindre un même point à l'aval est la plupart du temps plus long que celui des eaux courantes, en surface. Ce temps de parcours plus ou moins lent permet des interactions plus fortes avec le sous-sol, notamment d'un point de vue physico-chimique. Les eaux souterraines sont alors souvent plus minéralisées que les eaux de surface.

# III.5.2. Eaux courantes

## III.5.2.1. Cours d'eau et fonctionnement

Les principaux cours d'eau de la zone d'étude ont été évoqués dans la partie Reliefs et paysages. De nombreux affluents parmi les 33 recensés lors de la synthèse des connaissances [4] produisent des crues éclairs lors des épisodes pluvieux significatifs : en présence de dénivelés importants, la capacité d'infiltration des sols est très rapidement dépassée quand la pente est forte et/ou que les sols sont peu perméables. Cette capacité d'infiltration est drastiquement réduite lorsque la végétation est dégradée et augmentée sous forêt. Il arrive donc régulièrement que les cours d'eau principaux entrent vite en crue. Le drainage général des bassins versants de la zone d'étude est cependant un peu décalé par rapport au début des saisons météorologiques [4], p.31 : les hautes eaux s'observent en cours de saison chaude (janvier-avril) alors que les basses eaux s'observent en saison sèche avec un étiage en octobre-

novembre. Par exemple, à la station hydrométrique de Thio Saint-Michel (DAVAR), la Thio présente ses débits les plus importants en mars<sup>14</sup> et l'étiage est observé en octobre [4], p.32.

Dans la zone du focus, dans laquelle sont effectués la plupart des suivis environnementaux (bassins versants de la Dothio, de la Thio et de l'amont de la Ouenghi), les cours d'eau s'écoulent pour une grande part en domaine ultrabasique. Les caractéristiques de ces bassins versants d'intérêt prioritaire pour le bilan de Thio sont différentes d'abord par leur taille et celle de leurs cours d'eau, également par leur morphologie (Tableau 6). Ainsi par exemple, plus un cours d'eau draine un bassin versant à fort dénivelé sur un court chemin hydraulique, plus il est susceptible de produire des crues éclairs et plus il a une capacité de transport élevée.

Bassin versant	Superficie (km²) [4]	Altitude maximale (m) [4]	Altitude moyenne (m) [29]	Pente moyenne (%) [4], [29]	Cours d'eau principaux [4], [29]	Longueur de cours d'eau concernée (km) [4]	Plus long chemin hydraulique (km) [29]	Temps de concentration [29]
Thio	390,6 km²	1 350 m	411 m	45 %	Kuenthio	8,9	-	-
					Nakaré	-	12,1 km	1,5 h
					Nemburu	-	11,8 km	1,4 h
					Fanama	-	13,5 km	1,9 h
					Thio	18,6	43,16 km	5,9 h
Dothio	74,3 km²	1 130 m	345 m	41 %	Dothio	19,9	24 km	3,3 h
Ouenghi amont	44,8 km²	1 350 m	-	-	Xwé Wédé	10,9	-	-

Tableau 6 - Caractéristiques des bassins versants de la zone de focus [4], [29].

Une petite particularité morphologique est à signaler au niveau des embouchures de la Thio et de la Dothio : un petit bras en provenance de la Thio parcourt un peu plus de 2 km sur la bande littorale à l'amont d'Ouroué avant de rejoindre l'embouchure de la Dothio. Il existe donc des interactions entre ces deux embouchures.

# III.5.2.2. Sédimentation

Dans leur fonctionnement naturel, les cours d'eau collectent des matériaux érodés issus des versants et alimentent des dépôts sédimentaires dans les vallées. Certains ont un comportement torrentiel et produisent des crues éclairs, potentiellement capables de mobiliser des matériaux de granulométrie plus ou moins importante. Lorsque ces derniers sont disponibles sur les versants, ils peuvent donner lieu à l'aval à des dépôts importants de type engravement. Lorsque les matériaux sont majoritairement fins à très fins, il s'agit d'ensablement ou d'envasement.

Dans les vallées de la Thio et de la Dothio, plus proches des sources d'érosion, les sédiments sont plutôt grossiers, avec une part variable de fines [30], [21]. Ils forment généralement des bancs, qui évoluent selon les apports solides et les crues. Avec le temps, ces sédiments ont contribué à l'installation d'espaces de type plaine alluviale dans les basses vallées.

Les matériaux fins contribuent également aux dépôts. Portées plus loin par les cours d'eau, ces fines se déposent surtout à l'approche des embouchures et dans la zone littorale. Lors des grandes crues, une faible part est évacuée aux passes, hors du lagon. Les surfaces contributives en fines (érosion) sont importantes dans la zone d'étude [21], les dépôts peuvent donc être localement importants également.

<sup>14</sup> Lors du cyclone Anne (janvier 1988), le débit de la Thio a atteint 3 650 m³/s [28].

A l'embouchure de la Thio, les sédiments sont fins à très fins. Cette accumulation sédimentaire est un delta : naturellement favorable à la mangrove, celle-ci s'observe encore un peu actuellement. Dans ce type d'environnement (hors crue), les eaux s'écoulent lentement dans des chenaux plus ou moins sinueux (méandres<sup>15</sup>), dont le tracé varie au gré des apports sédimentaires et des crues. Certains bras de rivière peuvent cesser de fonctionner ou de nouveaux apparaître. Les dépôts deltaïques s'accumulent depuis environ 6 000 ans [21], entrecoupés de dépôts de crue. Actuellement, ce delta continue à prograder vers le lagon.

Les études scientifiques sur la basse vallée de la Thio et son embouchure ont mis en évidence que cellesci « ont subi une évolution géomorphologique spectaculaire » [28] depuis 1950 au moins [21] (voir le paragraphe Hypersédimentation).

#### III.6. Milieux marins

#### III.6.1. Littoral

Dans la zone d'étude, la côte qui longe le lagon présente généralement une morphologie typique de la côte Est :

- des versants très pentus qui plongent rapidement vers la mer ;
- une bande littorale plate, basse et étroite, souvent connectée à un platier.

Au droit des embouchures, l'influence des eaux douces empêche les récifs de s'installer. Dans le secteur des embouchures de la Thio et de la Dothio, les courants marins de surface s'orientent surtout du sudest vers le nord-ouest [4]. Le trait de côte y est par ailleurs très évolutif, en retrait ou en gain vers le lagon selon les zones [21].

Le chenal principal actuel de la Thio a été plusieurs fois aménagé à l'embouchure aux alentours des années 1990, jusqu'au littoral. Les apports sédimentaires anormaux et les aménagements ont modifié le comportement du cours d'eau et le littoral proche. Ces aménagements avaient vocation « à faciliter l'évacuation des crues et à protéger les berges » [28]. Parmi les conséquences de l'aménagement de l'embouchure de la Thio et de l'hypersédimentation terrigène, on relève :

 une migration du chenal principal actuel de la Thio vers le nord-ouest et un changement de son orientation vers le lagon<sup>16</sup> [28];

## - Thio rive droite:

- le remblaiement par les apports des crues de la zone du Botaméré, avec un gain sur le lagon d'environ 11 ha entre 1954 et 2000 [28]: accumulation de fines dans les bras de la plaine deltaïque qui ne pouvaient plus déboucher dans le chenal principal et blocage des dérives sédimentaires littorales naturelles par l'endiguement de la Thio [21] ;
- au nord du Botaméré: avancée du trait de côte d'environ 350 m entre 1960 et 1980 [21];
- Thio rive gauche : malgré une progression d'environ 120 m depuis la fin du XIXè siècle, le blocage des dérives littorales provenant de la rive droite par les aménagements a induit rive gauche un recul du trait de côte. La destruction d'une partie de la digue de rive gauche a ensuite permis de stabiliser la situation.

<sup>15</sup> Le delta et ses méandres naturels sont bien illustrés par une carte de la fin du XIXè siècle [21] p.134.

<sup>16</sup> Orientée N70 dans les années 50, l'embouchure aménagée présente une orientation N40 à partir des années 1980-1990 [28].

— <u>Dothio</u>: des modifications géomorphologiques et fonctionnelles ont également été mises en évidence au cours des dernières décennies. Notons qu'au niveau de l'embouchure de la Dothio (Ouroué), des aménagements moins lourds ont également été réalisés. Le trait de côte y a en revanche reculé sans cesse: -80 m environ sur l'ensemble du trait de côte en 140 ans. D'abord léger (30 m entre 1880 et 1960), une nette accentuation du recul a ensuite été observée avec le blocage des dérives sédimentaires littorales à l'embouchure de la Thio: jusqu'à ~-100 m dans les années 1980-1990 (voir points précédents). La destruction de l'extrémité de la digue en rive gauche de la Thio a ensuite permis de stabiliser le trait de côte d'Ouroué [21].

Globalement à l'embouchure de la Thio, le trait de côte a avancé vers le lagon depuis 1880. Une accélération importante à partir de la fin des années 1970 a été observée, en particulier en rive droite (jusqu'à 350 m). A l'inverse, côté Thio rive gauche et jusqu'à la Dothio, le trait de côte a reculé de presque 100 m depuis 1880.

## III.6.2. Morphologie du lagon

La Figure 10 montre que le lagon présente une morphologie particulière. Entre le littoral et le grand récif barrière et ses passes, les profondeurs sont en effet très variables : entre 0 et 60 mètres environ. Localement, la profondeur peut même dépasser 70 m comme à proximité de l'îlot Niléouti [4] p.33.

Cette forte variabilité des profondeurs lagonaires est héritée de l'histoire géologique régionale : la zone entre l'actuel littoral et le récif barrière a longtemps été émergée car le niveau marin était très bas jusqu'à -12 000 ans environ [21]. Les principales vallées creusées lors de ces bas niveaux marins ont continué à fonctionner malgré la remontée progressive de la mer et le lien avec les actuelles vallées terrestres reste perceptible. Certains reliefs et morphologies du fond du lagon persistent aujourd'hui malgré un niveau marin jusqu'à 100 m plus élevé et un remplissage sédimentaire qui se poursuit [21] p.29. Les plus hauts points restent encore émergés tels que l'îlot Némou. Les anciens lits des rivières principales sont comblés côté littoral, comme le montre la bathymétrie actuelle (Figure 10). Par exemple, au droit de l'embouchure de la Thio, d'anciennes paléovallées aujourd'hui comblées de sédiments deltaïques, ont été mises en évidence lors d'une campagne d'étude géophysique de l'histoire sédimentaire de la zone [21], fig7p.25, étayée par des sondages carottés [21], fig.17 p.32.

Vers le récif barrière, les anciennes vallées principales marquent toujours d'importants chenaux vers les passes. Ils matérialisent les anciens passages des eaux vers le grand large. Ces passes plongent bien plus rapidement qu'ailleurs, avec par exemple des profondeurs dépassant parfois 70 m dans les chenaux à l'amont de la passe de Thio et dans la passe elle-même [31]. La passe de Tupeti présente également des profondeurs du même ordre, alors que la passe Est de Ngoé qui drainait l'actuelle Comboui dépasse à peine 50 m de profondeur.

# III.6.3. Sédimentation dans le lagon

Les sédiments qui comblent petit à petit le lagon ont deux origines bien distinctes :

- origine terrigène par dépôt des matériaux apportés par les cours d'eau (non carbonatés dans la zone d'étude);
- origine marine par dépôt des matériaux du lagon (carbonatés), principalement bioclastiques : débris coquilliers et/ou coralliens ou boues carbonatées selon les endroits.

Dans la zone d'étude, l'influence sédimentaire terrigène est très marquée en baie de port-Bouquet, alors qu ailleurs elle semble plutôt d'origine mixte dans le premier kilomètre, près du littoral.

Au droit des embouchures de la Dothio et de la Thio, les sédiments sont aussi mixtes et l'influence terrigène s'étend à plus de 3-4 km de la côte, même jusqu'à environ 5-7 km au droit de la Dothio et de la Thio [32]. Dans le détail cependant, il a été montré que les sédiments de cette zone sont principalement d'origine terrigène [28]. Actuellement, le delta de la Thio continue d'avancer sur le lagon (progradation, [21]) : l'apport de sédiments terrigènes reste plus important que ce que les courants marins peuvent disperser. Entre le wharf de Thio et la côte au nord de la Dothio, les sédiments deltaïques et littoraux sont essentiellement arénitiques (sables grossiers et moyens). A proximité des embouchures de la Thio et de la Dothio, la granulométrie peut présenter une fraction de rudites plus ou moins importante (graviers et galets). Les sédiments s'enrichissent en lutites vers le large [28].

# III.6.4. Microfaune benthique à l'embouchure de la Thio

Au début des années 2000, lors de l'étude sédimentologique des embouchures de la Thio et de la Dothio, les échantillons deltaïques ont permis également d'étudier la microfaune benthique d'ostracodes [28]. Outre la richesse spécifique de chaque station, « un stress écologique croissant depuis les milieux marins jusque dans les milieux deltaïques » a été mis en évidence. « Les conditions hydrodynamiques, [...] le gradient de salinité et d'euryhalinité<sup>17</sup> ainsi que la nature du substrat » déterminent la distribution des associations d'ostracodes. Les sédiments latéritiques et le caractère réducteur des sols de mangrove sont défavorables aux ostracodes, qui s'y développent peu. Les milieux coralliens hors d'influence terrigène leur permettent en revanche de se développer en grande diversité.

## III.6.5. Macrofaune du lagon dans la région de Thio

Les suivis réglementaires et du RORC montrent que le lagon de Thio accueille une faune constituée de coraux, poissons et d'animaux benthiques. Plus d'une trentaine de genres coralliens sont représentés dans les zones surveillées. Pour la faune benthique, plus de 60 espèces ont été observées. Quant aux poissons, leur biodiversité avoisine les 150 espèces différentes déjà rencontrées [33].

## III.7. Éléments socio-économiques

Dans cette partie, un point est proposé sur les aspects socio-économiques dans la zone d'étude dans le but de mieux contextualiser le bilan environnemental de Thio. La **population** est abordée, notamment du point de vue de sa répartition spatiale. Le focus est également mis sur les **activités industrielles** de la zone, en gardant à l'esprit que d'autres activités ont également cours, comme l'**agriculture** et la **pêche** notamment.

### III.7.1. Population dans la zone d'étude

La commune de Thio comptait 2 643 habitants au recensement de 2014 [34], un nombre considéré stable les 20 années précédentes [35], [4]. Au dernier recensement de 2019, la population municipale <sup>18</sup> était de 2 524 habitants [36], soit une baisse de 4,5 % par rapport à 2014 [35]. Par rapport à la superficie de la commune, la densité de population était de 2,5 habitant par km² en 2019, soit 5,8 fois moins qu'en Nouvelle-Calédonie en général (14,6 habitants par km² [35]) et 11,6 fois moins qu'en province Sud prise

<sup>17</sup> Euryhalinité : capacité d'un organisme vivant à supporter de grandes variations de la salinité du milieu. On parle aussi d'organisme halotolérant.

dans son ensemble (29 habitants par km² [37]). La pression environnementale liée à la densité de population a été considérée comme faible dans la synthèse des connaissances sur la région de Thio [4] p. 108. Cela reste vrai sur la base du recensement de 2019, avec même un léger recul.

Au sein de la commune, la population se répartit d'après l'ISEE principalement dans 13 tribus, 5 appartenant au district coutumier de Borendy et 8 au district de Thio (1 652 personnes, soit 65,5 %, [35]) et dans la zone de Thio Village (carte topographique 1/10 000 [38]), ainsi que dans 10 lieux-dits ([39], voir Tableau 7 et Figure 14). Dans les faits une quatorzième tribu, Koua, recensée officiellement comme lieu-dit de la commune de Boulouparis [40], [41], est localisée à cheval sur les deux communes (Figure 14). Koua est couramment identifiée comme tribu appartenant à la commune et au district de Thio, par exemple dans l'atlas de la Nouvelle-Calédonie ([42] p. 256) ou dans la presse [43]. Cette tribu n'a pas fait l'objet d'une fiche lors du recensement de 2019. En complément, la tribu de Kouergoa – Wijè, établie dans la partie amont du bassin de la Thio, est également établie dans la commune et le district de Boulouparis : elle comptait 130 habitants en 2019 [44], avec un habitant de moins qu'en 2014. En définitive, ces quatorze tribus appartiennent à la même aire coutumière : Xârâcùù.

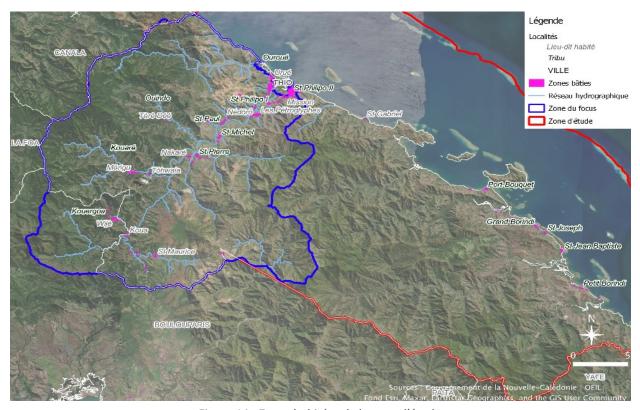


Figure 14 - Zones habitées de la zone d'étude.

La population totale recensée dans la zone d'étude s'élevait donc à 2654 habitants en 2019, dont 1782 habitants en tribu [35], [44]. L'habitat tribal représentait 67,1 % des zones habitées de la zone d'étude en 2019 (Tableau 7).

Population municipale: « la population municipale comprend les personnes ayant leur résidence habituelle sur le territoire de la commune dans un logement ou une communauté, les personnes détenues dans les établissements pénitentiaires de la commune, les personnes sans abri recensées sur le territoire de la commune et les personnes résidant habituellement dans une habitation mobile recensées sur le territoire de la commune. Le concept de population municipale correspond désormais à la notion de population utilisée dans tous les tableaux statistiques. En effet, elle ne comporte pas de doubles comptes : chaque personne vivant en Nouvelle-Calédonie est comptée une fois et une seule » (source ISEE, <a href="https://www.isee.nc/population/recensement/structure-de-la-population-et-evolutions">https://www.isee.nc/population/recensement/structure-de-la-population-et-evolutions</a>).

Le bassin versant de la Thio est le plus peuplé, avec les 3/4 de la population communale qui y sont installés [4] p. 110. L'essentiel de la population habite près de l'embouchure de la Thio, comme le signalait déjà l'atlas de la Nouvelle-Calédonie [42] p. 256. Le reste des habitants se répartit principalement près des cours d'eau ou du littoral (Figure 14).

Tableau 7 - Répartition géographique des habitants de la zone d'étude. D'après les données du recensement 2019 [35], [44], [45]. Tribus du bassin versant de la Thio en jaune, les autres tribus sont localisées sur le littoral.

Zone habitée	Nombre d'habitants	Pourcentage d'habitants de la zone d'étude	Part de résidences principales (%)
Saint Philippo II	592	22,3	86,8
Saint Pierre	250	9,4	75,5
Saint Philippo I	158	6,0	63,2
Kouaré	147	5,5	53,4
Saint-Paul	130	4,9	65,7
Ouroué	123	4,6	72,5
Saint Michel	75	2,8	86,7
Ouindo	50	1,9	59,1
Kouergoa-Wijè	130	4,9	69,8
Grand Borendy	46	1,7	45,6
Port Bouquet	38	1,4	48,9
Petit Borendy	21	0,8	36,1
Saint Jean-Baptiste	12	0,5	34,8
Saint Joseph	10	0,4	43,8
TOTAL en tribu	1 782	67,1	
TOTAL hors tribu	872	32,9	
TOTAl commune Thio	2524	95,1	
TOTAL zone d'étude	2654	100,0	

## III.7.2. Activités industrielles

Historiquement, la commune de Thio est la première du territoire à avoir vu ouvrir une mine de nickel : la mine du Plateau en 1875, avant d'autres d'envergure variable. Les mines Bornet sont alors les plus importantes après le Plateau, elles sont aujourd'hui fermées contrairement à ce dernier. Cette activité minière a connu un tel développement que Thio a été surnommée « Nickeltown » au début du XX<sup>e</sup> siècle, tant son statut de capitale du nickel calédonien est marqué. La population atteignait peut-être à l'époque plus de 7 000 personnes [5] p.223 et de grands navires y accostaient comme en témoignent certaines cartes postales historiques. Thio a également accueilli deux usines de transformation du minerai (pyrométallurgie), l'une à Ouroué (1889-1891) et l'autre à Thio Mission (1912-1931).

Les principales activités industrielles de la zone d'étude se concentrent sur l'extraction de minerai de nickel. La Figure 9 présente les titres miniers échus et actifs dans la zone d'étude, ainsi que la localisation des centres miniers encore en activité : Camp des Sapins (SLN), le Plateau (SLN), Dothio (SLN), Circée (NMC/SMSP) et Nakéty (SMT-SMN/Ballande).

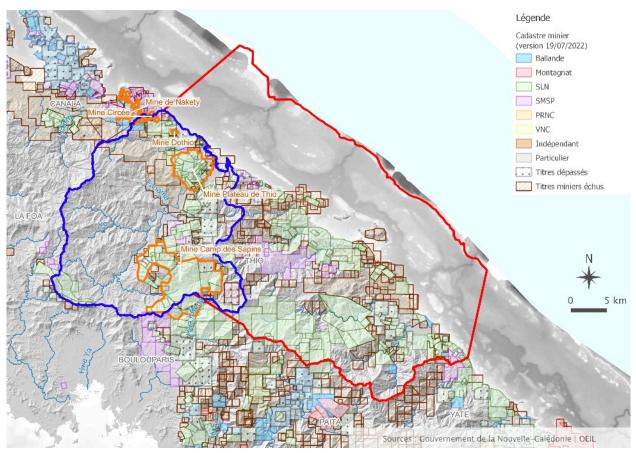


Figure 15 - Centres miniers en activité (orange, source OEIL) et concessions minières et titres miniers échus dans la zone d'étude.

Les zones d'activité extractive de la zone d'étude sont principalement des mines à ciel ouvert. Installées sur les manteaux d'altération ultrabasiques meubles et riches en nickel, généralement sur les reliefs, les niveaux supérieurs y sont décapés pour accéder aux parties minéralisées. Les sites miniers sont constitués principalement de plateformes, de zones de chantier et de zones de stockage du minerai ou des stériles. L'ensemble est relié par un réseau de pistes dont la bande de roulement est souvent constituée de matériaux fins compactés (latérites).

## III.8. Pressions principales sur l'environnement de Thio

Dans le cadre du bilan de Thio, le terme pression est utilisé au sens large, intégrant les notions de forçage et de menace. Considérons « une pression comme [...] la traduction de l'exercice d'une activité d'initiative humaine à l'origine d'un changement d'état de l'environnement dans le temps ou dans l'espace » [4].

# III.8.1. Pressions « naturelles »

En conditions naturelles, les organismes vivants s'installent et persistent dans un milieu car les conditions leurs sont favorables ou qu'ils les tolèrent. A moyen terme (plusieurs années au moins), les milieux naturels sont *a priori* adaptés aux forçages naturels, tels que les cyclones ou les épisodes de vent violent, les précipitations intenses et leurs conséquences. Cependant, dans le contexte de changement climatique actuel :

- les températures locales évoluent significativement à la hausse : +1,3°C pour les minimales, +1,0°C pour les maximales entre 1970 et 2009 à Thio d'après Météo-France [46], qui cite une étude de 2012 (sans référence) ;
- des phénomènes de plus en plus violents ou fréquents sont annoncés par les experts (voir travaux du GIEC).

Les conditions « naturelles<sup>19</sup> » ne sont plus celles auxquelles les organismes se sont adaptés à long terme (plusieurs siècles à plusieurs millénaires au moins) et les écarts vont continuer à s'accentuer. La principale conséquence attendue est une dégradation progressive de l'état des milieux tels qu'ils étaient avant toute modification par l'homme.

Si les changements sont déjà importants au niveau des températures, sur la période 1970-2009 le régime des pluies n'a pas significativement évolué « au cours des 50 dernières années » d'après Météo-France [46] (supposément depuis 2022). Aucune information n'est donnée par cette source au sujet des vents.

# III.8.2. Pressions sur les versants

Les principales pressions sur les versants sont liées aux défrichements et aux aménagements, qui fragmentent les milieux naturels. Cela entrave la résilience de ces derniers et leur capacité à perdurer.

# III.8.2.1. Prélèvements sur la flore et la faune des versants

Les défrichements et les aménagements qui s'en suivent représentent la principale cause de prélèvements de végétaux et de sols dans les milieux naturels de la zone d'étude. La pression de récolte en milieu naturel est très peu évoquée dans la littérature (cueillette, récolte de semences et de plants). La sylviculture n'est pas identifiée dans la zone d'étude [4]. Il existe cependant des pépinières, qui alimentent notamment des chantiers de restauration écologique sur la Côte Oubliée. L'état de la production de pin des Caraïbes évoquée dans la synthèse des connaissance de 2017 [4] reste à caractériser.

La pression chasse est en revanche bien présente dans la zone d'étude. Elle est difficilement quantifiable et concerne pour une bonne partie des espèces exotiques et envahissantes comme le cerf et le cochon sauvage. La pression de chasse sur les espèces envahissantes peut alors être vue comme un outil de gestion de ces animaux qui déstabilisent les végétaux et les sols naturels, alors que la chasse des espèces natives comme la roussette ou le notou constitue clairement une pression sur les milieux naturels. La chasse des espèces natives est peu documentée dans la zone d'étude.

# III.8.2.2. Incendies

La commune de Thio est particulièrement concernée par les incendies. Les travaux de l'OEIL sur le suivi des incendies par télédétection montrent que cette pression est importante et récurrente [47], [48], [49]. Par exemple sur les bassins versants de la Dothio et de la Thio, la superficie incendiée en

<sup>19</sup> Peut-on parler de conditions naturelles lorsque l'accentuation du changement climatique actuelle est principalement provoquée par les activités humaines à l'échelle de la planète entière ? Il devient difficile de considérer que les conditions météorologiques et climatiques restent naturelles. Cependant, la part anthropique et naturelle de ce changement étant impossible à faire au niveau de la Nouvelle-Calédonie, le terme naturel a été conservé par commodité, entre guillemets toutefois.

seulement 2 ans (2014 et 2016) représente l'équivalent de 70 % des surfaces dégradées en un siècle par la mine dans la même zone [8].

La Figure 16 montre la répartition cumulée des incendies détectés depuis 2012 dans la zone d'étude. Le contraste est saisissant entre les bas versants et les vallées du bassin de la Thio, très soumis à la pression des incendies, et le reste de la zone d'étude, en particulier les zones d'altitude et la Côte Oubliée. Le bassin de la Thio est le plus impacté, celui de la Dothio l'est aussi dans une moindre mesure. Dans le détail, la répartition des incendies est clairement associée aux principales zones d'activité humaine (axes de circulation et zones habitées). Les zones d'incendies récurrents bien circonscrites peuvent pour bon nombre être attribuées à des pratiques d'écobuage maîtrisé, le maraîchage vivrier étant très présent dans la région. D'autres incendies couvrent de grandes surfaces, comme dans la vallée de la Neburu et sur le massif du Napou (Bwa Népu) : initiés à proximité des zones habitées et de la voirie, ils se sont étendus hors de tout contrôle vers les sommets, détruisant au passage une partie de la réserve de la forêt de Saille [50]. Notons que les mines en activité, pourtant densément parcourues par les pistes et les engins, ne subissent pas d'incendie ou alors uniquement à leur périphérie : cela met en évidence que les mines ne sont pas sources d'incendies dans la zone de Thio et qu'elles sont parfois rejointes par des incendies débutés ailleurs.

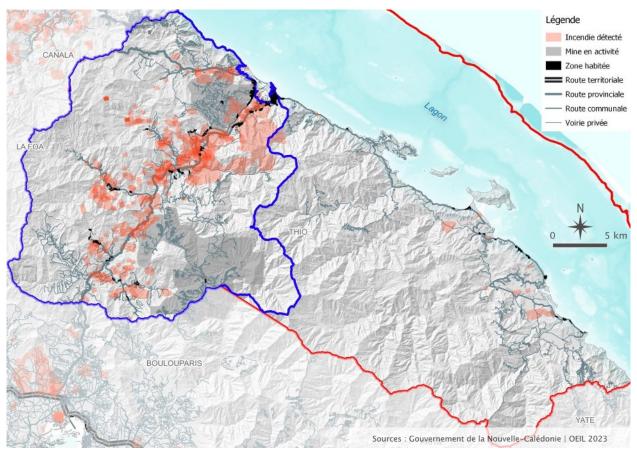


Figure 16 - Répartition spatiale des incendies détectés par le satellite VIIRS-SNPP entre le 22/01/2012 et le 17/01/2023.

Source des données incendies : <u>géoportail Vulcain pro</u> de l'OEIL.

La couleur des incendies se cumule : plus de fois une zone a été incendiée et plus le rouge est intense.

### III.8.2.3. Sols nus et érosion

En milieu naturel comme en milieu anthropisé, les eaux météoriques peuvent impacter les espaces qu'elles parcourent dès leur arrivée au sol. Cela est particulièrement vrai si le sol est nu, d'autant plus s'il est peu perméable (ruissellement). L'érosion hydrique<sup>20</sup> des sols en est l'impact principal en Nouvelle-Calédonie. Cette érosion provoque une déstabilisation progressive des terrains et dégrade les conditions de vie des organismes vivants : la litière est progressivement éliminée, puis les horizons sousjacents du sol mis à nu sont démantelés par départ des constituants solides et dissous du sol, la matière organique est minéralisée. Cela réduit petit à petit le nombre d'espèces capables de vivre dans les zones impactées. La résilience de ces milieux est d'autant plus réduite qu'une grande partie des sols ultramafiques de la zone d'étude sont naturellement riches en métaux toxiques pour le vivant. Les végétaux adaptés s'y développent plus lentement qu'ailleurs, ce qui réduit encore la capacité des plantes à recoloniser des espaces érodés.

Une pratique contribue particulièrement à la dégradation de l'environnement et exerce une forte pression sur celui-ci : les défrichements. Quelle qu'en soit l'origine, « toute opération qui a pour effet de supprimer la végétation d'un sol et d'en compromettre la régénération naturelle, notamment l'enlèvement des couches organiques superficielles du sol » est un défrichement en province Sud [51]. Ces défrichements perturbent très fortement l'état de l'environnement par : (1) destruction immédiate de la végétation (perte de biodiversité et des effets protecteurs sur l'érosion), (2) destruction de la partie vivante des sols sur laquelle reposent de nombreux services et fonctions écosystémiques (résilience du vivant, capacité d'infiltration des pluies, ressource en eau, etc.). Dans un contexte de changement climatique rapide et problématique, toutes ces destructions occasionnent également un déstockage de carbone important (CO<sub>2</sub>). L'ensemble des actions de défrichement est délétère et va à l'encontre des solutions au changement climatique ([52], B1).

Dans la zone d'étude, l'étude IMMILA a identifié ±3 000 ha de sols nus sur le seul bassin de la Thio, ce qui représente environ 8 % de sa superficie terrestre pour les années 1986, 1994-95, 1999 et 2015 [21]. Cela montre qu'une proportion significative de sols nus sont présents depuis longtemps dans ce bassin. Une autre cartographie d'état des lieux des surfaces liées à l'érosion a été commanditée par l'OEIL, sur la base de plusieurs images à plus haute résolution SPOT6-7 datant de 2018 [53]: 1739 ha de sols nus ont été relevés pour le bassin de la Thio, ce qui représente environ 4,5 % de ce bassin versant. Notons que la résolution différente des données (20 m pour IMMILA, 1,5 m pour l'étude OEIL) et la méthode de détection des sols nus diffère légèrement. L'emprise de l'étude diffère également : focalisée sur le bassin de la Thio dans IMMILA, elle couvre la province Sud entière pour l'étude de l'OEIL sur 2018. Les sols de la province étant plus diversifiés que ceux rencontrés dans le bassin de la Thio, la précision de la détection est également différente entre ces deux études. Notons par ailleurs que les précipitations annuelles influent sur les résultats car elles favorisent l'activité chlorophyllienne qui permet d'identifier les sols nus (absence d'activité). Des pluies excédentaires diminuent la réponse des sols nus, alors qu'une sécheresse marquée en augmente la réponse. Pour toutes ces raisons, il est difficile de comparer les valeurs obtenues dans les deux études. Retenons l'écart de résultat entre les deux études : entre 4,5 et 8 % du bassin de la Thio sont à nu et les étendues importantes concernent principalement les sites miniers et les surfaces brûlées dans ce bassin versant.

<sup>20</sup> En Nouvelle-Calédonie, les matériaux fins de surface peuvent être érodés soit par les eaux de ruissellement (érosion hydrique), soit par le vent (érosion éolienne). Cette dernière est peu considérée devant l'ampleur de la première.

Les travaux les plus récents sur l'érosion disponibles à l'échelle de la zone d'étude sont ceux pour l'année 2018 financés par l'OEIL. La Figure 17 présente les zones concernées et précise également les zones sans donnée exploitable pour 2018.

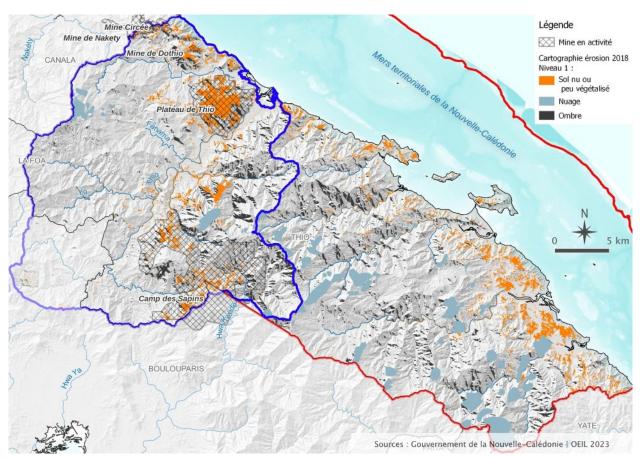


Figure 17 - Carte de la répartition des sols nus et des mines en activité dans la zone d'étude.

Dans la cartographie de 2018, les zones non cartographiées correspondent à la présence d'ombres ou de nuages dans les images. L'emprise des mines est empruntée à la synthèse des connaissances sur Thio [4].

### III.8.2.4. Zones anthropisées

L'ensemble des zones anthropisées impacte les milieux naturels : tout d'abord car ces derniers ont été détruits par l'homme pour s'y implanter et ensuite car ce faisant, la nature environnante est également déstabilisée. C'est ainsi que chaque année dans le monde, la destruction des habitats et les invasions biologiques font disparaître à jamais de la planète 25 000 à 50 000 espèces d'êtres vivants [54]. Audelà des surfaces modifiées elles-mêmes, les alentours sont également impactés : parfois peu perceptibles après les travaux, les dégradations environnementales s'observent sur des périodes souvent plus longues... si l'on a pris la peine de réaliser un état initial ! C'est pour cela qu'il est important de décrire le plus précisément possible cet état initial d'un lieu avant de le modifier. Les perturbations pourront être ensuite mises en évidence a posteriori.

En Nouvelle-Calédonie, où la majorité des organismes vivants n'existent nulle part ailleurs sur Terre, l'impact des zones anthropisées sur les milieux naturels (zones aménagées et construites, voirie, etc.) peut être très important. Le plus visible et immédiat est certainement l'impact des incendies : 87 % des incendies qui ont eu lieu en Calédonie en 2019 se sont produits à moins de 500 m d'une voie et 81 % à

moins de 1 km d'une construction [49]. Or un espace naturel qui subit le feu perd une grande partie de ses fonctionnalités écologiques : végétation partiellement ou totalement détruite, faune détruite ou exilée, sol détruit plus ou moins profondément, etc. Ajoutons, notamment dans la zone du focus de l'étude, le caractère récurrent des incendies sur certains secteurs : que reste-t-il alors des fonctionnalités écologiques de ces espaces dégradés en termes de capacités d'infiltration des eaux ou de possibilités de reconquête par les végétaux (impacts sur la ressource en eau et sur l'érosion) ?

Ces lieux de présence humaine contribuent également à l'expansion d'espèces exotiques envahissantes (EEE) qui perturbent l'équilibre des milieux naturels : plantes allochtones des jardins qui se disséminent autour ou que les oiseaux qui s'en nourissent propagent, animaux domestiques qui retournent à l'état sauvage (cochon, chat haret, achatine [55], etc.) ou animaux introduits pour d'autres raisons (cerf *Rusa*, merle des Molluques, etc.).

Dans la région de Thio, les zones anthropisées sont situées sur ou en pied de versant. Elles sont toujours développées au détriment d'un espace naturel : elles fragmentent le paysage, ce qui impacte l'état de l'environnement naturel. Au-delà de leur emprise au sol, la manière dont ces zones sont occupées peut favoriser ou réduire des phénomènes ou des processus impactants pour l'environnement. Par exemple, des surfaces peu perméables (sols nus lourds ou latéritiques) ou imperméabilisées (bâti, voirie) vont interdire l'infiltration des eaux météoriques : les circulations souterraines peuvent alors être modifiées et les eaux restées en surface vont ruisseler, au risque d'engendrer des phénomènes d'érosion. Les sols nus meubles sont surtout soumis à l'érosion hydrique et chimique (charge solide et dissoute des eaux drainées) et dans une moindre mesure à l'érosion éolienne (libération de poussières). Ces espaces sont par ailleurs peu accueillants pour la faune et la flore sauvage. A l'inverse, des surfaces abondamment arborées, au sol vivant et végétalisé en permanence seront moins sensibles à l'érosion ou aux feux, comme le serait un espace naturel forestier ou prairial en bon état écologique. Ces espaces anthropisés vivants peuvent favoriser la circulation d'espèces sauvages et si des végétaux indigènes y sont favorisés, ceux-ci augmentent encore l'intérêt écologique de ces espaces : ce sont alors de véritables refuges pour les espèces sauvages évoluant en milieu fragmenté, de même que les zones naturelles préservées. C'est le principe des continuités écologiques, qui interconnectent les milieux écologiquement favorables.

Les principaux types de zones anthropisées établies dans la zone d'étude sont les suivants :

- zones habitées ou urbanisées ;
- zones agricoles ;
- zones d'activité extractive (mines).

## III.8.2.4.a Zones habitées

Quelque soient les lieux concernés ici, leur impact environnemental le plus important concerne la **pression incendie** sur les milieux naturels (voir ci-avant). Le second impact est peut-être lié aux eaux usées, cependant le manque de données sur le sujet laisse la question posée.

Établies dans les zones basses (voir Éléments socio-économiques), beaucoup des zones habitées de la zone d'étude sont constituées d'habitations dispersées, connectées par une voirie peu développée. Ces lieux sont généralement végétalisés jusqu'aux abords du bâti, avec une végétation plutôt vivrière et ornementale.

La seule zone qui pourrait être considérée comme urbanisée se situe à l'embouchure de la Thio, où le bâti est plus dense, continu et plus étendu. Cette zone est susceptible d'avoir un impact sur l'environnement plus significatif. Cet impact concerne principalement la **biodiversité**, la **gestion des eaux** (circulation des eaux pluviales en milieu imperméabilisé, devenir des eaux usées et autres éléments de gestion des eaux) et la **pollution lumineuse**. La mise en suspension de poussières dans l'atmosphère est également à prendre en compte pour ce qui concerne la voirie, essentiellement à proximité des quelques axes principaux et particulièrement des voies non revêtues (pistes).

La pression exercée par les zones habitées de Thio sur l'environnement est considérée comme faible [4], [8] (voir Éléments socio-économiques).

# III.8.2.4.b Zones agricoles

Les zones agricoles économiques sont également situées dans les zones basses des vallées de la Thio et de la Dothio, sur les sols alluviaux. Ce sont par exemple des prairies d'élevage, qui peuvent perturber l'environnement par apports de nitrates. L'élevage vivrier est également présent à Thio, il est susceptible de relâcher également des nitrates dans l'environnement. Les zones de maraîchage économique ou vivrier peuvent également impacter l'environnement si des intrants sont utilisés (engrais, pesticides). En outre, il arrive que l'écobuage soit source d'incendie.

Les principales pressions que peuvent exercer les zones agricoles sur les versants de la zone d'étude concernent donc les **incendies** et à l'aval la **qualité des eaux**.

# III.8.2.4.c Activités extractives (mines et carrières)

Les milieux sont perturbés par les activités minières de plusieurs manières, parmi lesquelles [8] :

- destruction mécanique des habitats et des espèces peu mobiles qu'ils abritent ;
- mise à nu des sols par défrichement ;
- empoussièrement de la végétation environnante ;
- ouverture et fragmentation des milieux qui favorise la dispersion d'espèces envahissantes.

Les aménagements miniers sont directement soumis aux aléas météorologiques et ce d'autant plus que les mines sont des milieux aux sols décapés et situées en altitude. Le caractère meuble, peu perméable et donc facile à éroder d'une partie des matériaux mis à nu conduit à une mobilisation des particules fines dès qu'il pleut ou qu'il vente. Le climat qui règne dans la zone d'étude occasionne régulièrement précipitations importantes et/ou vents soutenus. Selon l'intensité et/ou la durée des épisodes pluvieux, accentués parfois par des vents violents, les eaux de ruissellement se chargent en suspension (fines) et parfois même de particules plus grossières. Ces eaux chargées se déplacent ensuite vers le réseau de drainage naturel (cours d'eau).

Par le passé, les pratiques minières laissaient les eaux courantes libres : les abords des aménagements et des pistes, des zones de stockage et les décharges se sont détériorés. Sur certaines mines anciennes, on observe de nombreux phénomènes érosifs, développés au détriment du site lui-même et de ses voies d'accès. L'impact sédimentaire de ces anciennes mines à l'aval est parfois très significatif dans la zone d'étude (mines Bornet, Plateau, etc., voir plus loin Hypersédimentation). Les premiers travaux d'évaluation des surfaces dégradées par l'activité minière à l'échelle du Pays ont été réalisés dans les années 2000 et sont poursuivis depuis 2009 par le Fonds Nickel [56]. En 2015, une quinzaine d'anciens sites miniers étaient identifiés par le Fonds Nickel comme à réhabiliter, hors entretien des sites déjà traités et Thio était, à égalité avec Boulouparis, la 3<sup>e</sup> commune calédonienne possédant le plus de sites dégradés par la mine [4], derrière Houaïlou et Kouaoua.

### Poussières générées par l'activité minière

Les poussières représentent également une pression potentielle sur l'environnement dans le contexte d'activité extractive, minière notamment. Elles sont surveillées sur les sites miniers actuellement en activité. Elles font également l'objet de questionnements quant à leur impact sur la santé humaine du fait de leur teneur potentielle en métaux ou en fibres de type amiante. D'un grand intérêt pour les agents sur site et les populations riveraines, le sujet fait actuellement l'objet de recherches scientifiques [57], [58]. L'aspect sanitaire est actuellement écarté du présent bilan : c'est la pression sur le milieu naturel qui est traitée dans le diagnostic environnemental. Dans la zone d'étude, les poussières sont essentiellement des particules fines émises depuis des zones dénudées (zones d'extraction, de préparation et de stockage des produits d'extraits, plateformes et pistes). Les poussières sont mobilisées par le vent, le concassage ou le roulage. De diamètre inférieur à 75 µm, elles sont susceptibles d'êtres mises en suspension atmosphérique [57]. Elles sont ici d'origine latéritique ou saprolitique et souvent riches en métaux toxiques (ETM) et en fibres [57] pp. 21-22, 28-31. Elles peuvent également être d'origine serpentineuse et sont alors potentiellement riches en fibres asbestiformes [57], [59]. Une fois mobilisées dans l'atmosphère ou déposées, les principaux impacts potentiels directs de ces poussières sont les suivants :

- altération des systèmes respiratoire et cardio-vasculaire des organismes vivants par inhalation [57];
- altération de la capacité photosynthétique par dépôt sur le feuillage ;
- altération physiologique par contact, ingestion ou réactions chimiques dans les organismes vivants [57].

A noter que les poussières peuvent également avoir des impacts indirects sur les organismes vivants [57] : ingestion d'eau ou de nourriture contaminée par exemple.

### Sites miniers et état des versants

En 2017, 160 concessions minières couvraient 40 % de la zone du focus de l'étude, dont 74 qui ont fait l'objet d'une exploitation [4]. A l'heure actuelle, 5 mines sont actives dans la zone d'étude (Figure 17). Avec l'activité minière passée et actuelle (voir Activités industrielles), les surfaces dégradées par l'activité minière sont estimées à 4,3 % de la zone du focus de l'étude (bassins versants de la Dothio, de la Thio et de l'amont de la Ouenghi), soit 4 fois plus que le reste du Territoire [4]. L'état des versants aux alentours des mines est assez bien connu car la réglementation a donné lieu à des travaux d'état des lieux depuis la mise en place du schéma minier. Les exploitants encore actifs dans la zone contribuent toujours à la surveillance de l'état des versants pour répondre à leurs obligations réglementaires.

Site minier de Camp des Sapins: exploité depuis plus de 100 ans (SLN actuellement), ce site de ~230 ha [8] est situé en altitude entre le mont Ningua et le parc provincial de la Côte Oubliée, à l'amont des bassins de la Thio et de la Ouenghi.

Site minier du Plateau de Thio: exploité depuis plus de 100 ans également (SLN actuellement), ce site de ~241 ha [8] occupe la partie haute du massif qui sépare et domine les basses vallées de la Dothio (rive droite) et de la Thio (rive gauche).

**Nakety** : deux mines sont actuellement actives sur la zone de Nakety, au niveau des sommets à cheval sur les communes de Thio et de Canala. Pour la commune de Thio seule, elles concernent l'amont de l'affluent Kieho (*Xwê Pêmöu*) de la Dothio et le littoral :

- mine de Nakety: située la plus en amont, elle est exploitée depuis environ 45 ans (SMT actuellement), avec plus de 82 ha concernant la commune de Thio [8];
- mine Circée : exploitée depuis environ 100 ans (NMC actuellement), plus de 84 ha sur la commune de Thio [8].

Site minier de Dothio: plus en aval dans le bassin de la Dothio, le site est exploité depuis environ 60 ans (SLN actuellement). La mine de Dothio occupe un peu plus de 22 ha [8] sur les sommets de la zone du Mèrè Mé (rive gauche de la Dothio et littoral). Lors de la DAEM de 2014 pour ce site, « la quasi-totalité du versant nord du site est classée en sensibilité forte » et des sources de matériaux sont également identifiées dans le bassin du creek Costaud au sud : « décharge de Boindibou et au passage de la piste d'accès à la mine » [20]. Dans l'ensemble, la SLN indique que 7 zones principales de décharge (anciennes) et 8 zones principales d'érosion sont répertoriées pour ce site [20].

#### III.8.3. Pressions sur les milieux d'eaux douces

Au-delà des forçages météorologiques induits par les épisodes pluvieux importants, l'érosion hydrique des versants donne également lieu à des pressions sur les milieux d'eaux douces. Les pluies et l'érosion associée provoquent un transfert de matières depuis les versants vers les zones basses. Cela impacte les milieux collecteurs et récepteurs à l'aval. Les crues et les dépôts sédimentaires qui en découlent peuvent alors s'avérer problématiques. D'autres pressions s'exercent également sur les milieux d'eaux douces, comme par exemple les apports de matières dissoutes et les travaux dans les cours d'eau.

Les impacts des crues et des phénomènes sédimentaires anormaux sur la vie des milieux d'eau douce est peu évoqué, cependant les arrêtés d'autorisation d'exploitation minière exigent un suivi de la faune d'eau douce qui peut apporter des éléments sue l'état des milieux dulçaquicoles.

# III.8.3.1. Pollution des eaux douces

Les apports anormaux dans les eaux douces, qu'elles soient de surface ou souterraines, sont susceptibles de perturber la vie aquatique et de modifier les conditions physiques du milieu. Les substances polluantes ou en excès peuvent se présenter sous forme dissoute, colloïdale ou solide.

Dans la zone d'étude, la pollution par les eaux usées domestiques et agricoles est considéré comme faible ([4] p. 299, [8] pp. 101, voir Zones habitées et Zones agricoles), malgré l'existence de perturbations locales qui pourraient être liées à une station d'épuration [8] p. 97. L'eutrophisation, un des principaux impacts de ce type de pollution, reste *a priori* peu développée.

La pression des incendies et des mines sur les eaux douces est importante : en déstabilisant les versants (voir Pressions sur les versants), incendies, mines et toutes les surfaces défrichées libèrent des substances qui sont emportées par les eaux de ruissellement dans les eaux douces puis vers le lagon. Une quantité de particules solides et de matières en suspension dans les cours d'eau bien au-delà des observations en milieu naturel peut être qualifiée de pollution. Lorsque les eaux de ruissellement parcourent des sols défrichés ou incendiés, des substances vont s'y dissoudre en quantités plus importante que sous couvert végétal naturel, ce qui peut également conduire à une pollution. La pollution en substances dissoutes est cependant souvent plus difficile à établir car le fond géochimique ou le fond ambiant en milieu ultrabasique présente déjà des particularités qui lui sont propres, indépendamment de perturbations anthropiques. Ce fond chimique nécessite encore des travaux de recherche pour être correctement caractérisé dans la zone d'étude.

### III.8.3.2. Crues et inondations

La morphologie des reliefs de la zone d'étude et les conditions climatiques qui y règnent conduisent à de brusques montées des eaux lors des épisodes pluvieux (crues éclairs des creeks). Ces derniers alimentent les rivières principales qui débordent rapidement, occasionnant souvent l'inondation des basses vallées. La proximité du littoral peut également être un frein à la décrue, notamment en cas de marée haute par exemple. L'impact des inondations est une des inquiétudes environnementales principales des habitants de la basse vallée de la Thio dont les constructions et les champs sont fréquemment touchés [60]. D'un point de vue écosystémique, la vie aquatique est également perturbée à chaque événement, cependant elle est *a priori* adaptée à ces conditions.

Aux pressions naturelles des crues et inondations s'ajoutent les impacts liés à l'hypersédimentation dans les cours d'eau, qui en aggravent les effets (voir Hypersédimentation). Les effets des conditions imposées par ces changements dans le fonctionnement des cours d'eau très impactés sont peu connus sur les espèces présentes. Au-delà de l'existence d'indice biosédimentaire (IBS, voir Suivis biologiques en milieu naturel), les inventaires de la macrofaune d'eau douce réalisés en 2022 à la demande de l'OEIL donneront peut-être des éléments de réponse.

## III.8.3.3. Hypersédimentation

Il est naturel que les cours d'eau véhiculent des sédiments issus de l'érosion des versants (voir paragraphe Sédimentation). Cependant dans la zone d'étude, de nombreux versants sont ou ont été déstabilisés par les activités humaines (incendies à répétition, activité minière [21], [60]) et cela conduit à une augmentation anormale de l'érosion et à son corrolaire : l'hypersédimentation. De nombreux cours d'eau présentent par conséquent un excédent sédimentaire d'origine anthropique. Cet excédent provient du transfert progressif de matériaux érodés dans les zones mises à nu : soit depuis les zones où la végétation est très dégradée par les incendies récurrents, soit depuis les sols remaniés par l'homme.

Les principales conséquences environnementales de l'hypersédimentation sont la perte d'habitats, de la biodiversité et le changement de fonctionnement des cours d'eau. Si le phénomène sédimentaire dans la Dothio et dans la Thio est bien documenté dans la littérature, ses conséquences sur les organismes vivants ne semblent pas avoir été spécifiquement étudiées [8]. Les populations locales témoignent pourtant de modifications des habitats d'eaux douces : envasement de l'estuaire, comblement des trous d'eau, diminution des ressources [21], [30].

# III.8.3.3.a <u>Fraction sédimentaire grossière</u>

Dans la zone du focus de l'étude, la fraction grossière de l'excédent sédimentaire provient des activités minières passées [28], [30], [60] (mais pas uniquement [21]): suite à la mécanisation des activités au cours de la seconde partie du XX<sup>e</sup> siècle, de grands volumes de matériaux stériles ont été produits et déversés sur les versants, à proximité immédiate des zones d'extraction (décharges<sup>21</sup>). Sans gestion appropriée de ces dépôts, les événements pluvieux extrêmes (cyclones, dépressions) contribuent à leur migration vers l'aval, dans les cours d'eau.

Leur granulométrie varie entre les sables et les galets, voire parfois les blocs [60], [61]. Ces sédiments grossiers, nommés localement caillasse ou cailloux, s'évacuent progressivement vers l'aval au gré des crues. Le surplus sédimentaire issu des anciennes activités minières produit un surengravement des

<sup>21</sup> Ces décharges minières anciennes sont souvent qualifiées de « non contrôlées » pour les distinguer de la mise en décharge actuelle, qui est contrôlée (verses) et qui n'impacte plus si gravement l'environnement.



cours d'eau, responsable par exemple de hauteurs d'eau plus importantes lors des crues : il y a exhaussement et « l'élargissement des lits des rivières et des creeks augmentant ainsi l'aléa inondation et les risques pour les personnes et les biens » [60].

C'est ce qui est observé dans les basses vallées de la Thio et de la Dothio, où la quantité de sédiments est anormalement élevée dans les creeks qui drainent d'anciennes décharges minières : en plus de la sédimentation naturelle, les sédiments contiennent des matériaux grossiers et fins issus d'anciennes mines et des sols soumis à l'érosion. Dans le bassin versant de la Thio, de très grande taille, les principaux creeks miniers au comportement torrentiel sont encombrés de matériaux grossiers, avec un cône de déjection à la confluence avec la rivière principale. Les derniers kilomètres des cours d'eau avant le lagon présentent une pente hydraulique faible qui freine la migration des éléments les plus grossiers vers l'aval. Les rivières réceptionnent malgré tout une telle quantité de sédiments que de nombreux bancs de dépôt sont présents, entre lesquels les cours d'eau s'écoulent. La morphologie actuelle des basses vallées de la Thio et de la Dothio est donc en partie contrôlée par l'évolution récente de la charge sédimentaire au cours du XXè siècle. Parmi l'imagerie disponible, aucune donnée n'est suffisamment ancienne pour décrire la morphologie naturelle de ces cours d'eau avant le début du surengravement d'origine minière [21]. L'analyse réalisée en 2016, associant données disponibles et terrain, a cependant daté à la première moitié du XXè siècle (avant 1954) le paroxysme du surengravement de la basse Thio. Ont notamment été étudiés les apports miniers principaux de la Nakalé, de la Néburu et ceux plus récents (à partir des années 1950) de la Tomuru<sup>22</sup>. Actuellement, ce surplus sédimentaire grossier chemine encore selon les caractéristiques des sites, au gré des crues de type cyclonique qui semblent être les principales causes de mobilisation des sédiments grossiers et d'évolution morphologique de la basse Thio [21]. Ce surengravement provoque également « l'altération des écosystèmes aquatiques, une détérioration des alimentations en eau potable, des apports de boue sur les cultures lors des inondations, des endommagements des voies de communication et affecte les pratiques et activités coutumières » [60].

# III.8.3.3.b Fraction sédimentaire fine

Actuellement, les champs sur alluvions situés dans la basse Thio reçoivent lors des crues plus de fines d'origine latéritique qu'auparavant, ce qui détériore la qualité agronomique des sols [60].

A l'embouchure de la Thio, une hypersédimentation s'est également développée : aux sédiments naturels qui s'accumulent dans les méandres du delta et qui permettent à la mangrove d'être présente, s'ajoutent maintenant ceux issus des surfaces décapées anciennes et des zones dégradées <sup>23</sup> qui s'érodent. Au niveau du delta, il reste difficile de faire scientifiquement la part des apports d'origine minière des autres sources à Thio [21]. L'aménagement de l'embouchure de la Thio contribue de surcroît au piégeage sédimentaire, comme l'ont mis en évidence par exemple les études de Allenbach & Hoibian dans les années 2000 [28], dont certains rapports n'ont malheureusement pas été conservés par la mairie de Thio (ex. 2002 « étude de la dynamique sédimentaire du linéaire côtier communal Ouroué/Saint Philippe », Allenbach, comm. pers.), puis plus récemment les études CNRT IMMILA [21] et Gestion du passif [30]. Ces aménagements perturbent par ailleurs la dynamique sédimentaire littorale (voir Apports terrigènes).

<sup>22</sup> La Nakalé, la Nemburu et la Tomuru sont les principaux affluents contributeurs au surengravement d'origine minière de la basse Thio.

<sup>23</sup> Hors aménagements, les incendies répétés ont été identifiées comme une, si ce n'est la principale, cause de dégradation des espaces naturels qui conduit à l'érosion à Thio [21], [60].

### III.8.4. Pressions sur les milieux marins

## III.8.4.1. Conditions naturelles et changement climatique

Un des paramètres du changement climatique les plus perceptibles à l'échelle humaine est la température.

La résilience des organismes marins, particulièrement sensibles à la température et à la houle par exemple, peut être affaiblie par les effets locaux du changement climatique. Par exemple, lorsque la fréquence augmente pour des événements destructeurs tels que les vents violents et la forte houle associée ou encore de fortes températures prolongées, la vie marine pourrait ne plus être en mesure de retrouver une activité normale entre deux épisodes.

En 2016 dans la zone d'étude, un impact lié aux conditions « naturelles » a été identifié lors de la campagne de suivi SLN du milieu marin en 2018 : une anomalie thermique significative a donné lieu à un « épisode de blanchissement massif suivi en 2017 par le passage du cyclone Cook », qui a occasionné de « très fortes houles » [33] p.7. La couverture corallienne avait ainsi plus diminué en zone sous influence (Thio\_M et Thio\_W) qu'en zone hors d'influence (Thio\_C, couverture initiale « relativement faible ») et la part de chacun des deux phénomènes (blanchissement et cyclone) reste indéterminée [33].

#### III.8.4.2. Pollution des eaux marines

Des apports anormaux dans les eaux marines sont susceptibles de modifier les conditions physiques du milieu et de perturber la vie aquatique. Les substances polluantes peuvent se présenter sous forme dissoute, colloïdale ou solide. Peu d'informations ont été trouvées sur ce sujet pour la zone d'étude.

# III.8.4.3. Apports terrigènes

Les pressions liées aux apports terrigènes solides ont été évoqués précédemment (voir Hypersédimentation). Ils ont également de potentielles conséquences sur les milieux marins, de même que des apports non naturels en matières dissoutes ou colloïdales. La charge anormale des cours d'eau qui atteint le littoral, que l'on peut qualifier de pollution, impacte parfois le lagon lorsque les apports sont soudains, par exemple lors d'une crue.

Cet impact peut se manifester principalement ainsi, pour la crue d'un cours d'eau majeur :

- modification de l'hydrodynamisme dans la zone littorale au moins (stress écologique [28]);
- réduction de la luminosité dans et sous les panaches turbides : impact temporaire sur les organismes photosynthétiques aquatiques ;
- modification physico-chimique des eaux (salinité, conductivité, pH, métaux, etc.) : stress plus ou moins violent selon la sensibilité physiologique des organismes aquatiques [28] ;
- recouvrement sédimentaire des organismes benthiques : impact plus ou moins permanent sur la vie benthique.

S'il est entendu que le vivant est adapté dans les zones où les apports terrigènes sont naturellement importants, ces derniers exercent cependant une pression anormale plus ou moins forte lorsque qu'ils sont en quantités ou en fréquence supérieurs aux conditions naturelles. Cela concerne en particulier les

milieux marins au droit des principaux exutoires de bassins versants impactés par les mines et l'érosion : Dothio et Thio dans la zone du focus de l'étude.

Des apports terrigènes d'origine humaine sont également susceptibles d'avoir lieu au niveau de la zone du port de chargement du minerai de la SLN (wharf). La zone de stockage et le convoyeur peuvent libérer des fines, qui peuvent rejoindre la mer par transport éolien, par ruissellement ou encore par débordement accidentel du convoyeur. Cette zone de chargement du minerai fonctionne depuis longtemps et les pratiques anciennes ont conduit à une accumulation de fines issues des chargements dans cette zone. Ces fines, comme partout ailleurs sur le littoral, sont régulièrement remaniées et une partie est remise en suspension dès que la houle est assez puissante pour cela.

### III.8.4.4. Activités nautiques et maritimes

Les activités nautiques sont perturbatrices pour les milieux naturels. Dans la zone d'étude, elles sont cependant relativement réduites et ne sont pour le moment pas prises en compte en tant que pression environnementale dans le bilan de Thio.

Le trafic maritime d'embarcations d'envergure importante génère également des perturbations environnementales. Dans la zone d'étude, il s'agit principalement des bateaux qui rejoignent et quittent le port de chargement du minerai de la SLN (wharf).

#### III.8.4.5. Pêche

S'il est notoire que la pêche peut exercer une pression environnementale de première importance dans certaines zones de la Nouvelle-Calédonie [62], il ne semble pas que cela soit le cas dans la zone d'étude [4]. La synthèse des connaissances sur les bassins de la Thio et de la Dothio [4] signale que peu d'informations sont disponibles sur la zone d'étude. Cette synthèse indique également que « la pêche professionnelle a toujours été très limitée dans la zone d'étude, avec de faibles tonnages en comparaison avec le reste du territoire » et qu'« aucune information n'est disponible sur la pêche vivrière en mer qui serait bien plus importante que l'activité professionnelle ».

## III.8.5. Invasions biologiques

Sur la faune exotique, la synthèse des connaissances sur la région [4] précise que l'impact des cerfs et cochons, rats et chèvres est peu étudié (végétation broutée, prédation).

La présence des **cerfs et cochons** a été confirmée par l'étude d'impact 2013 pour le site minier du Camp des Sapins. En COTECH de Thio du 13/04/2021, il a été rapporté que leur présence a conduit l'IAC à clôturer ses essais de revégétalisation pour les protéger du broutage. En 2022, un survol en hélicoptère de la partie de la forêt de Saille brûlée en 2019 a permis de constater également la présence du cerf dans cette petite réserve qui est « une des forêts denses humides les mieux préservées » [63].

Les chats harets impactent notamment les reptiles et les pétrels de Tahiti. D'autres espèces envahissantes sont signalées comme présentes, sans en connaître les impacts : fourmis envahissantes dans les bassins de la Dothio et de la Thio (fourmi électrique, fourmi à grosse tête, fourmi de feu tropicale et fourmi folle jaune). Merle des Molluques, Bulbul ou encore tortue de Floride sont également signalés dans le bassin de la Thio. Le scarabée rhinocéros, en cours d'expansion sur la Grande Terre depuis 2019 [64], semble également à surveiller.

Le rat, présent dans la région, est identifié comme un prédateur majeur des lézards en Nouvelle-Calédonie [65].

Côté végétal, les recensements manqueraient d'exhaustivité dans la zone d'étude et la synthèse des connaissances ne cite aucune espèce en particulier [4].

La rouille des myrtacées (99 % des myrtacées sont endémiques de Nouvelle-Calédonie [66]), est identifiée comme présente dans les bassins de la Dothio et de la Thio [4].

L'OEIL a par ailleurs commandité une synthèse des connaissances et des mesures de gestion actuelles sur les espèces exotiques envahissantes marines. Il s'agissait de faire le point sur le risque d'introduction d'EEE via le trafic maritime autour du complexe industriel de l'usine du Sud. Cette étude constitue une base de réflexion pour mettre en place un suivi de telles espèces car les connaissances sont très lacunaires, y compris dans la zone d'étude.

#### III.8.6. Pollution lumineuse

La pollution lumineuse s'exerce dès qu'une lumière artificielle rayonne la nuit. La lumière directe a une emprise plus ou moins limitée. Le halo indirect diffusé par l'atmosphère autour des sources lumineuses peut en revanche être perçu sur de plus grandes distances par les êtres vivants. C'est cet ensemble de sources artificielles de lumière directe et indirecte qui est qualifié de pollution lumineuse.

La pollution lumineuse impacte les milieu naturels car elle intervient une fois la nuit tombée, quand les organismes vivants devraient se trouver dans le noir. Cela perturbe donc les cycles de vie naturels.

Dans la zone d'étude, les sources lumineuses principales sont les zones urbanisées de l'embouchure de la Thio et les centres miniers. L'impact de la pollution lumineuse en Nouvelle-Calédonie est connu sur les oiseaux marins, cependant les connaissances restent très parcellaires sur son impact sur les autres organismes vivants de Nouvelle-Calédonie. Pourtant, des perturbations très variées sont identifiées dans d'autres régions du monde, avec des impacts à des niveaux d'organisation biologique allant de l'individu à l'écosystème [67]. Cela souligne la nécessité de soutenir les efforts de recherche sur le sujet en Nouvelle-Calédonie pour être en capacité d'évaluer l'impact réel de la pollution lumineuse sur les milieux naturels.

Considérant qu'il est important de surveiller cette pression, l'OEIL commence à évaluer l'étendue de la pollution lumineuse en Nouvelle-Calédonie. La Figure 18 présente la luminance zénithale à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie pour l'année 2021, extraite de l'étude réalisée dans le cadre du projet POLLUX NC.

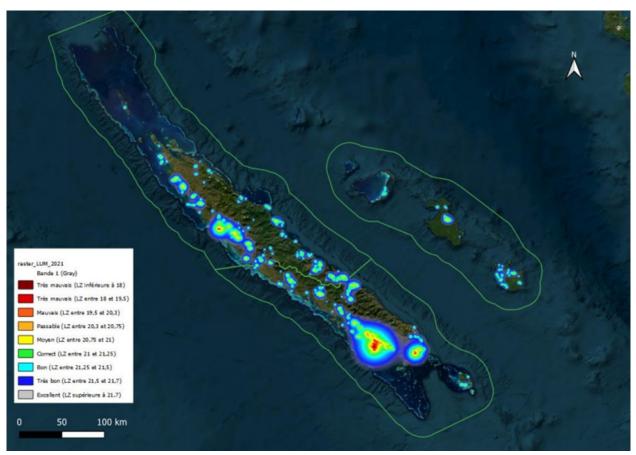


Figure 18 - Carte de luminance 2021 à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie produite à partir des données VIIRS. Les lignes vertes correspondent aux limites provinciales, milieux marins inclus.

# III.9. Principales mesures de gestion en place

Les mesures de gestion visent à préserver ou à restaurer l'état des milieux naturels et la qualité de l'environnement. Elles viennent en réponse à des pressions avérées ou potentielles, identifiées au préalable.

Les mesures de gestion de l'environnement sont soumises à des compétences partagées. Elles peuvent prendre de multiples formes, dont les principales sont :

- protéger les espaces à enjeux (voir Annexe 5),
- protéger les espèces sensibles ;
- surveiller l'environnement;
- limiter certaines activités humaines et éviter leurs impacts dans certains zones ;
- restaurer les zones dégradées ;
- autres mesures ciblées.

Dans la pratique, les actions menées peuvent être d'une grande diversité, selon les enjeux et les moyens alloués aux mesures de gestion.

La province Sud, gestionnaire de l'environnement sur son territoire, applique le principe de la séquence ERC<sup>24</sup> (Eviter, Réduire, Compenser). Sa réglementation s'adapte petit à petit à ce principe. D'autres acteurs majeurs de l'environnement agissent également, comme les communes et maintenant le Fonds Nickel qui œuvre à réhabiliter certains sites dégradés ou encore les exploitants miniers, tenus réglementairement de limiter leur empreinte environnementale ou de la compenser.

### III.9.1. Espaces protégés dans la zone d'étude

## III.9.1.1. Parcs provinciaux

Deux parcs provinciaux sont recensés dans la zone d'étude :

- ✓ le parc de la Zone Côtière Ouest, depuis 1981 [4];
- ✓ le parc de la Côte Oubliée, depuis 2019.

### III.9.1.2. Autres zones protégées

Depuis 1981, il existe 3 **réserves naturelles provinciales** terrestres dans la zone du focus de l'étude [4] : la réserve du pic Ningua (350 ha), la réserve de la forêt de Saille (1 100 ha) et la réserve du mont Do (300 ha). Ce dernier est également inclus dans le parc provincial de la Zone Côtière Ouest (ZCO). Les réserves de la forêt de Saille et du mont Do sont interdites à l'activité minière, alors que d'autres zones sont sous réglementation provinciale pour ce type d'activité : périmètre de Haute Dothio (depuis 1972, ~7 000 ha), périmètre de Saille-Neuménie (depuis 1981, 650 ha, hors zone du focus de l'étude).

Toujours concernant l'activité minière, les obligations réglementaires qui s'imposent ont conduit à la création de 2 **zones de mise en défens** dans la zone du focus de l'étude : sur le site de Camp des Sapins par la SLN (83 ha dont 58,9 dans la zone du focus) et sur Nakéty par la SMN/SMT (163,4 ha dont 61,9 dans la zone du focus) [4] p.211.

Deux **aires de gestion durable des ressources** sont également en place : la baie de Port-Bouquet et l'îlot Moindé-Ouémié [8].

La **Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux** (ZICO) « Entre les Monts Nakada et Do » s'étend en partie sur la zone d'étude : elle concerne les tribus de Kouaré et de Ouindo, situées dans la réserve du Cimîâ Kâmîâ (Mont Nakada). C'est une zone dans laquelle la Société Calédonienne d'Ornithologie (SCO) intervient depuis 2008 avec le soutien des provinces Nord et Sud pour compter chaque année certaines espèces d'oiseaux, grâce à la participation de guides locaux [69].

# III.9.2. Espaces surveillés dans la zone d'étude

Comme évoqué dans la méthodologie générale (voir partie II), la surveillance de l'environnement dans la zone d'étude repose sur différents réseaux de suivi. Cette surveillance est un outil de gestion dans la mesure où elle permet d'adapter les actions au regard des résultats des suivis. A terre, il s'agit principalement du suivi des espèces végétales sensibles détruites par les défrichements, du suivi des populations d'oiseaux, de lézards et de chiroptères. Les milieux aquatiques sont surveillés par le biais de

<sup>24 &</sup>lt;u>La séquence ERC</u> (Eviter, Réduire, Compenser) « vise à prévenir autant que possible les risques d'incidences négatives de certains projets et documents de planification sur l'environnement », d'après le Cerema [68]. C'est une démarche intégrée aux processus d'aide à la décision qui permet de prendre en compte l'environnement : **Eviter en priorité** les impacts environnementaux, les **Réduire à défaut** ou tenter de les **Compenser en dernier recours**.



stations en rivière (eaux douces) et dans le lagon (eau de mer, faune et sédiments). En 2021, il n'existe pas encore de parcelle de suivi de la fonctionnalité des écosystèmes [70].

## III.9.3. Espèces animales et végétales

La synthèse des connaissances de la zone de focus de l'étude [4] p.314 signale qu'il est impossible d'évaluer l'effort de gestion des espèces sensibles dans la zone par manque de compilation des données en province Sud. Les données produites par les sociétés minières dans le cadre de leurs obligations réglementaires pourraient constituer un bon point de départ pour la zone de focus. Ce travail représente cependant une étude à part entière, qui reste à réaliser. Certains aspects sont dores et déjà explorés, comme l'étude du potentiel des données de suivi des oiseaux, commanditée par l'OEIL et qui devrait prochainement être publiée.

# III.9.3.1. Espèces végétales protégées

Des mesures générales de protection de la végétation s'appliquent à la zone d'étude, notamment la prévention des incendies, les réglementations sur les défrichements ou encore sur la revégétalisation par des espèces locales. Sur les zones d'activité minière, la réglementation peut également imposer des études et des mesures de gestion spécifiques. Ce sont les principales actions engagées, cette liste n'est pas exhaustive.

La synthèse des connaissances sur la région de Thio (zone du focus, [4] p.214) indique qu'il n'existe aucune réglementation spécifique à la protection d'espèces sensibles dans cette zone, hormis pour *Auraucaria rulei* (SLN, Camp des Sapins) et pour *Xylosma capilipas* pour la SMT.

La revégétalisation fait également partie des actions en faveur de la végétation locale. Les actions de ce type les plus importantes de la zone d'étude sont menées par la province Sud et les associations environnementales d'une part et par les opérateurs miniers d'autre part.

La province et plusieurs ONG (organisations non gouvernementales) réalisent des chantiers de restauration axés sur la revégétalisation, essentiellement sur la Côte Oubliée. Quant aux opérateurs miniers, ils sont tenus d'appliquer les mesures réglementaires compensatoires à leur activité, qui sont très orientées également vers la revégétalisation avec des espèces locales. Certains vont plus loin que les mesures réglementaires, comme par exemple la SLN qui a instauré depuis 2006 un programme de sauvegarde pour les *Araucaria rulei* et les *Agathis ovata*, qui alimente un conservatoire volontaire dans l'emprise de la mine de Camp des Sapins [71] p.10.

Pour information, la SLN a mis en place un « plan d'actions ERM 2019-2023 » en novembre 2019 pour prioriser ses actions en faveur des espèces végétales locales rares et menacées [70]. Il s'agit de mettre en évidence les espèces qui nécessitent des actions critiques de conservation et les espèces qui sont moins en danger, pour lesquelles les actions pourront être déployées ultérieurement. Ce plan prévoit une réévaluation annuelle pour chaque site SLN, sur la base des résultats de l'année précédente. Par ailleurs, la SLN bancarise en interne des informations phénologiques de terrain pour identifier, pour chaque espèce d'intérêt, « la disponibilité des fruits au cours de l'année en milieu naturel » [70]. Cela doit permettre par exemple d'optimiser la récolte de graines à destination des pépinières.

# III.9.3.2. Espèces animales protégées

Le statut des espèces animales sensibles est équivalent à celui des espèces végétales sensibles. La synthèse des connaissances sur la zone du focus [4] signale que pour les perruches à front rouge, les notous, les pétrels de Tahiti et les cagous des mesures de conservation réglementaires sont imposées aux opérateurs miniers selon les sites et peu effectives. En mer, il est également signalé une interdiction de pêcher le napoléon.

### III.9.3.3. Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Des mesures de gestion des espèces exotiques envahissantes sont évoquées dans la synthèse des connaissances sur la zone du focus [4] p.216, par exemple une étude sur la prédation des oiseaux par les chats. Aucune mesure relevée dans cette synthèse pour la pêche de la carpe commune en rivière. Ces dernières années, des efforts ont été déployés pour la régulation des grands herbivores (cerfs, cochons) en Nouvelle-Calédonie, cependant il n'a pas été possible d'en prendre connaissance avant la publication de ce bilan par manque de temps. Les prélèvements de chasse des cerfs dans la zone auraient été évalués sur la période 2008-2015 (comm.pers. CEN [8]), avec des effectifs faibles en comparaison au reste de la Grande Terre et cependant les plus nombreux qui ont été réalisés dans la zone d'étude (plusieurs zones à l'amont de la Thio).

Les mesures contre d'autres espèces envahissantes comme le scarabée rhinocéros ou la glycine japonaise sont à inventorier également.

### III.9.4. Gestion des milieux terrestres

Parmi les pressions connues qui s'exercent sur les milieux terrestres de la zone d'étude, celles liées aux eaux courantes (érosion, crues, hypersédimentation, etc.), à la protection de la végétation (incendies, défrichements) et au sol (incendies, érosion) font l'objet de nombreuses mesures de gestion. Plusieurs types de mesures sont dédiés aux milieux terrestres.

# III.9.4.1. Mesures de gestion liées à végétation et aux écosystèmes

Ces mesures sont principalement de deux types : la protection de l'existant et la restauration de zones dégradées.

En province Sud hors zones protégées, la protection de la végétation repose surtout sur la réglementation sur les défrichements. Un complément réglementaire important est apporté dans les zones subissant de fortes pressions : les arrêtés d'exploitation minière délivrés pour chaque site prévoient que certaines espèces rares et menacées doivent faire l'objet d'actions de sauvegarde et/ou d'un suivi. D'autres ERM sont également suivies de façon volontaire par certains opérateurs miniers.

## III.9.4.2. Gestion des eaux

Pour les raisons évoquées dans les parties Pressions sur les versants et Pressions sur les milieux d'eaux douces, les eaux courantes font l'objet de mesures spécifiques dans les zones anthropisées, notamment dans la zone d'étude :

• prévention et gestion du ruissellement ;

- gestion des eaux pluviales en contexte urbanisé;
- gestion des eaux en contexte minier ;
- gestion des cours d'eau.

## III.9.4.2.a <u>Prévention et gestion du ruissellement</u>

La prévention du ruissellement en milieu naturel consiste à favoriser l'infiltration des eaux météoriques. Lorsque ce ruissellement est installé, sa gestion consiste à diminuer et/ou dévier les flux ruisselants et à favoriser l'infiltration ou réduire la vitesse des flux lorsque cela est possible. Il s'agit d'éviter ou de limiter les impacts érosifs. Diminuer les flux permet de réduire l'énergie des eaux qui participent à l'érosion pour diminuer la quantité de matière mobilisée. Dévier les flux de ruissellement permet d'agir rapidement pour protéger de l'érosion une zone à enjeux. Favoriser l'infiltration est une action de plus long terme, qui vise à restaurer petit à petit un fonctionnement naturel des écosystèmes terrestres : le retour d'une végétation typique des lieux est une des premières étapes, à condition que les flux de ruissellement soient correctement gérés.

### III.9.4.2.b Gestion des eaux sur mine

Dans la région de Thio à partir de 1976, la gestion des eaux sur mine a fait l'objet d'une attention soutenue. Cela a permis de développer ce qui est devenu aujourd'hui une exigence : la mise en place d'un plan de gestion des eaux sur mine.

Les actions de réhabilitation des anciens sites miniers et la gestion des eaux sur les mines en activité représentent l'essentiel des actions de gestion des eaux sur les versants. Pour limiter la dégradation par l'érosion des sites anciens comme pour préserver les aménagements et installations actuels, de nombreuses mesures de gestion des eaux sont mises en place sur les sites miniers, par les pouvoirs publics (mines orphelines) ou par les acteurs miniers. L'objectif est également de limiter la charge solide des eaux qui repartent dans les milieux naturels. Concrètement, il s'agit de :

- réduire la vitesse des eaux de ruissellement (cassis, augmentation de la rugosité du sol, etc.) ;
- dévier les eaux de ruissellement des surfaces aménagées et des pistes vers des drains (fossés);
- mettre hors d'eau les aires de stockage de matériaux par déviation des eaux de ruissellement et par drainage interne des stocks ;
- collecter les eaux de ruissellement dans des bassins, généralement installés en cascade, pour favoriser la sédimentation et l'infiltration et écrêter les épisodes extrêmes, avant retour des eaux aux milieux naturels.

# III.9.4.2.c <u>Autres mesures de gestion des eaux sur les versants</u>

Hors mine, peu de mesures de gestion de l'érosion sont identifiées. Sur la Côte Oubliée, plusieurs chantiers de restauration écologique ont été mis en place grâce aux efforts conjoints de la province Sud, des associations environnementales et des populations locales. Les zones bénéficiaires se situent surtout à proximité du littoral. Un projet de restauration est également à l'étude dans la réserve de la forêt de Saille (dernier incendie majeur en 2019).

La gestion des eaux issues des espaces agricoles et vivriers est également un thème à explorer dans la région de Thio. La province Sud réglemente la gestion des effluents lorsque les espaces concernés sont de grande dimension. Les espaces vivriers de dimension réduite n'entrent pas dans ce cadre

réglementaire. La répartition spatiale, la typologie de ces espaces et la gestion des eaux associée sont relativement méconnues dans la zone d'étude.

### III.9.5. Gestion des cours d'eau

#### *III.9.5.1. Gestion des sources sédimentaires*

Les exploitations minières sont actuellement soumises à de nombreuses obligations pour limiter leurs impacts environnementaux. La gestion des eaux de ruissellement en est un élément essentiel (voir Gestion des eaux sur mine) : elle permet d'une part de ne plus laisser les matériaux mobilisés atteindre les milieux naturels et d'autre part de réduire l'impact des transferts depuis les anciennes mines et leurs décharges (ce sont ces dernières qui continuent pour une part importante d'alimenter l'hypersédimentation dans les cours d'eau de la zone d'étude, voir Hypersédimentation).

En complément, les exploitants miniers doivent également gérer le passif dans leur périmètre d'activité. Dans la région de Thio, une partie des anciens sites dégradés par l'activité minière a ainsi fait l'objet d'une réhabilitation partielle par la SLN, la SMT et la NMC. Devant l'incertitude d'une reprise ultérieure de l'exploitation, les opérations sont souvent limitées à la gestion des eaux [8]. Les pouvoirs publics ont également pris en charge la réhabilitation des anciens sites miniers dans le cadre de la <u>délibération 104 du 20 avril 1989<sup>25</sup></u> (mairie de Thio), puis avec les actions du <u>Fonds Nickel<sup>26</sup> après 2009</u>, suite à l'instauration du schéma de mise en valeur des richesses minières de la Nouvelle-Calédonie. Sur ces sites (mines orphelines, cours d'eau surengravés, etc.), les travaux consistent par exemple à limiter l'érosion des versants, à réduire la quantité de matériaux qui migrent vers les cours d'eau à chaque événement pluvieux significatif ou encore à réduire ponctuellement une partie de la charge sédimentaire de certains cours d'eau (« curages », voir ci-après).

### III.9.5.2. Gestion des cours d'eau

Certains cours d'eau de la région de Thio sont depuis longtemps dégradés, en particulier par les anciennes activités minières, et les précipitations intenses contribuent à accentuer ces dégradations. Ces 10 dernières années, certains épisodes météorologiques extrêmes ont provoqué d'importants dégâts à Thio : cyclone Freda puis de fortes pluies en juillet en 2013, cyclone Pam en 2015 pour ne citer qu'eux. Fin 2015 la cartographie de l'aléa inondation à Thio, qui datait de 1998 et relancée en 2013, a été actualisée et étendue vers l'amont à la demande du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et de la province Sud [29]. La plupart des habitations situées le long de la Thio et certaines zones habitées de l'embouchure ont été identifiées comme exposées aux inondations. La SLN a également répondu aux sollicitations du collectif de Thio<sup>31</sup> par une étude publiée début 2016 pour rechercher des solutions limitant les effets des inondations [74] . 2 scénarios ont été étudiés : le curage du lit mineur de la Thio<sup>27</sup> et l'ouverture de brèches dans le cordon littoral<sup>28</sup>, tous deux avec des conséquences environnementales à prendre en compte. Il en est ressorti que le plus intéressant serait de

<sup>25</sup> La délibération 104 du 20 avril 1989 « permet aux entreprises minières et métallurgiques de réparer des dégâts environnementaux en versant une fraction de leur impôt sur les bénéfices à des fonds communaux pour l'environnement » [72].

<sup>26</sup> Le Fonds Nickel a pour missions « d'une part, de garantir le maintien de l'industrie minière et métallurgique en Nouvelle-Calédonie en cas de crise et, d'autre part, d'assurer la réhabilitation progressive des zones dégradées par l'activité minière avant 1975 » [73].

fragiliser ponctuellement et régulièrement le cordon littoral pour que les brèches s'ouvrent plus facilement lors des crues, de manière à « favoriser l'action des phénomènes naturels ».

