

Annexe 2 : Supports de présentation des études restituées à la réunion du CICS du 30 novembre 2022



RÉUNION DE RESTITUTION – EXPERTISES PRONY RESOURCES

E3 : Caractérisation du risque de pollution des eaux par infiltration dans le sous-sol liée au stockage des résidus dans le parc KO2

30 Novembre 2022

Expertise E3 : Caractérisation du risque de pollution des eaux par infiltration dans le sous-sol liée au stockage des résidus dans le parc KO2

Porteur BRGM

Equipe de projet BRGM

Jean-François Vernoux (hydrogéologue) : Chef de projet, contexte hydrogéologique et modélisation des écoulements ; coordination des expertises E3, E5 & E6

Virginie Derycke (géochimiste) : Caractérisation minéralogique et géochimique des résidus humides en place et des résidus épaissis testés dans le cadre du projet Lucy

Valérie Laperche (géochimiste) : Caractérisation minéralogique et géochimique des résidus humides en place et des résidus épaissis testés dans le cadre du projet Lucy

Geoffrey Boissard (hydrogéologue) : Extension du panache et sa modélisation.

Frédéric Mathurin (hydrogéochemiste) : Nature et transport des polluants dans les eaux souterraines

Boris Chevrier (géotechnicien) : Risque de détérioration de la géomembrane

Avec l'appui de **Vincent Mardhel** (BRGM Nouvelle Calédonie)

Organismes tiers : INERIS (sur la thématique écotoxicité & risque sanitaire)

Olivier Bour (hydrogéologue, coordinateur Ineris E3 et E6),

Pascal Pandard (expert écotoxicologue),

Anis Amara (expert risque sanitaire)

Contexte

Le parc à résidus, fermé par un barrage de classe A, montre une percolation d'eau interstitielle au travers de la géomembrane et le déplacement d'un panache d'éléments métalliques dissous



Contexte réglementaire : Arrêté n°692-2021/ARR/DIMENC du 18 mars 2021

Méthodologie : Analyse des documents transmis par PRNC pour répondre aux questions posées dans l'arrêté

Zone d'étude : bassin de la Kwé

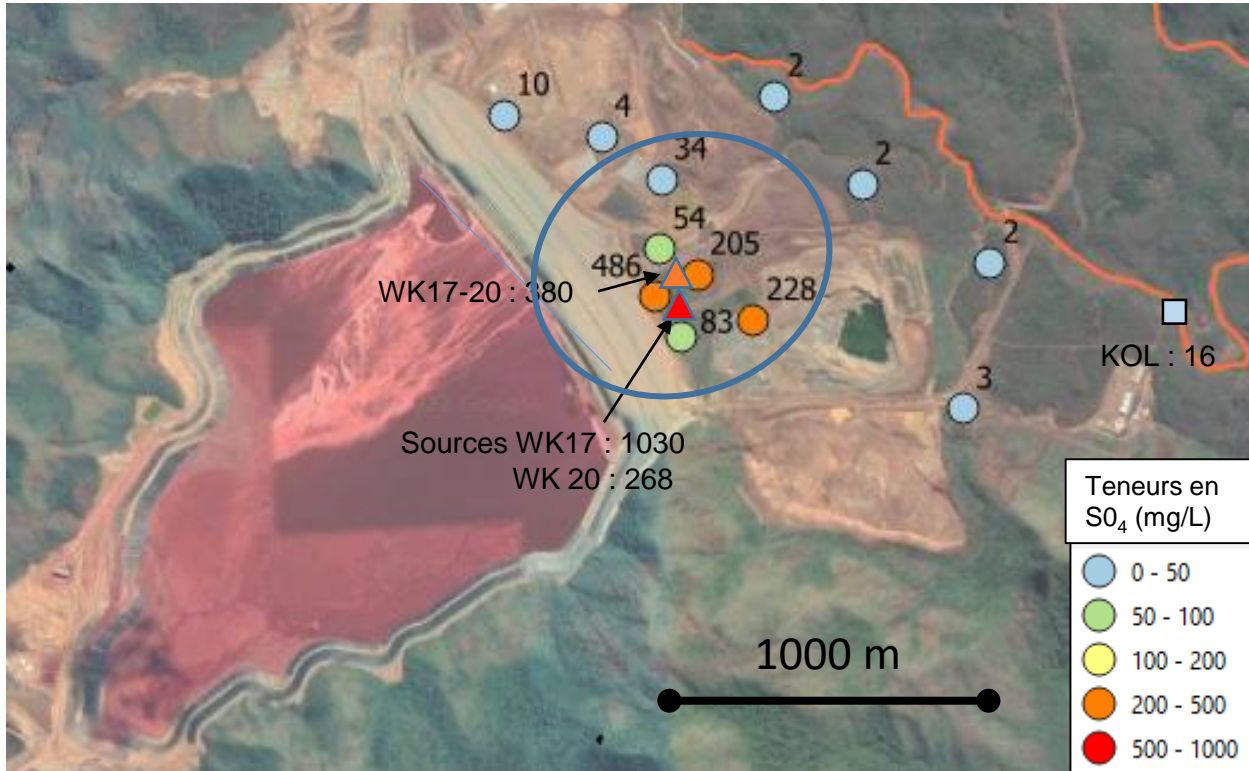


Les 8 questions figurant dans l'arrêté

1. Quelle est l'**extension actuelle exacte du panache** ? Quels **polluants** (concentrations et éléments majeurs, traces et indésirables) sont concernés ?
2. Quelles sont les caractéristiques, et notamment phases de risques, des actuels **résidus humides** et du surnageant en comparaison avec les études initiales ?
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) ?
4. 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 ?
5. 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 ?
6. 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 ?
7. 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 ?
8. 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 ?

Q1 - Extension actuelle et composition du panache

Quelle est l'extension actuelle exacte du panache ?



Teneurs en SO₄ :

- bon marqueur de contamination des eaux
- augmentation significative observée depuis 2013

