



(ID Modèle = 454988)

Ineris - 206643 - 2747671 - v1.0

16/12/2022

**Impact sanitaire et écotoxique lié à l'évolution d'une
source de contaminants provenant du parc à résidus –
Expertise E3**

PRONY RESOURCES NEW CALEDONIA

PRÉAMBULE

Le présent document a été établi sur la base des informations transmises à l'Ineris. La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations fournies.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du présent document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La prestation ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser le document après cette date.

L'établissement du présent document et la prestation associée sont réalisés dans le cadre d'une obligation de moyens.

Au vu de la mission qui incombe à l'Ineris au titre de l'article R131-36 du Code de l'environnement, celui-ci n'est pas décideur. Ainsi, les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre de cette prestation ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur. Par conséquent la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du présent document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour toute utilisation du document en dehors de son objet.

En cas de contradiction entre les conditions générales de vente et les stipulations du présent préambule, les stipulations du présent préambule prévalent sur les stipulations des conditions générales de vente.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction Sites et Territoires

Rédaction : BOUR OLIVIER – AMARA ANIS – PANDARD PASCAL

Vérification : BONNARD ROSELINE – BAROUDI HAFID

Approbation : Document approuvé le 16/12/2022 par DUPLANTIER STEPHANE

Sommaire

1	Contexte et objectifs de l'étude.....	6
2	Construction de l'expertise	7
2.1	Expertise mobilisée.....	7
2.2	Contours et limites de l'expertise.....	7
2.3	Documents utilisés.....	8
2.4	Traitement de la question posée	8
3	Synthèse des données d'entrées spécifiques	10
3.1	Présentation et localisation de la zone de l'étude	10
3.2	Contexte général	11
3.3	Contexte des eaux de surface.....	11
3.4	Relations avec les eaux souterraines	12
3.5	Contexte lié aux installations de Prony Resources NC	12
4	Données d'entrée liées au stockage KO2 et à ses évolutions potentielles	13
4.1	Evolution des traitements.....	13
4.2	Evolution du relargage et de l'entraînement des résidus.....	13
5	Analyse des risques écotoxicologiques.....	18
5.1	Contexte de l'analyse.....	18
5.2	Analyse des valeurs et des références utilisées	18
5.3	Suivi biologique et ripisylve	19
5.4	Propriété HP 14 écotoxique des résidus miniers	19
5.5	Avis de l'Ineris	20
6	Analyse des risques sanitaires	21
6.1	Champs de l'analyse critique et méthode	21
6.2	Enjeux potentiels et voies d'expositions au droit de la zone d'étude	21
6.3	Composition chimique des résidus et suivi environnemental mis en place	22
6.4	Avis de l'Ineris	23
7	Conclusions et recommandations	26
7.1	Conclusions sur les données disponibles et recommandations.....	26
7.2	Réponse à la question posée.....	26
7.3	Recommandations de nature opérationnelle	27
7.4	Recommandations de recherche et développement	27
7.5	Synthèse	27
8	Références.....	29
9	Annexes.....	30

Table des illustrations

Figure 1 : Délimitation de la zone d'étude pour l'étude E3 (Document Prony Resources NC fourni par le BRGM)	10
Figure 2 : Focus sur la zone aval du stockage KO2, extrait du projet VALE de carrière de péridotite de KO4, projet CP-A1, 2015.....	10
Figure 3 : Extrait du DDAE, livret C, volet 2, emprise du projet LUCY (zone orange) et délimitation des sous-bassins versants.....	11
Figure 4 : Schéma du bilan hydrique annuel moyen au parc à résidus (DDAE, daté du 01/02/2007) .	14

Résumé

Dans le cadre d'un arrêté, l'inspection des installations classées de la Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie (DIMENC) a prescrit à Prony Ressources NC la réalisation d'une expertise visant à caractériser le risque de pollution des eaux par infiltration dans le sous-sol liée au stockage des résidus dans le parc KO2 (Etude n°3).

Une percolation d'eau interstitielle a été constatée au travers de la géomembrane de ce parc à résidus et le déplacement d'un panache d'éléments métalliques dissous est observé sur les ouvrages du réseau de suivi des eaux souterraines situé en aval.

Les avis rendus ont pour but de permettre de définir si les données et études déjà réalisées sont suffisantes pour répondre à une liste de 8 questions concernant l'incidence des résidus et du panache d'éléments métalliques et proposer des recommandations pour répondre pleinement aux problématiques. L'Ineris répond dans cette expertise à la question 4 traitant du risque de toxicité pour l'être humain (captage AEP, baignade...) et pour les espèces vivantes spécifiques à la Nouvelle-Calédonie et au Grand Sud (dont les espèces endémiques), notamment par bioaccumulation, liée à l'évolution de ce panache.

Concernant les aspects sanitaires, les données disponibles pour le secteur de la Kwé montrent que la zone en aval du parc KO2 ne présente pas d'enjeux sanitaires en raison de l'absence d'usages (pas de captage d'eau, pas de zones de pêche ou de baignade connues ...). Ces points seront à confirmer par une actualisation périodique du fait d'une possible évolution des usages.

Concernant le risque toxique pour les espèces vivantes spécifiques à la Nouvelle Calédonie (dont les espèces endémiques), les données disponibles n'ont pas permis de conduire d'évaluation autre que pour les sulfates où des risques de dépassement des valeurs seuil de toxicité chronique existent en aval du parc KO2, sur une distance à évaluer. L'évaluation sera à conduire de façon détaillée pour les autres éléments sur la base de valeurs de référence robustes. Un manque de valeurs de données de références écotoxicologiques (un référentiel de qualité des eaux de surface) a été identifié pour évaluer les risques pour l'environnement aquatique. De ce fait trois recommandations principales sont proposées pour compléter les travaux réalisés et répondre à la question posée

Pour citer ce document :

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Impact sanitaire et écotoxique lié à l'évolution d'une source de contaminants provenant du parc à résidus – Expertise E3, Verneuil-en-Halatte : Ineris-206643-2747671-v1.0 16/12/2022

Mots-clés :

Impacts sanitaire, écotoxicité, parc à résidus, Prony ressources NC

1 Contexte et objectifs de l'étude

Implanté dans la partie Sud de la Nouvelle-Calédonie, aux lieux-dits « Goro » et « Prony-Est » sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, le complexe industriel détenu par Prony Resources NC comprend un parc à résidus. Ce dernier, placé dans une vallée, est fermé par un barrage de classe A, nommé ci-après barrage KO2, dont la construction s'est achevée en 2016. Le parc a une capacité de stockage autorisée de 45 millions de m³ de résidus humides et est aujourd'hui rempli à environ 60%. Il est recouvert sur son ensemble d'une géomembrane et contient un réseau de sous-drainage. Cependant, une percolation d'eau interstitielle est constatée au travers de la géomembrane et le déplacement d'un panache d'éléments métalliques dissous est observé sur les ouvrages du réseau de suivi des eaux souterraines situé en aval. Le projet LUCY, démarré en 2021, prévoit la construction d'une unité d'assèchement des résidus permettant leur déposition en verse, notamment à l'aval du barrage.

Dans le cadre de l'Arrêté n° 692-2021/ARR/DIMENC du 18 mars 2021, l'inspection des installations classées de la Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie (DIMENC) fixe à la société VALE Nouvelle-Calédonie S.A.S. la réalisation d'une expertise visant à caractériser le risque de pollution des eaux par infiltration dans le sous-sol liée au stockage des résidus dans le parc KO2 (Etude n°3). Celle-ci doit répondre aux attentes et inquiétudes des populations du Grand Sud.

Les avis rendus devront permettre de définir si les données et études déjà réalisées sont suffisantes pour répondre aux questions listées ci-après. Dans le cas d'une réponse positive, l'étude doit proposer les réponses aux questions à partir des données existantes. Dans le cas contraire, un point d'étape doit être réalisé entre Prony Resources NC, les services techniques de la DIMENC et le prestataire. Celui-ci permettra d'établir des recommandations pour répondre pleinement aux problématiques. La suite à donner fera l'objet de concertations entre Prony Resources NC et les services techniques de la DIMENC. Huit groupes de questions (notés ci-dessous Q1 à Q8) sont posés dans le cadre de l'étude n°3 concernant l'incidence des résidus et du panache d'éléments métalliques :

- Q1 : Quelle est l'extension actuelle exacte du panache ? Quels polluants (concentrations et éléments majeurs, traces et indésirables) sont concernés ?
- Q2 : Quelles sont les caractéristiques, et notamment phrases de risques, des actuels résidus humides et du surnageant en comparaison avec les études initiales ?
- Q3 : Quelle est l'évolution attendue sur le court et le long-terme des concentrations des différents polluants issus de l'infiltration dans le milieu naturel ? Quelle est notamment cette évolution dans la Kwé et les sources environnantes (temps de transfert dans les eaux souterraines et de surface) ?
- Q4 : Du fait de cette évolution attendue, existe-t-il un risque de toxicité pour l'être humain (captage AEP, baignade...) et pour les espèces vivantes spécifiques à la Nouvelle-Calédonie et au Grand Sud (dont les espèces endémiques), notamment par bioaccumulation ?
- Q5 : Existe-t-il une influence d'autres sources de contamination industrielles (par exemple eaux de process utilisées à l'unité de préparation du minerai) sur la Kwé et les sources environnantes ?
- Q6 : Existe-t-il un risque sur le long-terme que l'infiltration aujourd'hui constatée s'aggrave, notamment par une détérioration supplémentaire de la géomembrane ou une augmentation du volume de résidus stockés ?
- Q7 : Quelles règles d'exploitation devraient être mises en œuvre pour limiter, atténuer voire supprimer ce risque ? Le cas échéant, quels moyens de remédiations face au risque toxique devraient être mis en œuvre et selon quel calendrier ?
- Q8 : Quelles sont les caractéristiques des résidus secs pour mieux évaluer l'impact potentiel futur de LUCY 2.0 sur le risque de pollution par infiltration ? La mise en œuvre de résidus asséchés en aval de la berme peut-elle avoir un impact supplémentaire sur les eaux souterraines et de surface environnantes ? Si oui, comment réduire au maximum ce risque ?

L'Ineris répond aux besoins exprimés dans le cahier des charges pour la question Q4. Le BRGM répond aux 7 autres groupes de questions.

Des échanges ont été réalisés avec le BRGM concernant les documents traitant de la question Q3 à considérer en priorité.

2 Construction de l'expertise

2.1 Expertise mobilisée

L'Ineris, expert en évaluation et prévention et des risques que les activités économiques font peser sur l'environnement, la santé, la sécurité des personnes et des biens, a sollicité une équipe composée de divers spécialistes afin de répondre au mieux à la question posée. L'équipe est composée d'experts internes à l'institut en chimie, évaluation de risques sanitaires et environnementaux et écotoxicologie.