L'essentiel des études produites sur la région concerne la gestion des crues et des phénomènes sédimentaires dans le cadre de la réduction des inondations. Les mesures de gestion des cours d'eau prises pendant la période du bilan sont présentées en partie Mesures de gestion mises en œuvre dans la période 2020-2021 : voir Gestion des cours d'eau.

Depuis 2013, un comité technique<sup>29</sup> est dédié à la gestion des cours d'eau à Thio. Il rassemble les différents acteurs de la région.

Dans la prolongation des mesures de gestion qui visent à réduire les apports sédimentaires en provenance des versants (voir Gestion des sources sédimentaires), le lit de certains cours d'eau fait également l'objet d'actions de gestion. Il s'agit de tenter de gérer les perturbations causées par les anciennes pratiques minières (défaut de gestion des eaux et de l'érosion, décharges non contrôlées notamment). Le but des opérations actuelles dans les cours d'eau est de gérer à court terme les impacts de l'hypersédimentation : le volume de sédiments qui encombre les lits est parfois si important que les crues occasionnent fréquemment des inondations <sup>30</sup> (voir Pressions sur les milieux d'eaux douces). « La gestion de l'engravement et des inondations est une thématique très importante pour la population de Thio et pour l'environnement de la région. Cette problématique a mobilisé de nombreux acteurs dès les années 1980 : l'État (le Haut-Commissaire, le BRGM), le Gouvernement (DAVAR, DIMENC, Fonds Nickel), la province Sud (DDR), la mairie de Thio, l'association Chavaa Xûâ, la SLN et de nombreux bureau d'études (Sogreah, Soproner, EMR, A2EP, LBTP), etc. » [8].

Une étude de 1998 évoque les pratiques qui avaient cours dans la région : terrassements pour favoriser l'écoulement des eaux et réalisation de seuils en enrochements [61]. L'auteur soulignait cependant des effets négatifs des terrassements :

- En retirant la carapace sédimentaire de blocs qui pave et stabilise le fond d'un cours d'eau, les terrassements conduisent à l'érosion rapide des sédiments sous-jacents, plus fins ;
- L'élimination de la végétation installée sur les sédiments a également un effet contre-productif car celle-ci « joue un rôle important dans le freinage des écoulements et le piégeage des matériaux de charriage ».

L'auteur mettait également en garde contre les seuils en enrochements, à l'amont desquels peuvent se développer « de larges méandres très érosifs » (ex. Xwé Tomuré).

<sup>27</sup> Le curage du lit mineur de la Thio a été envisagé sur les 3,4 km à l'aval, à partir de la diffluence avec le creek « Patte d'oie » et jusqu'à l'embouchure. L'objectif était d'augmenter la section d'écoulement en lit mineur en abaissant le niveau moyen du fond du lit. Même pour une crue centennale, « l'emprise de la zone inondable s'en trouve que peu modifiée » [74]. Par ailleurs, les conséquences environnementales d'un tel chantier (> 2 milliards XPF) nécessite de stocker les matériaux extraits (~700 000 m³) avec un risque de pollution, remettrait de très grandes quantités de matières en suspension au niveau du cours d'eau et jusqu'au lagon et le tout avec une efficacité très limitée dans le temps car les crues suivantes vont déposer de niveaux matériaux dans les zones curées.

<sup>28 6</sup> scénarios d'ouverture de brèches dans le cordon littoral ont été étudiés [74]. Les 2 scénarios les plus efficaces ne réduiraient l'emprise inondée que pour 25 % du bâti lors d'une crue décennale ou quinquennale, pour un coût très prohibitif au départ (plusieurs centaines de millions de francs) comme en entretien (jusqu'à 100 millions de francs). Par ailleurs, lors du cyclone Freda la crue associée a ouvert 4 brèches dans le cordon littoral. Le cordon sédimentaire s'est pourtant reformé rapidement (environ 1 an).

<sup>29</sup> Ce comité est différent du comité technique du bilan environnemental de Thio.

<sup>30</sup> La crue se manifeste par une augmentation significative du débit et de la hauteur d'eau d'un cours d'eau dans son lit mineur. En cas de débordement du cours d'eau, on parle alors d'inondation. L'inondation peut également être induite par d'autre phénomènes qui submergent temporairement des zones habituellement hors d'eau (remontée de nappe, ruissellement en zone urbaine ou agricole, etc., [75]).

Le programme de recherche « Gestion du passif » (résultats publiés en 2018) était focalisé sur la Thio et certains de ses affluents. Financé par le CNRT Nickel et son environnement, il visait particulièrement à identifier des solutions au surengravement et à produire un guide méthodologique [60]. Dans la zone d'étude, plusieurs types de mesures de gestion des cours d'eau sont identifiés : ouvrages (barrages, digues, etc.), aménagements (radiers, protection de berges, etc.) ou encore interventions ponctuelles (curages, reprofilage ou réouverture de bras morts). Dans la basse Thio et ses principaux affluents miniers, les interventions ponctuelles en rivière sont souvent des reprofilages : les sédiments sont déplacés au sein du lit du cours d'eau pour améliorer les conditions de flux locales et rarement retirés définitivement comme dans un curage.

Suite au cyclone Anne, des mesures de grande ampleur ont été mises en œuvre dans les années 1990 avec un endiguement de la Thio et de la Dothio au niveau des embouchures. Les ouvrages hydrauliques visaient à faciliter l'évacuation des crues et à réduire l'érosion des berges. Ils sont peu entretenus et présentent des brèches [74]. Plusieurs études ont souligné la modification de la dynamique sédimentaire provoquée par ces ouvrages à l'embouchure et dans la zone littorale [61], [28], [74], [21] (notons que l'« étude de la dynamique sédimentaire du linéaire côtier communal Ouroué/Saint Philippe » de 2002 a malheureusement été égarée à la mairie de Thio, Allenbach, comm. pers.). Principale conséquence de ces aménagements sur le littoral mise en évidence par ces études : le déplacement des zones en érosion (recul de plage) et en sédimentation, avec une modification significative de la morphologie du trait de côte. Les ouvrages à l'embouchure ont été partiellement modifiés, avec notamment la suppression d'épis et un raccourcissement de la digue de la Thio. Les événements de 2013<sup>31</sup> ont vu ressurgir la demande d'endiguement de la Thio pour protéger les habitations des inondations, cependant la pertinence de ce type d'ouvrage est toujours remise en question puisqu'ils provoquent une perturbation majeure du régime hydrosédimentaire local jusque dans le lagon [8]. Les études des projets CNRT IMMILA [21] et Gestion du passif [30] qui ont revenues sur le sujet ont quantifié une partie de ces modifications à l'embouchure de la Thio : la dynamique de l'embouchure et du trait de côte reste très impactée par les apports sédimentaires anormaux issus des anciennes mines et par les ouvrages en place. Les mesures de gestion aux embouchures de la Thio et de la Dothio demandent donc à prendre en compte autant la dynamique des cours d'eau que la dynamique littorale associée pour limiter les effets délétères sur l'environnement de Thio.

L'ouverture d'anciens bras morts présente l'intérêt de réguler les flux des eaux et des sédiments dans le secteur choisi et de favoriser les habitats aquatiques [60]. Les embouchures de la Thio et celle de la Dothio font régulièrement l'objet de telles mesures de gestion, si les crues ne s'en chargent pas ellesmêmes. Pour la Dothio, il s'agit ponctuellement d'ouvrir une brèche dans le cordon littoral pour favoriser l'évacuation des eaux de crue et limiter les impacts des inondations associées sur le secteur d'Ouroué. Dans l'embouchure de la Thio, des actions similaires sont également pratiquées à proximité du Botamere pour limiter l'inondation des zones habitées.

<sup>31</sup> Devant les dégâts occasionnés par les crues de 2013 et en particulier les inondations du 2 juillet, un conflit a éclaté à Thio. Extrait du protocole d'accord de fin de conflit relatif aux inondations du 2 juillet 2013 : « Compte tenu de la gravité des conséquences des inondations liées en partie à l'activité minière (boue, gravats, inondations des habitations, etc.) à l'origine d'une exaspération profonde, un collectif des habitants, auquel se sont associés les conseils des districts de Thio et Borendi, a procédé au blocage des accès du centre SLN Thio et de ses mines, de l'atelier de la direction de l'équipement de la province Sud, la Somikat et la Mairie ». Ce protocole de fin de conflit a été signé le 11 juillet 2013 entre l'association Chavaa Xûâ, la SLN, le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, la province Sud et la mairie de Thio. Il prévoit que les décideurs signataires engagent des actions pour « éviter/réduire les inondations ou de compenser les conséquences de celles-ci » [8]. Il était demandé par exemple une obligation réglementaire de curage de certaines rivières pour les sites miniers de la SLN (mines de Dothio, Thio Plateau et Camp des Sapins).

### III.9.6. Gestion des milieux marins

# III.9.6.1. Zones protégées

Les zones marines de Némou et de Moindé-Ouémié, créées en 2010, sont évoquées par la mairie de Thio sur son site internet : ce sont des « aires de gestion durable des ressources », situées au large du district de Borendy. Certaines activités sont autorisées sous conditions. La pêche à la ligne est autorisée alors que la chasse sous-marine est interdite. Un plan de gestion leur est associé depuis leur création, il associe les tribus et la province Sud.

# III.9.6.2. Mesures de gestion au port SLN de chargement du minerai (wharf)

La zone du wharf est susceptible de perturber l'environnement marin principalement de deux manières : apport anormal de matières terrigènes et pollution aux hydrocarbures.

Le convoyeur débordait parfois par le passé. Il est maintenant chargé selon des règles établies pour éviter la dispersion vers les milieux naturels. La zone de chargement elle-même est également gérée différemment de ce qui a pu avoir cours par le passé. La libération de particules dans l'environnement a donc été réduite par une amélioration des pratiques. Des particules peuvent cependant encore atteindre la mer dans certaines circonstances, comme par exemple en cas de pluies abondantes.

A l'issue de la caractérisation de la zone d'étude, des pressions qu'elle subit et après inventaire des principales mesures de gestion en place pour y remédier, il est maintenant possible de détailler les éléments intervenus au cours de la période 2020-2021.

Les résultats obtenus pour le bilan de Thio seront ensuite présentés pour chaque type de milieux.

# IV. Bilan de Thio 2020-2021 - Informations générales

Cette partie rapporte les éléments de contexte à prendre en compte pour la réalisation du diagnostic environnemental de Thio pour les années 2020 et 2021.

## IV.1. Informations utilisées

Un récapitulatif des informations existantes et mises à disposition pour la période 2020-2021 a été présenté en Tableau 1.

Parmi les acteurs miniers en activité dans la région, la SLN est le plus important fournisseur d'informations, quasiment le seul pour la période 2020-2021. Les fournisseurs publics ont quant à eux contribué pour les thématiques dont ils ont la charge. Le secteur associatif et citoyen contribue également à la fourniture de données pour le bilan de Thio.

Certaines informations manquent cependant pour établir un diagnostic environnemental complet. Notons que le manque d'information peut résulter de plusieurs cas de figure :

- l'information n'est pas collectée par les fournisseurs (réseaux de surveillance incomplets);
- l'information est collectée mais non ou peu mise à disposition ;
- l'information est collectée mais l'OEIL n'a pas connaissance de son existence.

Il est essentiel de disposer d'un maximum d'informations pour réaliser un bilan environnemental, en termes d'étendue des réseaux de surveillance comme en termes de détail dans les acquisitions et dans les interprétations. Les informations contextuelles et les études ponctuelles sont également importantes à considérer.

Au bénéfice de la région et de chacun, les producteurs et fournisseurs d'informations environnementale sont par conséquent invités à poursuivre et/ou accentuer la valorisation des informations dont ils disposent auprès de l'OEIL car tout complément sera le bienvenu.

# IV.2. Bilan météorologique 2020-2021

D'une manière générale, les informations météorologiques les plus importantes pour analyser les données environnementales collectées dans le cadre d'un bilan sont la pluviométrie et les températures :

- la pluviométrie a une incidence par exemple sur les versants (état des formations végétales, érosion, sollicitation des ouvrages et des infrastructures, etc.) et sur le comportement des cours d'eau (hauteurs d'eau, étiages et crues, transport sédimentaire, flux vers le lagon) ;
- les températures font partie des paramètres qui contrôlent le fonctionnement de nombreux organismes vivants à différents stades de vie, elles ont par conséquent un impact sur le vivant, y compris dans les milieux naturels.

Si d'autres paramètres sont disponibles, ils peuvent également contribuer à améliorer la prise en compte des conditions environnementales générales ou locales dans la zone d'étude.

Les informations météorologiques qui couvrent la période du bilan 2020-2021 sont disponibles principalement dans 3 types de ressources :

- les bilans climatiques annuels ou mensuels et les bilans ponctuels publiés conjointement par le service de la Météorologie du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et Météo-France, auxquels il est possible d'associer la base de données des cyclones et dépression des mêmes producteurs de données;
- les déclarations annuelles de la SLN (pluviométrie);
- les **fiches climatologiques** des stations météorologiques du réseau Météo-France, qui apportent parfois des informations utiles (records). Un résumé des informations potentiellement utiles au bilan et disponibles à chaque station est proposé en Annexe 3.

Les principales informations météorologiques issues des bulletins climatiques annuels et concernant la région de Thio et ses alentours pour les années 2020 et 2021 sont récapitulées dans le Tableau 8. La base de données cyclonique [76] recense au total 10 phénomènes qui ont intéressé la Nouvelle-Calédonie sur la période 2020-2021 et le Tableau 72 (Annexe 3) en récapitule les détails ; cette même annexe détaille également les événements qui ont pu impacter la zone d'étude.

Tableau 8 - Manifestations météorologiques intervenues en 2020 et 2021 en Nouvelle-Calédonie et susceptibles d'avoir impacté la région de Thio.

Légende : CT : cyclone tropical (TI très intense), DT : dépression tropicale (F forte)

extrêmement sec, très sec, modérément sec, modérément humide, très humide, extrêmement humide.

Type de manifestation	<b>2020</b> (source [77])	<b>2021</b> (source [78])			
Phénomènes globaux	1 <sup>er</sup> semestre : phase ENSO neutre Fin d'année : • Installation de la ZCPS ; • Installation marquée de La Niña.	1 <sup>er</sup> semestre : phase ENSO La Niña marquée en cours de dissipation ; Saison fraîche : ENSO neutre ; Dernier trimestre ; retour de La Niña.			
Activité cyclonique	• 9-13/02 : CT UESI ; • 14-16/03 : DTF GRETEL.	<ul> <li>26/01-05/02: DTF LUCAS;</li> <li>01-07/03: CTTI NIRAN;</li> <li>08-16/12: DTF RUBY.</li> </ul>			

Type de manifestation	<b>2020</b> (source [77])	<b>2021</b> (source [78])
Précipitations	Depuis juillet 2019 : sécheresse intense.  Cumul moyen annuel sur le pays proche de la référence 1981-2010, avec :  • fort déficit en janvier et juin 2020 ;  • fort excédent en décembre 2020.  Événements notables (échelle pays) :  • 10-12/02, UESI : 575,8 mm en 3 jours à Camp des Sapins ;  • 28-29/02 : activité pluvio-orageuse intense sur Thio et Yaté, « d'une rare intensité » ;  • 12-16/03, GRETEL : pas de cumul remarquable ;  • 19-20/04 : fortes pluies/orages avec cumuls les plus importants côte Est et reliefs, maximum à Thio-Plateau (SLN) : 257,2 mm/24h ;  • 23/10 : averses orageuses sur la côte Oubliée ;  • 12-13/12 : averses orageuses à l'Est de la Grande Terre ;  • 24-31/12 : temps instable avec cumuls parfois importants côte Est.  A Thio :  • cumul annuel à entre 1 et 2 m (rapport à la normale 101 à 120%) ;  • 116 j de pluie (cumul ≥ 1 mm) et 249 sans (cumul < 1 mm) à Thio;  • Mois classés hors de la normale : janvier, février, juin, décembre.	Cumul moyen annuel sur le pays de 2 070 mm, supérieur de 50 %)à la référence 1981-2010.  3° année la plus pluvieuse en Nouvelle-Calédonie depuis 1970, mais saison fraîche très sèche.  • excédent en janv. (2,7 fois la normale mensuelle, pluies régulières et abondantes jusqu'au 20), avr., oct et déc.;  • déficit en mars, juin-sept (2° période la plus sèche depuis 1970, après 2017, avec en juin 4,3 fois moins que la normale) et -28 % en moy. en novembre.  Événements notables (échelle pays):  • 11-19/01: épisode pluvio-orageux (3 990 millions m³ de pluies);  • 02-03/02: DTF LUCAS (durée de retour centennale);  • 06/03: CT NIRAN (229,6 mm en 24 h à Camp des Sapins);  • 02-04/04: épisode pluvio-orageux de grande échelle (durée de retour centennale, 422,5 mm en 24 h à Borindi);  • avril: 2,5 fois la normale mensuelle en moyenne (épisode pluvio-orageux du 02-04 + Dtf);  • 04/05: épisode pluvio-orageux (durée de retour centennale);  • octobre: 4 épisodes pluvio-orageux (4 fois la normale en moy.);  • décembre: conditions d'octobre + DTF RUBY (2,4 fois la normale saisonnière).  A Thio:  • cumul annuels sur Thio dans la fourchette 3 000 à 4209 mm, sans information sur le rapport à la normale;  • Mois classés hors de la normale: janvier, juin, août, octobre, décembre (avril sans information).
Température moyenne annuelle	Moyenne annuelle: 23,9°C (+0,6°C à la normale 1981-2010).  4 <sup>ème</sup> année la plus chaude dans le pays depuis 1970. Année la plus chaude dans le monde depuis 1880 (à égalité avec 2016).  Moyennes mensuelles supérieures aux normales sauf en mai, avec 27,9°C en moyenne en février (+1,4°C à la normale en moyenne), 2° mois le plus chaud depuis 1970, avec 2004 <sup>32</sup> .  Maximales mensuelles: supérieures aux normales sauf en mai (-0,2°C) et sept. (égale). Février le plus chaud (+1,3°C) avec en journée des 6,7 et 8/02 ~33°C en moy. (+3,0°C).  Minimales mensuelles (mesurées la nuit):  1 <sup>er</sup> semestre: proches des normales sauf février (+1,4°C); 2 <sup>nd</sup> semestre: nuits plus chaudes que la normale (temps tropical et alizé instable plus fréquent de sept. à déc.).	Moyenne annuelle: 23,9°C (+0,6°C à la normale 1981-2010); 5ème année la plus chaude dans le pays depuis 1970. 6° année la plus chaude dans le monde depuis 1880. Moyennes mensuelles supérieures aux normales sauf en février, mars et septembre, avec juillet à +1,4°C et décembre à +1,4°C à la normale.  Maximales mensuelles supérieures aux normales sauf en janvier (égale) et avril (-0,3°C). Le 10/12 fut le plus chaud avec en moy. 32,0°C (+3,3°C à la normale).  Minimales mensuelles: nuits plus chaudes que les normales d'au moins +1,1°C en janv., avril, juil., oct. et déc., sauf en mars (-0,4°C) et en sept. (égale). La nuit du 11-12/12 a été la plus chaude avec 25,8°C (+4,3°C à la normale).
Activité électrique (foudre)	8 044 impacts au sol sur la Nouvelle-Calédonie (3° année la plus foudroyée depuis 2014), dont :  • 38 en janvier (record minimal depuis 2014) ;  • 3092 le 29/02 (record 2020)  • 898 en mai (record max.depuis 2014) ;  • 2 en saison fraîche.  86 % de l'activité électrique sur le pays en saison chaude ; 77 j d'orage (moyenne à 71) dont 38 d'oct.à déc.  La zone d'étude a reçu localement de 50 à 300 impacts au sol, dont 908 sur la commune de Thio lors de 28 j d'orage.	9 099 impacts au sol sur la Nouvelle-Calédonie (3e année la plus foudroyée depuis 2014, dont :  • 1 043 la journée la plus foudroyée du 2 déc. ;  • 1 424 impacts en mai (mois de mai le plus foudroyé depuis 2014) ;  • zéro en septembre (mois de sept. le moins foudroyé depuis 2014).  80 % de l'activité en saison chaude, essentiellement sur janvfév. et déc.  110 j d'orage (très supérieur à la moyenne de 76), dont 27 j en décembre, « mois le plus orageux depuis 2014, tous mois confondus » (plus de 3 797 impacts ce mois contre un peu plus de 1 000 pour la normale).  La zone d'étude a été relativement épargnée (localement 10 à 50 impacts approximativement).

Le record de température moyenne mensuelle de février est de 28,0°C en 2016, épisode « au cours duquel une canicule sans précédent fut à l'origine du pire blanchissement corallien connu en Nouvelle-Calédonie à ce jour » [77]



Type de manifestation	<b>2020</b> (source [77])	<b>2021</b> (source [78])
Vent et type de temps	Vent globalement plus fort que la normale. 280 jours d'alizé (76 % de l'année), dont 25 % d'alizé instable et humide surtout en fév., oct. et déc. ; Janvfév. et sept. oct. plus fort que la normale : passage de UESI et alizé stable ; Août peu venté ; 24-31/12 : temps lourd, humide et instable.	Vent globalement moins fort que la normale. 240 j d'alizé (un peu plus de 65 % de l'année), dont 26,6% d'alizé instable (surtout en mars, août et novdéc.); Vents ponctuellement forts lors des épisodes pluvio-orageux et au passages des systèmes dépressionnaires. Temps tropical très présent en saison chaude du fait de La Niña, au détriment de l'alizé stable, en particulier en janv., fév. et déc

# IV.2.1. Bilan par site minier

# IV.2.1.1. Bilan météorologique sur le site de Camp des Sapins

Tableau 9 - Éléments météorologiques à la station Thio C, période 2020-2021.

(source : déclaration minière [71])

Année	Précipitations Cumul annuel	Mois les plus pluvieux	Événements pluvieux entre 50 et 100 mm (cumul max en 24h)	Événements pluvieux > 100 mm (cumul max en 24h)
2020	1 916,8 mm	Février : 773,6 mm Avril : 246,4 mm	94,1 mm le 11/02/2020 (max 32,7 mm/h) 97,8 mm le 15/03/2020 (max 31,6 mm/h) 68,4 mm le 16/03/2020 (max 13,8 mm/h)	241,6 mm le 11/02/2020 (max 25,5 mm/h) 289,4 mm le 12/02/2020 (max 28,7 mm/h) 130,3 mm le 29/02/2020 (max 25,1 mm/h) 212,5 mm le 20/04/2020 (max 31,8 mm/h)

# IV.2.1.2. Bilan météorologique sur le site du Plateau de Thio

Tableau 10 - Éléments météorologiques à la station Thio Village, période 2020-2021.

(source : déclaration minière [20])

Année	Précipitations Cumul annuel	Mois les plus pluvieux	Événements pluvieux entre 50 et 100 mm (cumul max en 24h)	Événements pluvieux > 100 mm (cumul max en 24h)
2020	1 1517 mm	Février : 475,5 mm Avril : 277,9 mm Mars : 202,9 mm Mai : 185,6 mm	5 événements 56,4 mm le 11/01/2020 54,8 mm le 12/02/2020 86,1 mm le 15/03/2020 55,3 mm le 31/07/2020	3 événements 103,5 mm le 11/02/2020 267 mm le 29/02/2020 257,2 mm le 20/04/2020 72,6 mm le 07/05/2020

# IV.2.1.3. Bilan météorologique sur le site de Dothio

La station Météo-France de Thio Village sert également au suivi météorologique pour le site de Dothio.

#### IV.3. Surveillance des rivières en 2020-2021

Les rivières de la région de Thio sont surveillées de plusieurs manières :

- surveillance du niveau d'eau de la rivière Thio ;
- analyses des eaux douces de rivière à différentes stations.

### IV.3.1. Crues et étiages de la rivière Thio en 2020-2021

Le niveau de la Thio est surveillé à la station de Saint Michel par la DAVAR. Pour la période 2020-2021, les bilans hydrologiques de la DAVAR ont été consultés.

Pour 2020, la synthèse sur la ressource en eau du mois de janvier 2020 [79] signale que le débit journalier à la station St Michel le 09/01/2020 était compris entre le débit décennal sec et le débit vingtennal sec (Qj = 0,71 m<sup>3</sup>/s). Cela traduit un étiage sévère, c'est à dire des niveaux d'eau très faibles de la rivière Thio, à mettre en relation avec le déficit pluviométrique du mois (voir Bilan météorologique 2020-2021). Il est rapporté dans cette synthèse de la DAVAR que les pluies du 10-12 janvier ont occasionné « un pic de débit important » dans la Thio, avec un débit de pointe instantané de 35 m<sup>3</sup>/s le 13/01/2020 (donnée provisoire). Le pic présenté dans la chronique des débits journaliers dépasse 18 m³/s pour cet épisode. Un jaugeage en 2e quinzaine de janvier fait état d'un débit instantané légèrement supérieur au débit caractéristique d'étiage sec à 5 ans (DCE\_S5 = 1,02 m³/s), ce qui est faible. Le bilan du mois de janvier 2020 [79] indique à son tour que la Thio a eu un débit moyen mensuel qui est resté inférieur au débit décennal sec. Le 02/02/2020, le débit journalier était de 0,80 m<sup>3</sup>/s, toujours inférieur au débit décennal sec. La DAVAR a qualifié cet étiage de sévère et exceptionnel, indiquant que « sur la majeure partie de la Grande Terre [...] il faut remonter aux années 1992-93 et 1994-95 pour retrouver une telle situation de déficit hydrique mesurée » [79]. Plus tard dans l'année, l'épisode pluvieux du 19 au 21/04/2020 a donné lieu à un nouveau bilan hydrologique [80] : « les cumuls sur 6 à 12 heures ont approché ou dépassé la période de retour 5 ans [...]. Les plus forts cumuls ont été enregistrés dans le Nord-Est et la région de Thio ». A Thio St Michel, « les maximums de crue sont inférieurs aux valeurs de période de retour 2 ans ».

**Pour 2021**, la DAVAR signale dans son bilan hydrologique de janvier que « les trois premières semaines du mois de janvier 2021 se caractérisent par de nombreux épisodes de crues consécutifs et d'intensités modérées (généralement en dessous de la période de retour 2 ans), qui en font un mois de janvier particulièrement humide par rapport aux valeurs moyennes de référence » [81] p.2. Cela fait écho à ce mois très pluvieux (voir Bilan météorologique 2020-2021). En janvier 2021 à la station St Michel, le débit moyen mensuel de la Thio était compris entre les débits quinquennal et décennal humides de janvier et était proche du débit décennal humide mensuel. Les débits instantanés de janvier n'ont cependant pas dépassé le débit de pointe de référence de période de retour 1 an (Q1 > 700 m³/s). Les deux événements identifiés dans ce bilan mensuel sont datés du 08/01/2021 (459 m³/s) et du 15/01/2021 (367 m³/s) [81]. Aucun autre élément n'a été relevé pour l'année 2021.

#### IV.3.2. État du réseau de surveillance des eaux douces en 2020-2021

La connaissance de l'état du réseau de surveillance des eaux de rivières au moment où les prélèvements ont été réalisés donne une vision générale des capacités de ce réseau à répondre au besoin de surveillance de la qualité environnementale de ces eaux douces. Ce réseau est décrit en détail dans la partie Méthodologie – Eaux douces (situation : voir Localisation des stations – Eaux douces).

Le Tableau 11 récapitule les conditions de surveillance à chaque station pour la période 2020-2021. Il permet d'une part d'identifier les stations auxquelles les prélèvements ont pu ou non avoir lieu (et sinon pourquoi) et d'autre part d'illustrer comment sont déployés les efforts dans le temps et d'un point de vue physico-chimique et/ou biologique.

Tableau 11 - État du réseau de surveillance des eaux de rivière au moment des prélèvements en 2020-2021. Sources : rapports d'études annexés aux déclarations minières de la SLN, données DAVAR et OEIL.

Pas assez d'eau Inconnu pas d'info

Légende

		A sec	En eau	pas da Pertius							
		En chantier	Gamme de	Hors gamme de		2020			2021		
		En chantier	référence 2021	référence	Physico	-chimie	Biologie	Physico	o-chimie	Biologie	
Zone	Influence	minière		Station	Hautes eaux	Basses eaux	Basses eaux	Hautes eaux	Basses eaux	Basses eaux	
	Mine de Nakety		9	Station 4	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	
	Mine Thio Plateau	ř .		Mee							
	Mine Thio Plateau			HGL	A sec		A sec		A sec	A sec	
	Mines de Nakety,	Circée et Dothio	Dot	thio Amont	><	-					
	Mines de Nakety,		De	othio Aval							
Dothio	Mine Dothio		D	othio Sud						A sec	
	Mine Dothio			Ouagna			><			><	
	Mine Dothio et Th	io Plateau		DOTH300							
	Mine Thio Plateau		V	VEL501-01				En chantier	10		
	Hors influence			DOTH150							
	Hors influence		7	hio Ref 2					><		
	Mine Camps des S	apins	Hwa	aa aff jardin			$\rightarrow$		><		
	Mine Camps des S	apins	H	lwaa 050							
	Mine Camps des S	apins	Ko	ouergoaF2			> <		><	> <	
	Mine Camps des S	apins	1	THIO100							
	Mine Camps des S	apins		THIO300							
	Mine Thio Plateau	l.	Ton	nuru amont			0/			Pas assez d'ea	
	Mine Thio Plateau		Foss	se aux lions							
	Mine Thio Plateau		Captage S	Saint Paul Village							
	Mine Thio Plateau			Nedoro	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	
	Mine Thio Plateau	1		Mue							
	Mine Thio Plateau	í .	Ca	ptage Mue			><				
	Mine Thio Plateau	6	CI	MO501-01							
	Mine Thio Plateau			Moulinet							
Thio	Mine Thio Plateau		5	St Martin	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	
11110	Mine Thio Plateau			THIO800			><			><	
	Mine Thio Plateau		2	Ngere							
	Mine Thio Plateau		F	OU501-01							
	Hors influence		Н	lwaa Ref1					$\geq$		
	Hors influence		Capt	age de KOUA	2				$\geq \leq$		
	Hors influence			age KOUARE				$\sim$			
	Hors influence			tage NAKALE							
	Hors influence			SAINT PIERRE 1							
	Hors influence			tage SAILLE							
	Hors influence			Amont Ref3					$\sim$		
	Hors influence			age OUINDO							
	Hors influence			e SAINT MICHEL							
	Hors influence		711	PETROGLYPHES							
	Hors influence			ige de NEPOU							
	Hors influence			de SAINT JOSEPH							
	Hors influence			SAINT JEAN-BAPTISTE							
	Hors influence			e de ROUVRAY							
Thio	Hors influence			age OUROUE							
zone littorale	Hors influence			PORT BOUQUET							
	Hors influence			D BORENDY (Nouvea	u)						
	Hors influence			GRAND BORENDY							
	Hors influence	Internal	Captage i	PETIT BORENDY 2							
	Mine Camps des S	7.000		Kaori							
	Mine Camps des S			DN520-01A						$\Leftrightarrow$	
	Mine Camps des S			ontou aval							
Ouenghi	Mine Camps des S			(wede Amont A							
	Mine Camps des S			Point 89							
	Mine Camps des Sapins			zance 121		A sec	A sec		A sec		
	Hors influence		100	Point 172							
	Hors influence			éférence A							
Boulouparis	Hors influence		Re	éférence B							
	Hors influence			Kwere							
Houailou	Hors influence			lou Amont							
	Hors influence			Nou Aval		I	1				

### IV.4. Pressions sur la zone d'étude identifiées dans la période 2020-2021

## IV.4.1. Incendies 2020-2021 – Informations générales

Depuis 2015, l'OEIL surveille les incendies à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie en se basant sur des données satellites. Le dispositif « <u>Alertes Incendies</u> », gratuit et ouvert à tous, permet d'avertir les abonnés d'un potentiel incendie en cours. Les données cartographiques obtenues sont consolidées et diffusées en ligne via le <u>portail cartographique Vulcain</u>. Elles sont exploitées pour réaliser régulièrement un bilan des incendies à l'échelle du Pays. Ce sont ces données qui sont exploitées dans les bilans environnementaux. Seules les surfaces brûlées dépassant 1 ha sont potentiellement détectées.

Lors du précédent bilan environnemental de Thio, qui portait sur l'année 2019, les incendies avaient affecté des surfaces très importantes dans la zone du focus et plus particulièrement dans le bassin de la Thio : 377 ha en 2018 puis 4 837 ha en 2019. La réserve naturelle de la forêt de Saille avait été particulièrement touchée avec 210 ha brûlés (20 % de la réserve) [8].

La Figure 19 présente l'historique du nombre des incendies détectés sur la commune de Thio entre 2001 et 2021 à l'aide des données satellites MODIS. La résolution des satellites MODIS aqua et terra est faible (2 km), et seuls les incendies les plus étendus et intenses peuvent être détectés par cet outil. Toutefois, l'intérêt des données fournies réside dans la chronique des données disponibles avec les premières observations en 2001.

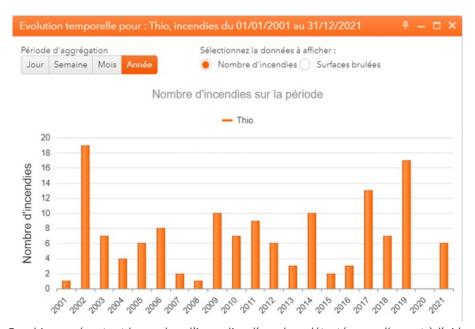


Figure 19 - Graphique présentant le nombre d'incendies d'ampleur détecté annuellement à l'aide du satellite MODIS sur la commune de Thio pour la période 2001-2021.

La figure est extraite de l'application VULCAIN de l'OEIL: https://geoportail.oeil.nc/AlerteIncendies/

Les résultats de cette analyse indiquent au regard de l'historique des données MODIS disponibles que l'année 2020 a été la moins intense avec zéro détection d'incendie étendu. Ce résultat est appuyé par l'étude des données d'un autre satellite, Suomi-npp, qui permet aussi de classer l'année 2020 comme la moins intense avec 6 détections d'incendies.



L'année 2021, quant à elle, se positionne dans une situation moyenne en matière d'activité incendies au regard de l'historique.

Pour la période 2020-2021 plus spécifiquement, les résultats des analyses sont présentés dans la partie Incendies 2020-2021 - Résultats.

### IV.4.2. Défrichements et prélèvements 2020-2021

Les informations sur les défrichements auxquelles l'OEIL a eu accès pour ce bilan concernent les sites miniers seulement. Cependant d'autres défrichements ont peut-être été réalisés en contexte non minier par d'autres acteurs pendant la période 2020-2021, sans que l'OEIL soit en capacité de les rapporter. Les informations sur les défrichements sont importantes pour évaluer la disparition de surfaces naturelles terrestres et pour estimer les surfaces de sols nus soumis au ruissellement. Par ailleurs en contexte minier et plus généralement sur les opérations soumises à étude d'impact environnemental, ces dernières sont précédées par l'inventaire des espèces présentes.

Ces éléments sont présentés par site minier dans la partie Résultats 2021 par zone – Milieux terrestres.

### IV.4.3. Érosion et mouvements de terrain 2020-2021

Les phénomènes d'érosion et de mouvement de terrain perturbent de façon plus ou moins marquée les milieux alentour et ceux situés à l'aval. Alentour, le sol et la végétation sont déstabilisés et à l'aval les matières libérées perturbent notamment les milieux aquatiques.

Cette perturbation concerne également la mobilisation de matières remaniées sur les versants par l'homme et donc particulièrement les activités minières. Sur mine, les épisodes pluvieux significatifs donnent lieu à une surveillance des zones sensibles préalablement identifiées. Si lors de cette surveillance des instabilités sont apparues ou ont évolué en 2020 et 2021, les informations sont rapportées dans la partie Résultats 2021 par zone — Milieux terrestres. Les principales informations concernant les activités qui ont eu lieu pendant la période du bilan et qui sont susceptibles d'avoir une incidence sur les milieux naturels environnants ou à l'aval sont récapitulées ci-après. Elles permettent de fournir des éléments de contexte, par exemple sur la mobilisation de particules fines. Ces dernières peuvent notamment être mises en suspension soit dans l'atmosphère (poussières), soit dans les eaux de ruissellement (turbidité, MES).

## IV.4.3.1. Activité minière sur le site de Dothio en 2020-2021

Le Tableau 12 récapitule les principales activités déclarées sur le site de Dothio en 2020 et 2021.

Tableau 12 - Activités minières sur le site de Dothio en 2020-2021, d'après les déclarations annuelles réglementaires [82], [83].

Type d'activité	Description
Ateliers et installations	2020 : renouvellement des bureaux à l'identique. 2021 : rénovation des bureaux sanitaires et création d'une zone pour le criblage.
Nouveaux accès	2020 : RAS. 2021 : RAS.
Sondages de reconnaissance	2020 : RAS. 2021 : RAS.
Exploitation	2020 : Revanche-Loupe. < 0,1 Mth de manipulé extrait. 2021 : Pas d'extraction sur Revanche Centre : réalisation d'une plateforme pour installer le crible. Aucune activité sur Pauline. Pas de roulage. ~0,02 Mth de manipulé extrait.
Mise en verse	2020 : Verse Revanche (inspections visuelles régulières, sans instrumentation). 0,06 Mth mis en verse. 2021 : Verse 5 Atelier. < 0,04 Mth mis en verse.
Défrichements	2020 : RAS. 2021 : RAS.

En 2020, la mine de Dothio a atteint la saturation pour le stockage de minerai trié et pour le tout-venant du fait du « goulot historique de l'évacuation du minerai vers le bord de mer de Thio ». Outre des travaux de rénovation des bâtiments, des travaux d'infrastructure ont été prévus pour permettre le démarrage du roulage au 2° semestre 2021 [82], cependant de dernier n'a pas repris en 2021 [83]. En 2020, la priorité a été orientée vers « des travaux de remédiation du passif et protection de l'environnement » pendant les travaux d'infrastructure [82].

#### IV.4.3.2. Activité minière sur le site de Thio Plateau en 2020-2021

Le Tableau 13 récapitule les principales activités déclarées sur le site de Thio Plateau en 2020 et 2021.

Tableau 13 - Activités minières sur le site de Thio Plateau en 2020-2021, d'après les déclarations annuelles réglementaires [84], [85].

Type d'activité	Description
Ateliers et installations	2020 : Maintenance courante et certification ISO 14001 confortée. 2021 : Pas de modifications prévues.
Nouveaux accès	2020 : RAS. 2021 : RAS.
Sondages de reconnaissance	2020, programme : Belvédère Ouest, Clémence centre, Santa Maria, Grand Saint Pierre. 2021 : sondages planifiés sur Clémence, Débris A & B et Santa Maria. Sondages « préex » sur le site.
Exploitation	2020 : Clémence Centre et Grand Saint Pierre. ~2,8 Mth de manipulé extrait. 2021 : Clémence Centre et Grand Saint Pierre. ~3,9 Mth de manipulé extrait.
Mise en verse	2020 : Carrière III et Uluru. ~ 2,1 Mth mis en verse. 2021 : Belvédère Est, Carrière III et Uluru. ~3,1 Mth mis en verse.
Défrichements	2020 : 2,39 ha au sud du chantier Clémence (Concession Santa Maria). 2021 : RAS.

# IV.4.3.3. Activité minière sur le site de Camp des Sapins en 2020-2021

Le Tableau 14 récapitule les principales activités déclarées sur le site de Camp des Sapins en 2020 et 2021.

Tableau 14 - Activités minières sur le site de Camp des Sapins en 2020-2021, d'après les déclarations annuelles réglementaires [86], [87].

Type d'activité	Description
Ateliers et installations	2020 : travaux de maintenance courante et norme ISO 14001 en place. 2021 : RAS.
Nouveaux accès	2020 : Pas de nouveaux travaux d'accès signalés en 2020 (DA p.2) mais « L'année 2020 a été marquée par le dépôt des Porté à connaissance (PAC) [] de l'accès à [] Point 171 bas et Sapin 2 » (p.3), ce qui semble contradictoire. 2021 : RAS.
Sondages de reconnaissance	2020 : travaux de forage sur Pt180 (RGT) et 3 Piments. 2021 : RAS.
Exploitation	2020 : 3 Piments et Porcelaine. ~0,7 Mth de manipulé extrait. 2021 : Piments et Porcelaine + Kaori et Point 171 bas. ~0,8 Mth de manipulé extrait.
Mise en verse	2020 : SS4 Extension, Amphi 7 et Cerise. < 0,5 Mth mis en verse. 2021 : Cerise (Amphi A) et Sud Sapins 4. < 0,6 Mth mis en verse.
Défrichements	2020 : 1,05 ha sur Porcelaine et 3 Piments (Concession Voralberg). 2021 : 0,115 ha, « principalement de maquis ligno-herbacé ouvert et dans une moindre mesure de maquis ligno-herbacé fermé et de maquis arbustif »

## IV.4.4. Espèces invasives 2020-2021

La revue exhaustive des indices de présence relève d'un effort de synthèse des connaissances réalisé par l'OEIL en 2015 et 2016 pour la zone d'étude.

## V. Bilan de Thio 2020-2021 – Milieux terrestres

Les milieux terrestres représentent l'ensemble des espaces émergés de la zone d'étude.

## V.1. Méthodologie – Milieux terrestres

Historiquement, le milieu atmosphérique est abordé avec les milieux terrestres dans les bilans environnementaux. L'état de ces milieux est évalué sur la base des suivis environnementaux disponibles dans la zone d'étude.

### V.1.1. Suivis environnementaux – Milieux terrestres

Pour le bilan de Thio, le suivi des milieux terrestres repose principalement sur la surveillance des compartiments Air (retombées de poussières) et Faune, dont le Tableau 15 récapitule les caractéristiques. L'ensemble de ces données est collecté pour les sociétés minières, principalement dans le cadre de leurs obligations réglementaires. Seules les données de la SLN ont été mises à disposition pour le présent bilan. La SMT réalise pour la mine de Nakety un suivi des poussières et un suivi de la faune, cependant les données n'ont pas encore été transmises à l'OEIL. La NMC réalise également un suivi de l'avifaune et de l'herpétofaune pour la mine Circée, mais l'OEIL n'a pas accès à ces informations.

Tableau 15 - Présentation des suivis environnementaux des milieux terrestres. Modifié d'après Desoutter et Bertaud 2021 [8].

Compartiment	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquence de suivi	Méthodes de mesure	Périodes de suivi	Sulvis contribuant au diagnostic ?
	Retombées de	SLN	2011	annuelle	plaquettes poussières laissées pendant 14 jours	janvier	
Air	poussières	SMT	2015	2 campagnes/an	plaquettes poussières laissées pendant 21 jours	septembre et décembre	oui
	Avifaune	SLN	2016	bisannuelle	10 points d'écoute représentatifs de la diversité des milieux / carré STOT (2km*2km). Le nombre de carrés STOT est variable d'une zone à l'autre (de 1 à 5 carrés STOT)	janvier-février	oul
Faune		SMT	2019		4 points d'écoute pour la station de suivi	décembre (SMT)	
	Herpétofaune	SLN	2015	bisannuelle	observations diurnes et nocturnes le long de transect et relevés de piège à fosse	période d'activité des lézards (octobre)	non
	Chiroptérofaune	SLN	2014	bisannuelle	de 10 à 20 points d'écoute/station, à l'aide de détecteurs d'ultrasons (chauves souris) et points d'observations (roussettes)	octobre-décembre	non

Malgré l'existence de données, certains suivis ne contribuent pas à la qualification des stations :

- suivi de l'herpétofaune : absence de méthode de qualification ;
- suivi de la chiroptérofaune : absence de méthode de qualification.

## V.1.1.1. Méthode de suivi des retombées de poussières (paramètre qualifiant)

Pour ce bilan, ce suivi concerne les stations SLN. Le dispositif de mesure en 2021 repose sur la norme NF X43-007, [88]: plaquettes de dépôt rectangulaires en acier inoxydable (5x10 cm) enduites d'un fixateur hydrophobe, positionnées sur site à ~1,5 m du sol pendant ~15 jours. Les retombées atmosphériques déposées par gravité sont ensuite extraites et pesées en laboratoire.

### V.1.1.2. Méthode de suivi de l'avifaune (paramètre qualifiant)

Ce suivi repose sur l'écoute des sons émis par les oiseaux en se positionnant au sein d'un ou plusieurs carrés STOT<sup>33</sup>, à raison de 10 points d'écoute par carré (sauf pour la station de Nakety : 4 points d'écoute). Les carrés STOT sont prospectés de manière à être, « autant que faire se peut, représentatifs de la diversité des écosystèmes présents sur chaque carré » [91]. Les campagnes sont réalisées lors de la période la plus favorable aux écoutes : d'octobre à mi-décembre. A chaque point d'écoute, toutes les espèces présentes dans une rayon de 15 m sont recensées. La durée d'écoute, classiquement de 10 minutes, a été réduite à 5 minutes par point car ces points sont nombreux au sein de chaque carré parcouru (10). « Les doubles comptages des mêmes individus sont limités en mémorisant la localisation et la distance de chaque oiseau contacté » [91]. Les écoutes sont réalisées en début de journée après le lever du soleil et en fin de journée jusqu'au crépuscule, sans vent fort ni pluie car ces conditions réduisent l'activité et la détectabilité des oiseaux. Toutes les espèces présentes dans un rayon de 15 m au moins sont recensées et les points d'écoute sont espacés de 250 m ou plus.

La station Dothio est positionnée sur le relief du Mèrè Mè et comprend 2 carrés STOT. La station de Thio Plateau (1 carré STOT) se trouve à l'ouest de la mine, sur le relief du Bata Inemwâ. La station de Camp des Sapins est constituée de 5 carrés STOT depuis la saison 2019 (3 auparavant) : crêtes du massif du Kögwaru, flanc sud-est du mont Ninga et crête sud-ouest du mont Cidoa.

## V.1.1.3. Méthode de suivi de l'herpétofaune (paramètre non qualifiant)

Il s'agit de réaliser des observations diurnes et nocturnes, principalement le long de transects de 80 à 100 m de longueur. Ce sont des « zones plus ou moins linéaires de piégeage localisées dans une zone de végétation préférentiellement homogène » [26].

Les **espèces fouisseuses**, difficilement observables, sont principalement échantillonnées grâce à des pièges collants placés au sol tous les 5 à 8 m, près des abris potentiels et hors soleil direct. Ces pièges sont relevés une fois par jour pendant 2 jours et les individus piégés libérés au fur et à mesure. Occasionnellement, les observations sont complétées par une fouille des abris potentiels (litière, chablis, crevasse, rochers...). Les **espèces diurnes** sont également recherchées à vue en cheminant lentement le long des transects en période d'activité des lézards, c'est à dire lorsqu'il fait chaud, avec un ensoleillement direct [26]. Les **espèces nocturnes** sont recherchées dans les 3 heures qui suivent le crépuscule, en observant la réflexion oculaire des yeux des geckos à la jumelle à plus de 10-15 m et l'identification est effectuée par capture.

<sup>33</sup> Le Suivi Temporel des Oiseaux Terrestres (STOT) a été lancé en 2010 en Nouvelle-Calédonie par la Société Calédonienne d'Ornithologie (SCO) [89]. Il repose sur 10 points d'écoute à réaliser au sein d'un carré pré-établi de 2 km de côté, à la période de plus grande activité des oiseaux (reproduction, d'octobre à décembre). Il s'inspire du Suivi Temporel des Oiseaux Communs mis en place dans l'Hexagone [90].



### V.1.1.4. Méthode de suivi des chiroptères (paramètre non qualifiant)

10 à 20 points d'écoute sont réalisées par station, grâce à un détecteur d'ultrasons.

Les informations issues des suivis d'espèces d'oiseaux particulières (ex : cagou, perruche à front rouge), de la chiroptérofaune et de l'herpétofaune sont tout de même analysées et les éléments remarquables rapportés.

Les mesures compensatoires et de gestion en milieux terrestres opérées par les sociétés minières ne peuvent être considérées comme des suivis environnementaux. Elles ne contribuent donc pas au diagnostic des milieux terrestres, cependant les informations non intégrables au diagnostic sont rapportées pour information (voir Résultats 2020-2021 – Milieux terrestres et Résultats 2021 par zone – Milieux terrestres).

#### V.1.2. Localisation des réseaux de suivi – Milieux terrestres

Le Tableau 16 présente la répartition des stations de suivi du milieu terrestre dans la zone du focus de l'étude. Les informations mises à disposition de l'OEIL pour le bilan 2020-2021 ont permis de faire le point sur 10 stations de suivi des retombées de poussière, 3 stations pour le suivi de l'avifaune, 7 stations de suivi de l'herpétofaune et 6 stations de suivi des chiroptères.

La station de suivi des retombées de poussières de la mine de Nakety est installée au vent de la mine sur la commune de Thio, elle est donc hors influence. L'opérateur minier l'utilise comme référence pour ses stations sous influence situées sur la commune de Canala.

Tableau 16 - Liste des stations de surveillance des milieux terrestres. D'après Desoutter et Bertaud 2021 [8].

	Stations de suivi	C	ompa	rtime	nts
Zone	Station	Air	Faune		
Sous influence de la Mine de	Station Air SMT (Verse Tessier)	A1			
Nakety	Station Avifaune SMT (4 pt d'écoute)		Fa1		
	Station avifaune Dothio (2 carrés STOT)		Fa1		
Sous influence de la Mine Dothio	ST1 - Bord de mer	Г			Fa
Dothio	ST2- Mine			0	Fa
	P5	A1			
	P6	A1		8	
	P7	A1			
	P8	A1	9	× ×	
	P9	A1			
	P10	A1			
Sous influence de la Mine	Station avifaune Thio Plateau (1 Carré STOT)		Fa1		
Thio Plateau	Station 01			Fa2	
	Station 02			Fa2	
	Station 03	Г		Fa2	
	ST1 - HGL			-	Fa
	ST2 - Stade			y i	Fa
	ST3- Captage				Fa
	Points d'éclairage				Fa
	P1	A1			
	P2	A1		3 3	
	Р3	A1			
C	P4	A1			
Sous influence de la Mine Camp des Sapins	Station avifaune Camp des Sapins (5 Carrés STOT)		Fa1		
Camp des Sapins	Station 01		9	Fa2	
	Station 02			Fa2	
	Station 03			Fa2	
	Station 04			Fa2	
	Total	11	4	7	6
<u>Légende</u>	Réseaux de suivi Air - Retombées de poussières Faune - Avifaune Faune - Herpétofaune Faune - Chiroptère		A1 Fa1 Fa2 Fa3		

## V.1.3. Qualification des paramètres – Milieux terrestres

Le Tableau 17 résume la méthode utilisée (référentiel et métrique de suivi) pour qualifier les paramètres de suivi des milieux terrestres.

Tableau 17 - Méthode de qualification des paramètres de surveillance des milieux terrestres. D'après Desoutter et Bertaud 2021 [8].

Compartiment	Intitulé du suivi	Paramètre suivi	Type de référentiel	Métrique de suivi
Air	Retombées de poussières	Quantité de retombées de poussières	Confrontation à un seuil réglementaire européen	Moyenne annuelle
Faune	Avifaune	Undice natrimonial Avifaunistique (IPA)	Confrontation à une grille de qualité validée en Cotech	Moyenne annuelle des IPA des carrés STOT de la zone

# V.1.3.1. Référentiel pour le compartiment Air

A défaut d'un seuil local, un seuil réglementaire européen est utilisé pour qualifier la quantité des retombées de poussières (Tableau 18). Il s'agit d'une norme allemande : TA LUFT 2002. Ce seuil est également pris en compte dans les déclarations minières consultées pour ce bilan.

2 campagnes de mesures des retombées de poussières ont eu lieu au cours de l'année 2021 pour les sites de Thio Plateau et Camp des Sapins. Une moyenne des deux résultats a été calculée pour chaque station de mesure. C'est cette moyenne par station qui a été confrontée au référentiel.

Tableau 18 - Seuil réglementaire utilisé pour les retombées de poussières. D'après Desoutter et Bertaud 2021 [8].

Paramètre	Seuil
Retombées de poussières	350 mg/m <sup>2</sup> /j

Pour établir le score du compartiment Air pour une année de suivi, la moyenne annuelle des résultats est calculée pour chaque station et confrontée au seuil réglementaire. Si une seule campagne de suivi a été réalisée l'année en question, alors ce sont les valeurs mesurées à chaque station lors de cette campagne qui sont directement confrontées au seuil.

En dessous du seuil, le paramètre retombées de poussières reçoit le score « Non perturbé ». Au-dessus, il devient « Fortement perturbé ».

La tendance d'évolution à chaque station est en revanche évaluée sur la base des données de chaque campagne. Les moyennes annuelles ne sont pas considérées dans ce cas.

## V.1.3.2. Référentiel pour le compartiment Faune

L'indice patrimonial avifaunistique, l'IPA, est utilisé pour décrire l'état du compartiment Faune. Il a été élaboré pour le contexte calédonien par le bureau d'études ECCET<sup>34</sup>. Il a pour but d'identifier les patchs forestiers à plus forte valeur écologique en se basant sur l'écoute des oiseaux. Cet indice IPA intègre plusieurs variables déduites des écoutes, auxquelles est associé pour chacune un sous-indice variant de 1 à 3 pour les variables « Individus », « Espèces totales » et « Espèces endémiques ». Le sous-indice associé à la variable « Espèces référencées UICN » peut uniquement prendre les valeurs 0 ou 1. Le Tableau 19 récapitule les variables utilisées pour établir l'IPA et les critères qui conduisent à la valeur du sous-indice correspondant.

L'indice IPA s'obtient ensuite en réalisant la somme des sous-indices des 4 variables prises en compte.

Selon le résultat, l'IPA est qualifié par un score allant de non à fortement perturbé (Tableau 20).

<sup>34</sup> Initialement développé pour la zone du complexe industriel et minier du Grand Sud, l'IPA calédonien s'inspire de l'Indice Ponctuel d'Abondance préconisé dans la Convention Biodiversité de Vale NC, propriétaire du complexe à ce moment-là. Cet IPA calédonien a également été utilisé par l'IAC pour l'avifaune du plateau de Goro en 2004 [92].

Tableau 19 - Grille de détermination des sous-indices entrant dans le calcul de l'IPA calédonien.

D'après Desoutter et Bertaud 2021[8].

Variables	Nombre de contacts	Sous-indice
	40 <	1
Individus	40 à 80	2
	> 80	3
	8 <	1
Espèces totales	8 à 13	2
	>13	3
	1 à 3 <	1
Espèces endémiques	3 à 7	2
	> 7 à 12	3
F	Absence	0
Espèces référencées UICN	Présence	1

Tableau 20 - Grille de qualité du paramètre "Indice Patrimonial Avifaunistique" IPA.

D'après Desoutter et Bertaud 2021 [8].

Indice Patrimonial Avifaunistique (IPA)	Score		
8,1 à 10	Non perturbé		
7,1 à 8	Non perturbé		
6,1 à 7	Modérément perturbé		
5,1 à 6	Fortement perturbé		
< 5	Fortement perturbé		

### V.1.4. Qualification des stations – Milieux terrestres

Comme indiqué dans la partie Suivis environnementaux – Milieux terrestres, deux paramètres de suivi contribuent à la notation de l'environnement dans la zone du focus :

- « Retombées de poussières » pour le compartiment Air ;
- « Avifaune » pour le compartiment Faune.

Le score de chaque station de suivi terrestre reflétera donc la qualité de l'environnement, évaluée sur la base de ces suivis.

### V.1.5. Évaluation de la qualité des suivis – Milieux terrestres

La qualité des suivis qui contribuent au diagnostic environnemental est évaluée sous l'angle de la manière dont ces suivis sont exploitables pour réaliser le bilan environnemental. La méthode employée, son niveau de standardisation et l'existence d'informations de référence servent à classer les types de suivi. 3 classes de qualité sont proposées :

- **Bonne**: le type d'informations disponibles est satisfaisant pour contribuer au diagnostic, sans jugement sur la pertinence du plan de suivi ou sur la qualité des mesures et observations ;
- **Moyenne** : les informations de référence sont insuffisamment validées sur le plan scientifique ou la méthode mise en œuvre est discutable ;
- **Mauvaise**: absence d'informations de référence et/ou données insuffisantes et/ou méthode d'observation ou de mesure jugée inadéquate.

Le Tableau 21 présente le résultat de l'évaluation de la disponibilité des informations nécessaires à l'évaluation de la qualité de l'environnement de Thio pour les milieux terrestres.

Tableau 21 - Qualité attribuée aux suivis environnementaux des milieux terrestres pour le bilan de Thio 2020-2021.

D'après Desoutter et Bertaud 2021 [8].

Compartiment	Intitulé du sulvi	Paramètres suivis	Type de référentiel	Métrique de suivi	Evaluation de la qualité du suivi	Justifications
Air	Retombées de poussières	Quantité de retombées de poussières	Confrontation à un seuil réglementaire	Moyenne annuelle	3187600000000000000000	Existence d'un seuil réglementaire, mais méthode de mesure avec plaquettes moins pertinente que l'utilisation de jauges Owen
Faune	Avifaune		Confrontation à une grille de qualité validée en Cotec	Moyenne annuelle des IPA des carrés STOT de la zone		Absence de grille de qualité validée sur le plan scientifique. Grille de qualité élaborée par le prestaire en charge du suivi et validée dans le cadre du Bilan Grand Sud

#### V.1.6. Amélioration continue – Milieux terrestres

## V.1.6.1. Amélioration continue – Données sur les milieux terrestres pour le bilan de Thio

La qualité du diagnostic environnemental dépend de la qualité et de la quantité des données utilisées en entrée. La SLN est seul contributeur minier en données de suivi pour le bilan 2020-2021. D'autres producteurs de données pourraient compléter ou actualiser les informations collectées dans la zone d'étude (autres acteurs miniers, commune, province, ONG, etc.). En effet, l'absence de données de suivi en dehors des suivis miniers réglementaires, empêche actuellement de produire un bilan qui reflète l'état de l'environnement dans toute la zone d'étude. En particulier, d'autres secteurs de la zone du focus d'étude pourraient bénéficier du même type de surveillance, par exemple : les bassins versants de la haute Dothio et des affluents de rive gauche à l'amont de la Thio ou encore les bassins versants de la Côte Oubliée.

## V.1.6.2. Amélioration continue – Méthodologie

Pour que le bilan de Thio soit plus exhaustif, il serait intéressant de prendre en compte les données de défrichement et de revégétalisation pour l'ensemble de la zone d'étude, bien que ces éléments ne contribuent pas à la notation. Actuellement, seules les données des sites miniers actifs sont exploitées, ce qui réduit la portée du bilan environnemental.

Des améliorations sont également souhaitables pour mieux prendre en compte les données collectées lors du suivi de l'herpétofaune, d'espèce patrimoniales et des chiroptères par exemple. Ces taxons ne bénéficient pas encore de méthode pour qualifier les paramètres suivis. Pour y parvenir, des études scientifiques sont nécessaires et restent en attente de financement. Des travaux de recherche, préalables à l'établissement d'un bio-indicateur basé sur les lézards, sont par exemple réalisés dans le cadre du projet LEZARDS, financé par le CNRT Nickel et son environnement : ils apportent d'importants éléments pour l'identification des lézards calédoniens.

La réponses apportées aux demandes du comité technique du bilan de Thio sont présentées dans le Tableau 3.

#### V.2. Résultats 2020-2021 – Milieux terrestres

Pour rappel, les résultats présentés ici sont basés sur les données des suivis environnementaux déployés en 2020-2021 dans la zone d'étude (zone du focus) et auxquels l'OEIL a eu accès : sites SLN des bassins versants de la Thio, de la Dothio et amont de la Ouenghi.

Pour le bilan de Thio, les suivis réalisés en milieux terrestres qui contribuent à la notation environnementale sont annuels pour le suivi des retombées de poussières et sont programmés de façon bisannuelle pour le suivi temporel des oiseaux terrestres (STOT, voir Tableau 15).

L'ensemble des mesures sont considérées valides pour le diagnostic de la qualité de l'environnement de Thio 2020-2021 car les pas de temps maximaux sont respectés (Tableau 2).

### V.2.1. Synthèse des scores 2021 et éléments principaux – Milieux terrestres

Pour les années 2020-2021, la priorité est donnée à l'état de l'environnement à l'issue de la période, soit en 2021. Le Tableau 22 présente les scores des compartiments Air et Faune obtenus en 2021 pour chaque zone suivie dans le milieu terrestre.

Le score d'un paramètre ou d'une station est donné par un code couleur qui peut varier de « Non perturbé » (meilleur état signalé en bleu) à « Fortement perturbé » (état le plus dégradé en rouge). La couleur grise indique que le suivi n'a pas permis d'obtenir un résultat. Les paramètres non évalués sont indiqués en blanc (pas de donnée ou donnée non accessible).

Tableau 22 - Score de l'état environnemental des compartiments Air et Faune aux stations de surveillance des milieux terrestres à l'issue de la période 2020-2021.

		Compartiment AIR		Compartiment FAUNE	
Zone	Station	Retombées de poussières	Score 2021 par station	Avifaune	Score 2021 par station
Sous influence de la Mine de Nakety	Station Avifaune SMT				
Sous influence de la Mine Dothio	Avifaune Dothio (2 Carrés STOT)			И	
Sous influence de la Mine Thio PLateau	P5	И			
	P6	ע			
	P7	ע		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	P8	R			
	P9	ע			
	P10	ע	Ī-		
	Avifaune Thio Plateau (1 Carré STOT)			עוג	
Sous influence de la Mine Camps des Sapins	P1	И			
	P2	Я			
	Р3	И			
	P4	עה		18	
	Avifaune Camp des Sapins (5 Carrés STOT)			И	

(période 2018-2021 pour les retombées; 2016-2021 pour l'avifaune) :

augmentation

diminution

variabilité

7

>

Z

Fortement perturbé

Fortement perturbé

Non évalué

Non perturbé

Non perturbé

Modérément perturbé

Grâce à la comparaison avec les scores obtenus lors des campagnes précédentes, les flèches indiquent la tendance générale d'évolution temporelle observée. Cette tendance nécessite une chronique de données d'au moins 5 ans pour les paramètres suivis annuellement (ou de 5 campagnes pour les suivis plus longs) pour disposer d'un recul suffisant.

Pour 2021, le recul est de 3 campagnes consécutives (5 campagnes en tout) pour les retombées de poussières et de 4 campagnes consécutives pour le paramètre Avifaune (IPA), ce qui reste insuffisant pour proposer une appréciation fiable des tendances. Notons que sans données transmises à l'OEIL, les résultats des suivis réalisés sur les sites miniers Circée et de Nakety n'ont pas été analysés pour ce bilan.

<u>Remarque</u>: les tableaux détaillés qui ont permis de produire les tableaux de synthèse des scores sont disponibles sur demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL.

#### V.2.1.1. Paramètre Retombées de poussières

Sur les stations SLN, les données existent pour 2015, 2018 (jan.-fév.), 2019 (jan., sept. et déc.) et pour la période du bilan actuel **janvier 2021** et **novembre 2021**. La Figure 20 récapitule le score des stations de suivi réparties dans la zone d'étude. Le recul reste insuffisant concernant la tendance d'évolution temporelle : les résultats d'évolution sont donc à considérer avec précaution. Les graphiques qui permettent d'apprécier la tendance d'évolution des retombées de poussières sont présentés au Tableau 74 de l'Annexe 7.

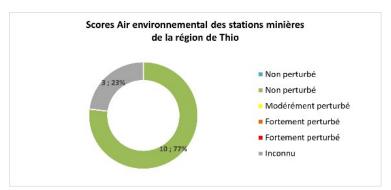


Figure 20 - Score des stations de suivi du compartiment Air des bassins de la Dothio, de la Thio et de l'amont de la Ouenghi en 2021.

Le rapport d'étude [93] donne les conditions suivantes pour les mesures réalisées à Thio en 2021 :

- Camp des Sapins :
  - du 21/01/2021 au 11/02/2021 (21 jours) : 9 jours de pluie, 108,7 mm cumulés ;
  - du 22/11/2021 au 06/12/2021 (14 jours) : 10 jours de pluie, 69,6 mm cumulés ;
- Thio Plateau :
  - du 21/01/2021 au 11/02/2021 (21 jours) : 11 jours de pluie, 157 mm cumulés. Les plaquettes P7 et P10 « n'ont pas pu être récupérées suite à dégradation ou vol » ;
  - du 22/11/2021 au 06/12/202 (14 jours) 1 : 11 jours de pluie, 179,5 mm cumulés (le rapport précise que les précipitations sont 2 fois supérieures à la moyenne mensuelle de novembre sur la période 1981-2010).

L'impact potentiel du passage de la dépression Lucas en début février 2021 sur les mesures n'a pas été déterminé. Le bureau d'étude estime que ces pluies ont *a minima* limité l'envol des poussières, réduit les activités à proximité des plaquettes et induit un risque de lessivage de ces plaquettes [88]. Remarquons également que la pluviométrie sur Thio Plateau pour les 2 périodes de mesures était favorable<sup>35</sup> à la mesure de faibles retombées de poussières (maximum de 64,4 mg/m²/j dans la zone d'étude pour la station P9 en janvier 2021).

Les retombées de poussières sur et autour des sites de Thio Plateau et de Camp des Sapins sont nettement en baisse, avec des valeurs la plupart du temps beaucoup plus basses que lors des campagnes précédentes. Cela pourrait témoigner de meilleures pratiques en terme de gestion des poussières sur mine<sup>36</sup>. Cependant, les précipitations importantes lors des périodes de suivi ont d'une part probablement réduit les activités pendant les mesures et d'autre part pu emporter une partie des poussières collectées, faisant diminuer la quantité récoltée lors des mesures. La SLN a indiqué que la gestion des poussières sur ses sites est restée la même, ce qui suggère que l'explication de la diminution significative des retombées de poussières soit à trouver dans les conditions météorologiques particulièrement humides lors des mesures, qui ont entraîné une réduction des activités sur mine et diminué les capacités du dispositif de mesure des poussières.

Comparées aux années précédentes, les moyennes mesurées pour l'année 2021 aux stations de suivi de Camp des Sapins et de Thio Plateau montrent une baisse très nette des retombées de poussières relevées aux stations sous influence minière au moment des mesures, pour toutes les stations. Ces résultats semblent liés aux conditions météorologiques humides à très humides au moment des mesures de 2021.

<sup>35</sup> Par temps de pluie, les activités sur mine sont réduites ou arrêtées pour des raisons de sécurité, selon les conditions météorologiques. La mise en suspension de poussières, liée à l'activité des engins et des installations de traitement des matériaux, est diminuée d'autant pendant ces périodes.

<sup>36</sup> Lors des campagnes de mesure des retombées de poussières les années précédentes, la pluviométrie était très réduite, sauf en 2018 au Plateau où il était tombé 419 mm de pluie pendant les 14 jours de mesure : les quantités de poussières mesurées variaient entre 151 et 321 mmg/m²/j.

### V.2.1.2. Paramètre Avifaune (suivi temporel des oiseaux terrestres STOT)

L'indice patrimonial avifaunistique (IPA) donne pour sa part une indication sur l'état écologique des secteurs suivis. La Figure 21 récapitule le score des stations de suivi de l'avifaune dans la zone d'étude.

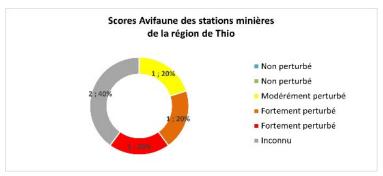


Figure 21 - Score des stations de suivi du compartiment Faune des bassins de la Dothio, de la Thio et de l'amont de la Ouenghi en 2021.

Pour la période du bilan, des mouvements sociaux et des conditions climatiques fortement défavorables entre septembre 2020 et février 2021 ont conduit à des « comptages [...] légèrement décalés par rapport à la saison de comptage optimale » [91]. La campagne a eu lieu les 18-19 février 2021 pour le secteur Dothio. Pour Thio Plateau, le comptage a eu lieu le 19 octobre 2021. Sur Camp des Sapins, le comptage a été réalisé en deux fois : les 20-21 octobre 2021 et du 14 au 16 mars 2022 [94].

Le suivi de l'avifaune sur les sites de Dothio, Thio Plateau et Camp des Sapins est en place depuis 2016. Sur les 4 saisons de suivi (faible recul temporel, valeurs IPA en Annexe 8), l'indice avifaunistique patrimonial (IPA) du secteur de Dothio était au plus haut en 2017 (6,7) et baisse depuis (5,3 en 2021 : état perturbé). Il est variable pour Thio Plateau, où il a augmenté entre 2016 et 2019 (7,7) puis diminué en octobre 2021 (6,6 : état modérément perturbé). L'IPA semble plutôt diminuer à Camp des Sapins : de 4,6 en 2016 puis 6,3 en 2017, il diminue depuis pour atteindre 4,8 en 2021 (état fortement perturbé). Le récapitulatif est disponible en Annexe 8. A l'écriture de ces lignes, l'OEIL n'a pas connaissance de l'existence de suivi STOT dans la zone d'étude en zone similaire hors d'influence minière (ultramafique) ; la comparaison permettrait de mieux apprécier l'impact potentiel de l'activité minière sur les écosystèmes terrestres.

Notons que plusieurs espèces contactées lors de précédentes campagnes ne l'ont pas été en 2021 sur les sites de Dothio et Thio Plateau (statuts UICN explicités en Annexe 4) :

- le Ptilope vlouvlou (*Drepanoptila holosericea*, famille des Columbidae, statut UICN : LR, large répartition ; dernier contact en 2017 [95], [94];
- la perruche cornue (*Eunymphicus cornutus*, famille des Psittacidae, statut UICN : VU, vulnérable menacée d'extinction, dernier contact sur Dothio en 2019 [96] et 2017 sur à Thio Plateau [94]).

Parmi les espèces classées UICN, plusieurs sont toujours présentes dans les secteurs miniers en 2021 :

- le **cagou** (*Rhynochetos jubatus*, famille des Rhynochetidae, espèce/groupe endémique, statut UICN EN en danger de disparition, contacté sur Camp des sapins et Dothio),
- le carpophage géant (**notou**, *Ducula goliath*, famille des Columbidae, espèce endémique, statut NT, quasi-menacée d'extinction, contacté sur camp des Sapins et Thio Plateau),

- l'autour à ventre blanc (Accipiter haplochrous, famille des Accipitridae, espèce endémique, statut UICN : NT, quasi-menacée d'extinction, contacté sur Thio Plateau et Dothio),
- la **mégalure calédonienne** (Megalurulus mariei, famille des Sylviidae, espèce endémique, statut UICN LC préoccupation mineure, contactée sur camp des Sapins).

Sur la base de l'indice patrimonial avifaunistique, **l'état des milieux terrestres sous influence** des mines en activité est modérément à fortement perturbé.

Des détails sont présentés dans les Résultats 2021 par zone – Milieux terrestres.

#### V.2.2. Incendies 2020-2021 - Résultats

Le suivi des incendies est réalisé annuellement par l'OEIL à l'échelle territoriale et communale. Rappelons qu'une partie des feux détectés peut concerner des pratiques culturales d'écobuage, donc des parcelles cultivées. A l'heure actuelle, aucune donnée cartographique<sup>37</sup> ne recense ces parcelles souvent vivrières et potentiellement mobiles d'une année à l'autre : il est impossible de distinguer ces surfaces des incendies incontrôlés qui se développent souvent à proximité des zones de présence humaine (axes routiers, zones habitées, etc.). Ce sont les incendies incontrôlés qui sont très impactants pour la qualité de l'environnement en général et destructeurs pour les milieux naturels en particulier. Cela d'autant que les personnels de sécurité civile disposent de peu de moyens de lutte<sup>38</sup> face à des incendies qui se propagent vite vers les sommets (végétation dégradée inflammable, vents soutenus et réguliers) et que les voies d'accès aux massifs sont très limitées à Thio.

Pour Thio<sup>39</sup>, les résultats pour la période 2020-2021 sont basés sur les données de surfaces brûlées élaborées par l'OEIL à partir des images Sentinel 2 et constituent les informations les plus précises à notre disposition.

#### V.2.2.1. Les incendies 2020-2021 en bref

- 71 incendies détectés en 2020 et 131 en 2021 ;
- 172 ha ont brûlé en 2020 et 1 697 ha en 2021 ;
- La part des surfaces incendiées en 2020 représente 0,17% de la commune et 1,72% en 2021.

La Figure 22 et la Figure 23 permettent de localiser les incendies 2020 et 2021 détectés sur la commune.



<sup>37</sup> La base de donnée provinciale (Agribase) recense uniquement les parcelles exploitées professionnellement.

<sup>38</sup> La commune de Thio dispose d'un centre de secours communal [97] : principalement composé de pompiers volontaires, un centre communal ne peut assurer qu'une intervention à la fois [98] et les moyens disponibles sont remis en cause [99].

<sup>39</sup> Rappel: la superficie de la commune est de 98 892 ha (~989 km²).

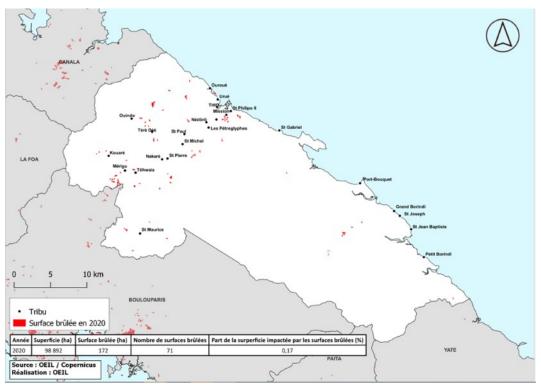


Figure 22 - Carte représentant les surfaces incendiées 2020 sur la commune de Thio identifiées à partir des données Sentinel 2 (source OEIL).

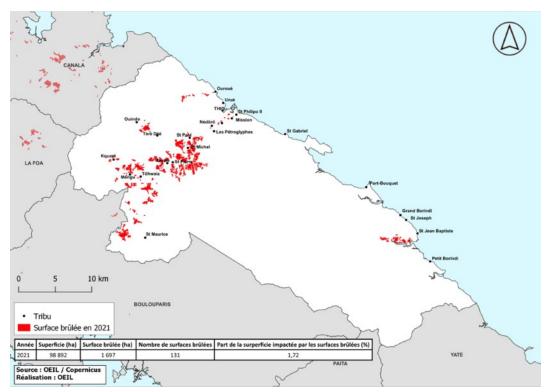


Figure 23 - Carte représentant les surfaces incendiées 2021 sur la commune de Thio identifiées à partir des données Sentinel 2 (source OEIL).

<u>A noter</u>: dans les données du satellite Sentinel 2, l'OEIL a détecté que 1,58 ha auraient brûlé le 14/12/2020 dans un des carrés STOT qui sert à la surveillance de l'avifaune du secteur de la mine de Dothio (voir Mine de Dothio – Avifaune (suivi temporel des oiseaux terrestres STOT), Figure 30).

## V.2.2.2. Types de végétation affectés

En 2020 et 2021 les strates herbacées restent les zones végétalisées les plus concernées par les zones incendiées représentant respectivement 59,3% (102 ha) et 71,8% (1 218 ha) des zones affectées (Figure 24 et Figure 25). Les zones arbustives touchées représentent respectivement 27,3% (47 ha) en 2020 et 19,6% (333 ha) en 2021. Pour les zones arborées, les parts respectives affectées représentent 6,4% (11 ha) en 2020 et 0,3% (6 ha) en 2021.

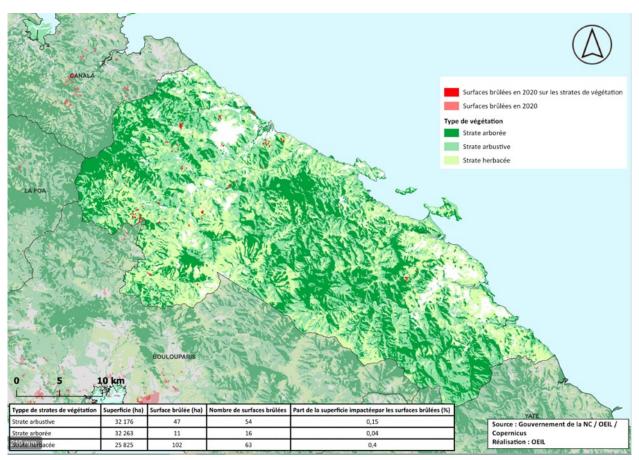


Figure 24 - Carte représentant les surfaces incendiées 2020 sur la commune de Thio identifiées à partir des données Sentinel 2 et en fonction des types de végétation concernés (source OEIL).

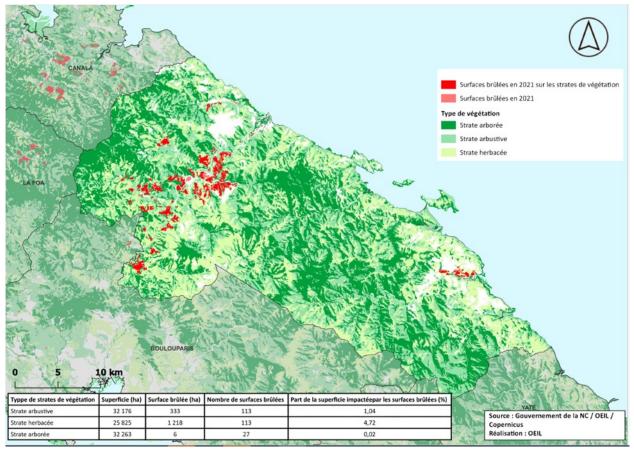


Figure 25 - Carte représentant les surfaces incendiées 2021 sur la commune de Thio identifiées à partir des données Sentinel 2 et en fonction des types de végétation concernés (source OEIL).

## V.2.2.3. Aires protégées

En 2020, les incendies ont concerné 15 ha d'une zone disposant d'un statut de protection : le parc de la Côte Oubliée. En 2021, aucune zone protégée n'a été atteinte par les incendies selon les données étudiées.

#### V.2.2.4. Ressource en eau

En 2020 et en 2021 des périmètres de protection des eaux ont été affectés par les incendies sur la commune de Thio avec respectivement 17 ha et 595 ha concernés (Figure 26 et Figure 27).

Les types de périmètres les plus impactés sont naturellement les PPE (Périmètre de Protection Éloignés) avec respectivement 0,08% et 2,74% de leurs surfaces touchées en 2020 et 2021. Les PPR (Périmètres de Protection Rapprochés) ont également été affectés avec respectivement 0,02% et 0,74% de leurs surfaces touchées en 2020 et 2021.

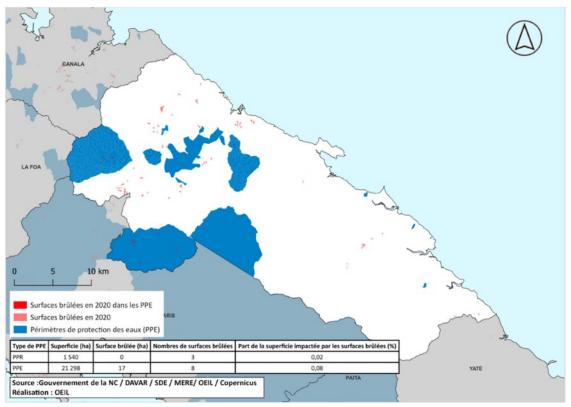


Figure 26 - Carte représentant les surfaces incendiées 2020 sur la commune de Thio identifiées à partir des données Sentinel 2 et en fonction des périmètres de protection des eaux concernés (source OEIL).

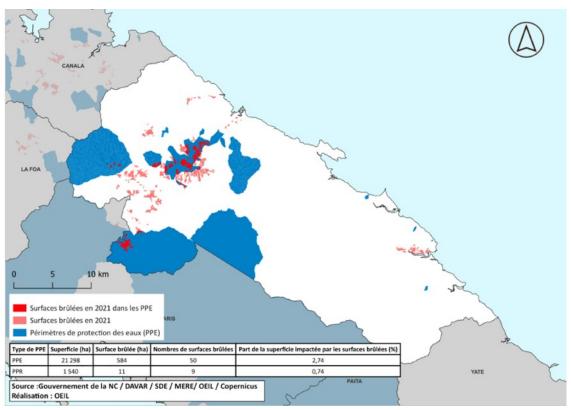


Figure 27 - Carte représentant les surfaces incendiées 2021 sur la commune de Thio identifiées à partir des données Sentinel 2 et en fonction des périmètres de protection des eaux concernés (source OEIL).

Les résultats détaillés concernant les incendies peuvent être consultés dans les <u>rapports annuels sur les</u> <u>incendies</u> réalisés par l'OEIL (voir également le <u>dispositif de surveillance des incendies de l'OEIL</u>).

## V.2.3. Résultats 2021 par zone – Milieux terrestres

Par souci de protection des espèces fragiles, parfois sujettes au trafic international, ce document ne contient aucune carte de localisation des stations de suivi des lézards et autres animaux protégés.

### V.2.3.1. Résultats en milieux terrestres – Mine de Nakety

Au moment de la production du présent bilan, les données 2020-2021 n'avaient pas été transmises à l'OFIL.

#### V.2.3.2. Résultats en milieux terrestres – Mine Circée

L'OEIL n'a pas accès aux données sur cette mine.

#### V.2.3.3. Résultats en milieux terrestres – Mine de Dothio

## V.2.3.3.a <u>Mine de Dothio – Air environnemental</u>

Aucune station de suivi des retombées de poussières sous influence n'est en place pour cette mine.

### V.2.3.3.b <u>Mine de Dothio – Avifaune (suivi temporel des oiseaux terrestres STOT)</u>

Les secteurs de suivi des oiseaux du Mèrè Mè (2 carrés STOT, voir Figure 28) présentent un relief très marqué, entre 10 et 598 m, avec des talwegs très encaissés et « recouvre largement l'ensemble des formations géomorphologiques de la zone (crêtes, talwegs, flancs, vallées, plaines » [91]). La végétation est surtout de type maquis arbustif et paraforestier avec quelques Araucarias en nord de secteur et un reliquat de forêt humide est présent dans un talweg de la mine. Le secteur d'étude est décrit comme « très fortement marqué » par l'activité minière, dans son intégralité [91].



Figure 28 - Zones de suivi de l'avifaune sur le secteur de la mine de Dothio en 2021.

Les 2 carrés STOT du secteur de Dothio sont considérés comme une seule station, dont le score est présenté en Figure 29.