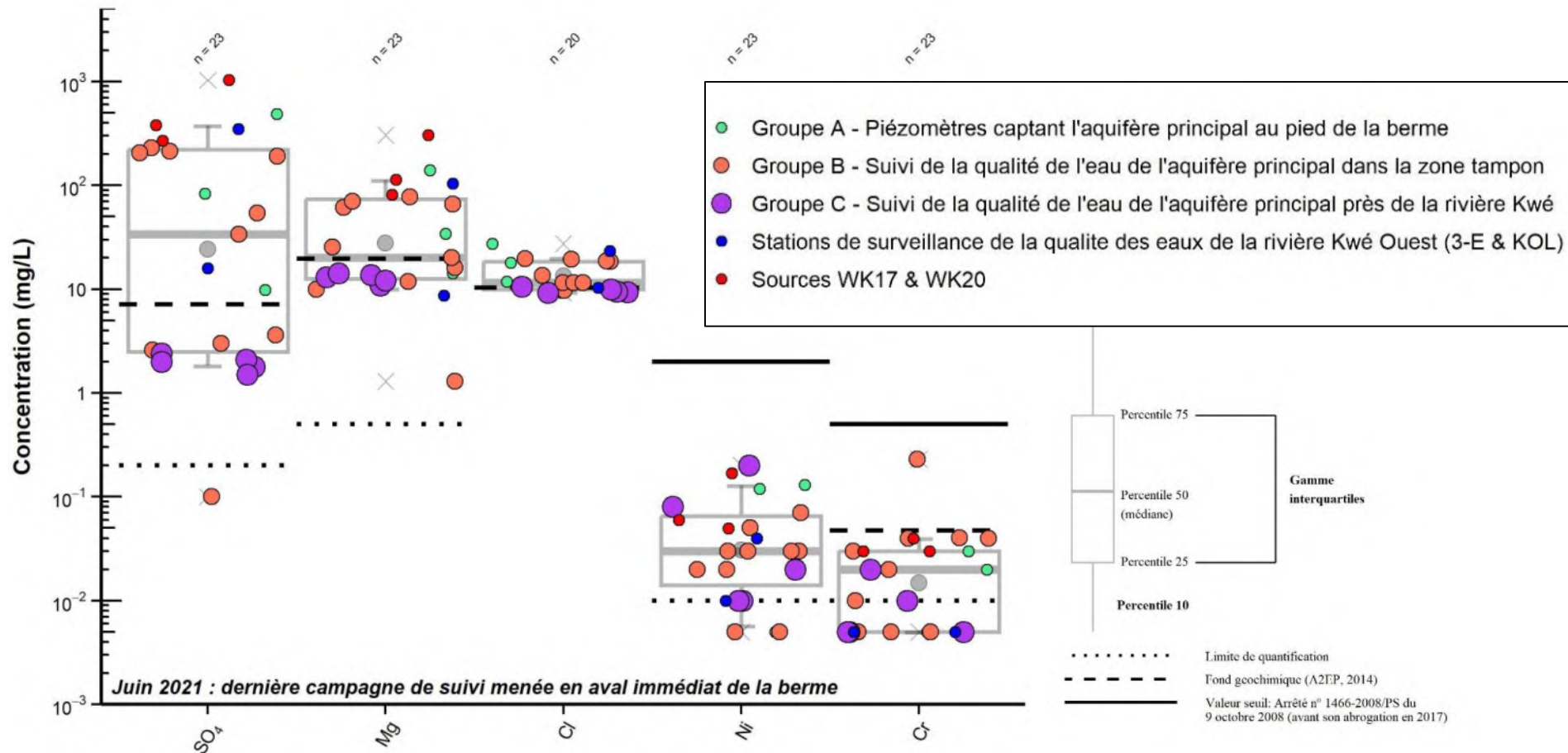
Zone d'extension :

- Connue : En aval immédiat du barrage (depuis 2013)
- arrivée récente au droit des piézomètres proches de la Kwé ouest mais avec de faibles teneurs

Teneurs en SO₄ (mg/L) dans l'aquifère principal et la Kwé ouest en **Juin 2021**

Q1 - Extension actuelle et composition du panache

« Quels polluants (concentrations et éléments majeurs, traces et indésirables) sont concernés ? »



- **Composition connue** : Ces éléments sont en augmentation entre 2016 et 2018, avec une grande variabilité
- **Origine connue** : Le parc à résidus.

Q1 - Extension actuelle et composition du panache

Recommandations

- ✓ Mettre à jour le fond géochimique, incluant de métaux de transition dont le Ni et le Co.
- ✓ Compléter le réseau de surveillance par de nouveaux piézomètres captant l'aquifère principal au sein de l'aire délimitée par les 3 piézomètres WKBH110, WKBH115 et WKBH116.

Améliorations

- ✓ Procéder à une cartographie régulières des concentrations de l'ensemble des éléments chimiques faisant l'objet d'analyses au sein du réseau de surveillance:
- ✓ Procéder à une analyse statistique des chroniques ou séries temporelles de concentrations de l'ensemble des éléments chimiques suivis.

Q2 - Caractéristiques des résidus humides actuels

- ✓ Ces résidus sont analysés régulièrement
- ✓ Leur composition chimique est très variable (mineral + process)
- ✓ Une étude de synthèse est disponible : elle fournit les caractéristiques des résidus humides : notamment présence de **chrome** et de **manganèse**
- ✓ Ces valeurs sont conformes à celles du DAE de 2007

Recommandations :

- ✓ Etude géochimique d'évolution des résidus humides au cours du temps

Améliorations :

- ✓ Synthèse régulière du suivi de la composition chimique des résidus humides déposés dans le parc entre 2009 et aujourd'hui

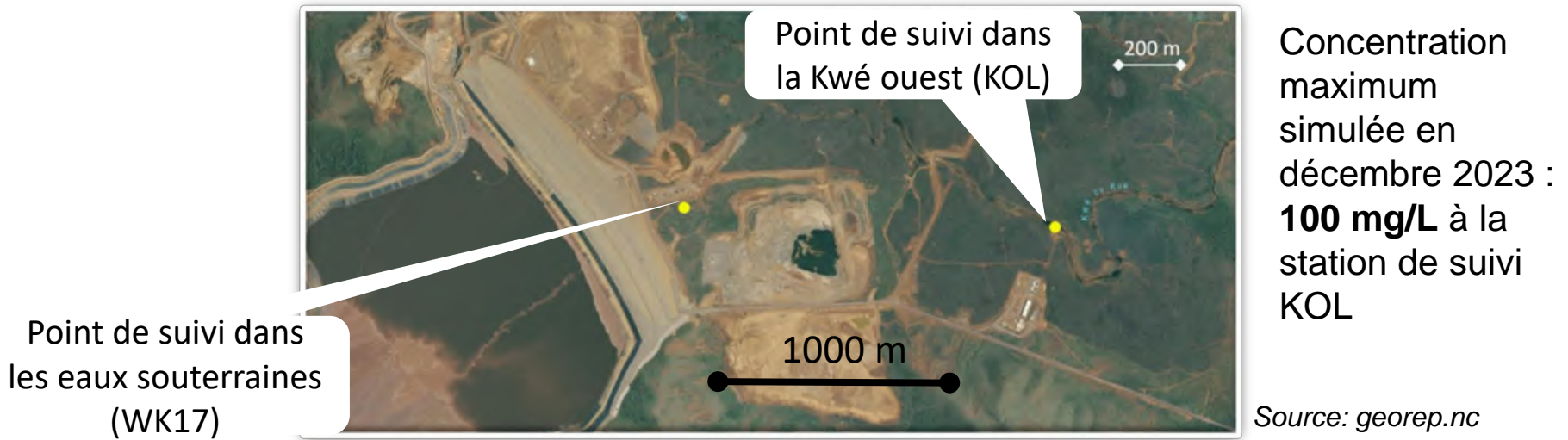
	Pulpe : médiane [Q10 – Q90] 516 ech.
Cr (mg/l)	<0,1 [<0,1 – 0,2]
Mg (g/l)	3,2 [2,15 – 4,23]
Mn (mg/l)	174 [47 – 527]
Ni (mg/l)	0,9 [0,2 – 15,9]
Sulfates (g/l)	14,1 [9,5 – 18,8]