Tableau 1 : Equipe projet mise en place pour l'expertise

Expert	Spécialité	Organisation
Olivier BOUR- <u>Chef de projet pour la mission</u>	Transfert de polluants dans les milieux eaux/sols	Ineris – Direction sites et territoires - Unité TPEC
Lauriane GREAUD – expert pollution des eaux de surface	Surveillance chimique des milieux aquatiques, pollution des eaux	Ineris – Direction Milieux et Impact sur le Vivant
Pascal PANDARD – expert aspects écotoxicologiques	Ecotoxicologie – volet bio surveillance	Ineris – Direction Milieux et Impact sur le Vivant - Unité ESMI
Anis AMARA- expert risques sanitaires	Exposition et évaluation des risques sanitaires	Ineris – Direction sites et territoires - Unité ISAE
Roseline BONNARD – expert aspects sanitaires (contrôle qualité)	Exposition, évaluation et modélisation des risques sanitaires	Ineris – Direction sites et territoires - Unité ISAE
Hafid BAROUDI (contrôle qualité)	Environnement minier et impacts environnementaux	Ineris – Direction sites et territoires - Directeur
Sandrine ANDRES (contrôle qualité)	Valeurs de référence pour l'homme et l'environnement, l'exposition environnementale	Ineris – Direction Milieux et Impact sur le Vivant Responsable de l'Unité ETES

2.2 Contours et limites de l'expertise

L'avis des experts composant l'équipe projet est donné sur la base des éléments factuels présentés dans l'ensemble de la documentation étudiée : rapports, études et bases de données. L'expertise fournie n'a pas vocation à se substituer aux études, notamment pour compléter d'éventuelles lacunes, ni à réaliser des synthèses de ces études, mais à analyser la méthode employée, les hypothèses formulées et les éventuelles limites.

L'expertise comprend donc les points suivants :

- L'analyse des documents, données, études fournies par Prony Resources NC et autres sources de données jugées pertinentes pour la compréhension des problématiques ;
- La rédaction d'un rapport final de la revue-critique comportant la synthèse de la phase d'expertise des documents par thématique (éventuelles difficultés rencontrées, données complémentaires recueillies) et les réponses aux questions posées le cas échéant et/ou des recommandations pour la mise en œuvre d'études ou l'acquisition de données complémentaires pour permettre d'atteindre les objectifs de la demande ;

- La présentation des résultats au comité de suivi mis en place par la Province Sud ou toute autre instance désignée par Prony Resources NC.

L'expertise ne comprend pas :

- Le retraitement des données notamment pour recalcul des modélisations à l'aide de logiciels différents de ceux mis en œuvre dans les études disponibles. Les constats sont réalisés sur la base des données disponibles, voire sur les données brutes redemandées à l'exploitant et/ou aux bureaux d'études ayant généré les données ou réalisé les modélisations.
- La mise en œuvre des recommandations formulées.

Ce présent rapport constitue le rapport final de la revue critique.

2.3 Documents utilisés

Les documents utilisés sont listés dans l'annexe 1.

Ils comprennent les documents pré-identifiés lors de la proposition (DDAE du parc à résidu minier de la Kwé Ouest (2007), rapport d'étude écotoxicologique (LIEC, 2017), suivi des populations dulciicoles, inventaire des produits consommés), une sélection des documents du contexte et de l'évolution du stockage ainsi que les éléments transmis suite à la demande (localisation des populations).

Les éléments identifiés comme les plus utiles pour la zone source que constitue le parc KO2 sont les rapports sur les évolutions attendues du panache modélisé ainsi que les aspects liés aux modifications potentielles liées à un barrage de cette ampleur sur les circulations d'eaux.

Les résidus mis en place sous eau peuvent potentiellement évoluer vers des états de stabilité géochimique différents. Prony Ressources NC souhaite faire évoluer ce stockage pour permettre un stockage de résidus secs. Une concentration des résidus dans le bassin versant de la Kwé Ouest fait ainsi partie des possibles évolutions.

La concentration des dépôts de résidus sur une surface restreinte permet a priori une meilleure surveillance mais introduit également la nécessité d'une surveillance plus étroite du stockage.

Il est également nécessaire de considérer l'évolution chimique des résidus qui sont confinés sous eau mais dont le comportement est susceptible de se modifier graduellement, à la faveur d'une désaturation de ceux-ci ou d'une modification de la qualité des nouveaux apports (résidus secs).

2.4 Traitement de la question posée

La question posée Q4 « Du fait de cette évolution attendue, existe-t-il un risque de toxicité pour l'être humain (captage AEP, baignade...) et pour les espèces vivantes spécifiques à la Nouvelle-Calédonie et au Grand Sud (dont les espèces endémiques), notamment par bioaccumulation ? » a été traitée en 3 parties, en considérant successivement :

- les différentes évolutions attendues des résidus ;
- le risque écotoxique ;
- le risque sanitaire.

Cette question s'inscrit dans la suite de la question 3 (*Quelle est l'évolution attendue sur le court et le long-terme des concentrations des différents polluants issus de l'infiltration dans le milieu naturel ? Quelle est notamment cette évolution dans la Kwé et les sources environnantes (temps de transfert dans les eaux souterraines et de surface)*) et a nécessité de disposer des données issues de la question 3 pour répondre.

Dans cette optique, l'Ineris et le BRGM ont réalisé plusieurs points par visioconférence sur la consistance générale des dossiers. Du fait de l'ampleur de ceux-ci, il n'a pas été possible de recroiser les rédactions avant la transmission à Prony Resources NC des rapports. De ce fait, l'Ineris a réalisé une vérification de la cohérence d'ensemble entre les recommandations émises dans le rapport BRGM (RC-71995-FR_E3_v0_envoi_Prony_290722) et le traitement de la partie « source » réalisé par l'Ineris. L'Ineris ayant réalisé préalablement à cette transmission une analyse d'une partie des documents traitant de la source du panache pour avancer sur la question de la source à considérer, cette analyse est fournie. Cette analyse, nettement moins approfondie que celle produite par le BRGM, a pour but de

fournir le contexte et peut expliquer que les remarques formulées puissent être proches des recommandations générales émises par le BRGM, sans toutefois être identiques. Dans les cas, où une donnée issue du rapport BRGM précité a été utilisée pour compléter l'analyse réalisée, la mention de l'origine de la donnée est notée.

La bioaccumulation a été traitée à partir des données disponibles (qui sont très rares pour ce secteur), les autres risques étant analysés sous l'aspect des risques potentiels, du fait des inconnues encore persistantes sur l'évolution générale du stockage des résidus et des résidus stockés.

Les données disponibles concernant les résidus montrent un effet une forte variabilité de la composition chimique de ceux-ci liée à la qualité des minerais (les teneurs en magnésium du minerai conditionnent les apports d'acides sulfuriques et de calcaire/chaux nécessaires et influencent le process).

3.2 Contexte général

Cette zone se situe dans un contexte général de sol latéritique où l'érosion est importante du fait de la grande vulnérabilité des sols. Celle-ci est principalement liée à la perte de couverture végétale par l'activité minière et les feux. L'importance des précipitations dans la zone de l'extrême Sud est à noter avec un cumul annuel atteignant environ 3000 mm, ce qui induit un contexte très favorable aux infiltrations, aux circulations d'eaux superficielles et souterraines, et à la création et mobilisation des sédiments.

Les phénomènes cycloniques présentent une seconde composante plus aléatoire de la concentration des précipitations, générant des intensités de pluies susceptibles de perturber le fonctionnement hydraulique normal des installations.

3.3 Contexte des eaux de surface

L'extrême Sud est caractérisé par des eaux présentant des caractéristiques de faible minéralisation. Les teneurs en chlorures, sodium et sulfates des eaux sont faibles, ainsi que les teneurs en phosphore et nitrates en contexte non influencé par l'homme.

Le second paramètre est la grande variation des débits lié à des étiages plus ou moins sévères et la présence de forts débits de pointe.

Le secteur étudié est principalement inclus dans le bassin versant de la Kwé (39 km²) qui comprend dans le sous-bassin Ouest, le stockage KO2, l'UPM, la future zone KO4, ainsi que les sous-bassins versants Kwé Nord-Ouest, Nord-Est et Est. Ces derniers sous-bassins de la Kwé ne sont pas inclus dans le secteur étudié.

La zone concernée par le projet LUCY comprend principalement le bassin versant KO2, mais également les bassins KO3 au Nord, et KO1 de la Kwé Ouest (cf. Figure 3).

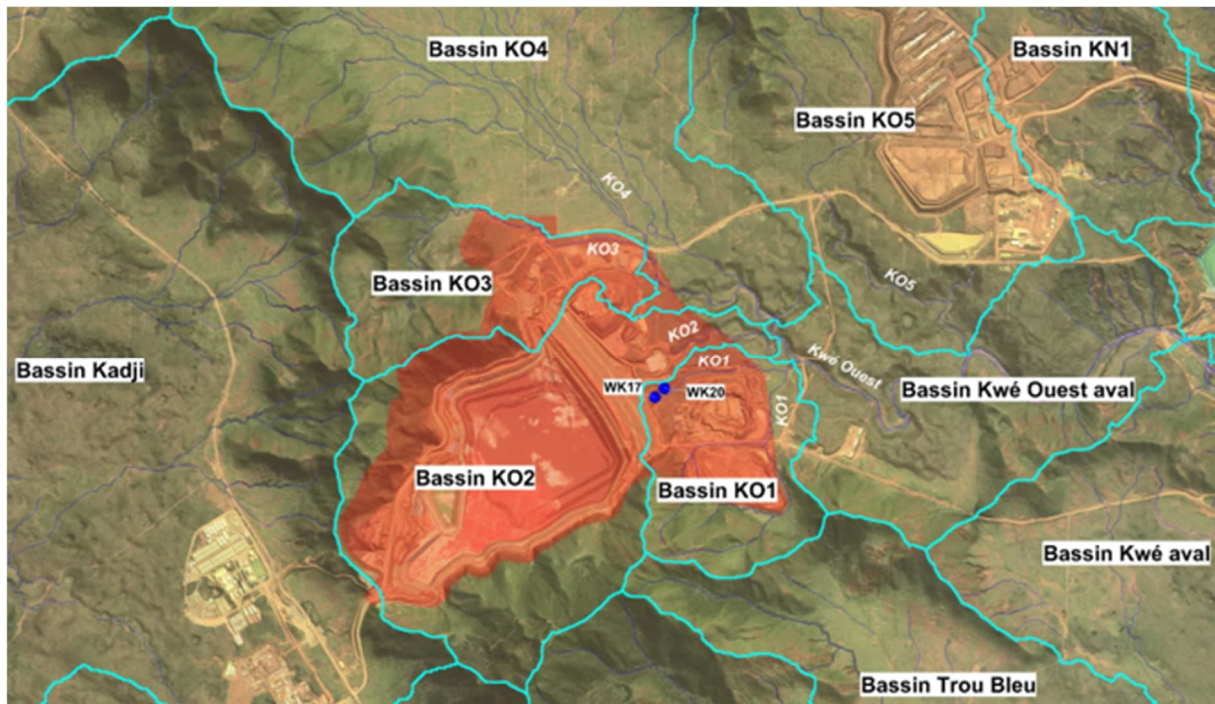


Figure 3 : Extrait du DDAE, livret C, volet 2, emprise du projet LUCY (zone orange) et délimitation des sous-bassins versants

3.4 Relations avec les eaux souterraines

Des relations complexes avec les eaux souterraines sont présentes dans le bassin versant de la Kwé.