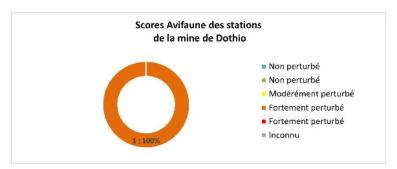


Figure 29 - Score par station pour le compartiment Faune du site minier de Dothio en 2021.

Les 18-19 février 2021, **23 espèces d'oiseaux étaient présentes** dans le secteur suivi (279 contacts, 16 familles [91]), parmi lesquelles 7 espèces sont endémiques et 2 classées sur la liste rouge UICN (codes en Annexe 4): l'autour à ventre blanc (*Accipiter haplochrous*, famille des Accipitridae, espèce endémique, statut UICN: NT, quasi-menacée d'extinction) et le pétrel de Tahiti (sous-espèce endémique, statut NT, quasi-menacée d'extinction, contacté également hors point d'écoute). Une espèce domine le peuplement d'oiseaux du secteur: le méliphage barré (*Phylidonyris undulata*, famille des Meliphagidae, sous-espèce endémique, sans statut UICN) avec une présence sur la totalité des points d'écoute et 61 contacts. 51 % des observations ont concerné des espèces endémiques, dont

seulement 0,4 % sont répertoriées sur la liste rouge UICN [91]. Les lieux les plus riches identifiés sont ceux le moins impactés par les activités minières ou exempts de celles-ci, notamment lorsque les milieux sont divers : plaine, montagne, prairie, maquis, forêt comme dans le secteur de la plaine Balansa par exemple.

Le busard de Gould a été contacté hors point d'écoute comme en 2017 [95] et le cagou l'aurait également été sur site plus de 5 ans auparavant [91], soit en 2016 ou avant. Le cagou, espèce patrimoniale, est suivi selon un autre protocole sur une concession voisine, voir Mine de Dothio – Populations de cagous (non intégrable au score).

### Deux espèces non contactées en 2021, l'avaient été lors des précédentes campagnes :

- le Ptilope vlouvlou (*Drepanoptila holosericea*, famille des Columbidae, statut UICN : LR, large répartition ; dernier contact sur le site en 2017 [95]);
- la perruche cornue (*Eunymphicus cornutus*, famille des Psittacidae, statut UICN : VU, vulnérable menacée d'extinction, dernier contact sur le site en 2019 [100]).

Lors du suivi de février 2021, « les formations forestières de fond de vallée n'étaient pas en fleur, la profusion d'oiseaux présente au cours de la session précédente n'a pas été observée » [91]. A noter également qu'un incendie a été détecté par l'OEIL dans les données du satellite Sentinel 2 : 1,58 ha auraient brûlé le 14/12/2020 dans un des carrés STOT surveillés, c'est à dire peu de temps avant le suivi de février 2021, en fond de vallée de l'affluent principal du creek Xwê Chima (voir Figure 30).

En 2021, **1** espèce introduite a été contactée pour la première fois depuis le début du suivi en 2016 : le martin triste communément appelé merle des Molluques (*Acridotheres tristis*, famille des Rhipiduridae).

Tendance d'évolution IPA sur le site : le suivi de l'avifaune sur le site de Dothio est en place depuis 2016. Sur les 4 saisons de suivi (faible recul temporel, valeurs IPA en Annexe 8), l'indice avifaunistique patrimonial (IPA) du secteur de Dothio était au plus haut en 2017 (6,7) et baisse depuis (5,3 en 2021 : état perturbé).



Figure 30 - Localisation des incendies détectés entre le 1<sup>er</sup> janvier 2020 et le 18 février 2021 grâce au satellite Sentinel 2 dans le secteur de la mine de Dothio. Source des données incendies : OEIL.

### V.2.3.3.c Mine de Dothio – Défrichements et Revégétalisation (non intégrable au score)

La Figure 31 présente le bilan des opérations de défrichement et de revégétalisation réalisés sur le site de Dothio depuis 2015.

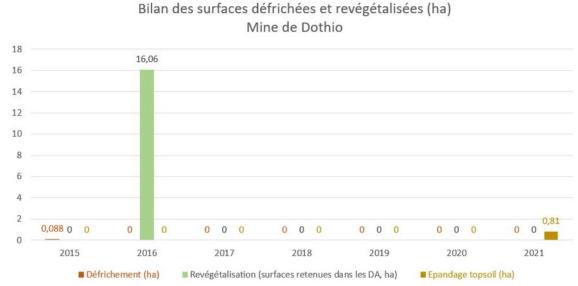


Figure 31 - Surfaces défrichées et revégétalisées (ha) par la SLN sur le site de la mine de Dothio depuis 2015.

Sources : déclarations minières annuelles.

Entre 2015 et 2021, 0,88 ha ont été défrichés, pour 16 ha revégétalisés sur le site (semis hydrauliques en 2016 [8]). Sur le site minier de Dothio, aucune activité de défrichement, revégétalisation ni récolte n'a eu lieu pendant la période 2020-2021 [82], [83].

#### V.2.3.3.d Mine de Dothio – Populations de cagous (non intégrable au score)

La population doit être surveillée dans le bassin versant qui accueille la concession SMMO5 (voir Figure 32), au titre des mesures compensatoires imposées par l'arrêté d'autorisation d'exploitation minière du 21/04/2015 pour la mine de Dothio. Les populations de cagous ont fait l'objet d'une évaluation en 2017 et 2019. En 2019, 9 individus ont été identifiés, appartenant à 3 familles. La composition des groupes semblait stable entre 2017 et 2019.

Aucun complément n'a été apporté au cours de la période 2020-2021.



Figure 32 - Localisation de la concession faisant l'objet de la surveillance des cagous dans le bassin de la Dothio.

#### V.2.3.3.e Mine de Dothio – Herpétofaune (non intégrable au score)

Par souci de protection de ces espèces fragiles sujettes au trafic international, ce document ne contient aucune carte de localisation des stations.

En périphérie de la concession Pauline, 3 stations d'échantillonnage vont permettre de suivre la présence des lézards. La première campagne de suivi a eu lieu 5 ans après l'inventaire initial, en mars 2022. Les résultats seront intégrés au prochain bilan environnemental.

### Historique des connaissances sur l'herpétofaune de la mine de Dothio

Le suivi de l'herpéthofaune sur le site de la mine de Dothio est prescrit par arrêté provincial (autorisation d'exploitation minière) car la dégradation et la perte d'habitat causées par l'activité minière exercent une forte pression sur ces animaux. En novembre 2017, le premier inventaire de l'herpétofaune sur le site de la mine de Dothio a mis en évidence la présence de 9 espèces de lézards, dont 3 menacées et une quasi-menacée d'extinction sur la liste rouge de l'UICN (voir Tableau 5, dans Lézards de la zone d'étude). 6 périmètres de prospection faunistique avaient été envisagés pour cet inventaire, tous en altitude : ils « englobent une mosaïque d'habitats de maquis ligno-herbacé ouvert, de maquis arbustif aux formations forestières denses humides de basse et moyenne altitude » [26]. Cependant, 4 de ces périmètres « n'ont pu être prospectés, à cause de la forte pente caractérisant ces habitats » (flancs du périmètre 1, à proximité des arasements et décharges) et seuls 2 l'ont été : 81,8 ha finalement prospectés (Perimetre01\_NordOuest et Perimetre02\_PlateauCuiras). A l'examen de la carte du rapport d'inventaire, les 2 secteurs prospectés sont les plus étendus et semblent les moins impactés

par l'activité minière. Avec 12 stations d'échantillonnage réparties au sein de 6 parcelles implantées dans ces 2 secteurs, 120 pièges collants ont été mis en place pendant 2 jours consécutifs (jour/nuit), en ciblant les micro-habitats des espèces fouisseuses, arboricoles, etc.

## V.2.3.3.f Mine de Dothio – Chiroptérofaune (non intégrable au score)

La chiroptérofaune est surveillée autour du site de la mine de Dothio depuis 2013.

Aucune campagne n'a eu lieu pendant la période 2020-2021.

## V.2.3.3.g Mine de Dothio - Espèces introduites

**Oiseaux**: le martin triste ou merle des Molluques (*Acridotheres tristis*, famille des Sturnidae) a été contacté en 2021, pour la première fois depuis le début du suivi en 2016 [101], [95], [100], [91].

« Des traces de **chiens errants** ont été observées en l'absence de pas humains » dans la zone de Dothio lors du suivi de la population des cagous [25]. Lors de cette étude de 2019, la **présence du cochon sauvage** a également été identifiée sur l'intégralité de la zone.

#### V.2.3.4. Résultats en milieux terrestres – Mine du Plateau de Thio

### V.2.3.4.a <u>Mine du Plateau de Thio – Air environnemental</u>

Sur cette mine, la qualité de l'air environnemental (retombées de poussières) a été suivi en 2011, 2015, 2018, 2019 et 2021. Pour la période 2020-2021, 2 campagnes de mesures ont été réalisées aux 6 stations sous influence de Thio Plateau, l'une début et l'autre fin 2021.

Le récapitulatif des scores obtenus aux stations de surveillance des retombées de poussières de la mine du Plateau en 2021 est présenté en Figure 33. Ce graphe est basé sur les mêmes éléments que ceux présentés en Synthèse des scores 2021 et éléments principaux – Milieux terrestres.



Figure 33 - Score des stations de suivi de la mine de Thio Plateau pour le compartiment Air en 2021.

Dans le détail pour 2021, le maximum de retombées de poussières en 21 jours d'échantillonnage en janvier était de 64,4 mg/m²/j à la station P9, bien en dessous du seuil réglementaire européen de 350 mg/m²/j. Sur la même période, la station P5 (au tritout) a enregistré la plus faible valeur (11 mg/m²/j) [102]. La valeur la plus faible enregistrée en 2019 s'élevait à 57 mg/m²/j pour ce site (le maximum était de 446 mg/m²/j en janvier 2019). Cette diminution très importante pourrait correspondre à une amélioration de la gestion des poussières sur le site, cependant les précipitations ont été importantes au cours des 2 périodes de mesures qui ont eu lieu en 2021 (157 mm sur 11 jours en début d'année et 179,5 mm sur 11 jours en fin d'année). Ces conditions météorologiques ont très probablement limité la mise en suspension des poussières dans l'atmosphère, peut-être également

limité certaines activités sur le site et possiblement aussi, d'après le rapport, évacué une partie des poussières collectées sur les plaquettes en place [103]. Les seules informations disponibles concernent les conditions observées au moment de la pose et de la dépose des plaquettes, sans indication sur les activités sur site pendant la période des mesures. Il est par conséquent difficile d'identifier la raison principale qui a conduit à cette amélioration très significative des scores de qualité de l'air.

<u>Remarque</u>: en janvier 2021, les plaquettes des stations P7 et P10 n'ont pas pu être récupérées, ce qui signifie que le score pour ces stations correspond uniquement à la mesure de novembre 2021 et non à la moyenne obtenue des 2 campagnes.

D'après la chronique des mesures disponibles pour le site, l'ensemble des mesures de 2021 montre une diminution à la fois par rapport à 2019 et par rapport aux valeurs des années antérieures. Notons que d'une année à l'autre les valeurs peuvent changer de façon très significative, ce qui rend l'évaluation d'une tendance difficile.

#### V.2.3.4.b Mine du Plateau de Thio – Avifaune (suivi temporel des oiseaux terrestres STOT)

Un carré STOT est suivi sur ce secteur. Le relief est moyennement marqué (160 à 558 m) et « recouvre largement l'ensemble des formations de la zone (crêtes, talwegs, flancs, croupes) ». La végétation est dominée par du maquis ligno-herbacé, arbustif et paraforestier, avec un lambeau de forêt humide au niveau du creek Wé Mwé (Ouanahoué, *Xwê Méé*) et sur les flancs sud du Bata Inemwâ [94]. Le substrat est différent des sites purement ultramafiques et la végétation s'en trouve également différente. D'anciens chemins de prospection et une ancienne petite mine sont présents sur le carré STOT.

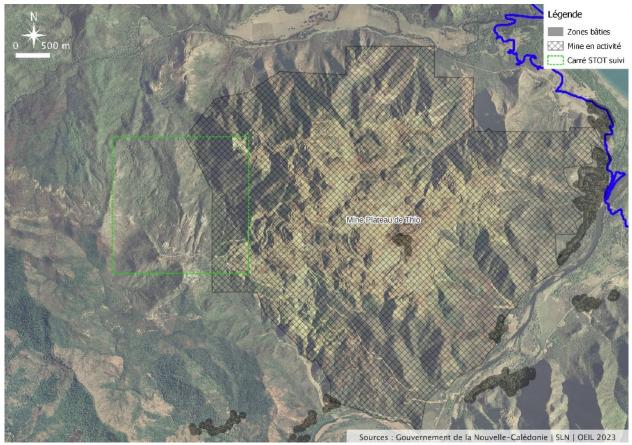


Figure 34 - Zones de suivi de l'avifaune sur le secteur de la mine du Plateau de Thio en 2021.

Le score du carré STOT du secteur de Thio Plateau pour 2021 est présenté en Figure 35.



Figure 35 - Score par station pour le compartiment Faune du site minier du Plateau de Thio en 2021.

Le 19 octobre 2021, **26** espèces d'oiseaux étaient présentes dans le carré de suivi (231 contacts, 18 familles [94]), parmi lesquelles 10 espèces sont endémiques et 2 classées sur la liste rouge UICN (codes en Annexe 4): l'autour à ventre blanc (*Accipiter haplochrous*, famille des Accipitridae, espèce endémique, statut UICN: NT, quasi-menacée d'extinction) et le carpophage géant (notou, *Ducula goliath*, famille des Columbidae, espèce endémique, statut NT, quasi-menacée d'extinction). Aucune espèce ne domine le peuplement d'oiseaux du secteur, cependant le méliphage barré (*Phylidonyris undulata*, famille des Meliphagidae, sous-espèce endémique sans statut UICN) et le Myzomèle calédonien (*Myzomela caledonica*, famille des Meliphagidae, espèce endémique sans statut UICN) ont été contactés à tous les points visités, respectivement 20 et 16 fois en tout. 51 % des observations ont concerné des espèces endémiques, dont seulement 2,2 % sont répertoriées sur la liste rouge UICN. Le milieu du secteur suivi est décrit comme riche par son nombre d'individus et par le nombre des espèces contactées et par des conditions d'écoute également favorables (sans vent). La géodiversité de la zone, qui favorise une plus grande biodiversité végétale, pourrait également expliquer cette richesse patrimoniale.

Deux espèces contactées lors des précédentes campagnes ne l'ont pas été en 2021 : le Ptilope vlouvlou (*Drepanoptila holosericea*, famille des Columbidae, statut UICN : LR, large répartition ; dernier contact sur le site en 2017 [94]) et la perruche cornue (*Eunymphicus cornutus*, famille des Psittacidae, statut UICN : VU, vulnérable menacée d'extinction, dernier contact sur le site en 2017 également).

Tendance d'évolution IPA sur le site : le suivi de l'avifaune sur le site de Thio Plateau est en place depuis 2016. Sur les 4 saisons de suivi (faible recul temporel, valeurs IPA en Annexe 8), l'indice avifaunistique patrimonial (IPA) est variable pour Thio Plateau, où il a augmenté entre 2016 et 2019 (7,7) puis diminué en octobre 2021 (6,6 : état modérément perturbé). D'après le rapport de l'étude du suivi 2021, il ne semble pas y avoir d'éléments différents des précédentes campagnes de suivi qui pourraient expliquer la variabilité de l'IPA : lors de la dernière campagne de comptage en 2019, le nombre important d'individus et d'espèces contactées avait déjà été relevé. En 2021, les conditions d'écoute étaient favorables sans vent tout comme en 2019.

### V.2.3.4.c Mine du Plateau de Thio – Défrichements et Revégétalisation (non intégrable au score)

La Figure 36 présente le bilan des opérations de défrichement et de revégétalisation réalisés sur le site du Plateau.

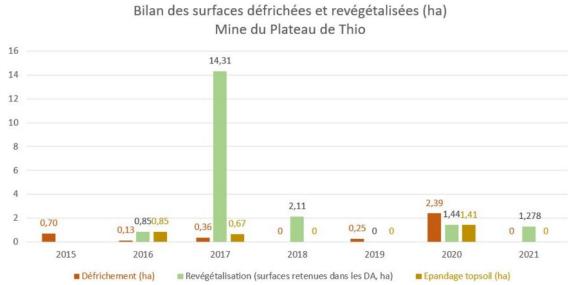


Figure 36 - Surfaces défrichées et revégétalisées (ha) par la SLN sur le site du Plateau de Thio depuis 2015.

Sources : déclarations minières annuelles.

Sur le site minier de Thio Plateau, **2,39 ha ont été défrichés** en 2020 [84]. Aucun défrichement en 2021 [85]. **2,72 ha ont également bénéficié d'actions de revégétalisation** (1,44 + 1,278 ha) et 1,41 ha d'épandage de topsoil sur la période 2020-2021 [104], [105]. Il n'y a pas eu de plantation d'espèce rare et menacée (ERM) en 2021.

Le 4 septembre 2020, un **inventaire pré-défrichement** sans collecte a porté sur le **secteur Tomuru** (sudouest du site) : 68 % de sols nus et **32** % **de maquis ligno-herbacé en bon état de conservation** ont été relevés dans les 13 810 m² inventoriés. **6 stations ERM** ont été identifiées, qui concernent 3 espèces : **Codia ferruginea** (endémique de Thio à Cap Bocage, classée <u>Vulnérable</u>), **Hibbertia heterotricha** (endémique de 3 secteurs dont Thio, classée <u>Vulnérable</u>) et **Styphelia enervia/Leucopogon enervius** (endémique de la Tontouta et du Koungouhaou, classée <u>En danger</u>).

Le 7 septembre 2020, le suivi phénologique de *Pycnandra intermedia*<sup>40</sup> a été réalisé sur l'ensemble du massif : l'espèce a été recensée en bordure de plusieurs zones du site minier, avec 47 % des individus en fleur et 34 % en fleurs et fruits [104]. En 2021, cette espèce n'était pas identifiée comme *menacée par les activités minières pour les 5 prochaines années*, de même que *Hibbertia heterotricha* (VU) et *Psychotria declieuxioides* (VU). En revanche, **Styphelia enervia/Leucopogon enervius** (EN), *Ficus mutabilis* (VU), *Arillastrum gummiferum* (VU) et *Codia ferruginea* (VU) le sont sur le site du Plateau [105].

En 2021, les récoltes de graines ont été infructueuses (pas de fructification chaque année et décalage de la fructification dû à la Niña). Les prochains bilans diront peut-être si cette absence de récolte a eu un impact sur la production de plants.

<sup>40</sup> *Pycnandra intermedia* est une plante de maquis minier rare et menacée, elle est classée vulnérable (VU) dans la liste rouge de l'UICN. Seulement 10 sous-populations sont connues : sur les sites miniers de Thio Plateau et Camp des Sapins, dans le bassin de la Tontouta et aux Dzumac [106].



### V.2.3.4.d Mine du Plateau de Thio – Herpétofaune (non intégrable au score)

Par souci de protection de ces espèces fragiles sujettes au trafic international, ce document ne contient aucune carte de localisation des stations de suivi de l'herpétofaune.

## Historique du suivi de l'herpétofaune du Plateau de Thio

L'herpétofaune du site de Thio Plateau a été caractérisée en 2014 (état initial [107]). 211 spécimens appartenant à 10 espèces différentes ont été observés : 7 espèces de scinques diurnes et 3 espèces nocturnes de geckos (voir Tableau 5, dans Lézards de la zone d'étude). Plusieurs suivis ont été réalisés en 2017 et 2019, qui ont donné lieu respectivement à l'observation de 40 spécimens de 9 espèces [108], dont 7 endémiques (5 scinques et 4 geckos) puis de 52 spécimens de 8 espèces [109], dont 6 endémiques (5 scinques et 3 geckos). Le margouillat, espèce introduite, est observé depuis 2017.

#### Résultats du suivi en 2021

En novembre 2021, le suivi herpétologique des 3 stations du site de Thio Plateau a permis de recenser 31 individus appartenant à 7 espèces de lézards (conditions favorables aux observations, [110]) :

- 3 espèces de scinques endémiques (11 individus);
- 3 espèces de geckos endémiques (20 individus dont 4 indéterminés car inaccessibles) ;
- 1 espèce introduite (margouillat).

Aucun rat n'a été observé lors de la campagne de suivi 2021.

L'expert rappelle dans son rapport que « la non-observation de certaines espèces ne signifie pas qu'elles soient absentes des sites prospectés, car leur détection peut demander parfois un effort de recherche conséquent, ainsi qu'une part importante de hasard pour certaines d'entre elles ». Il rappelle également que « la probabilité de détection d'une espèce, et cela pour toutes les espèces, est fortement influencée par la taille des populations » et que « la répartition spatiale non homogène de certains taxons les rendent parfois difficilement détectables » [110].

En 2021, « l'état de dégradation avancée des formations végétales rencontrées » déjà décrits lors des précédente campagnes explique « l'appauvrissement important des assemblages fauniques de ces zones perturbées » [110]. La détection des lézards en rendue « occasionnelle » et la densité spécifique est qualifiée de faible. Cela montre que les populations sont « en voie d'extinction dans le biotope échantillonné » car elles ne trouvent plus les conditions écologiques dont elles ont besoin.

Les incendies sont également susceptibles d'affecter les habitats des lézards. Une forte population de fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata*), signalée sur la concession Thio 2, et la forte anthropisation des habitats expliquent également ces résultats.

## V.2.3.4.e Mine du Plateau de Thio – Chiroptérofaune (non intégrable au score)

La chiroptérofaune est surveillée sur le site du Plateau grâce à un indice de fréquentation à 3 stations de suivi et en zone d'éclairage sur mine. Cet indice était faible en 2019 aux stations 1 (au nord-ouest du site) et 2 (à l'est près du village), avec les hypothèses d'explication suivantes : forte dégradation des habitats par l'activité minière, invasion de ces habitats par la fourmi électrique et fumée générée par les



nombreux incendies survenus dans la zone. L'indice de fréquentation était élevé en station 3 (amont du creek Tomuru) et aux points d'éclairage, suggérant une meilleure disponibilité des proies dans ces zones. La conséquence en zone éclairée est une modification problématique du comportement des chauves-souris<sup>41</sup>. L'absence de massif forestier important ou de maquis en fructification est l'hypothèse avancée pour expliquer que très peu de roussettes soient observées sur le site [8].

Aucune information supplémentaire disponible pour la période 2020-2021.

### V.2.3.4.f Mine du Plateau de Thio - Espèces introduites

Margouillat : observé depuis 2017.

Rat: pas observé lors du suivi de l'herpétofaune en novembre 2021.

Fourmi électrique (Wasmannia auropunctata): population importante sur la concession Thio 2.

### V.2.3.5. Résultats en milieux terrestres – Mine de Camp des Sapins

## V.2.3.5.a Mine de Camp des Sapins – Air environnemental

Sur cette mine, la qualité de l'air environnemental (retombées de poussières) a été suivi en 2011, 2015, 2018, 2019 et 2021. Pour la période 2020-2021, 2 campagnes de mesures ont été réalisées aux 4 stations sous influence du Camp des Sapins, l'une début et l'autre fin 2021.

Le récapitulatif des scores obtenus en 2021 aux stations de surveillance des retombées de poussières de la mine de Camp des Sapins est présenté en Figure 37. Ce graphe est basé sur les mêmes éléments que ceux présentés en Synthèse des scores 2021 et éléments principaux – Milieux terrestres.



Figure 37 - Score des stations de suivi de la mine de Thio Plateau pour le compartiment Air en 2021.

Pour 2021, toutes les stations présentent des scores « Non perturbé », avec des retombées inférieures aux autres années de suivi. Dans le détail pour 2021, le maximum de retombées de poussières en 21 jours en janvier était de 49 mg/m²/j à la station P4, bien en dessous du seuil réglementaire européen de 350 mg/m²/j. Sur la même période, la station P1 (au tritout) a enregistré la plus faible valeur (3,3 mg/m²/j) [102]. La valeur la plus faible enregistrée en 2019 s'élevait à 53 mg/m²/j en janvier 2019 pour ce site (le maximum était de 155,6 mg/m²/j en décembre 2019). Cette diminution très importante pourrait correspondre à une amélioration de la gestion des poussières sur le site, cependant les précipitations ont été importantes au cours des 2 périodes de mesures qui ont eu lieu en 2021

<sup>41</sup> L'attraction des chauves-souris pour les zones éclairées a un impact négatif sur ces animaux car elle modifie les comportements de chasse et le rôle écologique majeur qu'elles assurent [8].



(108,7 mm sur 9 jours en début d'année et 69,6 mm sur 10 jours en fin d'année). Ces conditions météorologiques ont très probablement limité la mise en suspension des poussières dans l'atmosphère, limité les activités sur le site et, comme l'indique le rapport, possiblement aussi évacué une partie des poussières collectées sur les plaquettes en place [103]. Les autres informations disponibles concernent les conditions observées au moment de la pose et de la dépose des plaquettes, sans indication sur les activités sur site pendant la période des mesures. Il est par conséquent difficile d'identifier la raison principale qui a conduit à cette amélioration très significative des scores de qualité de l'air.

D'après la chronique des mesures disponibles pour le site, l'ensemble des mesures de 2021 montre une diminution à la fois par rapport à 2019 et par rapport aux valeurs des années antérieures. Notons que d'une année à l'autre les valeurs peuvent changer de façon très significative, ce qui rend l'évaluation d'une tendance difficile.

## V.2.3.5.b Mine de Camp des Sapins – Avifaune (suivi temporel des oiseaux terrestres STOT)

Selon le rapport d'expertise pour l'année 2021, 5 carrés STOT<sup>42</sup> d'altitude qui ont été visités, entre le mont Cidoa, le pic Ninga et la crête du Kögwaru (Koungouhaou Nord). Le secteur « recouvre largement l'ensemble des formations géomorphologiques de la zone (crêtes, talwegs, flancs, croupes) », entre 300 et 1 185 m [94]. Le rapport y décrit des flancs escarpés, très érodés, où sont présentes des formations à Araucaria et Agatis aux sommets et où les maquis ligno-herbacé, arbustif dominent, sans forêt humide et avec quelques lambeaux de maquis paraforestier en talweg. Le site est décrit comme très marqué par la mine : en activité, il présente également d'anciennes installations et chemins de prospection.

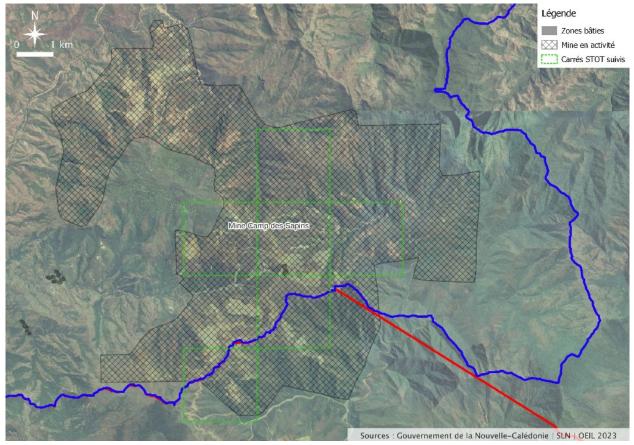


Figure 38 - Zones de suivi de l'avifaune sur le secteur de la mine de Camp des Sapins en 2021.

<sup>42</sup> Le site de Camp des Sapins était d'abord suivi grâce à 3 carrés STOT. 2 nouveaux carrés ont été ajoutés en 2019 [8].

Les 5 carrés STOT du secteur de Camp des Sapins sont considérés comme une seule station, dont le score 2021 est présenté en Figure 39.



Figure 39 - Score par station pour le compartiment Faune du site minier de Camp des Sapins en 2021.

Les écoutes ont été réalisées les 20-21 octobre 2021 et du 14 au 16 mars 2022. Les valeurs rapportées reflètent l'ensemble des deux campagnes d'écoute sur le secteur [94]. Le rapport indique que 21 espèces d'oiseaux étaient présentes (450 contacts, 15 familles), parmi lesquelles 9 espèces sont endémiques et 3 classées sur la liste rouge UICN (codes en Annexe 4) : le cagou (Rhynochetos jubatus, famille des Rhynochetidae, espèce/groupe endémique, statut UICN EN en danger de disparition, également contacté hors point d'écoute), le carpophage géant (notou, Ducula qoliath, famille des Columbidae, espèce endémique, statut NT, quasi-menacée d'extinction) et la mégalure calédonienne (Megalurulus mariei, famille des Sylviidae, espèce endémique, statut UICN LC préoccupation mineure). Aucune espèce n'a été rencontrée partout. Le méliphage barré (Phylidonyris undulata, famille des Meliphagidae, sous-espèce endémique sans statut UICN) est cependant présent à presque tous les points et domine le peuplement. 74,4 % des observations ont concerné des espèces endémiques, dont seulement 1,6 % sont répertoriées sur la liste rouge UICN. Le milieu le plus riche du secteur suivi se situe à proximité de la réserve du pic Ningua, couvert de forêts, cependant des secteurs moins riches accueillent toujours des espèces classées UICN comme la mégalure calédonienne. La population de cagous du secteur du pic Ninga est identique à celle contactée la saison précédente de suivi et une population est également identifiée au mont Cidoa grâce à un enregistrement automatique.

Aucune espèce invasive détectée en octobre 2021 et en mars 2022.

Tendance d'évolution IPA sur le site : le suivi de l'avifaune sur le site de et Camp des Sapins est en place depuis 2016. Sur les 4 saisons de suivi (faible recul temporel, valeurs IPA en Annexe 8), l'indice avifaunistique patrimonial (IPA) semble plutôt diminuer à Camp des Sapins : de 4,6 en 2016 puis 6,3 en 2017, il diminue depuis pour atteindre 4,8 en 2021 (état fortement perturbé).

#### V.2.3.5.c Mine de Camp des Sapins – Défrichements et Revégétalisation (non intégrable au score)

La Figure 40 présente le bilan des opérations de défrichement et de revégétalisation réalisées sur le site de Camp des Sapins ces dernières années.

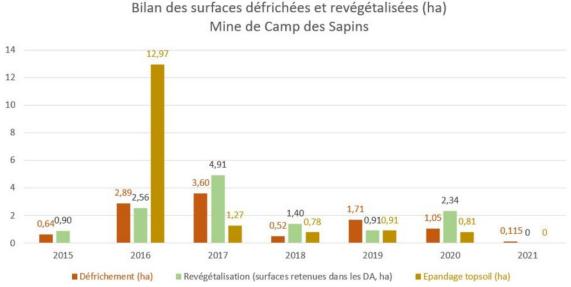


Figure 40 - Surfaces défrichées et revégétalisées (ha) par la SLN sur le site du Camp des Sapins depuis 2015.

Sources : déclarations minières annuelles.

Pour la période 2020-2021, en dehors du programme de conservation des ERM (voir ci-après), 1,165 ha ont été défrichés et 2,34 ha revégétalisés sur Camp des Sapins [71], [111]. A l'échelle du site entre 2015 et 2021, le total défriché atteint 10,53 ha [70]. Notons que si certaines zones défrichées pendant la période 2020-2021 concernent une surface résiduelle entourée de surfaces déjà défrichées, le maquis défriché en 2020 sur le chantier Porcelaine se situe en revanche dans un sous-bassin versant qui restait jusque-là préservé du défrichement. Ce chantier est implanté à l'amont immédiat (~150 m) d'une petite relique de forêt humide qui persiste en fond de vallée. Outre la disparition directe des individus liée au défrichement, les activités sur ce chantier sont par conséquent susceptibles d'exercer également une pression quasi-directe sur le reliquat de forêt humide voisin (bruit, poussières, etc.).

Sur le site minier de Camp des Sapins, du topsoil a été épandu sur 0,81 ha des verses SS4 Ext et Amphi 1 en 2020 [86].

# Inventaires préalables aux défrichements et défrichements réalisés en 2020 et 2021

En préalable à des opérations de défrichement, 3 inventaires des ERM ont été réalisés en juin 2020 sur les secteurs Rive Gauche Tontou (Points 171-153-154), 3 Piments et Porcelaine. Le Tableau 23 récapitule les espèces identifiées et le nombre estimé d'individus ERM qui étaient présents dans ces zones destinées à la destruction.

Tableau 23 - Estimation des pertes en ERM par défrichement sur le site de Camp des Sapins en 2020. (source : déclaration minière)

		Estimati		e minimum d' a destruction	individus	Estimation		e maximum d a destruction	'individus
	Année		20	20			20	020	
Espèce végétale	Statut UICN	Rive gauche Tontou°	3 Piments *	Porcelaine *	Minimum total	Rive gauche Tontou°	3 Piments *	Porcelaine *	Maximum total
Agathis ovata	EN	1 595	290	24	1 909	3 585	650	60	4 295
Araucaria rulei	EN	-	700	1-1	700	-	1 450	-	1 450
Dendrobium oppositifolim	VU	6	120		6	28			28
Geissois lanceolata	VU	3	-	-	3	14	-	-	14
Guioa sp. (Munzinger 4614)	VU	8	-	3	11	42	-	15	57
Hibbertia heterotricha	EN	1 509	11	111	1 631	3 488	25	245	3 758
Melaleuca sphaerodendra	EN	281	1	18	300	466	5	45	516
Pycnandra intermedia	EN	14	-	-	14	69	-	-	69

#### Légende

Statut UICN

\* Secteur déjà en activité lors de l'inventaire

EN : espèce menacée en danger de disparition

° Nouveau secteur - Non estimé

VU : espèce menacée vulnérable

En 2021, d'autres inventaires de pré-défrichement ont eu lieu, également sur les secteurs 3 Piments et Porcelaine. Le Tableau 24 présente les résultats estimés sur les 29 stations identifiées dans le secteur 3 Piments (1,476 ha inventoriés) et sur les 5 stations identifiées dans le secteur Porcelaine (0,12 ha inventorié) [111].

Tableau 24 - Estimation des pertes en ERM par défrichement sur le site de Camp des Sapins en 2021 . (source : déclaration minière)

			on du nombre destinés à la			n du nombre destinés à la	
	Année 2021			2021			
Espèce végétale	Statut UICN	3 Piments *	Porcelaine *	Minimum total	3 Piments *	Porcelaine *	Maximum total
Agathis ovata	EN	86	2	88	215	10	225
Araucaria rulei	EN	455	2	455	1 005	_	1 005
Guioa sp. (Munzinger 4614)	VU	6	1	7	135	5	140
Hibbertia heterotricha	EN	132	105	237	310	230	540
Melaleuca sphaezodendra	EN	-	62	62		160	160

## Légende

Statut UICN

EN : espèce menacée en danger de disparition

\* Secteur déjà en activité lors de l'inventaire

VU : espèce menacée vulnérable

- Non estimé

Sur le Camp des Sapins, 1,05 ha ont été déclarés défrichés en 2020 sur Porcelaine et 3 Piments (Concession Voralberg) [86]. Le cumul des surfaces détaillées [20] est légèrement différent avec 1,083 ha (Tableau 12), ce qui reste du même ordre de grandeur. 0,115 ha ont été défrichés en 2021 sur la concession Vorarlberg [111]. Les défrichements ont exclusivement concerné des zones de maquis (voir Tableau 12). Pendant la période 2020-2021, une collecte de 386 graines d'Araucara rulei a eu lieu [111].

Tableau 25 - Types de surfaces défrichées en 2020 et 2021 sur le site minier de Camp des Sapins (concession Vorarlberg ; source déclaration minière)

		Surface défrichée (ha)			
Formations végétales		2020	2021	Total	Total
Maquis arbustif		-	0,003	0,003	
Maquis arbustif fermé		-	0	0	
iringine unwould fellife		-	0	0	
	sur cuirasse	0,03	-	0,03	
Maquis arbustif ouvert	sur cuirasse sous Agathis ovata	0,11	-	0,11	0,22
+	sur cuirasse sous Araucaria rulei	0,08	-	0,08	
Maquis ligno-herbacé		-	0,002	0,002	
Maquis ligno-herbacé fermé		-	0,009	0,009	0,975
	sur pente érodée	0,16		0,16	
			0,101	0,101	
	sur pente érodée	0,43	-	0,43	
• • · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	à gleicheniace	0,04	-	0,04	
Maquis ligno-herbacé ouvert	à greslania	0,005	-	0,005	
	à pteridium	0,12	-	0,12	
	sous Agathis ovata	0,1	-	0,1	
	sous Araucaria rulei	0,008	-	0,008	
Forêt humide			0	0	(
Savane			0	0	(
Autre type de végétation			0	0	(
	Total	1,083	0,115	1,198	1,198

#### Conservation des espèces rares et menacées

Des programmes de sauvegarde des espèces rares et menacées (ERM) ont été imposés à la SLN sur le site du camp des Sapins par des arrêtés réglementaires de 2005 et 2011. Ils concernent 2 espèces classées EN par l'UICN (en danger de disparition, détail des statuts UICN en Annexe 4): *Araucaria Rulei* et *Agathis ovata*. Ces programmes mis en place en 2016 doivent décrire les populations existantes pour identifier les zones pertinentes non impactées par l'activité minière, de manière à redensifier ces populations à partir de jeunes plants élevés en pépinière [8]. Des plantations de ces espèces avaient déjà eu lieu auparavant dans le conservatoire (2009, 2012, 2014) [111].

Les plantations du conservatoire sont actuellement suivies pendant 2 ans. Un suivi simple <sup>43</sup> des plants réintroduits en 2018-2019 a été réalisé en 2020 [113] : sur les 156 *Araucara rulei* suivis, ceux plantés en 2018 (133 individus) étaient passés de 29 % de mortalité en 2019 à 34,6 % en août 2020 (7 nouveaux plants morts). Parmi les 23 plants de février 2019, les 17 restants en août 2019 étaient toujours vivants en août 2020 (26 % de mortalité). Les plants qui ont reçu du compost survivent un peu mieux que ceux qui n'en ont pas reçu et l'écorce de certains individus avait été consommée par des rongeurs. Sur les 9 *Agathis ovata* suivis, 2 individus sur les 3 plantés en 2018 étaient morts en août 2020 et 1 individu sur les 6 plantés en 2019 était mort en 2020. En août 2021, 58 plants de 2019-2020 ont été suivis [112] : pas de nouvelle mortalité sur les plants de février 2019 et 12 plants de 2020 avaient péri (20,7 % de mortalité). L'effet compost reste équivalent aux observations de 2020 et aucun nouveau cas d'écorce rongée n'a été constaté. Les plants suivis d'Agathis ovata de 2019 vivaient encore lors du suivi 2021 et sur les 37 plants suivis de 2020, 14 sont morts (41% de mortalité).

4,32 ha du conservatoire (concession Vorarlberg) ont bénéficié de la mise en place de 1 310 nouveaux plants en 2020 [71] : 945 plants d'*Araucaria rulei* et 365 d'*Agathis ovata*, qui sont venus enrichir les zones plantées en 2012 (ARZ1201) et en 2014 (ARZ1401). En 2021, 622 plants ont aussi été réintroduits dans la zone du conservatoire pour un « ré-enrichissement » des zones plantées en 2009 [111] : 574 *Araucara rulei* et *48 Agathis ovata*, tous issus de récoltes sur le site minier en 2015, 2017, 2018 et 2019

<sup>43</sup> Le suivi simple consiste à évaluer l'état phytosanitaire et à noter la présence de fruits et de graines pour chaque plant suivi. Les coordonnées des plants sont connues et chaque plant suivi est marqué d'un piquet et identifié par une étiquette en aluminium [112].

(graines ou plantules) [114]. A l'issue de la période du bilan 2020-2021, l'objectif de réintroduire 18 000 plants d'Araucara rulei était atteint à 63,4 % et celui de 3 000 plants d'Agathis ovata atteint à 24,5 % [112].

## V.2.3.5.d <u>Mine de Camp des Sapins – Populations de perruches à front rouge (non intégrable au score)</u>

L'arrêté d'autorisation d'exploiter la mine de Camp des Sapins du 19/11/2014 impose une mesure compensatoire consistant à étudier les perruches à front rouge, classée LC dans la liste rouge UICN (préoccupation mineure, détail des statuts en Annexe 4). Leurs populations doivent être suivies et la reproduction de l'espèce estimée sur le secteur du site minier [8].

Les perruches à front rouges ont été observées en 2013, 2017 et 2019 dans les grands lambeaux forestiers connectés aux forêts humides du mont Cidoa, lambeaux où elles semblent également se reproduire [8]. Aucune information supplémentaire collectée en 2020-2021.

# V.2.3.5.e <u>Mine de Camp des Sapins – Herpétofaune (non intégrable au score)</u>

Par souci de protection de ces espèces fragiles sujettes au trafic international, ce document ne contient aucune carte de localisation des stations.

Le Tableau 5, dans la partie Lézards de la zone d'étude, récapitule l'herpétofaune observée dans la zone du Camp des Sapins.

En 2021, le suivi herpétologique des 4 stations du Camp des Sapins a permis de recenser 51 individus appartenant à 7 espèces de lézards, déjà rencontrées lors des précédents suivis et toutes classées dans la liste rouge UICN [27] :

- 5 espèces de scinques (28 individus), dont 4 endémiques et 1 autochtone ;
- 2 espèces de geckos (23 individus dont 1 indéterminé car inaccessible), toutes deux endémiques.

En 2021, l'herpétofaune au niveau des stations de suivi « présente une dynamique relativement constante au cours du temps ». L'écart entre suivis serait souvent dû à la variation des conditions d'observation en altitude, à des effectifs faibles pour certaines populations de lézards ou encore des comportements plus discrets. Dans tous les cas, « la non-observation de certaines espèces ne signifie pas qu'elles soient absentes des sites prospectés » [27].

« L'état de dégradation avancée des formations végétales rencontrées » déjà décrit lors des précédentes campagnes explique « l'appauvrissement important des assemblages fauniques de ces zones perturbées » [27]. La détection des lézards est rendue « occasionnelle » et la densité spécifique est qualifiée de faible. Cela montre que les populations sont « en voie d'extinction dans le biotope échantillonné » car elles ne trouvent plus les conditions écologiques dont elles ont besoin.

**Le rat**, malgré une densité de population estimée faible, est un prédateur majeur des lézards calédoniens. En 2021, il **a été observé à 2 des 4 stations de suivi** [27].

## Historique des connaissances sur l'herpétofaune du Camp des Sapins

Une première étude s'est penchée sur l'herpétofaune du site entre 2011 et 2013 [115]. 15 espèces ont été identifiées, dont 13 déjà décrites et 2 nouvelles espèces génétiquement distinctes. Un grand gecko du genre *Rhacodactylus* a également été observé sans être identifié. La présence de 16 espèces était alors connue sur la zone. Le margouillat, non observé auparavant, a été rencontré seulement dans les bâtiments du centre minier.

En 2015, plusieurs zones potentiellement riches ont été prospectées :

- « offset B », composé de 2 zones, l'une au nord et l'autre au sud du mont Ningua [116] : 16 espèces différentes, dont 11 espèces de scinques et 5 espèces de geckos. La présence du rat, prédateur des lézards, a été constatée dans les deux zones;
- « offset E », à l'amont de la Ouenghi, dans du maquis paraforestier sur pentes [117] : 7 espèces différentes, dont 5 espèces de scinques et 2 de geckos. La présence du rat a été constatée ;
- zone du mont Çidoa [118] : la météo et la période de prospection étaient défavorables, aucun lézard collecté malgré la diversité des milieux prospectés. Le rat a en revanche été observé.

Toujours en 2015, le premier suivi réglementaire a été réalisé sur 4 stations (différents types de maquis, conditions favorables aux observations). 6 espèces ont été détectées, dont 4 espèces de scinques et 2 de geckos (4 individus indéterminés) [119]. Toutes font partie de la liste rouge de l'UICN.

En 2017, une synthèse des connaissances sur l'herpétofaune a été réalisée et a recensé 19 espèces de lézards connus dans la zone [120] : elles sont toutes classées sur la liste rouge de l'IUCN, dont 2 sont classées DD (données insuffisantes). Le suivi réglementaire de 2017 a détecté 8 espèces de lézards (conditions favorables aux observations) : 5 espèces de scinques et 3 de geckos (2 individus indéterminés car inaccessibles). La plupart des espèces ont déjà été détectées lors du suivi de 2015 et 2 nouvelles espèces ont été observées aux stations de suivi, déjà connues sur le secteur et aux effectifs réduits [65]. Le rat n'avait pas été observé aux stations de suivi en 2017.

Le suivi réalisé en 2019 sur les 4 stations a permis de détecter 6 espèces de lézards (conditions favorables aux observations diurnes, moins en nocturne) : 4 espèces de scinques et 2 de geckos (2 individus indéterminés car inaccessibles). La présence du rat a de nouveau été constatée en 2019, sur 3 des 4 stations de suivi.

## V.2.3.5.f Mine de Camp des Sapins – Espèces introduites

Margouillat (Hemidactylus frenatus): identifié sur le site pour la première fois en 2011 [115].

Rat : le rat, prédateur majeur des lézards, a été rencontré lors des prospections de l'herpétofaune au moins en 2015 [116], [117] et en 2021 [27].

Cerfs et cochons sauvages : l'expertise sur l'herpétofaune de 2013 a souligné la nécessité d'un plan de gestion de ces espèces [115]. Lors du suivi des plantations du conservatoire en 2021, « de nombreux passages de cochon » ont été signalés : à ce stade la survie des plants ne semblait pas menacée mais les fouilles étaient parfois proches des plants [112].



## VI. Bilan de Thio 2020-2021 – Eaux douces

S'intéresser aux milieux d'eaux douces signifie prendre en considération aux zones humides et en eau, en particulier les dolines, étangs et lacs, les cours d'eau et les eaux souterraines.

# VI.1. Méthodologie – Eaux douces

Le bilan environnemental sur les milieux d'eaux douces repose sur plusieurs types de suivis, qui s'appuient sur différents réseaux de stations présentés ci-après (voir Suivis environnementaux – Eaux douces et Localisation des stations – Eaux douces).

Chaque station d'eau douce subit potentiellement des influences naturelles et anthropiques en provenance de l'amont. Le réseau des stations est donc hiérarchisé pour identifier les liens hydrographiques entre stations. Les influences sur chaque station sont ensuite caractérisées pour être en capacité d'analyser les résultats des suivis environnementaux (voir Caractérisation des influences à l'amont des stations – Milieux d'eaux douces).

Une fois l'environnement des stations caractérisé, la qualification de chaque paramètre suivi est réalisée pour chaque station, qu'elle soit considérée sous influence ou comme référence (voir Qualification des paramètres – Milieux d'eaux douces). Cette analyse permet également d'évaluer la qualité des suivis environnementaux des eaux douces examinés (voir Évaluation de l'exploitabilité des suivis – Milieux d'eaux douces).

La qualité de l'environnement est finalement évaluée à chaque station, sur la base des paramètres analysés qui contribuent à la qualification environnementale des stations (voir Qualification des stations – Milieux d'eaux douces). La démarche d'amélioration continue adoptée dans le cadre du suivi environnemental de la région de Thio permet également de faire le point sur les demandes du Comité Technique du bilan de Thio et sur les réponses qui y sont apportées (voir Amélioration continue pour les milieux d'eaux douces).

#### VI.1.1. Suivis environnementaux – Eaux douces

Le suivi environnemental des milieux d'eaux douces repose sur plusieurs types de données :

- ✓ mesures physico-chimiques ponctuelles ou récurrentes ;
- ✓ caractérisation des indices biotiques IBNC et IBS basés sur les macro-invertébrés et l'IDNC basé sur les diatomées.

L'ensemble des suivis des milieux d'eaux douces accessibles pour le présent bilan de Thio 2020-2021 est récapitulé dans le Tableau 26. Parmi les données réglementaires collectées par les opérateurs miniers de la région (suivis de la physico-chimie, suivi biologique), la SLN en fournit l'essentiel. La SMT fournit habituellement les données de sa station présente dans la zone d'étude (mine de Nakéty), cependant il a été impossible pour l'OEIL de collecter les données à temps pour réaliser le présent bilan. L'OEIL n'a pas eu accès aux données de la NMC sur la zone d'étude pour le présent bilan (mine Circée). Les données publiques de physico-chimie des eaux douces sont collectées sur des stations et captages en zone sous influence et hors d'influence par la DAVAR et la DASS, respectivement dans le cadre du plan de surveillance « qualité de l'eau » et du plan de sécurité sanitaire des eaux (PSSE). Les données

relatives à la distribution d'eau potable ne sont pas considérées dans le bilan environnemental car seuls les prélèvements en milieu naturel sont pris en compte. Il arrive également que l'OEIL réalise, de sa propre initiative, des acquisitions de données complémentaires, pour renforcer la pertinence du diagnostic. Dans le cadre du présent bilan, l'OEIL a réalisé une campagne de suivi des diatomées en 2021.

Tableau 26 - Principales caractéristiques des suivis réalisés sur les milieux d'eaux douces de la région de Thio.

Desoutter et Bertaud, 2021 modifié : suivis non accessibles pour le bilan 2020-2021 en gris).

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Points de prélèvement	Début des suivis	Fréquences de sulvi	Méthodes de mesure	Périodes	Suivis contribuant au diagnostic ?	
		SLN	stations sous influence et hors d'influence	2012 (8 stations) 2017 (12 stations)	semestrielle		crue (mai) et étiage		
		SMT	stations sous influence	2012 (1 station)	semestrielle		(octobre)		
10		NMC	station sous influence	?	?		?	]	
Physico-chimiques	Physicochimie des	DAVAR	stations sous influence et hors d'influence	2015 (6 stations)	variable (semestrielle à trimestrielle)	- prélèvements d'eau dans des flacons et mesures en laboratoire - mesures in situ à l'aide d'une sonde multi-paramétrique	variable		
o-dhi	eaux de surface (rivières)	DAVAR	captages hors d'influence	2007 (5 captages)	ponctuelle (2007 et 2009)		laboratoire variable	variable	non
Physic	(Inveres)	DASS	captages hors d'influence	2007 (5 captages) 2010 (12 captages) 2016 (2 captages) 2017 (1 captage)	ponctuelle (2007, 2010, 2016 et 2017)		variable		
		OEIL	stations sous influence et hors d'influence	2019	ponctuelle		étiage (octobre)		
	Macroinvertébrés	SLN	stations sous influence et hors d'influence	2012	annuelle	7 prélèvements réalisés sur différents habitats à l'aide étiage			
9		SMT	stations sous influence	2012	annuelle			oui	
Biologiques	(rivière)	OEIL	stations sous influence et hors d'influence	2019	ponctuelle	d'un filet Surber (Mary N.,2016)	(octobre)		
Biol	Diatomées	OEIL	stations sous influence et hors d'influence	2019	ponctuelle	Prélèvement du biofilm présent sur 10 galets à l'aide d'une brosse à dent	étiage (octobre)	oui	

Les premiers suivis des eaux douces en milieu naturel dans la région de Thio ont été lancés en 2012 (suivis réglementaires), ce qui donne pour le présent bilan un recul de 8 à 9 ans au maximum pour les suivis les plus documentés. Les suivis réguliers en eaux douces lancés le plus récemment concernent de nouvelles stations SLN de suivi physico-chimique en rivière, implantées en 2021. Le suivi des eaux souterraines n'est pas encore effectif dans la région, malgré un piézomètre évoqué sur Camp des Sapins [71] p.16 (aucun suivi rapporté).

## VI.1.1.1. Suivis physico-chimiques en milieu naturel

La fréquence des analyses physico-chimiques aux stations réglementaires est basse : souvent semestrielle, parfois trimestrielle.

Les mesures ponctuelles de la DASS et la DAVAR complètent le jeu de données disponibles : également en milieu naturel, au niveau de certains captages de la commune de Thio. Ces mesures ont contribué à la mise en place de gammes de référence.

En complément, l'OEIL réalise ponctuellement des analyses indépendantes pour le suivi physicochimique des eaux douces au niveau de certaines stations.

Malgré l'existence de ces données, le Comité Technique du Grand Sud, dont les décisions se répercutent également sur la méthodologie du bilan de Thio, a estimé en réunion du 11/12/2019 qu'un minimum de 8 valeurs par an est nécessaire pour être en capacité de qualifier des stations de suivi en rivière sur des

critères physico-chimiques. La fréquence des suivis semestriels (2 valeurs par an) ou trimestriels (4 valeurs par an) est donc insuffisante.

Par ailleurs, le volume de données disponible pour établir les gammes de référence en eaux douces est lui aussi limité, alors qu'un minimum de 30 valeurs serait requis d'après le Comité Technique du Grand Sud (réunion du 13/05/2019).

Ces deux derniers points ont conduit à écarter les suivis physico-chimiques des eaux de rivière de la qualification des stations. Les informations issues de ces suivis ont tout de même été analysées et les éléments remarquables rapportés.

## VI.1.1.2. Suivis biologiques en milieu naturel

Actuellement, seuls les suivis réglementaires permettent d'évaluer régulièrement l'état biologique des cours d'eau de la Grande Terre. Ils reposent sur des prélèvements de macro-invertébrés (MIB) d'eau douce et sont réalisés depuis 2012 à chaque étiage, à certaines stations. Cela permet d'évaluer deux indices aux stations suivies : l'IBNC (Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie) et l'IBS (Indice BioSédimentaire).

Pour compléter l'évaluation de l'état biologique des cours d'eau, l'OEIL finance ponctuellement des analyses de MIB à certaines stations pour obtenir des données de référence supplémentaires, ou encore des analyses sur les diatomées pour caractériser un troisième indice : l'**IDNC** (Indice Diatomique de Nouvelle-Calédonie).

Ces 3 indices informent sur l'état des rivières. En cas de perturbation, les communautés de macro-invertébrés et de diatomées réagissent : les espèces les plus sensibles disparaissent en premier alors que les plus tolérantes à la pollution ou au stress environnemental persistent bien plus longtemps. Les indices biologiques « témoignent de la structure d'une biocénose constituée d'organismes intégrateurs sur le long terme et restent sensibles à des perturbations de type chronique ou bien épisodiques mais suffisamment intenses pour entraîner une mortalité immédiate » [121].

La qualité de l'environnement aux stations de surveillance est évaluée exclusivement sur la base des indices biologiques dans ce bilan.

#### VI.1.2. Localisation des stations – Eaux douces

Les différents réseaux de suivi des milieux d'eaux douces cités précédemment permettent de disposer de deux types de stations, considérées comme influencées ou non par l'activité minière actuelle :

- « stations de suivi » : sous influence de l'activité minière actuelle ;
- « stations hors d'influence » minière actuelle.

Une station, qu'elle soit ou non sous influence des activités minières actuelles, peut également subir d'autres pressions comme les incendies, l'érosion, les anciennes mines ou d'autres

activités humaines par exemple. Les influences à chaque station d'eaux douces ont été caractérisées lors du bilan de Thio 2019 (voir tableau de synthèse Caractérisation des influences à l'amont des stations – Milieux d'eaux douces).

Le Tableau 27 présente le classement des stations suivies, selon qu'elles sont sous influence de l'activité minière ou non. L'influence des incendies sur le bassin versant des stations de référence a été examinée pour les années 2020-2021 en consultant la base de données de surveillance des incendies de l'OEIL : aucun nouvel incendie n'a été détecté dans un de ces bassins versants de référence.

Tableau 27 - Liste des stations d'eaux douces (rivières) sous influence et hors d'influence minière.

Certaines stations hors d'influence ont été exclues des gammes de références, voir détails dans Caractérisation des influences à l'amont des stations – Milieux d'eaux douces.

Les coordonnées géographiques des stations sont disponibles en Annexe 9. Stations hors d'influence Stations de suivi Zone Station Prélèvement Zone Station Influence minière Prélèvement Station 4° Mine de Nakety BV Dothio DOTH150 Dothio Amont ^ Mine de Nakety, Mine Circée, Mine Dothio Dothio Sud ^ Mine Dothio Captage de KOUA \* Ouagna ^ Hwaa Ref 1° Mine Dothio Dothio Aval ^ Captage KOUARE \* BV Dothio Mine de Nakety, Mine Circée, Mine Dothio Mee ^ Mine Thio Plateau HGL ^ Mine Thio Plateau tage SAINT PIERRE 1 BV Thio DOTH300 " Mine de Nakety, Mine Circée, Mine Dothio, Thio Plateau Captage SAILLE WEL501-01 ^ Hwaa aff jardin ^ Captage OUINDO Mine Camps des Sapins Hwaa 050 ^ ° Mine Camps des Sapins KouergoaF2 aptage PETROGLYPHES Mine Camps des Sapins THIO100 Mine Camps des Sapins THIO300 Point 172 A Mine Camps des Sapins BV Ouenghi Référence A ^ Tomuru amont Mine Thio Plateau Fosse aux lions ^ Mine Thio Plateau Captage Saint Paul Village ^ Mine Thio Plateau BV Thio Nedoro ^ Mine Thio Plateau Mue ^ 6 Mine Thio Plateau Thio (zone littorale) Captage de SAINT JOSEPH Captage Mue ^ Mine Thio Plateau Captage de SAINT JEAN-BAPTISTE \* CIMO501-01 ^ Mine Thio Plateau Captage de ROUVRAY \* Moulinet ^ Mine Thio Plateau St Martin ^ Mine Thio Plateau Boulouparis THIO800 ' Référence B ^ Mine Thio Plateau Ngere ^ Nou Amont ^ Mine Thio Plateau Houailou FOU501-01 ^ Mine Thio Plateau Nou Aval ^ Mine Camps des Sapins Kwere ^ TON520-01A ^ Mine Camps des Sapins Mine Camps des Sapins BV Quenehi Hwaa Kwede Amont A ^ Légende : Mine Camps des Sapins Point 89 ^ Station ^ du réseau de suivi de la SLN Mine Camps des Sapins Station \*\* du réseau de suivi de la SMT Byzance 121 ^ Mine Camps des Sapins Station " du réseau de suivi de la DAVAR Total Station \* du réseau de suivi de la DASS Degré d'influence par rapport Nature du prélèvement Station ° du réseau de suivi de l'OEIL à l'activité minière : Eaux de surface Forte Macro-invertébrés Texte-barré: exclusion liée aux incendies Diatomées Case barrée : exclusion liée à l'érosion Mesures écartées des gammes de référence (érosion/incendies)

A noter: la station de suivi **THIO800**, sous influence haline, ne contribue pas au diagnostic qualitatif, suite à l'avis du Comité Technique du bilan environnemental de Thio du 14/01/2020 sur les résultats du bilan 2019. Pour la période 2020-2021, l'OEIL n'a reçu aucune donnée sur la **station 4**. A la station **Nou Amont**, aucune donnée n'est disponible.

La Figure 41 localise les stations sous et hors influence minière. Elles permettent de suivre en rivière des paramètres physico-chimiques, biologiques ou les deux.



Figure 41 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces de la région de Thio.

Le nom des stations hors d'influence qui ont contribué aux gammes de référence utilisées est indiqué en vert et celui des stations hors d'influence exclues pour cause d'incendie ou d'érosion en gris. Le nom de stations sous influence des mines est indiqué en orange.

#### VI.1.3. Caractérisation des influences à l'amont des stations – Milieux d'eaux douces

La méthode de caractérisation des influences à l'amont des stations de suivi en rivière a été améliorée lors du précédent bilan 2019. Une nouvelle approche a été mise en place, qui consiste à définir le bassin versant hydrographique de chaque station d'une part et à hiérarchiser la position des stations dans le réseau hydrographique d'autre part. Ces deux approches complémentaires donnent une base pour identifier ensuite les influences qu'est susceptible de subir chaque station et les relations qu'il peut exister entre stations. Un résumé de la démarche générale est présenté ci-après. Les détails méthodologiques peuvent être consultés dans le bilan de Thio 2019 [8].

# VI.1.3.1. Démarche générale

Le BRGM a mis à disposition de l'OEIL en 2020 deux couches SIG issues de calculs hydrographiques effectués sur un modèle numérique de terrain (MNT) de la Grande Terre à la résolution de 10 m. Il s'agit du RHM-BRGM, version modifiée du modèle RHM de la DAVAR [122].

Ces données géographiques couvrent la totalité de la zone d'étude :

✓ couche « Talwegs » : ensemble des biefs du chevelu hydrographique calculé ;

 couche « Bassins\_Versants »: bassins versants hydrographiques de chaque bief du chevelu calculé.

Un outil de sélection de tous les biefs situés à l'amont d'un bief au choix a également été mis à disposition de l'OEIL par le BRGM.

#### VI.1.3.1.a <u>Définition du bassin versant de chaque station en rivière</u>

Grâce à l'outil RHM-BRGM, la définition du bassin versant amont d'une station a été facilitée [8] :

- ✓ sélection du tronçon de cours d'eau (bief de la couche talwegs) qui porte la station ;
- ✓ sélection du chevelu de biefs contributeurs au bief de la station ;
- ✓ sélection des bassins versants élémentaires contributeurs de tous les biefs sélectionnés ;
- ✓ fusion des bassins élémentaires pour produire le bassin versant de la station.

Les bassins versants obtenus pour chaque station ont été réutilisés pour le présent bilan 2020-22021.

#### VI.1.3.1.b <u>Hiérarchisation des stations entre elles</u>

Le principe de hiérarchisation a pour but de clarifier les éventuels liens hydrographiques entre les stations de rivière: pour plusieurs stations positionnées sur une même portion de linéaire hydrographique, celles situées en amont peuvent apporter des éléments contextuels utiles à l'analyse des données obtenues sur celles en aval.

La hiérarchisation a été établie pour le bilan environnemental 2019 [8]. Le schéma hiérarchique représente uniquement les portions hydrographiques porteuses des stations en rivière (voir par exemple Figure 42).

Cette visualisation schématique présente l'avantage de délivrer l'information essentielle sur les relations hydrographiques entre les stations d'un grand bassin versant.

#### VI.1.3.2. Application aux bassins versants et hiérarchisation des stations en rivière

Les bassins versants identifiés à l'amont des stations concernées grâce à l'outil RHM-BRGM sont présentés ici par grand bassin versant sous influence minière d'une part (Dothio, Thio et Ouenghi amont) et pour les stations hors influence minière actuelle d'autre part.

Au sein d'un grand bassin versant sous influence minière, certains sous-bassins versants peuvent bien sûr être hors d'influence minière.

Pour chaque station, les informations suivantes sont également précisées :

- surface totale du bassin versant de la station ;
- type de bassin versant :
  - grand (surface > 160 ha);
  - moyen (60 ha < surface < 160 ha);
  - petit (surface < 60 ha).

# VI.1.3.2.a <u>Stations du bassin de la Dothio</u>

Le schéma hiérarchique des stations du bassin de la Dothio est présenté en Figure 42. Le Tableau 28 récapitule la typologie des bassins versants des stations selon leur superficie.

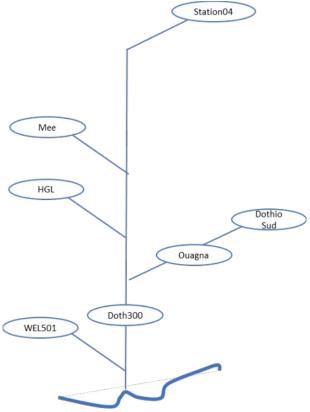


Figure 42 - Schéma hiérarchique des stations du bassin de la Dothio de l'amont (haut) vers l'aval (bas).

Desoutter & Bertaud 2021.

Tableau 28 - Superficie des bassins versants des stations de suivi situées dans le bassin versant de la Dothio.

Desoutter et Bertaud, 2021.

	Nom	Surface totale(ha)
su	Doth300	6802,04
ands bassi (>160 ha)	Mee	480,77
	WEL501	291,53
Gran ()	Ouagna	138,48
ssins a)	DothioSud	34,86
s ba	Station04	40,71
Petit (<	HGL	31,55

# VI.1.3.2.b Stations du bassin de la Thio

Le schéma hiérarchique des stations du bassin de la Dothio est présenté en Figure 43. Le Tableau 29 récapitule la typologie des bassins versants des stations selon leur superficie.

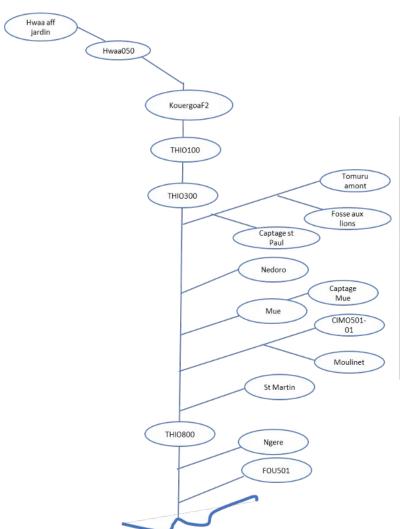


Tableau 29 - Superficie des bassins versants des stations de suivi situées dans le bassin versant de la Thio.

Desoutter et Bertaud, 2021.

	Nom	Surface totale(ha)
	Thio800	37946,04
Grands bassins (>160 ha)	Thio300	34544,1
bas:	Thio100	21320,94
nds 16	KouergoaF2	9791,17
Grai	Hwaa050	1670,31
0	Hwaa aff jardin	329,84
la)	Mue	160,5
ens 60 F	Captage Mue	154,03
Bassins moyens (entre 60 et 160 ha)	Fosse aux lions	86,89
ins 60	Moulinet	80,15
Sass	Tomuru Amont	66,22
(er	Ngere	63,7
s	FOU501	52,79
ssins a)	CIMO501	47,72
tits bass (<60ha)	Captage Saint Paul	29,95
Petits bassins (<60ha)	Saint Martin	15,87
ď	Nedoro	12,52

Figure 43 - Schéma hiérarchique des stations du bassin de la Thio de l'amont (haut) vers l'aval (bas). Desoutter & Bertaud 2021.

## VI.1.3.2.c Stations du bassin amont de la Ouenghi

Le schéma hiérarchique des stations du bassin de la Dothio est présenté en Figure 44. Le Tableau 30 récapitule la typologie des bassins versants des stations selon leur superficie.

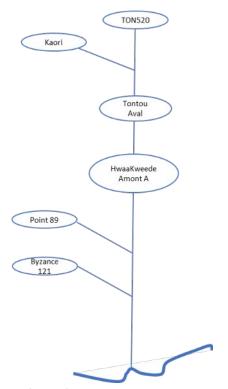


Tableau 30 - Superficie des bassins versants des stations de suivi situées dans le bassin versant de l'amont de la Ouenghi.

Desoutter et Bertaud, 2021.

(s-	Nom	Surface totale(ha)	
Grands bassins (>160 ha)	Hwaa Kwede Amont A	2342,68	
	Byzance121	1093,96	
	Tontou Aval	551,08	
	Point89	385,38	
	TON520	220,83	
Bassins moyens (entre 60 et 160 ha)	Kaori	70,84	

Figure 44 - Schéma hiérarchique des stations du bassin amont de la Ouenghi de l'amont (haut) vers l'aval (bas).

Desoutter & Bertaud 2021.

# VI.1.3.2.d Stations hors d'influence

La plupart des stations hors d'influence minière à Thio se trouve sur des cours d'eau différents. Seules deux stations sont hydrographiquement liées : Saille est située à l'amont de Nebu Amont Ref3. Beaucoup de ces stations se situent dans les zones amont des grands bassins versants principaux et quelques autres se trouvent à proximité du littoral.

Quelques stations hors d'influence minière sont situées hors de Thio : Référence B sur la commune de Boulouparis, Kwere et Nou Aval sur la commune de Houaïlou. Elles n'ont aucun lien hydrographique entre elles hormis Nou Amont et Nou Aval qui sont situées sur la rivière Nou (Houaïlou).

Le Tableau 31 présente la superficie des bassins versants des stations hors de l'influence minière actuelle.

Tableau 31 - Superficie des bassins versants des stations hors d'influence minière actuelle.

Desoutter et Bertaud, 2021.

	Nom	Surface totale (ha)
8	Kouare	4103,85
	Nou Aval	2956,77
	Doth150	2824,07
us	Nou Amont	2739,64
Grands bassins (>160 ha)	Référence B	1961,56
	Nebu Amont Ref3	1906,77
	Saille	1449,27
	Thio Ref2	1075,15
	Nakale	360,17
	Hwaa Ref1	251,61
8	Népou2	203,94
Bassins moyens (entre 60 et 160 ha)	Point172	106,42
	Référence A	94,92
	Kwere	74,58

	Nom	Surface totale (ha)
	Pétroglyphe2	56,46
	Koua	53,09
	Ouindo2	49,73
	Saint Pierre	34,77
	Rouvray	19,79
ins	Grand Borendy	18,91
oass oha)	Saint Michel	16,18
Petits bassins (<60ha)	Grand Borendy Nouveau	14,75
Pet	Port Bouquet	14,56
	Saint Joseph	8,33
	Ouroué	6,90
	Saint Jean Baptiste	3,35
	Petit Borendy 2	1,05

# VI.1.3.3. Évaluation des influences sur les bassins versants des stations en rivière

De nombreux facteurs peuvent influencer la composition des eaux douces des cours d'eau. Ces eaux, issues principalement du drainage des eaux de pluie, se chargent ou se déchargent de différentes substances tout au long de leur parcours, du nuage à la station de prélèvement. Ces substances peuvent être solides, colloïdales ou dissoutes. Sur les versants, ces eaux peuvent emprunter différents circuits :

- ruissellement direct: à l'arrivée sur une surface imperméable, l'eau poursuit son chemin en surface. Elle est susceptible de mobiliser (érosion) et véhiculer des particules solides ou dissoutes;
- infiltration superficielle dans les sols: l'eau qui percole dans les sols contribue partiellement aux eaux de rivière par drainage latéral. Ce sont les écoulements fréquemment observés à la limite entre le sol et la roche sous-jacente le long des routes par exemple. Les interactions avec les composants minéraux (gaz, grains) et organiques du sol vont modifier la composition des eaux drainées (éléments solides ou dissous). En milieu ultramafique, la contribution des sols est potentiellement assez singulière (voir Influence des sols ultramafiques potentiellement exposés à l'érosion et aux incendies);
- infiltration dans le sous-sol : lorsque les eaux s'infiltrent plus profondément, il arrive que les eaux du sous-sol contribuent aussi à la composition des eaux douces de surface via des sources (résurgences), dont la connaissance est très parcellaire en Nouvelle-Calédonie. Dans la zone d'étude, ce type de contribution est potentiellement attendu en milieux ultramafiques (voir Influence des sols ultramafiques potentiellement exposés à l'érosion et aux incendies). Le temps de séjour de l'eau dans le sous-sol est variable et favorise les interactions minérales et organiques avec les matériaux traversés. Cela occasionne une modification de la composition de l'eau qui peut présenter une signature physico-chimique caractéristique des terrains traversés.

Le parcours des eaux dans les bassins versants est susceptible de suivre successivement l'un ou plusieurs de ces circuits. Pour évaluer les influences potentielles sur les eaux prélevées à une station en rivière, il est donc nécessaire de s'intéresser aux conditions que les eaux rencontrent entre leur arrivée dans le bassin versant de la station et leur prélèvement à la station.

#### VI.1.3.3.a Démarche d'évaluation

Le pourcentage de surface cartographique de différentes influences au sein de chaque bassin versant de station sert de base à l'évaluation.

Concrètement, le polygone du bassin versant de chaque station a été utilisé sous SIG pour calculer des statistiques surfaciques à partir de diverses couches d'information géographique disponibles. Chacune de ces couches apporte des éléments sur les influences qui peuvent s'exercer sur la station concernée (voir bilan de Thio 2019 [8]):

- ✓ influences environnementales: hydroécorégion, pluviométrie, lithologie, pédologie, végétation;
- ✔ pressions: incendies, érosion (dont érosion liée à la mine), agriculture, urbanisation, industrie.

Les hydroécorégions (HER) caractérisent de grandes zones considérées comme homogènes à l'échelle régionale, plusieurs sont représentées dans la zone d'étude : l'HER-E (massif ultramafique) et l'HER-G (cœur de la Chaîne Centrale). La pluviométrie moyenne entre 1990 et 2009 a été calculée pour chaque bassin versant de station. La lithologie donne une information sur les principaux domaines : ultramafique ou mixte. Les grands types de sols ont également été considérés : sols bruns, alluviaux ou latéritiques. La végétation indique le type de state en place (arborée, arbustive ou herbacée).

Les pressions incendie et érosion ont été évaluées par l'OEIL : un bilan des incendies est réalisé chaque année et un inventaire des surfaces concernées par les phénomènes d'érosion a également été réalisé par l'OEIL sur la base d'images satellites de 2018. les informations sur l'agriculture concernent les surfaces arables et les cultures permanentes, les terres pastorales aménagées structurées et les parcelles agricoles (culture ou élevage). Les surfaces construites informent sur l'urbanisation et la nature de l'ICPE informe sur les industries.

Le croisement SIG entre bassin versant de chaque station et ces différentes données a permis de calculer les pourcentages de surfaces des différentes influences présentes, qui peuvent s'exercer sur chaque station en rivière. Ces travaux ont été réalisés à l'occasion du bilan de Thio 2019 [8].

## VI.1.3.3.b <u>Influences caractérisées sur les stations de rivière</u>

# Influences subies par les stations de rivière

Les détails par bassin versant sont disponibles en Annexe 10 :

- Bassin versant des stations de suivi du bassin de la Dothio : il est principalement concerné par la HER massif ultramafique, avec une pluviométrie moyenne de 1823 à 1938 mm/an entre 1990-2009. Le régolite ultramafique est dominant et les sols sont fréquemment bruns ou latéritiques. Le bassin versant des stations d'eaux douces y est végétalisé à plus de 60 %, jusqu'à 34 % par la strate arborée. L'érosion est la pression principale : elle est identifiée dans le bassin versant de toutes les stations, avec peu ou pas de surfaces brûlées entre 2012 et 2019. Les pressions agriculture et urbanisation sont quasi-inexistantes et aucune zone ICPE n'a été relevée (cf. Tableau 78 en Annexe 10).
- Bassin versant des stations de suivi du bassin la Thio: l'HER massif ultramafique est également dominante dans la plupart des bassins versants des stations d'eau douce et la pluviométrie moyenne y variait de 1 506 à 1 947 mm/an entre 1990-2009. Le régolite ultramafique domine en général le bassin versant des stations, sauf dans les grands bassins de Thio800, Thio300, Thio100 et KouergoaF2. Les sols des basins versants des stations sont surtout bruns et parfois alluviaux sauf pour Hwaa050 et Hwaa aff jardin où ils sont principalement latéritiques. La plupart des bassins

versants sont végétalisés à plus de 50 % et les moins couverts sont ceux de Fosse aux lions, Saint Martin et Captage Saint Paul. La state arborée ne dépasse pas 36 % de la superficie des bassins et elle est absente dans le bassin versant de la station du Captage Saint Paul. Comme pour le bassin de la Dothio, les pressions principales sont l'érosion et les incendies : jusqu'à 46 % du bassin versant de la station Captage Saint Paul sont liées à l'érosion (aucun bassin versant sans érosion) et jusqu'à 72 % (Moulinet) de surface de bassin versant ont déjà été concernés par au moins un incendie entre 2012 et 2019 et seul le bassin du Captage Saint Paul n'a pas été concerné pendant cette période (cf. Tableau 80 en Annexe 10).

- Bassin versant des stations de suivi de l'amont de la Ouenghi : l'HER massif ultramafique concerne la totalité du bassin versant des stations. Il y a plu en moyenne 1 440 à 1 711 mm/an entre 1990-2009. Le régolite est exclusivement ultramafique et les sols sont essentiellement latéritiques, parfois bruns. Les bassins versants sont couverts de végétation à plus de 70 % sauf celui de Hwaa Kwede Amont A (30%) et la strate arborée est peu présente (1 à moins de 25 %). Si aucun incendie n'a été détecté entre 2012 et 2019, l'érosion est en revanche très présente et touche jusqu'à plus de 30 % (TON2020, Kaori) la surface des bassins versants. Les stations Point89 et Hwaa Kwede Amont A sont les moins concernées (cf. Tableau 79 en Annexe 10).
- Bassin versant des stations hors d'influence : ces petits bassins sont surtout dans l'HER du massif ultramafique et quelques-uns sont également concernés par les HER Cœur de Chaîne Centrale et Plaine littorale ouest. La pluviométrie moyenne y est souvent supérieure aux autres zones avec 1 485 à 2 476 mm/an entre 1990-2009. Le régolite ultramafique est présent partout sauf dans le bassin de station Ouindo2 où il est quasiment absent et il est parfois non ultramafique dans les bassins de Saint Michel (29%) et de Koua (14%). Le sol de ces bassins versants est exclusivement brun, sauf au niveau du bassin de la station Rouvray (100 % de sols latéritiques) et pour Pétroglyphe2 (10 % de sols latéritiques). Le bassin de la station Ouroué est particulier avec environ la moitié de sols bruns et l'autre moitié de sols alluviaux. Comme dans les autres zones, les pressions érosion et incendie sont très présentes. L'érosion est identifiée dans 22 bassins sur 28 en proportions variables (jusqu'à 14 % de la surface du bassin versant). 11 des 13 bassins versants ont été touchés par le feu sur moins de 10 % de leur surface entre 2012 et 2019 (Pétroglyphe2 et Saint Michel l'ont été en totalité ou presque ; cf. Tableau 81 et Tableau 82 en Annexe 10).

Le Comité technique du bilan environnemental de Thio du 18/12/2020 avait demandé à exclure des gammes de référence les stations hors d'influence de l'activité minière actuelle qui sont perturbées par l'érosion et/ou les incendies. La caractérisation des influences aux stations a conduit à exclure celles dont le bassin versant est concerné par plus de 10 % d'érosion et/ou plus de 3 % de surfaces brûlées entre 2012 et 2019. Elles sont présentées comme telles dans le Tableau 27 des stations en eaux douces et les valeurs qui ont conduit à l'exclusion sont disponibles dans le Tableau 81 et le Tableau 82 en Annexe 10.

#### Influence des sols ultramafiques potentiellement exposés à l'érosion et aux incendies

Lorsqu'ils sont exposés à un incendie ou à l'érosion, les sols ultramafiques sont susceptibles de devenir des sources de matières solides, colloïdales ou dissoutes mobilisables par les eaux météoriques. Leur influence sur les caractéristiques des eaux drainées vers les cours d'eau est toujours sujette à des recherches scientifiques car elle est potentiellement problématique pour la santé environnementale et humaine.

Afin d'explorer cette influence sur la physico-chimie et sur la biologie des cours d'eau, les données disponibles en stations de suivi et de référence ont été examinées lors du bilan de Thio 2019 [8]. Les pourcentages surfaciques en sols ultramafiques exposés à l'érosion dans les bassins versants des stations ont été confrontés avec les mesures physico-chimiques et biologiques réalisées aux stations en rivière. Les paramètres les plus spécifiques à ces sols ont été explorés : chrome dissous, chrome VI total, nickel dissous et IBS. Il en ressort qu'il arrive que plus le pourcentage de surfaces de sols ultramafiques soumis à l'érosion augmente et plus les concentrations en chrome dissous et en chrome VI total sont élevées. Ce cas n'est cependant pas la règle puisqu'il y a également des cas où les concentrations en chrome dissous et total restent faibles malgré d'importants pourcentages de surfaces de sols ultramafiques soumis à l'érosion. Concernant le nickel dissous, aucun lien entre ces pourcentages surfaciques et les concentrations en rivière n'a pu être mis en évidence. Côté biologie des eaux, il semble que l'IBS diminue quand les pourcentages de surfaces de sols ultramafiques soumis à l'érosion augmentent, cependant il existe également des cas où cela n'est pas vérifié.

Une exploration plus poussée serait nécessaire pour conclure sur ces éléments particuliers. Il serait également intéressant d'avoir une démarche similaire en considérant les surfaces brûlées. Le projet de recherche CHRONICK, financé par le CNRT Nickel et son environnement, devrait apporter des éléments sur la mobilité du chrome et du nickel vers les eaux douces.

## VI.1.4. Qualification des paramètres – Milieux d'eaux douces

La qualification des paramètres est réalisée par différentes méthodes selon le type des paramètres. Le Tableau 32 en présente les détails.

Tableau 32 - Méthode de qualification des paramètres suivis dans les compartiments des milieux d'eaux douces. Modifié d'après Desoutter et Bertaud, 2021.

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Métrique de suivi	
Physico- chimique	Chimiques (métaux, sulfates, hydrocarbures)  Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs,		Spatial, stratifié en deux gammes : - Substrat "ultramafique"	Pourcentage de valeurs supérieure au percentile 75 de référence	
		éléments majeurs, matières organiques)	- Substrat "mixte"		
	Macro Invertébrés	Indices biotiques (IBNC et IBS)	Grille de qualité	Valeur annuelle	
Biologique	Diatomées	Indice Diatomique (IDNC)	Grille de qualité	Valeur annuelle	

La liste détaillée des paramètres physico-chimiques suivis en eaux douces et des seuils de dépassement utilisés est consultable en Annexe 11 (Tableau 83).

## VI.1.4.1. Références pour la physico-chimie des eaux douces

Sans seuils de qualité établis pour les eaux douces calédoniennes, les données collectées sont comparées à un référentiel spatial constitué de stations dites de référence.

Les stations de référence sont situées hors d'influence des activités minières actuelles et localisées sur la commune de Thio autant que possible, ou à défaut dans un contexte environnemental comparable à celui de la région de Thio. Il a été convenu en Comité Technique du bilan de Thio du 18/11/2020 sur la

méthodologie des bilans que pour retenir une gamme de référence pour qualifier un paramètre, il est nécessaire de disposer d'au moins 10 valeurs pour celui-ci.

Par ailleurs, si la limite de quantification d'un paramètre à une station de suivi est supérieure à la limite de quantification des mesures en station de référence, alors la station de suivi concernée ne pourra pas être notée pour ce paramètre.

Il a été décidé lors de ce même comité technique de ne retenir que les stations hors d'influence dont les bassins versants présentent moins de 10 % de surfaces potentiellement soumises à l'érosion et/ou dont moins de 3 % des surfaces qui ont déjà subi un incendie<sup>44</sup>. Les stations retenues et écartées sont listées dans le Tableau 27. Le chiffrage des pourcentages surfaciques concernés pas l'érosion ou les incendies, établi pour le bilan de Thio 2019, est consultable dans le Tableau 81 et le Tableau 82, en Annexe 10 (il n'y a pas eu d'évolution pour le présent bilan).

Devant la multitude des critères susceptibles d'influencer la composition des eaux de rivière (taille et géologie du bassin versant, position de la station dans le bassin versant de la rivière, etc.), il a été décidé en Comité Technique du bilan de Thio du 18/11/2020 de ne retenir que le critère « lithologie » pour stratifier les gammes de référence. Ce critère discrimine des milieux « ultramafiques » et « mixtes »<sup>45</sup>. Les stations de surveillance ont ensuite été classées dans la catégorie « mixte » si le « régolite non ultramafique » concerne plus de 25 % de leur bassin versant, de manière à identifier à quelle gamme de référence les comparer [8]. Le Tableau 33 présente la typologie des stations hors d'influence selon ce critère.