Q3 - Evolution de la concentration des polluants dans le milieu naturel

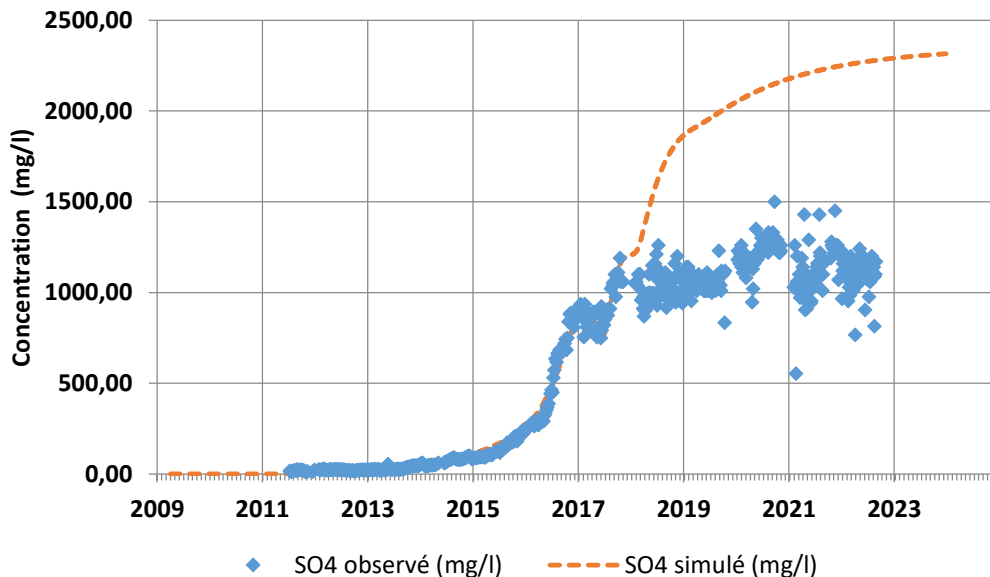
Approche mise en oeuvre

- ✓ Méthodologie de modélisation : fiable
- ✓ Hypothèses retenues :
 - Approche sécuritaire
 - Incertitudes sur le caractère sécuritaire de certaines hypothèses :
 - Estimation du débit d'infiltration au travers de la géomembrane
 - Composition des résidus humides
 - Composition des eaux de percolation au travers des résidus secs
- ✓ Résultats :
 - Pour l'instant les concentrations estimées restent en deçà de celles observées
 - Important de surveiller, de comparer avec les estimations, mettre à jour les modèles

Q3 - Evolution de la concentration des polluants dans le milieu naturel



Source WK17 : Evolution prévisionnelle de la teneur en sulfate



Augmentation des concentrations simulées en sulfates jusqu'à plus de **2 g/L** à 150 m du pied du barrage

➔ **Les concentrations actuelles sont inférieures aux prévisions**

Q3 - Evolution de la concentration des polluants dans le milieu naturel

Recommandations :

- ✓ Tenir compte des études récentes montrant que la concentration des eaux de percolation sera plus importante que celle envisagée lors du dépôt du dossier de demande d'autorisation du projet LUCY
- ✓ Prendre en compte l'évolution des nouvelles modalités de production de l'usine dans les hypothèses d'évolution de la composition des résidus utilisées dans les modèles
- ✓ Intégrer, comme données d'entrée dans les modèles, les résultats des études complémentaires recommandées dans les questions Q2 et Q8

Améliorations :

- ✓ Présenter les résultats de modélisation pour Mg, Ca, Cl, Na, Mn, Ni, Co et Cr sous forme de cartes d'extension des concentrations calculées et de graphiques d'évolution des concentrations avec le temps, afin de mieux se rendre compte de l'évolution spatio-temporelle du panache
- ✓ Mettre à jour régulièrement les estimations et comparer les résultats avec les données observées

Q4 - Risque de toxicité pour l'être humain et les espèces vivantes

- ✓ Sur la base des éléments et milieux suivis, il n'existe pas de **risque sanitaire** avéré lié aux perturbations chimiques engendrées par le parc à résidus
- ✓ Concernant le **risque écotoxique** 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 dans la Kwé ouest
- ✓ 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..

Recommandations :

- ✓ Compléter le **suivi** des éléments susceptibles de toxicité / écotoxicité
- ✓ Réaliser une étude bibliographique pour mieux établir les **valeurs de référence** d'écotoxicité aiguë et chronique et évaluer leur représentativité dans le contexte de la Nouvelle Calédonie (étude CNRT en cours)
- ✓ S'assurer de la compatibilité de la qualité des milieux en aval de la zone d'étude

Q5 - Influence potentielle d'autres sources de contaminations industrielles

1. Sulfates : hypothèse d'une fuite de l'eau de procédé

- ✓ Concentration élevées (60 mg/l) dans les eaux souterraines et de surface
- ✓ Les mesures prises depuis 2018 ont permis la stabilisation des concentrations

2. Hydrocarbures : fuite stockage carburant

- ✓ Accidentelle / résolue
- ✓ Un plan d'actions (excavation et traitement des terres souillées) a été mis en œuvre

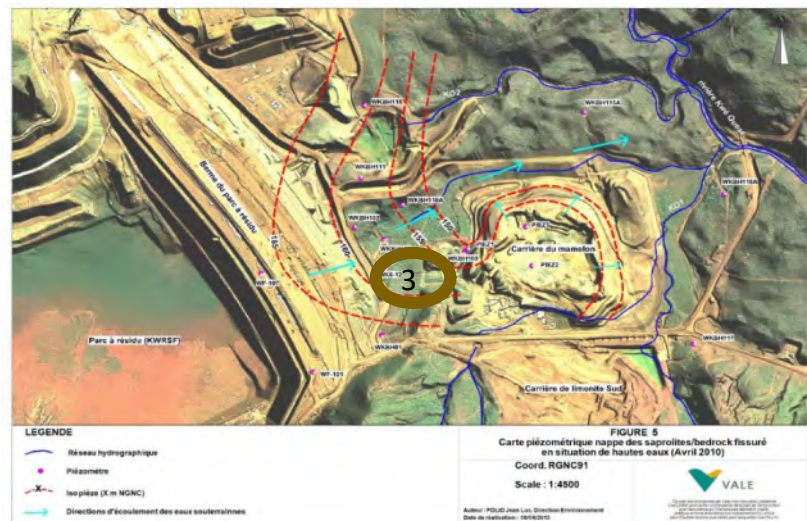
3. Nitrates : usage d'explosif

- ✓ Ponctuelle / lié à l'exploitation
- ✓ augmentation entre 2013 et 2015 : teneur maximale de 68 mg/l dans les eaux souterraines
- ✓ baisse progressive des concentrations depuis 2016 : concentration de l'ordre de 20 mg/l au printemps 2020

Zone du complexe de l'usine de préparation du minerai et du centre de maintenance de la mine (UPM et CIM)



Zone de la carrière du mamelon



Q6 & Q7- Risques d'aggravation des infiltrations et dispositions pour les limiter

- ✓ Un dispositif d'étanchéité (géomembrane) et de drainage (sous la géomembrane) a *priori* **conforme** aux règles de l'art et **efficace**
- ✓ Des détériorations de la membrane et des **infiltrations** se sont produits lors du remplissage du bassin de stockage
- ✓ Les fuites peuvent se **colmater** naturellement de par la nature fine des résidus

A retenir:

- ✓ **un dispositif d'étanchéité par géomembrane n'est jamais intégralement étanche** (aléas de construction non décelables)
- ✓ des infiltrations sont encore susceptibles d'intervenir, à conditions d'exploitation égales
- ✓ Le **réseau de drainage** permet de récupérer tout ou partie de ces eaux et de les contrôler (suivi qualité en sortie des drains)

Recommandations

- ✓ Vérifications géotechniques de la pérennité de la géomembrane

- ✓ Réseaux de suivi

Afin de limiter les infiltrations :

- ✓ Réduire la teneur en eau des résidus par stockage de résidu asséché
- ✓ Réduire la quantité d'eau stockée dans le parc par augmentation de la vidange du bassin

Q8 - Impact éventuel du stockage de résidus secs

- ✓ La composition du résidu n'est pas modifiée par le procédé d'assèchement
- ✓ **Des études d'évaluation du potentiel de lixiviation du résidu asséchés ont été menées.** Celles-ci mettent en évidence une lixiviation en **sulfate**, **chrome** et **manganèse** du résidu asséché.
- ✓ Les évaluations ont été réalisés dans des conditions sécuritaires en l'état des connaissances entre 2015 et 2017 sans pour autant représenter la complexité des processus d'interactions