On peut distinguer selon les zones une à deux formations aquifères : l'aquifère supérieur dans la cuirasse, à perméabilité et porosité forte surmontant une unité semi perméable (aquitard) constitué par la latérite rouge et jaune, l'aquifère inférieur (principal) correspondant à la saprolite grossière et la partie fracturée du socle. La perméabilité de cet aquifère inférieur est variable mais plus faible que celle de l'aquifère supérieur. Des failles plus ou moins colmatées accompagnées de phénomènes de karstification modifient notablement les circulations générant un système pseudo-karstique. Les dolines participent à ce système karstique.

Les relations nappes rivière ont été étudiées par 2 campagnes de jaugeage des cours d'eaux afin de produire des cartes piézométriques interprétatives (étude A2P, 2012).

Les profils étudiés des tronçons de la Kwé Ouest montrent des relations complexes à proximité et en aval du dépôt de résidus avec des sections à apports (amont, aval) et pertes (milieu) en basses eaux et plutôt en apport ou neutre en hautes eaux.

Deux émergences appelées KW17 et KW20 alimentent de manière pérenne le bassin KO1, dans une zone délimitée de comportement artésien des eaux souterraines.

La partie aval du creek KO2 est également pérenne par l'alimentation en période de hautes eaux par le drainage de l'aquitard latéritique et par les rejets des eaux industrielles stockées du parc à résidus.

Les eaux souterraines représentent un débit de base correspondant à 50% du débit total de la rivière. Elles sont décrites comme circulant en face du dépôt de résidus sous le lit de la rivière (eaux convergentes des bassins KO1, KO2 et KO3) avant d'émerger plus en aval. Cette zone d'émergence sera à rechercher (par mesure de conductivité).

Le débit d'eau souterraine transitant par le bassin KO2 avant de rejoindre le Kwé Ouest est évalué à 0,055 m³/h, soit 11% du débit de base moyen de la rivière (DDAE, livret C, volet 2, Etat initial hydrogéologique, septembre 2016, § 8 Recharge-Bilan hydrologique).

3.5 Contexte lié aux installations de Prony Resources NC

3.5.1 Les installations de Prony Resources NC

La zone d'étude délimitée par Prony Resources NC comprend l'usine, la base vie, le stockage KO2 et l'UPM, soit l'ensemble des installations à l'exception de la mine.

Prony Resources NC exploite le minerai latéritique et saprolitique pour la production de Nickel Hydroxyde Cake (NHC) par procédé d'hydrométallurgie.

Le minerai extrait de la mine est mis sous forme de pulpe après criblage, broyage dans l'unité de préparation du minerai (UPM). Cette pulpe est alors transportée par voie liquide vers l'usine où elle est traitée (lixiviation à l'acide sulfurique sous pression). Une neutralisation est réalisée à la chaux qui génère une production importante de gypse sous forme de résidus. Le traitement du minerai génère ainsi des effluents liquides et des résidus à fractions solides.

L'unité 285 de l'usine produit des résidus à fraction solide qui sont stockés dans le parc à résidus KO2 de 130 ha. Une évolution du stockage des résidus est prévue dès 2022 avec une unité de filtre presse permettant d'obtenir des résidus secs qui seront stockés au droit du stockage actuel.

La variation de la qualité du minerai (sa teneur en magnésium en particulier) modifie l'intensité du traitement nécessaire et influence la quantité de sulfate créée dans les résidus.

4 Données d'entrée liées au stockage KO2 et à ses évolutions potentielles

4.1 Evolution des traitements

La réunion de cadrage réalisée le 8 mars 2022 avec Prony Resources NC a permis de préciser certains points concernant l'évolution attendue des installations.

Le stockage a fait l'objet d'un dossier de demande d'autorisation et d'une expertise en 2007 pour le stockage de résidus humides. Les éléments de ce dossier constituent l'état initial des données, comprenant en particulier les questions liées au comportement du chrome des résidus humides et au recensement des dolines dans ce secteur (qui constituent des points particuliers spécifiques de cette zone).

Le stockage KO2 arrivant à la fin de sa durée prévisionnelle d'exploitation en 2022, le projet LUCY 1.0 a été déposé. Il comprend la création d'une verse à résidus en aval du barrage KO2 et l'assèchement des résidus contenus dans le parc KO2 pour permettre l'ajout de résidus secs.

L'ajout de résidus secs aura pour conséquence de modifier le comportement géochimique des résidus, protégés par la lame d'eau en surface de l'oxydation. Une progression lente d'une zone non saturée serait prévisible.

Un second projet (LUCY 2.0) est à l'étude. Il partage avec LUCY 1.0 les installations prévues à savoir la verse à résidus asséchés en aval du barrage KO2 et une usine d'assèchement des résidus. Des ajouts de flocculants spécifiques sont à l'étude.

La zone de stockage des résidus asséchés, qui reste à définir, comporterait un capping pour récupérer les eaux de ruissellement et des drains pour collecter les eaux de ressuyage des résidus asséchés. Le bassin KO2 resterait avec des résidus humides.

Le comportement des résidus asséchés fait encore l'objet d'étude pour limiter les risques d'évolution des minerais et de relargage des fractions solubles (de sulfates de magnésium et de calcium essentiellement).

Une des difficultés de l'assèchement des résidus est liée au contexte climatique (cumul de précipitations de 3000 mm) qui génère des apports conséquents lors de la saison des pluies sur le bassin versant de la Kwé et sur le parc KO2.

La question liée à l'évolution potentielle du panache est ici décomposée en 2 termes :

- L'évolution court terme qui comprend la poursuite du stockage actuel et son évolution vers les projets LUCY 1.0 / LUCY 2.0
- L'évolution à plus long terme, pour un horizon de 10 ans, liée à l'évolution du stockage actuel et des projets LUCY 1.0 / 2.0.

Cette évolution a été traitée sous la forme des risques potentiels liés aux 2 formes (les résidus humides et les résidus secs).

4.2 Evolution du relargage et de l'entraînement des résidus

4.2.1 Facteur climatique et bilan hydrique

Le climat de la Nouvelle Calédonie est marqué par une saison chaude et humide, dite saison des cyclones de novembre à avril, se poursuivant par une saison de transition encore humide d'avril à mai, une saison fraîche de mai à septembre, puis une saison sèche de septembre à novembre. Le climat est également soumis à deux phases cycliques, tous les 3 – 4 ans, spécifiques au Pacifique, El Nino et La Nina qui modifient la circulation des alizés et des précipitations. Les précipitations sont importantes à la pointe Sud (environ 3000 mm) et liée à l'exposition du relief aux alizés

Les cyclones affectent également la Nouvelle Calédonie, avec des cumuls importants tous les 3 - 4 ans (450 mm en 24 h à Goro en janvier 2011 (dépression Vania))

Des écarts de l'ordre de 2 – 3 ont été observés sur les stations de références du secteur entre les années les plus humides et les plus sèches, sur une période de référence de 20 ans (1990 -2009).

Ces données, extraites de la synthèse climatologique (A2P Roche, 2012) démontrent que des événements pluvieux intenses sont susceptibles d'interagir avec la gestion des eaux pluviales sur le secteur du stockage des résidus.

Une modélisation du bilan hydrique annuel moyen, présentée dans le dossier de demande d'autorisation de 2007, pour le parc à résidus fournit les principaux paramètres du fonctionnement du système (cf. Figure 4).

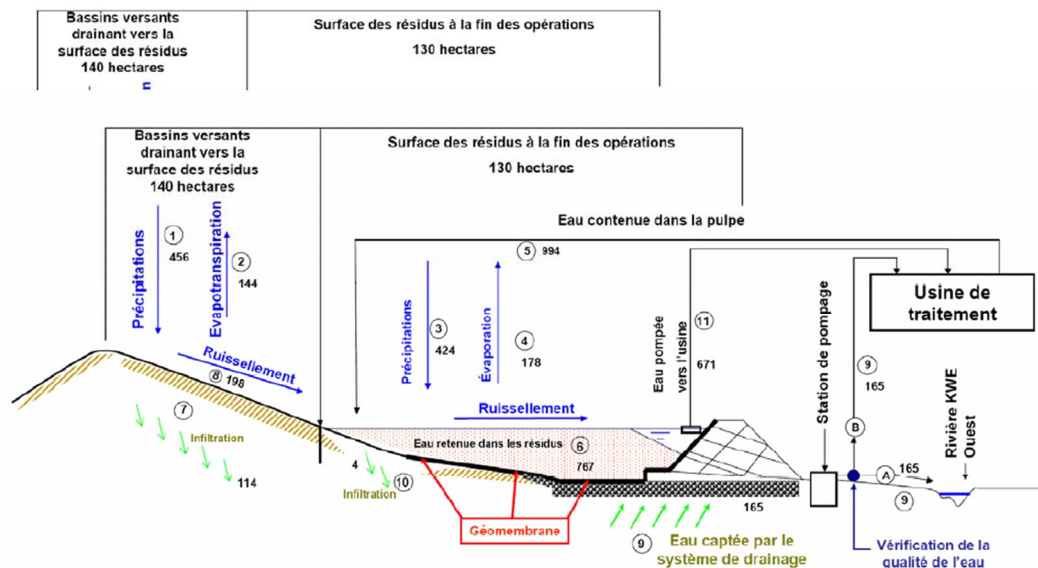


Figure 4 : Schéma du bilan hydrique annuel moyen au parc à résidus (DDAE, daté du 01/02/2007).