Tableau 33 - Liste des stations hors d'influence retenues pour constituer les gammes de référence des eaux douces de type "ultramafique" ou "mixte".

D'après Desoutter et Bertaud, 2021. Gamme de référence "ultramafique" Gamme de référence "mixte" Zone Station Station Zone Captage de KOUA \* **BV** Dothio DOTH150" **BV** Thio Hwaa Ref 1° **BV** Thio Captage KOUARE \* Point 172 ^ Nou Amont ^ BV Ouenghi Référence A^ Houailou Nou Aval ^ Captage de SAINT JOSEPH \* Kwere ^ Thio (zone littorale) Captage de SAINT JEAN-BAPTISTE \* Total 5 stations Captage de ROUVRAY \* Boulouparis Référence B ^ Total 8 stations

Légende : Station ^ du réseau de suivi de la SLN Degré d'influence par rapport à l'activité minière actuelle : Station " du réseau de suivi de la DAVAR Nulle Station \* du réseau de suivi de la DASS Station ° du réseau de suivi de l'OEIL

<sup>44</sup> Ces seuils de 10 % et 3 % correspondent respectivement au percentile 25 des pourcentages de surfaces érodées et brûlées présentes dans les bassins versants des stations de suivi (sous influence minière actuelle) du bassin de la Thio [8].

<sup>45</sup> En station hors d'influence, l'analyse des données montre que les concentrations de certains paramètres (ex. : baryum, calcium, conductivité, hydrogénocarbonates) sont plus élevées sur les stations hors d'influence présentant une géologie « mixte » [8].

## VI.1.4.2. Analyse des mesures physico-chimiques aux stations de suivi

Le Tableau 34 présente les stations de suivi, qui ont été classées selon la même typologie que les stations de référence (basée sur la lithologie).

Les nouvelles stations Dothio Amont et Dothio Aval, ajoutées en 2021, n'ont pas encore fait l'objet d'une analyse quantifiée de leur typologie par manque de temps. Cependant, ces deux stations se situent sur le cours de la rivière Dothio, entre les deux stations DOTH150 et DOTH300, qui sont de type mixte. Les stations Dothio Amont et Dothio Aval sont par conséquent également de type mixte.

Tableau 34 - Typologie des stations de suivi selon le pourcentage de régolite ultramafique dans le bassin versant.

Couleurs modifiées, d'après Desoutter et Bertaud, 2021.

Zone	Station de suivi	% de surfaces de "régolite ultramafique" dans le bassin versant de la station	% de surfaces de "régolite non ultramafique" dans le bassin versant de la station	Typologie de station
	Thio800	43,51	56,49	Mixte
	Thio300	41,40	58,59	Mixte
	Thio100	24,09	75,91	Mixte
	KouergoaF2	40,79	59,22	Mixte
	Hwaa050	84,62	15,37	Ultramafique
	Hwaa aff jardin	95,15	4,56	Ultramafique
	Mue	99,99	0,01	Ultramafique
	Captage Mue	100	0	Ultramafique
<b>BV Thio</b>	Fosse aux lions	100	0	Ultramafique
	Moulinet	100	0	Ultramafique
	Tomuru Amont	94,20	5,80	Ultramafique
	Ngere	100	0	Ultramafique
	FOU501	100	0	Ultramafique
	CIMO501	100	0	Ultramafique
	Captage Saint Paul	100	0	Ultramafique
	Saint Martin	100	0	Ultramafique
	Nedoro	100	0	Ultramafique
	Doth300	61,90	38,03	Mixte
	Mee	74,47	25,53	Mixte
	WEL501	98,04	1,96	Ultramafique
<b>BV</b> Dothio	Ouagna	99,45	0,55	Ultramafique
	DothioSud	100	0	Ultramafique
	Station04	100	0	Ultramafique
	HGL	100	0	Ultramafique
	Hwaa Kwede Amont A	98,86	1,14	Ultramafique
	Byzance121	100	0	Ultramafique
BV amont	Tontou Aval	100	0	Ultramafique
Ouenghi	Point89	100	0	Ultramafique
	TON520	100	0	Ultramafique
	Kaori	100	0	Ultramafique

Métrique de référence retenue : percentile 75 obtenu à partir de l'ensemble des données collectées sur les stations de référence du type concerné (ultramafique ou mixte), du début des suivis jusqu'à l'année analysée. Cas particuliers : Température, pH et oxygène dissous.

**Métrique de suivi :** pour la plupart des paramètres, pourcentage des valeurs mesurées pendant l'année du bilan qui dépasse le percentile 75 de la gamme de référence associée à la station (voir Annexe 11).

**Score du paramètre à la station :** la métrique de suivi est comparée au pourcentage de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence pour établir le niveau de perturbation du paramètre comme indiqué dans le Tableau 35. Ce pourcentage de dépassement peut varier de 30 à 40 % selon le paramètre considéré (voir Tableau 83 en Annexe 11). Un paramètre reste « Non perturbé » tant que son

score reste inférieur au seuil de dépassement. Au-delà, il sera qualifié de « Fortement perturbé ». Pour certains paramètres particuliers, le seuil peut être le percentile 25 ou une combinaison des percentiles 25 et 75 par exemple (voir Annexe 11). Toutes les stations sont évaluées ainsi, même les stations de référence : cela permet de s'assurer qu'elles restent non perturbées.

Tableau 35 - Grille de notation des paramètres physico-chimiques des eaux de surface.

Métrique de suivi	Score
< seuil de dépasssement	Non perturbé
≥ seuil de dépassement	Fortement perturbé

**Tendance d'évolution d'un paramètre à la station :** idéalement, cette tendance est évaluée sur 5 ans par interprétation visuelle des courbes (augmentation, diminution ou stabilité). Cependant pour la région de Thio, les données peuvent être disponibles sur une période plus courte selon les stations.

Rappel sur les paramètres qualifiants: pour le bilan 2020-2021, certains paramètres théoriquement qualifiants ne participent pas à la notation des stations car les modalités de surveillance sont pour le moment insatisfaisantes. Dans les tableaux de synthèse, bien que ces paramètres reçoivent une note indicative, la note de la station correspondante n'est pas construite avec ces paramètres. Cela concerne les paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux douces qui sont actuellement exclus de la notation des stations d'eaux douces car les modalités de surveillance sont actuellement jugées insatisfaisantes.

Rappel sur les seuils de potabilité: la comparaison à ce type de seuils n'entre pas dans la méthode de qualification des paramètres du fait de la vocation environnementale et non sanitaire du bilan de Thio. Cependant, la mairie de Thio est particulièrement intéressée de connaître les éventuels dépassements de seuils de potabilité pour le chrome et le nickel. Les seuils utilisés ont été développés pour d'autres régions que la Nouvelle-Calédonie, ils sont potentiellement inadaptés à la région. Le comité technique du bilan environnemental de Thio a décidé le 13/04/2021 que seraient utilisés l'arrêté métropolitain du 11 janvier 2007 pour le chrome et les valeurs guides de l'OMS (2005) pour le nickel, comme le font la DASS et la DAVAR pour les captages d'eau potable en milieu ultramafique [8]. Les valeurs seuils utilisées sont donc les suivantes : 0,050 mg/L pour le chrome total, 0,006 mg/L pour le chrome hexavalent et 0,070 mg/L pour le nickel.

#### VI.1.4.3. Qualification de l'état écologique des rivières aux stations

La qualité de l'état des rivières peut également être évaluée en étudiant les paramètres physicochimiques et les organismes vivants qui vivent dans ces milieux d'eaux douces. Chaque type d'organisme présente une sensibilité qui lui est propre vis-à-vis des paramètres physiques, chimiques ou biologiques de son milieu de vie. « Les communautés biologiques d'un habitat sont alors considérées comme l'expression synthétique de l'ensemble des facteurs écologiques qui caractérisent ce milieu » [121]. Cela signifie que si les conditions qui règnent dans le milieu changent (forçage naturel, travaux dans ou à proximité du cours d'eau, déversement de polluants, etc.), alors les communautés biologiques présentes vont subir des modifications dans leur composition et/ou dans leur structure : les organismes sensibles aux conditions modifiées vont régresser, au profit de ceux les plus résistants. Cette approche biologique vient compléter l'analyse physico-chimique régulière des eaux de rivière qui permet de caractériser les conditions du milieu au moment du prélèvement. Ces conditions peuvent évoluer très rapidement, alors que les organismes présents réagissent « sur des périodes plus ou moins longues [...] [aux] fluctuations des différents paramètres du milieu » [121]. C'est sur cette « mémoire » du vivant que reposent les méthodes biologiques : grâce à elles, il est possible d'évaluer la qualité globale d'un milieu. En Nouvelle-Calédonie, cela est possible même pour les milieux ultramafiques où les communautés présentent moins de biodiversité qu'ailleurs.

Dans les bilans environnementaux, l'état écologique des rivières peut être évalué grâce à des paramètres physico-chimiques et à des paramètres biologiques basés sur les macro-invertébrés et les diatomées, utilisés dans de nombreux pays comme indicateurs de l'état écologique des eaux douces.

#### VI.1.4.3.a <u>Avec les paramètres physico-chimiques</u>

Ces paramètres permettent de décrire les conditions de vie des organismes vivants. C'est pour cela qu'ils aident à noter l'état écologique des eaux douces. Actuellement pour le bilan de Thio, ces paramètres sont analysés mais ils ne permettent pas de contribuer à la notation de l'état écologique des stations. En effet, la fréquence des campagnes de mesures est insuffisante pour avoir des mesures représentatives de l'état des milieux à l'échelle d'une année.

# VI.1.4.3.b <u>Avec les macro-invertébrés benthiques</u>

En Nouvelle-Calédonie, le compartiment utilisé pour évaluer la qualité des milieux d'eaux douces est celui des **macro-invertébrés benthiques** car ils sont peu mobiles<sup>46</sup>, abondants, suffisamment diversifiés et présents dans tous les écosystèmes aquatiques, sur tous substrats, toute l'année et à plusieurs niveaux trophiques : ils peuvent être consommateurs primaires/secondaires ou décomposeurs [121]. Il s'agit d'organismes aquatiques qui vivent au fond des zones en eau, sur des supports minéraux ou végétaux ou en nage libre à proximité, et qui atteignent une taille supérieure à 1 mm lorsqu'ils ont terminé leur développement larvaire. « Ce sont majoritairement des vers (oligochètes), des acariens, des crustacés, des mollusques et des larves d'insectes » [121]. La faune mobile prélevée dans les eaux douces analysées peut également comprendre des insectes hétéroptères et des coléoptères qui vivent en pleine eau ou en surface.

# Indices biotiques basés sur les macro-invertébrés benthiques

Les deux indices biotiques utilisés pour qualifier les milieux d'eaux douces sont l'indice biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC) et l'indice biosédimentaire (IBS). Ils permettent « d'obtenir des résultats représentatifs et comparables dans l'espace et dans le temps » et s'appliquent à des eaux douces courantes, peu profondes (< 70 cm) et peu turbides de la Grande Terre et des îles Bélep [121].

L'IBNC est utilisé en routine depuis plus de 20 ans dans les rivières calédoniennes pour identifier des pollutions organiques. Il résulte du score attribué aux taxons indicateurs selon les concentrations maximales de 8 polluants que chacun tolère : chlorures, sulfates, sodium, potassium, ammonium, phosphates, MES, DBO5 [121]. Ces polluants peuvent par exemple provenir de rejets domestiques, de contaminations liées à l'agriculture ou encore d'une eutrophisation<sup>47</sup> du milieu.

<sup>46</sup> L'intérêt des espèces peu mobiles est important au moment du prélèvement car la capacité de fuite est très limitée, ce qui permet d'obtenir un échantillon qui reflète bien les conditions du milieu [121].



L'IBS vient en complément de l'IBNC pour identifier les perturbations liées aux matières en suspension dans les eaux courantes peu profondes des milieux ultrabasiques. Ces particules sont de petite taille (sables, limons, argiles) et proviennent de matériaux géologiques altérés. En Nouvelle-Calédonie, la problématique des fines transportées par les cours d'eau est souvent posée à la fois d'un point de vue de l'érosion hydrique en général et également en lien avec les aménagements et l'activité minière qui déstabilise des manteaux d'altération souvent épais. L'IBS repose sur les scores attribués aux taxons indicateurs selon leur sensibilité à la présence de dépôts latéritiques sur le substrat.

Les mesures sont réalisées en période de basses eaux et les conditions au point de prélèvement sont précisément décrites, y compris grâce à des mesures physico-chimiques *in situ* [121]. A chaque point de mesure, 7 prélèvements (couples substrat/vitesse de courant différents) permettent de constituer la liste faunistique à la station. L'IBNC et l'IBS s'appuient sur le score de chaque taxon présent (118 taxons indicateurs disponibles), score qui reflète la sensibilité du taxon aux variations de ses conditions de vie. Le score d'un taxon indicateurs prend une valeur de 1 à 10, avec les scores les plus importants qui sont affectés aux taxons les plus sensibles aux perturbations. Ces indices de qualité environnementale des milieux d'eaux douces sont calculés comme suit [121] :

IBNC ou IBS = 
$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} S_i$$
 avec  $n$ : nombre de taxons indicateurs  $S_i$ : score du taxon  $i$ 

La note IBNC ou IBS obtenue « varie théoriquement entre 0 (aucun taxon indicateur présent) et 10 (tous les taxons indicateurs présents ont un score de 10). Cependant, dans la réalité, celle-ci dépasse rarement la valeur de 7,50 » [121]. Les indices IBNC et IBS sont calculés quelque soit le nombre de taxons indicateurs présents. Cependant si moins de 10 de ces taxons sont recensés, alors le score obtenu est à considérer avec précaution<sup>48</sup>.

# Exploitation de l'IBNC et de l'IBS dans le bilan environnemental

La grille de qualité établie pour l'IBNC et l'IBS (version révisée 2016) est utilisée dans le bilan environnemental avec des classes reformulées, comme le décrit le Tableau 36.

Tableau 36 - Grille de qualité des indices biotiques IBNC et IBS et classes de qualité du bilan environnemental.

D'après le guide méthodologique IBNC et IBS, version révisée 2016.

IBS 2016	IBNC 2016	Score du bilan environnemental	Qualité d'après les guides 2012 et 2016
> 6,00	> 5,70	Non perturbé	Très bonne
]5,45 - 6,00]	]5,30 - 5,70]	Non perturbé	Bonne
]4,90 - 5,45]	]4,75 - 5,30]	Modérément perturbé	Passable
]4,35 - 4,90]	]4,25 - 4,75]	Fortement perturbé	Médiocre
≤ 4,35	≤ 4,25	Fortement perturbé	Mauvaise

Les milieux lotiques ultramafiques accueillent des communautés de macro-invertébrés souvent pauvres en diversité, peu abondantes et déstructurées [8]. Pour cette raison, la réalisation du bilan

<sup>48</sup> Le dernier guide méthodologique IBNC/IBS [121], indique qu'en-dessous de 10 taxons indicateurs présents, la richesse taxonomique est faible Les indices IBS et/ou IBNC doivent alors être argumentés selon les caractéristiques du milieu et les conditions avant et pendant les prélèvements. Ces éléments peuvent parfois montrer une bonne qualité biologique pour un milieu particulier (source, affleurement, suitement, etc.) ou plus souvent une perturbation liée par exemple à une pollution domestique (défaut d'assainissement) ou à des sites dégradés par l'activité minière (colmatage par les latérites).



<sup>47</sup> L'eutrophisation se traduit par un développement anormal de certaines espèces végétales, ce qui réduit la biodiversité du milieu. Elle est provoquée par un excès de nutriments dans le milieu (substances riches en azote, en phosphore) qui peuvent avoir une d'origine humaine, surtout dans des milieux pauvres comme les milieux ultramafiques.

environnemental adoptait précédemment une démarche d'étalonnage des indices biotiques IBNC et IBS par rapport aux valeurs mesurées aux stations de référence, elles aussi souvent pauvres. Cette démarche a cependant montré des limites et les indices biotiques maintenant sont utilisés tels quels.

La tendance d'évolution temporelle est ensuite évaluée sur les 5 dernières années, à partir des IBNC et IBS (méthode 2016) pour garantir que les résultats d'une année à l'autre soient comparables entre eux.

#### VI.1.4.3.c <u>Avec les diatomées (IDNC)</u>

Un troisième indice biologique adapté à la Nouvelle-Calédonie existe : l'indice diatomique de Nouvelle-Calédonie (IDNC)<sup>49</sup>. Cet indice d'évaluation écologique permet de déceler 2 types de perturbations dans les milieux d'eaux douces sur la base de 7 paramètres [2] :

- L'enrichissement organique et trophique d'origine humaine, souvent chronique et associé à 4 paramètres : demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO5), et concentrations en ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) et nitrates (NO3<sup>-</sup>) ;
- Les perturbations d'origine minière, chroniques ou aiguës qui provoquent un stress et/ou qui sont toxiques, associées à 3 paramètres : concentrations dans les eaux en chrome et en nickel et colmatage du substrat par les particules fines (intensité de la présence de fines latéritiques, estimée sur le terrain selon une grille de notation).

Cet indice permet également de déterminer la ou les causes de perturbation du milieu la plus importante parmi les 7 paramètres évalués. Concrètement, en plus des disparitions d'espèces sensibles, l'apparition de certains taxons indicateurs (taxons d'alerte) permet d'informer de manière certaine sur l'existence d'une perturbation anthropique qui impacte l'état écologique du cours d'eau et l'abondance d'autres taxons nommés « + » est également prise en considération [2]. L'IDNC reflète une période « de croissance de l'ordre de 6 semaines à 2 ou 3 mois de durée » [2]., ce qui est plus adapté à un état chronique. En cas d'événement aigu (assec, une crue, pollution), il faut attendre ~4 semaines avant d'échantillonner. Dans tous les cas, la campagne d'échantillonnage doit se faire dans un temps restreint pour que les conditions météorologiques soient homogènes d'une station à l'autre.

L'IDNC se base sur 217 taxons benthiques indiciels des cours d'eau pérennes de la Grande Terre, sans restriction concernant l'HER ou la géologie des lieux concernés. Il est en revanche déconseillé de l'utiliser en zone littorale car les biofilms y accueillent également des taxons halins qui ont moins été étudiés, ce qui donnerait des résultats non pertinents. Son utilisation est également déconseillée en zone sous influence thermale (taxons spécifiques non indiciels), dans les canaux et fossés artificiels ou les milieux lentiques (lacs, marais, étangs et dolines, plans d'eau, etc.), de même que dans les cours d'eau temporaires qui présentent une phase d'écoulement inférieure à 4-6 semaines (temps nécessaire aux communautés de diatomées pour s'équilibrer) [2]. Les prélèvements se font en période de basses eaux.

Le calcul de l'IBNC repose sur le calcul d'une métrique élémentaire pour chacun des 7 paramètres, puis d'un étalonnage par rapport à la référence de la HER où est située la station pour obtenir la note de chaque paramètre. Les 7 notes sont ensuite agrégées pour donner l'IDNC, qui peut varier de 0 à 1. Le Tableau 37 présente la grille de qualité ainsi obtenue. Plus l'IDNC est élevé et meilleure est la qualité du milieu.

<sup>49</sup> La version mise à jour en 2022 du guide méthodologique et technique pour l'utilisation de l'IDNC est disponible dans le Centre de ressources numériques de l'OEIL à cette adresse : <a href="https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29510">https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29510</a>.

Tableau 37 - Grille de qualité de l'IDNC et formulation utilisée dans les bilans environnementaux. D'après Lefrançois et al., 2018 et Desoutter et Bertaud, 2021.

IDNC	Score du bilan environnemental	Qualité écologique d'après le guide 2018
0,8-1	Non perturbé	Très bonne
0,6-0,8	Non perturbé	Bonne
0,4-0,6	Modérément perturbé	Passable
0,2-0,4	Fortement perturbé	Médiocre
0-0,2	Fortement perturbé	Mauvaise

Devant le fort taux d'endémisme des diatomées calédoniennes et la jeunesse de l'IDNC, il est possible que la liste des taxons indiciels évolue. Pour garantir un niveau de confiance sur les résultats obtenus, sont appliquées des règles basées sur le pourcentage atteint de l'objectif de comptage (500 valves de diatomées à identifier) [2] : l'IDNC est considéré comme fiable lorsqu'au moins 90 % de l'objectif de comptage ont été atteints. Notons que lorsque la latérite est fortement présente, elle gêne l'appréciation du prélèvement qui peut alors se révéler insuffisant et elle peut altérer la qualité des lames et des observations [2].

Le suivi de l'IDNC est récent dans la région de Thio, il a été évalué pour la première fois par l'OEIL en 2019. Lorsque suffisamment de campagnes auront été réalisées, la tendance d'évolution de l'IDNC pourra être évaluée comme pour les autres indicateurs.

#### VI.1.5. Qualification des stations – Milieux d'eaux douces

Lorsque tous les paramètres physico-chimiques et biologiques sont évalués aux stations, ces dernières peuvent à leur tour être qualifiées : elles reçoivent chacune un score d'état chimique et/ou un score d'état écologique.

L'état chimique de l'environnement à la station est défini grâce à l'agrégation des scores de tous les paramètres chimiques : ceux-ci ont tous le même poids et c'est la règle du paramètre le plus déclassant qui s'applique (voir Score d'une station). Dans la région de Thio, la fréquence de suivi est semestrielle, ce qui est insuffisant au regard de la variabilité très rapide de ces paramètres en eaux douces. En l'état, bien que les paramètres soient notés lorsque cela est possible, aucun score chimique n'est attribué aux stations.

L'état écologique de l'environnement à une station est établi sur la base de paramètres physicochimiques clés (conductivité, nitrates et phosphates) et des paramètres biologiques, selon la règle du paramètre le plus déclassant. Les paramètres biologiques prévalent sur les paramètres physicochimiques clés pour obtenir ce score, cependant lorsque ces derniers présentent des signes de perturbation, ils peuvent déclasser d'un rang l'état écologique. En l'absence de suivi biologique à une station, seuls les paramètres physico-chimiques clés définissent son état écologique, selon la règle du paramètre le plus déclassant. Dans la région de Thio, la fréquence du suivi physico-chimique semestrielle étant insuffisante devant la variabilité rapide de ces paramètres, ces derniers ne participent pas à la notation des stations. Le présent bilan de Thio propose une évaluation de la qualité environnementale des milieux d'eaux douces basée uniquement sur les indices biologiques IBNC, IBS et IDNC. Cette évaluation est complétée par d'autres informations non qualifiantes disponibles grâce au réseau de surveillance en place (état des paramètres physico-chimiques et chimiques au moment des mesures par exemple).

# VI.1.6. Évaluation de l'exploitabilité des suivis – Milieux d'eaux douces

La qualité des suivis qui contribuent au diagnostic environnemental est évaluée sous l'angle de la manière dont ces suivis sont exploitables pour réaliser le bilan environnemental. La méthode employée, son niveau de standardisation et l'existence d'informations de référence servent à classer les types de suivi. 3 classes de qualité sont proposées :

- **Bonne**: le type d'informations disponibles est satisfaisant pour contribuer au diagnostic, sans jugement sur la pertinence du plan de suivi ou sur la qualité des mesures et observations ;
- Moyenne: les informations de référence sont insuffisamment validées sur le plan scientifique ou la méthode mise en œuvre est discutable;
- **Mauvaise :** absence d'informations de référence et/ou données insuffisantes et/ou méthode d'observation ou de mesure jugée inadéquate.

Le Tableau 38 présente cette évaluation pour la qualité des suivis des milieux d'eaux douces.

Tableau 38 - Évaluation de la qualité des suivis environnementaux en eaux douces.

Desoutter et Bertaud, 2021.

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Métrique de référence	Evaluation de la qualité du suivi	Justifications
Physico-chimiques	Eaux de surface	Chimiques (métaux, sulfates, hydrocarbures) Physico-chimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)	Spatial	Percentile 75	Mauvaise	- Absence de seuils eaux douces - Gammes de référence construites à partir d'un historique de données trop faibles - Fréquence d'échantillonnage semestrielle insuffisante
Biologiques	Macro Invertébrés	Indices biotiques IBNC et IBS	Grille de qualité	Moyenne	Bonne	Grilles de qualité validées sur le plan scientifique et renforcement par l'OEIL en 2019 du nombre de stations de référence afin de pouvoir procéder à un étalonnage satisfaisant
Biologiques	Diatomées	Indice diatomique IDNC	Grille de qualité	Valeur	Bonne	Grille de qualité validée sur le plan scientifique

## VI.1.7. Amélioration continue pour les milieux d'eaux douces

# VI.1.7.1. Amélioration continue pour les milieux d'eaux douces

La qualité du diagnostic environnemental dépend de la qualité et de la quantité des données utilisées en entrée. La SLN est seul contributeur minier en données de suivi pour le bilan 2020-2021. D'autres producteurs de données pourraient compléter ou actualiser les informations collectées dans la zone d'étude (autres acteurs miniers, commune, province, ONG, etc.). En effet, l'absence de données de suivi

en dehors des suivis miniers réglementaires, empêche actuellement de produire un bilan qui reflète l'état de l'environnement dans toute la zone d'étude. En particulier, d'autres secteurs de la zone du focus d'étude pourraient bénéficier du même type de surveillance, par exemple : les bassins versants de la haute Dothio et des affluents de rive gauche à l'amont de la Thio ou encore les bassins versants de la Côte Oubliée.

#### VI.2. Résultats 2020-2021 – Milieux d'eaux douces

Pour rappel, les résultats présentés ici sont basés sur les données de suivis environnementaux déployés en 2020-2021 dans la zone du focus de l'étude et auxquels l'OEIL a eu accès : réseaux de suivi de la SLN, de la DAVAR, de la SMT (accès partiel) et de l'OEIL (voir Tableau 26) des bassins versants de la Thio, de la Dothio et amont de la Ouenghi. Ces suivis ont lieu exclusivement en rivière. Le présent bilan porte sur la période 2020-2021 : la priorité est donnée à l'état de l'environnement à l'issue de cette période, soit en 2021.

La plupart des suivis environnementaux physico-chimiques sont programmés de façon semestrielle et les suivis biologiques sont annuels (Tableau 26). Durant la période 2020-2021, le suivi physico-chimique des rivières a eu lieu en mai-juin 2020 (PLT, CDS, DOT) et avril 2021 (PLT, CDS, DOT) pour les périodes de hautes eaux, en septembre 2020 (PLT, CDS, DOT) et en septembre-octobre 2021 (PLT, CDS, DOT) pour les périodes de basses eaux. Le suivi biologique a également eu lieu en période de basses eaux en septembre 2020 (PLT, CDS, DOT) et en septembre-octobre 2021 (PLT, CDS, DOT).

La SLN a revu son dispositif de suivi des MES pendant la période 2020-2021 : sur Camp des Sapins et Thio Plateau, le dispositif en place depuis 2018 a été relevé en 2020 et en 2021 <sup>50</sup>. Sur le site de Dothio, l'installation prévue en 2021 [20] a été repoussée à 2022 [70], aucune mesure en eaux douces n'a été réalisée pendant la période du bilan.

Les mesures sont considérées valides pour le diagnostic de la qualité de l'environnement de Thio en 2020-2021 car les pas de temps maximaux sont respectés (Tableau 2), sauf pour le suivi des MES dont le suivi n'était pas opérationnel pour la période du bilan.

Rappel: si des grilles de qualité permettent d'évaluer l'état biologique aux stations de rivière, il en va autrement de l'évaluation de l'état physico-chimique et chimique des eaux douces. A défaut de grille de qualité adaptée, l'évaluation des paramètres physico-chimiques et chimiques repose sur la comparaison de chaque paramètre surveillé à une gamme de référence établie en station de rivière hors d'influence. Il est donc important d'examiner tout d'abord les mesures obtenues dans les zones hors d'influence pour mettre à jour les gammes de référence d'une part et d'autre part pour s'assurer que les stations utilisées en référence restent non perturbées. Dans la région de Thio, ces paramètres sont par ailleurs suivis à un pas de temps trop large pour contribuer à la notation de l'état environnemental des rivières (voir Qualification des stations – Milieux d'eaux douces et Annexe 11).

<sup>50</sup> Les déclarations minières de 2020 pour les mines du Plateau et de Camp des Sapins indiquent que « les résultats obtenus ne sont pas exploitables en l'état car non représentatifs d'un événement pluviométrique. Ces derniers représentent une succession d'événements accumulés depuis leurs installations en novembre 2018 » [104], [111]. Sur ces sites, le dispositif de suivi des MES a été remis en service courant 2020, puis relevé lors des événements pluvieux importants en 2021 [105], [111].

#### VI.2.1. Synthèse des résultats 2021 aux stations sous influence – Milieux d'eaux douces

# VI.2.1.1. État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence

Fortement perturbé Fortement perturbé

Le Tableau 39 présente les scores écologiques obtenus en 2021 pour les stations de suivi des eaux douces de rivière. Le tableau des scores écologiques de 2020 pour ces stations est disponible en Annexe 12. Actuellement, les scores physico-chimiques ne participent pas à la qualification de l'état écologique des stations car la fréquence d'échantillonnage est jugée insuffisante : elle est semestrielle ou au mieux trimestrielle. Les résultats physico-chimiques sont présentés plus loin dans le Tableau 40.

Zone			Pa	Score 2				
Zone	Influence	Station	M	IB	Diatomées	par stati		
			IBNC	IBS	IDNC	purstu		
	Mine de Nakety	Station 4						
	Mine Thio Plateau	Mee	$\rightarrow$	$\rightarrow$				
Dothio	Mine Thio Plateau	HGL	Α	А				
Dotnio	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont						
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval						
	Mine Dothio	Dothio Sud	Α	Α				
	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050	7	7				
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin		7				
	Mine Bornet (ancien site)	Nebu aval		A A A A A A A A				
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont	Α	Α				
Thio	Mine Thio Plateau	Mue	7	7				
THIO	Mine Thio Plateau	Nedoro	Α	Α				
	Mine Thio Plateau	Moulinet	$\rightarrow$	7				
	Mine Thio Plateau	St Martin	Α	Α				
	Mine Thio Plateau	Ngere	ZZ	ZZ				
•	Mine Camps des Sapins	Kaori	ZZ	K				
Ouenghi	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A	עה	ИΚ				
Odengni	Mine Camps des Sapins	Point 89	ZZ	K				
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121						

Tableau 39 - Scores écologiques des eaux de rivière aux stations sous influence en 2021.

Le score d'un paramètre ou d'une station est donné par un code couleur qui peut varier de « Non perturbé » (meilleur état signalé en bleu) à « Fortement perturbé » (état le plus dégradé en rouge). La couleur grise indique que le suivi n'a pas permis d'obtenir un résultat. Les paramètres non évalués sont indiqués en blanc (pas de donnée ou donnée non accessible).

Grâce à la comparaison avec les scores obtenus lors des campagnes précédentes, les flèches indiquent la tendance générale d'évolution temporelle observée. Cette tendance nécessite une chronique de données d'au moins 5 ans pour les paramètres suivis annuellement (ou de 5 campagnes pour les suivis plus longs) pour disposer d'un recul suffisant.

Les tendances indiquées dans le Tableau 39 ont été évaluées pour la période 2017-2021. Pour certaines stations, la tendance d'évolution des paramètres ne peut pas encore être évaluée car le recul temporel est faible. C'est notamment le cas des stations **Dothio Amont**<sup>51</sup> et **Dothio Aval**, nouvellement mises en

<sup>51</sup> Une station nommée « Dothio\_Amont\_(Thio\_7) » est référencée dans la base de données Hydrobio avec 2 dates de prélèvements en 2000 par la mairie de Thio. Les coordonnées géographiques EPSG3163 de cette station (X 411 898, Y 291 321) sont légèrement différentes de l'actuelle station Dothio Amont (X 415 777, Y 290 155), l'écart se limite donc à quelques mètres au maximum.



service en 2021 ou de **Byzance 121** qui se trouve fréquemment à sec, ce qui fragmente la chronique de suivi. En complément, le Tableau 84 des scores écologiques des stations de suivi en 2020 est disponible en Annexe 12.

Pour la période 2020-2021, l'OEIL a pu uniquement qualifier l'état écologique de la **station 4**, les autres paramètres n'ont pas pu être évalués. A la station **Nou Amont**, aucune donnée n'était disponible, cette station n'a semble-t-il pas été suivie pendant la période. Les stations de **St Martin**, **Nedoro** et **HGL** étaient à sec en mai 2020 et septembre 2020 lors des mesures physico-chimiques et lors des mesures IBS. **St Martin** et **Nedoro** l'étaient également lors des mesures physico-chimiques de septembre 2020 [104] (voir État du réseau de surveillance des eaux douces en 2020-2021).

Bien que l'état écologique soit établi uniquement avec les scores obtenus d'après les paramètres biologiques, les paramètres physico-chimiques font malgré tout l'objet d'une qualification, présentée ci-après.

<u>Remarque</u>: les tableaux détaillés qui ont permis de produire les tableaux de synthèse des scores sont disponibles sur demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL.

## VI.2.1.2. État physico-chimique et chimique des eaux de rivière aux stations sous influence

Comme expliqué précédemment, les paramètres physico-chimiques et chimiques surveillés en eaux douces ne permettent pas actuellement d'établir le score aux stations de rivières dans la région de Thio car les mesures sont actuellement réalisées trop rarement pour être représentatives de l'état des rivières sur une année.

Les données disponibles sont cependant analysées et les résultats présentés ci-après car ces derniers informent malgré tout sur l'état de l'environnement au moment où les mesures ont été effectuées. Les gammes de référence utilisées pour établir le score de chaque paramètre sont présentées dans la partie Gammes de référence en eaux de rivières.

L'état des paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux de rivière aux stations lors des prélèvements en 2021 est présenté respectivement dans le Tableau 40 et dans le Tableau 41. Les résultats obtenus pour l'année 2020 sont disponibles dans le Tableau 85 (Annexe 13) et le Tableau 86 (Annexe 14). Selon le responsable des suivis, certains paramètres sont suivis ou non : la DAVAR suit la plupart des paramètres, alors que la SLN suit ceux imposés réglementairement et ceux qui permettent par exemple de calculer des balances ioniques pour vérifier la validité des analyses (chlorures, sodium). Pour les métaux, la fraction suivie (totale ou dissoute) varie également <sup>52</sup> : en règle générale, la SLN s'intéresse à la fraction dissoute (utilité pour l'analyse environnementale) tandis que la DAVAR suit la fraction totale (utilité pour l'analyse sanitaire). La DAVAR réalise également des mesures sur la fraction dissoute à l'échelle du Territoire lorsque des problématiques en métaux sont avérées.

Pour ce bilan, la gamme de référence s'est légèrement étoffée et certains paramètres ont pu être notés pour la première fois. En revanche, le score est resté inconnu dans le cas de certains paramètres pour

<sup>52</sup> Lors du COTECH de Thio du 13/04/2021, une homogénéisation des fractions suivis entre opérateurs miniers, envisagée par la DIMENC, a été évoquée.



lesquels les mesures étaient sous la limite de quantification LQ et potentiellement au-dessus du percentile de référence perREF (LQ > perREF).

Globalement, la plupart des paramètres physico-chimiques et chimiques sont stables aux stations sous influence. A noter : une amélioration pour les matières en suspension, qui tendent à diminuer sur les 5 dernières années pour un grand nombre de stations. A l'opposé, les nitrates dissous se montrent en augmentation sur beaucoup de stations. La présence du chrome sous ses différentes formes reste très forte pour la quasi-totalité des stations sous influence. Le nickel est également fortement présent à de nombreuses stations.

Pendant la période 2020-2021, aucun chlorophénol (substances phytopharmaceutiques) n'a été détecté aux deux stations surveillées par la DAVAR à Thio (DOTH300 et THIO800).

Concernant les **seuils de potabilité des eaux de rivière**, les résultats aux stations surveillées (stations de suivi et stations de référence) ont été examinés pour le chrome (arrêté métropolitain du 11/01/2007) et le nickel (valeur guide OMS 2005). Rappelons cependant que les eaux de beaucoup des cours d'eau surveillés ne font pas utilisées pour l'alimentation humaine.

Chrome: en 2020, le chrome total a été mesuré à 6 stations et la médiane ne dépassait pas le seuil de 0,05 mg/L. En 2021, c'était également le cas pour les 5 stations relevées. Le chrome dissous a été mesuré à 23 autres stations en 2020 et la plupart montraient une médiane également sous le seuil de potabilité de 0,05 mg/L, sauf 6: Wellington (0,411 mg/L), Captage St Paul Village (0,103 mg/L), Mue (0,095 mg/L), Captage Mue (0,093 mg/L), Fosse aux lions (0,089 mg/L) et Moulinet (0,070 mg/L). En 2021, la médiane du chrome dissous aux mêmes 23 stations restait sous le seuil de potabilité sauf pour 6 stations: Wellington (0,345 mg/L), Captage St Paul Village (0,131 mg/L), Captage Mue (0,105 mg/L), Mue (0,091 mg/L) et Ouagna (0,051 mg/L).

En 2020 et 2021, la médiane des mesures pour le chrome hexavalent, forme la plus toxique pour le vivant<sup>53</sup>, dépasse seuil de potabilité de 0,006 mg/L à toutes les stations de rivière sauf deux : THIO100 et DOTH150, dont les médianes sont sous ce seuil.

Nickel : le seuil de potabilité OMS 2005 (0,07 mg/L) n'a pas été dépassé aux stations surveillées en 2020 et 2021, pour le nickel total (respectivement 5 et 4 stations) comme pour le nickel dissous (23 stations).

Les résultats détaillés de l'analyse environnementale sont présentés plus loin par zone de suivi (voir Détail des scores 2020-2021 par zones – Milieux d'eaux douces).

<sup>53</sup> Un rapport de l'INERIS sur les expositions au chrome hexavalent (Cr VI) indique que « Les composés solubles du chrome VI sont bien absorbés par le tractus respiratoire (de 50 à 85% des particules inhalables, par rapport à 5-30% pour le Cr III). Pour les doses habituellement rencontrées dans la nourriture, son absorption par voie orale est faible (2 à 9%) car le chrome est réduit dans l'estomac en chrome III peu soluble. La pénétration par voie cutanée est limitée (1- 4% de la dose appliquée), sauf lors d'expositions massives entraînant des brûlures. La majorité du chrome VI absorbé est rapidement réduit dans l'organisme, puis largement distribué et éliminé sous forme de composés du Cr (III) dans l'urine et les fèces » [123] (le CrVI entraîne donc un stress oxydatif, ce qui est néfaste). Diverses perturbations des organismes vivants et pour l'homme sont décrites, pour la toxicité aiguë et chronique (à Thio, l'exposition du vivant est plutôt de type chronique). Ce rapport signale également que le chrome hexavalent est classé cancérigène pour l'homme par différentes instances, ce qui n'est pas le cas du chrome trivalent. Le chrome hexavalent perturberait également la reproduction.

Tableau 40 - Scores physico-chimiques (non qualifiants) des eaux douces aux stations de rivière sous influence en 2021.

			_		- 1	(Etat	écolo	giqu	e 20																		_
		Station								Pa	ramè	tres p	hysi	co-chi	imiq	ues									Paramètres bacté		
Zone  Dothio  Thio	Influence minière			Profil aquatique Eléme										nent	ents majeurs Se					Sels nutritifs Mat. o			. org.	g.			
			рН	Tº	Cond	DCO	DBO5	OD	TH	нсоз	MES	Turb	Cl	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub>	сот	Nt	Colif (t)	Enter	r
	Mine de Nakety	Station 4					10														-						T
	Mine Thio Plateau	Mee									K		>		>					G 7							T
	Mine Thio Plateau	HGL																									T
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont																									T
Dothio	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval																									T
	Mine Dothio	Dothio Sud									K		+		+					7							T
	Mine Dothio	Ouagna									И		>		>					7					_		T
	Mine Dothio et Thio Plateau	DOTH300	K	K	>	<b>→</b>		K	1	7	K	7	>	>	>	>	+	G 7		$G \rightarrow$		>	7				1
	Mine Thio Plateau	WEL501-01									И		>		>					7							T
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin																									7
Thio	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050			5 6				2 2		K	4	>		+	1				7			1				7
	Mine Camps des Sapins	KouergoaF2														8 - 7									Colif (t)		7
	Mine Camps des Sapins	THIO100	K	K	+	7		7	>	+	+	+	>	>	+	+	>	G 7		$G \rightarrow$		>	7				1
	Mine Camps des Sapins	THIO300	N	И	>	>		>	>	>	<b>→</b>	<b>→</b>	>	>	>	>		$G \rightarrow$		$G \rightarrow$		>	7				7
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont									K		>		>					7							1
Thio	Mine Thio Plateau	Fosse aux lions									И		>		>					7							T
-1.	Mine Thio Plateau	Captage Saint Paul Village									И		>		>												T
Thio	Mine Thio Plateau	Nedoro		А	Α			А			Α		А		А					А							T
	Mine Thio Plateau	Mue									K		>		>					7							Т
	Mine Thio Plateau	Captage Mue									K		>		>					7							T
	Mine Thio Plateau	CIMO501-01									K		>		>					7							T
	Mine Thio Plateau	Moulinet									И		>		<b>→</b>					7							T
	Mine Thio Plateau	St Martin		А	Α			Α	V 0		Α		А		А	ş ,				AZI							T
	Mine Thio Plateau	Ngere									K		>		+												Т
	Mine Thio Plateau	FOU501-01									K	2	>		+			1		7	11		1				T
	Mine Camps des Sapins	Kaori									И	1	>		>					71							Т
	Mine Camps des Sapins	TON520-01A									K		>		>					7			3 8				T
O	Mine Camps des Sapins	Tontou aval									K		>		>					7			0				T
Juengni	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A									K		>		>					7							Т
	Mine Camps des Sapins	Point 89									K		>		+					<b>→</b>							T
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121									K		>		>					7							Т
ende		Type de station		Code	couleu	r des se	ores de	s parai	mètre	5						6.		1257		Evolut	tion te	mpore	elle des	paran	nètres		
	Fe (t) Fertotal	Ultramafique	-		Non	perturb	é	Г		Inconnu										sur ur	ne péri	ode de	4 à 5	ans se	lon les stat	ions	
	Fe (d) Fer dissous	Mixte			_		oe rturbé	h		Inconnu		eg uo	asse7	d'eau)						A	Augn	nentai	tion				
	Cond. Paramètre ci é				-	évalué			_	Inconnu						de ré	fére na	ne l		$\rightarrow$	Stab	lité					
			l			- 10106		L	0		(-morris	26 10	-21601	- en ge		36 .6		/		И	Dimi	nutio	n				
																				ZΝ	Varia						

Tableau 41 - Scores chimiques (non qualifiants) des eaux douces aux stations de rivière sous influence en 2021.

			(Etat chimique 2021)  Paramètres chimiques															Score 20						
Zone	Influence minière	Station	Métaux															50000000	par stati					
			Fe (t)	Fe (d)	Mn (t)	Mn (d)	Ni (t)	Ni (d)	Co (t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)	CrVI (t)	Cu (t)	Pb (t)	Cd (t)	Zn (t)	As (t)	Ba (t)	Si02	SO <sub>4</sub> 2	HC(t)	HC(d)	
	Mine de Nakety	Station 4		5 50					ĵ	5						59		92 22						
	Mine Thio Plateau	Mee		$\rightarrow$		G →		$G \rightarrow$		G		$G \rightarrow$	<b>→</b>								$\rightarrow$			
	Mine Thio Plateau	HGL																						
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont	19								8			4	T T	100		3		8 8			3	
Dothio	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval																8	ĵ				- 1	
	Mine Dothio	Dothio Sud		<b>→</b>		<b>→</b>		A				→	<b>→</b>			- 5					$\rightarrow$			
	Mine Dothio	Ouagna		$\rightarrow$		<b>→</b>		>				<b>→</b>	<b>→</b>								$\rightarrow$			
	Mine Dothio et Thio Plateau	DOTH300	S 22	<b>→</b>	7	8	7		i i		$\rightarrow$		$\rightarrow$	$\rightarrow$	7	$\rightarrow$	<b>→</b>	<b>→</b>	7	8	$\rightarrow$		$G \rightarrow$	
	Mine Thio Plateau	WEL501-01		<b>→</b>		<b>→</b>		<b>→</b>				7	7			- 1					<b>→</b>			
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin																						
	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050		$\rightarrow$		$\rightarrow$		<b>→</b>				$\rightarrow$	$\rightarrow$								$\rightarrow$			
	Mine Camps des Sapins	KouergoaF2	8 27				8 7								- 4	12		8	4	8 6			3	
	Mine Camps des Sapins	THIO100	100	7	<b>→</b>	9	<b>→</b>	8	i i		>		→	<b>→</b>	<b>→</b>	<b>→</b>	->	<b>→</b>	7		<b>→</b>			
	Mine Camps des Sapins	THIO300		7	<b>→</b>		<b>→</b>				<b>→</b>		<b>→</b>	$\rightarrow$	<b>→</b>	<b>→</b>	<b>→</b>	<b>→</b>	7		$\rightarrow$			
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont		$\rightarrow$		$\rightarrow$		7				$\rightarrow$	→			- ///0	- 12	-			$\rightarrow$			
	Mine Thio Plateau	Fosse aux lions	19	<b>→</b>		<b>→</b>	100	$\rightarrow$			- 1	$\rightarrow$	<b>→</b>	v	- 4	100		9	4	6 8	$\rightarrow$		8 3	
- 20	Mine Thio Plateau	Captage Saint Paul Village		<b>→</b>		<b>→</b>		<b>→</b>				<b>→</b>	<b>→</b>								$\rightarrow$			
Thio	Mine Thio Plateau	Nedoro		Α		Α		Α		Α		Α	А								Α			
	Mine Thio Plateau	Mue		$\rightarrow$		$\rightarrow$		<b>→</b>				$\rightarrow$	$\rightarrow$								$\rightarrow$			
	Mine Thio Plateau	Captage Mue	19	$\rightarrow$		<b>→</b>		7	-		8	V	<b>→</b>	4	- 4	100		4		6 2	$\rightarrow$		8 3	
	Mine Thio Plateau	CIMO501-01		<b>→</b>		<b>→</b>		<b>→</b>	•	*		<b>→</b>	<b>→</b>								$\rightarrow$			
	Mine Thio Plateau	Moulinet	Ĭ.	$\rightarrow$		<b>→</b>		<b>→</b>				->	71								<b>→</b>			
	Mine Thio Plateau	St Martin		Α		Α		Α		А		Α	Α								Α			
	Mine Thio Plateau	Ngere	3	<b>→</b>		<b>→</b>	N	7			- 3	$\rightarrow$	$\rightarrow$	V.	- 4	10		3	ė.	8 8	$\rightarrow$		ik 8	
	Mine Thio Plateau	FOU501-01		$\rightarrow$		<b>→</b>		<b>→</b>		*		<b>→</b>	<b>→</b>					13			→			
	Mine Camps des Sapins	Kaori		$\rightarrow$		$\rightarrow$		<b>→</b>				→	<b>→</b>								$\rightarrow$			
	Mine Camps des Sapins	TON520-01A		$\rightarrow$		<b>→</b>		<b>→</b>				$\rightarrow$	<b>→</b>								$\rightarrow$			
27 11 12 1	Mine Camps des Sapins	Tontou aval	27	<b>→</b>		<b>→</b>	10	→			1	$\rightarrow$	<b>→</b>	4	- 4	100		24		6 8	$\rightarrow$		8 8	
Ouenghi	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A		$\rightarrow$		<b>→</b>		<b>→</b>				<b>→</b>	<b>→</b>								<b>→</b>			
	Mine Camps des Sapins	Point 89	ľ	<b>→</b>		<b>→</b>		<b>→</b>				<b>→</b>	<b>→</b>								<b>→</b>			
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121		$\rightarrow$		$\rightarrow$	02	<b>→</b>					$\rightarrow$					2		6 9				

# Mixte Augmentation Inconnu (à sec ou pas assez d'eau) Inconnu (moins de 10 valeurs en gamme de référence) Cond. Paramètre clé Fortement perturbé Stabilité Non évalué Diminution Varia bili té

#### VI.2.2. Résultats 2021 aux stations hors d'influence – Milieux d'eaux douces

## VI.2.2.1. État écologique des eaux de rivière aux stations hors d'influence

Grâce aux indices biologiques et aux grilles de qualité associées, l'état environnemental des eaux douces des rivières de Thio hors d'influence repose sur les scores obtenus pour les paramètres biologiques. Le Tableau 42 présente ces scores obtenus aux stations concernées en 2021. Le tableau des scores écologiques de 2020 pour ces stations est disponible en Annexe 16. Actuellement, les scores obtenus pour les paramètres physico-chimiques ne participent pas à la qualification de l'état écologique.

Etat écologique Paramètres bio. Score 2021 Zone Station MIB Diatomées par station IBNC IDNC IBS Hwaa Ref1 Thio Nebu Amont Ref3 Référence B  $\rightarrow$ Y7 Ouenghi Point 172 ZΝ Légende Code couleur des scores des paramètres: Non perturbé Inconnu Non perturbé Inconnu (assec ou pas assez d'eau) Α

Non évalué

Tableau 42 - État écologique des eaux de rivière aux stations hors d'influence en 2021.

Fortement perturbé

Code de l'évolution temporelle des paramètres
(sur une période de 4 à 5 ans selon les stations)

Modérément perturbé

Fortement perturbé

→ Augmentation
→ Stabilité
□ Diminution
→ Variabilité

L'état écologique des eaux douces aux stations de référence est globalement bon, sauf à la station Point 172, qui était modérément perturbée en 2020 et qui se trouve biologiquement plus perturbée en 2021. Lors des mesures physico-chimiques en 2021 (Tableau 43), les paramètres surveillés n'étaient pourtant pas perturbés et sur le plan chimique (Tableau 44), le chrome (dissous et hexavalent) était le seul paramètre perturbé au moment des mesures (voir plus loin). La station Point 172 a donc été conservée pour la construction des gammes de référence physico-chimiques et chimiques.

## VI.2.2.2. État physico-chimique et chimique des eaux de rivière aux stations hors d'influence

Les mesures en eaux douces réalisées en 2020 et 2021 aux stations de référence ont été comparées à la gamme de référence adéquate pour vérifier que ces stations restent globalement non perturbées. Ces mesures concernent 2 stations rattachées à la gamme ultramafique (Point 172 et Référence B) et 3 stations rattachées à la gamme mixte (DOTH150, Kwere et Nou Aval).

Le Tableau 43 présente les scores des paramètres physico-chimiques aux stations de référence et le Tableau 44 les scores des paramètres chimiques à ces stations. Les scores pour l'année 2020 sont disponibles dans le Tableau 88 (Annexe 17)et le Tableau 89 (Annexe 18).

Tableau 43 - Scores physico-chimiques (non qualifiants) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière hors d'influence en 2021.

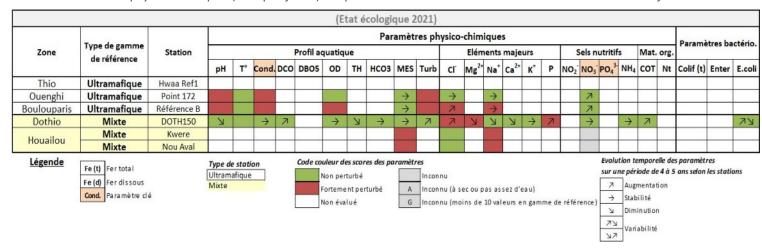
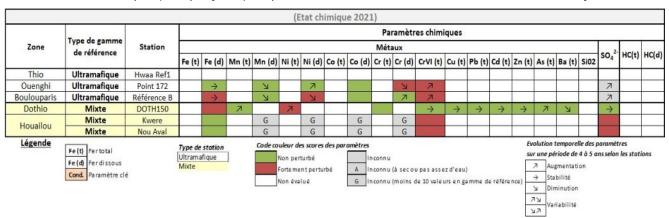


Tableau 44 - Scores chimiques (non qualifiants) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière hors d'influence en 2021.



La plupart des paramètres obtiennent bien des scores « Non perturbé ». Toutefois, certains paramètres sont classés « Fortement perturbé » (voir ci-après). Rappelons que ces scores reposent sur peu de mesures et que les écarts aux valeurs de référence sont la plupart du temps modérés.

Les données concernant les paramètres qui apparaissent « Fortement perturbé » dans le Tableau 43 et le Tableau 44 ont été examinées pour déterminer si les écarts qui ont conduit à cette classification sont importants ou non. Les tendances observées à ces stations ont également été décrites pour établir comment évolue l'état de l'environnement dans les zones de référence.

### VI.2.2.2.a Paramètres perturbés aux stations hors d'influence

Fer dissous, Fe (d): à la station Référence B, ce paramètre n'était pas perturbé en 2020, cependant sur les 2 mesures réalisées en 2021, une présentait des concentrations supérieures au percentile de référence, avec 0,0169 mg/L en septembre (x2,8 le percentile de référence). Cela se traduit par 50 % de mesures qui dépassent le percentile de référence et conduit à un score « Fortement perturbé » pour 2021. La station DOTH150 est également concernée par un score « Fortement perturbé » en 2021 alors qu'elle ne l'était pas en 2020 : sur les 3 mesures de 2021, 2 ont dépassé le percentile de référence (0,02 mg/L) avec respectivement 0,022 mg/L (x 1,1) et 0,03 mg/L (x 1,5).

**Nickel total, Ni (t):** en 2021, ce paramètre est passé à l'état « Fortement perturbé » à la station DOTH150, avec un percentile 75 de l'année 1,45 fois supérieur au percentile de référence de sa gamme (0,0063 mg/L en 2021 contre 0,004325 mg/L en référence).

**Nickel dissous, Ni (d):** sur les 2 stations évaluées en 2021, une présentait ce paramètre « Fortement perturbé » : Référence B. C'était également le cas pour 2020. Dans le détail en 2020, une des 2 mesures disponibles dépassent le percentile de référence (0,003825 mg/L) avec 0,004 mg/L (x1,05 le percentile de référence). En 2021, les 2 mesures disponibles sont en dépassement avec 0,0043 mg/L (x1,12) et 0,0039 mg/L (x1,02).

Chrome dissous, Cr (d): sur les 2 stations évaluées en 2021, une présentait ce paramètre « Fortement perturbé » : Point 172. Ce paramètre était classé « Non perturbé » en 2020 à cette station. Les 2 mesures de 2021 dépassaient le percentile de référence (0,0086 mg/L) avec 0,0096 mg/L (x1,1 le percentile de référence) et 0,0088 mg/L (x1,02).

Chrome hexavalent, Cr VI: les 4 stations de référence rattachées à la gamme de référence ultramafique et surveillées 2021 ont ce paramètre « Fortement perturbé ». Parmi elles, seule la station Point 172 avait déjà ce score en 2020 avec 1 mesure sur les 2 réalisées en dépassement du percentile de référence (0,0175 mg/L), avec 0,019 mg/L (x 1,08 le percentile de référence). En 2021, de nouveau 1 mesure sur les 2 disponibles était en dépassement avec 0,028 mg/L (x 1,6). La mesure (1 sur les 2 disponibles) qui conduit au classement « Fortement perturbé » du paramètre pour la station Référence B en 2021 dépasse de 1,08 fois le percentile de référence. Aux stations Kwere et Nou Aval, les 2 mesures disponibles par stations dépassent le percentile de référence d'un facteur de 2,35 pour Kwere et de 20,4 et 9,4 pour Nou Aval, ce qui est plus significatif et nouveau également (pas de mesures en 2020).

Sulfates dissous, SO4<sup>2-</sup>: les scores 2021 de ce paramètre suivent ceux du chrome hexavalent aux stations de référence. Le paramètre ne peut être noté aux stations Point 172, Référence B (stations de

type ultramafique): les concentrations en sulfates mesurées sont au niveau de la limite de quantification des mesures (LQ = 5 mg/L), or cette dernière est supérieure au percentile 75 de référence de leur gamme de référence (4,675 mg/L). Pour les stations de référence de type mixte Kwere et Nou Aval (Houaïlou), seule 1 des 2 mesures annuelles de 2021 dépasse le percentile de référence mixte (5 mg/L, valeur également de la LQ en 2020 et 2021), avec respectivement 2,12 mg/L (x 2,1) et 1,52 mg/L (x 1,5). Globalement, les concentrations en sulfates dans les eaux douces aux stations de référence restent inférieures à 5 mg/L et sont stables dans le temps (voir Annexe 19).

Matières en suspension, MES: en 2021, les stations Kwere et Nou Aval étaient perturbées par les MES lors de la mesure de novembre (2 mesures en tout à chaque station), à hauteur de 3,90 et 6,35 mg/L respectivement, alors que le percentile de référence est de 2 mg/L.

**Chlorures dissous, Cl**: les stations Référence B et DOTH150 présentaient ce paramètre « Fortement perturbé » en 2021, ce qui n'était pas le cas pour Référence B en 2020. Une mesure sur les 2 disponibles à Référence B a dépassé 1,01 fois le percentile de référence de sa gamme en 2021, alors qu'au cours de 2020 et 2021 DOTH150 a dépassé au plus 1,09 fois le percentile de référence de sa gamme.

Magnésium dissous, Mg<sup>2+</sup>: en 2021, la station DOTH150 a dépassé le percentile de référence de sa gamme pour 1 mesure sur les 3 disponibles, ce qui représente un dépassement de 1,05 fois le percentile de référence pour cette mesure.

**Sodium dissous, Na**<sup>+</sup>: les stations Référence B, Kwere et Nou Aval ont dépassé le percentile de référence pour ce paramètre lors d'une des 2 mesures de l'année 2021, ce qui a conduit à classer ce paramètre « Fortement perturbé ». Les facteurs de dépassement sont respectivement de 1,07, 1,45 et 1,11.

**Phosphore, P:** ce paramètre a dépassé le percentile de référence lors de 2 des 3 mesures réalisées à la station DOTH150, conduisant à un classement en « Fortement perturbé ». Cela correspond à un dépassement de 2,36 et 1,27 fois ce percentile.

Nitrates dissous, NO3<sup>-</sup> (paramètre physico-chimique clé): pour les stations mixtes, les stations Kwere et Nou Aval ont vu ce paramètre classé « Fortement perturbé » en 2021: le percentile 75 de référence mixte est de 0,2 mg/L, alors que la limite de quantification pour ces stations était à 2 mg/L. Cela étant incohérent, le score de ces stations a par conséquent été indiqué comme inconnu et la gamme mixte n'est pas considérée valide pour ce paramètre.

# VI.2.2.2.b <u>Tendances physico-chimiques aux stations de rivière hors d'influence</u>

**pH (paramètre physico-chimique clé)**: à la station DOTH150 (chronique depuis 2018), le pH est variable et souvent dans l'intervalle des percentiles de référence. Cependant pendant la période 2020-2021, ce paramètre est plusieurs fois sorti de l'intervalle de référence [7,8 - 8,2], avec notamment une valeur de 6,8 en mai 2021 puis 7,2 en octobre, d'où le classement en paramètre perturbé pour ce bilan et une tendance à la diminution. Aux stations de type ultramafique Référence B et Point 172, pH, conductivité et MES semblent perturbés. A la station Référence B, une des deux mesures annuelles de pH était particulièrement basse : 6,49, alors que les autres mesures de 2020 et 2021 étaient en moyenne de 8,35 soit légèrement au-dessus du percentile de référence. A Point 172, c'est une mesure de septembre 2020 qui interpelle, avec 9,2 (autres mesures 2020-2021 à 8,36 en moyenne).

Conductivité, Cond (paramètre physico-chimique clé): à la station DOTH150 (chronique depuis 2018), les mesures montrent un paramètre stable, avec des valeurs dispersées autour du percentile de référence. Aux stations de type ultramafique Référence B et Point 172, les dépassements du percentile de référence ()134,5  $\mu$ S/cm) sont faibles: un dépassement à 139  $\mu$ S/cm à Référence B en avril 2021 et 2 dépassement à Point 172 avec 136 et 138  $\mu$ S/cm. Ces écarts ne sont pas considérés comme préoccupants.

**Température, T°:** à la station DOTH150 (chronique depuis 2018), la température des eaux douces n'a pas particulièrement dépassé les extrêmes de la gamme de référence.

**Oxygène dissous, OD**: ce paramètre n'a pas été mesuré lors des campagnes de mesures 2020-2021 aux stations SLN. A la station DOTH150 (chronique depuis 2018), les mesures montrent un paramètre globalement assez stable et de variabilité saisonnière, avec des valeurs inférieures ou égales au percentile 25 de référence qui restent dans les caractéristiques d'une station non perturbée.

Matières en suspension, MES: pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. Point 172 et Référence B sont restées stables au niveau du percentile 75 pour ce paramètre entre 2017 et 2021, avec une légère amélioration en 2020 qui perdure en 2021 aux 2 stations. A la station DOTH150 (chronique depuis 2018), ce paramètre reste souvent proche du percentile 75, avec un dépassement significatif au dernier trimestre 2021.

Chlorures dissous, Cl<sup>-</sup>: pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. Entre 2017 et 2021, ce paramètre était plutôt stable à la station Point 172, sous le percentile 75. La tendance est à l'augmentation en station référence B, avec une concentration en chlorures qui atteint le percentile 75 en 2021. A la station DOTH150 (chronique depuis 2018), la tendance est également à l'augmentation, avec un dépassement quasi systématique du percentile 75 de référence depuis fin 2020.

**Sodium dissous, Na**<sup>+</sup>: pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. Entre 2017 et 2021, ce paramètre est resté très stable aux stations Point 172 et Référence B, toujours sous le percentile 75. A la station DOTH150 (chronique depuis 2018), la concentration en sodium est plus variable, cependant une tendance à la baisse du sodium s'observe depuis 2018 avec des valeurs toujours inférieures au percentile de référence.

**Phosphore, P:** à la station DOTH150 (chronique depuis 2018), les mesures restaient inférieures au percentile 75 de référence (0,55 mg/L) de ce paramètre en 2018 et 2019. Pour la période du bilan, un premier dépassement du percentile a été observé en juin 2020 (0,8 mg/L), puis un second en avril 2021 (1,3 mg/L) et un dernier en octobre 2021 (0,7 mg/L). Entre ces dépassements, la concentration en phosphore était comparable à celles des années 2018-2019. Dans l'ensemble, la tendance du paramètre à la station DOTH150 est à l'augmentation, au point que celle-ci revêt en 2021 les caractéristiques d'une station perturbée.

Nitrates dissous, NO3 (paramètre physico-chimique clé): pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. Entre 2017 et 2020 aux stations Point 172 et Référence B, ce paramètre est resté presque constamment très faible, bien en dessous du percentile 75, sauf en 2020-2021 où la valeur rejoint celle de ce percentile de référence et y reste en 2021 (valeur constante). Ceci est lié au changement de la limite de quantification de ce paramètre, qui a été relevée à 2 mg/L aux stations SLN (la LQ est restée à 0,2 mg/L pour les stations mixtes DAVAR). A la station

DOTH150 (chronique depuis 2018), les nitrates restent invariablement proches du percentile 75 de référence.

**Ammonium, NH4**: à la station DOTH150 (chronique depuis 2018), les mesures de 2020 et 2021 restent inférieures à la limite de quantification (0,05 mg/L).

Carbone organique total, COT: à la station DOTH150 (chronique depuis 2018) ce paramètre présente des mesures plutôt basses et souvent inférieures à 1 mg/L depuis 2018, à l'exception d'une mesure en 2018 (3,5 mg/L) et de 5 mesures sur les 7 réalisées en 2020 et 2021 qui dépassent significativement ces valeurs basses. La concentration augmente à partir de début août 2020 (0,9 en juin puis 6,6 mg/L le 05/08/2020 soit 7 fois plus), revient presque au percentile de référence de 3,65 mg/L en 14/10/2020 (4,1 mg/L) voire atteint 7,1 mg/L le 04/11/2020, soit presque 8 fois plus qu'en juin. Début avril 2021, la concentration était revenue au niveau bas des années précédente, puis une nouvelle remontée est observée dans le même trimestre ; en octobre 2021 la concentration en COT était de nouveau en hausse à 3,7 mg/L (niveau du percentile 75 de référence). Ce paramètre se présente donc très fluctuant sur les années 2020 et 2021, avec une tendance générale à l'augmentation depuis 2018. Cette augmentation reste statistiquement dans les caractéristiques d'une station non perturbée. L'explication de ces hausses enregistrées est pourrait être liée à l'activité saisonnière des algues (voir discussion sur la Source du manganèse dans les sédiments marins de surface des récifs frangeants sous influence des mines actuelles).

Demande chimique en oxygène, DCO: à la station DOTH150 (chronique depuis 2018), les mesures de 2020 et 2021 fluctuent bien plus que les mesures des années 2018 et 2019 qui stagnait à 3 mg/L avant de doubler en octobre 2019. En Juin 2020, ce paramètre était 3 fois supérieur aux valeurs basses de 2018-2019, puis a fluctué ensuite entre le percentile 75 de référence et 8 mg/L (octobre 2020). Au premier semestre 2021, les valeurs étaient retombées au niveau bas de 3 mg/L, puis une nouvelle hausse a été observée à 5 mg/L en octobre 2021, dernière mesure de l'année. Toutes ces fluctuations conduisent à une tendance générale à l'augmentation de ce paramètre sur la période 2018-2021.

Escherichia coli, E.coli: à la station DOTH150 (chronique depuis 2018), les dénombrements étaient très inférieurs au percentile 75 de référence (61,75 N/100ml) en 2018 et 2019. En 2020, la première mesure en juin dénombrait plus du double du percentile de référence (132 N/100ml) et une présence persistante des germes sur toute l'année, avec le maximum mesuré en octobre (202 N/100ml) avant un retour au niveau du percentile de référence plus tard dans le même mois. La diminution a continué en 2021 pour atteindre 26 N/100ml en octobre, un niveau du même ordre qu'en 2018-2019. En 2021, la station DOTH150 avait retrouvé les caractéristiques d'une station non perturbée pour ce paramètre.

# VI.2.2.2.c <u>Tendances chimiques aux stations de rivière hors d'influence</u>

Fer dissous, Fe (d): pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Kwere et Nou Aval et Hwaa Ref1 en raison de chroniques incomplètes. Aux stations Point 172 et Référence B, ce paramètre est stable entre 2017 et 2021. Les dernières mesures montrent cependant un dépassement du percentile 75 à la station Référence B enfin de saison sèche 2021 et à DOTH150 (chronique depuis 2018) à partir du second trimestre 2021.

Manganèse dissous, Mn (d): pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Hwaa Ref1, Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. A part une mesure en fin de saison sèche 2017, ce paramètre est

stable aux stations Point 172 et Référence B entre 2017 et 2021. Les valeurs restent proches du percentile 75.

**Nickel dissous, Ni (d):** pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Hwaa Ref1, Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes.Point 172, relativement stable auparavant, témoigne d'une augmentation depuis 2020: les valeurs restent inférieures au percentile 75 de la gamme de référence mais à un niveau légèrement élevé qu'auparavant. A la station Référence B, le nickel dissous tendait à diminuer jusqu'en 2019 et depuis, un retour au niveau du percentile 75 de référence est observé.

**Cobalt dissous, Co (d):** pas de tendance d'évolution 2017-2021 pour Point 172, Référence B, Hwaa Ref1, Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. EN 2020-2021, la concentration en cobalt dissous aux stations Point 172 et Référence B reste au niveau du percentile 75 de référence.

Chrome total, Cr (t): A la station DOTH150 (chronique depuis 2018), ce paramètre est souvent sous le percentile de référence pendant la période 2020-2021. Deux dépassements ont été observés, dont un qui représente le double de la concentration du percentile 75 de référence le 14/10/2020 (0,0083 mg/L). Hormis ces dépassements, la tendance depuis 2018 à cette station est à l'augmentation des concentrations en chrome total dans les eaux douces.

Chrome dissous, Cr (d): pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. Entre 2017 et 2021, les concentrations en chrome dissous à la station Point 172 restent stables, proches du percentile 75. A la station Référence B, ces concentrations sont en légère augmentation depuis 2020, tout en restant sous le percentile 75.

Chrome hexavalent, Cr VI: pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. Entre 2017 et 2021, les concentrations en Cr VI montrent une tendance à l'augmentation pour les stations Point 172 et Référence B: très stables entre 2017 et 2019, les valeurs augmentent à partir de 2020 et montrent une plus grande variabilité, avec plusieurs dépassements du percentile de référence, ce qui conduit à un classement en paramètre perturbé pour ce bilan. A la station DOTH150 (chronique depuis 2018), malgré des concentrations parfois en augmentation en 2021, les valeurs restent sous le percentile de référence.

**Sulfates dissous, SO4**<sup>2-</sup>: pas de tendance d'évolution à 5 ans pour Kwere et Nou Aval en raison de chroniques incomplètes. Entre 2017 et 2021, les valeurs des concentrations en sulfates dissous sont restées stables jusqu'en 2019 aux stations Point 172 et Référence B, avant d'augmenter à une valeur fixe à partir de 2020. Cela suggère que la limite de quantification de ce paramètre ait été relevée plutôt qu'une réelle augmentation<sup>54</sup>. A la station DOTH150 (chronique depuis 2018), ce paramètre est plus variable qu'aux stations précédentes, avec des concentrations qui restent cependant inférieures au percentile de référence.

### VI.2.3. Gammes de référence en eaux de rivières

Le Tableau 48 décrit les données disponibles pour les stations qui servent à établir les gammes de référence des paramètres physico-chimiques et chimiques en eaux douces pour le bilan de Thio 2020-2021. Pour rappel, deux gammes ont été établies pour la région de Thio, selon que plus de 25 % de régolithe ultramafique est présent dans les bassins versants des stations de référence (gamme « ultramafique ») ou non (gamme « mixte », voir Références pour la physico-chimie des eaux douces).

<sup>54</sup> Les valeurs des LQ ne sont pas transmises dans les fichiers de données SLN, ce qui obligue à des suppositions si les valeurs égalent les LQ.

Tableau 45 - Description des données disponibles et gammes de référence pour la physico-chimie et la chimie des eaux de rivière de Thio.

Rappel : la méthode de calcul et l'application des seuils sont présentés en Annexe 11.

Per				Gamr	me de référenc	e ultramafiq	ue - Thio 202	1			Comparaison (rat	des gammes			Gan	nme de référer	nce mixte - 1	Thio 2021		×	
Fed Homoson (mg/l)	Paramètre (unité des métriques)	100000000000000000000000000000000000000	Période			Minimum	Per 25 UM	Med	Per 75 UM	Maximum				Période		100000000000000000000000000000000000000	Minimum	Per 25 Mx	Med	Per 75 Mx	Maximum
Marganishe state   mgh	Fer total (mg/l)	4	2010,2016-2017	11	0	0,006	0,01	0,015	0,0325	0,085	0,2	4,7	1	2010,2017	2	0	0,041	0,07825	0,1155	0,15275	0,19
Margeneris disson (mg/l)	Fer dissous (mg/l)	8	2010, 2016-2021	31	16	0,002	0,003	0,003	0,006	0,032	0,3	3,3	4	2010,2017-2021	24	0	0,00462	0,00969	0,01225	0,02	0,094
Social Season (migrig)	Manganèse total (mg/l)	4	2010,2016	7	5	0,0005	0,00075	0,001	0,001	0,002	0,2	4,7	2	2010,2018-2021	15	0	0,0026	0,00305	0,0033	0,00465	0,02270
Model States (Img/I)	Manganèse dissous (mg/l)	4	2017-2021	24	17	0,00025	0,0005	0,0005	0,0005	0,0085	0,4	2,6	2	2017,2019,2021	9	4	0,0005	0,0005	0,0007	0,0013	0,0116
Color tent (mg/l)   3	Nickel total (mg/l)	4	2010,2016-2017	11	0	0,003	0,0042	0,007	0,00865	0,01010	2,0	0,5	2	2010,2017-2021	16	3	0,0005	0,00175	0,0027	0,004325	0,012
Count   Coun	Nickel dissous (mg/l)	4	2017-2021	24	5	0,0005	0,0016	0,003	0,003825	0,004300	1,3	0,8	2	2017,2019,2021	9	5	0,0005	0,0005	0,0028	0,003	0,0046
Commer testal (mg/l)	Cobalt total (mg/l)	3	2017-2019	9	7	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,5	2,0	2	2017,2019	4	2	0,0001	0,0001	0,00015	0,0002	0,0002
Chrome (Infigri)	Cobalt dissous (mg/l)	3	2017-2021	15	12	0,00003	0,0001	0,0005	0,0005	0,0010	1,0	1,0	2	2017,2021	5	5	0,0001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Comment	Chrome total (mg/l)	6	2010,2016,2017	13	0	0,003	0,0089	0,012	0,0309	0,1434	7,7	0,1	3	2010,2017-2021	17	2	0,0005	0,0022	0,0028	0,004	0,008
Comment   Comm	Chrome dissous (mg/l)	8	2017-2021	26	4	0,0014	0,004325	0,0066	0,0086	0,1384	1.7	0.6	3	2017,2019,2021	9	5	0,0005	0,0007	0,0031	0,0050	0,0756
Curve total (mg/l)  4   2000 2016   7   5   0,001   0,002   0,																					
Curve total [mg/l] 4   2010.016   7   8   0.001   0.001   0.001   0.001   0.001   0.001   0.001   0.002   0.00	Chrome VI total (mg/l)	7	2016-2021	28	4	0,001	0,00475	0,0095	0,0175	0,039	4,1	0,2	4	2017-2021	24	8	0,001	0,001	0,002	0,00425	0,08700
Cadmunic teal (mg/l)	Name and Address of the Owner, where the Owner, which is the Owner,	4	2010,2016	7	5	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	1,0	1,0	2	2010,2018-2021	15	11	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Cadmiunicial (mg/l)	Plomb total (mg/l)	4	2010,2016	7	7	0,0002	0,0002	0,002	0,002	0,002	10,0	0,1	2	2010,2018-2021	15	15	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,002
Zanc total [mg/l]		4	2010,2016	7	7	0,0001	0,0001	0,001	0,001	0,001	10,0	0.1	2	2010,2018-2021	15	15	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001
Saryum total (right)	and the second s	4	2010,2016	7	5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,0	1,0	2	2010,2018-2021	15	14	0.01	0,01	0,01	0,01	0,01
Considerable Silveline (mg/l)   4   2012 2015   7   0   7   7   8   8.25   9.1   0.8   1.5   1   2010   1   0   1.5   1.5   1.5   1.5	Arsenic total (mg/l)	4	2010,2016	7	7	0.0002	0.0002	0.001	0.001	0.001	2.2	0.5	2	2010,2018-2021	15	2	0,0002	0.0004	0,0004	0,00045	0.001
Description of Silfourn (mg/l)   4   2010,2016   7   0   7   7   8   8,25   9,1   0,8   1,3   1   2010   1   0   11   11   11   11		4		7	5	0.001	0.001			0.006			2			0				0,0175	0,018
Indirectives totals (mg/hg)		4		7	0	7	7	8		9.1	The state of the s	1.3	1		1	0	11	- Contractor Contractor	11	11	11
Indirective into the Implied	Sulfates dissous (mg/l)	7	2010.2016-2021	30	8	1.1	1.625	1.9	4.675	5	0.9	1-1	4	2010.2017-2021	24	2	2.2	3.175	3.75	5	14.7
Pythonourburse dissous (mg/hg)						-,-	-,	-/-	1,0.0			-/-	0				-,-	-,			- 7.
PH   8   2010,2016-2021   32   6,49   7,775   8,17875   8,325   9,200000   1,0   1,0   2   2010,2018-2021   33   6,8   7,8   8,1   1   1   1   1   1   1   1   2   5   5   5   5   5   5   5   5   5				_							7		1	2018-2019		4	0.1	0.1	0.1	0.1	
Conductivité (u5/cm)	pH	8	2010 2016-2021	32		6.49	7.775	8 17875	8 325	9 200000	10	1.0	2		33					8,2	8.41
Demande chimique en oxygène (mg/l)	Conductivité (uS/cm)	8			0		- 1	-7					2			0				226,75	252,3
Demande biologique en oxygène (mg/l)   4   2010,2016   7   4   1   1   1   2   5   2,0   0,5   2   2010,2018   3   3   1   1   1   1   2   3   2   2   2   2   2   2   2   2		_					-		_											5	9
Depart Contract (Fig. 1)   S		4		7	4	1	1	1	2	5	70		2			3	1	1	1	1	7
Durate totale (*f)   3   2016   3   0   4,2   4,25   4,3   4,8   5,3   0,4   2,2   1   2018-2021   14   0   8,7   9,15   10   10		8	2010 2016-2021	30	0	6.39	7.7925	8.1	8 495	100.4		11	2		17	0	7.77	8.3	8.9	9,3	10,43
Hydrogénocarbonates (mg/l) 4 2010,2016 7 1 0,1 21,6 57,4 60,2 64,8 0,4 2,2 2 2010,2018-2021 15 0 35,9 113,2 129,2 11 Matières en suspension (mg/l) 7 2010,2016-2021 30 23 0,1 0,355 2 2 5 1,6 4,9 4 2010,2017-2021 24 17 0,749 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		_																		10,775	11.8
Matières en suspension (mg/l) 7 2010,2016-2021 30 23 0,1 0,355 2 2 5 3,9 4,9 4 2010,2017-2021 24 17 0,749 2 2 2 Turbidité (NTU) 5 2010,2016,2019-2021 17 5 0 0,3 1,61 5 5 5,9 0,2 2 2010,2018,2019,2021 12 1 0,27 0,415 0,795 0,		-		_	1		-	-			- Alleria	-	2							135.1	167
Turbidité (NTU) 5 2010,2016,2019-2021 17 5 0 0,3 1,61 5 5 5,9 0,2 2 2010,2018,2019,2021 12 1 0,27 0,415 0,795 0, Chlorures dissous (mg/l) 7 2010,2016-2021 30 0 2,5 3,41 3,95 4,9975 9,7 0,6 1,7 4 2010,2017-2021 24 0 5,6 7,675 8,1 8, 8 Magnésium dissous (mg/l) 4 2010,2016 7 0 8,1 10,4 10,4 11,735 16,560 0,5 1,9 2 2010,2018-2021 15 0 3,85 18,95 20,6 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2		-		30	23		_		+	7.77			4							2	22.22
Chlorures dissous (mg/l) 7 2010,2016-2021 30 0 2,5 3,41 3,95 4,9975 9,7 0,6 1,7 4 2010,2017-2021 24 0 5,6 7,675 8,1 8, Magnésium dissous (mg/l) 4 2010,2016 7 0 8,1 10,4 10,4 11,735 16,560 0,5 1,9 2 2010,2018-2021 15 0 3,85 18,95 20,6 2 Sodium dissous (mg/l) 7 2010,2016-2021 30 0 1,43 1,725 2,015 2,35 6,00 0,3 3,5 4 2010,2018-2021 15 0 3,85 5,95 5,975 6,4 8, Calcium dissous (mg/l) 4 2010,2016 7 3 0,5 0,5 0,7 1,6 3,8 0,3 3,8 2 2010,2018-2021 15 0 3,8 5,05 5,5 5,0 6,00 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0			7				-1					-1-								0.845	7.5
Magnésium dissous (mg/l) 4 2010,2016 7 0 8,1 10,4 10,4 11,735 16,560 0,5 1,9 2 2010,2018-2021 15 0 3,85 18,95 20,6 2 Sodium dissous (mg/l) 7 2010,2016-2021 30 0 1,43 1,725 2,015 2,35 6,00 0,3 3,5 4 2010,2017-2021 24 0 3,75 5,975 6,4 8 Calcium dissous (mg/l) 4 2010,2016 7 3 0,5 0,5 0,5 0,7 1,6 3,8 0,3 3,8 2 2010,2018-2021 15 0 3,8 5,05 5,5 6 Prosasium dissous (mg/l) 4 2010,2016 7 3 0,1 0,15 0,2 0,5 0,5 1,0 1,0 2 2010,2018-2021 15 14 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,7 1,0 1,0 2 2010,2018-2021 15 14 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5				_	_								-			0		-	-	8,725	9,5
Sodium dissous (mg/l)   7   2010,2016-2021   30   0   1,43   1,725   2,015   2,35   6,00   0,3   3,5   4   2010,2017-2021   24   0   3,75   5,975   6,4   8,		-					-						_							22.4	24.4
Calcium dissous (mg/l) 4 2010,2016 7 3 0,5 0,5 0,7 1,6 3,8 0,3 3,8 2 2010,2018-2021 15 0 3,8 5,05 5,5 0 0 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,								1447.1			Parallel III	-1-					-1			8,205	13.4
Potassium dissous (mg/l)		_										- min				_				6,1	6,9
Phosphore (mg/l)					-								-							0,5	0,65
Nitrates dissous (mg/l) 4 2010,2016 7 7 0,01 0,01 0,01 0,02 0,2 1,0 1,0 2 2010,2018 3 3 0,01 0,105 0,2 0 Nitrates dissous (mg/l) 7 2010,2016-2021 30 11 0,1 0,224 0,3 2 5 40,0 9,1 4 2010,2016 7 7 0,1 0,1 0,1 0,1 0,2 0,2 1,0 1,0 2 2010,2018 3 3 0,1 0,15 0,2 0 Phosphates (mg/l) 4 2010,2016 7 7 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,2 0,2 1,0 1,0 2 2010,2018 3 3 0,1 0,15 0,2 0 Ammonium (mg/l) 4 2010,2016 7 4 0,01 0,01 0,01 0,01 0,03 0,05 0,7 1,4 2 2010,2018 3 3 0,1 0,15 0,2 0 Carbone organique total (mg/l) 3 2016 3 1 0,5 1,2 1,9 5,05 8,2 1,4 0,7 1 2018-2021 14 2 0,5 0,5 0,7 1,2 3 Apote Total (mg/l) 0 1 2018 2 2 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5				-									_							0.55	1.3
Nitrates dissous (mg/l) 7 2010,2016-2021 30 11 0,1 0,224 0,3 2 5 40,0 0,4 4 2010,2017-2021 24 15 0,06 0,2 0,2 0,2 0,4 0,4 0,4 0,01 0,1 0,1 0,2 0,2 1,0 1,0 2 2010,2018 3 3 0,1 0,15 0,2 0,4 0,4 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0						777	-/	-/-		-3-	-/	-1-	2				-7-		-/-	0,33	0.2
Phosphates (mg/l)         4         2010,2016         7         7         0,1         0,1         0,2         0,2         1,0         1,0         2         2010,2018         3         3         0,1         0,15         0,2         0           Ammonium (mg/l)         4         2010,2016         7         4         0,01         0,01         0,01         0,035         0,05         0,7         1,4         2         2010,2018-2021         15         15         0,01         0,05         0,05         0           Carbone organique total (mg/l)         3         2016         3         1         0,5         1,2         1,9         5,05         8,2         1,4         0,7         1         2018-2021         14         2         0,5         0,75         1,2         3           Azote Total (mg/l)         0         0         1         2018         2         2         0,5				_			_						Α.			-				0,2	2
Ammonium (mg/l) 4 2010,2016 7 4 0,01 0,01 0,01 0,05 0,05 0,7 2 2,4 2 2010,2018-2021 15 15 0,01 0,05 0,05 0 Carbone organique total (mg/l) 3 2016 3 1 0,5 1,2 1,9 5,05 8,2 1,4 0,7 1 2018-2021 14 2 0,5 0,75 1,2 3 Azote Total (mg/l) 0 1 2018 2 2 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5		-					-						2							0.2	0.2
Carbone organique total (mg/l) 3 2016 3 1 0,5 1,2 1,9 5,05 8,2 1,4 0,7 1 2018-2021 14 2 0,5 0,75 1,2 3 Azote Total (mg/l) 0 1 2018 2 2 0,5 0,5 0,5 0,5 0 Coliformes totaux (N/100ml) 3 2010,2016 4 0 1 1 2 8,25 24 0,1 7,1 2 2010,2018 2 0 24 35,5 47 5				-	-	-/-	-/-	777			-/-		2					-,	-7	0.05	0.05
Azote Total (mg/l) 0 1 2 0 1 2 0 1 2 0 1 2 0 1 2 0 1 2 0 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0				-	_		_						_							3,65	7.1
Coliformes totaux (N/100ml) 3 2016 3 0 152 426 700 910 1120 10,3 0,1 1 2018 1 0 88 88 88 Enterocoques (N/100ml) 3 2010,2016 4 0 1 1 2 8,25 24 0,1 7.1 2 2010,2018 2 0 24 35,5 47 5			2016	3	1	0,5	1,2	1,9	5,05	8,2	1,4	0,7	1		14	2		-	-	0.5	0.5
Enterocoques (N/100ml) 3 2010,2016 4 0 1 1 2 8,25 24 <u>0.1</u> 7.1 2 2010,2018 2 0 24 35,5 47 5		_	2016	2		153	406	700	010	1120	10.2	0.1	d.		2	- 2			-7-		
		-		_			_		_		-		1		+					88	88
		-									- miles		-		-					58,5	70
	Escherichia coli (N/100ml)	-		_	0	-	_	-	17/5		200	1,3	1	2018-2021		0		- 7		61,75 21.75	202

Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL) - Tél. : 23 69 69 - www.oeil.nc

ratio non biaisé par des valeurs <LQ

biaisé par des LQ différentes sur tout ou partie des chroniques

Métrique utilisée pour établir le seuil de dépassement

Paramètre physico-chimique clé

Légende

Per 25, Per 75: percentiles

Nombre de mesures insuffisant (<10) pour établir la gamme de référence

Selon les paramètres considérés, les gammes de référence ont été construites à partir de prélèvements réalisés sur un nombre de stations variable (1 à 8 stations) et à des dates plus ou moins nombreuses (1 à 6 années). Cela conduit à un nombre de mesures disponibles différent pour chaque paramètre (1 à 47 mesures). Les cases grisées du Tableau 48 indiquent que ce nombre de mesures est insuffisant pour considérer la gamme de référence valide (moins de 10 mesures). Il peut donc arriver pour un même paramètre qu'une des gammes de référence soit valide alors que la seconde ne l'est pas. Pour certains paramètres, aucune gamme n'est pour le moment valide en raison de données insuffisamment fournies : cobalt total, chrome III, dioxyde de silicium, hydrocarbures, demande biologique en oxygène, magnésium dissous, nitrites dissous, azote total, coliformes et entérocoques. Les paramètres sans gamme de référence valide ne reçoivent pas de score (case grisée). La comparaison des percentiles 75 des deux gammes de référence (voir Tableau 48) montre que selon les paramètres, les concentrations peuvent être supérieures en gamme mixte ou en gamme ultramafique. Par exemple, les concentrations en gamme mixte sont bien supérieures à celles en gamme ultramafique pour le baryum (x 8,8), le phosphore (x 5,5), le fer total et le manganèse total (x 4,7), le fer dissous (x3,3), le calcium dissous (x 3,8), le sodium dissous (x 3,5), les hydrogénocarbonates (x2,2), le magnésium dissous (x 1,9), ou encore les chlorures dissous (x 1,7). A l'opposé, certaines concentrations sont significativement supérieures en gamme de référence ultramafique par rapport à la gamme mixte, notamment pour le chrome total (x 7,7), l'arsenic (x 2,2) ou le nickel total (x2,0) et le nickel dissous (x1,3). D'autres différences ou similitudes existent certainement, cependant la comparaison est plus délicate du fait de limites de quantification parfois différentes dans les chroniques ou encore en raison d'une proportion importante de mesures qui n'ont pas permis une quantification de la concentration (valeur inférieure à la limite de quantification LQ). D'une manière générale, ces comparaisons restent à considérer avec précaution car peu de mesures sont disponibles et/ou elles ont été réalisées à une seule station.