	Lixiviat du résidu asséché : médiane [Q10 – Q90] 50 ech.
Cr (mg/l)	0,022 [<0,01 – 0,077]
Mg (mg/l)	194 [132 – 229]
Mn (mg/l)	1,20 [0,33 – 4,39]
Ni (mg/l)	0,01 [<0,01 – 0,023]
Sulfates (g/l)	1,67 [1,47 – 2,14]

Améliorations :

- ✓ Dans le cadre de l'exploitation de la future usine d'assèchement des résidus, réaliser un **rapport de suivi** annuel de la composition chimique des résidus asséchés en exploitant les données de suivi

Recommandations :

- ✓ Etude géochimique d'évolution des résidus secs au cours du temps



jf.vernoux@brgm.fr



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



*maîtriser le risque
pour un développement durable*

CARACTÉRISATION DU RISQUE DE POLLUTION DES EAUX PAR REJET DES EFFLUENTS DE L'USINE DU SUD DANS LE CANAL DE LA HAVANNAH (ETUDE N°4)

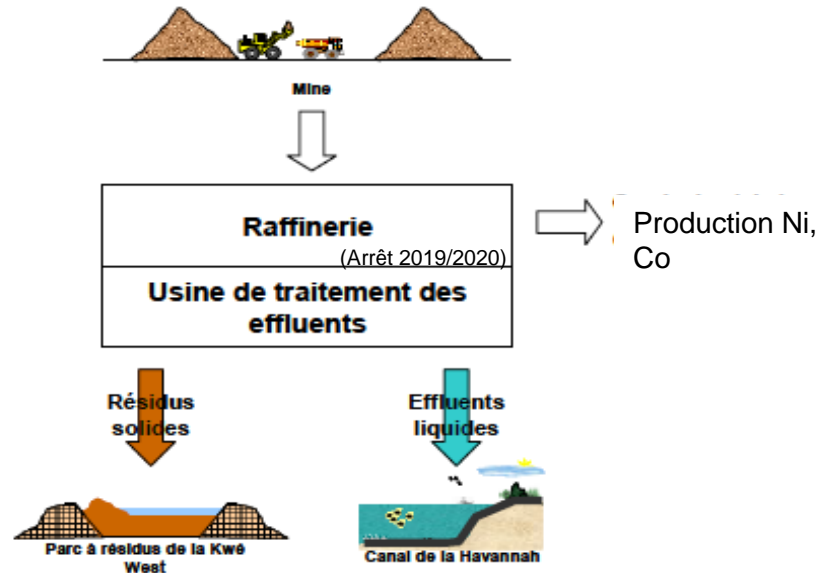
CICS DU 30/11/2022

Lauriane Gréaud, Pascal Pandard, Hafid Baroudi

Prescriptions de l'Arrêté n° 692-2021/ARR/DIMENC du 18 mars 2021

Problématique : impact du rejet de l'effluent industriel via le diffuseur sur le milieu marin, en termes de concentrations dans le milieu et d'effets biologiques sur les espèces et indirectement sur l'Homme

Origine du rejet



Description de l'émissaire



Objectif: répartir l'effluent de manière homogène pour favoriser sa dispersion

Canalisation sous-marine en PEHHD de 22km de la Baie du Prony jusqu'au canal de la Havannah

Diffuseur sur son dernier km:

- 200 orifices de 40mm de diamètre, tous les 5m

Rappel des questions posées

1

- Quelle est l'évolution attendue sur le **court et le long terme** des concentrations des différents polluants issus du rejet des effluents de l'usine du sud dans le milieu marin ?

2

- Quelles seraient les **conséquences éventuelles de colmatages de l'émissaire marin** sur l'évolution des concentrations en polluants dans le milieu marin ?

3

- Du fait de cette évolution attendue, quel est le **risque écotoxique pour l'être humain et pour les espèces vivantes**, notamment par **bioaccumulation** ?

4

- L'actuel **réseau de mesure** des concentrations des différents polluants (dont notamment, mais pas seulement, le manganèse) est-il suffisant pour surveiller **pleinement** le risque de toxicité ?

A souligner un certain recouvrement :

- dans les questions de l'étude n°4 elle-même
- avec des questions également traitées dans l'étude n° 6. Exemple: risque sanitaire, pertinence du programme de surveillance

Contours de l'étude

L'étude comprenait:

- une **revue critique** de l'ensemble des données, études et expertises mises à disposition par Prony Resources NC (série initiale ou compléments demandés)
- des conclusions sur la **possibilité d'apporter une réponse** aux questions posées à **partir des données existantes**
- la **formulation d'une réponse** dans la mesure du possible
- des **recommandations** pour acquérir les données nécessaires pour répondre pleinement aux problématiques dans le cas où la revue critique mettrait en évidence des manques

L'étude ne comprenait 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
- la **mise en œuvre des recommandations** formulées

L'équipe projet mise en place

Expert	Spécialité	Organisation
Equipe interne		
Lauriane GREAUD - <u>Chef de projet pour la mission</u>	Surveillance chimique des milieux aquatiques, pollution des eaux	Ineris – Direction Milieu et Impacts sur le Vivant
Pascal PANDARD – <u>Interlocuteur sur les aspects écotoxicologiques</u>	Ecotoxicologie – volet bio surveillance	Ineris – Direction Milieu et Impacts sur le Vivant
Mélicca DALLET	Ecotoxicologie – volet réglementaire et analyse de risque (valeurs seuils, bioaccumulation)	Ineris – Direction Milieu et Impacts sur le Vivant Cellule mixte Ineris-Ifremer ARC (analyse du risque chimique)
Experts externes mobilisés		
Brigitte RAVAIL	Biologie et écologie marine	CREOCEAN – Responsable de l'Agence Pacifique
Fanny SEGUIN	Spécialiste zones tropicales - Récifs coralliens et transplantation corallienne	CREOCEAN – Chargée d'études
Baptiste LE MAUFF	Dynamique sédimentaire Modélisation	CREOCEAN – Chargé d'étude
Déborah MILLE	Biologie marine et aménagement du littoral	CREOCEAN – Chargée d'étude
Claude FORTIN	Biogéochimie et écotoxicologie des métaux en milieu aquatique	INRS Québec – Professeur titulaire
Patrice COUTURE	Ecotoxicologie aquatique, poisson et physiologie comparée	INRS Québec - Professeur titulaire

Documentation examinée

Quantité

- Série initiale de **32 documents** sélectionnés et fournis au début de l'étude par Prony Resources NC
- Quelques compléments demandés
- Soit au total **38 références** couvrant les études initiales (2002) jusqu'aux synthèses décennales des différents suivis (publiées en 2021)

Pertinence

Dans l'ensemble, **tous les aspects des questionnements couverts**, de façon plus ou moins exhaustive.

Points positifs:

- Documentation de qualité
- Rapports de synthèse sur des chronologies longues (10 ans)

Limites:

- Les conclusions de certaines études réalisées soit *a priori* avant la mise en exploitation du site, soit du fait de l'évolution du modèle industriel, ont perdu en pertinence
- Réorientation de certains suivis environnementaux pouvant entraîner une rupture dans l'historique des données

Question 1 : Quelle est l'évolution attendue sur le court et le long terme des concentrations des différents polluants issus du rejet des effluents de l'usine du sud dans le milieu marin ?