Elle fournit ainsi un cadre au fonctionnement envisagé en 2007 du parc KO2O2

Dans les faits, des fuites de l'eau interstitielle dues probablement au percement de la géomembrane au niveau du parc à résidus ont été constatées ainsi que le déplacement d'un panache d'éléments métalliques dissous, qui est observé sur les ouvrages du réseau de suivi des eaux souterraines situé en aval. Une fraction des fuites est captée sous la géomembrane par un système de drains. L'évaluation de l'évolution des fuites est complexe du fait des multiples facteurs physiques (niveau de la nappe, alimentations météoriques, niveau d'eau libre dans le bassin, colmatage, évolution de la géomembrane) et physico-chimiques (dissolution / précipitation des sulfates). Un calage des modèles est donc nécessaire sur les fuites constatées, avec un pouvoir prédictif faible pour évaluer l'évolution de ces fuites.

Nous considérons par la suite le terme « source » en tant que potentiel de contamination en tentant de comparer le comportement des résidus humides et des résidus secs, sachant qu'un contrôle hydrique de la source reste possible par l'exploitant dans une certaine mesure (sans engendrer de désaturation).

4.2.2 Relargage des résidus humides

Les résidus atteignent le parc avec une teneur moyenne en solides d'environ 15 -20 % (VALE, NC, 2016). Une fraction de l'eau qui accompagne les résidus va s'infiltrer au sein de ceux-ci.

Les résidus ont fait l'objet de plusieurs études entre 2003 et 2007 reprises dans le DDAE de septembre 2007. Il faut mentionner l'apparition de Cr VI dans l'eau du surnageant lors de la phase d'étude des résidus de l'usine pilote, notée comme fonction des conditions redox de formation et neutralisation. Une étude spécifique explicite la formation de Cr VI par une étape d'oxydation à l'air libre des hydroxydes de manganèse qui réagissent ensuite lors des pluies avec le Cr III dissous pour former des traces de Cr VI. Le maintien d'un pH de neutralisation de 7 (en remplacement du pH de neutralisation de 9,5 de l'usine pilote) a ainsi été préconisé.

Les quantités formées en surface sont récupérées et traitées (par décantation et renvoi vers l'unité de traitement des effluents).

Les caractéristiques chimiques des eaux interstitielles produites lors de la phase de consolidation sont connues ont été évaluées pour la DDAE de 2007, mais on dispose de valeurs plus récentes de caractérisation de la phase solide et liquide des résidus humides produits par une étude statistique issue du fonctionnement de l'unité 285 entre janvier et juin 2016.

Si la phase solide est représentée essentiellement par Fe (32,5%), puis Ca (8%) et S (7,1%), la phase liquide est dominée par S (4700 mg/l), puis Mg (3200 mg/l) et Ca (466 mg/l), les sulfates de magnésium représentant ainsi une part très importante des ions en solution. Concernant les métaux présents dans la phase liquide, si le chrome est présent à une teneur inférieure à 0,1 mg/l, le manganèse et le nickel atteignent respectivement des teneurs de 174 mg/l et 0,9 mg/l.

Les variations de minerai et les modifications apportées au traitement ont entraîné une augmentation des concentrations en sulfates avec des concentrations pouvant atteindre 30 g/L dans le parc à résidus.

4.2.3 Relargage des résidus secs

Le relargage des nouveaux résidus secs a été étudié dans le cadre du projet LUCY où ceux-ci ont été comparés aux résidus humides produits par l'unité 285.

La typologie des résidus humides faisant fonction de référence change assez fortement selon les approvisionnements et la formation de 5 classes chimiques pour la phase solides des résidus (3 classes pour la phase liquide) a été nécessaire. Les teneurs en Mg du minerai influencent les apports d'acides sulfuriques et de calcaire/chaux nécessaires pour respectivement la lixiviation puis la neutralisation des résidus.

Le « pilote LUCY » est représenté par une petite unité d'assèchement du résidu humide de marque OUTOTEC qui a été déployée en mai 2015 et a produit un volume de résidus asséchés permettant de comparer la phase liquide de la pulpe de l'unité 285 avec les éluats produits par les résidus asséchés.

La composition chimique ne varie pas significativement pour la phase solide du fait des traitements appliqués (filtre-pressé).

L'éluat de LUCY apparaît moins concentré en métaux que la phase liquide de la pulpe.

Des analyses des caractéristiques chimiques des éluats de 48 échantillons produits entre le 18 février et le 8 avril 2016 ont montré une relative constance pour certains paramètres (Ca, Mg, S dont le coefficient de variation (CV) est compris entre 5 et 25 %), teneur proportionnelle à la teneur dans la phase solide alors que d'autres présentent des variations plus fortes (Cr, Cr(VI), Mn, CV entre 85 et 245 %), indépendantes de la teneur dans la phase solide).

La comparaison de paramètres statistiques entre l'éluat obtenu à partir des résidus asséchés et les mêmes paramètres statistiques pour les eaux superficielles dans le secteur de Goro, et les eaux souterraines dans les compartiments latéritiques (aquifère superficiel) et saprolitique (aquifère profond) montre que les éléments formant la charge dissoute (Ca, Mg, SO₄) des éluats des résidus sont notablement plus importants (et plus spécifiquement les paramètres Ca et SO₄), présentant un ratio de plus de 300 avec les eaux naturelles du secteur, qui sont peu minéralisées.

La comparaison avec les limites de rejets de l'arrêté d'exploitation de 2008 du parc à résidus (n°1466-2008/PS) montre des dépassements pour les paramètres Cr(VI) et Mn, qui restent limités en fréquence (3 %) pour le Cr(VI) et significativement plus nombreux pour le manganèse (55).

Des études de solubilisation du résidu asséché par contact avec des eaux de ruissellement ont été conduites également sur 3 teneurs en gypse (20 %, 30 %, 40 %) en considérant des résidus mis en place et compacté sur environ 10 cm et des cycles d'humidification et séchage. Une lame d'eau déminéralisée sensée reproduire des conditions humides a été échantillonnée et suivie. On observe une solubilisation progressive du chrome, présent essentiellement sous la forme Cr(VI).

Du fait de la durée limitée des périodes de séchage et de mise en eau, l'extrapolation proposée des données semble délicate, nous proposons qu'une phase pilote soit réalisée sur une zone en comparaison d'une zone témoin et comportant si possible un lysimètre (pour la part d'eau percolée) afin de mieux évaluer les évolutions du manganèse et du chrome, qui vont dépendre de l'évolution des phases présentes à la surface.

Ces études ont été réalisées sur les résidus liés au process prévalant en 2016, soit avant l'arrêt de la raffinerie. Le mémorandum sur la mise en sommeil de la raffinerie- impact sur la qualité des effluents- (Prony Resources NC, 2020) montre que la teneur en sulfates de la fraction liquide des résidus

augmente de valeurs de 10 - 15 g/l à des valeurs de 20 - 30 g/l et est expliquée par l'augmentation souhaitée de la teneur en magnésium dans ces eaux (d'une valeur de l'ordre de 2 g/l à une valeur de 3 - 4 g/l), le sulfate de magnésium ne constituant pas un souci pour le milieu marin (constituant de l'eau de mer).

Il faut également noter la forte teneur moyenne en gypse (32 %) du résidu sec, le restant étant essentiellement constitué d'hématite (68 %) (Golder, 2019). Le caractère pondéreux de ces 2 fractions potentiellement valorisables (gypse et minerai de fer) réduit les possibilités de valorisation de ces 2 fractions à la zone géographique proche, le coût du transport réduisant les opportunités de valorisation.

4.2.4 Erodabilité des résidus secs

L'érodabilité du résidu asséché par les eaux de pluie a aussi été testée par un dispositif reproduisant de manière simplifiée l'action érosive des eaux de pluie sur 3 classes de teneurs en gypse (20%, 30% et 40%).

Les pentes utilisées (2 et 20%) et les teneurs en gypse se conjuguent pour augmenter la charge particulaire récupérée. Une comparaison avec un témoin (latérite) serait utile pour évaluer l'impact réel de la présence en surface des résidus secs. L'exploitant indique que des valeurs de référence pour la latérite sont disponibles dans la littérature (LANDLOCH, 2004, étude non fournie).

4.2.5 Evolution des concentrations

La question de l'évolution des concentrations comprend plusieurs composantes liées à cette évolution.

Des modélisations ont été réalisées. L'évolution du minerai (part de saprolite) ainsi que le passage réalisé de la production de NiO au NHC, ne sont pas prises en compte dans le terme source de ces modélisations.

On peut constater que la teneur moyenne en sulfates de l'eau de percolation (1,7 g/l) du terme source semble faible au regard de la composition en sulfate des résidus secs. Cette teneur en sulfate va dépendre essentiellement de la teneur en magnésium des résidus, qui va permettre de former des sels très solubles, les solubilités de $MgSO_4$ et de $CaSO_4 (H_2O)_2$ atteignant respectivement 357 g/L (à 25 °C) et 2,05 g/l (à 20°C).

Les débits de fuite fonction du volume d'eau libre ont fait l'objet d'une rétro-modélisation pour reproduire des concentrations réellement observées dans les 4 zones de drainage.

Du fait de ces incertitudes sur le terme source, les évolutions semblent difficiles à prédire mais les facteurs identifiés comme des paramètres majeurs (tel que la quantité d'eau libre dans les bassins augmentant la charge hydraulique) fournissent des paramètres d'ajustement du projet, indépendamment de la justesse du calage.

Le document « Analyse prévisionnelle de l'extension du panache de sulfate en aval du parc à résidus sur la période 2018-2023 », VALE, décembre 2017 a repris les modèles précédemment développés pour réaliser une estimation de l'extension du panache en considérant 3 couches.

La phase de calage a confirmé la faible inertie des hydrosystèmes souterrains, supportée par les variations importantes de concentration observées sur les 4 zones des drains disposés sous la géomembrane.

Une évolution prévisionnelle de la teneur en sulfates est alors calculée pour les piézomètres, avec l'atteinte d'un semi-palier pour la source WK17 et pour les piézomètres de contrôle.

Il est indiqué par les résultats de la modélisation que la concentration en sulfate devrait continuer à augmenter dans les eaux souterraines vers une valeur plafond de l'ordre de 800 mg/l.

Au droit de la station KOL, les concentrations en sulfates de la rivière Kwé Ouest devraient rester inférieures à 190 mg/l, valeur qui constitue néanmoins une augmentation importante par rapport aux teneurs initiales.

L'atteinte d'un palier telle que prédite va dépendre essentiellement de 2 paramètres :

- L'évolution de la teneur en sulfates des eaux de percolations, dépendante du traitement et de la qualité de minerai traité ;
- La gestion du niveau d'eau libre, la hauteur de la lame d'eau du surnageant, qui devrait se réduire du fait de la baisse des niveaux d'eau libre stockée dans le parc à résidus, réduisant ainsi le gradient hydraulique.

L'évolution des concentrations calculée avec la période de calage semble pertinente. Les teneurs mesurées restent inférieures aux teneurs calculées avec des hypothèses majorant les débits sur certains secteurs.