La gamme mixte pour les nitrates dissous a par ailleurs été considérée invalide car la limite de quantification est différente en DOTH150 (0,2 mg/L) et pour Kwere et Nou Aval (2 mg/L). La quantité de mesures en DOTH150 par rapport aux autres stations conduit à un percentile 75 de 0,2 mg/L et donc à des scores toujours perturbés pour les autres stations de référence (et potentiellement également pour les stations de suivi), ce qui est incohérent.

### VI.2.4. Détail des scores 2020-2021 par zones – Milieux d'eaux douces

#### VI.2.4.1. Résultats en milieux d'eaux douces – Bassin versant de la Dothio

La Figure 45 présente la localisation géographique des stations du réseau de surveillance des milieux d'eaux douces du bassin de la Dothio.

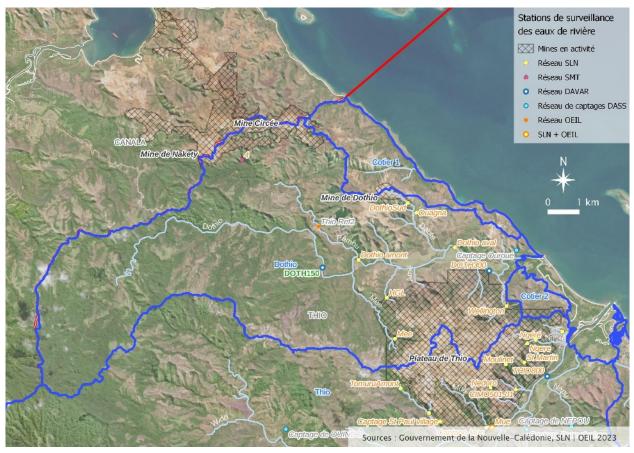


Figure 45 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces du bassin versant de la Dothio. Nom des stations hors d'influence qui ont contribué aux gammes de référence utilisées en vert. Nom des stations hors d'influence exclues pour cause d'incendie ou d'érosion en gris. Nom des stations sous influence des mines en orange.

# VI.2.4.1.a <u>État écologique des eaux douces aux stations du bassin de la Dothio</u>

Le Tableau 46 et le Tableau 47 présentent le détail des scores obtenus pour les paramètres biologiques que physico-chimiques suivis dans la zone pour l'année 2021. Les résultats obtenus pour l'année 2020 sont disponibles en Annexe 12 et Annexe 13.

Tableau 46 - État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence du bassin versant de la Dothio en 2021.

	Etat é	cologique 2021				
			Pa	ramètr	es bio.	
Zone	Influence	Station	M	IB	Diatomées	Score 2021 par station
			IBNC	IBS	IDNC	pui station
	Mine de Nakety	Station 4				
	Mine Thio Plateau	Mee	$\rightarrow$	$\rightarrow$		
Dothio	Mine Thio Plateau	HGL	А	Α		-
Dotnio	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont				
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval				
	Mine Dothio	Dothio Sud	Α	Α		

Tableau 47 - Scores physico-chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Dothio en 2021.

										Pa	ramè	tres p	hysic	co-ch	imia	ues										- 17.	
Zone	Influence minière	Station	$\vdash$				Profil a	quati	que				Ė		_	s maj	eurs			Sels n	utriti	fs	Mat	. org.	Paramè	tres ba	ctério
			рН	Te	Con	d. DCC	DB05	OD	TH	нсоз	MES	Turb	а	Mg <sup>24</sup>	Na	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3</sup>	NH	сот	Nt	Colif (t)	Enter	E.co
	Mine de Nakety	Station 4																					$\Box$				
	Mine Thio Plateau	Mee				1	8 8	1		5	N	0 3	>		>					G 7			$\Box$		0 0		
	Mine Thio Plateau	HGL											-														
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont					8 8			8		1											$\Box$		1 1		
Dothio	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval																									
	Mine Dothio	Dothio Sud									N		->		-					71							
	Mine Dothio	Ouagna									K	} :	+		+					7							
	Mine Dothio et Thio Plateau	DOTH300	×	N	->	-		N	1	7	N	7	->	1	->	->	->	G 7		$G \rightarrow$		->	7				->
	Mine Thio Plateau	WEL501-01					0 8	1			И		>		7					7					N 3		

Dans la zone, une seule station présente un bon état écologique : la station Mee. Bien qu'exclus de la notation des stations, les paramètres physico-chimiques relevés à cette station sont également bons. 2 stations étaient à sec en 2021 lors de l'évaluation des paramètres biologiques (HGL et Dothio Sud), leurs paramètres n'ont donc pas été notés.

Les nouvelles stations Dothio Amont et Dothio Aval sont considérées perturbées sur le plan écologique, avec une perturbation liée aux paramètres biologiques (qualifiants) et également au niveau de paramètres hors notation comme les MES et les chlorures pour Dothio Amont (juste pour les chlorures à Dothio Aval).

Le paramètre physico-chimique clé des nitrates n'est pas perturbé pour les stations où il a été évalué. La plupart des paramètres physico-chimiques ne sont pas perturbés dans la zone, sauf les chlorures qui sont perturbés à 7 stations sur 8. Le sodium est perturbé à la moitié des stations et les MES à 2 stations sur 8. L'oxygène dissous, la dureté totale, la turbidité et le magnésium dissous sont perturbés par rapport aux valeurs de référence à la seule station qui suit ces paramètres (DOTH300).

### VI.2.4.1.b État chimique des eaux douces aux stations du bassin de la Dothio

Le Tableau 48 présente le détail des scores obtenus pour les paramètres chimiques suivis dans la zone pour l'année 2021. Les résultats obtenus pour l'année 2020 sont disponibles en Annexe 14.

Aucun score n'est attribué à l'état chimique des 9 stations de la zone car la fréquence d'échantillonnage (semestrielle) est jugée insuffisante.

Tableau 48 - Scores chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Dothio en 2021.

	1		_			at chim	real as m							_										1
		50.5 5000.0									Pa	ramèt	es chim	iques										Score 202
Zone	Influence minière	Station									Mét	aux									2	uctal	uc(d)	par statio
			Fe (t)	Fe (d)	Mn (t)	Mn (d)	Ni (t)	Ni (d)	Co (t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)	CrVI (t)	Cu (t)	Pb (t)	Cd (t)	Zn (t)	As (t)	Ba (t)	Si02	SO <sub>4</sub>	ncti	HC(u)	
	Mine de Nakety	Station 4																						1
	Mine Thio Plateau	Mee		→		G →	1	$G \rightarrow$		G		$G \rightarrow$	→			7 - 7	15		2 4		$\rightarrow$			1
	Mine Thio Plateau	HGL																						
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont				2		1			- 8					. 1								i i
Dothio	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval										-												
	Mine Dothio	Dothio Sud		->		→		7				->	->			2 8					→			
	Mine Dothio	Ouagna		<b>→</b>		→		->				->	->								+			
	Mine Dothio et Thio Plateau	DOTH300		→	7		n				-		> ·	+	7	<b>→</b>	>	+	7	9	>		$G \rightarrow$	
	Mine Thio Plateau	WEL501-01		-4		4		4				71	7								4			

Globalement, les résultats sont proches de ceux obtenus les années précédentes et les tendances sont à la stabilité pour la plupart des stations et des paramètres chimiques dans cette zone.

Dans l'ensemble, 3 paramètres montrent surtout des scores non perturbés : le manganèse dissous (5 stations sur 6) et le cobalt dissous (6 stations sur 6). Le fer dissous n'est pas perturbé pour 5 stations sur

8. Les autres éléments (Cu, Pb, Cd, Zn, As, Ba), ils restent non perturbés pour la seule station qui permet de les surveiller.

Le résultat pour les **sulfates** montre que 2 stations sont chroniquement perturbées en comparaison aux données de référence : Ouagna sous influence de la mine de Dothio et WEL501-01 sous influence de la mine du Plateau. En août 2020, les sulfates atteignaient 10,6 mg/L à la station DOTH300 alors qu'habituellement les concentrations y restent inférieures à 5 mg/L. Les concentrations en sulfates dans les eaux douces aux stations du bassin de la Dothio restent généralement inférieures ou proches de 5 mg/L et sont plutôt stables dans le temps (voir Annexe 15).

A l'opposé, 3 paramètres sont perturbés à toutes les stations où ils ont été évalués, sans exception : le nickel et le chrome sous toutes leurs formes. Ces résultats restent comparables à ceux obtenus en 2019 et en 2020, avec une tendance stable à la plupart de stations.

Aucune station ne présente l'ensemble de ses paramètres dans la classe « Non perturbé » ou dans la classe « Fortement perturbé ».

Les perturbations liées au chrome, au nickel et aux sulfates sont détaillées ci-après.

**Chrome :** les perturbations les plus importantes pour la zone et la région de Thio entière ont été relevées à la station WEL501-01 : la médiane 2021 pour le chrome dissous (0,3445 mg/L) est 40 fois supérieure au percentile de référence (0,0086 mg/L), la médiane 2021 pour le chrome hexavalent (0,3145 mg/L) est 18 fois supérieure au percentile 75 de référence. Le chrome total est bien moins présent à la station DOTH300 où ce paramètre est suivi (4,3 fois le percentile de référence), cependant c'est à cette station que la médiane 2021 du chrome total est la plus élevée de la région.

**Nickel :** dans la zone, ce paramètre est le plus perturbé à la station HGL, où la médiane 2021 du nickel dissous est au maximum de la région : 8,8 fois supérieur au percentile 75 de référence (x3,2 à Dothio Sud et x2,8 à Ouagna). A la station DOTH300 où le nickel total est suivi, la médiane 2021 de ce paramètre est 2,2 fois supérieur au percentile de référence, c'est le maximum enregistré pour la région.

**Sulfates :** la médiane 2021 des sulfates pour les stations de la zone dépasse moins de 1,1 fois le percentile de référence, ce qui reste peu préoccupant, sauf à la station WEL501-01 où cette médiane est plus de 3 fois supérieure au percentile de référence.

### VI.2.4.1.c Éléments d'interprétation pour la zone de Dothio

Les perturbations en métaux (nickel, chrome) sont synonymes d'une minéralisation des sols importante. Elles peuvent être dues aux surfaces exposées à l'érosion dans les bassins versants des stations. Ces surfaces dénudées ont plusieurs origines : activités minières passées et actuelles, incendies ou encore abroutissement par les espèces herbivores envahissantes (dont la densité reste méconnue dans la région).

Pour ce qui est des incendies, la pression a été globalement faible en 2020 et 2021 dans la zone d'après les données de suivi des incendies de l'OEIL sur la commune de Thio. Historiquement, cette zone est moins touchée par les incendies que le bassin de la Thio (voir Figure 16).

Dans le bassin de la Dothio, 8 à 69 % des bassins versants des stations sont exposés à l'érosion et les 2 bassins les plus impactés sont ceux des stations WEL501-01 (69%, dont 61 % liés à la mine) et HGL (50 % dont 47,6 % liés à la mine). Le bassin versant de la station WEL501-01 est particulièrement affecté par de

très grands volumes de décharges minières non contrôlées et par le ravinement, ce qui explique probablement les concentrations records régulièrement enregistrées à cette station.

Notons que la présence des sulfates est supposée liée aux matériaux géologiques traversés par les eaux douces. En effet, parmi les hypothèses avancées dans les précédents bilans<sup>55</sup>, aucune ne permettait d'expliquer la régularité des observations dans le temps et dans l'espace (voir historique des mesures en Annexe 15) alors que cela est caractéristique d'un fond chimique ambiant. Les 2 stations chroniquement perturbées dans le bassin de la Dothio (Ouagna et WEL501-01) sont situées sur des cours d'eau particulièrement touchés par les anciennes décharges minières non contrôlées. La présence en surface de grandes quantités de roches potentiellement porteuses de sulfures pourrait expliquer la présence continue et stable de sulfates dans ces eaux de rivière.

#### VI.2.4.2. Résultats en milieux d'eaux douces – Bassin versant de la Thio

La Figure 46 présente la localisation géographique des stations du réseau de surveillance des milieux d'eaux douces du bassin de la Thio. La Figure 47 détaille la localisation des stations dans la zone avale du bassin versant.

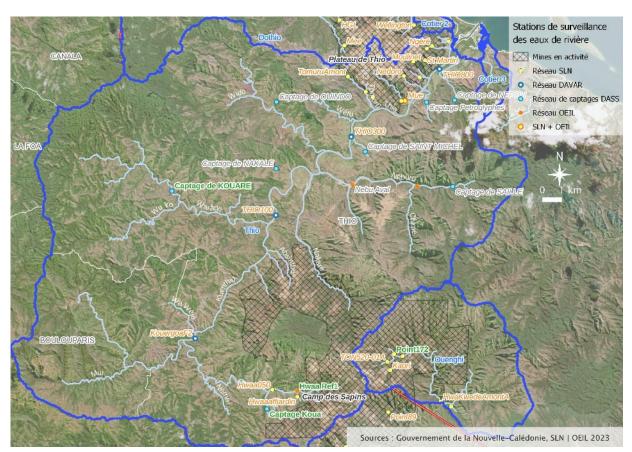


Figure 46 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces du bassin versant de la Thio.

Nom des stations hors d'influence qui ont contribué aux gammes de référence utilisées en vert.

Nom des stations hors d'influence exclues pour cause d'incendie ou d'érosion en gris.

Nom des stations sous influence des mines en orange.

<sup>55</sup> Les hypothèses suivantes avaient été évoquées précédemment : (1) les perturbations en sulfates observées à la station WEL501-01 ne sont pas liées à la composition du régolithe puisque son bassin versant est à 100 % ultramafique. (2) Pour le COTECH de Thio du 13/04/2021, l'hypothèse de dépôts atmosphériques enrichis en sulfates issus du roulage minier a été retenue comme étant la plus pertinente, même si cette source de perturbation ne peut expliquer à elle seule les concentrations mesurées aux stations. (3) L'autre hypothèse avancée est le défaut d'assainissement. (4) L'hypothèse d'un drainage minier acide a été écartée car les pH mesurés aux stations perturbées en sulfates sont au-delà de l'intervalle de 2 à 5, avec des pH basiques.

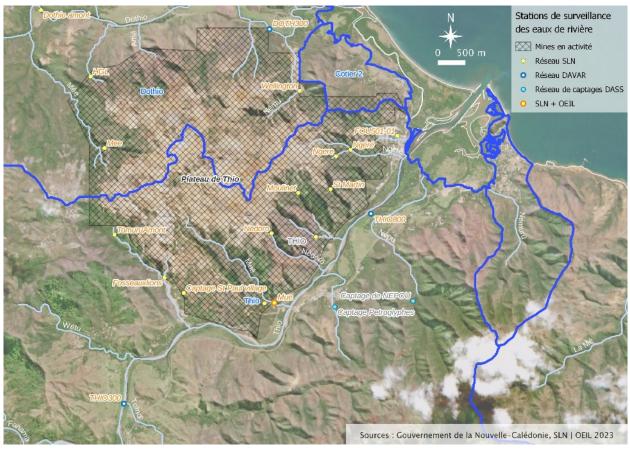


Figure 47 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces dans la partie avale bassin versant de la Thio.

# VI.2.4.2.a <u>État écologique des eaux douces aux stations du bassin de la Thio</u>

Le Tableau 49 et le Tableau 50 présentent le détail des scores obtenus pour les paramètres biologiques et physico-chimiques suivis dans la zone pour l'année 2021. Les résultats obtenus pour l'année 2020 sont disponibles en Annexe 12, Annexe 13 et Annexe 14.

Tableau 49 - État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence du bassin versant de la Thio en 2021.

	Eta	at écologique 2021				
			Pa	aramètr	es bio.	
Zone	Influence	Station	M	IB	Diatomées	Score 2021 par station
			IBNC	IBS	IDNC	pui station
	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050	7	71		
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin				
	Mine Bornet (ancien site)	Nebu aval				
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont	Α	Α		-
Thio	Mine Thio Plateau	Mue	7	7		
Inio	Mine Thio Plateau	Nedoro	Α	Α		
	Mine Thio Plateau	Moulinet	$\rightarrow$	7		
	Mine Thio Plateau	St Martin	Α	Α		
9	Mine Thio Plateau	Ngere	עה	ZZ		

Tableau 50 - Scores physico-chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Thio en 2021.

					(	Etat	écolo	giqu	e 20	21)																	
										Pa	ramè	tres p	hysi	co-ch	imic	ques									Paramè	stree he	act field
Zone	Influence minière	Station					Profil a	quati	que					Elé	ment	s maj	eurs		- 3	Sels n	utriti	fs	Mat	org.	rataille	ties ba	cten
			рН	T*	Cond	DCO	DBO5	OD	TH	HCO3	MES	Turb	cr	Mg <sup>2</sup>	Na	Ca2	K*	P	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3</sup>	NH	сот	Nt	Colif (t)	Enter	E.co
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin																									
	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050	1000								N		>		->			4		7							
	Mine Camps des Sapins	KouergoaF2																									
	Mine Camps des Sapins	THIO100	71	N	-	7		7	->	->	->	1	->	1 ->	->	-	-	G 7		$G \rightarrow$		->	7				->
	Mine Camps des Sapins	THIO300	7	7	<b>→</b>	<b>→</b>		$\rightarrow$	$\rightarrow$	<b>→</b>	<b>→</b>	>	$\rightarrow$	<b>→</b>	$\rightarrow$	>	<b>→</b>	$G \rightarrow$		$G \rightarrow$		$\rightarrow$	7				<b>→</b>
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont									N		-		-					7							
	Mine Thio Plateau	Fosse aux lions	3								A		->		-					7							
Thio	Mine Thio Plateau	Captage Saint Paul Village									K		-		$\rightarrow$												
Inio	Mine Thio Plateau	Nedoro		A	A			A			A		A		А			1		A						1 9	
	Mine Thio Plateau	Mue								-	A		-		>					7							
	Mine Thio Plateau	Captage Mue									N	1	7		+					7					-	1	
	Mine Thio Plateau	CIMO501-01									N		->		->	1				7							
	Mine Thio Plateau	Moulinet									K		-		>					7							
	Mine Thio Plateau	St Martin		A	A			А			A		A		А	1				AZI		9 19					
	Mine Thio Plateau	Ngere									Ä		>		>				П								
	Mine Thio Plateau	FOU501-01									K		7		>					7							

Dans la zone, deux stations présentent un bon état écologique : Mue et Nebu aval. Bien que hors notation des stations, la moitié des paramètres physico-chimiques relevés à la station Mue sont perturbés (chlorures et sodium). 3 stations étaient à sec en 2021 lors de l'évaluation des paramètres biologiques (Tomuru amont, Nedoro et St Martin), elles n'ont donc pas été notées.

Trois stations (Hwaa 050, Moulinet, Ngere) sont considérées modérément perturbées sur le plan écologique, avec une perturbation liée aux paramètres biologiques (qualifiants). A noter que pour ces stations, les paramètre chlorures et sodium, hors notes des stations, sont aussi perturbés.

Le paramètre physico-chimique clé des nitrates est perturbé pour 3 stations (Captage Saint Paul, Moulinet, FOU50-01) de la SLN sur les 10 évaluées. Sur les trois autres paramètres évalués (MES, chlorures, sodium) au niveau des 10 stations de la SLN, les MES sont perturbées pour 1 station (FOU501-01), tandis les chlorures et le sodium sont perturbés sur toutes les stations SLN. Les hydrogénocarbonates et la turbidité sont perturbés par rapport aux valeurs de référence aux 2 stations de la DAVAR qui suivent ces paramètres (THIO100 et THIO300). La conductivité et le calcium le sont également à la station DAVAR THIO100.

Aucune station du bassin de la Thio n'était perturbée pour tous ses paramètres physico-chimiques suivis en 2021 ; aucune station avec tous ses paramètres classés « Non perturbé ».

Les paramètres perturbés sont décrits plus en détails ci-après.

**Conductivité, Cond**: ce paramètre clé est noté perturbé à la station Thio100. Dans le détail, la médiane 2021 ne dépasse pas le percentile 75 de référence, ce qui permet de dire que la perturbation est modérée. La station KouergoaF2, non relevée en 2021, montrait les conductivités les plus hautes du bassin de la Thio avec une moyenne de 286  $\mu$ S/cm pour 4 mesures. En 2020 toujours, le maximum de conductivité de la période 2020-2021 a été mesuré à 299  $\mu$ S/cm à la station FOU501-01 en septembre. Le maximum 2021 a également été observé à la station FOU501-01 (266  $\mu$ S/cm en avril).

**Hydrogénocarbonates, HCO3** : les hydrogénocarbonates modérément perturbés aux stations THIO100 et THIO300 de la DAVAR, avec une médiane 2021 qui ne dépasse pas le percentile 75 de référence.

**Matières en suspension, MES :** la station FOU50-01 la seule était perturbée pour les MES en 2021. Sa médiane 2021 ne dépasse cependant pas le percentile 75 de référence, la perturbation était donc modérée.

**Chlorures dissous, Cl**<sup>-</sup>: les stations SLN, qui étaient toutes perturbées en 2021 pour ce paramètre, montraient des médianes la plupart du temps du même ordre de grandeur que le percentile 75 de référence. Plusieurs stations se distinguent car leur médiane 2021 dépasse le percentile de référence de façon plus prononcée : FOU50-01 (x2,5), Tomuru Amont (x2,3) et Ngéré (x1,8).

**Sodium dissous, Na**<sup>+</sup>: le sodium dissous, également perturbé aux stations SLN, l'est particulièrement aux stations suivantes : FOU50-01 (médiane 2021 qui dépasse 2,7 le percentile 75 de référence), Ngéré (x2,4) et Tomuru Amont (x2,6).

**Nitrates dissous, NO3** (paramètre physico-chimique clé): ce paramètre clé était perturbé pour 3 stations de la zone en 2021: Captage St Paul village, CIMO501-01 et FOU501-01. La médiane 2021 dépassait le percentile 75 de référence seulement pour FOU501-01 (x1,6), ce qui témoigne d'une perturbation plus forte à cette station qu'aux 2 autres.

### VI.2.4.2.b État chimique des eaux douces aux stations du bassin de la Thio

Le Tableau 51 présente le détail des scores obtenus pour les paramètres chimiques suivis dans la zone pour l'année 2021. Les résultats obtenus pour l'année 2020 sont disponibles en Annexe 14.

Aucun score n'est attribué à l'état chimique des 16 stations de la zone car la fréquence d'échantillonnage (semestrielle) est jugée insuffisante.

Tableau 51 - Scores chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Thio en 2021.

					(Eta	it chim	ique	2021)																
		2000									Pa	ramèti	es chim	iques										Score 202
Zone	Influence minière	Station									Mét	aux									,			par statio
			Fe (t)	Fe (d)	Mn (t)	Mn (d)	Ni (t)	Ni (d)	Co (t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)	CrVI (t)	Cu (t)	Pb (t)	Cd (t)	Zn (t)	As (t)	Ba (t)	Si02	504	HC(t)	нца	
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin									4												2	
	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050		+		>		-		-	8	-	-								->			
	Mine Camps des Sapins	KouergoaF2																						
	Mine Camps des Sapins	THIO100		7	7		->		100		+		-	<b>→</b>	-	->	<b>→</b>	<b>→</b>	7		<b>→</b>		3 3	
	Mine Camps des Sapins	THIO300		7	->		->				->		->	->	->	->	->	->	7		->			
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont		->		>		7				-	>								<b>→</b>		2 - 3	
	Mine Thio Plateau	Fosse aux lions		->		<b>→</b>		->				<b>→</b>	->								$\rightarrow$			
Thio	Mine Thio Plateau	Captage Saint Paul Village		<b>→</b>		<b>→</b>		->				-	->			1		1			$\rightarrow$		8 3	
Inio	Mine Thio Plateau	Nedoro		A		A		A		А		A	A								A			
	Mine Thio Plateau	Mue		7		<b>→</b>		-			3	->	->			1 8		1			-		8 8	
	Mine Thio Plateau	Captage Mue		<b>→</b>		<b>→</b>		7				×	->								-			
	Mine Thio Plateau	CIMO501-01		->		<b>→</b>		->		-		->	->			1					-		2 2	
	Mine Thio Plateau	Moulinet		->		7		->				->	7								->		1	
	Mine Thio Plateau	St Martin		A		A		Α		Α		A	A			1 8					A			
	Mine Thio Plateau	Ngere		->		<b>→</b>		7				->	>								$\rightarrow$			
	Mine Thio Plateau	FOU501-01		4		4		4				>	-								4			

Globalement, les résultats sont proches de ceux obtenus les années précédentes et les tendances sont à la stabilité pour la plupart des stations et des paramètres chimiques dans cette zone.

Aucune station ne présente l'ensemble de ses paramètres chimiques dans la classe « Non perturbé » ou dans la classe « Fortement perturbé ».

Pour les paramètres qui ne sont suivis que sur les stations de la DAVAR (THIO100 et THIO300), à savoir Ni total, Cu, Pb, Cd, Zn, As, Ba, ils sont tous non perturbés.

Pour les paramètres suivis sur la plupart des stations, 2 paramètres montrent des scores non perturbés : le manganèse dissous et le cobalt dissous (10 stations sur 12).

A l'opposé, 5 paramètres sont perturbés sur la plupart des stations où ils ont été évalués : le fer dissous, le nickel dissous, le chrome VI total et les sulfates. Ces résultats restent comparables à ceux obtenus en 2019 et en 2020, avec une tendance stable à la plupart des stations à l'exception du

fer dissous. Ce dernier était plutôt non perturbé à la plupart des stations en 2019 et en 2020. les médianes 2021 pour le fer dissous étaient la plupart du temps inférieures ou proches du percentile 75 de référence, ce qui met en évidence que la perturbation est modérée bien que de nombreuses stations soient concernées. Dans le détail des données, c'est la mesure semestrielle en basses eaux (sept.-oct. 2021) qui fait basculer les scores auparavant non perturbés.

Les perturbations liées au chrome, au nickel et aux sulfates sont détaillées ci-après.

Chrome: les perturbations les plus importantes pour la zone ont été relevées à la station Captage St Paul village: la médiane 2021 pour le chrome dissous (0,131 mg/L) est 15 fois supérieure au percentile de référence (0,0086 mg/L), la médiane 2021 pour le chrome hexavalent (0,1195 mg/L) est presque 7 fois supérieure au percentile 75 de référence. Le chrome total est bien moins présent aux stations DAVAR THIO100 et THIO300, où ce paramètre est suivi (1,6 à 1,9 fois le percentile de référence). La perturbation au chrome dissous est également marquée à d'autres stations de la zone, avec des médianes 2021 qui dépassent respectivement le percentile 75 de référence de 10 (Fosse aux lions, Mue) à 12 fois (Captage Mue). A ces stations, le chrome hexavalent dépasse le percentile de référence de 6 fois environ aux stations Mue et Captage Mue et de presque 5 fois à la station Fosse aux lions.

**Nickel**: dans la zone, ce paramètre est le plus perturbé aux stations Tomuru Amont et FOU501-01, où la médiane 2021 du nickel dissous est au maximum de la zone : 5 fois supérieure au percentile 75 de référence (x3,6 pour Ngéré, x3 pour CIMO501-01). Aux stations THIO100 et THIO300 où le nickel total est suivi, la médiane 2021 de ce paramètre reste inférieure percentile de référence.

**Sulfates**: la médiane 2021 des sulfates pour les stations de la zone dépasse le percentile de référence, de façon importante aux stations Captage St Paul village (x3 ; 13,9 mg/L), Captage Mue (2,7 ; 12,8 mg/L), Mue (x2,5 ;11,52 mg/L), et Fosse aux lions (x1,9 ; 8,855 mg/L). Globalement, les concentrations en sulfates dans les eaux douces aux stations du bassin de la Thio restent inférieures à 8 mg/L et sont stables dans le temps (voir Annexe 15).

### VI.2.4.2.c <u>Éléments d'interprétation pour la zone de Thio</u>

Les perturbations en métaux (nickel, chrome) sont synonymes d'une minéralisation des sols importante. Elles peuvent être dues aux surfaces exposées à l'érosion dans les bassins versants des stations. Ces surfaces dénudées ont plusieurs origines : activités minières passées et actuelles, incendies ou encore abroutissement par les espèces herbivores envahissantes (dont la densité reste méconnue dans la région).

Dans le bassin de la Thio, 2,5 à 62 % des bassins versants des stations sont exposés à l'érosion et le bassin le plus impacté est celui de la station Fosse aux lions (62%, dont 58 % liés à la mine). Pour ce qui est des incendies, la pression a été globalement faible en 2020 mais soutenue 2021 dans la zone d'après les données de suivi des incendies de l'OEIL sur la commune de Thio. Historiquement, cette zone est la plus touchée par les incendies dans la région (voir Figure 16). Ceux-ci peuvent avoir eu un impact sur la chimie des eaux douces.

Les perturbations en sulfates sont observées aux stations du sud-ouest de la mine du Plateau (Captage St Paul village, Captage Mue, Mue, Fosse aux lions). Comme pour le cas du bassin de la Dothio (voir Éléments d'interprétation pour la zone de Dothio), les eaux douces riches en sulfates se trouvent à l'aval des anciennes décharges minières ou des engravements qu'elles sont occasionné. Cela semble conforter l'hypothèse d'une origine lithologique aux sulfates, où le temps de contact entre les eaux douces de

surface et les roches potentiellement porteuses de sulfures est suffisamment long pour oxyder les sulfures disséminés dans ces matériaux.

L'augmentation (modérée) des concentrations en fer dissous à la plupart des stations de la zone en fin de saison sèche reste à expliquer.

### VI.2.4.3. Résultats en milieux d'eaux douces – Bassin versant amont de la Ouenghi

La Figure 48 présente la localisation géographique des stations du réseau de surveillance des milieux d'eaux douces du bassin de la Thio.

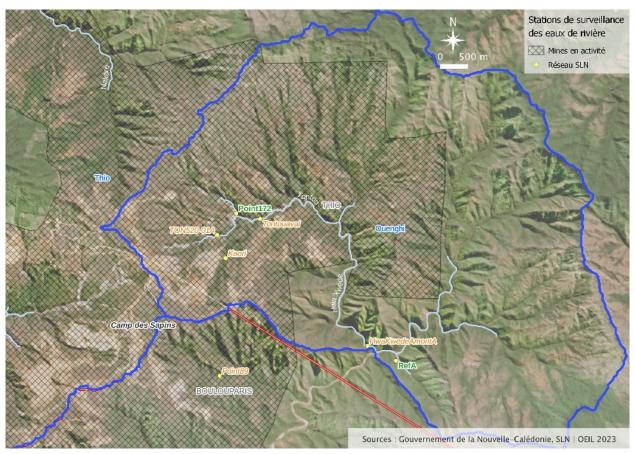


Figure 48 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces du bassin versant amont de la Ouenghi.

Nom des stations hors d'influence qui ont contribué aux gammes de référence utilisées en vert.

Nom des stations hors d'influence exclues pour cause d'incendie ou d'érosion en gris.

Nom des stations sous influence des mines en orange.

### VI.2.4.3.a État écologique des eaux douces aux stations du bassin amont de la Ouenghi

Le Tableau 52 et le Tableau 53 présentent le détail des scores obtenus pour les paramètres biologiques et physico-chimiques suivis dans la zone pour l'année 2021. Les résultats obtenus pour l'année 2020 sont disponibles en Annexe 12 et Annexe 13.

Tableau 52 - État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence du bassin versant de la Thio en 2021.

	Etat	écologique 2021				e e
			Pa	aramètre	s bio.	C 2021
Zone	Influence	Station	М	IB	Diatomées	Score 2021 par station
			IBNC	IBS	IDNC	par station
	Mine Camps des Sapins	Kaori	ZZ	И		
Ouenghi	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A	ZZ	עוק		
Ouengni	Mine Camps des Sapins	Point 89	ZZ	И		
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121				

Tableau 53 - Scores physico-chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Ouenghi en 2021.

					(	Etat	écolog	giqu	e 20	21)																	
			1							Pai	ramè	tres p	hysic	co-ch	imic	ues			002						Paramè	trac ha	ctário
Zone	Influence minière	Station					Profil a	quati	que					Elé	ment	s maj	eurs		- 3	Sels r	utriti	fs	Mat	org.	rarame	ties ba	cteno.
			pH	T°	Conc	DCO	DBO5	OD	TH	НСОЗ	MES	Turb	a.	Mg <sup>2</sup>	Na'	Ca2+	K*	P	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub> 3	NH	сот	Nt	Colif (t)	Enter	E.coli
	Mine Camps des Sapins	Kaori									K		>		-					7			Ī		7/10/1		
	Mine Camps des Sapins	TON520-01A					-			3	71	9	-		->		100			71						1 5	
	Mine Camps des Sapins	Tontou aval									K		>		>					7							
Ouenghi	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A					- 5			5 9	71		->		->					71						1 6	
	Mine Camps des Sapins	Point 89									K		-		+					>							
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121								8 8	N		>		->		3 1			7						9	

Dans la zone, les 4 stations évaluées pour leur état écologique obtiennent un score fortement perturbé, en raison d'IBS particulièrement dégradés. Bien que hors notation des stations, les paramètres physicochimiques relevés à ces stations (MES, CI, Na, NO3) ne présentent pas de perturbation, à l'exception du pH, de la conductivité et moins systématiquement des chlorures et du sodium (stations TON520-01A, Point 89 et Byzance 121).

Le paramètre physico-chimique clé des nitrates, ainsi que les MES, ne sont perturbés pour aucune des 6 stations de la SLN suivies dans la zone, mais la tendance d'évolution des nitrates est à la hausse sur quasiment toutes les stations alors qu'elle est à la baisse pour les MES sur toutes les stations. Pour les deux autres paramètres évalués (chlorures et sodium), la tendance est stable mais la moitié des stations sont perturbées (TON20-01A, Point 89 et Byzance 121).

Les dépassements en chlorures sont généralement modérés : la médiane 2021 reste inférieure ou du même ordre que le percentile 75 de référence. La situation est similaire pour le sodium.

#### VI.2.4.3.b État chimique des eaux douces aux stations du bassin amont de la Ouenghi

Le Tableau 54 présente le détail des scores obtenus pour les paramètres chimiques suivis dans la zone pour l'année 2021. Les résultats obtenus pour l'année 2020 sont disponibles en Annexe 14.

Aucun score n'est attribué à l'état chimique des 6 stations de la zone car la fréquence d'échantillonnage (semestrielle) est jugée insuffisante.

Tableau 54 - Scores chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Ouenghi en 2021.

					(Eta	at chim	ique	2021)																
											Pai	ramèti	es chim	iques										Score 2021
Zone	Influence minière	Station									Méta	aux										200		par station
3			Fe (t)	Fe (d)	Mn (t)	Mn (d)	Ni (t)	Ni (d)	Co (t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)	CrVI (t)	Cu (t)	Pb (t)	Cd (t)	Zn (t)	As (t)	Ba (t)	Si02	SO4*	HC(t)	HC(d)	
ş	Mine Camps des Sapins	Kaori		->		->		+			9	->	->			3					->			
	Mine Camps des Sapins	TON520-01A		$\rightarrow$		→		->			18	<b>→</b>	->			1 3		3		- 9	+			
0	Mine Camps des Sapins	Tontou aval		<b>&gt;</b>		<b>→</b>		+				+	<b>→</b>			. 7					<b>→</b>	$\Box$	$\Box$	
Ouenghi	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A		->		->		->			- 3	->	->			1 3			1		>			
	Mine Camps des Sapins	Point 89		>		->		7				-	->								<b>→</b>			
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121		->		<b>→</b>		<b>→</b>		3	- 3		-								1 3			

Globalement, les résultats sont proches de ceux obtenus les années précédentes et les tendances sont à la stabilité pour toutes les stations et les paramètres chimiques suivis dans cette zone. Ces résultats restent comparables à ceux obtenus en 2019 et en 2020, avec une tendance stable à la plupart des stations.

Aucune station ne présente l'ensemble de ses paramètres dans la classe « Non perturbé » ou dans la classe « Fortement perturbé ».

Dans l'ensemble, 2 paramètres montrent des scores non perturbés pour toutes les stations : le manganèse dissous et le cobalt dissous.

Le résultat pour le fer total est plus mitigé : il y a autant de stations pour lesquelles ce paramètre est « Non perturbé » que de stations pour lesquelles il est « Fortement perturbé ». 4 stations sur 6 sont perturbées pour le nickel dissous. La seule station pour laquelle les sulfates ont pu être notés est TON520-01A, où les concentrations ont légèrement dépassé la limite de quantification pour une des 2 mesures de 2021. La concentration en sulfates reste inférieure ou proche de 5 mg/L dans la zone (voir Annexe 15).

A l'opposé, 2 paramètres sont perturbés à toutes les stations où ils ont été évalués, sans exception : le chrome dissous, le chrome VI total.

Comme dans les autres zones, le fer dissous est nouvellement classé perturbé pour une proportion importante de stations. Ce paramètre était plutôt non perturbé en 2019 et en 2020. Les médianes 2021 pour le fer dissous étaient la plupart du temps inférieures ou proches du percentile 75 de référence, ce qui met en évidence que la perturbation est modérée bien que de nombreuses stations soient concernées. Dans le détail des données, c'est la mesure semestrielle en basses eaux (sept.-oct. 2021) qui fait basculer les scores auparavant non perturbés.

Les perturbations liées au chrome, au nickel sont détaillées ci-après.

**Chrome:** les perturbations les plus importantes pour la zone ont été relevées à 3 stations: la médiane 2021 pour le chrome dissous à Kaori (0,04775 mg/L) et à TON520-01A (0,0461 mg/L) est 5 fois supérieure au percentile de référence (0,0086 mg/L) et elle est également importante à Tontou aval (0,02935 mg/L; x3). La médiane 2021 pour le chrome hexavalent se distingue aux mêmes stations (percentile 75 de référence: 0,0175 mg/L): Kaori et TON520-01A (0,0605 mg/L; x3,5 pour ces 2 stations) et elle est également importante à Tontou aval 0,0425( mg/L; x2,4). Le chrome total n'est pas suivi dans cette zone.

**Nickel :** ce paramètre était le plus perturbé à la station Point89, où la médiane 2021 du nickel dissous est au maximum de la zone (0,00945 mg/L) : 2,5 fois supérieure au percentile 75 de référence

(0,003825 mg/L). Les stations TON520-01A et Kaori sont perturbées dans une moindre mesure avec respectivement 0,005 mg/L (x1,3) et 0,00465 mg/L (x1,2). Le nickel total n'est pas suivi dans cette zone.

# VI.2.4.3.c <u>Éléments d'interprétation pour la zone du bassin amont de la Ouenghi</u>

Les perturbations en métaux (nickel, chrome) sont synonymes d'une minéralisation des sols importante. Elles peuvent être dues aux surfaces exposées à l'érosion dans les bassins versants des stations. Ces surfaces dénudées ont plusieurs origines : activités minières passées et actuelles, incendies ou encore abroutissement par les espèces herbivores envahissantes (dont la densité reste méconnue dans la région).

Dans le bassin amont de la Ouenghi, 5,7 à 35 % des bassins versants des stations sont exposés à l'érosion. Les bassins les plus impactés sont ceux des stations TON520-01A (35%, dont 22 % liés à la mine) et Kaori (32,6%, dont 27,5 % liés à la mine). Pour ce qui est des incendies, la pression a été globalement faible en 2020 et 2021 dans la zone d'après les données de suivi des incendies de l'OEIL sur la commune de Thio. Historiquement, cette zone est peu touchée par les incendies dans la région (voir Figure 16).

La présence des sulfures, discutée pour les bassins de la Dothio et de la Thio, est réduite dans les eaux douces du bassin amont de la Ouenghi. Remarquons qu'il n'y a pas dans cette zone d'ancienne décharge minière et ni de surengravement lié au passif minier de taille équivalente aux objets qui sont présents à l'amont des stations d'eaux douces à sulfates des bassins de la Dothio et de la Thio. Le lien entre la présence des sulfates dans les eaux douces de surface et la présence de grandes quantités de roches ultrabasiques dans les zones de circulation de ces eaux semble se confirmer.

### VII. Bilan de Thio 2020-2021 - Milieux marins

Pour le bilan environnemental de Thio, les milieux marins considérés sont les espaces couverts en permanence ou par intermittence par les eaux de mer. L'emprise concernée est le lagon compris dans le territoire de la commune de Thio.

# VII.1. Méthodologie - Milieux marins

#### VII.1.1. Suivis environnementaux – Milieux marins

Dans la zone du focus, des suivis physico-chimiques et biologiques sont réalisés en milieu marin. Leur nature, la fréquence de suivi, la méthode mise en œuvre et la période de réalisation sont résumées dans le Tableau 55.

Tableau 55 - Suivis environnementaux marins réalisés dans la zone d'étude et contribution au diagnostic de Thio. Modifié d'après Desoutter et Bertaud, 2021.

Types de sulvi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquences de suivi	Méthodes de mesure	Périodes de suivi	Suivis contribuant au diagnostic?
	Profil aquatique de la colonne d'eau	SLN	2016	bisannuelle	profils verticaux réalisés à l'aide d'une sonde CTD		non
Physicochim.	Métaux et hydrocarbures (HCT) dans les sédiments de surface	SLN	2016	bisannuelle	prélèvement des sédiments à l'aide d'une benne Van Venne et mesure des métaux (Mn, Ni, Co, Cr, Hg, Zn, Pb, Cu, Cd) et HCT	EAROTE STATE OF THE STATE OF TH	oui pour les métaux avec grille ZONECO/CNRT, non pour les autres métaux et les HCT
£	Flux sédimentaires	SLN	2016	annuelle	les particules en suspension se déposent par gravité dans 4 "tubes à sédiments" en PVC -pendant 1 mois		oul
	Substrat	SLN	2013	bisannuelle	sur trois transects de 20 m à même profondeur, méthode LIT (Line Intercept Transect)	saison chaude (mars-mai)	oui
	000000000000000000000000000000000000000	DAFE/CEN	2003 (RORC)	annuelle	sur un transect avec 4 réplicats -méthode du PIT (Point Intercept Transect)	saison chaude (mars-avril)	oui
S A	Macro-invertébrés (benthos fonds durs)	SLN	2013	bisannuelle	sur trois transects de même profondeur -méthode d'observation "Belt Transect"	saison chaude (mars-mai)	non
Biologiques	Macro-invertébrés (benthos fonds meubles)	SLN	2016	bisannuelle	3 prélèvements par station à l'aide d'un carottier en PVC puis identification à la loupe binoculaire	saison chaude (mars-mai)	non
	Poissons	SLN	2013	bisannuelle	sur trois transects de même profondeur -méthode TLV (Transect à Largeur Variable)	saison chaude (mars-mai)	non
	Biaccumulation de métaux dans les chairs d'organismes consommés	SLN	2016	bisannuelle	Capture de poissons (loches saumonées, perroquets, picots kanak) et mesure des métaux dans les muscles (Hg, As, Cd, Co, Cr, Cu Fe, Mn, Ni, Pb, Zn)	saison chaude (mars-mai)	non

La plupart des données sont fournies par la SLN. Les données produites sur le substrat dans le cadre de l'initiative RORC apportent un complément avec, dans la zone d'étude, des stations subventionnées par la DAFE et le CEN (devenu ANCB). La SMT et la NMC, autres opérateurs miniers dans la zone, n'y réalisent aucun suivi du milieu marin : leurs stations de suivi marines se trouvent toutes sur la commune de Canala.

A l'exception du suivi du RORC qui a débuté en 2003, le démarrage des autres suivis est récent : 2013 pour les plus anciens suivis biologiques de la SLN à la station sous influence du wharf. En 2013, un suivi physico-chimique a également eu lieu au niveau du wharf à une position différente des stations physico-chimiques actuelles.

Selon les suivis, la fréquence d'échantillonnage est annuelle ou bisannuelle.

Pour les bilans environnementaux, les paramètres suivis permettent de déterminer des indicateurs ou l'état de certains compartiments de l'environnement. Les types de paramètres utilisés pour évaluer l'état de l'environnement et l'impact potentiel des mines dans les bilans sont présentés en Annexe 20 dans le Tableau 90 (intérêt pour le bilan) et le Tableau 91 (liste des paramètres utilisés).

Il a été décidé en comité technique du bilan du Grand Sud (13/05/2019) et hors cotech (\*) que six suivis du milieu marin ne contribueraient pas à la qualification des stations pour les raisons suivantes :

- <u>Suivi du profil aquatique de la colonne d'eau</u>: ce suivi sert uniquement à fournir des éléments d'interprétation pour les autres suivis ;
- <u>Suivi des « Autres métaux » (Hg, Zn, Pb, Cu, Cd) et hydrocarbures dans les sédiments :</u> absence de méthode de qualification pour une partie des métaux (pas de grille de qualité ZONECO/CNRT) et les hydrocarbures (pas de seuil réglementaire ni de référentiel) ;
- <u>Suivi Macro-invertébrés de fonds durs :</u> absence de méthode de qualification ;
- <u>Suivi Macro-invertébrés de fonds meubles (\*)</u>: d'après le prestataire de la SLN, la stratégie d'échantillonnage ne serait pas adaptée (cuvettes sédimentaires rares et présence d'algues) et les organismes collectés souvent indéterminés<sup>56</sup>;
- <u>Suivi Poissons</u>: absence de méthode de qualification;
- <u>Suivi de la bioaccumulation des métaux dans les chairs d'organismes consommés (\*) :</u> ce suivi présente un intérêt sanitaire et non environnemental.

**Remarque :** Les informations issues de ces suivis sont tout de même analysées et les éléments remarquables sont rapportés.

### VII.1.2. Localisation des stations – Milieux marins

Selon leur localisation, les stations sont classées comme suit :

- « station de suivi » : elles sont considérées sous influence des activités minières actuelles de la SLN;
- « **station hors d'influence** » : l'influence des activités minières actuelles est considérée lointaine.

Le Tableau 56 décrit la répartition des stations dans les différentes zones du milieu marin et précise quelles mesures y sont réalisées.

La Figure 49 et la Figure 50 présente la localisation géographique des stations du réseau de surveillance des milieux marins.

<sup>56</sup> Les organismes de la zone semblent parfois difficiles à déterminer : au-delà des capacités de détermination qui peuvent varier d'un opérateur à l'autre, la présence d'une faune particulière ou méconnue pourrait également expliquer cela.



Tableau 56 - Stations hors d'influence et stations de suivi des milieux marins. Desoutter et Bertaud, 2021.

Station ST09	ı	Prélèv	emen	it	Zone	Station	1	Prélèv	emer	
ST09									Cilici	11
					Récif frangeant sous	ST01				
ST10					influence du Wharf	ST02				
ST11						ST04				
Moara						ST05				
Grand Récif de Thio					Récif frangeant sous influence de la Mine	ST06				
	3	3	3	5		ST07				
						ST08				
					Récif Interieur de	Récif Inter.				
					Thio	de Thio				
					Total		7	7	7	
	-	r rappo	ort		Colonne d'eau Sédiments de Flux sédiment Peuplements l	surface aires piologiques				
	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  Degré d'influence à l'activité mini Champ proche	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  3  Degré d'influence par à l'activité minière: Champ proche	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  3 3  Degré d'influence par rappe à l'activité minière: Champ proche	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  3 3 3 3  Degré d'influence par rapport à l'activité minière: Champ proche	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  3 3 3 5  Degré d'influence par rapport à l'activité minière: Champ proche	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  3 3 3 5  Récif Interieur de Thio  Total  Degré d'influence par rapport à l'activité minière: Champ proche Champ lointain  Champ lointain  Champ lointain  Récif Interieur de Thio  Total  Nature du pré Colonne d'eau Sédiments de Flux sédiment Peuplements l	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  Total  Degré d'influence par rapport à l'activité minière: Champ proche Champ lointain  ST04  ST05  Récif frangeant sous influence de la Mine ST06  ST07  ST08  Récif Interieur de Récif Inter. Thio Total  Nature du prélèvement: Colonne d'eau Sédiments de surface Flux sédiments de surface Flux sédiments biologiques	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  3 3 3 5  Récif frangeant sous influence de la Mine ST06 ST07 ST08  Récif Interieur de Récif Inter. Thio Total  7  Degré d'influence par rapport à l'activité minière: Champ proche Champ lointain  Nature du prélèvement: Colonne d'eau Sédiments de surface Flux sédiments de surface Flux sédiments biologiques	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  3 3 3 5  Récif frangeant sous influence de la Mine  ST05  ST06  ST07  ST08  Récif Interieur de Récif Inter. de Thio  Total  7 7  Degré d'influence par rapport à l'activité minière: Champ proche Champ lointain  ST06  ST07  ST08  Récif Interieur de Récif Inter. de Thio  Total  7 7	ST11  Moara  Grand Récif de Thio  3 3 3 5  Récif frangeant sous influence de la Mine  ST05  ST07  ST08  Récif Interieur de Récif Inter. Thio  Total  7 7 7  Degré d'influence par rapport à l'activité minière: Champ proche Champ lointain  Nature du prélèvement: Colonne d'eau Sédiments de surface Flux sédimentaires Peuplements biologiques

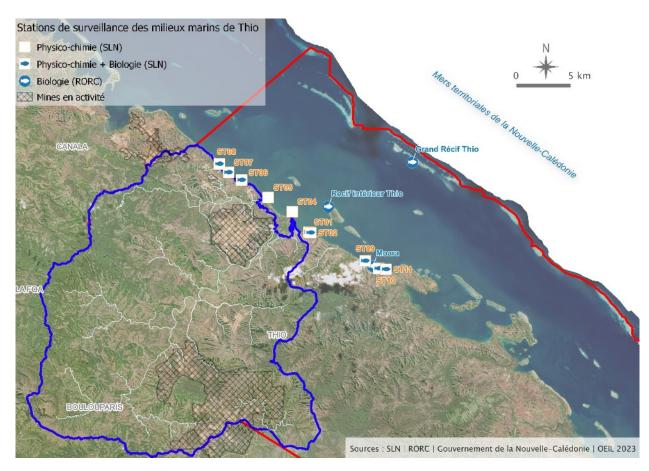


Figure 49 - Localisation générale des stations de surveillance des milieux marins de Thio.



Figure 50 - Localisation détaillée des stations de surveillance des milieux marins de Thio.

# VII.1.3. Qualification des paramètres – Milieux marins

Le référentiel et la méthode utilisés pour analyser les paramètres dépend du type de suivi et du compartiment considéré. Le Tableau 57 récapitule l'approche mise en œuvre pour chaque type de paramètre du milieu marin suivi. Pour rappel, seuls certains de ces paramètres contribuent à la notation : flux sédimentaires, métaux dans les sédiments de surface (Co, Cr, Fe, Mn, Ni) et pourcentage de couverture corallienne (Tableau 55).

Tableau 57 - Méthode d'analyse des paramètres suivis dans les différents compartiments marins. Modifié d'après Desoutter et Bertaud, 2021.

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Méthode d'analyse
Physico-	Sédiments de surface	Chimiques (Mn, Ni, Cr, Co)	Grille de qualité (ZONECO/CNRT)	Valeur annuelle comparée à la grille de qualité
chimiques	Flux sédimentaires	Physico-chimique (flux de MES)	Grille de qualité (ZONECO/CNRT)	Moyenne semestrielle comparée à la grille de qualité
Biologiques	Substrat (SLN)	% de couverture coralienne	Temporel et spatial	Analyses statistiques (contrôle-impact): Analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs (Campagne x Zone) entre zones sous influence et zone hors d'influence
	1	% de couverture coralienne (stations hors d'influence)	Temporel	Analyse statistiques (évolution temporelle) : Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis/Steel-Dwass
	Substrat ( RORC)	% de couverture coralienne	Temporel	Analyses statistiques (évolution temporelle) : Kruskal-Wallis

La liste détaillée des paramètres physico-chimiques suivis en milieux marins est consultable en Annexe 10 (Tableau 91).

Les tests statistiques portant sur les paramètres biologiques des stations SLN ont été réalisés par les prestataires des suivis [33]. Le RORC a fourni ses propres analyses sur ses stations. L'analyse des données sur les stations hors d'influence de la SLN ont été réalisées par l'OEIL.

Bien que ne participant pas à la notation des stations, une attention particulière est portée au suivi des macro-invertébrés de fonds durs<sup>57</sup>. L'évolution temporelle des communautés de ces MIB est évaluée grâce à des analyses statistiques de type contrôle-impact : analyse PERMANOVA à 2 facteurs (Campagne et Zone), sur les densités par sous-groupes, complétée par une analyse SIMPER à 2 facteurs. Le suivi des poissons<sup>57</sup>, non qualifiant également, permet la détection de signaux d'impact. Cette détection est évaluée sur la base des données de comptage des poissons grâce à des modèles linéaires généralisés (GML) qui prennent en compte la zone et l'année : les résultats sont comparés à ceux obtenus en zone de référence. Actuellement, le recul temporel est « insuffisant pour rendre un diagnostic solide » [33]. Les résultats sont par conséquent à considérer avec précaution.

# VII.1.3.1. Métaux dans les sédiments de surface – Milieux marins

La concentration en certains métaux dans les sédiments de surface est un indicateur de la qualité des conditions de vie dans les milieux marins [124] : ils enregistrent la quantité et la nature des apports terrigènes ou marins dans le lagon. Les sédiments peuvent par exemple accumuler des métaux à certains moments et en relarguer à d'autres, selon les conditions du milieu<sup>58</sup>. Le guide ZONECO/CNRT 2011<sup>59</sup> [124] considère que les écosystèmes ont un temps de réponse à l'échelle de l'année en cas de perturbation de la concentration en métaux dans les sédiments. Il indique que la concentration en métaux dans les sédiments est spécifique de la pression associée et que ce paramètre réagit fortement à cette pression.

Les sédiments sont collectés avec une benne de type Van-Veen en acier inoxydable [33] : la couche de surface de chaque échantillon est prélevée et analysée 3 fois pour s'assurer de la répétabilité des mesures. Les analyses sont réalisées sur la fraction des sédiments de surface porteuse des métaux : la fraction fine (<63  $\mu$ m). Les résultats sont exprimés en mg/kg ( $\mu$ g/g) de matière sèche.

Une grille de qualité basée sur les valeurs de référence ZONECO/CNRT [124] est utilisée pour qualifier les sédiments de surface au regard des métaux qu'ils contiennent (fiche 10 pp132-134<sup>59</sup>).

La métrique de suivi est la valeur de 2020 pour ce bilan.

<sup>57</sup> Pour les stations SLN, paramètres de suivi des macro-invertébrés de fonds durs : densité et richesse spécifique. Pour le suivi des poissons : densité, biomasse et richesse spécifique [33].

<sup>58</sup> Les particules fines présentent des propriétés d'interaction chimique avec le milieu supérieures aux autres classes granulométriques : elles peuvent adsorber plus facilement des métaux ou des composés organiques présents. Si les conditions du milieu changent, ces fines peuvent aussi désorber les polluants qu'elles avait préalablement capté.

<sup>59</sup> Fin 2022, un nouveau guide d'évaluation de la qualité des milieux marins calédoniens a été publié [125]. Il propose de nouvelles valeurs de référence qu'il était impossible de prendre en considération pour ce bilan par manque de temps : les modalités d'intégration des outils seront étudiées en concertation avec le comité technique du bilan de Thio et les référentiels de notation pourront être mis à jour pour les prochains bilans.

Tableau 58 - Grilles de qualité pour les paramètres cobalt, chrome, fer, manganèse et nickel dans les sédiments de surface.

Desoutter et Bertaud, 2021, d'après ZONECO/CNRT.

Influence	Co Cr		Fe	Mn	Ni	Score	
	< 168,6	< 4300	< 119000	< 1585	< 1765	Non perturbé	
	[168,6-184]	[4300-11340]	19000-26880	[1585-1751]	[1765-2835]	Non perturbé	
Terrigène	> 184	> 11340	> 268800	> 1751	> 2835	Modérément perturbé	
	>>> 184	>>> 11340	>>> 268800	>>> 1751	>>> 2835	Fortement perturbé	
Marine	< 64,4	< 1594	< 49200	< 656,1	< 990	Non perturbé	
	[64,4-81,6]	[1594-3622]	19200-123360	[656,1-668,9]	[990-1090]	Non perturbé	
	> 81,6	> 3622	> 123360	> 668,9	> 1090	Modérément perturbé	
	>>> 81,6	>>> 3622	>>> 123360	>>> 668,9	>>> 1090	Fortement perturbé	

La tendance d'évolution temporelle des paramètres au niveau de chaque station est également appréciée sur une période de 5 années dans l'idéal. Dans la région de Thio, cette période est souvent moindre. Les courbes sont interprétées visuellement pour identifier si elles suivent une tendance à l'augmentation, à la diminution ou à la stabilité.

#### VII.1.3.2. Flux sédimentaires – Milieux marins

C'est le paramètre « matières en suspension » (MES) qui est utilisé comme indicateur des flux sédimentaires arrivant dans le lagon de Thio. Les exports sédimentaires hors du lagon ne sont pas évalués.

Dans la zone d'étude, des tubes à sédiments sont utilisés<sup>60</sup> : « ils fournissent une information agrégée sur la durée de leur immersion » [124]. Le principe est de collecter les dépôts qui arrivent dans les tubes pendant une période définie (1 à 2 mois) : ce sont les flux sédimentaires vers les fonds marins.

Une grille de qualité basée sur les valeurs de référence ZONECO-CNRT est disponible pour évaluer la qualité des flux sédimentaires [124]. La grille de notation utilisée est présentée au Tableau 59.

La métrique de suivi est une moyenne saisonnière.

Tableau 59 - Grille de qualité du paramètre « Flux de matières en suspension ». Modifié d'après Desoutter et Bertaud, 2021 et le guide ZONECO/CNRT.

Flux MES (g/m2/j)	Fond de baie	Embouchure creeks	Abords récifs frangeants	Score	
	< 1	< 14,6	< 35,9	Non perturbé	
Saison sèche (16 mai-15 nov.)	[1-1,6]	[14,6-22]	[35,9-69,2]	Modérément perturbé	
	> 1,6	> 22	> 69,2	Fortement perturbé	
Saison humide (16 nov15 mai)	< 1,6	< 46,1	< 35,9	Non perturbé	
	[1,6-3,0]	[46,1-89,2]	[35,9-69,2]	Modérément perturbé	
	> 3,0	> 89,2	> 69,2	Fortement perturbé	

Une tendance d'évolution temporelle du paramètre au niveau de chaque station est également appréciée sur une période de 5 années dans l'idéal. Dans la région de Thio, cette période peut être moindre ou les campagnes bisannuelles, ce qui limite l'évaluation des tendances. Les courbes sont interprétées visuellement pour identifier si elles suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

<sup>60</sup> D'après le guide du milieu marin 2011 [124], les tubes à sédiments « constituent souvent des abris pour les poissons et les crustacés qui perturbent les mesures ». Le caractère fréquent de la perturbation par la vie marine n'est cependant pas détaillé et cette mention a disparu de la nouvelle version du guide [125]. Selon le type de milieu, il est également pressenti que cette perturbation, si elle a lieu, sera potentiellement de nature différente du fait que les organismes en présence seront différents.

#### VII.1.3.3. Substrat corallien – Milieux marins

Grâce à l'existence de réplicats, des analyses statistiques peuvent être réalisées pour les stations récifales de la SLN et du RORC. Pour qualifier biologiquement les milieux marins dans le bilan de Thio, c'est le paramètre « Pourcentage de couverture corallienne » qui est considéré à chaque station.

Pour le réseau de suivi de la SLN, des analyses statistiques<sup>61</sup> à 2 facteurs (Campagne et Zone) ont également été réalisées par le prestataire en charge du suivi, ce qui se rapproche d'une approche de type BACIPS (Before-After Control-Impact Paires Series). Cette approche semble plus pertinente en écologie qu'une simple analyse de l'évolution temporelle.

Une tendance d'évolution temporelle du paramètres au niveau de chaque station est également appréciée sur une période de 5 années dans l'idéal. Dans la région de Thio, cette période est souvent moindre. Les courbes sont interprétées visuellement pour identifier si elles suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

### VII.1.4. Qualification des stations – Milieux marins

Pour les différentes stations, des scores d'état chimique et d'état écologique sont établis.

**État chimique :** seuls les paramètres chimiques disposant de grilles de qualité ou de valeurs de référence ZONECO/CNRT contribuent à la notation de la station, selon la règle du paramètre le plus déclassant.

État écologique: seul le paramètre physio-chimique clé (flux de MES) et les paramètres biologiques contribuent à définir le score final d'une station, selon la règle du paramètre le plus déclassant. Les paramètres biologiques prévalent sur les paramètres physico-chimiques clés, mais ces derniers peuvent toutefois, lorsqu'ils présentent des signes de perturbation, venir déclasser d'un rang l'état écologique. En l'absence de suivi biologique, ce sont les paramètres physico-chimiques clés qui permettent de définir l'état écologique de la station selon la règle du paramètre le plus déclassant.

### VII.1.5. Évaluation de l'exploitabilité des suivis – Milieux marins

La qualité des suivis qui contribuent au diagnostic environnemental est évaluée sous l'angle de la manière dont ces suivis sont exploitables pour réaliser le bilan environnemental. La méthode employée, son niveau de standardisation et l'existence d'informations de référence servent à classer les types de suivi. 3 classes de qualité sont proposées :

- **Bonne**: le type d'informations disponibles est satisfaisant pour contribuer au diagnostic, sans jugement sur la pertinence du plan de suivi ou sur la qualité des mesures et observations ;
- **Moyenne**: les informations de référence sont insuffisamment validées sur le plan scientifique ou la méthode mise en œuvre est discutable ;
- **Mauvaise**: absence d'informations de référence et/ou données insuffisantes et/ou méthode d'observation ou de mesure jugée inadéquate.

<sup>61</sup> Les « analyses de variance (ANOVA) à deux facteurs (Campagne et Zone) à mesures répétées » sont réalisées entre la zone sous influence de la mine et la zone de référence et entre la zone du wharf et la zone de référence [33]. Cela permet de suivre l'évolution temporelle du substrat par station.



Le Tableau 60 présente le classement des suivis en milieux marins qui étaient disponibles pour ce bilan.

Tableau 60 - Exploitabilité des suivis marins qui contribuent au diagnostic environnemental de Thio.

Desoutter et Bertaud, 2021.

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Exploitabilité du suivi	Justifications
Physico-	Sédiments de surface	Chimiques (métaux)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Bonne	Existence d'une grille validée sur le plan scientifique
chimique	Hux sédimentaires	Physico-chimique (flux de MES)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Bonne	Existence d'une grille validée sur le plan scientifique
Biologique	Substrat (SLN)	% de couverture coralienne	Analyse statistiques	Bonne	Existence d'une zone hors d'influence permettant de réaliser des analyses statistiques à deux facteurs (Campagne x Zone). Le fait de disposer de 2 années de recul seulement requiert toutefois de prendre les résultats avec précaution
	Substrat (RORC)	% de couverture coralienne	Analyse statistiques	Bonne	Quatre réplicas permettant de réaliser des analyses statistiques sur une longue période (2003-2020)

#### VII.2. Résultats 2020-2021 – Milieux marins

Pour rappel, les résultats présentés ici sont basés sur les données de suivis environnementaux déployés en 2020-2021 dans la zone du focus de l'étude et auxquels l'OEIL a eu accès : réseaux de suivi de la SLN et du RORC (voir Tableau 55).

La plupart des suivis environnementaux marins sont programmés de façon bisannuelle (Tableau 55). Deux précédents suivis complets avaient eu lieu en 2016 et 2018 [104]. Durant la période 2020-2021, le 3° suivi complet des milieux marins de Thio a eu lieu en 2020 : suivi des sédiments de surface en août 2020, suivi biologique des milieux marins du 24 au 27/08/2020, mesure des flux sédimentaires et des caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau le 13/10/2020. L'analyse de la bioaccumulation des métaux n'a pas pu être réalisée en 2020<sup>62</sup> [104], de même que le suivi des flux sédimentaires en 2021<sup>63</sup> [105]. La surveillance des milieux marins de Thio a également été privée du suivi des stations RORC en 2021, suite à un problème rencontré avec des riverains.

Les mesures des paramètres qualifiants sont considérées valides pour le diagnostic de la qualité de l'environnement de Thio 2020-2021 car les pas de temps maximaux sont respectés (Tableau 2), du fait que le bilan couvre 2 années. La totalité des suivis marins concerne ici l'année 2020.

# VII.2.1. Synthèse des scores 2020-2021 – Milieux marins

La Figure 51 et la Figure 52 résument respectivement les états chimiques et écologiques de 2020-2021 établis pour l'environnement marin de Thio.

<sup>62</sup> La déclaration minière 2020 signale que « la mise en relation entre SOPRONER, la cellule RSE SLN et les coutumiers de Thio n'a pas permis d'aboutir à la récupération de spécimens » [104]. Les analyses de bioaccumulation (paramètre non qualifiant) ne sont actuellement pas intégrables aux scores environnementaux dans le bilan de Thio.

<sup>63</sup> La déclaration minière de 2021 indique que le suivi des flux sédimentaires n'a pu avoir lieu en 2021 du fait de la concomitance de plusieurs freins : conditions météorologiques défavorables liées à La Niña, confinement sanitaire en mars/avril 2021 et restrictions liées à la pandémie de Covid19 durant toute l'année, « nécessité de reproduire la campagne de suivi à la même période chaque année pour des raisons de saisonnalité des données écologiques » [105]. Le prochain suivi complet est prévu en 2022.

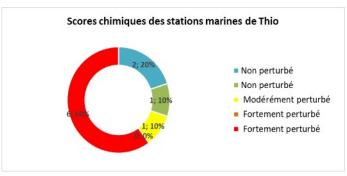


Figure 51 - Scores chimiques pour la période 2020-2021 pour les stations marines de Thio.

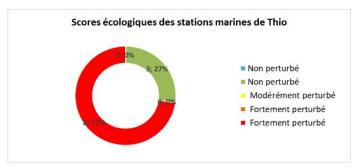


Figure 52 - Scores écologiques pour la période 2020-2021 pour les stations marines de Thio.

Le Tableau 61 présente le détail des scores chimiques et écologiques établis pour la période 2020-2021 pour les paramètres qualifiants et pour chaque station de surveillance marine.

Tableau 61 - Scores de l'état chimique et de l'état écologique de l'environnement marin aux stations de surveillance de Thio pour la période 2020-2021.

	uc	11110	рои	i iu į	JETTO	ue 2020	J-2U21.				
	Etat chimique					. 1		Etat éc	ologique		45
Paramètres chimiques						Paramètres physico-chimiques		Paramètres biologiques			
Zone	Station				ments	Score 2020 par station	Station	flux de MES	(10 courertains)		Score 2020 par station
		Mn	Ni	Cr	Co			(scores 2020)	SLN (scores 2020)	RORC (scores 2020)	
Récif frangeant sous influence du Wharf	ST01	Z	N	$\rightarrow$	עת		ST01	И	K		
recii frangeant sous influence du wharf	ST02	ZZ	ער	$\rightarrow$	עה		ST02	И	N		
	ST04	Z	+	<b>→</b>	<b>→</b>		ST04	7		0	-03
	ST05	ZZ	$\rightarrow$	И	ZZ		ST05	<b>→</b>			
Récif frangeant sous influence de la Mine	ST06	ZZ	Z	$\rightarrow$	ZZ		ST06	7	אע		
	ST07	גע	אע	$\rightarrow$	דע		ST07	Я	R		
	ST08	ZZ	Z	$\rightarrow$	Z		ST08	7	K		
Récif intérieur de Thio	Récif Intérieur de Thio						Récif Intérieur de Thio			דע	
	ST09	7	$\rightarrow$	$\rightarrow$	ZZ		ST09	ער	7		2
Récif frangeant hors d'influence	ST10	N	עה	7	עה		ST10		<b>א</b>		
nedi irangeant nors a minerice	ST11	ZZ	N	$\rightarrow$	N		ST11	$\rightarrow$	И		
	Moara						Moara			עע	
Grand récif de Thio	Grand Récif de Thio						Grand Récif de Thio			$\rightarrow$	
######################################		Code couleur des stations :  Stati on sous influence de la Stati on hors influence de la			ence de l	23273	Non perturbé Fortemen		Fortement per Fortement per Non évalué		

Le score d'un paramètre ou d'une station est donné par un code couleur qui peut varier de « Non perturbé » (meilleur état signalé en bleu) à « Fortement perturbé » (état le plus dégradé en rouge). La couleur grise indique que le suivi n'a pas permis d'obtenir un résultat. Les paramètres non évalués sont indiqués en blanc (pas de donnée ou donnée non accessible).

La tendance d'évolution à 5 ans reste pour le moment difficile à évaluer pour Thio car seulement 3 campagnes de surveillance ont été réalisées en milieux marins (2016, 2018 et 2020). La tendance d'évolution estimée est donc à considérer avec précaution, elle est indiquée par des flèches dans le Tableau 61.

Les tableaux de données par paramètre, qui ont permis de construire le Tableau 61 de synthèse des scores, sont disponibles sur simple demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL.

**Rappel**: toutes les stations de récif frangeant sont sous influence terrigène. Dans la zone du récif frangeant hors d'influence, le pourcentage de couverture corallienne est plus faible (13 %<sup>64</sup> en moyenne en 2016) que dans les zones sous influence (58 % en moyenne dans la zone du wharf et 47 % en moyenne dans la zone sous influence des mines en 2016).

L'état chimique des milieux marins sous influence des activités minières actuelles était modérément à fortement perturbé lors de la dernière campagne de suivi en 2020. La station la moins perturbée par les métaux dans les sédiments de surface est ST01, sous influence du wharf alors que la station la plus perturbée par ces paramètres est ST07 (zone sous influence des mines, avec le maximum toutes zones confondues enregistré en 2020 pour le nickel et le cobalt et un niveau proche du maximum mesuré en 2020 pour le chrome). Sur le plan écologique, la station ST08 est la plus perturbée (maximum du flux de MES enregistré, toutes zones confondues, plus fort recul du taux de couverture corallienne), alors que la station ST09 est la moins perturbée avec le plus fort taux de progression de la couverture corallienne.

### VII.2.2. Suivis marins et informations non intégrables au diagnostic

Les résultats des suivis présentés ici ne contribuent pas à la qualification des stations (paramètres non qualifiants). Certains résultats sont cependant rapportés dans cette partie car ils sont susceptibles d'éclairer l'interprétation des résultats ou de compléter le diagnostic. Ils concernent tous l'année 2020 car aucun suivi marin n'a été réalisé en 2021.

#### VII.2.2.1. Profils aquatiques

L'ensemble des éléments rapportés sur les profils aquatiques est basé sur le rapport de la campagne de suivi des milieux marins en octobre 2020 [33].

Lors de cette campagne, les paramètres suivis dans la colonne d'eau ont été mesurés aux stations physico-chimiques et aux stations biologiques SLN entre 0,5 et plusieurs mètres de profondeur en 2020<sup>65</sup> : température (°C), salinité (PSU ou ‰, déduite de la conductivité), fluorescence *in situ* (mg/m³ de chlorophylle totale), turbidité (NTU) et oxygène dissous (% de saturation de l'eau de mer).

Les points mis en avant dans le rapport concernent une perturbation entre 0,5 et 2 m de profondeur, liée d'une part à la turbidité, considérée comme « normale » au regard des préconisations du guide CNRT 2011 [124], et d'autre part à l'oxygène dissous dans les eaux de surface, évalué par le prestataire comme étant de « qualité médiocre » sur 8 stations sur 10 : ST01, ST02, ST06, ST07, ST08, ST09, ST10, ST11, donc stations de référence SLN comprises. L'« analyse de la qualité des eaux ne permet pas

<sup>65</sup> La profondeur est déduite du capteur de pression de la sonde CTD SBE19-Plus utilisée. La fréquence d'acquisition est de 0,25 s et la vitesse de descente est de 0,25 à 0,5 m/s [33].



<sup>64</sup> Une valeur de 11 % est annoncée dans le rapport d'étude, cependant par le résultat obtenu par le calcul à partir des données est de 13 %.

d'établir une relation de causalité » entre les zones sous influence des activités minières actuelles et la zone de référence (ST09, ST10, ST11) [33].

Les résultats montrent peu de variations statistiques entre les stations pour la salinité (34,7 à 35,2 PSU), plus pour l'oxygène dissous (63 à 81%). La température est restée très homogène entre les stations et dans la colonne d'eau (24,8 à 25,0°C), sans apparition de thermocline [33].

Les résultats sont en revanche plus variables pour la fluorescence et la turbidité entre 0,5 et 2 m de profondeur [33] :

- fluorescence: les minima varient de 0,04 (ST10) à 0,22 mg/m³ (ST05) et les maxima entre 0,13 (ST02, ST09) et 1,01 mg/m³ (ST05);
- **turbidité**: les minima varient entre 0,32 (ST11) et 0,88 NTU (ST06) et les maxima entre 0,42 (ST11, la moins turbide) et 1,16 NTU (ST06). ST01 est également proche du maximum avec 1,15 NTU.

La station ST05 proche de l'embouchure de la Thio et la station ST11 près de la pointe Désiré se distinguent particulièrement :

- ST05 : salinité moyenne la plus basse (34,7 PSU) et valeurs moyennes parmi les plus hautes pour la fluorescence (0,52 mg/m³), la turbidité (0,83 NTU) et la saturation en oxygène (77 %) ;
- ST11 : turbidité la plus basse (0,37 NTU en moyenne).

#### VII.2.2.2. Invertébrés marins

Les analyses statistiques des prestataires de suivi ont comparé l'observation des macro-invertébrés de fonds durs de la zone sous influence des mines (Thio\_M) et de la zone sous influence du wharf (Thio\_W) avec la zone de récif frangeant hors d'influence (Thio\_C: ST09, ST10, ST11). Il en ressort qu'il n'y a pas d'interaction significative des facteurs Campagne et Zone pour chaque couple de zone Contrôle/Impact Thio\_C/Thio\_M et Thio\_C/Thio\_W. Cela permet d'écarter « tout signal d'impact lié à la SLN sur la densité d'invertébrés à l'échelle des communautés » [33] p.58.

Entre 2018 et 2020, une diminution de la diversité des invertébrés surtout liée aux crustacés a été constatée à la fois dans les zones sous influence des mines (ST04 à ST08) et dans les zones hors d'influence (ST09, ST10, ST11). La densité des crustacés décapodes a également diminué, en particulier pour le genre *Trapezia* qui est fortement lié à son habitat corallien [33].

La diversité d'invertébrés augmente légèrement au niveau de la zone du wharf (ST01, ST02), cependant un signal d'impact sur la densité de crustacés a été identifié dans le rapport de suivi[33]: le genre *Nobia* (sous-groupe des *Maxillopoda*) et le genre *Trapezia* (décapodes) ont vu leur densité fortement diminuer pour retrouver « des niveaux de densités similaires à ceux estimés en 2013 » [33] p.7.

« Les espèces corallivores (*Acanthaster, Drupella, Coralliophila*) ne montrent pas de signes de prolifération et aucune évolution particulière de densité n'est observée sur les bénitiers » [33] p.7.

#### VII.2.2.3. Communautés de poissons marins

La campagne de suivi 2020 a permis de recenser 150 espèces de poissons, réparties en 76 genres et 35 familles [33]. Le profil écologique du littoral de Thio est jugé « assez stable spatialement sur ce site principalement constitué de récifs frangeants exposés » [33]. Des modélisations statistiques ont été

réalisées par la méthode Control-Impact (CI, période 2016-2020) suite à la campagne SLN de suivi 2020. Quelques paramètres ont statistiquement été identifiés comme impactants pour les communautés de poissons des zones sous influence minière, « sans pour autant que le profil et la nature des variations concernées ne traduisent un effet des activités de la SLN sur l'ichtyofaune locale » [33] p.8.

Dans l'ensemble, la densité et la diversité des poissons sont en diminution entre 2016 et 2020 sur les zones suivies, qu'elles soient sous influence minière ou non. Cela pourrait être dû à « un effet prolongé des dégradations des habitats coralliens observées de 2016 à 2018 à large échelle géographique (indépendamment des activités minières locales) » [33] p.8.

### VII.2.3. Résultats 2020-2021 par zones – Milieux marins

### VII.2.3.1. Récif frangeant sous influence des mines

Ce sont les **stations ST04, ST05, ST06, ST07et ST08** qui permettent de surveiller les milieux de récif frangeant sous influence des activités minières actuelles (Figure 53).



Figure 53 - Localisation des stations de surveillance de récif frangeant sous influence des mines.

### VII.2.3.1.a <u>État chimique des stations de récif frangeant sous influence des mines actuelles</u>

Lors des campagnes réalisées en 2020, l'ensemble des stations de surveillance physico-chimique des récifs frangeants se sont révélées fortement perturbées selon les critères des grilles de qualité, comme le montrent la Figure 54 et le Tableau 62. Ce sont les concentrations en métaux dans les sédiments de surface qui définissent l'état chimique de ces récifs.

# Scores chimiques des stations marines sous influence des mines



Figure 54 - Scores chimiques en 2020 des stations de récif frangeant sous influence des mines.

Tableau 62 - Scores chimiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations de récif frangeant sous influence des mines.

E	tat chimiq	ue			
Parar	nètres chin	niques			
Station	Score 2020 par station				
	Mn	Ni	Cr	Co	
ST04	Z	$\rightarrow$	$\rightarrow$	<b>→</b>	
ST05	N	$\rightarrow$	И	N	
ST06	N	N	$\rightarrow$	N	
ST07	N	NZ	$\rightarrow$	N	
ST08	עע	ZZ	<b>→</b>	NZ	

Légende : voir Tableau 61.