Bilan:

Sur la caractérisation du rejet, suivi réglementaire régulier des paramètres caractéristiques de l'activité du site, avec des méthodes **récentes conformes à l'état de l'art** :

- éléments majeurs: calcium, magnésium, sodium, chlorures et sulfates
- métaux et métalloïdes à l'état de traces (concentrations < microgramme/litre): Al, As, Cd, Cr, Cr VI, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn
- hydrocarbures totaux et aromatiques monocycliques (plus pertinent depuis l'arrêt de la raffinerie)

Pas d'autre substance jugée d'intérêt suite à des campagnes de mesures spécifiques déjà menées, mais **pas de caractérisation étendue récente**.

Une quantité importante de données utilisées pour les vérifications de la conformité réglementaire, **sans exploitation statistique poussée sur une longue période**.

Sur les évolutions du rejet, des difficultés liées au procédé de traitement et à son changement récent entraînant des variations de certains paramètres (sulfates, manganèse et autres métaux par une baisse de la précipitation), mais **toujours en dessous des valeurs réglementaires**.

Production du NHC en remplacement du CoCO_3 et du NiO , arrêt progressif de l'activité de la raffinerie (2019).

Des **pics de concentrations et flux de Mn** liés à certaines opérations industrielles ponctuelles (Arrêté de 2016 dit de « flexibilité »).

Question 1 : Quelle est l'évolution attendue sur le court et le long terme des concentrations des différents polluants issus du rejet des effluents de l'usine du sud dans le milieu marin ?

Conclusion:

En **champ proche** du diffuseur: les modifications des caractéristiques physico-chimiques de l'effluent conduisent à une **augmentation des apports en polluants au milieu naturel dont le Mn**, mise en évidence par le suivi physico-chimique environnemental (colonne d'eau, sédiment).

En **champ éloigné** du diffuseur: **au regard de la complexité du fonctionnement du lagon et de l'influence des facteurs extérieurs**, le bilan de 10 ans de suivi de la colonne d'eau et des sédiments ne montre **pas d'évolution temporelle significative attribuable au rejet industriel** des concentrations en métaux.



Réponse partielle

Question 2 : Quelles seraient les conséquences éventuelles de colmatages de l'émissaire marin sur l'évolution des concentrations en polluants dans le milieu marin?

Bilan:

Les documents indiquent que les conséquences visibles seront **limitées au champ proche**, avec la mise en évidence via la modélisation d'une modification des débits aux orifices non bouchés du diffuseur (plus importants) et entraînant des modifications du panache de dilution.

Il n'y aura **pas de sédimentation** en raison de l'augmentation du débit d'éjection et l'effluent aura tendance à remonter dans la colonne d'eau exposant d'autres types d'organismes.

Le réseau actuel de stations en **champ proche et plus éloigné permet de suivre une éventuelle dispersion anormale du rejet**.

Conclusion:

Le colmatage conduit à **modifier la dispersion du rejet** et à une **augmentation des concentrations dans la colonne d'eau en champ proche**.

L'effluent étant toutefois rapidement dispersé, les études ne montrent pas de conséquences spécifiques à l'épisode de colmatage survenu en 2018 à l'échelle du lagon.



Question 3: Du fait de cette évolution attendue, quel est le risque écotoxique pour l'être humain et pour les espèces vivantes, notamment par bioaccumulation ?

Bilan:

Concernant le **réseau de mesure environnemental**, 3 niveaux d'information disponibles : **suivi biote** (récifs, poissons), surveillance du niveau de contamination par translocation d'espèces bioindicatrices accumulatrices de métaux (**surveillance active**) et prélèvement d'espèces consommées (**surveillance passive**)

- **Pas de mise en évidence d'impact des rejets de l'émissaire sur les populations**, ni en champ éloigné, ni en champ proche (amélioration possible sur la base des recommandations émises par AQUA TERRA).
- **Aucune donnée ne montre de toxicité directe** pour les organismes exposés dans la colonne d'eau sur les sites sous influence des effluents (mortalité ou retard substantiel de croissance).
- Les données disponibles de surveillance active et passive montrent une **bioaccumulation peu marquée mais significative de quelques métaux d'origine minière** pouvant conduire à des questionnements liés à leur consommation au regard des valeurs maximales recommandées.

En raison de **difficultés méthodologiques et opérationnelles**:

- **Arrêt de la surveillance passive en 2014 sur poissons et mollusques**: difficulté de disposer d'échantillons comparables: espèces, tailles, âge...
- **Arrêt de la surveillance active en 2017** en raison de la disponibilité des espèces bioindicatrices utilisées.

Question 3: Du fait de cette évolution attendue, quel est le risque écotoxique pour l'être humain et pour les espèces vivantes, notamment par bioaccumulation ?

Remplacement par de l'échantillonnage intégratif sur membrane (DGT):

- Peut informer sur la biodisponibilité et le potentiel de bioaccumulation des substances, et a l'avantage de ne pas être tributaire de la disponibilité d'organismes biologiques.
- Mais actuellement absence de corrélation entre mesures dans les bivalves et de la DGT (données comparatives) et par ailleurs les mesures de DGT ne permettent pas de renseigner sur les impacts biologiques potentiels qui pourraient être mis en évidence dans le cadre d'un suivi actif.

Concernant **les évaluations de risques environnemental et sanitaire** présentées dans les différents documents, mise en évidence de **lacunes dans les approches méthodologiques appliquées**, en complément des limitations évoquées sur les données utilisables.

Conclusion:

Le phénomène de bioaccumulation existe pour certaines espèces.

Toutefois **il n'est pas possible de conclure sur le niveau de risque sanitaire lié à la consommation des produits de la mer** sur la base des approches appliquées dans les études car elles ne sont pas conformes aux méthodologies éprouvées dans ce domaine.

En raison des limites méthodologiques relevées, **il n'est pas non plus possible de se positionner sur le niveau de risque pour les écosystèmes** (faune et flore).


Réponse très partielle

Question 4: L'actuel réseau de mesure des concentrations des différents polluants (dont notamment, mais pas seulement, le manganèse) est-il suffisant pour surveiller pleinement le risque de toxicité ?

Bilan:

Difficulté d'interprétation des résultats des suivis-physico-chimiques au regard d'un impact écotoxique sur le milieu marin et dans un cadre sanitaire malgré la quantité de données disponibles.

Amélioration possible du suivi physico-chimique en **champ proche et éloigné** en appliquant les recommandations des bureaux d'études (stations, fréquences, techniques d'échantillonnages...).

Concernant le suivi *in situ* qui peut apporter des informations complémentaires, les populations de poissons susceptibles d'avoir un comportement d'évitement (espèces mobiles) n'apparaissent pas comme un bon indicateur de l'impact direct du rejet, **au moins sur le court terme**.

Conclusion:

Malgré les **efforts importants de suivi actuel** des métaux et métalloïdes dans l'ensemble des compartiments environnementaux (colonne d'eau, sédiment, biote), l'ensemble des aspects nécessaires à la **mise en évidence précoce** d'un risque écotoxique et sanitaire selon les méthodologies conformes à l'état de l'art n'est pas couvert.



Réponse très partielle

1. Améliorer l'accessibilité des données et l'information

- **Bancariser et rendre accessibles** les données et métadonnées de la surveillance environnementale
- **Mettre à disposition de manière régulière des synthèses des résultats** pour l'ensemble de la surveillance multi-compartiments qui englobent les données historiques

2. Optimiser le suivi du biote et caractériser l'écotoxicité de l'effluent rejeté

- En complément d'un suivi des poissons, indicateur plus pertinent de l'impact sur le long terme du rejet sur le milieu récepteur, **réévaluer l'intérêt du suivi des coraux** qui ont l'avantage d'être fixes et très sensibles aux variations de l'environnement.
- Evaluer la faisabilité de mettre en place d'un **suivi régulier de l'écotoxicité de l'effluent avant envoi dans l'émissaire** sur la base d'une batterie d'essais biologiques **pour détecter de manière précoce** l'impact sur la qualité de l'effluent lié à : un dysfonctionnement, un changement dans un procédé industriel ou une modification des modalités de traitement du rejet.