Il reste toutefois difficile d'évaluer la zone de mélange véritable des eaux susceptible d'impacter la Kwé, du fait des circulations d'eaux souterraines mentionnées comme possibles sous la Kwé (déconnexion). Comme mentionné, nous préconisons de réaliser un suivi des conductivités en bordure de la Kwé Ouest pour obtenir la zone de mélange effective des eaux, qui pourra donc se situer plus en aval sur la Kwé Ouest, dans le but de mieux cibler la zone cible à problème potentiel d'écotoxicité

Il serait toutefois nécessaire de considérer également les autres sources dans le bassin versant de la Kwé, susceptibles également de générer des apports, telles que l'UPM. Ces apports complémentaires sont fonction de la qualité des eaux utilisées et des flux de matériaux. Les éventuels rejets de cette UPM seront néanmoins suivis par des points en aval sur la Kwé (point 4-N), en complément des points 3-E et KOL de suivi de la qualité de la Kwé en aval du parc à résidus.

Une évaluation des apports en Ni et Cr serait utile pour compléter l'évaluation réalisée.

Si l'on considère la période court terme à l'horizon de 2 - 3 ans et une période long terme de 10 ans, les variations de teneurs vont dépendre de la gestion des eaux libres et de la surface aménagée pour recevoir les futurs résidus secs qui vont également constituer une nouvelle source d'apports.

Il est donc attendu une « pseudo-stabilisation » (augmentation et atteinte d'un palier, puis décroissance) à court terme dépendante de la gestion du terme source « résidus humide » (des résidus humides (de la fraction solide et liquide), des arrivées d'eaux météoriques et de la gestion des eaux de process), mais l'évolution à plus long terme dépendra des options de management des résidus secs (teneurs des eaux de percolation, surface développée des dépôts secs en contact avec les eaux météoriques, superficielles (gestion des eaux pluviales) et les eaux souterraines (gestion des sources et émergences dans le secteur aval du parc KO2).

Cette pseudo stabilisation suppose également que la dissolution des sulfates des résidus ne génère pas dans le temps un accroissement de la perméabilité des matériaux dans des zones de passage préférentiel. Nous proposons donc de vérifier l'absence de circulations préférentielles. Une piste serait de contrôler les réponses impulsionnelles des débits des drains en réalisant des mesures automatisées des débits à fréquence élevée (toutes les 30 minutes a minima), en contrôlant à la même fréquence les niveaux de 3 piézomètres localisés sur un axe passant de l'amont du parc à son aval.

Une réduction significative du gradient hydraulique du parc KO2 constitue un levier de diminution des flux et donc des teneurs en aval, ainsi que le type de minerai traité (le minerai de type saprolitique paraissant plus riche en magnésium et donc générant plus de fractions solubles). L'exploitant indique que le plan minier prévoit moins de traitement de saprolite que de limonite et que la teneur en MgO devrait diminuer.

5 Analyse des risques écotoxicologiques

5.1 Contexte de l'analyse

Les eaux de surface de la Kwé Ouest sont alimentées par les eaux souterraines au droit de l'installation de stockage des résidus solides (parc KO2). Une géomembrane assurait initialement la protection des eaux souterraines du risque d'infiltration d'eaux contaminées par les résidus du parc KO2. Le percement de cette géomembrane en plusieurs endroits, depuis de nombreuses années, serait à l'origine de la contamination des eaux souterraines au droit du parc KO2.

A partir de 2016, les concentrations en anions et cations majeurs ainsi que certains métaux ont augmenté de manière significative à la station de mesure 3-E, directement en aval du parc KO2.

Au niveau de cette station, les concentrations en sulfates les plus élevées ont été atteintes en 2019 avec une concentration maximale de 618 mg/L et une valeur moyenne de 354 mg/L.

5.2 Analyse des valeurs et des références utilisées

Ces concentrations se révèlent nettement supérieures aux valeurs guides environnementales (VGE) proposées pour les eaux douces de surface¹. Deux valeurs ont été proposées en fonction de la dureté de l'eau, sur la base de la méthode d'extrapolation statistique comme préconisé dans le guide technique européen pour l'établissement des normes de qualité environnementales². Ces VGE, qui correspondent aux valeurs en deçà desquelles 95 % de espèces seront protégées, sont égales à 28 mg/L et 56 mg/L, respectivement pour des classes de dureté (exprimées en mg/L de CaCO₃) : classe 1 < 50 mg/L et classe 2 : > 50 mg/L et < 100 mg/L. A titre d'information complémentaire, la norme de qualité pour la protection de la santé humaine via la consommation d'eau potable est égale à 250 mg/L pour les sulfates. Sur la base des informations disponibles, il s'avère que les données de dureté positionneraient la Kwé dans la classe 1 et qu'il conviendrait de considérer une VGE de 28 mg/L.

Les capacités de bioconcentration par voie passive, de bioaccumulation et de bioamplification de sulfates sont considérées comme négligeables.

Les mesures effectuées à la station immédiatement en aval de la station 3-E (station KOL) font apparaître une diminution significative des concentrations en sulfates avec des valeurs maximales mesurées n'excédant pas 66,8 mg/L (mesurée en 2018) et des valeurs moyennes compatibles avec la VGE (26,6 mg/L en 2018 et 17,9 mg/L en 2019). Ces constats ont été établis sur les données disponibles jusqu'à 2019. Il conviendrait de disposer des dernières mesures effectives afin d'évaluer si cette tendance se confirme. Les valeurs mesurées à la station KOL en 2020 indiquent des concentrations en sulfates comprises entre 12,7 mg/L et 67,7 mg/L, avec une moyenne de 27,1 mg/L (source citée dans le rapport BRGM RC-71995-FR_E3_v0_envoi_Prony_290722 : rapport annuel 2020 de suivi des eaux de surface – PRNC, 2021b)

Dans le cadre de l'impact des projets de stockage de résidu asséché sur la qualité des eaux de la rivière Kwé Ouest, les effets environnementaux sont comparés pour les sulfates aux valeurs guides de toxicité chronique (190 mg/L) et aiguë (1900 mg/L) issues de l'étude CSIRO de 2003. S'il est clairement indiqué que celles-ci n'ont aucune valeur réglementaire, il apparaît également que ces valeurs ne peuvent être considérées comme protectrices pour les espèces dulçaquicoles au regard d'autres sources bibliographiques, notamment les valeurs guides environnementales déterminées par l'Ineris. Il conviendrait donc de réactualiser la comparaison des modélisations effectuées pour les projets LUCY 1.0 et 2.0 avec des valeurs guides plus représentatives et établies avec une méthodologie éprouvée. Les conclusions reprises dans le document VALE 2020 : « *A dispositif de protection des eaux souterraines équivalent, le projet LUCY 2.0 présente une performance environnementale significativement dégradée par rapport au projet LUCY 1.0. La concentration moyenne attendue dans la rivière Kwé Ouest est de l'ordre de 128 mg/l contre 45 mg/l pour LUCY 1.0. Le nombre de jour de dépassement du seuil écotoxicologique chronique passe de 11 jours à plus de 36 jours. Le seuil écotoxicologique aigu pourrait également être dépassé au cours des étiages sévères* » sont donc jugées

¹ <https://substances.ineris.fr/fr/substance/2117>

² <https://circabc.europa.eu/ui/group/9ab5926d-bed4-4322-9aa7-9964bbe8312d/library/ba6810cd-e611-4f72-9902-f0d8867a2a6b/details>

comme obsolètes. La durée des périodes pour lesquelles les VGE sont dépassées pourrait être significativement plus élevée et représenter la situation majoritairement observée.

Nous pouvons également noter la bonne cohérence des approches de l'Ineris et du BRGM. Il est ainsi mentionné dans le rapport BRGM RC-71995-FR_E3_v0_envoi_Prony_290722 que

« *Même si le volet « toxicité et écotoxicité » ne fait pas partie de la présente expertise, le BRGM souligne le fait que les hypothèses retenues reviennent à considérer que les concentrations dans la Kwé Ouest, au niveau de KOL, soient du même ordre de grandeur que les seuils de toxicité chronique ».*

La station 3-E est également celle où l'on mesure les concentrations les plus élevées en nickel avec des amplitudes de concentrations équivalentes sur les années 2018 et 2019 mais avec une concentration moyenne plus faible en 2019 (0,07 mg/L en 2019 pour 0,116 mg/L en 2018).

La directive 2013/39/UE du Parlement Européen et du Conseil définit une norme de qualité environnementale pour le nickel et ses composés, exprimée en valeur moyenne annuelle (NQE-MA) : 0,004 mg/L et norme de qualité environnementale exprimée en concentration maximale admissible (NQE-CMA) : 0,034 mg/L. Ces concentrations sont définies sans toutefois considérer les concentrations de fond naturelles.

Les teneurs en chrome et manganèse apparaissent assez faibles aux stations 3-E et KOL avec toutefois quelques concentrations plus élevées pour le manganèse au niveau de KOL (jusqu'à 0,69 mg/L).

De manière générale, les références aux valeurs de seuils de toxicité chroniques et aiguës utilisées dans le cadre de l'évaluation de risques mise en œuvre sont anciennes ou peu adaptées (CSIRO (2003) pour Mg, SO₄, Mn ; valeur limite de rejets pour le Cr VI, US EPA 1995 (Ni), Diamond & al, 1992 (Co)). Nous proposons donc, comme dans le cas de l'étude du milieu marin, de mettre à jour ces références à partir d'une étude bibliographique exhaustive et de se référer aux bases de données sur les substances chimiques (eChemPortal, ECHA CHEM...).

5.3 Suivi biologique et ripisylve

La qualité biologique des eaux de la station 3-B (sous influence du parc à résidus) reste passable, sans évolution significative entre 2016 et 2019 en ce qui concerne le suivi des macroinvertébrés.

Une station de suivi de la ripisylve (SR04) est localisée sur le Kwé Ouest à environ 1500 m du projet LUCY. La ripisylve est décrite comme un maquis rivulaire sur sol ferrallitique cuirassé à peuplement de *Callitris pancheri*. Les espèces sensibles recensées sont *Callitris pancheri* et *Dracophyllum cosmelioides*.

Du fait des inconnues concernant le comportement de ces espèces à la modification des 2 paramètres envisagés (réduction de débit, modification du faciès chimique des eaux dont l'élévation des teneurs en sels), nous préconisons donc de maintenir le suivi en fin de saison humide et fin de saison sèche pour détecter un stress hydrique éventuellement amplifié par la modification de faciès des eaux.