Sur la base de la grille utilisée pour noter la qualité des sédiments marins de surface (voir Métaux dans les sédiments de surface – Milieux marins), les paramètres les plus perturbés sont le cobalt et le nickel.

Les concentrations en cobalt étaient particulièrement élevées pour les 5 stations en 2020 : une amélioration a été constatée pour ST06, ST07 et ST08 (ST04 dans une moindre mesure) en 2018 avec 207mg/kg en moyenne pour les 5 stations, cependant ce paramètre a de nouveau augmenté à 4 stations sur 5, avec une moyenne de 281 mg/kg en 2020 (300 mg/kg en moyenne aux 5 stations en 2016). La station ST05 se démarque avec une tendance inverse aux autres : avec la plus haute concentration en 2016 (333 mg/kg), la concentration en cobalt dans les sédiments de surface a atteint 376 mg/kg en 2018 pour redescendre à 296 mg/kg en 2020. En 2020, les sédiments de surface de récif frangeant de la station ST07 présentaient les plus fortes concentrations en cobalt (304 mg/kg) et la station ST08 les concentrations les plus faibles des 5 stations avec 233 mg/kg, ce qui demeure élevé.

Parmi les 5 stations suivies, toutes ont présenté entre 2016 et 2018 une baisse de la concentration en nickel dans les sédiments de surface. Une augmentation des concentrations en nickel a été mesurée en 2020 pour toutes ces stations. Deux profils de stations se distinguent cependant : (1) les variations restaient peu significatives pour les 2 stations d'embouchure ST04 et ST05, qui ont été considérées comme stables (entre 3 846 et 4 446 mg/kg de 2016 à 2020) et (2) les variations entre 2016 et 2020 étaient importantes pour ST06, ST07 et ST08 qui se retrouvaient en 2020 à respectivement 4 639, 4 966 et 3 635 mg/kg de nickel dans les sédiments de surface, ces concentrations étant supérieures à celles de 2016 pour ST06 et ST07.

Parmi les perturbations également notables entre 2016 et 2020, la concentration en manganèse des stations ST04 et ST05 se distinguait très nettement des autres stations : ces 2 stations étaient

fortement perturbées en 2016 (respectivement 8 373 et 4 809 mg/kg), avec cependant une baisse significative en 2018 (respectivement 2 068 et 2 381 mg/kg). En 2020, la concentration en Mn à la station ST04 était encore plus basse avec 1 500mg/kg, ce qui fait basculer son état de « Fortement perturbé » à « Non perturbé ». Par contre à la station ST05, cette concentration dépassait celle de 2016 avec 5 917mg/kg: c'est de loin le maximum enregistré en 2020, toutes stations de surveillances confondues (suite au comité technique sur les résultats, ce point est discuté dans la partie Source du manganèse dans les sédiments marins de surface des récifs frangeants sous influence des mines actuelles).

Le dernier paramètre qualifiant de l'état chimique des milieux marins est la concentration en chrome. Celle-ci indique que les sédiments marin de surface de la zone n'étaient pas perturbés par le chrome en 2020, avec une valeur maximale pour la totalité des stations de Thio de 2 816 mg/kg à la station ST06. Les autres stations de la zone présentaient des concentrations proches. Seule la station ST08 était significativement différente en 2020, avec une concentration de 1 759 mg/kg.

Une concentration record en hydrocarbures totaux a été détectée dans les sédiments de surface de la station ST04 en 2020 : 200 mg/kg ont été mesurés, ce qui représente le maximum mesuré depuis 2016 dans les milieux marins de Thio. La station ST06 présentait également en 2020 une concentration élevée avec 130 mg/kg alors que les stations ST05 et ST08 présentent des concentrations plus faibles (respectivement 29 et 38 mg/kg; ST07 sous la limite de quantification de 23 mg/kg). Lors des campagnes précédentes, les concentrations en hydrocarbures totaux étaient restées inférieures à 40 mg/kg pour la totalité des stations de surveillance de la physico-chimie des milieux marins de Thio. La provenance de ce polluant n'a pas été identifiée par le prestataire en charge du suivi en 2020.

# VII.2.3.1.b <u>État écologique des stations de récif frangeant sous influence des mines actuelles</u>

Lors des campagnes réalisées en 2020, l'ensemble des stations de surveillance écologique des récifs frangeants sous influence se sont révélées fortement perturbées selon les critères des grilles de qualité, comme le montrent la Figure 55 et le Tableau 63. La station ST04, dont l'état écologique est habituellement évalué grâce aux flux de particules, n'a pas pu être évaluée pour la campagne 2020 car le tube à sédiments n'a pas été retrouvé lors de la relève [33] p.90. Sans score pour ses paramètres qualifiants, il a été impossible de noter cette station.



Figure 55 - Scores écologiques en 2020 des stations marines sous influence des mines.

Tableau 63 - Scores écologiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations de récif frangeant sous influence des mines.

	Etat éc	ologique				
Paramètres physico-chimiques Paramètres biologiques						
Charles	flux de MES	Substrat (% cou	Score 2020 par station			
Station	(scores 2020)	SLN (scores 2020)	RORC (scores 2020)	par station		
ST04						
ST05	<b>→</b>					
ST06	Я	NK				
ST07	Я	И				
ST08	7	У				

Légende : voir Tableau 61.

Les scores écologiques reposent sur les flux de particules et sur le pourcentage de couverture corallienne aux stations de surveillance des milieux marins. En 2020, toutes les stations de récif frangeant sous influence des mines étaient fortement perturbées sur le plan écologique.

L'état écologique des stations de la zone est similaire à celui du précédent bilan 2019, avec cependant quelques différences du point de vue de l'évolution, notamment pour la station ST08 qui a présenté en octobre 2020 des flux de MES supérieurs d'environ 39 % (169 g/m²/j) par rapport à 2019 (122 g/m²/j). La station ST06, à l'inverse de ST08, a présenté la baisse des flux de MES la plus marquée avec -16 % (151,7 g/m²/j) par rapport à 2018 (181 g/m²/j), ce qui reste important. ST05 a également enregistré une diminution, moindre, des flux de MES avec -9 % (141,1 g/m²/j) en 2020 par rapport à 2018 (155 g/m²/j). Dans les deux cas, ces stations dépassent toujours très significativement le seuil de 69,2 g/m²/j qui sépare les niveaux « Fortement » et « Modérément perturbé ».

L'évolution de ST07 est en baisse entre 2016 et 2020, cependant les flux de MES mesurés en 2018 (43 g/m²/j) et en 2020 (48,8 g/m²/j) restent très proches, ce qui explique que cette station reste modérément perturbée sur le plan physico-chimique.

Les flux sédimentaires peuvent impacter la santé des coraux. Le prestataire en charge du suivi en 2020 a réalisé des analyses statistiques sur les lésions coralliennes. Les lésions de sédimentation/compétition, dont la prévalence était maximale en 2018 depuis le début du suivi, ont retrouvé des niveaux plus faibles en 2020. Comme lors des autres campagnes, les lésions de sédimentation/compétition touchent la plupart des familles coralliennes et étaient plus fréquentes dans la zone sous influence des mines qu'en zone hors d'influence : elles seraient potentiellement liées à « une plus forte pression sédimentaire au nord des embouchures de la Thio et de la Dothio » [33]. Concernant le blanchissement, les analyses statistiques montrent un impact persistant lié à l'épisode de blanchissement de 2016 : la prévalence (proportion d'individus atteints) est cependant très faible, 1,4 % dans la zone, et concerne presque exclusivement la famille *Poritidae*. Les lésions de pigmentation et de prédation étaient « peu fréquentes et ne montrent pas d'évolutions particulières entre 2016 et 2020 » [33].

En complément, aucune présence d'*Acanthaster* n'a été relevée dans la zone lors de la campagne de surveillance marine 2020.

Comme en 2018, la santé des coraux de la zone se trouve toujours fortement perturbée aux stations de récif frangeant sous influence de Thio. En effet, 2 stations sur les 3 surveillées montrent toujours un recul du taux de couverture corallienne entre 2018 et 2020 : -3,5 % pour ST07 et -6,1 % pour ST08. Seule la station ST06 semble montrer un début de reprise avec un gain de 7,3 % de couverture corallienne. A

l'échelle de la zone de récif frangeant sous influence, le prestataire en charge du suivi en 2020 a cependant estimé qu'« aucun signe de récupération n'est observé », le taux de couverture moyen restant stable [33]. Ces observations font suite au constat de la forte dégradation observée entre 2016 et 2018, où la couverture corallienne avait été divisée par 4 suite à des perturbations thermiques et mécaniques (blanchissement, suivi du passage du cyclone Cook) et à une pression sédimentaire importante [126]. Par ailleurs, « la couverture d'algues calcaires du genre Halimeda a fortement augmenté entre 2016 et 2020 » [33], ce qui réduit encore les possibilités pour les coraux de se développer de nouveau. Ces algues sont identifiées comme historiquement présentes dans la zone depuis 2016 au moins. En revanche, les coraux mous, qui ne contribuent pas à la notation, semblent stables entre 2016 et 2020.

En 2020 dans les milieux de récif frangeant sous influence des mines, la présence d'algues vertes filamenteuses a été observée uniquement à la station ST08 : très localisées, elles recouvraient « tout type de substrat dont les colonies coralliennes » [33]. Cette station se trouve sous influence directe du creek Caroline qui draine les mines Colombe Red, SMMO 6, Revanche ABC Red et Boindibou Red. Dans ce bassin versant, aucune activité humaine autre que celle de la mine n'est signalée sur les cartes et aucune surface brûlée n'y a été détectée par le système de suivi des incendies de l'OEIL. Les déclarations minières ne rapportent aucune activité de revégétalisation qui aurait pu expliquer un apport en nutriments dans le creek Caroline. Par ailleurs, la campagne de surveillance physico-chimique 2020 ne met pas en évidence de paramètre significativement différent à cette station ST08 pour expliquer la présence des algues filamenteuses. Cette présence suggère cependant une eutrophisation très localisée des eaux littorales qui reste à expliquer.

Globalement, l'état environnemental des récifs frangeants sous influence reste très perturbé et présente plus de signaux de dégradation que de récupération.

### VII.2.3.2. Récif frangeant sous influence du wharf

Ce sont les **stations ST01 et ST02** qui permettent de surveiller le récif frangeant sous influence du wharf SLN (Figure 56).



Figure 56 - Localisation des stations de surveillance de récif frangeant sous influence du wharf.

# VII.2.3.2.a État chimique des stations de la zone du wharf

Lors des campagnes réalisées **en 2020, les stations de surveillance physico-chimique du récif frangeant du wharf se sont révélées modérément à fortement perturbées** selon les critères des grilles de qualité, comme le montrent la Figure 57 et le Tableau 64. Ce sont les concentrations en métaux dans les sédiments de surface qui définissent l'état chimique de ce récif.

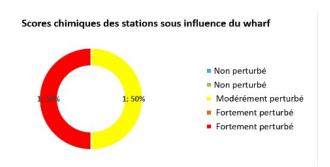


Figure 57 - Scores chimiques en 2020 des stations marines sous influence du wharf.

Tableau 64 - Scores chimiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations sous influence du wharf.

Etat chimique						
Paramètres chimiques						
Zone	Station	Métaux dans les sédiments (scores 2020)				Score 2020 par station
100 april 100-1	100000000000000000000000000000000000000	Mn	Ni	Cr	Со	
Récif frangeant sous influence du Wharf	ST01	7	77	$\rightarrow$	ZZ	
	ST02	Z	עת	<b>→</b>	עת	

Légende : voir Tableau 61.

Dans l'ensemble, la présence de métaux a augmenté dans les sédiments surface entre 2016 et 2018 puis diminué entre 2018 et 2020 aux stations ST01 et ST02, à l'exception du chrome qui est resté stable en ST01 entre 2018 et 2020.

Dans le détail, c'est le **nickel** et le cobalt qui présentent globalement les valeurs les plus fortes depuis 2016. Après la forte augmentation des concentrations constatée en 2018 (6 600 mg/kg pour ST01 et 6 984 mg/kg pour ST02), les concentrations mesurées en 2020 (3 262 mg/kg pour ST01 et 4 848 mg/kg pour ST02) sont du même ordre que celles mesurées en 2016 pour le nickel (3 866 mg/kg pour ST01 et 4 769 mg/kg pour ST02). Le score des stations pour le nickel s'améliore donc de « Fortement » à « Modérément perturbé » pour ST01. La station ST02, qui montre elle aussi une amélioration, reste cependant « Fortement perturbée » pour le nickel.

Concernant le **cobalt**, la tendance est identique à celle du nickel, à la différence que les concentrations mesurées en 2020 (165 mg/kg pour ST01 et 236 mg/kg pour ST02) sont inférieures à celles de 2016 (227 mg/kg pour ST01 et 260 mg/kg pour ST02), après l'augmentation de 2018 (294 mg/kg pour ST01 et 374 mg/kg pour ST02). Cela conduit à **une station ST01 qui passe de « Fortement perturbé » en 2018 à « Non perturbé » en 2020 pour le cobalt. La station ST02, qui montre elle aussi une amélioration, reste cependant « Fortement perturbé » pour le cobalt.** 

La concentration en manganèse dans les sédiments de surface du récif du wharf atteignait à la station ST02 le record de toutes les stations de surveillance marine en 2018. En 2020 (988 mg/kg pour ST01 et 1 513 mg/kg pour ST02), les deux stations présentent des valeurs inférieures à 2018 (1 573 mg/kg pour ST01 et 2 323 mg/kg pour ST02) et à 2016 (1 501 mg/kg pour ST01 et 1 730 mg/kg pour ST02). L'état chimique de la station ST01 reste « Non perturbé ». A la station ST02, l'état chimique des sédiments s'améliore nettement, passant de « Fortement perturbé » en 2018 à « Non perturbé » en 2020.

Comme dans la zone sous influence des mines, des hydrocarbures ont été identifiés dans les sédiments de surface du récif sous influence du wharf. Les concentrations sont significatives, avec 60 mg/kg en ST01 et 51 mg/kg en ST02. La provenance de ce polluant n'a pas été identifiée par le prestataire en charge du suivi en 2020.

L'état chimique des sédiments de surface du récif frangeant sous influence du wharf s'est donc significativement amélioré entre 2018 et 2020 sur la base des scores chimiques aux stations. La grande variabilité des mesures d'une campagne à l'autre et le manque de recul temporel incitent cependant à la prudence concernant les tendances. Rappelons également que cette zone du wharf conserve l'empreinte des activités passées de chargement de minerai : il est possible qu'une partie des sédiments

anciens soit remaniée au gré des fortes houles qui affectent parfois la zone, conduisant à retrouver une partie de cette pollution ancienne dans les sédiments de surface.

# VII.2.3.2.b État écologique des stations de la zone du wharf

Lors des campagnes réalisées **en 2020, les 2 stations de surveillance écologique des récifs frangeants sous influence du wharf évaluées se sont révélées fortement perturbées** selon les critères des grilles de qualité, comme le montrent la Figure 58 et le Tableau 65.



Figure 58 - Scores écologiques en 2020 des stations marines sous influence du wharf.

Tableau 65 - Scores écologiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations sous influence du wharf.

Etat écologique						
Paramètres physico-c	Paramètres					
Station	flux de MES (scores 2020)	Substrat corallien: (% couverture) SLN RORC		Score 2020 par station		
		(scores 2020)	(scores 2020)			
ST01	7	Ŋ				
ST02	И	И				

Légende : voir Tableau 61.

Les scores écologiques reposent sur les flux de particules et sur le pourcentage de couverture corallienne aux stations de surveillance des milieux marins. En 2020, toutes les stations de récif frangeant sous influence du wharf étaient fortement perturbées sur le plan écologique.

En 2020, les flux de MES au niveau du récif frangeant sous influence du wharf restaient faibles, comme en 2019. A la station ST01, le flux de particules mesuré en 2020 (34,4 g/m²/j) était proche de celui mesuré en 2019 (30 g/m²/j). En revanche à la station ST02, ce flux a diminué en 2020 (13,8 g/m²/j) par rapport à 2019 (34 g/m²/j). **Globalement entre 2016 et 2020, les flux sédimentaires mesurés ont diminué dans la zone.** Une amélioration de la manipulation des matériaux fins et/ou de la gestion des eaux au niveau de wharf pourrait expliquer ce constat.

Comme dans la zone sous influence des mines, en 2020 le récif frangeant sous influence du wharf présentait plus fréquemment qu'en zone hors d'influence des lésions de sédimentation/compétition [33]. La pression sédimentaire, bien qu'en diminution, reste impactante pour toutes les familles de coraux. Après un maximum en 2018 (48%), la prévalence en 2020 est cependant minimale (8%) et proche de celle de 2013 [33]. Quelques familles de coraux présentaient des lésions de pigmentation en 2020 : les *Merulinidae* et les *Poritidae*. Aucune lésion de prédation, aucune colonie blanchie n'ont été observées dans la zone en 2020, ni aucune *Acanthaster*.

Le recouvrement corallien de la zone représentait 51 à 72 % en 2013, respectivement en ST02 et ST01. Si ST01 s'était maintenue en 2016, une diminution drastique à 6 % avait été observée en 2018 et aucune évolution n'a été relevée en 2020. La station ST02 présente une évolution différente, avec une baisse plus progressive entre 2013, 2016 et 2018 : de 51 % en 2016, le pourcentage de recouvrement corallien est passé à 44 % en 2016 puis à 18 % en 2018. En 2020, l'état était proche de celui de 2018 avec 20 % de recouvrement. Les coraux de la zone ne montrent donc pas de reprise depuis 2018, ni de dégradation.

Aucune évolution notable de l'état environnemental de la zone marine sous influence du wharf n'a été relevée entre 2018 et 2020.

#### VII.2.3.3. État écologique du Récif Intérieur de Thio

Situé hors littoral et sous influence modérée des activités minières (Figure 59), le récif intérieur de Thio restait fortement perturbé en 2020 selon les critères de la grille qualité. La station a bénéficié du suivi biologique du Réseau d'Observation des Récifs Coralliens (RORC) en 2020. Le Tableau 66 présente le détail de l'état écologique de cette station.



Figure 59 - Localisation de la station de surveillance du Récif Intérieur de Thio (RORC).

Tableau 66 - Score écologique détaillé et tendance d'évolution en 2020 de la station du récif intérieur de Thio.

Léaende : voir Tableau 61.

Etat écologique						
Paramètres physico-c	Paramètres					
Sharking.	flux de MES	Substrat corallien: (% couverture)		Score 2020 par station		
Station	(scores 2020)	SLN (scores 2020)	RORC (scores 2020)	pui station		
Récif Intérieur de Thio			גע			

En 2020, environ 8 % en moyenne de la surface investiguée correspondait à des dépôts sédimentaires sableux (SD). Aucun dépôt de vase (SI) n'a été constaté au niveau du récif intérieur.

D'environ 51 % en 2009 (maximum depuis 2004), le taux moyen de couverture corallienne de ce récif a progressivement diminué les années suivantes pour atteindre 18 % en 2012 (invasion d'*Acanthaster* en 2011 et 2012 [8]), puis elle a chuté à 3,7 % en 2013 suite au passage de la dépression Freda, et s'est maintenue entre 3 et 4 % jusqu'en 2018. En 2019, un début de reprise semblait s'amorcer avec un taux moyen de 5 %, qui semblait se poursuivre en 2020 avec environ 6 % de couverture corallienne en moyenne. Ce récif reste cependant fortement perturbé au regard du taux de couverture corallienne qu'il a pu présenter par le passé.

La diversité en poissons n'évolue pas depuis 2014 et la densité de poissons, qui augmentait depuis 2017, a diminué en 2020.

Concernant les invertébrés, leur diversité est stable depuis 2015. Leur densité augmentait depuis 2014, mais elle a diminué en 2020.

En 2020, une faible reprise corallienne au niveau du récif intérieur est observée. Elle s'accompagne cependant d'une diminution marquée de la présence des poissons et des invertébrés de ce récif, qui reste globalement fortement perturbé.

#### VII.2.3.4. Récifs frangeants hors d'influence

Les récifs frangeants hors d'influence sont surveillés grâce aux stations **ST09**, **ST10**, **ST11** et **Moara** (Figure 60).



Figure 60 - Localisation des stations de surveillance de récif frangeant hors d'influence.

# VII.2.3.4.a <u>État chimique des stations de récif frangeant hors d'influence</u>

Lors des campagnes réalisées en 2020, toutes les stations de surveillance chimique des récifs frangeants sous influence du wharf évaluées se sont révélées non perturbées selon les critères des grilles de qualité, comme le montrent la Figure 61 et le Tableau 67.

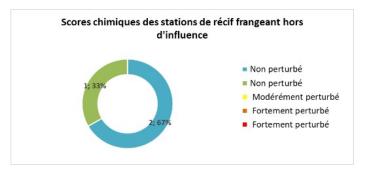


Figure 61 - Scores chimiques en 2020 des stations du récif frangeant hors d'influence.

Tableau 67 - Scores chimiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations de récif frangeant hors d'influence.

E	tat chimiq	ue			
Paramètres chimiques					
Station	Méta	Métaux dans les sédiments (scores 2020)			
	Mn	Ni	Cr	Co	
ST09	7	$\rightarrow$	$\rightarrow$	Z	
ST10	ZZ	Z	И	ZZ	
ST11	N	N	$\rightarrow$	N/	

Légende : voir Tableau 61.

En 2020, les récifs frangeants hors d'influence étaient chimiquement non perturbés en ce qui concerne les concentrations en nickel, cobalt, chrome et manganèse dans les sédiments de surface.

En 2018, ST10 était de loin la station qui présentait les plus fortes concentrations pour les 4 paramètres chimiques qualifiants. En 2020, c'est la station qui présente les teneurs les plus faibles en métaux dans les sédiments de surface. Depuis 2016, les concentrations en métaux à cette station varient à l'inverse de ce qui est mesuré aux stations ST09 et ST11. En effet pour ces dernières, les concentrations en Ni, Co, Cr et Mn ont augmenté, dépassant la plupart du temps les niveaux de 2016 tout en restant sous le seuil non perturbé.

Au-delà des paramètres qualifiants, notons qu'en 2020 les sédiments de surface des récifs frangeants hors d'influence contenaient des hydrocarbures, tout comme pour les récifs frangeants des zones sous influence des mines et du wharf. Les concentrations mesurées aux stations ST09, ST10 et ST11 sont respectivement de 89, 48 et 37 mg/kg. Cette perturbation a donc concerné au minimum tout le littoral surveillé de Thio. Les analyses en rivière n'ont pas mis en évidence de traces d'hydrocarbures dissous en 2018, 2019 ou 2020 alors que l'hypothèse d'un apport via les eaux de la Thio était avancée dans le rapport de suivi 2020 [33]. Les hydrocarbures dissous n'ont pas été détectés dans les eaux de rivière en 2019 ni en 2020 aux stations DOTH300 et THIO800 lors du suivi semestriel et les hydrocarbures totaux dans les eaux de rivière ne sont pas suivis dans la région. Il est donc impossible d'écarter totalement l'hypothèse d'une pollution d'origine terrestre. L'étendue de l'impact sur les sédiments de surface suggère cependant que l'origine soit plutôt à rechercher en mer (déversement accidentel, dégazage sauvage, autre origine ?). A la publication de ce document, l'origine de cette perturbation aux hydrocarbures reste inexpliquée.

#### VII.2.3.4.b <u>État écologique des stations du récif frangeant hors d'influence</u>

Lors des campagnes réalisées en 2020, le niveau de perturbation environnementale des stations de surveillance des récifs frangeants hors d'influence s'est révélé variable selon les critères des grilles de qualité, comme le montrent la Figure 62 et le Tableau 68. La station ST10, habituellement suivie pour les flux de particules, n'a pas pu être évaluée sur ce paramètre pour la campagne 2020 car le tube à sédiments n'a pas été retrouvé lors de la relève [33] p.90.

# Scores écologiques des stations de récif frangeant hors d'influence



Figure 62 - Scores écologiques en 2020 des stations du récif frangeant hors d'influence.

Tableau 68 - Scores écologiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations du récif frangeant hors d'influence.

Légende : voir Tableau 61.

Legenae: von rabieda o1.						
Etat écologique						
Paramètres physico-c	Paramètres					
Canadiana	flux de MES	Substrat corallien: flux de MES (% couverture)		Score 2020 par station		
Station	(scores 2020)	SLN	RORC	par station		
		(scores 2020)	(scores 2020)			
ST09	ZZ	7				
ST10		גע				
ST11	$\rightarrow$	И				
Moara			N K			

En 2020, les flux de MES mesurés aux stations ST09 et ST11 sont du même ordre que ceux mesurés dans la zone sous influence du wharf avec respectivement 34,5 et 13,2 g/m²/j. La station ST09, qui était modérément perturbée en 2019, est donc non perturbée en 2020. Pour compléter ces résultats, lors des campagnes de 2020, à la station Moara quelques dépôts sableux (SD) ont été observés mais pas de vase (SI). Les dépôts de surface étaient également sableux en ST10, alors qu'en ST09 et ST11 la granulométrie des sédiments de surface est en moyenne plus grossière. Globalement, peu de fines ont donc été observées sur les récifs frangeants hors d'influence en 2020 et l'influence sédimentaire reste plutôt terrigène avec 24 % de CaCO<sub>3</sub> en ST09 et 4 % en ST10 en 2020. La station ST11 semble revanche plus influencée par les carbonates avec 46 % de CaCO<sub>3</sub> (100 % en 2018).

A la différence des stations ST09, ST10 et ST11, la station Moara se trouve sous influence directe de l'embouchure d'un creek (Poin, Kô Kwê). Des lésions coralliennes liées à la pression sédimentaire ont cependant été observées en ST09 et ST10, sans compétition ou maladie associée. En ST11, la quasitotalité des colonies coralliennes se trouvait en bonne santé. A la station Moara, les lésions coralliennes ne sont pas surveillées mais aucun corail mort récemment n'a été observé. Cette station présentait près de 49 % en moyenne couverture d'algues/végétaux (FS), ce qui est un peu plus qu'en 2019 (42 %) et moins qu'en 2018 (54 %). Le blanchissement, signalé dans la zone en 2018, n'a pas été identifié en 2020 et aucune présence d'*Acanthaster* n'y a été observée.

Rappelons que la zone de récifs frangeants hors d'influence présente un faible taux de couverture corallienne. Par exemple pour la station **Moara**, sur laquelle les chroniques sont les plus longues, cette **faible couverture est observée depuis 2013** (11 % en moyenne entre 2013 et 2020), alors que les taux étaient supérieurs à 50 % entre 2007 et 2012. Ces dernières années, la couverture corallienne à la station Moara est passée de 9 % (2018) à 13 % (2019) puis à 11 % en 2020, ce qui suggère que les coraux

amorcent peut-être une reprise. Pour les stations ST09, ST10 et ST11, le recul temporel est bien moindre avec un point de départ en 2016. Les taux de couverture corallienne en 2016, 2018 et 2020 étaient respectivement de 4 %, 7 % et 23 % pour ST09, de 17 %, 8 % et 17 % pour ST10 et de 19 %, 2 % et 5 % pour ST11. Comme la plupart des stations marines de Thio, les récifs des stations ST10 et ST11 ont témoigné en 2018 d'une chute du taux de couverture corallienne (respectivement 8 et 2%) avant l'augmentation constatée en 2020. Cette reprise reste cependant très timide à la station ST11 <sup>66</sup>. A l'inverse, la couverture corallienne a augmenté depuis 2016 à la station ST09 et c'est la seule de tout le littoral surveillé de Thio dont les coraux n'ont cessé de croître entre 2016 et 2018. Les autres stations de récif frangeant hors d'influence semblent amorcer une reprise suite à la perturbation corallienne générale constatée en 2018.

#### VII.2.3.5. État écologique du Grand Récif de Thio

Situé au niveau de la barrière principale et hors des principales influences anthropiques, le Grand Récif de Thio restait non perturbé en 2020 selon les critères de la grille qualité. Cette station a bénéficié du suivi biologique du Réseau d'Observation des Récifs Coralliens (RORC) en 2020. Le Tableau 66 présente le détail de l'état écologique de cette station.

Tableau 69 - Score écologique détaillé et tendance d'évolution en 2020 de la station du Grand Récif de Thio.

Etat écologique						
Paramètres physico-chimiques Paramètres biologiques						
Station	flux de MES	Substrat corallien: flux de MES (% couverture)		Score 2020		
Station	(scores 2020)	SLN (scores 2020)	RORC (scores 2020)	pui station		
Grand Récif de Thio			$\rightarrow$			

Légende : voir Tableau 61.

La station du Grand Récif de Thio présentait en 2020 un état très proche de celui observé en 2018, ce qui permet de le considérer comme stable ces dernières années. En considérant l'ensemble des données disponibles (depuis 2004), le résultat des analyses statistiques fourni par le RORC met également en évidence cette **stabilité du Grand Récif de Thio**.

Dans le détail, le taux de couverture corallienne en 2020 reste proche de celui de 2019 (~38 %). La diversité et la densité de poissons observées en 2020 reste comparable aux observations de 2019. il en va de même pour la diversité des invertébrés. Cependant, une baisse de la densité des invertébrés a été observée en 2020, avec un niveau proche de celui constaté en 2016 et 2018. Les informations sur le blanchissement et la présence d'*Acanthaster* sont indisponibles. Les données indiquent qu'il n'a pas été observé de coraux morts récemment en 2020 à cette station de surveillance.

<sup>66</sup> Le test statistique de Kruskal-Wallis effectué sur les données des stations de récif frangeant hors d'influence est significatif pour la station ST11 : les valeurs extrêmes enregistrées en 2016 et 2018 expliquent la significativité du test. L'amélioration restant très timide en 2020, la mesure elle-même présentant également sa part propre d'incertitude et par souci de cohérence entre les bilans, la note de la station ST11 a été maintenue identique en attendant la prochaine campagne de suivi.

# VIII. Éléments de discussion

Dans cette partie, nouvelle dans le bilan de Thio, il est question d'apporter des éléments de discussion sur certains points qui ont été relevés dans l'analyse des milieux terrestres, d'eaux douces et marins. En effet, considérant le fonctionnement des bassins versants, il est parfois nécessaire de mettre en relation des informations ou des résultats issus d'un milieu pour expliquer des éléments qui en concernent un autre.

Cette partie traite uniquement des points qui ont peu été développés dans les parties précédentes et qui ont fait l'objet d'une demande d'approfondissement lors de la réunion du comité technique du bilan environnemental de Thio du 04/09/2023 sur les résultats 2020-2021, à savoir :

- Rechercher les origines potentielles des perturbations observées à la station marine de récif frangeant hors d'influence Moara;
- Identifier la source potentielle de manganèse dans les sédiments marins des récifs frangeants sous influence des mines actuelles.

Bien que d'autres éléments seraient également intéressants à développer, il est impossible de tous les aborder dans la mesure où le présent rapport a pour objectif de fournir des résultats globaux en matière de diagnostic environnemental. Ce dernier ne saurait se substituer à des études thématiques approfondies.

#### VIII.1. Perturbations à la station de référence Moara

Les perturbations observées depuis 2013 à la station de surveillance marine de Moara appellent à en rechercher les causes. Ce récif frangeant est hors d'influence des activités minières. Pour rappel (voir État écologique des stations du récif frangeant hors d'influence), cette station est suivie par le RORC depuis 2003 [127]. Les taux de couverture corallienne étaient supérieurs à 50 % entre 2007 et 2012. Entre 2013 et 2020, ce taux de couverture corallienne a chuté drastiquement avec une moyenne à environ 11 %. Les dernières campagnes de surveillance ne montrent pas pour le moment de signes d'une véritable amélioration de l'état de ce récif.

Plusieurs hypothèses ont été évoquées lors du comité technique du bilan du 04/09/2023 pour expliquer l'état du récif de Moara :

- augmentation de la fréquentation du site : dégradation potentielle de la qualité des eaux, piétinement du récif (présence d'un camping à proximité) ;
- travaux à proximité du littoral dans la zone : augmentation des apports sédimentaires au récif par remaniement de matériaux à l'amont ;
- apports terrigènes liés à la modification de l'écoulement d'un cours d'eau susceptible de propager des panaches turbides depuis plusieurs années: augmentation des apports sédimentaires au récif via un cours d'eau;
- mouvement de terrain plus ancien que les premiers travaux du bilan environnemental de Thio (2018): augmentation des apports sédimentaires dans un bassin versant à l'amont de la baie, puis petit à petit transit des sédiments vers le lagon.

L'hypothèse des apports terrigènes a été considérée comme la plus plausible pour expliquer la dégradation de l'état du récif de Moara ces dernières années. Ces apports peuvent provenir soit de



travaux réalisés à terre qui auraient remanié des matériaux à l'amont du récif, soit avoir une origine naturelle comme par exemple l'érosion ou un mouvement de terrain. A la publication de ce rapport, les informations sur d'éventuels travaux dans le secteur depuis 2012 étaient inconnues de l'OEIL. Seule la piste d'une origine érosive a donc été explorée, d'autant plus qu'un rapport du RORC sur une visite le 05/04/2015 évoque des « effondrements de terrain » dans la région de Thio suite au passage de la dépression FREDA et précise qu'« un creek situé à proximité de Moara a été dévié de son lit et se déverse maintenant dans la baie de Moara, au sein même de la station de suivi. Des arbres, branches et roches occupent une partie des fonds marins de la station Moara. Le récif a été rasé sur une vingtaine de mètres de large (secteur 2) » [128].

La carte topographique au 1/10.000 de la DITTT a été consultée pour identifier les bassins versants susceptibles d'apporter des sédiments terrigènes au récif de Moara. Le versant littoral immédiatement à l'amont de la baie est une première source potentielle (~22 ha, voir Figure 63). La seconde source potentielle est le bassin versant de la Kô Kwê, bien plus conséquent (~300 ha). D'après l'imagerie du Géorep, ce bassin versant est manifestement un contributeur sédimentaire majeur à la baie de Moara (Figure 63) contrairement au versant littoral.



Figure 63 - Potentiels versants contributeurs en sédiments terrigènes à la station Moara. (lignes de crêtes en bleu foncé ; année 2018 d'après les dates du fond d'imagerie en ligne Géorep du 12/08/2023)

Un examen diachronique des données d'imagerie disponibles gratuitement a été réalisé. Les seules orthophotos disponibles sur la zone, en ligne sur le Géorep, datent de 2018, ce qui est trop tardif pour identifier un éventuel changement qui aurait impacté le récif entre 2012 et 2013. Les images satellites d'archive diffusées par Google ont été utilisées car elles encadrent temporellement la période d'intérêt.

Dans l'outil Google Earth, il existe une image exploitable en date du 12/01/2013, dans laquelle l'ensemble des versants sont bien visibles (Figure 65). La précédente image exploitable sur le secteur complet date du 14/08/2009 (Figure 64). Par ailleurs, aucune image exploitable antérieure à 2009 n'est disponible depuis Google Earth.



Figure 64 - État des bassins versants de la baie de Moara le 14/08/2009 (source Google Earth).



Figure 65 - État des bassins versants de la baie de Moara le 12/01/2013 (source Google Earth).

La comparaison des deux images montre que le versant littoral qui surplombe la baie a peu évolué depuis 2009 : pas d'apparition de nouvelles figures d'érosion, ni de travaux jusqu'en 2021. Par contre, le bassin versant de la Kô Kwê a significativement évolué entre 2009 et début 2013. En 2009, les sommets latéritiques montrent de nombreuses figures d'érosion, sources probables de matériaux fins, qui semblent avoir peu évolué en 2013. En 2009, le lit principal de la Kô Kwê est rocheux et semble partiellement engravé. Cet engravement est naturel, il est connecté aux deux affluents principaux du cours d'eau dont le lit semble rocheux. L'affluent sud semble être le contributeur majeur, avec des affleurements rocheux dans son lit, presque jusqu'à la ligne de crête. L'aspect de cette partie amont du bassin versant évoque d'anciens mouvements de terrain de type coulée de matériaux et peut-être aussi une zone productrice d'éboulis. En 2009, la végétation a commencé à recoloniser ces vieux mouvements de terrain. L'aspect des matériaux encore à nu est patiné dans la partie basse des fonds de vallée des affluents, tout comme le lit engravé de la vallée principale : cela suggère d'une part que les sources soient événementielles et non chroniques et d'autre part que les sédiments grossiers soient à cette date relativement stables, peu mobiles. Le point de déversement du cours d'eau dans la baie de Moara est bien visible et le trajet du cours d'eau entre la route et la mer semble également engravé. Plusieurs images partielles de la zone sont disponibles pour les dates 25/02/2012, 29/03/2012, 08/08/2012 : elles permettent de constater que jusqu'en août 2012, la moitié aval du bassin versant semble dans un état proche de celui observé en 2009 et qu'aucune figure d'érosion majeure n'est apparue dans cette partie basse. Les nuages couvrent l'amont sur certaines images, alors que d'autres images n'en proposent pas de vue : il est impossible de conclure sur l'état érosif de la haute vallée de la Kô Kwê en 2012. L'aspect patiné des matériaux du fond de la basse vallée en 2012 laisse cependant supposer qu'aucune charge sédimentaire majeure n'a atteint la basse vallée de la Kô Kwê en 2012. L'image suivante date du 12/01/2013 : le lit est significativement plus engravé et la patine des matériaux a disparu, mettant en évidence des apports sédimentaires récents. Le lit de la basse Kô Kwê a collecté un grand volume de sédiments entre août 2012 et janvier 2013. Plusieurs nouvelles formes érosives se sont développées dans le bassin de l'affluent sud de la Kô Kwê et une en particulier semble être à l'origine pour une grande part de cette nouvelle vague sédimentaire. Il s'agit vraisemblablement d'une lave torrentielle initiée en rive droite un peu avant la confluence des deux affluents principaux, à partir d'un versant en forte pente (~30 à 45°, Figure 66).



Figure 66 - Vues obliques de la vallée de la Kô Kwê en 2009 et en 2016 (source Google Earth). Nord vers le haut à gauche des images. Flèche blanche : zone de départ de la lave torrentielle de 2013.

L'amont de l'affluent principal sud semble également affecté par des phénomènes torrentiels, sans empreinte aussi marquée cependant. Il existe donc bien en début 2013 une crise érosive qui a été la source d'apports sédimentaires massifs vers l'aval. Au niveau de la route qui passe au-dessus de la baie

de Moara, un engin de chantier est encore visible sur place (Figure 67), témoin d'une potentielle nécessité de déblayer la route après ces événements majeurs : la route semble propre sur les images antérieures (14/08/2009, 25/02/2012,29/03/2012) puis elle est clairement teintée par des produits sédimentaires le 12/01/2013 (Figure 67), un peu moins le 14/09/2013 (la route retrouve sa couleur normale dans les images ultérieures).

En comparant les images de 2012 et du 12/01/2013, il est clair qu'en janvier 2013 l'essentiel des matériaux semble avoir été contenu en amont de la route, sur au moins 1,5 km dans la basse vallée de la Kô Kwê (Figure 65 et Figure 67), ce qui représente un volume de sédiments très conséquent. Leur débordement vers la mer est cependant attesté par l'aspect de la route au niveau de l'exutoire de la vallée (Figure 67), qui suggère que l'épandage sédimentaire a continué sur au moins 250 mètres de route directement au-dessus du récif de la station Moara. En bas de cette route, l'aspect du chenal exutoire de la Kô Kwê vers le lagon, à proximité de la station de surveillance du RORC montre également le 12/01/2013 une charge sédimentaire bien supérieure à celle de 2012. Une petite partie des matériaux mobilisés par la lave torrentielle a donc clairement atteint le platier et cet apport inhabituel a été signalé par le suivi du RORC [128]. Le volume de sédiments déversés peut malgré tout être significatif à l'échelle du petit récif de Moara. Les reflets sur la mer interdisent cependant d'évaluer dans quelle mesure ces sédiments se sont étalés sur le récif frangeant à la date du 12/01/2013. La fiche de suivi RORC à Moara évoque des apports terrigènes depuis la saison cyclonique 2013, qui se sont poursuivis en 2014 et 2015 au moins [128]. L'hypothèse des travaux qui auraient eu lieu dans la zone, qui évoquaient une intervention à proximité d'un creek, pourrait parfaitement correspondre aux opérations de remise en état de la route après l'atterrissement de la lave torrentielle, route qui a très certainement été au minimum recouverte d'une quantité importante de sédiments au début de janvier 2013.



Figure 67 - Détail de l'image du 12/01/2013 au niveau de la baie de Moara (source Google Earth).

Le seul événement météorologique significatif qui aurait pu provoquer de tels mouvements de terrain entre août 2012 et le 12 janvier 2013 est le passage de la dépression FREDA, qui a généré dans les premiers jours de janvier le second record depuis 1952 des précipitations en une journée à Thio (453,5 mm [129]). Cette dépression est particulièrement connue dans la région de Thio pour avoir provoqué de nombreux dégâts et un second événement pluvieux intense intervenu en juillet 2013 <sup>67</sup> a potentiellement remobilisé une partie des sédiments stockés dans le lit de la Kô Kwê vers le récif de Moara. La campagne de suivi 2013 qui a eu lieu après Freda a alors trouvé un récif très dégradé. A la publication de ce document, aucune information complémentaire n'a pu être prise en compte pour décrire l'état du récif de Moara immédiatement après le passage de ces deux perturbations météorologiques majeures. Seul le suivi du RORC opéré un peu plus tard permet d'attester de la dégradation très importante du récif de Moara au cours de cette période : 54 % de corail vivant en 2012 puis seulement 12 % en 2013. Le 21/04/2013, des espèces corallivores exerçaient « une forte pression sur les quelques coraux survivants » [127] p.18. Le rapport de la campagne 2014 maintient que la pression du bassin versant restait forte [128].

L'examen des images Google Earth postérieures au 12/01/2013 et jusqu'en 2021 montrent qu'aucune nouvelle crise érosive n'a eu lieu dans le bassin de la Kô Kwê. Le stock sédimentaire accumulé dans cette vallée lors de Freda en 2013 étant important, les postérieures crues du cours d'eau ont pu favoriser la migration de sédiments vers le lagon. Cela explique le maintien d'une forte pression sédimentaire observée par le RORC. Le stock de sédiments encore présent et en transit (pas de patine) en 2021 à l'amont de la route suggère que la pression terrigène sur le récif de la station Moara se poursuivra jusqu'à la purge des apports de 2013. Le retour d'une patine dans la partie amont du fond de vallée indique que cette purge est en cours et que le stock diminue progressivement, sans apport supplémentaire significatif pour le moment.

En complément, notons qu'aucun incendie n'a été détecté sur les bassins versants à l'amont de la station Moara entre 2000 et 2022 (données issues de MODIS (Aqua et Terra), Suomi-NPP, NOAA-20 et Sentinel 2).

L'étude des quelques images et parties d'images disponibles a permis de montrer que le bassin de la Kô Kwê fait l'objet de **phénomènes érosifs naturels peu fréquents et intenses**. Les dernières perturbations majeures ont été provoquées par le passage de la **dépression FREDA** début janvier 2013, ce qui a provoqué entre autres des mouvements de terrain dans la haute vallée de la Kô Kwê, dont une **lave torrentielle majeure**. Une petite partie des matériaux ainsi libérés a transité immédiatement vers le récif de Moara. L'épisode pluvieux intense de juillet 2013 a potentiellement contribué à accentuer la **pression sédimentaire sur ce récif par remobilisation des sédiments** récemment arrivés en amont et en aval de la route. La purge des sédiments accumulés en 2013 se poursuit, sous l'impulsion des crues de la Kô Kwê.

La station RORC Moara peut donc être considérée comme sous influence ponctuelle mais forte d'événements érosifs intenses d'origine naturelle. D'importants mouvements de terrain ont causé la dégradation importante de l'état du récif entre 2012 et 2013. Le bassin versant de la Kô Kwê continue d'exercer une pression sédimentaire significative sur cette station récifale, ce qui peut expliquer que les coraux peinent à se rétablir.

<sup>67</sup> Le rapport scientifique du programme CNRT IMMILA précise que les événements pluvieux de début janvier et de juillet 2013 « apparaissent en tête de liste des événements les plus intenses » parmi les 3 518 événements identifiés entre 1952 et 2016 [21] p. 47. Le rapport RORC 2014 évoque aussi cette dépression qui a fortement impacté la région de Thio [128].

# VIII.2. Source du manganèse dans les sédiments marins de surface des récifs frangeants sous influence des mines actuelles

La tendance à l'augmentation du manganèse dans les sédiments marins de surface<sup>68</sup> des récifs frangeants sous influence des mines en activité a été relevée à plusieurs stations lors des dernières mesures en 2020 en comparaison à la campagne de surveillance précédente (voir Tableau 61 et État chimique des stations de récif frangeant sous influence des mines actuelles). Pour rappel, sur les 5 stations marines surveillées dans la zone marine sous influence des mines, 4 montraient en 2020 une augmentation depuis la dernière campagne (2018), avec une concentration record pour la région entière à la station marine ST05<sup>69</sup> (embouchure de la Dothio, voir Figure 68). La station hors d'influence ST11 montrait également en 2020 une augmentation du manganèse dans ses sédiments de surface. Seule la station marine ST04, à l'embouchure de la Thio, montrait depuis 2016 une diminution des concentrations en manganèse dans les sédiments de surface. Cette diminution est également constatée entre 2018 et 2020 au niveau des récifs frangeants sous influence du wharf (ST01 et ST02). En 2020, la concentration en manganèse dans les sédiments de surface à l'embouchure de la Dothio (ST05) représentait presque 4 fois celle mesurée à ST04 la même année et environ 3 fois en comparaison aux autres stations de cette zone ST06, ST07 et ST08.

L'influence de la Dothio dans les apports en manganèse aux sédiments marins de surface semble donc dominante au niveau de ST05, ce qui implique une contribution en manganèse très significative d'origine terrigène en 2020. C'était le cas en 2016 pour la Dothio et pour la Thio, mais en 2020 le Mn a diminué au droit de la Thio alors qu'il a augmenté devant la Dothio et dépassé les concentrations mesurées en 2016.

Au-delà de la question initiale de la source de manganèse dans les sédiments marins de surface du secteur Dothio et de l'augmentation des concentrations en 2020, la Figure 68 soulève d'autres interrogations, par exemple : pourquoi des teneurs en Mn plus élevées aux embouchures en 2016 ? Pourquoi une diminution quasi-générale entre 2016 et 2018 ? Pourquoi la diminution à ST04 se poursuit-elle en 2020 alors qu'en ST05 l'augmentation est la plus importante ? Il est impossible d'explorer tous ces axes dans le cadre de la présente étude car son objet est de synthétiser les résultats des suivis, elle ne peut se substituer à des études spécifiques pour approfondir l'interprétation des résultats. La discussion proposée ici reste surtout centrée sur la source de Mn au niveau de Dothio et propose quelques éléments qui pourront alimenter les autres réflexions.

<sup>69</sup> La valeur atteinte à Thio en ST05 en 2020 atteint 5 917 m de Mn par kg de sédiment de surface, ce qui représente plus de 2 fois le record enregistré en 2009 dans le Grand Sud (baie Nord), zone également surveillée.



<sup>68</sup> La mesure de la concentration des métaux dans les sédiments marins de surface est réalisée uniquement sur la fraction fine des lutites (< 63  $\mu$ m) [33].

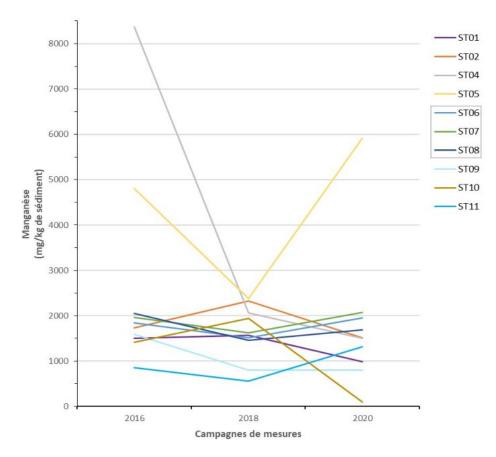


Figure 68 - Concentration en manganèse dans la fraction fine (< 63  $\mu$ m) des sédiments marins entre 2016 et 2020.

#### Caractéristiques des sédiments marins de surface du secteur Dothio

Pour établir la source de Mn dans les sédiments marins aux stations du secteur, commençons par caractériser ces derniers, de manière à explorer l'éventualité de sources multiples (apports marins, sources terrigènes littorales ou plus lointaines).

La teneur en CaCO<sub>3</sub> des sédiments marins de surface<sup>70</sup> et leur granulométrie informent sur l'origine et la typologie des sédiments du secteur de Dothio : en 2020, l'influence sédimentaire était clairement terrigène à toutes les stations sous influence, avec en moyenne 18,6 % de CaCO<sub>3</sub> hors embouchure (11 % à ST06, 23,0 % à ST07 et 21,7 % à ST08). La station d'embouchure ST05 présentait sans surprise un minimum avec 4,4 % de CaCO<sub>3</sub>. Ces résultats contrastent fortement avec ceux de 2018 qui montraient une forte influence marine avec en moyenne 68,1 % de CaCO<sub>3</sub> aux stations sous influence hors embouchure (minimum de 61,5 % de CaCO<sub>3</sub> à ST06). Le phénomène est fréquent en 2018 à distance des embouchures (Figure 69). Dans le secteur Dothio, seule la station d'embouchure ST05 présentait en 2018 une forte dominance terrigène avec seulement 2,7 % de CaCO<sub>3</sub>, idem pour les autres stations proches d'une embouchure : ST04 pour la Thio, ST01 et ST02 au wharf ou ST10 proche de Moara. Les résultats de 2020 se rapprochent de ceux obtenus en 2016 en ce qui concerne le taux de CaCO<sub>3</sub> et la granulométrie est plutôt sableuse à argileuse dans la région [33]. Bien que la modification majeure des caractéristiques des stations ST06, ST07 et ST08 observée en 2018 n'ait pas fait l'objet d'une interprétation spécifique lors du rapportage, le **brassage sédimentaire important** lié au passage des

<sup>70</sup> La mesure du taux de CaCO₃ dans les sédiments marins de surface est réalisée uniquement sur la fraction fine des lutites (< 63 μm) [33].



cyclones Cook et Donna en 2017 est à considérer ici. Le rapport de la campagne de surveillance 2018 [126] indique que ces événements météorologiques ont occasionné une forte houle à Thio, avec notamment lors du passage du cyclone Cook des hauteurs de vagues estimées par les chercheurs IRD-IFREMER entre 6 et 7 m au droit des récifs frangeants du secteur Dothio surveillé. Ce rapport 2018 attribue la forte dégradation des coraux sensibles aux **perturbations mécaniques** constatée entre 2016 et 2018 au **cyclone Cook**. Ce brassage, associé aux apports détritiques marins, explique bien les observations de 2018 où l'influence marine est marquée et les teneurs en Mn plus faibles qu'en 2016 et 2020 dans le secteur Dothio.

L'ensemble des éléments exposés ci-avant permet de considérer que dans le secteur marin de Dothio : (1) le contexte sédimentaire d'influence marine observé en 2018 était exceptionnel et lié au passage d'un cyclone et que (2) les apports sédimentaires marins fins sont plus pauvres en manganèse que les apports terrigènes fins.

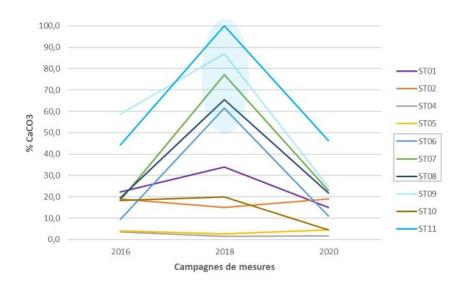


Figure 69 - Evolution du taux de CaCO₃ dans les sédiments marins de surface surveillés entre 2016 et 2020. Influence marine dominante en 2018 sur fond bleu clair.

La variation générale des concentrations en manganèse entre 2016 et 2018 dans les sédiments marins fins de surface de la zone est donc expliquée aux stations de la zone Dothio. Au niveau de ST05 cependant, la concentration en manganèse est faible en 2018 malgré une influence terrigène quasi-exclusive (2,7% de CaCO<sub>3</sub>). La granulométrie, quasiment identique en 2018 et 2020 à ST05 (majorité de sables, très peu de fraction fine analysée pour le Mn), n'explique pas l'écart de concentrations en Mn. La fraction fine y était un peu plus présente en 2016 (13 %, contre 3 à 5 % ensuite), ce qui semble décorrélé de la variation du Mn sédimentaire à cette station.

Cela suggère que les apports terrigènes en manganèse sont contrôlés par plusieurs facteurs. La Figure 68 et la Figure 69 permettent de distinguer au moins 3 profils de stations différents pour le comportement du manganèse dans les sédiments marins de surface du lagon de Thio. Le comportement du Mn semble indépendant de l'influence minière car 2 profils sur 3 incluent des stations hors influence (en gras italique) :

- **profil Mn1**, dominant (5 stations : ST06, ST07, ST08, **ST09**, **ST11**) : Mn peu variable et fourchette de concentrations similaires sous et hors d'influence des mines actuelles (pas d'influence minière), avec diminution en 2018 par rapport à 2016 et 2020. En 2018, l'influence marine est dominante dans les sédiments et modérée en 2016 et 2020. Corrélation négative entre Mn et CaCO<sub>3</sub>, source terrigène de Mn supposée ;
- **profil Mn2** (3 stations : ST01, ST02, *ST10*) : Mn plus ou moins variable avec hausse en 2018 et concentrations en 2020 inférieures à celles de 2016. Fourchette de concentrations comparables sous et hors d'influence des mines (pas d'influence minière). L'influence marine est modérée sur les sédiments, même en 2018. Les variations de Mn et de CaCO<sub>3</sub> semblent corrélées positivement pour ST01 et *ST10*, source de Mn à identifier (hors secteur discuté ici) ;
- **profil Mn3 d'embouchure** (2 stations : ST04, ST05) : très grande variabilité des valeurs avec records fréquents, comportement similaire en 2016 et 2018 et divergent en 2020. En 2018, pas d'influence marine sur les sédiments. Pas de corrélation entre Mn et CaCO<sub>3</sub>, source de Mn clairement terrigène. Pas de station de référence d'embouchure hors d'influence, donc influence minière impossible à établir ou à infirmer.

Nous cherchons aussi ici à identifier la raison de l'augmentation de la concentration en Mn dans les sédiments marins de surface aux stations du secteur Dothio et en particulier à ST05 (profil Mn3). Si en 2016 les stations ST04 (Thio) et ST05 (Dothio) enregistraient toutes deux des niveaux de Mn records dans les sédiments marins de surface, ce n'était plus le cas en 2020 : seule ST05 enregistrait de nouveau un record en Mn, alors qu'il était attendu d'observer en 2020 une augmentation également au niveau de ST04. C'est pourtant l'inverse avec une diminution du Mn plus prononcée qu'en 2018 à ST04. La source de manganèse terrigène aux embouchures semble variable dans le temps et déconnectée d'un bassin versant à l'autre : en considérant les sédiments marins de surface de 2020, il y aurait donc dans le bassin de la Dothio une source en manganèse différente de celle du bassin de la Thio, sachant que les sédiments marins de surface au droit de la Thio en 2020 ont les mêmes caractéristiques granulométriques (arénites) et non carbonatées que ceux prélevés à l'embouchure de la Dothio. La granulométrie, qui pourrait aider à identifier une source, ne semble pas être un critère discriminant de la présence du manganèse dans les sédiments marins de surface (vrai aussi aux stations ST06, ST07 et ST08). Cela signifie que soit les phases solides fines terrigènes contiennent le manganèse observé, soit ce manganèse est apporté par les rivières pour une part significative sous forme dissoute vers les sédiments de surface et capté par les fines (adsorption, précipitation, réactions (bio)géochimiques), soit le manganèse terrigène est temporairement retenu en rivière et son transfert vers le lagon est temporellement décalé, contrôlé par un processus qui reste à identifier. Par ailleurs, la teneur en Mn de la fraction sableuse des sédiments est inconnue car non mesurée : la présence de Mn dans l'essentiel des sédiments est donc inconnue<sup>71</sup>, ce qui rend la recherche de la source plus difficile. Notons au passage que les flux de MES marins ont été relevés le 13/10/2020, soit environ 1,5 à 2,5 mois après l'échantillonnage des sédiments marins de surface. Les résultats des flux de MES marins ne sont donc pas directement exploitables pour évaluer la quantité des apports sédimentaires récents aux stations marines suivies en 2020, ce qui est fort regrettable.

#### Sources terrigènes potentielles de manganèse

La présence de manganèse est connue en milieu ultramafique notamment dans les sols sous forme d'oxydes, a priori peu solubles. Si le manganèse observé dans les sédiments marins a une origine

<sup>71</sup> Si les sables superficiels contribuent probablement peu à la teneur en Mn des fines de surface, l'altération des dépôts sous-jacents pourrait constituer une source de Mn si ces derniers contiennent des minéraux aptes à le libérer facilement.

ultramafique, alors toutes les stations soumises à des apports terrigènes de ce type devraient montrer des variations comparables de teneur en manganèse. Or seule la station de l'embouchure de la Dothio se démarque, alors que l'influence terrigène sur ST06, ST07 et ST08 peut être considérée comme très fortement ultramafique : ces terrains constituent une part importante du bassin de la Dothio et les versants à l'amont de ces stations sont exclusivement ultrabasiques (voir les caractéristiques géologiques en Figure 13). Les concentrations y varient pourtant peu et restent du même ordre de grandeur que celles observées au niveau du wharf. Autrement dit, si la source de Mn était ultramafique, les teneurs en ST06, ST07, ST08 seraient plus proches de celles observées en ST05, ce qui n'est pas le cas. La source de manganèse à la station ST05 semble donc pour une grande partie différente de celle aux autres stations de la zone et non ultramafique.

La Figure 70 présente la situation des stations de récifs frangeants sous influence des mines et la situation des stations de surveillance physico-chimique des eaux de rivière susceptibles d'éclairer la recherche de la source de manganèse terrigène dans les sédiments marins de surface de ST05 en particulier.

Les chroniques des mesures en rivière du manganèse total et du manganèse dissous ont été examinées pour rechercher s'il y a eu des apports inhabituels (et où) entre les campagnes de mai 2018 et d'août 2020 de surveillance des sédiments marins de surface. Les résultats sont récapitulés et discutés ciaprès.



Figure 70 - Situation des stations de suivi aux récifs frangeants sous influence des mines (ST04,ST05, ST06, ST07, ST08) et des stations de surveillance de la physico-chimie des eaux de rivière à proximité. (noms des stations sous influence des mines en orange et nom de la station de référence DOTH150 en vert).

#### VIII.2.1.Apports en manganèse de la Dothio vers le lagon entre mai 2018 et août 2020

Les concentrations en manganèse total et dissous ont été examinées en partant de la station de rivière la plus proche de l'embouchure (DOTH300), puis en remontant le cours de la Dothio et de ses affluents. Les graphes des chroniques d'analyses des eaux douces sont disponibles pour quelques stations en Annexe 21.

- Station WEL501-01 de type ultramafique (sur le creek Wellington/Nému/Ouanamourou, draine une partie de la mine du Plateau): les concentrations en manganèse dissous varient entre 0,00006 et 0,00153 mg/L (respectivement en septembre 2019 et mai 2020), avec une moyenne à 0,0006 mg/L de Mn(d) pour 6 mesures. Les concentrations semblent relativement stables. Seul le manganèse dissous est mesuré à cette station.
- Station DOTH300 de type mixte (un peu en amont de la confluence avec le creek Wellington): les concentrations en manganèse total varient entre 0,0077 et 0,0108 mg/L (respectivement en octobre 2019 et juin 2020), avec une moyenne à 0,0091 mg/L en Mn(t) pour 9 mesures à partir du 2nd semestre 2018. Ces concentrations sont en moyenne 15 fois supérieures à celles en Mn dissous relevées à la station WEL501-01. Les concentrations étaient assez stables jusqu'à la fin 2019 au moins, puis à partir du 2nd trimestre 2020, les valeurs augmentent et deviennent variables (même en 2021).

Le décalage observé entre la concentration en Mn dissous (WEL501-01) et en Mn total (DOTH300) pourrait indiquer qu'une part importante du Mn est présent sous forme particulaire et/ou colloïdale, cependant la part dissoute à DOTH300 est inconnue, ce qui ne permet pas encore de conclure. Cependant, d'après les concentrations en manganèse relevées en eaux de rivière à ces stations, la source de manganèse à l'embouchure de la Dothio est très probablement pour une grande partie située en amont de la station DOTH300. L'hypothèse d'une source minière ne peut pourtant pas être totalement exclue puisque seul le Mn dissous est surveillé à l'aval immédiat des mines : sans mesure du Mn total, à ce stade impossible de conclure également sur ce point.

Les concentrations en manganèse dans les eaux douces du bassin de la Dothio sous influence des mines étaient faibles pendant la période de mai 2018 à août 2020 (creek Wellington compris), d'après les mesures aux autres stations de rivière :

- <u>Ouagna de type ultramafique</u> (draine une partie la mine de Dothio) : concentrations Mn(d) toujours restées au niveau de la limite de quantification (0,0005 mg/L) ;
- <u>Dothio Amont</u> et <u>Dothio Aval de type mixte</u> (sur la Dothio) : pas encore en service pendant la période investiguée ;
- Station 4 de type ultramafique: en 2019, la concentration en Mn(t) est restée inférieure à 0,001 mg/L (limite de quantification). L'OEIL n'a pas eu accès aux données 2020 à la station 4 à l'aval de la mine de Nakéty;
- HGL de type ultramafique (draine une partie de la mine du Plateau) : 1 mesure en Mn(d) au niveau de la limite de quantification (0,0005 mg/L) en mai 2020 ;
- Mee de type mixte (draine une partie de la mine du Plateau) : concentration Mn(d) moyenne de 0,0008 mg/L (5 mesures) avec un maximum de 0,0013 mg/L.

Bien que la fréquence des suivis soit insuffisante pour conclure définitivement, les espaces miniers ne semblent pas contribuer de façon significative aux apports en manganèse aux eaux douces de la Dothio, sous quelque forme que ce soit. En effet, les concentrations en Mn dissous restent faibles et le

Mn total mesuré à la station 4 permet de constater que la mine ne semble pas être une source significative de manganèse dans les eaux de rivière.

La dernière station d'eaux douces du bassin de la Dothio pour laquelle des données sont disponibles sur la période 2018-2020 est DOTH150, station de référence de type mixte située à l'amont, hors des influences minières. Au cours de la période considérée (9 mesures), la concentration moyenne en manganèse total était de 0,0034 mg/L, avec un minimum à 0,0026 et un maximum à 0,0053 mg/L, ce qui reste dans la fourchette des valeurs enregistrées à cette station (voir Annexe 21). La concentration moyenne y est 4.8 à 5,6 fois supérieure à celles des stations de type ultramafique qui drainent les espaces miniers. Le bassin de la haute Dothio est donc une source significative du manganèse exporté vers le lagon. Il est également à noter que la dernière mesure considérée date du 05/08/2020, avant l'échantillonnage des sédiments marins le 13/10/2020. La mesure suivante date du 14/10/2020 (lendemain de la campagne marine) et a permis de mesurer une concentration de 0,0227 mg/L en Mn(t), soit environ 45 fois les moyennes aux stations ultramafigues sous les mines, puis encore 0,0145 mg/L le 04/11/2020 (au moins 24 fois les moyennes sous les mines). Il est donc permis d'émettre l'hypothèse qu'au-delà des apports habituels, les fortes concentrations en manganèse issues de la haute Dothio ont pu débuter entre le 06/08/2020 et le 14/10/2020, ce qui aurait pu contribuer à l'augmentation de la teneur en manganèse des sédiments marins de surface mesurée le 13/10/2020 au droit de l'embouchure. Au-delà des contributions habituellement fortes de la haute Dothio, il existe une source importante et nouvelle de manganèse issu de cette zone en 2020, qui se manifeste de nouveau à la saison fraîche 2021 (voir Annexe 21). Si l'hypothèse d'une pollution accidentelle ne peut être écartée (quelle origine ?), il est cependant impossible de l'explorer par manque d'informations. En revanche, la piste des incendies peut l'être.

Pendant la période entre mai 2020 et le 13/10/2020, un seul incendie a été détecté par les capteurs spatiaux Sentinel 2 dans le bassin versant de la station DOTH150 (données de surveillance des incendies produites par l'OEIL) : 1,29 h détectés comme brûlés à proximité de la rive droite de la rivière Dothio le 16/10/2019. Le retour de la végétation a été détecté à partir du 20/11/2019 (environ 1 mois après le passage du feu). C'est une zone à végétation basse depuis longtemps d'après l'historique des images disponibles sur Google Earth, donc la quantité de biomasse brûlée peut être considérée comme faible. L'augmentation brutale du manganèse dans les eaux douces entre août et octobre 2020 n'est donc *a priori* pas liée aux incendies dans la haute Dothio, à moins qu'un incendie important n'ait pas été détecté par le programme de surveillance des incendies <sup>72</sup>. Les autres incendies détectés dans le bassin de la Dothio pendant la période 2018-2020 sont survenus très en aval et ne permettent pas d'expliquer les concentrations observées à l'amont. L'augmentation du manganèse constatée en 2020 dans les eaux de la haute Dothio ne semble pas liée aux incendies. La source supplémentaire à la source chronique reste donc à identifier.

Indépendamment de cette source supplémentaire, une origine géologique pourrait expliquer les concentrations importantes régulièrement relevées dans la haute Dothio. Le bassin versant de la station DOTH150, qui est par ailleurs peu sous l'influence des activités humaines, présente en effet une géologie inhabituelle dans la région de Thio. Les basaltes et les dolérites de l'unité géologique de Poya représentent une part importante des roches qui affleurent dans le bassin versant de la Dothio, en particulier en amont des stations DOTH150 et DOTH300 (voir Figure 71, basaltes et dolérites en bleu foncé). Ces roches sont également présentes dans le bassin de la Thio, en moindres proportions. Elles

<sup>72</sup> Il a été impossible d'explorer la chronique des images Sentinel2 2019-2020 dans le bassin de DOTH150 par manque de temps. La probabilité de ne pas détecter un incendie important est faible, surtout à partir de plusieurs satellites différents.

sont susceptibles de libérer de manière naturelle du manganèse dans l'environnement<sup>73</sup>. La grande variabilité des concentrations en Mn mesurées aux embouchures reste cependant à explorer et l'augmentation subite des apports de manganèse à la Dothio puis au lagon en ST05 reste donc à trouver. Le fait que le nickel total ait aussi significativement augmenté dans la même période aux stations DOTH150 et DOTH300 pourrait être une piste à explorer (voir Annexe 21), bien que cela soulève d'autres questions (sources et comportement de ces éléments si ces variations sont effectivement liées).

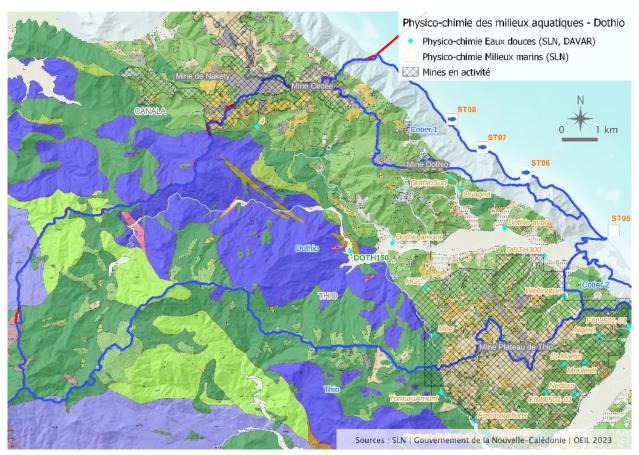


Figure 71 - Géologie du bassin versant de la Dothio et stations de surveillance des milieux aquatiques.

Version en ligne du 07/12/2023. Formations superficielles principalement en couleur crème.

<u>Domaine ultrabasique</u> principalement en vert ± foncé. <u>Domaine mixte</u> : autres couleurs, vert clair compris.

#### VIII.2.2.Apports en manganèse de la Thio vers le lagon entre mai 2018 et le 13 octobre 2020

Les concentrations en Mn en rivière de Thio ont été examinées à proximité de l'embouchure pour disposer d'éléments de comparaison avec ce qui a été observé dans le bassin versant de la Dothio. Deux éléments ont été considérés : (1) l'existence d'une dérive sédimentaire connue vers le nord-ouest : la Thio serait susceptible d'influencer la sédimentation dans le secteur de la Dothio et (2) les basaltes et dolérites de l'unité de Poya (en bleu foncé sur la carte) sont également présents dans ce bassin versant (voir Figure 72).

Les concentrations en manganèse dans les sédiments marins de surface qui ont été mesurées en octobre 2020 étaient bien plus faibles à l'embouchure de la Thio (ST04) et au niveau du wharf qu'à

<sup>73</sup> Les basaltes contiennent naturellement du Mn et sont utilisés comme amendement agricole. La synthèse réalisée en 2022 par la chambre d'agriculture locale (CAP-NC) confirme que les basaltes locaux en sont riches (jusqu'à ~1 800 mg/kg).

l'embouchure de la Dothio (ST05). Elles étaient inférieures également aux concentrations mesurées en ST06, ST07 et ST08 au nord-ouest de la Dothio. Cela exclut une influence significative de la Thio sur les stations du secteur de Dothio pour le manganèse dans les sédiments marins fins de surface (Figure 68).

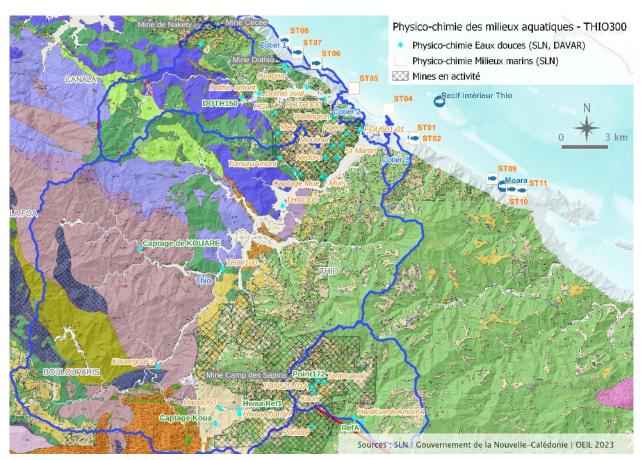


Figure 72 - Géologie du bassin versant de la Thio et stations de surveillance des milieux aquatiques.

Version en ligne du 07/12/2023. Formations superficielles principalement en couleur crème.

<u>Domaine ultrabasique</u> principalement en vert ± foncé. <u>Domaine mixte</u> : autres couleurs, vert clair compris.

Aux <u>stations de type ultramafique</u> de rive gauche situées directement sous la mine du Plateau et qui alimentent la Thio peu avant son embouchure, la concentration moyenne en manganèse dissous a été calculée :

- FOU501-01 (la plus proche de l'embouchure, 6 mesures) : 0,0014 mg/L en Mn(d);
- Ngere (6 mesures): 0,00042 mg/L en Mn(d);
- Moulinet (6 mesures): 0,00049 mg/L en Mn(d);
- CIMO501 (6 mesures): 0,00045 mg/L en Mn(d);
- Mue (7 mesures): 0,00049 mg/L en Mn(d);
- Fosse aux lions (6 mesures): 0,00043 mg/L en Mn(d);
- o Tomuru Amont (6 mesures): 0,00098 mg/L en Mn(d).

#### La mine du Plateau contribue donc faiblement en manganèse dissous aux eaux de la rivière Thio.

En remontant le cours de la Thio, la première station de surveillance des eaux douces directement positionnée sur la rivière Thio est la <u>station THIO300</u>, de type mixte (en amont de la mine du Plateau au

niveau de St Michel, 9 mesures): concentration moyenne de 0,0035 mg/L en Mn(t). Cela représente 2,6 fois moins que la moyenne mesurée à la station DOTH300 sur la même période. La concentration moyenne en Mn(t) est cependant équivalente à DOTH150 et à THIO300 pendant la période considérée Les roches de l'unité de Poya sont présentes en rive gauche de la Thio, pour partie à l'amont immédiat de la station THIO300 et pour partie à son aval immédiat. La partie avale contribue probalement également en manganèse, car la station THIO800 (sous influence haline, à l'amont du village de Thio) montre en moyenne 0,0105 mg/L en Mn(t) mesurés au cours de la période d'intérêt, ce qui est supérieur à ce qui a été enregistré à DOTH300. La forte présence du Mn(t) dans les eaux de la Thio dans la période pourrait ici être liée, en plus de la source géologique, à plusieurs incendies importants qui ont touché en décembre 2019 au moins 130 ha situés sur les basaltes et dolérites de l'unité de Poya (rive gauche, environs de St Paul). Cependant, il est difficile de mettre en évidence un effet des incendies sur les concentrations en Mn car celles-ci étaient plus fortes fin août et fin octobre 2019, c'est à dire avant les incendies, ce qui suggère que le feu n'est pas un facteur déterminant si tous les incendies ont été détectés dès leur survenue. Par ailleurs, l'influence sur la concentration en Mn dans les sédiments marins de surface de ST04 en 2020 est également faible, puisque les valeurs étaient bien inférieures à celles de ST05 en 2020. Tout cela rend l'hypothèse d'un lien de causalité directe entre incendies, manganèse dans les eaux de rivière et manganèse dans les sédiments marins au droit des embouchures impossible à vérifier.

La saison fraîche semble quant à elle nettement liée à l'augmentation des concentrations en Mn dans les eaux douces de la Thio comme de la Dothio. Cela suggère qu'il existe en saison fraîche des facteurs qui favorisent l'augmentation de la concentration en manganèse dans les eaux de rivière. Le manganèse ne s'en retrouve pas pour autant systématiquement piégé dans les sédiments marins. Des processus biochimiques pourraient expliquer les observations. La participation du manganèse au processus de photosynthèse<sup>74</sup> est, entre autres, une information importante à considérer du fait de la présence d'algues dans les cours d'eau et dans les milieux marins. Associée entre autres au régime hydrologique des cours d'eau, l'utilisation saisonnière de Mn pourrait expliquer ce qui est observé. Le piégeage dans les sédiments pourrait également être lié à la présence de matière organique vivante et/ou morte dans la fraction fine ou à des interactions avec les particules minérales fines. L'intervention du vivant dans le cycle du manganèse conduirait donc à lier la présence de cet élément chimique dans les eaux libres à une baisse de l'activité photosynthétique dans les milieux aquatiques. A l'inverse, une période de forte activité photosynthétique décalerait dans le temps le transfert du manganèse terrigène vers les sédiments du lagon. Cette hypothèse du contrôle du devenir du manganèse par l'activité photosynthétique nécessiterait la réalisation d'une étude spécifique.

<sup>74</sup> Voir l'article encyclopédique « MANGANÈSE : Le manganèse dans les systèmes biologiques » [130].

En première approche, l'ensemble des éléments discutés à partir des données disponibles suggère une source principale probable de manganèse dans les sédiments marins des récifs frangeants sous influence des mines en activité dans le bassin versant de la Dothio (stations ST05, ST06, ST07 et ST08). Une hypothèse se dessine également au sujet des variations de concentration du Mn dans les eaux de rivière et dans les sédiments marins de surface.

Aux stations ST05, ST06, ST07 et ST08, la rivière Dothio semble la principale contributrice en manganèse dans les sédiments marins de surface. Des apports importants proviennent du bassin de la haute Dothio, dont la chimie naturelle est vraisemblablement influencée par une géologie peu commune dans la région.

Le manganèse présent dans les sols ultramafiques n'est pas une source importante pour les eaux de rivière de la région, ce qui suggère d'exclure une origine minière pour l'essentiel du manganèse identifié dans les sédiments marins de surface.

D'une manière générale, la source principale de manganèse dans les rivières semble être naturelle et liée à la formation géologique des basaltes et dolérites de l'unité de Poya. Ces roches sont fortement présentes dans le bassin de la haute Dothio et dans une moindre mesure en rive gauche de la Thio au niveau de Saint Paul, ce qui permet d'expliquer les concentrations mesurées aux stations de surveillance des eaux douces et en particulier à proximité des embouchures.

Même lorsqu'ils surviennent sur des terrains potentiellement riches en manganèse, les incendies détectés n'expliquent pas directement les augmentations de concentration en Mn relevées en rivière. Le Mn capté par les plantes et potentiellement libéré par les incendies ne semble pas être rapidement transféré vers les cours d'eau.

Dans les sédiments marins de surface, la diminution de Mn observée en 2018 aux stations ST06, ST07 et ST08 serait due au passage d'un cyclone qui aurait provoqué un apport exceptionnel de sédiments d'origine marine, plus pauvres en Mn que les sédiments terrigènes locaux. Ce phénomène est également observé à certaines stations de référence marines. L'augmentation en Mn de 2020 correspond pour ces stations à un retour proche de la situation antérieure de 2016, plus habituelle.

Au droit des embouchures de la Dothio (ST05) et de la Thio (ST04), la teneur en manganèse des sédiments marins de surface est très variable et n'est pas directement corrélée aux concentrations en rivière. L'explication pourrait se trouver dans la baisse saisonnière d'activité photosynthétique des algues en saison fraîche, qui laisse plus de manganèse libre dans les milieux aquatiques. Le transfert du Mn terrigène vers les sédiments du lagon pourrait être ainsi en grande partie dépendant du cycle des algues. Cette hypothèse est à explorer dans une étude spécifique.

# IX. Mesures de gestion mises en œuvre dans la période 2020-2021

Les éléments rapportés dans cette partie sont issus des informations qui ont été transmises à l'OEIL. Il est possible que d'autres actions aient été menées, sans qu'il soit possible de les rapporter. L'OEIL invite les détenteurs d'informations complémentaires à se rapprocher des agents de l'OEIL pour que ces informations puissent être valorisées dans les prochains bilans.

Pour la période 2020-2021, les informations proviennent de la SLN et du Fonds Nickel.

# IX.1. Espèces rares et menacées – Inventaire, préservation et réintroduction

Les informations dont l'OEIL a pris connaissance sur la gestion des espèces rares et menacées utilisées pour ce bilan concernent les sites miniers de Dothio, Thio Plateau et Camp des Sapins. Il y a peut-être d'autres éléments sur les mines de Nakety et Circée, auxquels l'OEIL n'a pu accéder avant la publication de ce bilan.

Selon les sites, plusieurs types de mesures de gestion sont mises en place en contexte minier : inventaires pré-défrichement pour identifier la pression exercée sur les écosystèmes (voir Défrichements et prélèvements 2020-2021), suivis phénologiques, récolte de matériel biologique, production de plants et plantations pour soutenir les réintroductions et suivis post-plantation pour évaluer l'efficacité des mesures de réintroduction (plantations).

La revégétalisation des sites miniers en cours d'exploitation a débuté dans les années 1990 à 2000 selon les sites :

- •De 2003 à 2014, la SMT a revégétalisé 2,56 ha sur la mine de Nakety (pour rappel, la mine de Nakety se trouvant à cheval sur les communes de Thio et de Canala, seuls les hectares revégétalisés sur Thio sont rapportés dans ce bilan);
- •De 1994 à 2014, la SLN a revégétalisé 74,7 ha (52,9 ha en semis hydrauliques et 21,8 ha en plantations) sur l'ensemble de ses sites miniers : 5,8 ha sur Dothio, 42,5 ha sur Thio Plateau et 26,4 ha sur Camp des Sapins.

Les informations concernant la revégétalisation après 2014 sur les sites miniers en cours d'exploitation ont été présentées dans la partie Résultats 2021 par zone – Milieux terrestres.

# IX.2. Érosion et mouvements de terrain

La gestion de l'érosion dans la zone d'étude concerne principalement l'érosion liée aux activités minières. Aucune mesure de gestion n'est identifiée dans la zone pour minimiser l'impact des phénomènes d'érosion liées aux incendies ou à la présence de cerfs ou de cochons mises à part des actions de chasse.



#### IX.2.1. Gestion des eaux de ruissellement et érosion en 2020-2021

Les mesures de gestion des eaux connues sont celles rapportées dans les déclarations minières annuelles dont l'OEIL a pu prendre connaissance. Pour le présent bilan, elles concernent les sites miniers SLN de Camp des Sapins, Thio Plateau et Dothio. La gestion des eaux de ruissellement sur mine n'est pas détaillée ici, seules les informations nouvelles sont rapportées. Rappel : les épisodes de précipitations d'intensité > 50 mm/24h font l'objet d'une tournée de surveillance des ouvrages de gestion des eaux et des zones d'érosion sensibles.

#### IX.2.1.1. Gestion des eaux et érosion - Site de Camp des Sapins

#### IX.2.1.1.a <u>Installations de gestion des eaux et travaux d'entretien</u>

Sur ce site, la SLN indique dans ses déclarations annuelles avoir mis en place les mesures de gestion des eaux suivantes pendant la période 2020-2021 [86], [87] :

- entretien annuel courant (2020-2021);
- travaux de gestion des eaux pour le projet de route Porcelaine et RGT (2020) ;
- adaptation des ouvrages de conduite des eaux et de rétention au niveau des zones de chantier et de verses actives (2021);
- raccordement avec la gestion des eaux existante (2021);
- travaux de gestion en périphérie (2020).

Au-delà de ces mesures liées à l'activité actuelle, des mesures de remédiation du passif ont été entreprises : en 2019, le suivi visuel débuté en 2016 sur Byzance 88-92 indiquait « pas de travaux complémentaires nécessaires » [71].

#### IX.2.1.1.b <u>Installations de surveillance de l'environnement</u>

Au niveau de ce site minier, la SLN a mis en place des stations de suivi hydrologique et sédimentaire. Fin 2020, les installations de surveillance environnementale suivantes étaient en place [71] p.16 :

- 4 stations de suivi pluviométrique (1 Météo-France et 3 DAVAR) ;
- 1 station de suivi piézométrique ;
- 2 stations de suivi hydrologique;
- 6 stations de suivi biologique et physico-chimique ;
- 2 stations de suivi physico-chimique.

Les données disponibles pour ces suivis ont été exploitées pour le présent bilan (voir partie Bilan de Thio 2020-2021 – Eaux douces).

#### IX.2.1.1.c Surveillance des zones sensibles lors des épisodes pluvieux sur le site de Camp des Sapins

Après chaque épisode pluvieux intense, ce site minier est parcouru par drone de la mine jusqu'aux exutoires miniers [71]. Un suivi des versants était à l'étude en 2020 pour améliorer cette surveillance, qui prévoit de s'appuyer sur une cartographie des zones d'érosion (réalisée) pour gagner en précision. Un bilan par imagerie satellite est également prévu pour surveiller l'évolution des sols nus du massif, y compris l'érosion.