3. Renouveler les évaluations des risques environnemental et sanitaire selon l'état de l'art et avec des données d'entrée pertinentes

- Etablir une **liste de valeurs de référence** environnementales et sanitaires à utiliser pour les différentes évaluations.
- Mettre en œuvre une évaluation de risque environnemental sur la **base du suivi de l'écotoxicité du rejet**.
- Réaliser une **enquête sur les produits de la mer consommés**, puis surveiller à une **fréquence bi-annuelle** les produits issus de la **pêche locale** en ciblant les espèces sédimentaires et celles des maillons supérieurs de la chaîne trophique afin de couvrir les expositions en termes de bioaccumulation.
- **Mettre à jour l'évaluation des risques sanitaires** pour les populations liées à la consommation des produits de la pêche.

Merci de votre attention



Expertise 5 : Expertise hydrogéologique visant à évaluer le risque de perturbation des eaux souterraines en lien avec l'exploitation minière de PRONY notamment sur la tribu de Goro et la plaine des Lacs

30 novembre 2022

Contexte d'expertise

Située sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, l'entreprise *Prony Resources New Caledonia* opère un site industriel comprenant une mine à ciel ouvert, une usine hydro métallurgique, un port et un parc à résidus.

L'exploitation de la mine (fosses et verses) entraîne une modification des caractéristiques hydrogéologiques que l'exploitant s'est engagé à évaluer. Les impacts attendus sont multiples et ont fait l'objet de mise en place de dispositif de suivi, de collectes de données et de plusieurs modélisations.

Les enjeux potentiellement impactés sont nombreux et concernent les populations mais aussi le milieu naturel qui dépendent des ressources en eau.

L'arrêté provincial du 18 mars 2021 (arrêté n°692-2021/ARR/DIMENC)

- ✓ fixe la réalisation d'études complémentaires sur les sujets environnementaux liés à l'usine du Sud VALE
- ✓ précise le contenu de ces études : 7 expertises visant à répondre à des questions différentes



Zone de Mine, Goro © Dimenc

Expertise basée sur une analyse de documents

- ✓ Liste initiale de 260 documents transmis par PRNC
- ✓ Liste complétée par d'autres documents demandés par le BRGM en cours d'expertise

Objectifs de l'expertise

- Réaliser une analyse critique et objective des documents pour répondre aux questions de l'arrêté provincial
- Le cas échéant, émettre des recommandations si les éléments contenus dans les documents ne permettent pas de répondre aux questions de l'arrêté provincial
- ✓ Rédaction d'un rapport et présentation des résultats

Présentation du groupe d'experts

BRGM

Stéphane BELBEZE (Chef de projet): Responsable d'expertise

Benoit DEWANDEL (Hydrogéologue): Hydrogéologie du socle, tests hydrauliques

Pascal AUDIGANE (Hydrogéologue): Modélisation numérique

Frédéric MATHURIN (Géochimiste): Géochimie

Vincent BAILLY-COMTE (Hydrogéologue): Hydrogéologie karstique, traçage artificiel

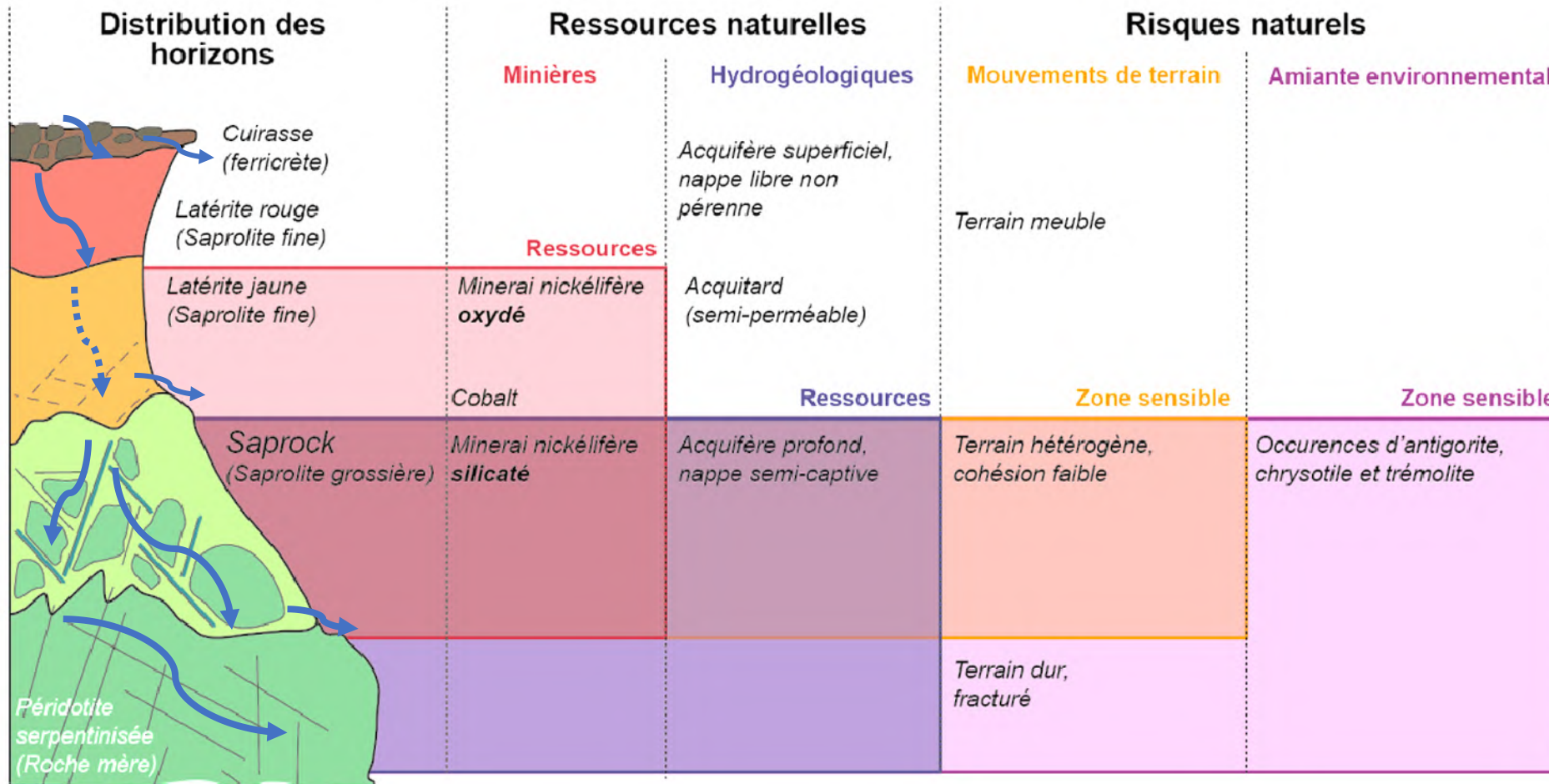
Adrien SELLES (Hydrogéologue): Hydrogéologie de socle, modèle conceptuel

Nicolas CHARPIN (Hydrobiologiste): Impact Ripisylve

Contexte hydrogéologique

Les péridotites de Nouvelle-Calédonie présentent la particularité d'avoir une structure naturelle pseudo-karstique, ce qui crée des écoulements complexes qu'il convient de décrire avec précision pour appréhender les conséquences de l'exploitation minière.