5.4 Propriété HP 14 écotoxique des résidus miniers

Le rapport du LIEC (2017) a été considéré dans le cadre de la question 4. L'étude réalisée avait pour objectif d'évaluer la dangerosité des résidus miniers au regard de la réglementation déchets dangereux pour la propriété HP 14 « écotoxique ».

De manière générale, l'évaluation de la dangerosité d'un déchet s'appuie sur une stratégie de classification par étapes avec l'attribution d'un code de la liste européenne des déchets puis, dans le cas, où le code déchet ne correspond pas à une entrée stricte « déchet dangereux » ou « déchet non dangereux » (cas des entrées miroirs ou si aucun code n'est approprié), il convient d'évaluer sa dangerosité pour les 15 propriétés de danger (HP 1 à HP 15). Ces propriétés de danger sont fixées par la directive cadre déchets (2008/98/CE), modifiée par le règlement (UE) n°2017/997 et la directive (UE) 2018/851.

Pour la propriété HP 14 « écotoxique », le règlement 2017/997 présente une méthode d'évaluation de la propriété HP 14 par calcul, basée sur la connaissance en substances des déchets. Il prévoit toutefois qu'une approche expérimentale puisse également être appliquée pour évaluer cette propriété. Dans ce cas, les résultats priment sur l'évaluation par calcul. De plus, la communication de la Commission (2018/C 124/01) indique qu'aucune démarche européenne harmonisée pour la caractérisation

écotoxicologique des déchets n'est disponible et que « *dans l'attente de nouvelles directives de l'Union Européenne, il appartient aux États membres de décider, au cas par cas, de l'acceptabilité des résultats de la caractérisation écotoxicologique des déchets sur la base d'essais biologiques et, le cas échéant, de considérations sur la biodisponibilité et la bioaccessibilité, ainsi que de l'interprétation à leur donner* ».

Pour son évaluation de la dangerosité des résidus miniers, le LIEC a repris l'approche expérimentale nationale intégrant des essais d'écotoxicité aquatique sur l'éluat du déchet et d'écotoxicité terrestre sur les résidus miniers.

Les résultats obtenus à la fois sur les organismes aquatiques et terrestres font apparaître une faible toxicité des résidus et de l'éluat généré. L'algue verte unicellulaire d'eau douce *Raphidocelis subcapitata* s'est révélée comme l'espèce la plus sensible. Toutefois, même pour cette espèce, la valeur de CE20 déterminée ne conduirait pas à classer le déchet comme dangereux.

Il est important de rappeler que l'éluat des résidus miniers a été obtenu en appliquant un essai de lixiviation appartenant à la catégorie des tests de conformité (ratio liquide/solide de 10, agitation 24 heures). Ceux-ci intègrent un nombre limité de facteurs agissant sur le comportement à la lixiviation et permettent, pour l'essentiel de vérifier que le déchet respecte des seuils de référence spécifiques (ex. : seuils d'admission des déchets dans les décharges). Ces essais, réalisés pour déterminer la propriété HP 14 « écotoxique » dans le cadre de la réglementation déchets dangereux, n'ont clairement pas pour objectif d'évaluer le comportement à court et à long terme des déchets en matière de lixiviation. De plus, dans le cas de cette étude aucune caractérisation de l'éluat n'a apparemment été réalisée (pH, conductivité, dureté, fraction soluble...). Les données d'écotoxicité obtenues sur les organismes d'eau douce ne doivent donc pas être extrapolées au comportement des résidus *in situ* et pour les impacts potentiels sur l'environnement sous influence du parc à résidus.

5.5 Avis de l'Ineris

Le point le plus important concerne le choix de l'utilisation de valeurs de référence. Les références utilisées sont anciennes ou peu adaptées et ne permettent pas de qualifier les risques.

Nous proposons donc qu'une étude bibliographique et qu'une consultation des bases de données sur les substances chimiques soit réalisée pour mieux établir les valeurs de référence de toxicité aigüe et chronique.

A partir de ces valeurs, il sera alors possible d'évaluer les tronçons de la Kwé Ouest, voire de la Kwé principale, qui seront potentiellement impactés. Les valeurs guides proposées pour le sulfate montrent que le tronçon de la Kwé Ouest compris entre la station 3-E et la station KOL présente des risques d'écotoxicité chronique pour une fraction non négligeable de l'année, correspondant probablement à la fin de la saison sèche (période d'étiage). L'évaluation serait à conduire de façon détaillée pour les autres éléments.

Un accroissement puis une stabilisation de la longueur de la Kwé impactée d'une part, et de la durée des dépassements des seuils de toxicité chronique d'autre part, sont attendus à court terme pour les sulfates. La décroissance ultérieure sera dépendante des options de gestion des résidus secs.

6 Analyse des risques sanitaires

6.1 Champs de l'analyse critique et méthode

Les aspects sanitaires de la question 4 sont traités en considérant un scénario d'exposition représentatif des usages, en utilisant les enseignements provenant des études du risque sanitaire lié à la consommation des poissons d'eau douce. L'avis de l'Ineris est donné sur la base des éléments factuels présentés dans l'ensemble des documents fournis par Prony Resources NC. L'expertise n'a pas vocation à se substituer aux études, notamment pour compléter d'éventuelles lacunes, ni à réaliser des synthèses de ces études, mais d'analyser la méthode employée, les hypothèses formulées et les éventuelles limites.

En cohérence avec les documents de référence, l'analyse critique veille au respect des principes généraux suivants dans les différentes études mise à disposition de l'Ineris :

- le principe de prudence scientifique : par exemple pour démontrer l'absence de situation préoccupante, en cas de connaissances insuffisantes, des choix majorant raisonnablement les risques estimés doivent être effectués ;
- le principe de proportionnalité : le degré d'approfondissement de l'étude est proportionné aux risques attendus ;
- le principe de spécificité : le contenu de l'étude est adapté aux spécificités du site et de son environnement ;
- le principe de transparence : les hypothèses, données et outils retenus doivent être explicités et justifiés, de manière compréhensible par les lecteurs de l'étude.

Les documents consultés sont présentés en annexe 1.

6.2 Enjeux potentiels et voies d'expositions au droit de la zone d'étude

Les documents fournis par Prony Resources NC ne permettent pas de statuer sur les enjeux sanitaires au niveau de la zone de l'étude.

En effet les informations sur les voies d'expositions, les usages et les enjeux disponibles dans les documents fournis par Prony Resources NC sont limités. Il a été rapporté dans la DDAE de 2007 (Dossier de demande d'autorisation d'exploiter du projet GORO Nickel, Etude d'impact, volume III, section A, chapitre 9) que la pêche en rivière n'est pas courante, le poisson étant plus abondant dans les lagons. Concernant l'eau potable, le même document, fait référence à un captage AEP des eaux superficielles au niveau de la Kwé Ouest mais l'Ineris ne dispose pas d'informations sur l'utilisation actuelle de ce captage. D'après l'exploitant, ce projet de captage pour des besoins internes n'a pas été mis en œuvre. Par ailleurs, le DDAE du projet LUCY précise qu'il n'y pas d'usages en eaux souterraines recensés dans le secteur d'étude ou en aval (VALE, 2016, livret C, volet 2).

Enfin, d'après la DDAE de 2007, la tribu qui gérait le gîte de Port Boisé produit sur place des denrées alimentaires dont la part d'autoconsommation représentait 70 % mais aucune information sur l'origine des eaux utilisées dans la culture et/ou l'élevage n'est fournie.

Compte-tenu de ces éléments, de la situation géographique du site et des vecteurs de transferts des contaminants depuis le parc à résidus (eaux souterraines, eaux superficielles et sédiments des cours d'eau) (et de l'UPM), l'exposition humaine à ces contaminants se ferait potentiellement via :

- la consommation d'espèces aquatiques issues de la pêche en rivière au niveau de la Kwé Ouest ;
- la consommation d'eau provenant de captages AEP des eaux souterraines et/ou superficielles en aval du parc à résidus (et de l'UPM) ;
- la consommation de denrées alimentaires autoproduits dont les eaux qui ont servies à l'arrosage ou à l'abreuvement auraient été captées en aval du parc à résidus ;
- la consommation d'organismes benthiques (bivalves ...) pêchés dans la baie de Port Boisé qui pourraient être contaminés par des sédiments provenant de la zone aval du parc à résidus, ceux-ci étant a priori plus impacté que les poissons ;
- en l'absence de zones de baignade relevées sur le secteur de la Kwé, ce mode d'exposition n'est pas retenu pour la baie de Kwé. Il est à voir pour la baie de Port Boisé ;

- Il en est de même pour l'exposition par inhalation de poussières générés par de résidus, du fait de l'absence de population à proximité de la zone.

Mais cette liste de voies d'exposition, définies selon des hypothèses préliminaires, nécessiterait d'être confirmée par une enquête de terrain récente sur le secteur élargi de la baie de Kwé et de Port Boisé.

Dans un rapport de 2011 l'observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (ŒIL) recensait les usagers de la zone d'étude, à partir d'une enquête « sociale » datant de 1997, qui avait alors été actualisée par des entretiens menés auprès de personnes de la commune de Yaté.

L'œil indiquait ainsi que « la rivière Kwé (était) principalement fréquentée par les habitants... situé à proximité. L'essentiel de l'activité des riverains (était alors) localisé à l'aval... (Cependant) cette fréquentation (restait) occasionnelle du fait du site minier ».

La majorité des activités enregistrées en aval (étaient) des activités récréatives : pêche en rivière (lochons), baignade aux alentours de l'embouchure et quelques cultures traditionnelles recensées à proximité des berges. En 2011, la pratique de la pêche concernait cependant majoritairement les poissons de mer.

Compte-tenu de l'évolution des pratiques au cours du temps, il est nécessaire d'actualiser ces éléments pour connaître les usages actuels et leur importance.

Une communication orale de N. Charpin de juillet 2022, hydrobiologiste qui réalise des relevés de faune dulcicole dans les rivières du secteur (et qui connaît donc relativement bien la Kwé), nous a indiqué qu'il était très peu probable que des personnes pêchent dans la Kwé car il y a très peu de poissons de grosse taille.

La pêche alimentaire, dans la zone, se concentre plutôt sur le milieu marin. Il n'y aurait également pas de grosses crevettes de creek (chevrettes) dans la Kwé.

Concernant le scénario baignade, il est également qualifié d'« anecdotique » (ex : rafraîchissement lors d'une randonnée), la Kwé se prêtant peu à la baignade du fait des débits importants, des accès compliqués et non balisés. Il n'y aurait pas non plus de sentiers touristiques et donc de spots de baignade, les personnes de passage allant généralement sur la Wadjana (cascade de Goro) qui est beaucoup plus fréquentée, et sur la Fausse Yaté.