Le 21 avril 2020, suite à un épisode pluvieux supérieur à 50 mm/24h glissantes intervenu la veille, une tournée de surveillance de l'état des ouvrages de gestion des eaux a été réalisée par la SLN. L'ensemble du site a été contrôlé. Le bilan indique que les ouvrages de gestion des eaux fonctionnent correctement, qu'il n'y a pas eu de nouvelles dégradations et que certains ouvrages nécessitent un curage [71] p.21.

#### IX.2.1.2. Gestion des eaux et érosion - Site du Plateau de Thio

Sur ce site, la SLN indique dans ses déclarations annuelles avoir mis en place les mesures de gestion des eaux suivantes pendant la période 2020-2021 [84], [85] :

- entretien des ouvrages existants (2020-2021);
- modifications légères d'ouvrages en 2021;
- Réaménagement de la verse Saint Paul (2020) ;
- Travaux d'infrastructure de gestion des eaux pour les verses Carrière III et Uluru en 2020.

Des travaux de remédiation du passif ont également été réalisés par la SLN dans la région, au titre des obligations liées au site du Plateau.

#### En 2020:

- maintenance environnementale d'anciens sites miniers au Belvédère (au-dessus de Thio village, en amont du stade) : entretien post-intempéries des ouvrages de gestion des eaux et des pistes ;
- dans le secteur Le mène (versant littoral proche du wharf) : travaux d'entretien du 31/08/2020 au 10/09/2020 : roulage de matériaux et aménagements de gestion des eaux ;
- Rasoir (versant littoral à l'ouest-nord-ouest de St Gabriel, en rive gauche de la Xwé Nuu Me/Nouneu) : maintenance environnementale d'ancien site minier ;
- réhabilitation de décharges minières dans le secteur Sillon Nord (nord-ouest de la mine du Plateau, bassin de la Dothio): les travaux de réaménagement de la mèche drainante ont été poursuivis. La 1<sup>e</sup> plateforme étant saturée, les blocs métriques ont été évacués vers le secteur Basses Alpes pour alimenter un autre chantier de bord de mer.
- gestion des eaux de la plateforme de tri au nord du secteur St Paul Nord (nord-ouest de la mine du Plateau, bassin de la Dothio) et mise en place d'une mèche drainante.

Les actions de gestion ont également concerné des travaux dans les cours d'eau, voir plus loin la partie Gestion des cours d'eau.

#### IX.2.1.3. Gestion des eaux et érosion - Site de Dothio

Sur ce site, la SLN indique dans ses déclarations annuelles avoir mis en place les mesures de gestion des eaux suivantes pendant la période 2020-2021 [82], [83] :

- pas de modification du plan de gestion des eaux en 2020 ;
- zone Revanche: projet de mise à jour de la gestion des eaux prévu début 2021;
- modification du décanteur BAS 05 en 2021 ;
- reprise de la gestion des eaux dans la zone Loupe.

L'installation d'un préleveur passif d'échantillon de MES était prévue pour 2021 au droit de l'ouvrage BAS\_01 [20]. La déclaration minière 2021 indique que la mise en place des mesures de MES est prévue pour 2022 [70].

#### IX.2.1.3.a Surveillance des zones sensibles lors des épisodes pluvieux sur le site de Dothio

En 2020, les 8 événements pluvieux d'intensité > 50 mm/24h ont fait l'objet d'une tournée de surveillance des ouvrages. Le suivi par drone est mis en œuvre pour suivre l'érosion sur le site minier suite à ce type d'événement et une amélioration est envisagée pour y intégrer le suivi des versants. Les rondes ont été réalisées mais non consignées [20]. Aucun incident majeur n'a été repéré et les anomalies sur les ouvrages ont été rapportées dans la déclaration annuelle pour épisodes [20] : la présence de renards a été identifiée sur quelques ouvrages entre février et mars et le besoin de curage a particulièrement concerné 26 ouvrages sur les 39 suivis le 23/04/2020 après l'épisode du 20/04/2020 de 257,2 mm/24h, mettant en évidence que cet épisode a particulièrement donné lieu à une mobilisation par érosion sur le site. En mai 2020, suite aux observations d'eaux rouges et de surengravement de creeks, la SLN signale avoir mandaté un prestataire pour effectuer l'état des lieux sur les secteurs Pauline et Pervenche de la mine et pour les creeks Bois de fer et Ouagna. La gestion des eaux du site a également été contrôlée et jugée efficace. Les versants n'ont pas montré de dégradation supplémentaire depuis 2018 [20].

# IX.2.1.4. Gestion des eaux et érosion – Mine orpheline HGC1 (bassin de la Meh, Xwê Ré Mè)

La mine HCG1 est située dans le bassin de la Meh. La Meh est le premier creek qui débouche sur le littoral en suivant la route entre le wharf et St Gabriel. Ce creek draine un bassin qui relie le mont Napou (Bwa Népu) au lagon. La mine HGC1 se trouve en rive gauche du cours d'eau qui est engravé à l'aval des petites mines orphelines de ce bassin versant.



Figure 73 - Localisation de la mine orpheline HGC1.

Pendant la période 2020-2022, des travaux initiaux de réhabilitation de cette mine orpheline ont été financés par le Fonds Nickel. Il s'agit d'une part de travaux de gestion des eaux et de remodelage et d'autre part de travaux de revégétalisation.



Figure 74 - Travaux de gestion des eaux sur l'ancienne mine HGC1 (source Fonds Nickel).



Figure 75 - Travaux de revégétalisation sur l'ancienne mine HGC1 (source Fonds Nickel).

# IX.3. Gestion des cours d'eau

Suite aux inondations de 2013 provoquées par le passage de la dépression FREDA et les fortes pluies de juillet, le protocole de fin de conflit signé le 11/07/2013 a donné lieu à des actions de gestion des cours d'eau impactés par l'activité minière passée. Le Fonds Nickel et la SLN sont les principaux financeurs de cette gestion des cours d'eau liée au passif minier. Le comité technique sur l'eau, qui rassemble les principaux acteurs de la région, permet une concertation autour des actions menées. Celles concrétisées pendant la période 2020-2021 sont rapportées ci-après.

#### IX.3.1. Nakalé (bassin de la Thio)

En 2020, des travaux d'entretien de la Nakalé ont été réalisés (SLN) entre le 06/07/2020 et le 02/10/2020 pour remodeler les berges, curer le bassin amont. Le fil d'eau et le passage à gué ont également été remis en état [71].

#### IX.3.2. Creeks à proximité de Nèdörö (bassin de la Thio)

Des travaux de désengravement et de curage ont été réalisés en 2020 au niveau de 2 creeks qui alimentent la Thio en rive gauche : creek « Cimetière », sur la branche nord de la Bwa Neca (du 30/11/2020 au 03/12/2020), et en sortie du creek Belvédère un peu plus loin au nord-est, sous le relief Nopwêmwâ.

# IX.3.3. Creek Musée (Thio village, bassin de la Thio)

En 2021, le Fonds Nickel a financé des travaux initiaux au niveau du creek Musée.

Le lit du creek a été désencombré (Figure 76) et une protection para-fouille par enrochements (Figure 77) a été mise en place en aval direct du radier.

Un entretien par la SLN est prévu pour 2024.



Figure 76 - Travaux initiaux réalisés dans le creek Musée en 2021 (source Fonds Nickel).



Figure 77 - Enrochements para-fouille installés en 2021 pour protéger le radier du creek Musée. (source Fonds Nickel)

# IX.3.4. Creek Boucherie (Thio village, bassin de la Thio)

En 2021, le Fonds Nickel a financé des travaux initiaux au niveau du creek Boucherie.

Le lit du creek a été désencombré (Figure 78) et une protection para-fouille par enrochements (Figure 73) a été mise en place en aval direct du radier.

Un entretien par la SLN est prévu pour 2024.



Figure 78 - Travaux initiaux réalisés dans le creek Boucherie en 2021 (source Fonds Nickel).



Figure 79 - Enrochements para-fouille installés en 2021 pour protéger le radier du creek Boucherie. (source Fonds Nickel)

#### IX.3.5. Creeks Ouagna et Bois de fer (bassin de la Dothio)

Comme indiqué précédemment (voir § IX.2.1.3), la SLN a mandaté un prestataire pour effectuer l'état des lieux des creeks Bois de fer et Ouagna suite aux observations d'eaux rouges et de surengravement. « Les désordres observés en aval semblent provenir de la migration des plages d'alluvions au sein du cours d'eau, du sapement de berge ou de formation d'arrachements en dehors des versants de la mine » [20].

Pendant la période du présent bilan, des travaux de curage ont été réalisés sur le creek Ouagna, en 2 phases [82] :

- phase 1, réalisée du 30/11/2020 au 03/12/2020 [104], [70] : remplacement du barrage peigne et recentrage du cours d'eau ;
- phase 2 jusqu'en août 2021 [70]: curage du lit engravé, reprofilage des berges et mise en place de seuils en enrochement à l'amont du curage. La déclaration minière 2021 précise que ces travaux de phase 2 seront poursuivis en 2022 [131].

#### IX.3.6. Creek Wellington et Creek des Sapins (bassin de la Dothio)

Des travaux de désengravement et de curage ont été réalisés en 2020 au niveau de ces 2 creeks qui alimentent la Dothio en rive droite.

Les travaux sur le creek des Sapins ont eu lieu du 11/03/2020 au 15/05/2020, avec notamment un curage sur 40-50 cm de profondeur, un reprofilage et un aménagement des berges. Les abords du creek ont également été élagués et nettoyés.

Au niveau du creek Wellington, du 13/01/2020 au 31/07/2020, les écoulements ont été libérés au niveau des seuils 1 et 2, les pieds de berge ont été sécurisés par nettoyage/reprofilage du creek et « encaillassement » des talus. A l'amont, le reprofilage avait pour but d'orienter les écoulements vers les seuils en enrochement.

#### X. Recommandations

La qualité du diagnostic environnemental dépend de la qualité et de la quantité des données utilisées en entrée.

Pour les **milieux terrestres**, la SLN a été le seul contributeur minier en données de suivi pour le bilan 2020-2021. Il est donc recommandé d'**étendre les sources de données de suivi terrestre**. Par exemple, si les autres acteurs miniers de la région de Thio (SMT, NMC) contribuaient également de façon régulière au bilan de Thio, le diagnostic environnemental serait plus complet et cela permettrait de mieux prendre en compte les efforts déployés et leurs résultats. D'autres producteurs de données pourraient également compléter les informations collectées dans la zone d'étude (collectivités, ONG) pour disposer de données hors influence minière et de données de référence.

Actuellement, les **eaux douces** ne sont surveillées régulièrement qu'en surface (rivières) et peu en dehors du contexte des mines, ce qui rend (1) la comparaison à des milieux hors d'influence minière difficile et (2) l'impact potentiel des mines difficile à évaluer (**besoin de données de référence** plus fréquentes, sur plus de stations). Actuellement, il est impossible d'évaluer la qualité physico-chimique et chimique des milieux d'eaux douces aux stations de surveillance. Pour y parvenir, **il est nécessaire que les mesures de suivi soient réalisées plus fréquemment** avec un minimum de 8 mesures annuelles uniformément réparties dans l'année pour ces paramètres.

Au-delà des efforts de surveillance déployés dans le contexte minier réglementaire et de quelques mesures de surveillance à vocation sanitaire, les milieux terrestres et d'eaux douces d'une grande partie de la région de Thio ne sont pas régulièrement surveillés à l'heure actuelle. Cela conduit à un important déficit d'information en dehors des zones sous influence, alors qu'il est nécessaire (1) de disposer de références suffisamment étoffées pour exploiter toutes les données des suivis, (2) d'évaluer la part des pressions autres que minières sur les milieux naturels et (3) de surveiller l'état des milieux naturels patrimoniaux. Il est donc recommandé de mettre en place et de développer des réseaux de surveillance des milieux terrestres et des eaux douces dans les zones qui sont hors d'influence des mines en activité. En particulier, d'autres secteurs de la zone du focus de l'étude pourraient bénéficier du même type de surveillance que les zones minières, par exemple les bassins versants de la haute Dothio et des affluents de rive gauche à l'amont de la Thio. Bien que cela représente un défi logistique et financier important, les bassins versants de la Côte Oubliée pourraient également être surveillés, dans la mesure où ils représentent un bien patrimonial à l'échelle mondiale et parce qu'ils pourraient être de bons pourvoyeurs de données de référence sur différents milieux.

Concernant les **milieux marins**, une étude de révision des plans de suivi pour les mines SLN de Thio est en cours. Les recommandations qui seront formulées représenteront une base de réflexion pour améliorer la surveillance de ces milieux dans la région de Thio.

Au-delà des réseaux de surveillance, des pistes d'amélioration pourraient être explorées comme par exemple la réduction des délais de transmission des données et des rapports à l'OEIL. Comme déjà évoqué, la contribution de l'ensemble des acteurs qui produisent aujourd'hui des informations environnementales sur la région permettrait de valoriser les actions de l'ensemble des acteurs de l'environnement qui contribuent à la surveillance et à la gestion de l'environnement de la région de Thio.

Quant aux mesures de gestion de l'environnement, elles sont nombreuses et financièrement conséquentes pour la gestion du passif minier. D'autres pressions appellent également des efforts accrus, comme la prévention et la lutte contre les incendies ou encore la protection des espaces naturels pour les conserver dans un état fonctionnel (maintien de la ressource en eau, continuités écologiques, adaptation au changement climatique, etc.).

# Références bibliographiques

- [1] N. Mary et V. Archaimbault, « Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie et Indice Biosédimentaire : Guide méthodologique et technique », Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie DAVAR, 2012. Disponible sur: https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/5532. [Consulté le: 14 novembre 2022]
- [2] E. Lefrançois, J. Marquié, S. Boutry, M. Coste, et F. Delmas, « Indice diatomique de Nouvelle-Calédonie (IDNC) Guide méthodologique et technique », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL, 2018. Disponible sur: https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29510
- [3] N. Guillemot, T. Gaillard, et A. Lagrange, « Biodiversité et environnement dans la région de la Côte Oubliée "Woen Vùù": état des connaissances et identification des intérêts écologiques », mai 2016.
- [4] N. Saint Germès, A. Bertaud, J.-F. N'Guyen Van Soc, F. Albouy, et M. Juncker, « Synthèse des connaissances environnementales sur les bassins versants de Thio et Dothio (province sud, Nouvelle-Calédonie) », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL, Rapport d'étude, juin 2017.
- [5] Ouvrage collectif du groupe de recherche en Histoire océanienne contemporaine (GRHOC), La mine en Nouvelle-Calédonie. in 101 mots pour comprendre. Editions lle de Lumière, 1999.
- [6] « Histoire de Thio », Commune de Thio. Disponible sur: https://www.thio.nc/commune/histoire. [Consulté le: 19 septembre 2022]
- [7] L. Desoutter et A. Bertaud, « Bilan technique 2018 : Synthèse annuelle des résultats des suivis environnementaux de Thio (année 2018) », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL, Rapport d'étude, févr. 2020.
- [8] L. Desoutter et A. Bertaud, « Bilan technique 2019: Synthèse annuelle des résultats des suivis environnementaux de Thio (année 2019) », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL, Rapport d'étude, avr. 2021. Disponible sur: https://www.oeil.nc/cdm/index.php/resource/bibliographie/view/30489
- [9] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, « BDADMIN-NC au format Géodatabase v02/03/2021 | Géorep Plateforme de téléchargement Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (donnée SIG) ». 2 mars 2021. Disponible sur: https://georep-dtsi-sgt.opendata.arcgis.com/documents/bc8f0eec7d614853b0e9d1a9bd9649ef/about. [Consulté le: 2 novembre 2022]
- [10] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie DITTT, « Limites administratives terrestres du 02/03/2021 Communes (couche SIG) ». 2 mars 2021. Disponible sur: https://georep-dtsi-sgt.opendata.arcgis.com/datasets/dtsi-sgt::limites-administratives-terrestres-1?layer=0. [Consulté le: 2 novembre 2022]
- [11] « Limites communales en mer v19/10/2021 (données SIG) ». 19 octobre 2021. Disponible sur: https://georep-dtsi-sgt.opendata.arcgis.com/datasets/dtsi-sgt::limites-administratives-marines-1?layer=13. [Consulté le: 2 novembre 2022]
- [12] L. Maitrepierre, « Chapitre II Les milieux Planches 10 et 11 Les types de temps et les cyclones, les éléments du climat », in *Atlas de la Nouvelle-Calédonie*, Marseille-Nouméa: IRD-Congrès de la Nouvelle-Calédonie, 2012, p. 53-60.
- [13] Météo-France, « Pluies extrêmes en Nouvelle-Calédonie Les grandes zones de précipitations dans le Pacifique et le phénomène ENSO ». Disponible sur: http://pluiesextremes.meteo.fr/nouvelle-caledonie/Les-grandes-zones-de-precipitations-dans-le-Pacifique-et-le-phenomene-ENSO.html. [Consulté le: 6 décembre 2022]
- [14] Météo-France, « Normales météorologiques (données SIG, version 26/08/2022) ». 26 août 2022. Disponible sur: https://dtsi-sgt.maps.arcgis.com/home/item.html?id=d83e6a0b29074da6acdb21f783d38ff0. [Consulté le: 7 février 2023]
- [15] Météo-France, « Fiche climatologique Thio (98829102) Statistiques 1991-2020 et records ». 29 juin 2022. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/40-fiche-clim?download=378:fiche-climatologique-dethio-sln
- [16] Météo-France, « Fiche climatologique Thio P. SLN (98829001) Statistiques 1991-2020 et records ». 29 juin 2022. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/40-fiche-clim?download=377:fiche-climatologique-de-thio-p
- [17] Météo-France, « Fiche climatologique Camp des Sapins (98802102) Statistiques 1991-2020 et records ». 29 juin 2022. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/40-fiche-clim?download=573:fiche-climatologique-de-camps-des-sapins
- [18] Météo-France, « Fiche climatologique Borindi (98829003) Statistiques 1991-2020 et records ». 29 juin 2022. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/40-fiche-clim?download=301:fiche-climatologique-de-borindi
- [19] Météo-France, « Fiche climatologique Nassirah (98802008) Statistiques 1991-2020 et records ». 29 juin 2022. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/40-fiche-clim?download=345:fiche-climatologique-de-nassirah
- [20] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Dothio Déclaration annuelle 2020 Volet C Mémoire de l'année écoulée », mars 2021.
- [21] M. Allenbach et al., « IMMILA Qualification et quantification des flux de la mine au lagon et de leurs impacts Rapport scientifique édition 2020 », Rapport scientifique, 2020. Disponible sur: https://cnrt.nc/wp-content/uploads/2021/07/CNRT-rappsc-IMMILA Tome-ENV-Edition-2020 vc.pdf
- [22] Atlas de la Nouvelle-Calédonie. Marseille-Nouméa: IRD-Congrès de la Nouvelle-Calédonie, 2012.



- [23] « Profil d'écosystème régional Pacifique Nouvelle-Calédonie (Version 1.0) », 2016. Disponible sur: https://circabc.europa.eu/ui/group/3f466d71-92a7-49eb-9c63-6cb0fadf29dc/library/c8d90155-de90-4d6c-9c4ac636bd7b0e2b/details?download=true
- [24] « Nouvelles espèces décrites », Compteur de biodiversite Outre-mer. Disponible sur: https://biodiversite-outre-mer.fr/indicateurs/nouvelles-especes. [Consulté le: 26 mai 2023]
- [25] F. Desmoulins, « Compte-rendu Evaluation de la population de cagou de la concession SMM05 Juin 2019 », ECCET -Etudes Consultation et Communication en Environnements Terrestres, 05/2019, 2019.
- [26] S. Astrongatt, « Caractérisation herpétologique du site minier de Pauline (Dothio) Commune de Thio (province Sud) -2017 », Rapport d'expertise, 2017.
- [27] S. Astrongatt, « Campagne de surveillance 2021 de la faune herpétologique du site minier du Camp des Sapins (Commune de Thio (province Sud) Suivi n°4 », Rapport d'expertise, janv. 2022.
- [28] M. Allenbach et T. Hoibian, « L'évolution géomorphologique récente du littoral à l'embouchure des rivières Thio et Dothio (Nouvelle-Calédonie): un exemple d'interactions anthropiques et naturelles », in *VIIIèmes Journées Nationales Génie Civil Génie Côtier*, Anglet, France: Editions PARALIA, mai 2002, p. 127-136. doi: DOI:10.5150/jngcgc.2002.013-A. Disponible sur: https://www.paralia.fr/Files/07\_13\_10p\_allenbach.pdf
- [29] J.-B. Monnet, F. Gourdon, M. Blanc, et S. Havet, « Etude des zones inondables sur la commune de Thio », Ginger Soproner, 2015. Disponible sur: https://davar.gouv.nc/sites/default/files/atoms/files/zi-hyd 2015 novembre zi thio.pdf
- [30] M. Garcin et al., « Gestion du passif de l'activité minière. Rapport scientifique », 2017. Disponible sur: https://cnrt.nc/wp-content/uploads/2021/04/CNRT-rappsc-GESTION-DU-PASSIF-DE-LACTIVITE-MINIERE-\_Tome-ENV-edition-2018.pdf
- [31] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et SHOM, « Bathymétrie couvrant les lagons de la Nouvelle-Calédonie d'après les levés bathymétriques du SHOM (données SIG, version 15/10/2018) ». 15 octobre 2018. Disponible sur: https://dtsisgt.maps.arcgis.com/home/item.html?id=7760b7779d4a44c78868a24eb38ebc01. [Consulté le: 2 février 2023]
- [32] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et BRGM, « OBLIC Cellules hydrosédimentaires de Nouvelle Calédonie (jeu de données, version 30/11/2022) ». 30 novembre 2022. Disponible sur: https://dtsi-sgt.maps.arcgis.com/sharing/rest/content/items/ebf9f75aa29841faa6e4f4ffeb16496e. [Consulté le: 7 février 2023]
- [33] A. Gilbert et T. Heintz, « Suivi du milieu marin autour du site minier de Thio Campagne annuelle 2020 », Ginger Soproner AEL DEXEN, Rapport d'étude, janv. 2021.
- [34] « Décret n°2015-98 du 28 janvier 2015 authentifiant les résultats du recensement de la population effectué en Nouvelle-Calédonie en 2014 », Journal officiel de la République Française, p. 53-55, 1 février 2015. Disponible sur: https://www.isee.nc/component/phocadownload/category/198-comprendre?download=777:decret-authentifiant-les-resultats-du-rp-2014&highlight=WzlwMTRd
- [35] « Chiffres clés des communes de la Nouvelle-Calédonie Commune de Thio Recensement de la population 2019 ». Institut de la Statistique et des Etudes Economiques Nouvelle-Calédonie ISEE, 3 novembre 2021. Disponible sur: https://www.isee.nc/publications/la-nouvelle-caledonie-en-cartes-et-en-chiffres/chiffres-cles-des-communes
- [36] République Française, « Décret n° 2020-157 du 25 février 2020 authentifiant les résultats du recensement de la population effectué en Nouvelle-Calédonie en 2019 », *Journal officiel de la République Française*, p. 54-57, 26 février 2020. Disponible sur: https://www.isee.nc/component/phocadownload/category/193-recensement? download=1948:decret-du-25-02-20-authentifiant-les-resultats-du-rp-2019
- [37] « Chiffres clés de la Province Sud Recensement de la population 2019 ». Institut de la Statistique et des Etudes Economiques Nouvelle-Calédonie - ISEE, 3 novembre 2021. Disponible sur: https://www.isee.nc/publications/la-nouvelle-caledonie-en-cartes-et-en-chiffres/chiffres-cles-des-communes
- [38] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, « SERVICE\_Fond de carte topographique », *Géorep*, 10 janvier 2019. Disponible sur: https://geoportal.gouv.nc/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B7FB1E5E0-F96F-42A5-B222-8A6F4B9816D7%7D. [Consulté le: 27 octobre 2022]
- [39] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie DITTT, « Localités et zones bâties (donnée SIG) », 10 mai 2022. Disponible sur: https://geoportal.gouv.nc/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B3D21EADB-F216-446C-88A6-AD36C653B5C1%7D. [Consulté le: 27 octobre 2022]
- [40] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie DITTT, « Localités et zones bâties version du 25 octobre 2022 (jeu de données SIG) ». 25 octobre 2022. Disponible sur: https://georep-dtsi-sgt.opendata.arcgis.com/maps/10e4a961853245a38e6fb3e109f2b7d5. [Consulté le: 4 novembre 2022]
- [41] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie DITTT, « Dénomination des zones baties version du 12 septembre 2022 (couche SIG) ». 12 septembre 2022. Disponible sur: https://georep-dtsi-sgt.opendata.arcgis.com/datasets/dtsi-sgt::localit %C3%A9s-et-zones-b%C3%A2ties?layer=0. [Consulté le: 4 novembre 2022]
- [42] C. Chauvin, « Chapitre V Vivre en Nouvelle-Calédonie Planche 59 L'Est minier », in *Atlas de la Nouvelle-Calédonie*, Marseille-Nouméa: IRD-Congrès de la Nouvelle-Calédonie, 2012, p. 256-258.
- [43] LMB, « La tribu de Koua se dévoile à l'occasion du Mois du patrimoine », LNC.nc | Les Nouvelles Calédoniennes, le Journal de Nouvelle Calédonie, 12 septembre 2016. Disponible sur: https://www.lnc.nc/diaporama-photo/la-tribu-de-koua-se-devoile-a-l-occasion-du-mois-du-patrimoine. [Consulté le: 7 novembre 2022]

- [44] Institut de la Statistique et des Etudes Economiques Nouvelle-Calédonie ISEE, « Portrait de la tribu de Kouergoa Wijè Recensement de la population 2019 ». 10 novembre 2021. Disponible sur: https://www.isee.nc/component/phocadownload/category/32-boulouparis?download=113:0253kouergoa
- [45] Institut de la Statistique et des Etudes Economiques Nouvelle-Calédonie ISEE, « Données compilées de toutes les tribus Recensement de la population 2019 ». 10 novembre 2021. Disponible sur: https://www.isee.nc/publications/lanouvelle-caledonie-en-cartes-et-en-chiffres/portrait-de-votre-tribu
- [46] Météo France, « Climatologie Changement climatique ». Disponible sur: https://www.meteo.nc/en-savoir-plus/comprendre-la-meteo/climatologie/clim-changement. [Consulté le: 6 février 2023]
- [47] A.-S. Luis, F. Albouy, et J.-F. N'Guyen Van Soc, « Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2017 sur la Nouvelle-Calédonie | Oeil Nouvelle-Calédonie », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL Kartomatik, avr. 2019. Disponible sur: https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29585. [Consulté le: 9 mai 2023]
- [48] C. de Clercq, C. Bertrand, J.-F. N'Guyen Van Soc, et F. Albouy, « Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 sur la Nouvelle-Calédonie | Oeil Nouvelle-Calédonie », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL, mars 2020. Disponible sur: https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29869. [Consulté le: 9 mai 2023]
- [49] J.-F. N'Guyen Van Soc, D. Badet, et F. Albouy, « Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2019 sur la Nouvelle-Calédonie », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL, Rapport d'étude, 2021. Disponible sur: https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/30484
- [50] SR, « Incendies : 2019, une année noire pour la Calédonie », *Nouvelle-Calédonie la 1ère*, 16 janvier 2020. Disponible sur: https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/incendies-2019-annee-noire-caledonie-790197.html. [Consulté le: 29 août 2022]
- [51] Province Sud de Nouvelle-Calédonie, « Livre IV : Prévention des pollutions risques et nuisances Titre III : Altérations des milieux Chapitre I: Défrichement », in *Le code de l'Environnement*, 2021. Disponible sur: https://www.province-sud.nc/codenv# 8a81869183523163018512f821c81f26. [Consulté le: 19 décembre 2022]
- [52] P. R. Shukla et al., « Résumé à l'intention des décideurs. Changement climatique et terres émergées Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres », 2019. Disponible sur: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL\_SPM\_fr.pdf
- [53] INSIGHT SAS, « Rapport de production Processus érosifs en Nouvelle-Calédonie Rapport de traitement (SPOT6-7) », OEIL INSIGHT, mars 2021. Disponible sur: https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/30490
- [54] M.-L. Beauvais, A. Coléno, et H. Jourdan, Éd., Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien: Un risque environnemental et économique majeur. in Expertise collégiale. Marseille: IRD Éditions, 2014. doi: 10.4000/books.irdeditions.7612. Disponible sur: http://books.openedition.org/irdeditions/7612. [Consulté le: 9 mai 2023]
- [55] M. Nollet, « L'escargot géant: la peste Achatina », Nouvelle-Calédonie la 1ère, 14 janvier 2021. Disponible sur: https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/l-escargot-geant-la-peste-acatina-911548.html. [Consulté le: 9 mai 2023]
- [56] E. Dufour et A.-C. Lévèque, « Réhabilitation des sites miniers: le Fonds nickel en action depuis 10 ans », *Nouvelle-Calédonie la 1ère*, 13 août 2020. Disponible sur: https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/rehabilitation-sites-miniers-fonds-nickel-action-10-ans-861152.html. [Consulté le: 9 mai 2023]
- [57] P. Delmelle, J. Le Blond, et P. Bani, « Poussières du nickel Evaluation préliminaire de la toxicité des particules de sols de latérites en Nouvelle-Calédonie », CNRT Nickel et son environnement, 2011.
- [58] CNRT Nickel et son environnement, « CAMEVAL Caractérisation quantitative et qualitative des poussières émises par les activités minières et évaluation des risques sanitaires associés | CNRT », 15 février 2022. Disponible sur: https://cnrt.nc/cameval-caracterisation-quantitative-et-qualitative-des-poussieres-emises-par-les-activites-minieres-et-evaluation-des-risques-sanitaires-associes/. [Consulté le: 14 décembre 2022]
- [59] B. Fubini, C. Laporte-Magoni, M. Tribaudino, M. Meyer, F. Juillot, et M. Tomatis, « Amiante et bonnes pratiques en Nouvelle-Calédonie », CNRT Nickel et son environnement, Rapport scientifique, 2017.
- [60] D. Richard et al., « Gestion du passif de l'activité minière en Nouvelle-Calédonie. Guide méthodologique », sept. 2018.
- [61] G. Garry, « Expérimentation de la méthode de cartographie hydrogéomorphologique en Nouvelle-Calédonie », Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction, Rapport d'étude, avr. 1998.
- [62] I. Jollit, « Spatialisation des activités humaines et aide à la décision pour une gestion durable des écosystèmes coralliens
   La pêche plaisancière dans le lagon soud-ouest de la Nouvelle-Calédonie », 2010. Disponible sur: https://portail-documentaire.unc.nc/files/public/bu/theses\_unc/TheselsabelleJollit2010.pdf
- [63] Province Sud, « Aires protégées », province Sud, 3 juillet 2018. Disponible sur: https://www.province-sud.nc/element-thematique/aires-protegees. [Consulté le: 9 mai 2023]
- (64) « Sur le terrain de l'éradication du scarabée rhinocéros », Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, 3 juin 2021. Disponible sur: https://gouv.nc/actualites/03-06-2021/sur-le-terrain-de-leradication-du-scarabee-rhinoceros. [Consulté le: 14 février 2023]

- [65] S. Astrongatt, « Campagne de surveillance n°2 du peuplement herpétologique du Camp des Sapins Commune de Thio (province Sud) », Rapport d'expertise, févr. 2018.
- [66] « La rouille menace | Observatoire de l'environnement Nouvelle Calédonie ». Disponible sur: https://oeil.nc/fr/page/la-rouille-menace. [Consulté le: 14 février 2023]
- [67] A. Bertaud et L. Desoutter, « Synthèse des connaissances sur les impacts environnementaux de la pollution lumineuse en Nouvelle-Calédonie », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL, Synthèse, déc. 2022. Disponible sur: https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/30572. [Consulté le: 29 août 2023]
- [68] Cerema, « La séquence éviter, réduire, compenser (ERC) », 28 février 2022. Disponible sur http://outil2amenagement.cerema.fr/la-sequence-eviter-reduire-compenser-erc-r947.html. [Consulté le: 22 février 2023]
- [69] Commune de Thio, « Le patrimoine naturel protégé », Commune de Thio. Disponible sur: https://www.thio.nc/commune/patrimoine-naturel-protege. [Consulté le: 31 mars 2023]
- [70] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Dothio Déclaration annuelle Année 2021 Volet C Mémoire de l'année », 2022.
- [71] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Thio Camp des sapins Déclaration annuelle 2020 volet C Mémoire de l'année écoulée », Société Le Nickel SLN, Déclaration minière annuelle, mars 2021.
- [72] V. UJICAS, A. DOKUNENGO, et N. KONESHWARAN, « Tableaux de l'économie calédonienne 2016 », Institut de la Statistique et des Etudes Economiques Nouvelle-Calédonie ISEE, 2016. Disponible sur: https://www.isee.nc/publications/tableau-de-l-economie-caledonienne-tec
- [73] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, « Le Fonds Nickel », *Dimenc*, 10 juillet 2019. Disponible sur: https://dimenc.gouv.nc/la-dimenc/nos-partenaires/le-fonds-nickel. [Consulté le: 22 novembre 2023]
- [74] J.-B. Monnet, M. Blanc, et F. Gourdon, « Etude diagnostic de l'embouchure de la rivière Thio Phase 1 et 2 », Ginger Soproner Le Nickel-SLN, Rapport d'étude FDT1\_V2/01-14, 2016.
- [75] Gouvernement français, « Inondation », Gouvernement.fr. Disponible sur: https://www.gouvernement.fr/risques/inondation. [Consulté le: 19 janvier 2023]
- [76] H. J. Diamond, A. M. Lorrey, K. R. Knapp, D. H. Levinson, Météo-France, et Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat, « Base de données cycloniques version du 30/05/2022 (Jeu de données SIG) ». Météo-France -Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat, 2022. Disponible sur: https://georep-dtsisgt.opendata.arcgis.com/maps/63e27e6671324498838e4944035a3cc0. [Consulté le: 5 décembre 2022]
- [77] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat, « Bulletin climatique annuel 2020 », Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat, 2021. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/6-climat-bca?download=526:bulletin-climatique-annuel-2020
- [78] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat et Météo-France, « Bulletin climatique annuel 2021 », Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat, 2022. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/6-climat-bca?download=563:bulletin-climatique-annuel-2021
- [79] DAVAR-SDE, « Etat de la ressource en eau Bilan au 2 février 2020 », Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, févr. 2020.
- [80] DAVAR-SDE-MERE, « Bilan hydrologique suite à l'épisode pluvieux du 19-21 Avril 2020 sur la Grande Terre », Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, 2020. Disponible sur: https://drive.google.com/file/d/1eFiV4n1oJA6Y8WoHyswCqTZWNwrW1B5
- [81] DAVAR-SDE-MERE, « Bilan hydrologique Débits moyens mensuels de janvier 2021 », Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, 2021. Disponible sur: https://drive.google.com/file/d/16qeBkOTovoG1pMYoOVZUCApzjQbw6CIJ
- [82] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Dothio Déclaration annuelle 2020 Volet A Mise à jour du plan des travaux », mars 2021.
- [83] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Dothio Déclaration annuelle Volet A Travaux de l'année Année 2021 », 2022.
- [84] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Thio Plateau Déclaration annuelle 2020 Volet A Mise à jour du plan des travaux », mars 2021.
- [85] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Thio Plateau Déclaration annuelle Année 2021 Volet A Travaux de l'année », 2022.
- [86] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Thio Camp des sapins Déclaration annuelle 2020 volet A Mise à jour du plan des travaux », mars 2021.
- [87] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Thio Camp des sapins Déclaration annuelle Année 2021 Volet A Travaux de l'année », 2022.
- [88] B. Robelin, « Suivi des retombées de poussières atmosphériques Mise en oeuvre des prescriptions des arrêtés d'exploitation Campagne 2021 », Ginger LBTP NC, Rapport d'étude EK070-007, janv. 2022.
- [89] L'équipe SCO, « Suivi temporel des oiseaux terrestres (STOT-NC) », Société Calédonienne d'Ornithologie. Disponible sur: https://www.sco.nc/mobiliser/suivi-temporel-des-oiseaux-terrestres-stot-nc-page-5111. [Consulté le: 6 juin 2023]
- [90] Muséum national d'Histoire naturelle, « Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) », *Vigie-Nature*. Disponible sur: https://www.vigienature.fr/fr/suivi-temporel-des-oiseaux-communs-stoc. [Consulté le: 6 juin 2023]

- [91] F. Desmoulins, « Suivi de l'avifaune des concessions SLN par utilisation du protocole STOT », ECCET Etudes Consultation et Communication en Environnements Terrestres, Rapport d'expertise 12/2021, mars 2021.
- [92] F. Desmoulins et N. Barré, « Inventaire et écologie de l'avifaune du plateau de Goro Rapport d'étude | Oeil Nouvelle-Calédonie », Institut Agronomique néo-Calédonien, Rapport d'étude 9/2004, 2004. Disponible sur: https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/3. [Consulté le: 30 mai 2023]
- [93] B. Robelin, « Suivi des retombées de poussières atmosphériques Mise en oeuvre des prescriptions des arrêtés d'exploitation Résultats sur le centre de Thio », Ginger LBTP NC, Rapport d'étude EK070-002, mars 2021.
- [94] F. Desmoulins, « Suivi de l'avifaune des concessions SLN par utilisation du protocole STOT », ECCET Etudes Consultation et Communication en Environnements Terrestres, Rapport d'expertise 07/2021, mars 2022.
- [95] F. Desmoulins, « Suivi de l'avifaune des concessions SLN par utilisation du protocole STOT Année 2 », ECCET Etudes Consultation et Communication en Environnements Terrestres, Rapport d'expertise 01/2017, févr. 2017.
- [96] F. Desmoulins, « Suivi de l'avifaune des concessions SLN par utilisation du protocole STOT Décembre 2017 », ECCET Etudes Consultation et Communication en Environnements Terrestres, 9/2019, juin 2019.
- [97] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie DSCGR, « L'organisation des secours », Sécurité civile de la Nouvelle-Calédonie, 20 juillet 2021. Disponible sur: https://securite-civile.gouv.nc/services-incendie-et-de-secours/lorganisation-des-secours. [Consulté le: 28 juin 2023]
- [98] C. Rubichon et C. Cochin, « INFOGRAPHIE. Pompiers, casernes: où en est la Nouvelle-Calédonie? », *Nouvelle-Calédonie la 1ère*, 25 mai 2023. Disponible sur: https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/infographie-pompiers-casernes-ou-en-est-la-nouvelle-caledonie-1398454.html. [Consulté le: 28 juin 2023]
- [99] J. Straboni, « DECRYPTAGE. Ce statut qui décourage les pompiers volontaires en Nouvelle-Calédonie », Nouvelle-Calédonie la 1ère, 26 juin 2023. Disponible sur: https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/decryptage-ce-statut-qui-decourage-les-pompiers-volontaires-en-nouvelle-caledonie-1406566.html. [Consulté le: 28 juin 2023]
- [100] F. Desmoulins, « Site minier du secteur de Dothio Extrait de rapport avifaune juin 2019 », ECCET Etudes Consultation et Communication en Environnements Terrestres, Rapport d'expertise DE2015-090, juill. 2019.
- [101] F. Desmoulins, « Compte-rendu provisoire mission Thio Dothio Suivi de l'avifaune janvier 2016 », ECCET Etudes Consultation et Communication en Environnements Terrestres, Rapport d'expertise, mars 2016.
- [102] B. Robelin, « Suivi des retombées de poussières atmosphériques Mise en oeuvre des prescriptions des arrêtés d'exploitation Résultats sur le centre de Thio », Ginger LBTP NC, Rapport d'étude EK070-002, mars 2021.
- [103] B. Robelin, « Suivi des retombées de poussières atmosphériques Mise en oeuvre des prescriptions des arrêtés d'exploitation -Campagne 2021 », Ginger LBTP NC, EK070-007, janv. 2022.
- [104] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Thio Plateau Déclaration annuelle 2020 Volet C Mémoire de l'année écoulée », mars 2021.
- [105] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Thio Plateau Déclaration annuelle Année 2021 Volet C Mémoire de l'année », 2022.
- [106] Endemia.nc, « Pycnandra intermedia ». Disponible sur: http://endemia.nc/flore/fiche6452. [Consulté le: 4 juillet 2023]
- [107] S. Astrongatt et L. Debar, « Caractérisation herpétologique de trois stations d'échantillonnage en périphérie du site de thio Plateau Commune de Thio, province Sud Etat initial », Rapport d'expertise, 2015.
- [108] S. Astrongatt, « Campagne de surveillance n°1 du peuplement herpétologique de Thio Plateau Commune de Thio (province Sud) », Rapport d'expertise, 2017.
- [109] S. Astrongatt, « Campagne de surveillance n°2 du peuplement herpétologique de Thio Plateau Commune de Thio (province Sud) », Rapport d'expertise, 2019.
- [110] S. Astrongatt, « Campagne de surveillance 2021 de la faune herpétologique du site minier de Thio Plateau Commune de Thio (province Sud) Suivi n°3 », Rapport d'expertise, 2021.
- [111] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Thio Camp des sapins Déclaration annuelle Année 2021 Volet C Mémoire de l'année », 2022.
- [112] L. Imeot et B. Ziegler, « Camp des Sapins: Suivi post-plantation 2021 Suivi simple des plantations de 2019 et 2020 », SIRAS Pacifique, Rapport d'étude, 2021.
- [113] L. Imeot et B. Ziegler, « Camp des Sapins: Suivi post-plantation 2020 Suivi simple des plantations de 2018 et 2019 », SIRAS Pacifique, Rapport d'étude, 2020.
- [114] B. Ziegler, « Compte-rendu de plantation Thio 2021 Camp des Sapins », SIRAS Pacifique, Compte-rendu de travaux BC n°526844, 2021.
- [115] A. H. Whitaker et V. A. Whitaker, « The lizard fauna of the Ningua massif, province Sud, New caledonia », Whitaker Consultants Limited, Motueka, Rapport d'expertise, 2013.
- [116] S. Astrongatt, « Caractérisation herpétologique de sites potentiels d'offsets de biodiversité Offset de biodiversité B Camp Des Sapins (province Sud) Commune de Thio Etat inital », Rapport d'expertise, 2015.
- [117] S. Astrongatt, « Caractérisation herpétologique de sites potentiels d'offsets de biodiversité Offset de biodiversité E Camp Des Sapins (province Sud) Commune de Thio Etat inital », Rapport d'expertise, 2015.
- [118] S. Astrongatt, « Note d'observation concernant le site potentiel d'offset de biodiversité du Mont Çidoa Commune de Thio », Rapport d'expertise, 2015.

- [119] S. Astrongatt, « Campagne de surveillance n°1 du peuplement de l'herpétofaune terrestre du centre minier de Thio Camp des Sapins Commune de Thio (province Sud) 2015 », Rapport d'expertise, 2016.
- [120] S. Astrongatt, « Herpétofaune terrestre du massif du Ningua: Synthèse des connaissances actuelles Commune de Thio (province Sud) », Rapport d'expertise, 2017.
- [121] N. Mary, Indice biotique de la Nouvelle-Calédonie et Indice biosédimentaire Guide méthodologique et technique, Version révisée 2015. 2016.
- [122] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, « Compte-rendu réunion OTB Observatoire numérique Sous-groupe de travail GTReso du mercredi 13 mai 2020 », mai 2020.
- [123] E. BOULVERT et S. GUERIN, « Expositions au Chrome hexavalent synthèse des données disponibles: sources, émissions, exposition et toxicité pour l'homme », Ineris, janv. 2020. Disponible sur: https://www.ineris.fr/fr/expositions-chrome-hexavalent-synthese-données-disponibles-sources-emissions-exposition-toxicite. [Consulté le: 28 novembre 2023]
- [124] B. Beliaeff, G. Bouvet, J.-M. Fernandez, C. David, et T. Laugier, *Guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie*. in Rendu scientifique. ZONECO CNRT Nickel et son environnement, 2011. Disponible sur: https://cnrt.nc/gimini/. [Consulté le: 21 février 2023]
- [125] G. Lasne *et al.*, *Guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie*, 2° éd. CNRT Nickel et son environnement, 2022. Disponible sur: https://cnrt.nc/actualites/guide-pour-le-suivi-de-la-qualite-du-milieu-marin-en-nouvelle-caledonie-edition-2022/
- [126] T. Heintz, N. Guillemot, S. Kumar-Roine, et A. Gilbert, « Suivi du milieu marin autour du site minier de Thio Volet 1: résultats campagne annuelle 2018 », Rapport d'étude, sept. 2018.
- [127] S. Job, « RORC Campagne 2012-2013 », nov. 2013. Disponible sur: https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/9152
- [128] « Rapport RORC Campagne 2014 (extrait sur Thio) », 2015.
- [129] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat Météo-France, « Bulletin climatique annuel 2013 ». Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/6-climat-bca?download=35:bca-2013
- [130] B. Dubois, J. Faucherre, G. Michard, C. Policar, et J.-L. Vignes, « MANGANÈSE: Le manganèse dans les systèmes biologiques », *Encyclopædia Universalis*. Disponible sur: https://www.universalis.fr/encyclopedie/manganese/4-le-manganese-dans-les-systemes-biologiques/. [Consulté le: 3 janvier 2024]
- [131] Société Le Nickel SLN, « Centre minier SLN de Dothio Déclaration annuelle Année 2021 Volet D Présentation des travaux de l'année à venir », 2022.
- [132] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat Météo-France, « Base de données cycloniques Historique des trajectoires version du 30/05/2022 (données SIG) ». 30 mai 2022. Disponible sur: https://georep-dtsi-sgt.opendata.arcgis.com/datasets/dtsi-sgt::base-de-donn%C3%A9es-cycloniques?layer=2. [Consulté le: 5 décembre 2022]
- [133] Météo France, « Réseau de stations météorologiques du 27 avril 2022 (données SIG) ». 27 avril 2022. Disponible sur: https://geoportal.gouv.nc/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B9CE67C3A-48C5-470B-8397-2483150F6191%7D. [Consulté le: 5 décembre 2022]
- [134] Météo-France, « Carte du réseau Météo-France (ouvert) en Nouvelle-Calédonie et à Wallis-et-Futuna ». 30 décembre 2021. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/23-donnees-publiques? download=165:reseau-stations-mto-france-nc
- [135] Météo-France, « Carte du réseau Météo-France (fermé) en Nouvelle-Calédonie et à Wallis-et-Futuna ». 11 mars 2020. Disponible sur: https://www.meteo.nc/component/phocadownload/category/23-donnees-publiques?download=486:carte-du-reseau-mf-ferme
- [136] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service Météo et climat Météo-France, « Base de données cycloniques Historique des positions version du 30/05/2022 (données SIG) ». 30 mai 2022. Disponible sur: https://georep-dtsi-sgt.opendata.arcgis.com/datasets/dtsi-sgt::base-de-donn%C3%A9es-cycloniques/about?layer=1. [Consulté le: 5 décembre 2022]
- [137] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan du passage du cyclone tropical UESI du 10 au 12 février 2020 sur la Nouvelle-Calédonie », févr. 2020. Disponible sur: https://www.meteo.nc/ensavoir-plus/accueil/actualites/557-bilan-du-passage-du-cyclone-tropical-uesi-du-10-au-12-fevrier-2020-sur-la-nouvelle-caledonie. [Consulté le: 3 novembre 2022]
- [138] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan du passage de la dépression tropicale GRETEL du 14 au 16 mars 2020 », avr. 2020. Disponible sur: https://www.meteo.nc/8-actualites/561-bilan-du-passage-de-la-depression-tropicale-gretel-du-14-au-16-mars-2020. [Consulté le: 3 novembre 2022]
- [139] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan météorologique du passage de la dépression tropicale LUCAS du 26 janvier au 4 février 2021 », févr. 2021. Disponible sur: https://www.meteo.nc/en-savoir-plus/accueil/actualites/581-bilan-meteorologique-du-passage-de-la-depression-tropicale-lucas-du-26-janvier-au-4-fevrier-2021. [Consulté le: 12 décembre 2022]

- [140] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan météorologique du passage du cyclone tropical très intense NIRAN le 6 mars 2021 », mars 2021. Disponible sur: https://www.meteo.nc/ensavoir-plus/accueil/actualites/582-bilan-meteorologique-du-passage-du-cyclone-tropical-tres-intense-niran-le-6-mars-2021. [Consulté le: 12 décembre 2022]
- [141] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan de l'épisode pluvioorageux du 2 au 4 avril 2021 », avr. 2021. Disponible sur: https://www.meteo.nc/en-savoir-plus/accueil/actualites/585bilan-de-l-episode-pluvio-orageux-du-2-au-4-avril-2021. [Consulté le: 12 décembre 2022]
- [142] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan du passage de la dépression tropicale faible du 10 au 11 avril 2021 », avr. 2021. Disponible sur: https://www.meteo.nc/en-savoir-plus/accueil/actualites/586-bilan-du-passage-de-la-depression-tropicale-faible-du-10-au-11-avril-2021. [Consulté le: 12 décembre 2022]
- [143] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan de l'épisode pluvioorageux du 4 mai 2021 », mai 2021. Disponible sur: https://www.meteo.nc/en-savoir-plus/accueil/actualites/588-bilan-de-lepisode-pluvio-orageux-du-4-mai-2021. [Consulté le: 13 décembre 2022]
- [144] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan des épisodes pluvioorageux d'octobre 2021 », oct. 2021. Disponible sur: https://www.meteo.nc/en-savoir-plus/accueil/actualites/599-bilandes-episodes-pluvio-orageux-d-octobre-2021. [Consulté le: 13 décembre 2022]
- [145] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie / Service de la Météorologie et Météo-France, « Bilan météorologique du passage de la dépression tropicale forte RUBY du 13 au 14 décembre 2021 », déc. 2021. Disponible sur: http://www.meteo.nc/en-savoir-plus/accueil/actualites/601-bilan-meteorologique-du-passage-de-la-depression-tropicale-forte-ruby-du-13-au-14-decembre-2021. [Consulté le: 13 décembre 2022]
- [146] « The IUCN Red List of Threatened Species Background & History », *IUCN Red List of Threatened Species*. Disponible sur: https://www.iucnredlist.org/about/background-history. [Consulté le: 12 janvier 2023]
- [147] UICN, Catégories et critères de la liste rouge de l'UICN Version 3.1, Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni: UICN, 2012.
- [148] « Frequently Asked Questions What are The IUCN Red List Categories and Criteria? », *IUCN Red List of Threatened Species*. Disponible sur: https://www.iucnredlist.org/about/faqs#What%20are%20the%20Red%20List%20Categories %20and%20Criteria. [Consulté le: 12 janvier 2023]
- [149] Union Internationale pour la Conservation de la Nature UICN, « Résumé des cinq critères (A-E) utilisés pour évaluer l'appartenance d'un taxon à l'une des catégories du groupe "menacé" de la liste rouge de l'UICN (en danger critique, en danger ou vulnérable) ». 2013. Disponible sur: https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment files/summary sheet fr web.pdf
- [150] UICN France, « Aires protégées », *UICN France*. Disponible sur: https://uicn.fr/aires-protegees/. [Consulté le: 21 décembre 2022]
- [151] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, « Le cadre réglementaire », *Dimenc*, 13 décembre 2019. Disponible sur: https://dimenc.gouv.nc/mines-et-carrieres/secteur-minier/le-cadre-reglementaire. [Consulté le: 12 août 2022]
- [152] S. Chenais, L. Pourtaud, et D. Sigal, « Vers un moratoire pour préserver l'environnement marin, notamment le parc naturel de la mer de Corail », *Nouvelle-Calédonie la 1ère*, 21 novembre 2022. Disponible sur: https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/province-sud/noumea/vers-un-moratoire-pour-preserver-l-environnement-marin-notamment-le-parc-naturel-de-la-mer-de-corail-1343276.html. [Consulté le: 21 décembre 2022]
- [153] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, « Les droits miniers », *Dimenc*, 13 décembre 2019. Disponible sur: https://dimenc.gouv.nc/mines-et-carrieres/secteur-minier/les-droits-miniers. [Consulté le: 12 août 2022]
- [154] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, *Le schéma de mise en valeur des richesses minières de la Nouvelle-Calédonie*, 1<sup>re</sup> éd. Nouméa: Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, 2009. Disponible sur: https://dimenc.gouv.nc/mines-et-carrieres/secteur-minier/le-cadre-reglementaire. [Consulté le: 12 août 2022]
- [155] Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, « Défrichement », service-public.nc, 24 février 2022. Disponible sur: https://service-public.nc/professionnels/environnement/protection-de-la-faune-et-de-la-flore/defrichement. [Consulté le: 19 décembre 2022]
- [156] L. Desoutter et A. Bertaud, « Bilan technique 2019-2020: Synthèse annuelle des résultats des suivis environnementaux du Grand Sud (années 2019 et 2020) Version finale », Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie OEIL, Rapport d'étude, juin 2022.

# **ANNEXES**

Annexe 1	- Liste des membres du comité technique du bilan environnemental de Thio	.221
Annexe 2	- Climat et saisons en Nouvelle-Calédonie	.222
Annexe 3	- Caractéristiques météorologiques et climatiques aux stations de la zone d'étude	.224
Annexe 4	- Liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) – Catégo et critères	
Annexe 5	- Protection d'espaces à enjeux environnementaux	.233
Annexe 6	- Défrichement et réglementation en province Sud	.234
Annexe 7	- Suivi des retombées de poussières à proximité des activités minières de Thio	.235
Annexe 8	- Indice Patrimonial Avifaunistique à proximité des mines de la région de Thio	.237
Annexe 9	- Coordonnées géographiques des stations de mesures en eaux douces	.238
Annexe 10	- Synthèse des influences identifiées sur les bassins versants des stations d'eaux douces	.239
Annexe 11	- Paramètres physico-chimiques des eaux de rivière suivis et seuils appliqués	.246
Annexe 12	- État écologique des eaux de rivières aux stations de suivi en 2020	.249
Annexe 13	- Résultats physico-chimiques en eaux de rivières aux stations de suivi en 2020	.251
Annexe 14	- Résultats chimiques en eaux de rivières aux stations de suivi en 2020	.253
Annexe 15	- Historique des concentrations en sulfates aux stations de rivières sous influence	.254
Annexe 16	- État écologique des eaux de rivières aux stations hors d'influence en 2020	.256
Annexe 17	- Résultats physico-chimiques en eaux de rivières aux stations hors d'influence en 2020	.257
Annexe 18	- Résultats chimiques en eaux de rivières aux stations hors d'influence en 2020	.259
Annexe 19	- Historique des concentrations en sulfates dans les eaux de rivières aux stations l d'influence	
Annexe 20	- Paramètres descripteurs de l'état des milieux marins	.261
Annexe 21	- Chroniques des concentrations en manganèse et en nickel mesurées à quelques stations	s de
	surveillance des eaux douces du bassin versant de la rivière Dothio	.262

# Annexe 1 - Liste des membres du comité technique du bilan environnemental de Thio

Tableau 70 - Liste des membres du comité technique du bilan environnemental de Thio

PRENOM	NOM	FONCTION
Vincent	MARDHEL	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Laurent	VIGLIOLA	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jérôme	AUCAN	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Eric	VIDAL	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Emmanuel	TESSIER	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Pierre	GENTHON	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Bruno	FOGLIANI	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Lucile	STAHL	Experte - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jean-Paul	AMBROSI	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Victor	DAVID	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Pierre	BOISSERY	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Philippe	USSEGLIO-POLATERA	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Didier	RICHARD	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Christophe	PROISY	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Michel	ALLENBACH	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jean-Brice	HERRENSCHMIDT	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Morgan	MANGEAS	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Marc	LEOPOLD	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
François	GALGANI	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jean-Michel	OLIVIER	Expert - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Sylvie	DURRIEU	Experte - Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Farid	JUILLOT	Expert (Non membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
	GUNKEL-GRILLON	
Peggy		Experte (Non membre du Conseil Scientifique de l'OEI
Marc Frédéric	MOUNIER-VEHIER	Représentant de la SLN
	BART	Représentant de la SLN
Sébastien	SARRAMEGNA	Représentant de la SLN
Leïla	COURTOT	Représentante de la SLN
Frantz	FILIMOHAHAU	Représentant de la SLN
Léa	FOUILLOUX	Représentante de la SMT
Aline	LORICOURT	Représentante de NMC
Margot	LUSSIGNOL	Représentante de NMC
Jean Patrick	TOURA	Représentant de la Mairie de Thio
Steeve	VAKIE	Représentant de la Mairie de Thio
Justin	PILOTAZ	Représentant de la Province Sud (DDDT)
François	LEBORGNE	Représentant de la Province Sud (DDDT)
Valérie	GENTIEN	Représentante de la Province Sud (DDDT)
Hélène	CHARPENTIER	Représentante de la Province Sud (DDDT)
Chantal	PETIT	Représentante de la Province Sud (DDDT)
Corinne	QUINTY	Représentante de la Province Sud (DDDT)
Sophie	RAILLARD	Représentante de la Province Sud (DDDT)
Antonin	MILZA	Représentant du Gouvernement (DIMENC)
Gilles	PROVOST	Représentant du Gouvernement (DIMENC)
Jean-Sébastien	BAILLE	Représentant du Gouvernement (DIMENC-FNI)
Véronique	FORLACROIX	Représentante du Gouvernement (FNI)
Sandra	GAYRAL	Représentante du Gouvernement (DIMENC)
Anaïs	LAFFONT	Représentante du Gouvernement (DIMENC)
Julie	JEANPERT	Représentante du Gouvernement (DIMENC)
Mohammed	SEGHROUCHNI	Représentant du Gouvernement (DIMENC)
Geoffroy	WOTLING	Représentant du Gouvernement (DAVAR)
Typhaine	QUERE	Représentante du Gouvernement (DAVAR)
Jennifer	MONNIER	Représentante du Gouvernement (DAVAR)
Karine	SAUME	Représentante du Gouvernement (DASS)
Thomas	LEBORGNE	Représentant du Gouvernement (Fonds Nickel)
Jérôme	SPAGGIARI	Représentant de l'OFB
Anne	LATASTE	Représentante du Secrétariat exécutif de l'OEIL
Fabien	ALBOUY	Représentant du Secrétariat exécutif de l'OEIL
Adrien	2	Représentant du Secrétariat exécutif de l'OEIL
	BERTAUD	nepresentant du secretariat executif de l'OEIL
Léa	DESOUTTER	Représentante du Secrétariat exécutif de l'OEIL

#### Annexe 2 - Climat et saisons en Nouvelle-Calédonie

#### A l'échelle du Pacifique Sud

Dans cette vaste région océanique, plusieurs phénomènes influencent le climat de la Nouvelle-Calédonie [12]:

- l'anticyclone permanent de l'île de Pâques et d'autres mobiles entre l'Australie et les Kermadec : ils contrôlent les alizés et imposent un temps plus sec de septembre à novembre ;
- les zones de convergence intertropicale (ZCIT) et du Pacifique sud (ZCPS) contrôlent également les alizés. L'air équatorial humide et instable de la ZCIT influence le temps de la saison chaude calédonienne, quand elle descend vers le sud, alors qu'elle est située plus au nord en saison fraîche. La ZCPS, « orientée nord-ouest/sud-est, de la mer de corail au sud-est de la Polynésie », est quant à elle influencée par la complexe oscillation climatique et océanique ENSO, avec une activité plus forte en saison chaude [12], [13]. Elle influence les conditions météorologiques calédoniennes par intermittence, provoquant parfois d'importants cumuls de pluies [13].

#### Le phénomène ENSO dans le Pacifique sud-ouest

L'El Niño Southern Oscillation, ou oscillation australe El Niño, résulte de changements dans les conditions atmosphériques et océaniques de la région du Pacifique équatorial [13]. 3 phases ENSO sont distinguées, avec un effet sur les conditions dans la région mélanésienne :

- phase ENSO, neutre : l'océan est chaud et les précipitations importantes ;
- **phase El Niño** : les alizés faiblissent, l'océan est plus froid que la normale et les précipitations sont réduites ;
- phase La Niña: les alizés sont plus intenses, l'océan est plus chaud et les précipitations plus importantes que la normale.

#### La saison chaude calédonienne

Elle court de novembre à avril. C'est la saison cyclonique, qualifiée aussi d'été.

Elle débute par un « beau temps » parfois localement perturbé par de fortes pluies et des orages [12] : c'est l'effet d'épisodes de convergence de grande échelle ou de courant d'est. Pendant toute la saison l'air est plus humide, ce qui engendre en fin de journée ou la nuit des averses sur les reliefs. De janvier à mars, les précipitations sont les plus importantes et associées « à des bandes orageuses s'enroulant autour des dépressions tropicales ou à des descentes vers le sud de la ZCIT ». C'est l'air chaud et « lourd » au-dessus de l'océan qui fournit leur énergie aux systèmes pluvio-orageux (dépressions, cyclones entre autres). Des pluies orageuses peuvent ainsi survenir jusqu'en fin de saison malgré le « retour progressif de la circulation des latitudes tempérées ».

Concernant les dépressions et cyclones tropicaux, 91 phénomènes ont été répertoriés depuis 1977 [132] :

- 91 cyclones (CT: cyclone tropical), dont 3 hors saison cyclonique administrative (du 1<sup>er</sup> novembre au 30 avril): **NAMU** (14 au 21/05/1986), **GINA** (03 au 09/06/2003) et **XAVIER** (20 au 25/10/2006);

- 106 dépressions tropicales qui n'ont pas atteint le stade cyclone (DT dépression tropicale forte (F), modérée (m) ou faible (f)), dont 10 hors saison cyclonique administrative (du 1<sup>er</sup> novembre au 30 avril): **CLAUDIA** (10-17/05/1982, DTm), **JOTI** (30-31/10/1982, DTF), **BLANCH** (19-26/05/1987, DTm), **MEENA** (01-10/05/1989, DTm), **LISA** (03-19/05/1991, DTF), **HSL3797** (26-29/05/1997, DTf), **LUSI** (03-13/10/1997, DTF), **26F** (19-27/05/1999, DTF), **91P/02P** (12-18/10/2015, DTm) et **ANN** (07-17/05/2019, DTF).

#### La saison fraîche calédonienne

Elle s'étale de mai à octobre. A l'opposé de la saison chaude, les températures sont généralement plus fraîches et les précipitations plus faibles.

Les dépressions polaires, qui circulent plus au sud, peuvent ponctuellement induire des températures plus basses en Nouvelle-Calédonie (fronts froids). Côté vent, le courant d'alizé est encore présent. Cependant, les courants d'ouest s'expriment particulièrement entre juin et août après les pluies de front froid qui peuvent elles-mêmes être associées à un « coup d'ouest ».

Pendant cette saison, il arrive que la Nouvelle-Calédonie soit concernée par des pluies abondantes liées à « un ou plusieurs épisodes de convergence de grande échelle ». Par ailleurs, les eaux de la mer de Corail, encore chaudes, peuvent induire des dépressions subtropicales, issues des régions tempérées, qui vont ponctuellement intéresser plus ou moins fortement la zone calédonienne.

La saison fraîche est parfois aussi nommé saison sèche : d'août à octobre, les fronts froids sont moins orageux, plus rares, alors que l'alizé s'installe plus souvent. « Les averses d'origine convective ne se produisent que sur la Chaîne l'après-midi ».

## Annexe 3 - Caractéristiques météorologiques et climatiques aux stations de la zone d'étude

Les données météorologiques sont collectées dans la zone d'étude principalement par Météo-France, la DAVAR et la SLN. Les informations diffusées par le <u>site internet Météo Nouvelle-Calédonie</u> sur le réseau de mesures actif ou fermé sont récapitulées dans la Figure 11 et dans le Tableau 71 (Annexe 3). Une station fermée peut fournir des informations d'ordre climatique sur son secteur, à défaut de délivrer des informations météorologiques pour le bilan lui-même.

#### Inventaire des données météorologiques et climatologiques disponibles

D'après le <u>site internet Météo Nouvelle-Calédonie</u> et les données du <u>Georep</u>, trois stations automatiques sont actives dans la zone d'étude et ont collecté des données pendant la période du présent bilan 2020-2021 :

- Camp des Sapins (98802102, SLN ; station de référence installée par Météo-France en 2008, DA CDS 2020 volet C p16) ;
  - Thio (98829102);
- Borindi (98829003) [14].

Une fiche climatologique est disponible pour ces 3 stations.

Météo-France indique que parmi les stations fermées du réseau, plusieurs stations se trouvent également dans la zone d'étude [15], Figure 11 :

- **Thio SLN** (98829002), **Thio Plateau** (98829101, SLN). Il y a eu sur cette dernière un changement de matériel/gestionnaire qui était prévu au 1<sup>er</sup> semestre 2021 (DA PLT 2020 volet C p13, station opérationnelle en 2021, DA DOT 2021 volet C p16): Météo-France a déplacé sa station Thio Plateau au village (Thio 98829102) et la SLN a rééquipé la station Thio Plateau ensuite pour assurer la continuité du suivi pluviométrique), sans informations ni fiche climatologique ;
  - Thio P (98829001) avec fiche climatologique et données sur une partie de la période 2020-2021.

Quelques stations à proximité de la zone d'étude sont également recensées :

- Nakety (98804002) et Humboldt (98821102), fermées et sans fiche disponible ;
- Nassirah (98802008), ouverte et documentée.

Les normales sur la commune de Thio ne sont pas diffusées par le <u>site internet Météo Nouvelle-Calédonie</u>.

En complément, les déclarations annuelles de la SLN signalent l'existence d'autres stations pluviométriques, dont la plupart étaient opérationnelles pendant la période du bilan :

- zone Camp des Sapins : **Ningua** (5704800800, DAVAR), **Bel Air** (5704802000, DAVAR) et **Kongouhaou** (5703300400, DAVAR) ;
- zone Dothio : ancien pluviomètre hors service depuis juin 2016 (DA DOT 2020 volet C p.8), nouveau **Pluvio Dothio** opérationnel en juillet 2021 (SLN, DA DOT 2021 volet C p.16) ;
- zone Thio Plateau : **Thio Plateau** (SLN), **Thio Village** (Météo-France, correspondant à la station Thio 98829102 DA PLT 2020 volet C p.13).



Tableau 71 - Paramètres suivis par les stations de mesures météorologiques automatiques du réseau utilisé par Météo-France dans ou à proximité de la zone d'étude au 27/04/2022.

Stations ouvertes (O) et fermées (F en gris, sans fiche climatologique sur fond gris).

Sources: données SIG [133] et cartes Météo-France [134], [135].

Station	Précipitations (RR)	Température (T)	Vent (FF)	Humidité (U)	Rayonnement solaire global (GLO)	Durée d'insolation (INS)	Rayonnement ultra-violet (UV)	Pression au niveau de la mer (PMER)
Camp des Sapins 98802102 (SLN, O)	х							
<b>Thio</b> 98829102 (Météo- France,O)	х	х	х	х	х			х
<b>Borindi</b> 98829003 (O)	x	х						
<b>Nassirah</b> (98802008, O)	x							
Thio P (98829001, F)	x	Х						
Thio SLN (98829002 (F)		х	х					Х
Nakety (98804002)	х							
Humboldt ( 98821102, F)	х	х		х				

## Éléments climatologiques et météorologiques aux stations de la zone d'étude

Dans ses fiches climatologiques des stations de mesures météorologiques, Météo-France diffuse quelques statistiques qui donnent une indication sur le climat local et les records mensuels et annuels enregistrés sur la période d'activité des stations. Ces informations permettent de mieux contextualiser les conditions locales à proximité des stations et ainsi disposer d'éléments pour interpréter certaines observations, mesures ou analyses pour le bilan environnemental.

## Station météorologique Camp des Sapins (98802102)

Sauf indication spécifique, les informations qui suivent sont issues de la fiche climatologique de la station Camp des Sapins [17] qui appartient à la SLN [133]. Elle est située à 782 m d'altitude, très en amont dans le bassin de la Thio, sur le site minier éponyme de la SLN (voir Figure 11). Elle a enregistré les précipitations entre le 01/04/2008 et le 19/06/2022.

La hauteur annuelle moyenne de précipitations à la station Camp des Sapins est de 1 839,3 mm, avec un minimum de 43,3 mm en octobre et un maximum de 394,5 mm en février.

Le record de hauteur quotidienne maximale de précipitations date de l'année 2017 avec 495 mm le 10/04/2017 (record du mois d'avril). Les autres records mensuels varient entre 73,9 mm le 01/09/2019 et 384,3 mm le 02/07/2013.

Entre 2008 et 2020, le nombre moyen de jours où la hauteur quotidienne de précipitations a atteint ou dépassé 1 mm varie entre 5,8 jours en septembre et 15,4 mm en mars. Le nombre moyen de jours où cette hauteur quotidienne a atteint ou dépassé 10 mm varie entre 1,1 jour en octobre et 6,2 jours en mars. Aucune information pour les mois de février et avril pour ces paramètres.

#### Station météorologique Thio (98829102)

Sauf indication spécifique, les informations qui suivent sont issues de la fiche climatologique de la station Thio. La SLN est propriétaire de cette station, située au niveau du wharf SLN à 3 m d'altitude (voir Figure 11). La station Thio de la SLN a collecté des mesures de températures, vitesse du vent et précipitations depuis le 01/12/2017. La fiche rapporte les éléments statistiques jusqu'au 19/06/2022, ce qui rend difficile de se situer avant l'année 2022 pour les records notamment, dont certains concernaient peut-être 2020 ou 2021 car plusieurs mois de 2022 ont supplanté les précédents records.

Ainsi pour la température la plus élevée, le record a été atteint en 2022 avec 33,1°C, au cours du mois de mars le plus chaud depuis 2017 (03/03/2022). 2022 a également laissé son empreinte sur les mois d'avril, mai et juin avec respectivement 31°C (09/04/2022), 29,8°C (31/05/2022) et 29°C (02/06/2022). Les records mensuels de plus hautes températures hors mars varient entre 28,5°C en juillet (30/07/2021) et 32,1°C en février (16/02/2018).

Côté températures les plus basses, le record annuel a été enregistré en 2019, avec le record mensuel du mois de juillet (25/07/2019). Les autres records mensuels varient entre 13,1°C en août (06/08/2018) et 20,9°C en février (09/02/2018).

Les records de hauteurs quotidiennes maximales de précipitations sont également disponibles : l'année 2020 tient de haut du tableau avec 261,3 mm, record du mois de février (29/02/2020). Les autres records mensuels varient entre 30 mm en août (28/08/2018) et 180,4 mm en avril (20/04/2020).

Pendant la période de mesures, le record de rafale maximale de vent a été enregistré en 2021 avec un record au mois de décembre (14/12/2021). Les autres records mensuels varient entre 19,1 m/s au mois d'octobre (04/10/2020) et 37,2 m/s au mois de février (03/02/2021).

## Station météorologique Thio P (98829001)

Sauf indication spécifique, les informations qui suivent sont issues de la fiche climatologique de la station Thio P [16]. Cette station, propriété du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie [133], est située à 10 m d'altitude, au niveau du village de Thio (voir Figure 11). La fiche rapporte températures et précipitations relevées entre le 01/01/1952 et le 30/06/2021.

Le record annuel de température la plus élevée a été enregistré en 1991 à cette station, à 35,5°C le 17/02/1991 (record du mois de février). Les autres records mensuels varient entre 29,8°C le 07/06/1963 et 35,1°C le 18/01/1954.

Quant aux températures les plus basses enregistrées, le record annuel date de 1954, le 10/08/1954 avec 7°C (record du mois d'août). Les autres records mensuels varient entre 7,8°C le 25/07/1954 et 15°C le 23/01/1977.

Côté précipitations en 24 h, le record de hauteur quotidienne maximale date de 1998 : 518,5 mm le 12/01/1988 (cyclone Anne [132], record du mois de janvier). Les autres records mensuels varient entre 147,2 mm le 31/10/1984 et 298,6 mm le 21/03/1961.



#### Station météorologique Borindi (98829003)

Sauf indication spécifique, les informations qui suivent sont issues de la fiche climatologique de la station Borindi, propriété de Météo-France. Elle est localisée à Petit Borindi à 5 m d'altitude (Figure 11). La fiche rapporte des statistiques basées sur une période de collecte des données du 01/02/1992 au 19/06/2022.

La température moyenne annuelle entre 1992 et 2020 est inconnue. La température moyenne mensuelle sur cette période varie entre 20,6°C (juillet et août) et 26,6°C (février), sachant que les informations sont indisponibles pour les mois de mars, mai, juin, novembre et décembre. Sur la même période, les températures maximale et minimale moyennes sont également indisponibles pour les mêmes mois. La température maximale moyenne varie entre 30,1°C en février et 24,7°C en juillet et août pour les mois disponibles.La température minimale moyenne varie quant à elle entre 16,5°C en juillet et août et 23,2°C en février pour les mois disponibles.

Le record annuel de température la plus élevée sur la période 01/02/1992 à 19/06/2022 a été enregistré à la station Borindi en 2003 avec 34,7°C en mars (09/03/2003). Les autres records mensuels varient entre 34,5°C en janvier et février (respectivement 30/01/2002 et 04/02/2004) et 30,2° en juillet (10/07/1996).

Le record annuel de température la plus basse sur la période 01/02/1992 à 19/06/2022 a été enregistré en 1997 avec 8°C en juillet (22/07/1997). Les autres records mensuels varient entre 10,5°C en août (23/08/1997) et 17,9°C en février (01/02/1993).

Côté précipitations, la hauteur moyenne annuelle est de 2 391,9 mm entre 1992 et 2020. Mars est le mois le plus pluvieux avec 402,2 mm en moyenne alors qu'octobre est le mois le plus sec avec 99,9 mm en moyenne sur la même période.

Entre 1992 et 2020, le nombre moyen de jours où la hauteur quotidienne de précipitations a atteint ou dépassé 1 mm varie entre 7,6 jours en septembre et 16,7 mm en février. Le nombre moyen de jours où cette hauteur quotidienne a atteint ou dépassé 10 mm varie entre 2,6 jours en septembre et 8 jours en février. Aucune information pour les mois de mars, avril, juin et novembre pour ces paramètres.

Entre le 14/03/1992 et le 30/04/1996, le record de rafale maximale de vent a été enregistré à 22 m/s en 1994 en février (24/02/1994). Les autres records mensuels varient entre 15 m/s en janvier (02/01/1995) et 21 m/s en mars (21/03/1993).

#### Station météorologique Nassirah (98802008)

Sauf indication spécifique, les informations qui suivent sont issues de la fiche climatologique de la station Nassirah. Cette dernière est la propriété de Météo-France. Elle est située à 52 m d'altitude. Bien que positionnée hors de la zone d'étude et sur la côte Ouest, elle est proche à vol d'oiseau de la partie la plus amont du bassin versant de la Thio (voir Figure 11), ce qui constitue un complément d'information sur les précipitations potentiellement utile aux analyses sur ce bassin hydrographique. La période de mesures de la fiche Météo-France court du 01/01/1979 au 19/06/2022.

Ainsi à la station Nassirah, la hauteur moyenne annuelle de précipitations est de 1 086 mm. La hauteur moyenne mensuelle varie entre 183,3 mm en mars et 35,5 mm en septembre.



Le record annuel de hauteur quotidienne maximale de précipitations date de 1988, avec le record du mois de janvier à 300 mm (12/01/1988, Anne). Les autres records mensuels varient entre 104 mm en octobre (23/10/1984) et 242 mm en décembre (24/12/1981).

Entre 1979 et 2022, le nombre moyen de jours où la hauteur quotidienne de précipitations a atteint ou dépassé 1 mm varie entre 3,6 jours en octobre et 11,3 mm en mars, avec une moyenne sur l'année de 84,7 jours. Le nombre moyen de jours où cette hauteur quotidienne a atteint ou dépassé 10 mm varie entre 0,7 jour en octobre et 4,8 jours en mars, avec une moyenne de 28,9 jours sur l'année.

#### Base de données cycloniques et événements de la période 2020-2021

Cette base de données recense les phénomènes qui ont eu lieu dans la zone de pré-alerte cyclonique de la Nouvelle-Calédonie. Le Tableau 72 récapitule ceux qui concernent la période 2020-2021. Certains phénomènes significatifs identifiés sont absents des bilans climatiques : par exemple, le cyclone HAROLD a été classé très intense (avril 2020) mais il n'a concerné que le nord de la zone de surveillance [77] et son impact est resté limité. A l'inverse, la base de données cycloniques (consultée depuis le Géorep le 05/12/2022) ne répertorie pas tous les événements de la période 2020-2021 : par exemple, la dépression tropicale forte **RUBY** intervenue les 13 et 14 décembre 2021 est citée entre dans les bulletins climatiques mensuel et annuel de l'année, mais n'est pas citée dans cette base.

Tableau 72 - Dépressions et cyclones tropicaux répertoriés en base pour 2020-2021 [132], [136]. CT : cyclone tropical (TI très intense, I intense) ; DT : dépression tropicale, forte (F), modérée (m) ou faible (f)

or regions in aprical (	tres interise, i interise, i bi i dep	ression tropicale, jorte (1), moderee (1)	i, ou juioie (j)
Nom ou numéro de référence	Date du début du suivi de trajectoire	Date de la fin du suivi de trajectoire	Catégorie maximale atteinte
TINO	10/01/2020	20/01/2020	СТ
UESI	31/01/2020	31/01/2020 (historique des trajectoires) 16/02/2020 (historique des positions)	СТ
GRETEL	08/03/2020	18/03/2020	DTF
HAROLD	29/03/2020	31/03/2020 (historique des trajectoires) 10/04/2020 (historique des positions)	СТТІ
202034013S191 (non nommé)	06/12/2020	12/12/2020	DTm
YASA	10/12/2020	23/12/2020	СТТІ
LUCAS	23/01/2021	31/01/2021 (historique des trajectoires) 05/02/2021 (historique des positions)	DTF
ANA	25/01/2021	31/01/2021 (historique des trajectoires) 01/02/2021 (historique des positions)	СТ
NIRAN	26/02/2021	28/02/2021 (historique des trajectoires) 07/03/2021 (historique des positions)	СТТІ
2021107S10153 (non nommé)	06/04/2021	12/04/2021	DTm

**Remarque** : les dates concernant certains phénomènes divergent entre les données des trajectoires de la base cyclonique [132], les données de leurs positions [136] ou les bilans diffusés. Les dates considérées non valides sont barrées dans le Tableau 72, avec indication de la source d'information (si

divergence). L'information en base a été confrontée aux informations des bilans diffusés par Météo-France pour en évaluer la cohérence (bilans diffusés considérés comme référence).

Devant les incertitudes liées à la base de données cycloniques, les bilans en ligne des événements ont été consultés en considérant les impacts éventuels sur la région de Thio. Ils sont résumés ci-après.

#### Événements météorologiques de la période 2020

**Pour 2020**, le bilan climatique annuel de Météo-France pour la Nouvelle-Calédonie [77] rapporte « une année normalement pluvieuse, plus chaude et plus ventée que la normale ». Il mentionne également les phénomènes météorologiques majeurs suivants : UESI et GRETEL.

Cyclone tropical UESI, 9-13 février2020 (d'après le bilan UESI [137]) :

Classé en catégorie 3 (classification australienne/fidjienne), il a occasionné un cumul record au Camp des Sapins avec 575,8 mm en 3 jours (du 10/02 à 00h au 13/02 à 00h), dont 397 mm sur 24 h glissantes. La station de Thio a pour sa part enregistré 102,7 mm dans la même période (53,7 mm sur 24 h glissantes) et celle de Nassirah 51,9 mm (27,6 mm sur 24 h glissantes). Le bilan UESI [137] indique des pluies du 10 au 12 février qui ont surtout concerné le Nord, la Côte Est et la Chaîne. Concernant le vent, la station Thio a enregistré des rafales maximales maximales de 93 km/h entre le 10/02 à 00 h et le 12/02 à 23 h.

• **Dépression tropicale forte GRETEL** du 14 au 16 mars 2020 sans précipitations remarquables, avec des « rafales dépassant presque partout 100 km/h » entre le 15 et le 16 mars [77].

Le bilan du passage de GRETEL [138] précise que les précipitations les plus importantes en 48 h, entre 150 et 200 mm, ont été mesurées « sur les pointes nord et sud de la Grande Terre ainsi qu'à Camp des Sapins ». Cette dernière station a enregistré 154,9 mm entre le 14/03 à 00h00 et le 16/03 à 12h00. La station de Thio-Plateau a enregistré sur la même période 128 mm, ce qui est également bien supérieur au cumul de la plupart des stations citées. Il est donc raisonnable de supposer que la région de Thio a subi des cumuls significatifs lors du passage de GRETEL. Par contre, il semble que les vents n'aient pas été particulièrement forts : 23 kt, soit environ 42 km/h de vents moyens maximaux ont été mesurés à Thio entre le 14 et le 16 mars. (valeur la plus faible signalée à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie).

## Événements météorologiques de la période 2021

**En 2021**, plusieurs phénomènes se sont également manifestés : LUCAS, NIRAN, RUBY, ainsi que plusieurs épisodes pluvio-orageux significatifs.

Dépression tropicale forte LUCAS, 2-3 février 2021 :

Le bulletin climatique annuel 2021 [78] ne signale pas d'impact de LUCAS sur la région de Thio. Le bilan du passage de LUCAS [139] précise cependant que la dépression a atteint son pic d'intensité à son passage sur les Loyauté au petit matin du 02/02/2021, puis le début des pluies sur la côte Est est arrivé dans la matinée. Ces pluies se sont renforcées dans la nuit du 02 au 03/02/2021, avec des cumuls de pluies importants en 3 heures dans les communes du Sud-Ouest de la Grande Terre, avant de faiblir en fin de matinée. Cette dépression, signalée comme atypique (« dépression de mousson », a donné entre le 02/02/2021 à 05h00 et le 04/02/2021 à 05h00 95 mm à Thio, 282 mm à Camp des Sapins, 146 mm à Borindi, seules stations citées qui concernent la zone d'étude. Le vent s'est également maintenu malgré l'affaiblissement de LUCAS, avec des rafales dépassant 130 km/h à Thio, « en raison de l'accélération du

vent de secteur sud-ouest dans la vallée » (effet de canalisation du vent par les reliefs). La seule activité électrique rapportée concerne 9 impacts au sol dans la zone du mont Humboldt.