La préoccupation principale concerne l'appréhension de potentielles ré-activations d'anciens drains karstifiés actuellement non-drainants suite à l'activité minière.



Questions de l'expertise E5

A

- 1- Les connaissances actuelles des réseaux d'eau souterraines et de leurs interconnexions sont-elles suffisantes pour caractériser complètement le risque hydrogéologique ?
- 2- Sinon, quelles données reste-t-il à acquérir pour améliorer ces connaissances ?

B

- 1- Les conditions d'écoulement de type karstique sont-elles connues ou identifiées sur le secteur ?
- 2- L'exploitation minière peut-elle être un facteur déclenchant (modification des écoulements, mise en charge ponctuelle et locale, création d'un gradient hydraulique) ?

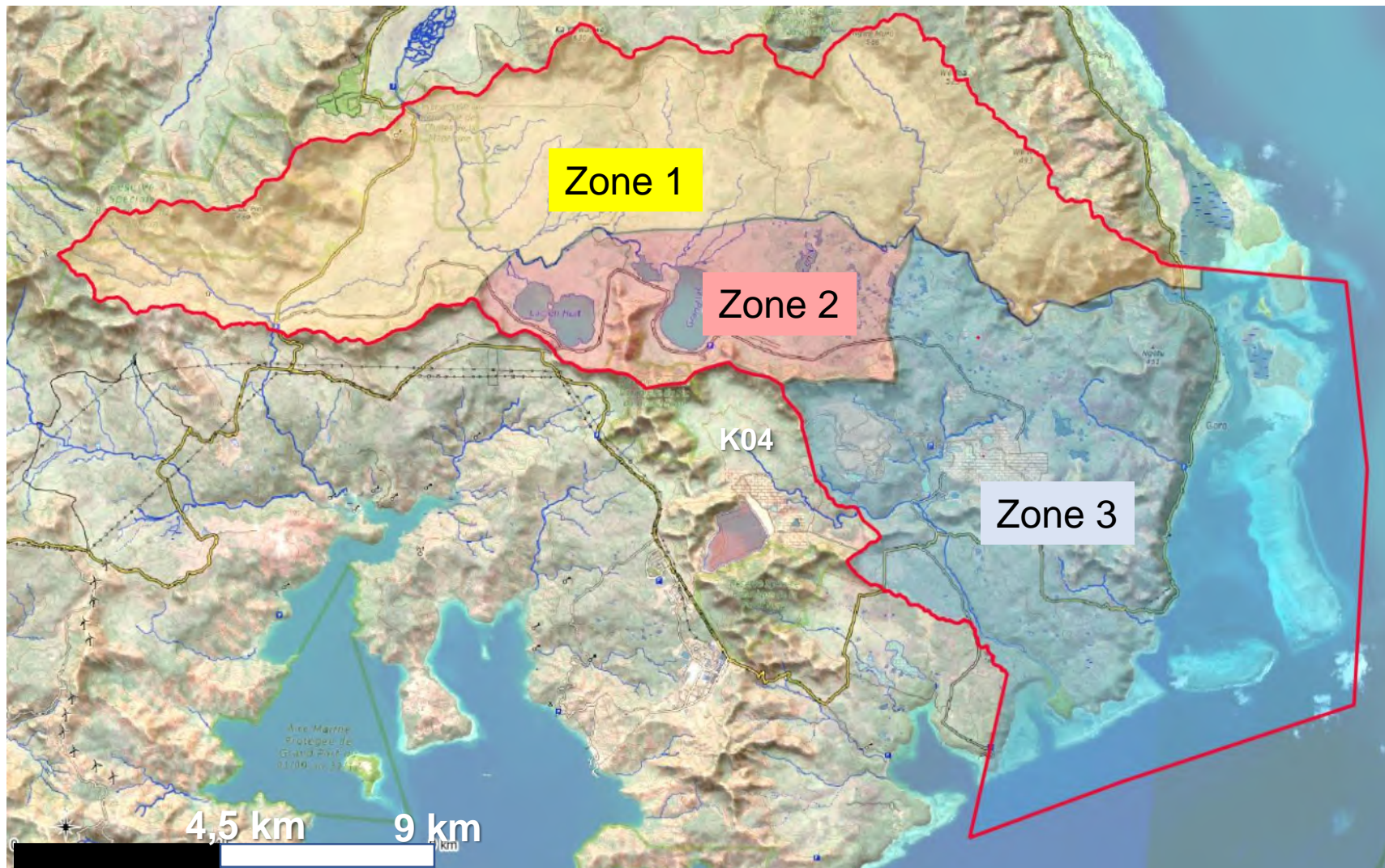
C

- 1- Quels risques l'exploitation minière de VNC fait-elle peser sur la ressource en eau du Grand Sud (par exemple : risque de baisse des débits d'eau, de baisse du niveau voire de disparition de certains lacs et dolines, risques liés à l'engravement générés par la mine) ?
- 2- Existe-t-il un risque spécifique à l'extension prévue de la fosse minière à court ou long terme ?
- 3- Quel est l'impact sur la biodiversité et sur la ripisylve ?

D

Existe-t-il un risque spécifique qu'engendrerait l'exploitation minière en lien avec le changement climatique, notamment sur le flanc de montagne littoral ?

Etant donné l'étendue de la zone d'étude et la disparité des informations disponibles d'un secteur à l'autre, les questions sont traitées par sous-zones



Ces zones traduisent la densité d'études et de documents disponibles pour répondre aux questions:

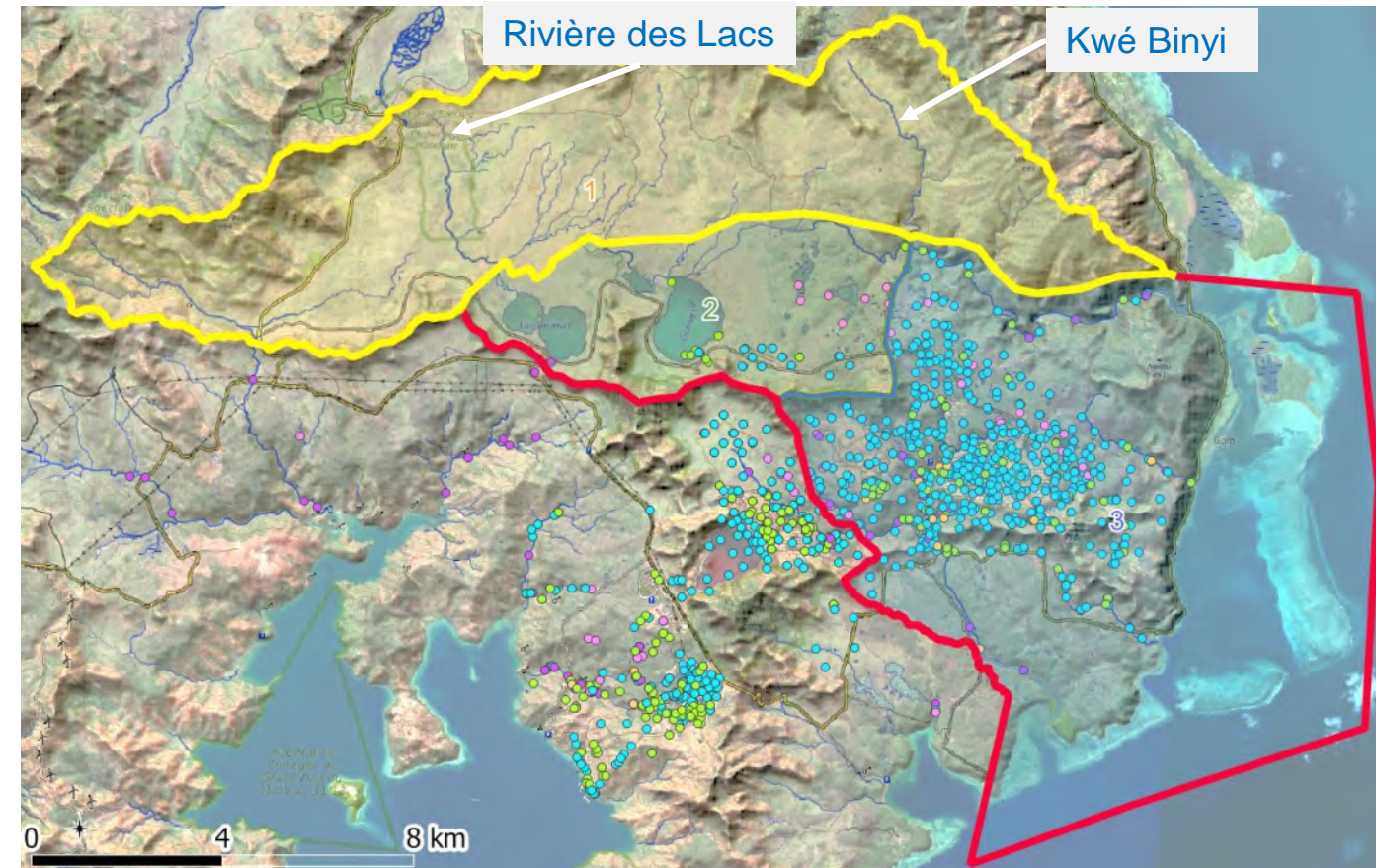
- **Zone 1:** très peu de documents disponibles
- **Zone 2:** Documents orientés vers l'étude des interactions Nord-Sud avec K04 sous les crêtes
- **Zone 3:** La majorité des documents de l'E5 sont situés sur cette partie.