Du fait de l'absence de cultures à proximité, le scénario de consommation de production locales n'a également pas été retenu. Il faut noter l'absence de données concernant les teneurs en éléments métalliques des productions locales. Le programme CNRT METALICA – Aliment (2021/2022), Source CNRT) devrait fournir des évaluations des concentrations en éléments métalliques dans ces ressources alimentaires. Les liens entre les teneurs des sols et des eaux et de celles de ces productions locales pourront apporter un éclairage sur l'importance respective de ces compartiments et permettre ainsi de fournir des préconisations de gestion de l'utilisation des eaux de surface.

6.3 Composition chimique des résidus et suivi environnemental mis en place

La composition chimique élémentaire du résidu humide produit par l'unité 285 ainsi que celle du résidu asséché produit par le pilote du futur projet LUCY a été caractérisée dans l'étude de septembre 2016 portant sur la « Caractérisation de la géochimie et de l'érodabilité du résidu asséché produit par le pilote LUCY. Comparaison avec le résidu humide produit par l'unité 285 ». Les éléments chimiques analysés sont : Al, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Si, Ti, V, Zn pour la phase solide et Al, As, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, SO₄ (calculé), Si, Sn, Zn pour la phase liquide.

Les seuils réglementaires dans la Kwé Ouest sont fixés par l'arrêté du 09 octobre 2008 autorisant l'exploitation d'une aire de stockage à résidus humides et ses cellules de suivi.

Depuis 2010, des suivis réglementaires sont réalisés dans les milieux récepteurs conformément aux arrêtés relatifs à l'installation qui fixent les paramètres et les seuils réglementaires correspondants.

Ces campagnes de suivi annuel des eaux souterraines ont donc été mises en place par Vale Nouvelle-Calédonie conformément aux arrêtés en vigueur. Les résultats de ces campagnes de suivis sont présentés dans des rapports annuels de 2010 à 2019. Les localisations des piézomètres sont présentées dans les rapports de surveillance par zone d'activité de l'usine. Au droit de la zone d'étude (parc à résidus KO2 et Kwé Ouest, influencée par les activités du parc à résidus), les points de suivi

des eaux souterraines sont localisés en particulier au niveau des deux sources (WK17 et WK20) et des huit piézomètres de la Kwé Ouest (WKBH1114, WKBH1114A, WKBH1115, WKBH1115B, PP5-A, PP5-B, WKBH1116, WKBH116B).

Le bilan du suivi des sources WK17 et WK20 réalisé en 2019 met en évidence des perturbations de la qualité physicochimique. Les analyses des métaux ont révélé une tendance légère à la hausse entre 2016 et 2017 des teneurs en chrome et nickel qui diminue et se stabilise en 2018 et 2019. Les teneurs moyennes en nickel sont de 0,15 mg/L et 0,05 mg/L respectivement aux sources WK17 et WK20 en 2019. Concernant le chrome, les teneurs moyennes annuelles sont de 0,03 mg/L aux sources de la Kwé ouest. Des perturbations de la qualité physico-chimique de la nappe ont également été observées et confirment une hausse de la conductivité, des sulfates, du magnésium, calcium et potassium à plus ou moindre mesure suivant la localisation de la station de suivi. Selon le rapport de surveillance, ces perturbations sont liées à l'exploitation du parc à résidus.

Les conclusions du rapport de surveillance de 2019 concernant les métaux lourds sont les suivantes : *« le manganèse est uniquement et faiblement détecté dans la nappe latéritique et profonde proche de la zone de stockage mais les teneurs relevées sont équivalentes à l'état initial. Concernant le nickel, de légères fluctuations sont enregistrées depuis 2016 dans l'aquitard latéritique et la nappe profonde au niveau des piézomètres où des perturbations sont enregistrées mais les teneurs relevées restent faibles. Concernant les teneurs en chrome, les résultats de suivi ne montrent pas de variation particulière concernant ces deux types de nappes suivant leur localisation par rapport à la zone de stockage de résidus ».*

Le programme de surveillance des eaux superficielles comprend des points de suivi situés en aval de l'influence du parc à résidus, à savoir la station KOL située sur le cours principal de la Kwé Ouest et la station 3-E située en aval immédiat du parc sur un affluent de la Kwé Ouest.

Les conclusions du rapport de surveillance des eaux superficielles de 2019 montrent que les plus fortes conductivités, concentrations en ions majeurs (sulfates, chlorures, calcium, potassium, magnésium, sodium) et alcalinité ont été enregistrées au niveau de la station 3-E. Les résultats sont plus élevés en moyennes qu'en 2018. Selon le rapport, la source de pollution est le stockage des résidus où des infiltrations sous géomembrane se produisent, contaminant les eaux souterraines qui alimentent le cours d'eau de la Kwé Ouest. A la station KOL, la comparaison des résultats obtenus en 2019 par rapport à ceux de 2018 montre que les valeurs de conductivité, sulfates, magnésiums relevés en 2019 sont plus élevées au 1er trimestre (période de basses eaux) puis diminue au cours du 2nd trimestre (période d'hautes eaux) et augmente de nouveau au cours du dernier trimestre 2019 (période de basses eaux).

Les résultats des suivis des eaux souterraines et superficielles au niveau de la zone d'étude mettent en évidence une influence du parc à résidus sur la qualité des eaux. En revanche, les données disponibles dans les rapports de suivis ne permettent pas d'approfondir l'analyse de l'impact sanitaire de la contamination des eaux. De plus, le nombre des stations de suivi des eaux superficielles en aval proche (avant dilution) du parc à résidus se limite aux deux stations 3-E et KOL, ce qui apparaît insuffisant pour une évaluation correcte de l'impact de ces eaux sur la santé humaine en cas d'usage de ces eaux. Enfin, les données sur la qualité des sédiments sont très limitées (peu de points, rendu trop synthétique) et non exploitable d'un point de vue sanitaire.

6.4 Avis de l'Ineris

Les données et les informations disponibles dans les documents fournis par Prony Ressources NC sont limitées et ne permettent pas de donner un avis précis et bien-fondé sur un éventuel impact sanitaire en lien avec l'évolution du panache de contaminants dans les eaux souterraines de l'actuel parc à résidus et l'évolution prévue pour la zone de stockage des résidus miniers dans le cadre du projet LUCY.

Néanmoins, afin de s'assurer de la compatibilité de la qualité des milieux en aval de la zone d'étude (actuel parc à résidus et futur emplacement du projet LUCY) et leurs usages, l'Ineris propose les recommandations suivantes :

- dans le cas d'un captage en eau potable en aval de la zone d'étude et/ ou si les eaux souterraines ou de surfaces sont utilisées pour l'arrosage ou l'abreuvement, il est recommandé de vérifier leur qualité au point de captage. Des mesures concomitantes des sources de

contamination seront réalisées pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau. En cas d'incompatibilité par rapport à un usage de type AEP (valeurs supérieures aux limites réglementaires ou niveaux de risque supérieurs aux seuils de compatibilité d'une étude d'interprétation des milieux), il conviendrait, dans un deuxième temps de mesurer les teneurs dans les denrées alimentaires autoproduites ;

- dans le cas d'une pratique de la baignade, des mesures dans l'eau dans les zones identifiées devraient être réalisées avec une approche spécifique ;
- Les prélèvements dans les eaux superficielles, quel qu'en soit l'usage, seront réalisés à différentes périodes : période d'étiage, mais aussi sur des périodes de plus forts débits, suites à des précipitations, si cela peut correspondre à un usage réel de la ressource en eau ;
- si l'activité de pêche est avérée au niveau du cours d'eau de la Kwé Ouest, il est préconisé de mettre en place, pour les contaminants rejetés depuis la zone de stockage, un suivi des résidus dans la chair des espèces de poissons (matrice intégratrice des polluants) d'eau douce pêchées dans la Kwé Ouest et consommées par la population locale, notamment les mulets (dont le mulot noir), semblent être les espèces de poissons d'eau douce les plus consommées en Nouvelle-Calédonie. Les stations de suivi doivent être définies en fonction des zones de pêche connues et des zones les plus impactées (zone de mélange à voir eaux superficielle/eaux souterraines).

A titre indicatif, Rolon et al. (2021)³ ont déterminé des facteurs de bioaccumulation de 20 métaux et métalloïdes dans 16 espèces de poissons d'eau douce de la forêt atlantique (province de Misiones au Nord-Est de l'Argentine). Les facteurs de bioaccumulation variaient de 749 à 13029 selon l'espèce de poisson et le métal étudiés. Ces valeurs étaient plus élevées dans les branchies que dans les muscles de poissons. Rolon et al. (2021) rapportent également que plusieurs espèces ont une capacité modérée à incorporer certains métaux et métalloïdes des matrices abiotiques (néanmoins, la qualité de ces données et leur application au contexte de la Nouvelle Calédonie n'ont pas été évalués).

- si une activité de pêche de mollusques à proximité de l'embouchure de la Kwé et potentiellement de la baie de Port boisé est avérée, il est préconisé de mettre en place un suivi des contaminants dans la chair des espèces pêchées (bivalves, gastéropodes ...), afin d'évaluer leur qualité vis-à-vis d'une éventuelle contamination liée au déplacement de sédiments depuis la Kwé jusqu'à Port Boisé (lors d'épisode d'orages et de courants propices par exemple). L'ensemble des analyses seront réalisées en veillant à ce que les limites de quantification soient pertinentes par rapport aux valeurs de gestion de l'IEM et à la quantification des risques.
- mettre en œuvre une évaluation des risques sanitaire sur la base :
 - o de données de terrain actualisées sur les usages de la zone d'étude en aval du stockage des résidus jusqu'à la baie de Kwé, voire de Port Boisé ;
 - o de nouvelles données de mesure produites pour statuer sur les impacts potentiels de la pollution en aval de la zone d'étude (actuel parc à résidus et futur emplacement du projet Lucy) sur la santé humaine et définir, le cas échéant, les mesures de gestion à mettre en place. Cette évaluation doit être menée selon les étapes décrites dans le guide Ineris sur l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires de 2021⁴.

Dans tous les cas, la population éventuellement concernée est essentiellement représentée par la population de la zone littorale. Les efforts à réaliser sur cette thématique de l'évaluation sanitaire sur le

³ Rolon E., Avigliano E., Rosso J-J., Tripodi P., Bravio M., Bidone C., Volpedo A-V., 2021. Metals and metalloids in a first order stream of the Atlantic rainforest: abiotic matrices, bioaccumulation in fishes and human health risk assessment. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 68, 126866. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2021.126866>

⁴ Ineris, 2021. Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires. Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées, 130p. https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris_GuideERS-Juillet2021-A4-%2310Quatro_Web.pdf

bassin versant hydrographique terrestre devront donc être mis en rapport avec ceux concernant l'impact potentiel des eaux et des sédiments de ce bassin versant sur le milieu marin littoral, qui représente le milieu final de réception de ces apports terrigènes (les risques potentiels liés à une consommation épisodique des espèces des eaux douces sont limités. Une consommation régulière de ces espèces n'est pas attendue, a contrario de celle des produits de la mer).