#### Cyclone tropical très intense NIRAN, 6 mars 2021 :

Bien que le bilan climatique annuel [78] n'indique pas d'événement remarquable sur Thio, notons que le maximum de cumuls de pluies a été enregistré à la station de Camp des Sapins avec 183 mm en 12 h entre le 05/03/2012 à 12h00 et le 06/03/2021 à 23h00 [140] (66 mm à Nassirah, 15 mm à Thio et 12 mm à Borindi sur la même période). Des cumuls proches de 80-90 mm en 12 h sont signalés sur les reliefs sans plus de précision. C'est le vent qui a caractérisé NIRAN, avec 107 km/h enregistrés à Thio le 06/03/2021 entre 00h00 et 23h00.

## • Épisode pluvio-orageux du 2 au 4 avril 2021 :

Cet épisode a donné lieu à une vigilance rouge « fortes pluies et orages » pour les communes de Canala, Thio et Yaté d'après le bilan dédié [141]. Ce dernier précise que 4 communes ont enregistré plus de 200 mm de pluies en 24 h, dont Thio. La station de Camp des Sapins est classée entre 101 et 200 mm de cumuls en 24 h. La station de Borindi a même totalisé son record avec 627 mm en 24 h, le précédent datant du passage de la DTm FREDA (526 mm/24 h le 02/01/2013). Les vents ont également soufflé pendant cet épisode, avec des rafales maximales de 76 km/h enregistrées à Thio du 02 au 04/04/2021.

## • Dépression tropicale faible du 10 avril 2021 :

D'après le bilan du passage de cette dépression [142], l'intensité des pluies a été maximale dans la nuit du 10 au 11/04/2021. Sans donner de détails, ce bilan indique tout de même plus de 100 mm/24 h entre Boulouparis et Koné côte Ouest et entre Thio et Pouébo côte Est. La carte des cumuls maximaux en 24 h entre le 10 et le 11/04/2021 place Thio dans la fourchette 81-120 mm/24 h et Camp des Sapins audessus de 121 mm/24 h. Des rafales maximales d 70 km/h ont été enregistrées à Thio sur la même période.

## • Épisode pluvio-orageux du 4 mai 2021 :

Le bilan de cet épisode [143] indique que ce dernier a donné lieu à une vigilance rouge « fortes pluies et orages » sur les communes de Yaté et Mont-Dore et à des records de précipitations dans le Sud. Les averses ont été brèves et « d'une rare intensité ». La région de Thio a été relativement épargnée, avec 71,5 mm enregistrés en 12 h le 04/05/2021 à la station Camp des Sapins, 49,1 mm à Thio et 70,9 mm à la station Nassirah. Du 04/05/2021 à 00h00 au 05/05/2021 à 05h00, les rafales maximales de vent ont atteint 62 km/h à la station Thio, contexte qualifié de « pas exceptionnel ». Le caractère orageux s'est peu exprimé sur la zone d'étude, avec localement, tous les 10 km, de zéro à 50 impacts de foudre au sol au maximum.

#### Épisodes pluvio-orageux d'octobre 2021 :

Un bilan spécifique [144] indique qu'il y a eu 3 épisodes de fortes pluies, vents et orages en octobre. Ces conditions font suite à « une **longue période de temps sec entre mai et septembre** ».

L'épisode 02/10/2022 a plutôt touché la côte Est (maximum de pluies à Ponérihouen), avec « des rafales supérieures à 25 kt (49 km/h) » sur la plupart des stations. A la mi-octobre (12 et 13/10/2021), des

orages accompagnés de fortes pluies et de vent ont également impacté le nord-est de la Grande Terre. Aucune précision sur la région de Thio pour ces épisodes.

Sur la Grande Terre, l'épisode du 18 au 22/10/2021 a surtout impacté la côte Est, avec des cumuls de pluies « supérieurs à 130 mm pour la majorité des stations » (plus de 250 mm à Ponérihouen et Yaté entre autres). Les vents ont dépassé 30 kt à Thio. Au total sur la période du 1<sup>er</sup> au 22/10/2021, la côte Est a reçu de cumuls de pluies souvent supérieurs à 250 mm, comme par exemple 350 mm à Borindi. L'activité électrique sur cette période a surtout concerné les Loyauté et l'extrême Nord de la Grande Terre.

#### • Dépression tropicale forte RUBY, 8-16 décembre 2021 :

Le bulletin climatique annuel n'indique rien de particulier sur l'impact de RUBY sur la zone d'étude. Le bilan du passage de cette dépression [145], qui a longé la côte Est la journée du 14/12/2021, précise que les pluies ont débuté le 13/12/2021, avant son passage. Les cumuls de pluies en 24 h (du 13 au 14/12/2021) sont de 106 mm à Nassirah, 157 mm à Borindi, 162 mm à Thio ; ils atteignent 272 mm à Camp des Sapins, où les cumuls sont comme souvent parmi les plus élevés de la Grand Terre. Dans la même période, 137 km/h ont été mesurés en rafales maximales.

# Annexe 4 - Liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) – Catégories et critères

La liste rouge de l'UICN a été établie en 1964 pour informer sur le statut du risque d'extinction global des espèces animales, fongiques et végétales. C'est un indicateur critique qui classe les espèces, pour que les actions de conservation et les changements de politiques s'appuient dessus pour protéger les ressources naturelles indispensables à leur survie [146].

Selon une méthodologie scientifique établie, chaque espèce listée est classée dans une catégorie associée à un code de 2 lettres, qui décrit la plus ou moins grande imminence de son extinction de la surface terrestre : les espèces classées VU, EN et CR présentent un danger élevé de disparition et les espèces sont classées NT lorsqu'elles sont « près de remplir les critères [...] du groupe Menacé » [147]. Le Tableau 73 décrit la signification des classes et le degré de menace sur les espèces. La faune, la flore et la fonge sont pris en considération dans cette liste [148].

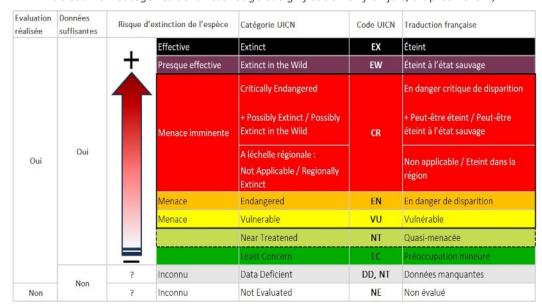


Tableau 73 - Catégories de la liste rouge et signification en français, d'après l'UICN,.

Pour classer une espèce menacée (VU, EN ou CR), 5 critères sont pris en compte [148], [149] :

A : réduction de la population, mesurée sur la plus longue des 2 durées (10 ans ou 3 générations) ;

B : répartition géographique limitée (zones d'occurrence et/ou zones d'occupation) ;

C: population de petite taille et déclinante;

**D** : population de très petite taille ou limitée ;

**E** : analyse quantitative de la probabilité d'extinction.

La liste rouge de l'UICN n'inclut pas les espèces non évaluées : certaines espèces non listées peuvent également être menacées.

## Annexe 5 - Protection d'espaces à enjeux environnementaux

Ce type de mesure de gestion de l'environnement est mis en place pour préserver ou améliorer :

- ✓ l'efficience de services écosystémiques liés à la zone protégée (paysage, ressource en eau, activités économiques diverses...);
- ✓ l'état écologique de l'habitat d'espèces sensibles.

Il existe plusieurs modalités de protection d'espaces à enjeux environnementaux [150] :

- acquisition foncière pour en assurer la protection définitive ;
- **convention de maîtrise d'ouvrage** avec un tiers, à durée déterminée, pour la gestion et la préservation d'un espace naturel ;
- réglementation pour limiter, encadrer ou interdire certaines activités impactant l'environnement.

En Nouvelle-Calédonie, les mesures de gestion réglementaires sont encadrées par diverses institutions : l'État, le Territoire de la Nouvelle-Calédonie, les provinces et les communes.

Quelques exemples particulièrement importants dans la zone d'étude sont développés ici comme la protection des espaces liés aux **ressources naturelles** (eau, ressources minérales ou biologiques).

#### Réglementation des activités extractives

De nombreuses mesures de gestion de l'environnement encadrent les activités liées aux ressources minérales [151] :

- ressources minérales utiles à l'énergie atomique (peu mis en œuvre en Nouvelle-Calédonie) : mesures gérées par l'État (Code minier métropolitain);
- ressources minérales situées dans la ZEE et dans les îles non provinciales : mesures soumises à un décret spécifique ainsi qu'à l'ancien code minier du Territoire de la Nouvelle-Calédonie. Un avantprojet de loi du pays a récemment été adopté pour instaurer un moratoire de 10 ans sur l'exploration et l'exploitation de ces ressources en mer de Corail [152];
- nickel, cobalt, chrome, hydrocarbures et terres rares sur territoires provinciaux [153] : mesures de compétence territoriale (Code minier de la Nouvelle-Calédonie), dont l'application est confiée aux provinces;
- autres substances (fer, manganèse, cuivre, or...): mesures établies et appliquées par les provinces (Code de l'environnement de chaque province).

Toutes les activités liées au sous-sol sont réglementées et s'accompagnent de mesures de gestion de l'environnement spécifiques. Par exemple, le schéma de mise en valeur des richesses minières de la Nouvelle-Calédonie [154] prend en compte des dégâts environnementaux occasionnés par les activités passées et exige pour les activités actuelles la préservation durable de l'environnement, des orientations industrielles pour un développement durable, ainsi qu'un recensement de « zones soumises à une police spéciale » (périmètres de protection). Ces exigences sont traduites réglementairement dans les arrêtés qui encadrent les activités minières, dans lesquels des plans de gestion environnementale sont généralement prescrits.



# Annexe 6 - Défrichement et réglementation en province Sud

Un défrichement consiste en « toute opération qui a pour effet de supprimer la végétation d'un sol et d'en compromettre la régénération naturelle, notamment l'enlèvement des couches organiques superficielles du sol » [51], art. 431-1.

« Les défrichements peuvent constituer une menace pour notre patrimoine naturel. Réglementer les défrichements permet de vérifier qu'il n'existe aucune autre solution envisageable qui soit moins dommageable pour l'environnement et de prescrire certaines mesures de réalisation de travaux de défrichement si nécessaire » [155].

Les défrichements sont soumis à réglementation en province Sud. Est concernée toute entité publique ou privée porteuse d'un projet de défrichement d'une surface supérieure à 10 ha ou « d'espaces exposés au risque d'érosion tels que les pentes, les sommets, les lignes de crêtes ou les berges quelle que soit la surface concernée » [155].

Entre 10 et moins de 30 ha de surface défrichée, seule une déclaration est nécessaire. Une autorisation préalable est obligatoire au-delà. Cette dernière est également obligatoire dans les situations suivantes, quelque soit la surface concernée [51], art. 431-2 :

- au-dessus de 600 m d'altitude ;
- sur pentes supérieures ou égales à 30 degrés ;
- dans les 50 m de chaque côté de la ligne de partage des eaux (crêtes et sommets) ;
- sur une largeur de 10 m le long de chaque rive des rivières, des ravins et des ruisseaux, lorsque la surface défrichée excède 100 m² ».

« Les actions de lutte contre les espèces exotiques envahissantes, les opérations d'entretien des cours d'eau [...], les opérations de boisements dont le plan de gestion durable forestier a été approuvé et les travaux réalisés dans le cadre de la gestion d'une crise environnementale, dûment autorisés [...] ne sont pas considérées comme un défrichement au sens du présent chapitre » [51], art. 431-2. « Par dérogation [...] les défrichements rendus nécessaires par les mesures de suivi environnemental ou compensatoires prescrites [...] ne sont soumises qu'à une obligation d'information préalable ». La création de plateformes de sondages géologiques ou géotechniques héliportés, y compris leurs pistes d'accès, bénéficient également de cette dérogation sous conditions. En cas d'impacts sur le patrimoine commun, des mesures peuvent être prescrites pour faire disparaître ces impacts.

Les autorisations de défrichement doivent être délivrées en amont de « toute autre autorisation administrative éventuellement nécessaire pour la réalisation d'un même projet » [155].

Destruction d'espèces endémiques, rares ou menacées ou Impact environnemental significatif sur un écosystème d'intérêt patrimonial : la demande d'autorisation et la déclaration de défrichement sont remplacées par une demande spécifique adressée à la même autorité [155].

## Annexe 7 - Suivi des retombées de poussières à proximité des activités minières de Thio

Rappel du seuil réglementaire européen pour les retombées de poussières (norme allemande TA LUFT 2002) : **350 mg/m²/j** 

Ce seuil est actuellement utilisé dans la prescription des suivi réglementaires en Nouvelle-Calédonie.

Il est également utilisé pour la notation de l'état du compartiment Air des milieux terrestres dans le bilan environnemental de Thio.

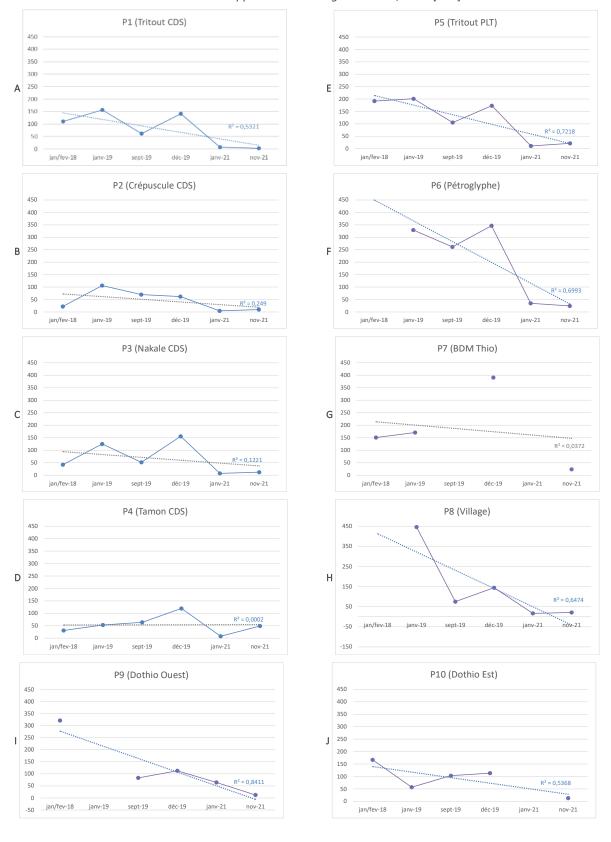
Le Tableau 74 présenté en page suivante récapitule l'ensemble des résultats disponibles pour les mesures de retombées de poussières réalisées dans la zone d'étude. Tous les graphiques sont représentés à la même échelle pour en permettre la comparaison.

Remarque: à la publication du bilan de Thio de l'année 2019, les scores avaient été calculés sur la base d'une seule campagne (janvier 2019) car le rapport mis à disposition à l'époque n'évoquait que celle-ci. Le Tableau 74 intègre l'ensemble des campagnes réalisées en 2019.

Les courbes de tendances sont uniquement présentées à titre indicatif. Elles sont utilisées comme aide à l'évaluation des tendances à chaque station. La qualification de la tendance observée revient à l'analyste de l'OEIL.

Tableau 74 - Historique des mesures de retombées de poussières disponibles dans la zone d'étude.

Source : rapport d'étude Ginger LBTP NC, 2021 [102].



# Annexe 8 - Indice Patrimonial Avifaunistique à proximité des mines de la région de Thio

Rappel de la grille qualité utilisée (dans Méthode de suivi de l'avifaune (paramètre qualifiant)) :

Tableau 20 - Grille de qualité du paramètre "Indice Patrimonial Avifaunistique" IPA.

Indice Patrimonial Avifaunistique (IPA)	Score
8,1 à 10	Non perturbé
7,1 à 8	Non perturbé
6,1 à 7	Modérément perturbé
5,1 à 6	Fortement perturbé
< 5	Fortement perturbé

Tableau 75 - Valeur de l'indice patrimonial avifaunistique (IPA) évalué dans la zone d'étude. Sources : rapports des experts chargés du suivi.

Indice Patrimonial Avifaunistique (IPA)	janv-16	janv-17	oct-19	fév.21	oct-21		a a series and a s	00 0 0 000000	Evolution
Zone d'écoute	Moy.	Moy.	Moy.	Moy.	Moy.	Score 2018	Score 2019	Score 2021	temporelle
Zone sous influence de la Mine Nakety	1	1	3,8	1		/	Fortement perturbé	/	/
Zone sous influence de la Mine Dothio	6,1	6,7	5,5	5,3	/	Modérément perturbé	Fortement perturbé	Fortement perturbé	Diminution
Zone sous influence de la Mine Camps des Sapins	4,6	6,3	5,2	1	4,8	Modérément perturbé		Fortement perturbé	Diminution
Zone sous influence de la Mine Thio Plateau	5,3	6,1	7,7	1	6,6	Modérément perturbé	Non perturbé	Modérément perturbé	Variable

# Annexe 9 - Coordonnées géographiques des stations de mesures en eaux douces

Le Tableau 76 présente les coordonnées géographiques des stations hors d'influence et le Tableau 77 celles des stations sous influence minière, d'après Desoutter et Bertaud, 2021 [8].

Les coordonnées sont exprimées dans le référentiel spatial RGNC91-93 (EPSG 3163).

Tableau 76 - Coordonnées géographiques des stations en Tableau 77 - Coordonnées géographiques des stations en eaux douces hors d'influence.

eaux douces sous influence minière.

Stations hors d'influence	Coordonnée X	Coordonnée Y
Thio Ref 2	414503	291216
DOTH150	414630	289907
Captage de KOUA	412982	269065
Hwaa Ref 1	414524	269987
Captage KOUARE	408128	280211
Captage NAKALE	413 448	281 353
Captage SAINT PIERRE 1	415352	279147
Captage SAILLE	422474	280433
Nebu Amont Ref3	420665	280458
Captage OUINDO	413463	284761
Captage SAINT MICHEL	418 000	282 219
Captage PETROGLYPHES	421135	284744
Captage de NEPOU	422560	284853
Point 172	419494	271859
Référence A	422446	269195
Captage d'OUROUE	420808	290461
Captage PORT BOUQUET	440231	277324
Captage GRAND BORENDY (Nouveau)	446375	273107
Captage GRAND BORENDY	446548	273395
Captage de SAINT JOSEPH	447376	272666
Captage de SAINT JEAN-BAPTISTE	448571	271511
Captage de ROUVRAY	447939	265468
Captage PETIT BORENDY 2	451043	267056
Référence B	423837	262871
Nou Amont	363628	312949
Nou Aval	364898	312394
Kwere	366406	313055

Stations de suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
Station 4	412066	293337
Mee	415623	289206
HGL	416680	288945
Dothio Sud	417527	291748
Ouagna	417526	291633
WEL501-01	420463	288664
DOTH300	419943	289807
Hwaa aff jardin	414534	269690
Hwaa 050	413312	270076
KouergoaF2	409316	272669
THIO100	413435	278967
Nebu aval	417360	280524
THIO300	417289	282980
Tomuru amont	417118	286060
Fosse aux lions	418026	285274
Captage Saint Paul Village	418380	285000
Captage Mue	419850	284810
Mue	420031	284820
Nedoro	419980	286086
CIMO501-01	420791	286024
Moulinet	420748	286409
St Martin	421057	286889
Thio800	421792	286444
Ngere	421422	287610
FOU501-01	422284	287841
Kaori	419273	271052
TON520-01A	419131	271474
Tontou aval	419925	271791
Hwaa Kwede Amont A	421921	269455
Point 89	420570	268448
Byzance 121	419613	266968

Annexe 10 - Synthèse des influences identifiées sur les bassins versants des stations d'eaux douces

Les tableaux de synthèse présentés ici (Tableau 78, Tableau 79, Tableau 80, Tableau 81 et Tableau 82) sont issus du bilan de Thio 2019 [8].

Tableau 78 - Influences identifiées sur les bassins versants des stations d'eaux douces du bassin de la Dothio.

	-			Grands	bassins		Pet	Petits bassins				
	Influences	Unité	Doth300	Mee	WEL501	Ouagna	DothioSud	Station04	HGL			
	Surface totale	ha	6802,04	480,77	291,53	138,48	34,86	40,71	31,55			
	Hydroécorégion massif ultramafique (E)	% de surface totale du bassin	95,83	100	100	100	100	100	100			
an	Hydroécorégion cœur de Chaîne centrale (G)	% de surface totale du bassin	4,17	0	0	0	0	0	0			
environnementaux	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	mm/an	1904	1823	1970	1938	1922	1938	1839			
em	Régolite ultramafique	% de surface totale du bassin	61,90	74,47	98,04	99,45	100	100	100			
nuc	Régolite non ultramafique	% de surface totale du bassin	38,03	25,53	1,96	0,55	0	0	0			
ž	Pédologie (sols bruns)	% de surface totale du bassin	74,70	71,31	20,24	52,46	100	0	46,84			
Ser	Pédologie (sols alluviaux)	% de surface totale du bassin	5,33	0	0	0	0	0	0			
tre	Pédologie (sols latéritiques)	% de surface totale du bassin	19,96	28,69	79,76	47,54	0	100	53,16			
Criètre	Végétation totale	% de surface totale du bassin	93,73	94,67	95,93	94,60	84,22	60,24	58,71			
_	Végétation arborée	% de surface totale du bassin	34,64	18,55	0,00	17,72	0,00	17,54	0,16			
	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	6,73	0	1,48	0	0	0	0			
	Incendie sentinel 2017	% de surface totale du bassin	1,53	0	0	0	0	0	0			
	Incendie sentinel 2018	% de surface totale du bassin	0,00	0	0	0	0	0	0			
	Incendie sentinel 2019	% de surface totale du bassin	0,48	0	0,37	0	0	0	0			
suc	Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	% de surface totale du bassin	8,09	16,85	68,98	28,73	41,44	16,87	49,82			
Pressions	Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	% de surface totale du bassin	3,28	11,92	61,05	21,31	26,52	4,51	47,62			
	Sensibilité des sols à l'érosion	tonne/ha/an	86	169	258	209	195	77	197			
	Agriculture (MOS 2014)	% de surface totale du bassin	1,40	0	0	0	0	0	0			
	Agriculture (Agribase)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0			
	Urbanisation (construction)	% de surface totale du bassin	0	0	0,09	0,01	0	0	0			
	Industrie (ICPE)	nombre d'ICPE	0	0	0	0	0	0	0			

Tableau 79 - Influences identifiées sur les bassins versants des stations d'eaux douces à l'amont de la Ouenghi.

			Grands ba	issins			Bassins moyens
Influences	Unité	Hwaa Kwede Amont A	Byzance121	Tontou Aval	Point89	TON520	Kaori
Surface totale	ha	2342,68	1093,96	551,08	385,38	220,83	70,84
Hydroécorégion massif ultramafique (E)	% de surface totale du bassin	100	100	100	100	100	100
Hydroécorégion cœur de Chaîne centrale (G)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0
Hydroécorégion cœur de Chaîne centrale (G) Pluviométrie estimée (1990 à 2009) Régolite ultramafique Pédologie (sols bruns)	mm/an	1706	1440	1693	1519	1711	1636
Régolite ultramafique	% de surface totale du bassin	98,86	100	100	100	100	100
Régolite non ultramafique	% de surface totale du bassin	1,14	0	0	0	0	0
Pédologie (sols bruns)	% de surface totale du bassin	23,15	9,84	0	20,52	0	0
	% de surface totale du bassin	0	0,00	0	0	0	0
Pédologie (sols latéritiques)  Végétation totale	% de surface totale du bassin	76,85	90,16	100	79,48	100	100
Végétation totale	% de surface totale du bassin	30,45	86,82	79,48	94,77	71,61	73,23
Végétation arborée	% de surface totale du bassin	24,93	16,49	3,78	23,63	1,57	1,94
Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0
Incendie sentinel 2017	% de surface totale du bassin	0	0 0		0	0	0
Incendie sentinel 2018	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0
Incendie sentinel 2019	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0
Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	% de surface totale du bassin	9,35	12,37	25,32	5,75	35,12	32,63
(toute origine confondue)  Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	% de surface totale du bassin	5,21	8,62	16,24	4,30	22,16	27,49
Sensibilité des sols à l'érosion	tonne/ha/an	193	169	146	177	132	148
Agriculture (MOS 2014)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0
Agriculture (Agribase)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0
Urbanisation (construction)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0
Industrie (ICPE)	nombre d'ICPE	0	0	0	0	0	0

Tableau 80 - Influences identifiées sur les bassins versants des stations d'eaux douces du bassin de la Thio.

				Grai	nds bassins					Bassins m	oyens	4		Petits bassins					
Influences	Unité	Thio800	Thio300	Thio100	KouergoaF2	Hwaa050	Hwaa aff jardin	Mue	Captage Mue	Fosse aux lions	Moulinet	Tomuru Amont	Ngere	FOU501	CIMO501	Captage Saint Paul	Saint Martin	Nedoro	
Surface totale	ha	37946	34544,1	21320,9	9791,17	1670,31	329,84	160,5	154,03	86,89	80,15	66,22	63,7	52,79	47,72	29,95	15,87	12,52	
Hydroécorégion massif ultramafique (E)	% de surface totale du bassin	50,99	46,18	20,65	28,62	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Hydroécorégion cœur de Chaîne centrale (G)	% de surface totale du bassin	48,99	53,82	79,35	71,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	mm/an	1763	1764	1698	1507	1591	1570	1849	1853	1841	1943	1843	1947	1893	1908	1768	1928	1907	
Régolite ultramafique	% de surface totale du bassin	43,51	41,40	24,09	40,79	84,62	95,15	99,99	100	100	100	94,20	100	100	100	100	100	100	
Régolite non ultramafique	% de surface totale du bassin	56,49	58,59	75,91	59,22	15,37	4,56	0,01	0	0	0	5,80	0	0	0	0	0	0	
Pédologie (sols bruns)	% de surface totale du bassin	69,97	70,62	82,85	76,43	19,53	21,57	78,69	81,99	89,86	99,04	100	93,21	44,32	88,40	93,49	94,89	100	
Pédologie (sols alluviaux)	% de surface totale du bassin	8,83	6,74	5,15	0	0	0	21,31	18,01	0	0	0	6,79	55,68	11,60	6,51	5,11	0	
Pédologie (sols latéritiques)	% de surface totale du bassin	19,19	20,44	8,44	15,80	80,47	78,43	0	0	10,14	0,96	0	0	0	0	0	0	0	
Végétation totale	% de surface totale du bassin	93,73	94,67	95,93	94,60	84,22	94,17	60,24	58,71	17,59	92,06	81,27	46,92	85,04	66,15	35,18	27,64	49,29	
Végétation arborée	% de surface totale du bassin	30,01	31,58	34,33	30,11	23,47	33,96	18,28	18,29	0,00	21,34	36,46	9,28	4,22	13,46	0	0,03	13,62	
Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	17,88	14,94	13,79	10,02	3,74	17,24	16,21	16,36	0,00	72,09	39,08	4,30	0,00	69,87	0	25,90	40,45	
Incendie sentinel 2017	% de surface totale du bassin	3,37	2,74	2,27	0,49	0,50	0,86	0,88	0	4	1,33	0,00	0,00	3,86	0,00	0	0	40,45	
Incendie sentinel 2018	% de surface totale du bassin	0,85	0,89	1,27	1,90	2,01	1,95	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	
Incendie sentinel 2019	% de surface totale du bassin	12,27	11,27	13,10	7,92	0,20	0	0	0	0	30,91	0	0	0	1,63	0	3,26	0	
Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	% de surface totale du bassin	4,36	3,39	2,53	3,61	15,87	4,92	33,98	35,35	62,17	26,38	19,38	48,92	11,05	58,13	38,62	46,17	56,70	
Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	% de surface totale du bassin	1,97	1,49	1,09	1,78	9,96	2,92	29,95	31,20	57,85	26,38	10,41	44,26	1,58	27,23	17,79	35,81	50,51	
Sensibilité des sols à l'érosion	tonne/ha/an	162	99	73	74	154	180	182	309	570	422	235	376	189	368	190	299	307	
Agriculture (MOS 2014)	% de surface totale du bassin	0,31	0,34	0,13	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Agriculture (Agribase)	% de surface totale du bassin	0,81	0,89	1,42	3,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Urbanisation (construction)	% de surface totale du bassin	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0,01	0	0,12	0	0	0	0	
Industrie (ICPE)	nombre d'ICPE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	

Tableau 81 - Influences identifiées sur les grands et moyens bassins versants des stations d'eaux douces hors d'influence de l'activité minière actuelle.

							Gra	nds bassins						Moyens bassins						
	Influences	Unité	Kouare	Nou Aval	Doth150	Nou Amont	Référence B	Nebu Amont Ref3	Saille	Thio Ref2	Nakale	Hwaa Ref1	Népou2	Point172	Référence A	PND100	Kwere			
	Surface totale	ha	4103,85	2956,77	2824,07	2739,64	1961,56	1906,77	1449,27	1075,15	360,17	251,61	203,94	106,42	94,92	87,99	74,58			
	Hydroécorégion massif ultramafique (E)	% de surface totale du bassin	0,45	0	89,96	0	100	100	100	100	99,86	100	100	100	100	0	0			
×	Hydroécorégion cœur de Chaîne centrale (G	% de surface totale du bassin	99,55	100	10,04	100	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	100			
nta	Hydroécorégion Plaine littorale ouest (B)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0			
me	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	mm/an	1899	1697	1977	1814	1510	1864	2046	1890	1606	1656	2070	1734	1537	1485	1777			
J.ne	Régolite ultramafique	% de surface totale du bassin	0,79	17,09	43,97	18,25	100	99,30	100	85,44	80,26	84,43	100	100	100	100				
io	Régolite non ultramafique	% de surface totale du bassin	99,2	82,9	55,98	81,74		0,70		14,55	19,74	15,57					100			
env	Pédologie (sols bruns)	% de surface totale du bassin	100	81,31	99,96	79,82	7,08	6,24		11,65	100	18,37	11,71		35,35	66,69	100			
es	Pédologie (sols alluviaux)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Criètr	Pédologie (sols latéritiques)	% de surface totale du bassin		18,69	0,04	20,18	92,92	93,76	100	88,35		81,63	88,29	100	64,65	33,31				
ō	Végétation totale	% de surface totale du bassin	99,56	0	97,19	0	98,75	99,16	99,18	81,27	100,00	94,67	100,00	95,51	99,91	0	0			
	Végétation arborée	% de surface totale du bassin	57,57	0	53,04	0	40,71	44,68	50,95	24,77	28,57	59,46	38,82	12,95	43,43	0	0			
	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	1,31	0,16	0,41	0	0	24,20	21,94	0	10,75	0	100,00	0	0	0	0			
	Incendie sentinel 2017	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Incendie sentinel 2018	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Incendie sentinel 2019	% de surface totale du bassin	1,72	0,14	0,06	0,09	0	11,44	9,68	0	11,60	0	17,40	0	0	0	0			
suc	Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	% de surface totale du bassin	0,05	0	0,21	0	0,44	0,40	0,38	11,29	0,92	4,47	0,62	4,41	0	0	0			
Pressic	Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	% de surface totale du bassin	0	0	0,01	0	0	0,01	0	4,70	0	3,43	0	0,70	0	0	0			
10000	Sensibilité des sols à l'érosion	tonne/ha/an	37	77	50	34	119	137	87	93	125	135	108	170	154	339	89			
	Agriculture (MOS 2014)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Agriculture (Agribase)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Urbanisation (construction)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0			
	Industrie (ICPE)	nombre d'ICPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Legende
Stations écartées des gammes de référence suite au Comité technique de Thio de décembre 2020

particulier

Tableau 82 - Influences identifiées sur les petits bassins versants des stations d'eaux douces hors d'influence de l'activité minière actuelle.

									Pet	its bassins					
	Influences	Unité	Pétroglyphe2	Koua	Ouindo2	Saint Pierre	Rouvray	Grand Borendy	Saint Michel	Grand Borendy Nouveau	Port Bouquet	Saint Joseph	Ouroué	Saint Jean Baptiste	Petit Borendy 2
	Surface totale	ha	56,46	53,09	49,73	34,77	19,79	18,91	16,18	14,75	14,56	8,33	6,90	3,35	1,05
	Hydroécorégion massif ultramafique (E)	% de surface totale du bassin	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
×n	Hydroécorégion cœur de Chaîne centrale (G)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nta	Hydroécorégion Plaine littorale ouest (B)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
me	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	mm/an	1899	1516	1661	1681	2476	2395	1625	2415	2247	2398	1864	2376	2452
ıne	Régolite ultramafique	% de surface totale du bassin	100	85,70	1,27	100	100	100	71,03	100	100	100	100	100	100
ro	Régolite non ultramafique	% de surface totale du bassin	0	14,30	91,59	0	0	0	28,96	0	0	0	0	0	0
env	Pédologie (sols bruns)	% de surface totale du bassin	89,72	100	100	100	0	98,62	100	98,23	100	100	53,89	100	80,61
es.	Pédologie (sols alluviaux)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46,110978	0	0
Criètr	Pédologie (sols latéritiques)	% de surface totale du bassin	10,28	0	0	0	100	1,38	0	1,77	0	0	0	0	0
ō	Végétation totale	% de surface totale du bassin	95,90	100,00	100,00	74,28	100,00	29,19	100,00	11,73	100,00	93,24	3,41	100,00	23,21
	Végétation arborée	% de surface totale du bassin	20,97	0,13	72,10	5,02	7,44	0,00	21,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	95,77	0,00	9,47	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Incendie sentinel 2017	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	55,93	0	0	0	0	0	0
	Incendie sentinel 2018	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
	Incendie sentinel 2019	% de surface totale du bassin	46,48	0	0,25	0	0	0	37,01	0	0	0	0	0	0
suc	Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	% de surface totale du bassin	4,87	3,35	0,10	24,01	0,36	76,92	22,88	82,99	12,48	3,92	58,09	0,00	46,44
41	Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	% de surface totale du bassin	2,78	1,18	0,00	14,06	0,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00
	Sensibilité des sols à l'érosion	tonne/ha/an	206	278	88	170	219	234	281	229	286	363	185	189	43
	Agriculture (MOS 2014)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Agriculture (Agribase)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Urbanisation (construction)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Industrie (ICPE)	nombre d'ICPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Légende

Stations écartées des gammes de référence suite au Comité technique de Thio du 18/12/2020

## Annexe 11 - Paramètres physico-chimiques des eaux de rivière suivis et seuils appliqués

Chaque paramètre chimique, physico-chimique ou bactériologique suivi dans les eaux de rivière est noté grâce à la comparaison à une gamme de référence car il n'existe pas de grille de qualité pour les eaux calédoniennes. Cette gamme de référence est établie sur la base des chroniques de mesures disponibles aux stations de référence, à condition de disposer d'au moins 10 mesures pour le paramètre considéré.

Le percentile 75 de cette gamme de référence sert au calcul du seuil de qualité pour déterminer l'état des eaux à une station pour un paramètre donné. La métrique de suivi d'un paramètre à une station est le pourcentage de mesures dans l'année du bilan qui dépassent le percentile 75 de la gamme de référence. Ce pourcentage de dépassement peut varier de 30 à 40 % selon le paramètre considéré. Un paramètre reste « Non perturbé » tant que son score reste inférieur ou égal au seuil de dépassement. Au-delà, il sera qualifié de « Fortement perturbé ». Le paramètre est évalué ainsi à toutes les stations, même les stations de référence : cela permet de s'assurer que ces dernières restent non perturbées.

Les seuils de dépassement ont été établis à partir de données collectées dans la Grand Sud sur deux stations de référence : 3-C (typologie amont de la rivière) et WJ-01 (typologie aval de la rivière), pour lesquelles plus de 10 mesures étaient disponibles sur la période 2007-2018. Ces stations ont été comparées à leur percentiles 75 respectifs afin de déterminer le pourcentage du nombre de valeurs mesurées qui étaient supérieures au percentile 75 : 25 %, 30 %, 35 % et 40 %. Il a été décidé de retenir comme seuil de dépassement d'un paramètre le pourcentage du nombre de valeurs supérieures au percentile 75 pour lequel les stations de référence ont présenté moins de 10 % d'années avec un score « Fortement perturbé ». Pour les paramètres dont les seuils n'ont pu être déterminés en raison d'un nombre insuffisant de mesures en station de référence, un seuil de 40 % a été retenu par principe de précaution.

Le Tableau 83 présente la liste des paramètres de surveillance concernés par cette démarche et les seuils appliqués pour le bilan de Thio : pour les 19 paramètres en gras, le seuil de dépassement appliqué est issu des calculs décrit ci-dessus pour le bilan du Grand Sud. Pour les 26 autres paramètres (en italique), un seuil de 40 % a été appliqué par défaut (le 27<sup>e</sup> paramètre Température est un cas particulier).

#### Cas particuliers d'application du seuil de dépassement (\* dans le Tableau 83)

- Température: ce paramètre est comparé aux minimum et maximum observés dans les gammes de référence. En cas de dépassement des extrêmes de la gamme de référence au-delà du seuil, le paramètre est considéré « Fortement perturbé » (T < T<sub>min ref</sub> et/ou T > T<sub>max ref</sub>).
- **pH**: les percentiles 25 et 75 sont considérés pour l'application du seuil. Le paramètre est considéré « Fortement perturbé » si le pourcentage de valeurs inférieures au percentile 25 dépasse le seuil et/ou si le pourcentage de valeurs supérieures au percentile 75 dépasse le seuil.
- Oxygène dissous : pour ce paramètre, c'est le pourcentage de valeurs inférieures au percentile 25 qui est considéré pour qualifier un paramètre de « Fortement perturbé ».

Tableau 83 - Liste des paramètres chimiques, physico-chimiques et bactériologiques suivis en eaux douces (rivière) et seuils de dépassement appliqués.

	Type aram		Nom du paramètre	Symbole	Unité	Seuil de dépassement				
			Fer total	Fe (t)	mg/L	40%				
			Fer dissous	Fe (d)	mg/L	30%				
			Manganèse total	Mn (t)	mg/L	40%				
			Manganèse dissous	Mn (d)	mg/L	30%				
			Nickel total	Ni (t)	mg/L	40%				
			Nickel dissous	Ni (d)	mg/L	35%				
	A	LO.	Cobalt total	Co (t)	mg/L	40%				
	les	Métaux dissous	Chrome total	Cr (t)	mg/L	40%				
9	igi	dis	Chrome dissous	Cr (d)	mg/L	40%				
Etat chimique	Paramètres chimiques	×ne	Chrome héxavalent total	CrVI (t)	mg/L	40%				
H.	es c	léta	Cobalt dissous	Co (d)	mg/L	30%				
atc	etn	2	Cadmium total	Cd (t)	mg/L	40%				
H	a m		Arsenic total	As (t)	mg/L	40%				
	Par		Cuivre total	Cu (t)	mg/L	40%				
			Plomb total	Pb (t)	mg/L	40%				
			Zinc total	Zn (t)	mg/L	40%				
			Baryum total	Ba (t)	mg/L	40%				
			Silice	SiO <sub>2</sub>	mg/L	40%				
	1		Sulfates	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	30%				
	- 8		Hydrocarbures totaux	HCT	mg/L	30%				
	- 8		Hydrocarbures dissous	НС	mg/L	40%				
			Température	T°	°C	40% *				
			pH	pH	mg/L	40%*				
		e le	Conductivité	Cond.	μS/cm	40%				
		tiqu	Turbidité	Turb.	NTU	40%				
		ana	Demande chim. en oxygène	DCO	mg/L	40%				
		Profil aquatique	Demande biol. en oxygène	DBO5	mg/L	40%				
	un	rof	Oxygène dissous	OD	mg/L	40% *				
	dne	а.	Dureté totale	TH	°F	40%				
	Paramètres physico-chimiques		Hydrogénocarbonates	нсоз	mg/L	40%				
	-ch		Matières en suspension	MES	mg/L	30%				
9	8.		Chlorures	Cl	mg/L	40%				
giqu	phy	eur	Magnésium	Mg <sup>2+</sup>	mg/L	30%				
olo	es	maj	Sodium	Na <sup>+</sup>	mg/L	30%				
Etat écologique	etr	Eléments majeurs	Calcium	Ca <sup>2+</sup>	mg/L	30%				
Etal	me.	mer	Potassium	K <sup>+</sup>	mg/L	30%				
	Pa	Elé	Phosphore	P	mg/L	30%				
			Nitrites	NO <sub>2</sub>	mg/L	40%				
		s tifs	Nitrates	NO <sub>3</sub>	mg/L	30%				
		Sels nutritifs	Phosphates	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	30%				
		Ē	Ammonium	NH <sub>4</sub>	mg/L	40%				
	3	± ::	Carbone organique total	COt	mg/L	40%				
		Mat.	Azote total	Nt	mg/L	40%				
	#		Coliforme totaux	Colif (t)	UFC/100 ml	40%				
	ar.bact	bactérie s	Entérocoques	Enter	UFC/100 ml	40%				
		0	zci ocoques	LITTE	5. 0/ 100 mm	10/0				

Légende

Cond Paramètre physico-chimique Clé

## Informations sur les paramètres physico-chimiques des milieux aquatiques [156]

Le **potentiel Hydrogène (pH)** mesure l'activité des ions hydrogènes en solution et permet de déterminer le caractère acide ou basique d'une solution.

La **conductivité** permet de mesurer la capacité d'une solution à conduire le courant. Elle donne des informations importantes sur le niveau de minéralisation de l'eau.

<sup>\*</sup> cas particulier pour le seuil de dépassement

La **turbidité** désigne la teneur d'un fluide en particules organiques et inorganiques qui la rendent trouble, tels que les matières en suspensions, les micro-algues, etc. Il s'agit d'une caractéristique optique de l'eau.

La **Demande Chimique en Oxygène (DCO)** représente l'ensemble des matières oxydables (biodégradables ou non), tandis que la **Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5)** représente uniquement la part des matières organiques biodégradables.

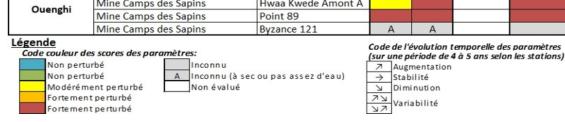
Le **potentiel d'oxydoréduction (ORP)** traduit les caractéristiques oxydantes et réductrices d'un milieu aquatique, c'est-à-dire la capacité d'une espèce chimique à gagner ou perdre des électrons. Un potentiel d'oxydoréduction élevé (milieu oxydant) signifie qu'il y a beaucoup d'oxygène dans l'eau, permettant aux bactéries de décomposer efficacement les matières organiques.

Le **Titre Alcalimétrique Complet (TAC)** exprime l'alcalinité de l'eau, c'est-à-dire sa teneur en ions hydroxydes (OH<sup>-</sup>), carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) et en bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). L'alcalinité de l'eau joue un rôle important dans le pouvoir tampon de l'eau qui permet de stabiliser le pH (l'augmentation du TAC conduit à une augmentation du pH). Le **Titre Alcalimétrique (TA)** exprime quant à lui uniquement la teneur en ion carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>).

# Annexe 12 - État écologique des eaux de rivières aux stations de suivi en 2020

Tableau 84 - État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence en 2020.

	Etat	écologique 2020				
			Pa	Score 202		
Zone	Influence	Station	M	IB	Diatomées	
	50×4 (50)/45524 (50)/5044 (40)	100 = 100 100 100 100 100 100	IBNC	IBS	IDNC	par statio
	Mine de Nakety	Station 4				
	Mine Thio Plateau	Mee				
Dothio	Mine Thio Plateau	HGL	Α	А		
Dottillo	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont				
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval				
	Mine Dothio	Dothio Sud				
	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050			λ'	
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin				
	Mine Bornet (ancien site)	Nebu aval				
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont				
Thio	Mine Thio Plateau	Mue				
THIO	Mine Thio Plateau	Nedoro	Α	А		
	Mine Thio Plateau	Moulinet				
	Mine Thio Plateau	St Martin	Α	Α		
	Mine Thio Plateau	Ngere				
	Mine Camps des Sapins	Kaori			<u> </u>	
Ouenghi	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A				
Ouengni	Mine Camps des Sapins	Point 89				
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121	Α	Α		



# Annexe 13 - Résultats physico-chimiques en eaux de rivières aux stations de suivi en 2020

Tableau 85 - Scores physico-chimiques (non qualifiants) en eaux de rivière aux stations sous influence en 2020.

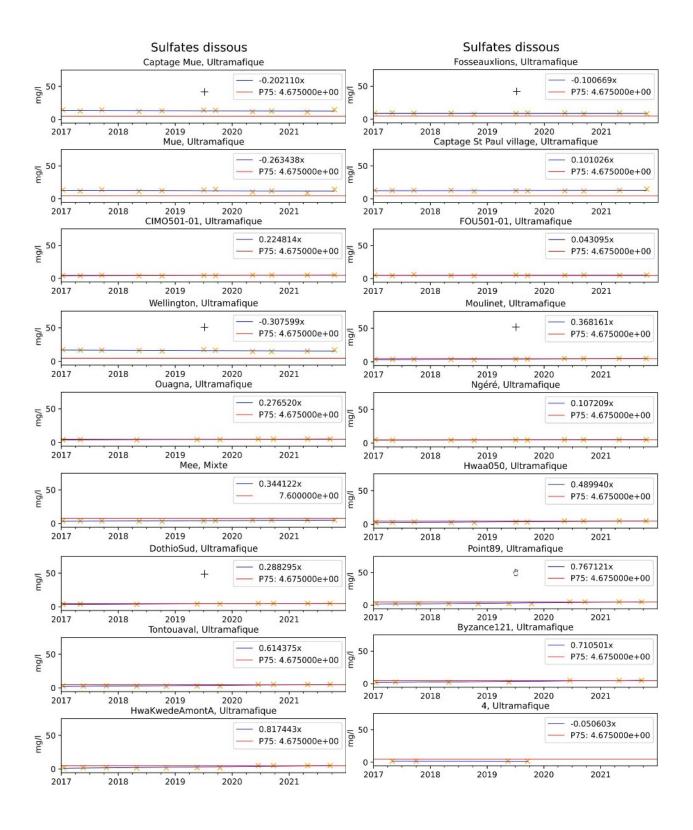
	1		Т				t écolo				ramè	tres p	hvsi	co-ch	imia	ues								202		10180
7	Influence minière	Chatian.	$\vdash$				Profil a	quati	alle	ra	Idille	ties p	liysi			s maje	nire	_	els n	stritif		Mat	org	Paramè	tres ba	acté
Zone	influence miniere	Station	рН	T°	Cond	DCO	DBO5	_	-	нсоз	MES	Turb	Cl	_				Р						Colif (t)	Enter	E
	Mine de Nakety	Station 4																								T
	Mine Thio Plateau	Mee																	G							
	Mine Thio Plateau	HGL		8 8						(A)			- 19		9 1	4					2	0 0				
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont																			- 0					
Dothio	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval																								T
	Mine Dothio	Dothio Sud																	- 8							T
	Mine Dothio	Ouagna																								$\top$
	Mine Dothio et Thio Plateau	DOTH300							1							1 3		G	G			19 19				
	Mine Thio Plateau	WEL501-01																								
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin																								$\top$
	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050											1		1											
	Mine Camps des Sapins	KouergoaF2		8							1							G	G		1					
	Mine Camps des Sapins	THIO100													4			G	G							
	Mine Camps des Sapins	THIO300																G	G							
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont																								
	Mine Thio Plateau	Fosse aux lions																								$\top$
-1.	Mine Thio Plateau	Captage Saint Paul Village								7											1					$\top$
Thio	Mine Thio Plateau	Nedoro	Α	Α	А			А		1,51	Α	Α	А		Α				Α							
	Mine Thio Plateau	Mue																								T
	Mine Thio Plateau	Captage Mue																								
	Mine Thio Plateau	CIMO501-01		1															1	)						$\top$
	Mine Thio Plateau	Moulinet	8 8							52					1						2					
	Mine Thio Plateau	St Martin	Α	Α	Α			Α			Α	Α	А		Α				Α							T
	Mine Thio Plateau	Ngere																			8 0					Т
	Mine Thio Plateau	FOU501-01	4							33					1											T
	Mine Camps des Sapins	Kaori		2												1				3	- ×					Т
	Mine Camps des Sapins	TON520-01A																								T
	Mine Camps des Sapins	Tontou aval																			. 0					T
Ouenghi	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A								9											9 9				9	
	Mine Camps des Sapins	Point 89													1											
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121																								T
ende		Type de station		Code	couleu	r des s	cores de	para	mètres										Evolut	ion te	mpore	lle des	paran	nètres		_
2010/2010	Fe (t) Fertotal	Ultramafique	Ī		Non	pertur	bé			nconnu									sur un	e péri	ode de	4 à 5	ans se	on les stat	ions	
	Fe (d) Fer dissous	Mixte					pe rturbé			nconnu	là ser	ou nas	25501	d'eau	1				7	Augn	entat	ion				
	Cond. Para mètre clé					évalué				nconnu						do rás	óro no	01	$\rightarrow$	Stabi	lité					
			l	-	Tiron .	e varde		L	G	nconnu	tillolliz	QE 10	vareu	is eli gi	a.mme	AE IEI	EIEIIC	-1	И	Dimi	nution	n				
																			עה	1			org.  Nt Colif			

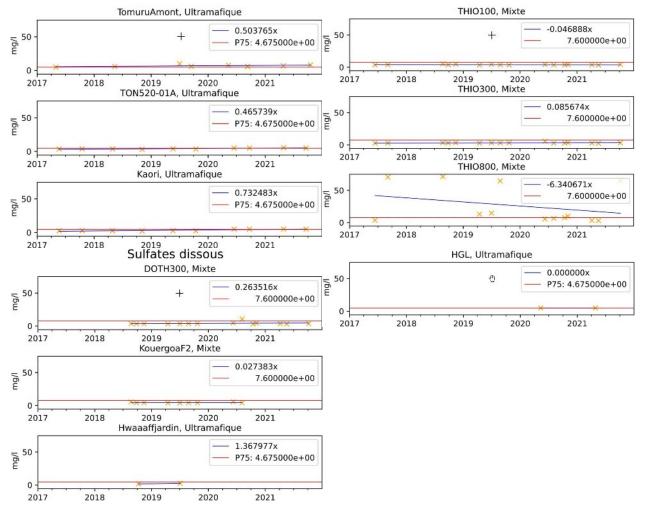
# Annexe 14 - Résultats chimiques en eaux de rivières aux stations de suivi en 2020

Tableau 86 - Scores chimiques (non qualifiants) en eaux de rivière aux stations sous influence en 2020.

	Vi				(Et	at chim	ique !	2020)																
		Station	Talania a anni a a anni a a a a a a a a a a														Score .							
Zone	Influence minière		Métaux   Fe (t)   Fe (d)   Mn (t)   Mn (d)   Ni (t)   Ni (d)   Co (t)   Co (d)   Cr (t)   Cr (d)   Cr VI (t)   Cu (t)   Pb (t)   Cd (t)																		HC(t)	HC(4)	par stat	
			Fe (t)	Fe (d)	Mn (t)	Mn (d)	Ni (t)	Ni (d)	Co (t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)	CrVI (t)	Cu (t)	Pb (t)	Cd (t)	Zn (t)	As (t)	Ba (t)	Si02	304	negg	HC(d)	
	Mine de Nakety	Station 4																		3				
	Mine Thio Plateau	Mee				G		G		G		G											2	
	Mine Thio Plateau	HGL	/																					
	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Amont																					, ,	
Dothio	Mines de Nakety, Circée et Dothio	Dothio Aval																						
	Mine Dothio	Dothio Sud																						
	Mine Dothio	Ouagna																						
	Mine Dothio et Thio Plateau	DOTH300																		, .			G	
	Mine Thio Plateau	WEL501-01				1		,																
	Mine Camps des Sapins	Hwaa aff jardin																						
	Mine Camps des Sapins	Hwaa 050	8 000					,															g - V	
	Mine Camps des Sapins	KouergoaF2																		ģ			- /2	
	Mine Camps des Sapins	THIO100	-							-													9	
	Mine Camps des Sapins	THIO300								- 3		7 9								7			8	97
	Mine Thio Plateau	Tomuru amont																						0
	Mine Thio Plateau	Fosse aux lions																						
-1.	Mine Thio Plateau	Captage Saint Paul Village																		8			8 - 8	
Thio	Mine Thio Plateau	Nedoro		Α		Α		Α		Α		Α	Α								Α			
	Mine Thio Plateau	Mue						0 10 10																
	Mine Thio Plateau	Captage Mue																						
	Mine Thio Plateau	CIMO501-01																						
	Mine Thio Plateau	Moulinet																						
	Mine Thio Plateau	St Martin		A		Α		Α		A		Α	Α								Α			
	Mine Thio Plateau	Ngere																						
	Mine Thio Plateau	FOU501-01																						
	Mine Camps des Sapins	Kaori																						
	Mine Camps des Sapins	TON520-01A										,												
	Mine Camps des Sapins	Tontou aval																					λ 6	
Ouenghi	Mine Camps des Sapins	Hwaa Kwede Amont A						0 0				1						-					1 3	
	Mine Camps des Sapins	Point 89						9					1										- 1	
	Mine Camps des Sapins	Byzance 121																		1				8
ende		The second second		2000	91.15			150										Dielie	tion tem					
	Fe (t) Fer total	Type de station Ultramafique	- 23	Code co	uleur de	s scores o	des par	amètres	5															
	Fe (d) Fer dissous	Mixte			Non per	turbé		9	Inconnu	1									e pério			ns seior	ies sta	tions
	Cond. Paramètre clé	HILLE	Fortement perturbé A Inconnu (à sec ou pas assez d'eau) 7 Augmentation																					
				-	Non éva								en gamn	ne de ré	férenc	e)		$\rightarrow$	Stabil	té				
										,								И	Dimin	ution				
																		עה	1					
																		N/3	Variab	ilité				

Annexe 15 - Historique des concentrations en sulfates aux stations de rivières sous influence





L'échelle des ordonnées (concentrations en sulfates dans les eaux de rivière, en mg/L) a été établie sur la base de la station qui présente les valeurs les plus fortes. Il s'agit de la station THIO800, qui est sous influence haline (les valeurs maximales sont ici écartées). Les sulfates sont présents en concentrations bien plus faibles aux autres stations de rivière.

#### Annexe 16 - État écologique des eaux de rivières aux stations hors d'influence en 2020

Tableau 87 - Scores écologiques des eaux de rivière aux stations hors d'influence en 2020.

	Etat éco	logique							
	41.5	Pa	Paramètres bio.						
Zone	Station	M	IB	Diatomées	Score 2020				
		IBNC	IBS	IDNC	par station				
Thio	Hwaa Ref1								
Tillo	Nebu Amont Ref3				×				
Ouenghi	Référence B								
Odeligiii	Point 172								

#### Légende

Diminution Variabilité

# Code couleur des scores des paramètres: Non perturbé Non perturbé Modérément perturbé Fortement perturbé Fortement perturbé Fortement perturbé Code de l'évolution temporelle des paramètres (sur une période de 4 à 5 ans selon les stations) Augmentation Stabilité

#### Annexe 17 - Résultats physico-chimiques en eaux de rivières aux stations hors d'influence en 2020

Tableau 88 - Scores physico-chimiques (non qualifiants) des paramètres en eaux de rivière aux stations hors d'influence en 2020.

								(E	tat é	cologi	que 2	020)															
				Paramètres physico-chimiques													Paramètres bactério										
Zone	Type de gamme	Station					Profil a	quatiq	ue					Elén	nents	maje	urs		Sels nutritifs			s	Mat. org.		r arametres pacterio.		
	de référence	875717(8) 88980	рН	T°	Cond	.DCO	DBO5	OD	TH	нсоз	MES	Turb	Cl	Mg <sup>24</sup>	Na	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub> 3-	NH <sub>4</sub>	сот	Nt	Colif (t)	Enter	E.col
Thio	Ultramafique	Hwaa Ref1																	7 1							7	
Ouenghi	Ultramafique	Point 172																									
Boulouparis	Ultramafique	Référence B																							2		
Dothio	Mixte	DOTH150																									
Houailou	Mixte	Kwere																							3		
nouallou	Mixte	Nou Aval																							5		
<u>Légende</u>	Fe (t) Fe (d) Fe r dissous Cond. Paramètre clé	á	Type de Ultram Mixte					uleur de Non per Forteme Non éva	turbé ent per	es des po	A G	Incon Incon	nu (à s					me de	e réfé	rence)	sur u	Augu Stab Dim		e <b>4 à 5</b> tion n	s paramèt : ans selon		ions

#### Annexe 18 - Résultats chimiques en eaux de rivières aux stations hors d'influence en 2020

Tableau 89 - Scores chimiques (non qualifiants) des paramètres en eaux de rivière aux stations hors d'influence en 2020.

							(E	tat ch	imiqu	e 2020	))												
	Type de gamme		3 33								Par	ramètr	es chimi	ques									
Zone		Station		Métaux           Fe (t)         Fe (d)         Mn (t)         Mn (d)         Ni (t)         Ni (d)         Co (t)         Co (d)         Cr (t)         Cr (d)         CrVI (t)         Cu (t)         Pb (t)         Cd (t)         Zn (t)         As (t)         Ba (t)         Si02												2-	HC(+)	110(4)					
	de référence		Fe (t)	Fe (d)	Mn (t)	Mn (d)	Ni (t)	Ni (d)	Co(t)	Co (d)	Cr (t)	Cr (d)	CrVI (t)	Cu (t)	Pb (t)	Cd (t)	Zn (t)	As (t)	Ba (t)	Si02	SO <sub>4</sub>	HC(t)	пс(а)
Thio	Ultramafique	Hwaa Ref1	20.00											ia.									
Ouenghi	Ultramafique	Point 172									,			24									
Boulouparis	Ultramafique	Référence B															(0						
Dothio	Mixte	DOTH150																					
Houailou	Mixte	Kwere																					
почаноч	Mixte	Nou Aval																					
<u>Légende</u>	Fe (t) Fer total Fe (d) Fer dissous Cond. Paramètre clé	<u>i</u>	Type de Ultrama Mixte	e station afique		P	Non per	nt pertu		A Ir			u pas asse Je 10 valet			e référe	nce)	r une pé Aug → Sta Din	emporel riode de gmentati bilité ninution i abilité	<b>4 à 5 a</b> i on			ions

# Annexe 19 - Historique des concentrations en sulfates dans les eaux de rivières aux stations hors d'influence

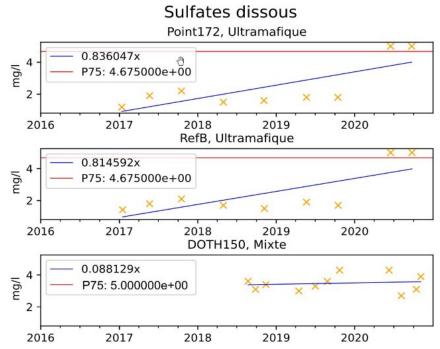


Figure 80 - Historique des concentrations en sulfates mesurées en eaux de rivières aux stations hors d'influence.

#### Annexe 20 - Paramètres descripteurs de l'état des milieux marins

Tableau 90 - Intérêt des paramètres suivis en milieu marin pour identifier une perturbation d'origine minière.

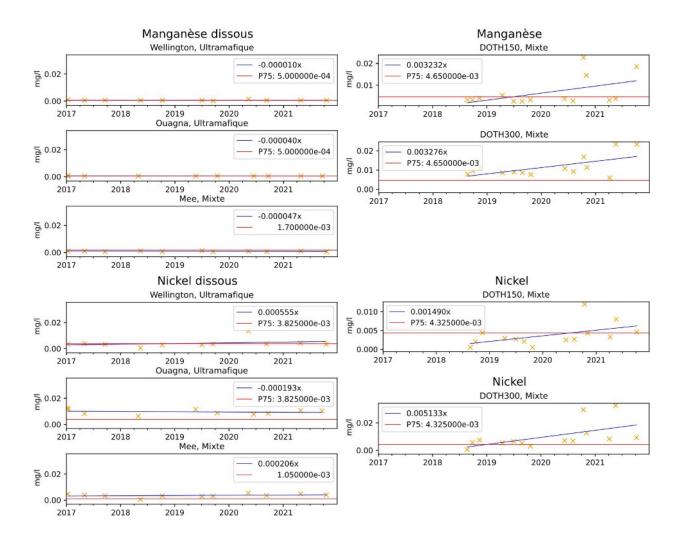
Modifié d'après Desoutter et Bertaud, 2021.

Types de suivis	Suivis environnementaux	Types de paramètres	Types d'indicateurs	Intérêt du suivi pour déterminer un impact minier	Autres origines possibles des perturbations		
		Autres métaux (Cuivre, Plomb, Arsenic)	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en autres métaux dans la colonne d'eau, signe d'une d'une influence minière potentielle	Certains métaux peuvent également être d'origine naturelle et marine (ex: arsenic d'origine volcanique) ou anthropique liée à la fréquentation touristique (ex: cuivre dans les peintures antifouling de bateau)		
		Métaux indicateurs terrigènes (Nickel, Chrome, Cobalt, Manganèse)		Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux indicateurs terrigènes dans la colonne d'eau, signe d'une influence minière potentielle (ex: défrichement dans les bassins versants)	L'augmentation du phénomène d'érosion des		
himiques	Profil aquatique pression d'eau douce potentiellement enrichie et			Déterminer si les variations de <b>profil aquatique</b> traduisent une arrivée d'eau douce potentiellement enrichie en éléments (ex: métaux, MES) au niveau des baies, signe d'une influence minière potentielle	bassins versants peut également trouver son origine dans les défrichements liées aux activités minières passées (mines orphelines), à l'exploitation forestière passée, aux incendies et à		
Physico-chimiques	Sédiments de surface	Métaux	l'abroutissement par les espèces herbivores envahissantes (cerfs/cochons)				
	Flux sédimentaires (MES)	MES	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations de <b>flux</b> sédimentaires, signes d'une influence des activités minières (ex: défrichements des bassins versants associés à un sous dimensionnement ou défaut d'entretien des bassins de sédimentation)	Les flux sédimentaires peuvent également être d'origine naturelle et marine (ex: erosion du platier		
	Flux sédimentaires (MES)	Métaux	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux dans les flux de MES, signes d'une influence des activités minières	récifal)		
nes	Substrat	Pourcentage de couverture coralienne	état	Déterminer si la couverture coralienne diminue, signe d'une perturbation en lien les activités minières (ex: pressions sédimentaires dues à la remobilisation de sédiments au niveau du wharf, augmentation des flux de MES dans les rivières, perturbations chimiques)	La baisse de couverture coralienne peut également être d'origine naturelle (ex: invasion d'acanthaster, événement météorologique, blanchissement, maladies) ou anthropique (ex: pollution des eaux de rivières ou des eaux de mer)		
Biologiques	Macro-invertébrés (benthos, fonds meubles)	Descripteurs biologiques	état	Déterminer si les populations de macroinvertébrés et de poissons	La régression des populations de macroinvertébrés,		
Bio	Macro-invertébrés (benthos, fonds durs)	Descripteurs biologiques	état	régressent, signe d'une perturbation en lien avec les activités minières (ex: pressions sédimentaires dues à la remobilisation de sédiments au niveau du wharf, augmentation des flux de MES dans les rivières,	de poissons peut également être d'origine naturelle (ex: dégradation de l'habitat récifal, événement météorologique, maladies) ou anthropique (ex:		
	Poissons	Descripteurs biologiques	état	perturbations chimiques)	surpêche)		

Tableau 91 - Liste des paramètres physico-chimiques marins suivis. Desoutter et Bertaud, 2021.

	ram		Nom du paramètre	Symbole		Vatur lèver	re nent	Unité (eau)	Unité (sédiments)
an			Manganèse	Mn		S	M		mg/Kg
Etat chimique			Nickel	Ni		S	М		mg/Kg
at ch	so.		Chrome	Cr		S	М		mg/Kg
E	Param. chimiques	outs	Cobalt	Co		S	М		mg/Kg
	him	Métaux dissouts	Mercure	Hg		S			mg/Kg
	E.	taux	Zinc	Zn		S			mg/Kg
	ara	Σ	Plomb	Pb		S			mg/Kg
	_		Cuivre	Cu		S			mg/Kg
			Cadmium	Cd		S			mg/Kg
			Hydrocarbures totaux	НСТ		S			mg/Kg
a	es	due	Température	T°	Е			°C	
Etat écologique	Param. physiques	Profil aquatique	Turbidité	Turb.	Е			NTU	
colo	h	fil ac	Salinité	Sal.	Е				
at é	am.	Pro	Fluorescence	Fluor.	Е				
<b>m</b>	Par		Matière en suspension	MES			М		g/m²/j
ége	nde				Nati	Eau	de m	<b>lèvement</b> er s de surface	3

Annexe 21 - Chroniques des concentrations en manganèse et en nickel mesurées à quelques stations de surveillance des eaux douces du bassin versant de la rivière Dothio.



## **Index des figures**

Figure 1 - Bilan des opérations de défrichement et de revégétalisation de la SLN à Thio entre 2015 2021	
Figure 2 - Emprise générale de la zone d'étude du bilan de Thio	12
Figure 3 - Carte des bassins versants principaux dans lesquels sont déployés les réseaux of surveillance des milieux terrestres et des milieux d'eaux douces de Thio : bassins de la Dothio, de Thio et amont de la Ouenghi	la
Figure 4 - Découpage des zones géographiques pour les milieux terrestres (source OEIL)	14
Figure 5 - Découpage des zones géographiques pour les milieux d'eaux douces (source OEIL)	14
Figure 6 - Découpage des zones géographiques pour les milieux marins (source OEIL)	15
Figure 7 - Illustration de la règle du paramètre le plus déclassant pour le score d'une station	20
Figure 8 - Clé de lecture du graphique des scores obtenus pour l'ensemble des stations de su environnemental d'une zone	
Figure 9 - Emprise de la zone d'étude du bilan environnemental de la région de Thio	24
Figure 10 - Altitude des terres émergées et profondeur du lagon dans la zone d'étude	25
Figure 11 - Localisation du réseau de stations météorologiques utilisé par Météo-France	27
Figure 12 - Intensité des pentes dans la zone d'étude	29
Figure 13 - Carte géologique de la région de Thio	30
Figure 14 - Zones habitées de la zone d'étude	41
Figure 15 - Centres miniers en activité (orange, source OEIL) et concessions minières et titres minie échus dans la zone d'étude	
Figure 16 - Répartition spatiale des incendies détectés par le satellite VIIRS-SNPP entre le 22/01/202 et le 17/01/2023	
Figure 17 - Carte de la répartition des sols nus et des mines en activité dans la zone d'étude	47
Figure 18 - Carte de luminance 2021 à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie produite à partir d données VIIRS	
Figure 19 - Graphique présentant le nombre d'incendies d'ampleur détecté annuellement à l'aide de satellite MODIS sur la commune de Thio pour la période 2001-2021	
Figure 20 - Score des stations de suivi du compartiment Air des bassins de la Dothio, de la Thio et d l'amont de la Ouenghi en 2021	
Figure 21 - Score des stations de suivi du compartiment Faune des bassins de la Dothio, de la Thio de l'amont de la Ouenghi en 2021	
Figure 22 - Carte représentant les surfaces incendiées 2020 sur la commune de Thio identifiées partir des données Sentinel 2 (source OEIL)	
Figure 23 - Carte représentant les surfaces incendiées 2021 sur la commune de Thio identifiées partir des données Sentinel 2 (source OEIL)	
Figure 24 - Carte représentant les surfaces incendiées 2020 sur la commune de Thio identifiées partir des données Sentinel 2 et en fonction des types de végétation concernés (source OEIL)	
Figure 25 - Carte représentant les surfaces incendiées 2021 sur la commune de Thio identifiées partir des données Sentinel 2 et en fonction des types de végétation concernés (source OEIL)	
Figure 26 - Carte représentant les surfaces incendiées 2020 sur la commune de Thio identifiées partir des données Sentinel 2 et en fonction des périmètres de protection des eaux concernés (sour	

OEIL)
Figure 27 - Carte représentant les surfaces incendiées 2021 sur la commune de Thio identifiées à partir des données Sentinel 2 et en fonction des périmètres de protection des eaux concernés (source OEIL)92
Figure 28 - Zones de suivi de l'avifaune sur le secteur de la mine de Dothio en 202194
Figure 29 - Score par station pour le compartiment Faune du site minier de Dothio en 202194
Figure 30 - Localisation des incendies détectés entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2020 et le 18 février 2021 grâce au satellite Sentinel 2 dans le secteur de la mine de Dothio96
Figure 31 - Surfaces défrichées et revégétalisées (ha) par la SLN sur le site de la mine de Dothio depuis 201597
Figure 32 - Localisation de la concession faisant l'objet de la surveillance des cagous dans le bassin de la Dothio98
Figure 33 - Score des stations de suivi de la mine de Thio Plateau pour le compartiment Air en 2021. 99
Figure 34 - Zones de suivi de l'avifaune sur le secteur de la mine du Plateau de Thio en 2021100
Figure 35 - Score par station pour le compartiment Faune du site minier du Plateau de Thio en 2021
Figure 36 - Surfaces défrichées et revégétalisées (ha) par la SLN sur le site du Plateau de Thio depuis 2015102
Figure 37 - Score des stations de suivi de la mine de Thio Plateau pour le compartiment Air en 2021.
Figure 38 - Zones de suivi de l'avifaune sur le secteur de la mine de Camp des Sapins en 2021105
Figure 39 - Score par station pour le compartiment Faune du site minier de Camp des Sapins en 2021
Figure 40 - Surfaces défrichées et revégétalisées (ha) par la SLN sur le site du Camp des Sapins depuis 2015
Figure 41 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces de la région de Thio116
Figure 42 - Schéma hiérarchique des stations du bassin de la Dothio de l'amont (haut) vers l'aval (bas)
Figure 43 - Schéma hiérarchique des stations du bassin de la Thio de l'amont (haut) vers l'aval (bas).
Figure 44 - Schéma hiérarchique des stations du bassin amont de la Ouenghi de l'amont (haut) vers l'aval (bas)120
Figure 45 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces du bassin versant de la Dothio.
Figure 46 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces du bassin versant de la Thio152
Figure 47 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces dans la partie avale bassin versant de la Thio
Figure 48 - Localisation des stations de surveillance des eaux douces du bassin versant amont de la Ouenghi
Figure 49 - Localisation générale des stations de surveillance des milieux marins de Thio163
Figure 50 - Localisation détaillée des stations de surveillance des milieux marins de Thio164
Figure 51 - Scores chimiques pour la période 2020-2021 pour les stations marines de Thio169
Figure 52 - Scores écologiques pour la période 2020-2021 pour les stations marines de Thio169
Figure 53 - Localisation des stations de surveillance de récif frangeant sous influence des mines172



Figure 54 -	- Scores chimiques en 2020 des stations de récif frangeant sous influence des mines	L <b>7</b> 3
Figure 55 -	- Scores écologiques en 2020 des stations marines sous influence des mines	174
Figure 56 -	Localisation des stations de surveillance de récif frangeant sous influence du wharf	177
Figure 57 -	- Scores chimiques en 2020 des stations marines sous influence du wharf	177
Figure 58 -	- Scores écologiques en 2020 des stations marines sous influence du wharf	179
Figure 59 -	Localisation de la station de surveillance du Récif Intérieur de Thio (RORC)	180
Figure 60 -	Localisation des stations de surveillance de récif frangeant hors d'influence	182
Figure 61 -	Scores chimiques en 2020 des stations du récif frangeant hors d'influence	182
Figure 62 -	Scores écologiques en 2020 des stations du récif frangeant hors d'influence	184
Figure 63 -	Potentiels versants contributeurs en sédiments terrigènes à la station Moara	187
Figure 64 -	État des bassins versants de la baie de Moara le 14/08/2009 (source Google Earth)1	188
Figure 65 -	État des bassins versants de la baie de Moara le 12/01/2013 (source Google Earth)1	188
Figure 66 -	Vues obliques de la vallée de la Kô Kwê en 2009 et en 2016 (source Google Earth)	189
Figure 67 -	Détail de l'image du 12/01/2013 au niveau de la baie de Moara (source Google Earth)1	190
	- Concentration en manganèse dans la fraction fine (< 63 μm) des sédiments marins en 1201	tre 193
_	- Evolution du taux de CaCO₃ dans les sédiments marins de surface surveillés entre 2016	
_	- Situation des stations de suivi aux récifs frangeants sous influence des mines (ST04,ST07, ST08) et des stations de surveillance de la physico-chimie des eaux de rivière à proximi	té.
Figure 71	- Géologie du bassin versant de la Dothio et stations de surveillance des milieux aquatiqu	es. 199
Figure 72	- Géologie du bassin versant de la Thio et stations de surveillance des milieux aquatiqu	
Figure 73 -	- Localisation de la mine orpheline HGC12	206
Figure 74 -	- Travaux de gestion des eaux sur l'ancienne mine HGC1 (source Fonds Nickel)	207
Figure 75 -	- Travaux de revégétalisation sur l'ancienne mine HGC1 (source Fonds Nickel)	207
Figure 76 -	Travaux initiaux réalisés dans le creek Musée en 2021 (source Fonds Nickel)	208
Figure 77 -	Enrochements para-fouille installés en 2021 pour protéger le radier du creek Musée2	209
Figure 78 -	Travaux initiaux réalisés dans le creek Boucherie en 2021 (source Fonds Nickel)	209
_	- Enrochements para-fouille installés en 2021 pour protéger le radier du creek Boucher	
	- Historique des concentrations en sulfates mesurées en eaux de rivières aux stations ho	

### Index des tableaux

Tableau 1 - Tableau récapitulatif des données existantes et des données utilisées pour produire bilan environnemental de Thio sur les années 2020 et 2021	
Tableau 2 - Pas de temps d'analyse maximaux en fonction des suivis environnementaux considérés. 1	18
Tableau 3 - Améliorations demandées par le comité technique du bilan environnemental de Thio2	22
Tableau 4 - Éléments climatologiques aux stations concernant la zone d'étude	28
Tableau 5 - Liste des espèces de lézards déjà rencontrées dans la zone d'étude	35
Tableau 6 - Caractéristiques des bassins versants de la zone de focus [4], [29]	37
Tableau 7 - Répartition géographique des habitants de la zone d'étude4	12
Tableau 8 - Manifestations météorologiques intervenues en 2020 et 2021 en Nouvelle-Calédonie o susceptibles d'avoir impacté la région de Thio	
Tableau 9 - Éléments météorologiques à la station Thio C, période 2020-2021	59
Tableau 10 - Éléments météorologiques à la station Thio Village, période 2020-2021	59
Tableau 11 - État du réseau de surveillance des eaux de rivière au moment des prélèvements en 2020 2021	
Tableau 12 - Activités minières sur le site de Dothio en 2020-2021, d'après les déclarations annuelle réglementaires [82], [83]	
Tableau 13 - Activités minières sur le site de Thio Plateau en 2020-2021, d'après les déclaration annuelles réglementaires [84], [85]	
Tableau 14 - Activités minières sur le site de Camp des Sapins en 2020-2021, d'après les déclaration annuelles réglementaires [86], [87]	
Tableau 15 - Présentation des suivis environnementaux des milieux terrestres	77
Tableau 16 - Liste des stations de surveillance des milieux terrestres	30
Tableau 17 - Méthode de qualification des paramètres de surveillance des milieux terrestres	30
Tableau 18 - Seuil réglementaire utilisé pour les retombées de poussières	31
Tableau 19 - Grille de détermination des sous-indices entrant dans le calcul de l'IPA calédonien8	32
Tableau 20 - Grille de qualité du paramètre "Indice Patrimonial Avifaunistique" IPA	32
Tableau 21 - Qualité attribuée aux suivis environnementaux des milieux terrestres pour le bilan d Thio 2020-2021	
Tableau 22 - Score de l'état environnemental des compartiments Air et Faune aux stations c surveillance des milieux terrestres à l'issue de la période 2020-2021	
Tableau 23 - Estimation des pertes en ERM par défrichement sur le site de Camp des Sapins en 2020	
Tableau 24 - Estimation des pertes en ERM par défrichement sur le site de Camp des Sapins en 2021	
Tableau 25 - Types de surfaces défrichées en 2020 et 2021 sur le site minier de Camp des Sapir (concession Vorarlberg ; source déclaration minière)10	
Tableau 26 - Principales caractéristiques des suivis réalisés sur les milieux d'eaux douces de la région de Thio	
Tableau 27 - Liste des stations d'eaux douces (rivières) sous influence et hors d'influence minière 1	15
Tableau 28 - Superficie des bassins versants des stations de suivi situées dans le bassin versant de Dothio	



Tableau 29 - Superficie des bassins versants des stations de suivi situées dans le bassin versant de la Thio11
Tableau 30 - Superficie des bassins versants des stations de suivi situées dans le bassin versant de l'amont de la Ouenghi
Tableau 31 - Superficie des bassins versants des stations hors d'influence minière actuelle12
Tableau 32 - Méthode de qualification des paramètres suivis dans les compartiments des milieux d'eaux douces
Tableau 33 - Liste des stations hors d'influence retenues pour constituer les gammes de référence de eaux douces de type "ultramafique" ou "mixte"
Tableau 34 - Typologie des stations de suivi selon le pourcentage de régolite ultramafique dans le bassin versant
Tableau 35 - Grille de notation des paramètres physico-chimiques des eaux de surface12
Tableau 36 - Grille de qualité des indices biotiques IBNC et IBS et classes de qualité du bilar environnemental
Tableau 37 - Grille de qualité de l'IDNC et formulation utilisée dans les bilans environnementaux13
Tableau 38 - Évaluation de la qualité des suivis environnementaux en eaux douces13
Tableau 39 - Scores écologiques des eaux de rivière aux stations sous influence en 2021136
Tableau 40 - Scores physico-chimiques (non qualifiants) des eaux douces aux stations de rivière sous influence en 2021
Tableau 41 - Scores chimiques (non qualifiants) des eaux douces aux stations de rivière sous influence en 2021
Tableau 42 - État écologique des eaux de rivière aux stations hors d'influence en 2021140
Tableau 43 - Scores physico-chimiques (non qualifiants) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière hors d'influence en 202114
Tableau 44 - Scores chimiques (non qualifiants) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière hors d'influence en 202114
Tableau 45 - Description des données disponibles et gammes de référence pour la physico-chimie e la chimie des eaux de rivière de Thio14
Tableau 46 - État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence du bassin versant de la Dothio en 2021
Tableau 47 - Scores physico-chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces au stations de rivière sous influence du bassin versant de la Dothio en 2021
Tableau 48 - Scores chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Dothio en 202115
Tableau 49 - État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence du bassin versant de la Thio en 2021
Tableau 50 - Scores physico-chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces au stations de rivière sous influence du bassin versant de la Thio en 2021
Tableau 51 - Scores chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Thio en 2021
Tableau 52 - État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence du bassin versant de la Thio en 202115
Tableau 53 - Scores physico-chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces au stations de rivière sous influence du bassin versant de la Ouenghi en 202115



Tableau 54 - Scores chimiques (hors notes stations) des paramètres d'eaux douces aux stations de rivière sous influence du bassin versant de la Ouenghi en 2021159
Tableau 55 - Suivis environnementaux marins réalisés dans la zone d'étude et contribution au diagnostic de Thio
Tableau 56 - Stations hors d'influence et stations de suivi des milieux marins163
Tableau 57 - Méthode d'analyse des paramètres suivis dans les différents compartiments marins164
Tableau 58 - Grilles de qualité pour les paramètres cobalt, chrome, fer, manganèse et nickel dans les sédiments de surface
Tableau 59 - Grille de qualité du paramètre « Flux de matières en suspension »166
Tableau 60 - Exploitabilité des suivis marins qui contribuent au diagnostic environnemental de Thio
Tableau 61 - Scores de l'état chimique et de l'état écologique de l'environnement marin aux stations de surveillance de Thio pour la période 2020-2021169
Tableau 62 - Scores chimiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations de récif frangeant sous influence des mines
Tableau 63 - Scores écologiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations de récif frangeant sous influence des mines
Tableau 64 - Scores chimiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations sous influence du wharf
Tableau 65 - Scores écologiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations sous influence du wharf
Tableau 66 - Score écologique détaillé et tendance d'évolution en 2020 de la station du récif intérieur de Thio
Tableau 67 - Scores chimiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations de récif frangeant hors d'influence
Tableau 68 - Scores écologiques détaillés et tendance d'évolution en 2020 des stations du récif frangeant hors d'influence
Tableau 69 - Score écologique détaillé et tendance d'évolution en 2020 de la station du Grand Récif de Thio
Tableau 70 - Liste des membres du comité technique du bilan environnemental de Thio221
Tableau 71 - Paramètres suivis par les stations de mesures météorologiques automatiques du réseau utilisé par Météo-France dans ou à proximité de la zone d'étude au 27/04/2022225
Tableau 72 - Dépressions et cyclones tropicaux répertoriés en base pour 2020-2021 [132], [136]228
Tableau 73 - Catégories de la liste rouge et signification en français, d'après l'UICN ,232
Tableau 74 - Historique des mesures de retombées de poussières disponibles dans la zone d'étude.
Tableau 75 - Valeur de l'indice patrimonial avifaunistique (IPA) évalué dans la zone d'étude237
Tableau 76 - Coordonnées géographiques des stations en eaux douces hors d'influence238
Tableau 77 - Coordonnées géographiques des stations en eaux douces sous influence minière238
Tableau 78 - Influences identifiées sur les bassins versants des stations d'eaux douces du bassin de la Dothio
Tableau 79 - Influences identifiées sur les bassins versants des stations d'eaux douces à l'amont de la Ouenghi239
Tableau 80 - Influences identifiées sur les bassins versants des stations d'eaux douces du bassin de la Thio

Tableau 81 - Influences identifiées sur les grands et moyens bassins versants des stations d'eaux douces hors d'influence de l'activité minière actuelle243
Tableau 82 - Influences identifiées sur les petits bassins versants des stations d'eaux douces hors d'influence de l'activité minière actuelle245
Tableau 83 - Liste des paramètres chimiques, physico-chimiques et bactériologiques suivis en eaux douces (rivière) et seuils de dépassement appliqués247
Tableau 84 - État écologique des eaux de rivière aux stations sous influence en 2020249
Tableau 85 - Scores physico-chimiques (non qualifiants) en eaux de rivière aux stations sous influence en 2020251
Tableau 86 - Scores chimiques (non qualifiants) en eaux de rivière aux stations sous influence en 2020. 253
Tableau 87 - Scores écologiques des eaux de rivière aux stations hors d'influence en 2020256
Tableau 88 - Scores physico-chimiques (non qualifiants) des paramètres en eaux de rivière aux stations hors d'influence en 2020257
Tableau 89 - Scores chimiques (non qualifiants) des paramètres en eaux de rivière aux stations hors d'influence en 2020
Tableau 90 - Intérêt des paramètres suivis en milieu marin pour identifier une perturbation d'origine minière261
Tableau 91 - Liste des paramètres physico-chimiques marins suivis. Desoutter et Bertaud, 2021261