7 Conclusions et recommandations

7.1 Conclusions sur les données disponibles et recommandations

Un manque de données ou une variabilité élevée de celles-ci a été rencontré sur plusieurs aspects de la revue critique.

La variabilité des données liées au terme source générant le panache mériterait une étude spécifique (variabilité de la qualité du minerai, de la gestion du niveau de l'eau libre du parc KO2, des traitements opérés sur les résidus et sur la fraction liquide de ceux-ci, de l'évolution physico-chimique du stockage) : elle est susceptible de modifier les conclusions liées aux résultats des études prévisionnelles en influant sur le flux d'éléments chimiques rejoignant le compartiment des eaux souterraines.

Un manque de références écotoxicologiques actualisées (un référentiel de qualité des eaux de surface) a été identifié pour évaluer les risques pour l'environnement aquatique. Pourtant, pour les éléments considérés (anions et cations majeurs, métaux) des données sont disponibles dans les bases de données sur les substances chimiques. Ainsi des valeurs guide environnementales (non spécifiques à la Nouvelle Calédonie) ont été proposées par l'Ineris pour les sulfates ; celles-ci questionnent fortement sur les valeurs seuil d'écotoxicité chronique et aiguë utilisées. Il serait nécessaire de conduire cette recherche de valeurs guide environnementales, normes de qualité environnementales ou autres valeurs seuils d'écotoxicité proposées pour la protection des organismes aquatiques pour tous les éléments chimiques impactants.

Des données récentes concernant les usages des eaux superficielles dans le bassin de la Kwé seraient utiles pour confirmer la non-validité d'un scénario de consommation de produits de la pêche ou plus généralement d'utilisation de l'eau. L'absence d'usage de l'eau dans le secteur du parc à résidus ou en aval a été précisé en 2016, mais un développement touristique du secteur proche de Port Boisé dans le secteur aval de la Kwé principale n'est pas à exclure a priori. Le cas échéant des données concernant les produits consommés seraient à produire (si des usages/consommations existent)

7.2 Réponse à la question posée

La question posée est (Q4) : Du fait de cette évolution attendue, existe-t-il un risque de toxicité pour l'être humain (captage AEP, baignade...) et pour les espèces vivantes spécifiques à la Nouvelle-Calédonie et au Grand Sud (dont les espèces endémiques), notamment par bioaccumulation ?

La question comporte plusieurs aspects.

L'aspect lié à l'évolution attendue a été traité en considérant les informations sur les types de résidus disponibles, en considérant les évolutions connues. Du fait de l'optimisation continue des process, de l'adaptation de l'usine au minerai, des divers projets de stockage, les extrapolations de la source sont très délicates à réaliser : on a considéré l'hypothèse d'une « pseudo-stabilisation » (augmentation et atteinte d'un palier, puis décroissance légère) à court-moyen terme dépendante de la gestion du terme source « résidus humides » (des résidus humides (de la fraction solide et liquide), des arrivées d'eaux météoriques et de la gestion des eaux de process). Une gestion des eaux pilotée pour réduire les infiltrations dans le parc KO2 semble à ce stade un point important à prévoir dans la gestion du stockage pour se placer dans l'hypothèse considérée.

Concernant le risque toxique pour les espèces vivantes spécifiques à la Nouvelle Calédonie, les données disponibles n'ont pas permis de conduire d'évaluation autre que pour les sulfates. Les risques de dépassement des valeurs seuil de toxicité chronique existent en aval du parc KO2, sur une distance à évaluer, qui comprend *a priori* le secteur en amont du point de suivi KOL de la Kwé Ouest et une portion à évaluer du secteur en aval de ce point.

Les données ne permettent pas de répondre à la question du fait de l'interprétation qui est faite d'une part des données disponibles et d'autre part des modélisations au regard des questionnements émis sur les « valeurs de référence ».

Un suivi de la conductivité est proposé (dans les mesures de gestion, plus bas) pour évaluer l'importance et la longueur de la zone impactée.

Un risque potentiel existe à court terme pour la faune des eaux douces et pour la flore associée (flore des eaux, ripisylve sur la Kwé Ouest) qui pourrait être amplifié dans le cas de déficit hydrique.

Les risques à long terme de toxicité sont liés aux transferts des eaux mais également des sédiments en aval, en particulier pour les résidus secs. Les mesures de gestion de l'exploitant (bassins en aval) pourront contenir ces risques en fonction de la gestion du taux de remplissage. Un risque potentiel plus élevé d'entraînement de sédiments dans le bassin versant de la Kwé Ouest est donc à surveiller.

L'interrogation principale concerne donc *a minima* un risque écotoxique chronique lié aux sulfates pour la faune et la flore des eaux douces, sur une distance s'étendant du parc KO2 à une localisation qui pourrait atteindre la confluence avec les autres affluents de la Kwé principale.

L'évolution à court et long terme de ce risque va dépendre de la gestion des eaux libres du parc à résidus actuel KO2 et de la gestion des eaux de premières percolations/circulations des résidus secs, le système répondant a priori de manière assez rapide aux sollicitations hydriques pour une fraction importante des eaux souterraines.

Concernant le risque sanitaire, les données disponibles pour le secteur de la Kwé montrent que la zone en aval du parc KO2 ne présente pas d'enjeux sanitaires en raison de l'absence d'usages (pas de captage d'eau, pas de zones de pêche ou de baignade connues ...). Ces points seront à confirmer périodiquement.

7.3 Recommandations de nature opérationnelle

7.3.1 Pour une meilleure évaluation

Pour mieux évaluer les apports liés au relargage et à l'érodabilité des nouveaux résidus qui sont susceptibles de contribuer aux impacts, des données complémentaires de relargage et d'érodabilité seraient à produire pour un état de référence (latérite).

7.3.2 Pour une meilleure gestion

Nous proposons de délimiter les zones impactées par le panache au sein de la Kwé par des mesures de conductivité des eaux superficielles à partir des berges, sur la Kwé Ouest. La zone de mélange des eaux superficielles et des eaux souterraines sera ainsi localisée pour une hauteur donnée de la nappe. Les mesures seront à réaliser durant la période la plus propice (éviter les à sec, les hautes eaux).

7.4 Recommandations de recherche et développement

Nous préconisons de faire un état des lieux des valeurs de référence disponibles, d'évaluer leur représentativité dans le contexte de la Nouvelle Calédonie, d'intégrer le phénomène d'adaptation des organismes à ces teneurs élevées (notamment en sulfates) et de réinterpréter les modélisations réalisées sur la base de ces nouvelles données.

7.5 Synthèse

Concernant les aspects sanitaires, les données disponibles pour le secteur de la Kwé montrent que la zone en aval du parc KO2 ne présente pas d'enjeux sanitaires en raison de l'absence d'usages (pas de captage d'eau, pas de zones de pêche ou de baignade connues ...). Ces points seront à confirmer par une actualisation périodique du fait d'une possible évolution des usages.

Concernant le risque toxique pour les espèces spécifiques à la Nouvelle Calédonie (dont les espèces endémiques), les données disponibles n'ont pas permis de conduire d'évaluation autre que pour les sulfates pour lesquels des risques de dépassement des valeurs seuil de toxicité chronique existent en aval du parc KO2, sur une distance à évaluer. L'évaluation sera à conduire de façon détaillée pour les autres éléments sur la base de valeurs de référence robustes.

Un manque de valeurs de données de références écotoxicologiques (un référentiel de qualité des eaux de surface) a été identifié pour évaluer les risques pour l'environnement aquatique.

De ce fait 3 recommandations principales et spécifiques à la question posée sont proposées :

- Réaliser une étude bibliographique et une consultation des bases de données sur les substances chimiques pour mieux établir les valeurs de référence d'écotoxicité aiguë et chronique à retenir pour réaliser les évaluations de risques et évaluer leur représentativité dans le contexte de la Nouvelle Calédonie, intégrer le phénomène d'adaptation des organismes à

ces teneurs élevées (notamment en sulfates) et réinterpréter les modélisations réalisées sur la base de ces nouvelles données ;

- Compléter le suivi des éléments susceptibles de toxicité/écotoxicité, en fonction des usages (toxicité) et des valeurs de référence d'écotoxicité ;
- S'assurer de la compatibilité de la qualité des milieux en aval de la zone d'étude (actuel parc à résidus et futur emplacement du projet LUCY) et de leurs usages dans le temps (actualisation périodique).

8 Références

Sites internet consultés :

<https://cnrt.nc/>

<https://www.oeil.nc/>

9 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : liste des documents consultés pour l'analyse

Annexe 1

Liste des documents consultés pour l'analyse

- ENV_6 EI_KO2 : DDAE Parc à résidus miniers de la Kwé Ouest (Vol. III – Etude d'impact sections B et C)
- ENV_2 : Eaux souterraines
- ENV_3 : Eaux de surface
- ENV_5 : DDAE vol III Usine et mine
- ENV_7 : DDAE exploitation minière livret C
- Projet LUCY - VALE NC - Demande d'autorisation d'exploiter des installations classées. Livret C, volet 2. Etat initial hydrogéologique. Rapport final, septembre 2016. 43p
- Projet LUCY. Drystack - VALE NC_2016b - Caractérisation et tests de lixiviation en mode batch sur des échantillons de pulpes brutes, pulpes asséchées et filtrats. Contrat 086-VI-16-P/E88913, 88p
- Julie Jeanpert, 2017, Structure et fonctionnement hydrogéologiques des masifs de péridotites de Nouvelle Calédonie. PhD thesis, avril 2017
- Synthèse climatologique – A2P/ROCHE -secteur de Goro. Document D0436/12/NC, Révision : 0, avril 2012.
- Rapport d'étude écotoxicologique – LIEC 2017 : Evaluation expérimentale du critère HP14 d'un résidu minier. Rapport, juin 2017. 15pp
- Projet LUCY. VALE NC Caractérisation de la géochimie et de l'érodabilité du résidu asséché produit par le pilote LUCY. Comparaison avec le résidu humide produit par l'unité 285. Rapport final, septembre 2016. 72p
- Impact des projets de stockage de résidu asséché sur la qualité des eaux de la rivière Kwé Ouest. Comparaison entre LUCY 1.0 et 2.0. Note technique, juin 2020 VALE NC 2020
- Analyse prévisionnelle de l'extension du panache de sulfate en aval du parc à résidu sur la période 2018-2023. Rapport final, décembre 2017. 27 p VALE NC