ZONE 1 Zone RAMSAR

Très peu d'études sur cette zone

Recommandations

- Développer un réseau de suivi sur la zone 1.
Entités suivies:
 - les niveaux dans les dolines et les lacs
 - le débit des cours d'eau, en particulier l'amont de la Kwé Binyi et la rivière des Lacs.
- Réalisation d'études hydrogéologiques qui pourraient le cas échéant justifier l'implantation de piézomètres (type plateforme) pour déterminer des sens d'écoulements et les propriétés hydrogéologiques.
- L'analyse géologique des données de terrain et des acquisitions géophysiques aéroportées afin d'évaluer la présence de structures drainantes.



- Suivi eau**
- Macroinvertébrés
 - Poisson
 - Qualitatif
 - Quantitatif
 - Sediment
 - Transport solide

A1- Les connaissances actuelles des réseaux d'eau souterraines et de leurs interconnexions sont-elles suffisantes pour caractériser complètement le risque hydrogéologique ?

Les études sur cette zone concernent principalement les liaisons Nord-Sud entre la Plaine des Lacs et le secteur minier KO4. Du fait de l'annulation des projets d'extension sur le secteur KO4, le risque hydrogéologique semble assez faible sur cette zone.

Recommandation:

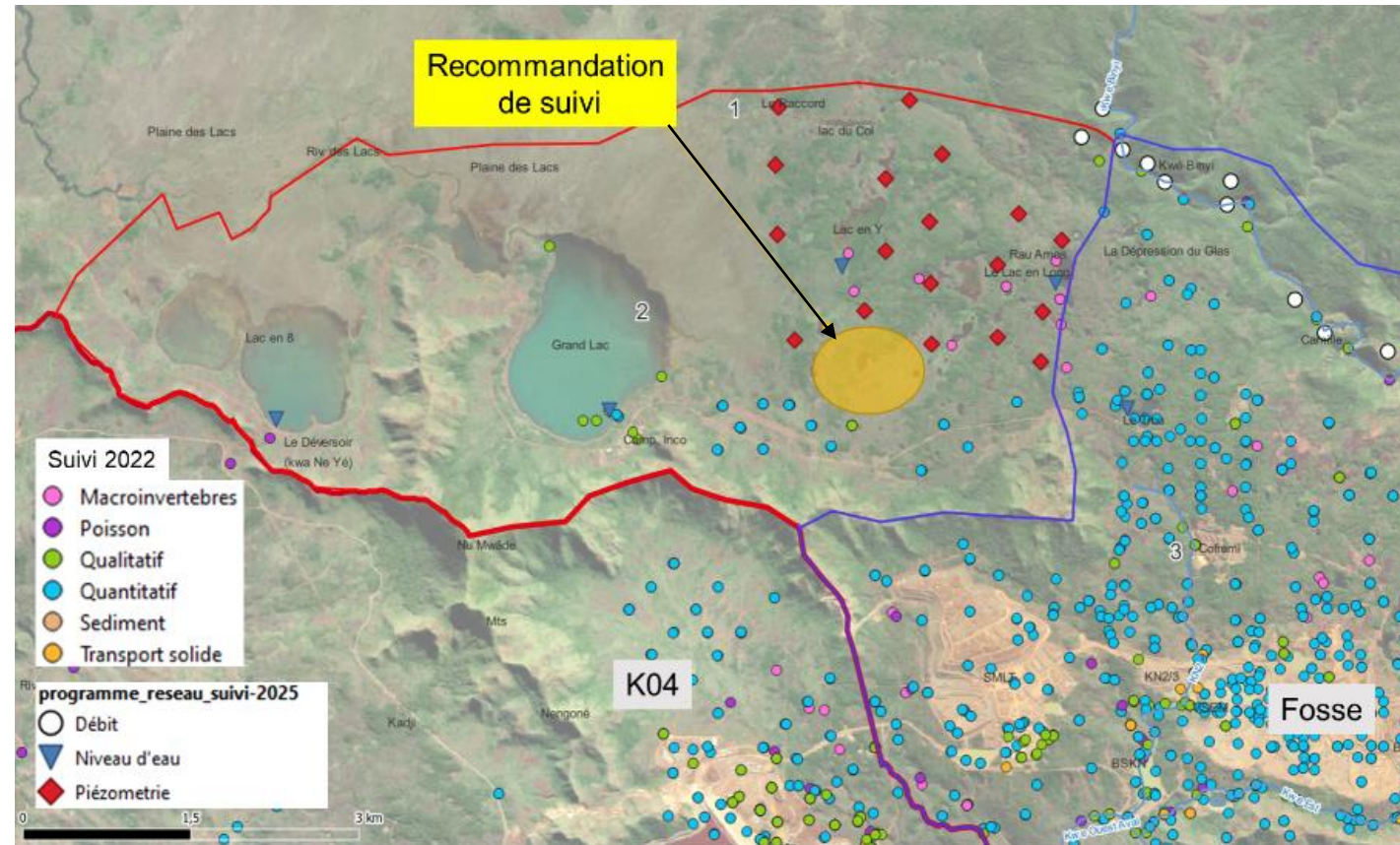
Continuer le suivi hydrogéologique + le débit des rivières

A2-Sinon, quelles données reste-t-il à acquérir pour améliorer ces connaissances ?

Une augmentation de la densité de points de suivi est prévue pour 2025

Recommandation:

- Proposition de 2 points additionnels
- Faire des essais hydrauliques (slug tests ou pompage de longue durée (48-72h)) sur les forages pour caractériser les propriétés hydrauliques du système



B1- Les conditions d'écoulement de type karstique sont-elles connues ou identifiées sur le secteur ?

Une seule connexion pseudo-karstique, entre la plaine des Grands Lacs et la zone sud a été confirmée

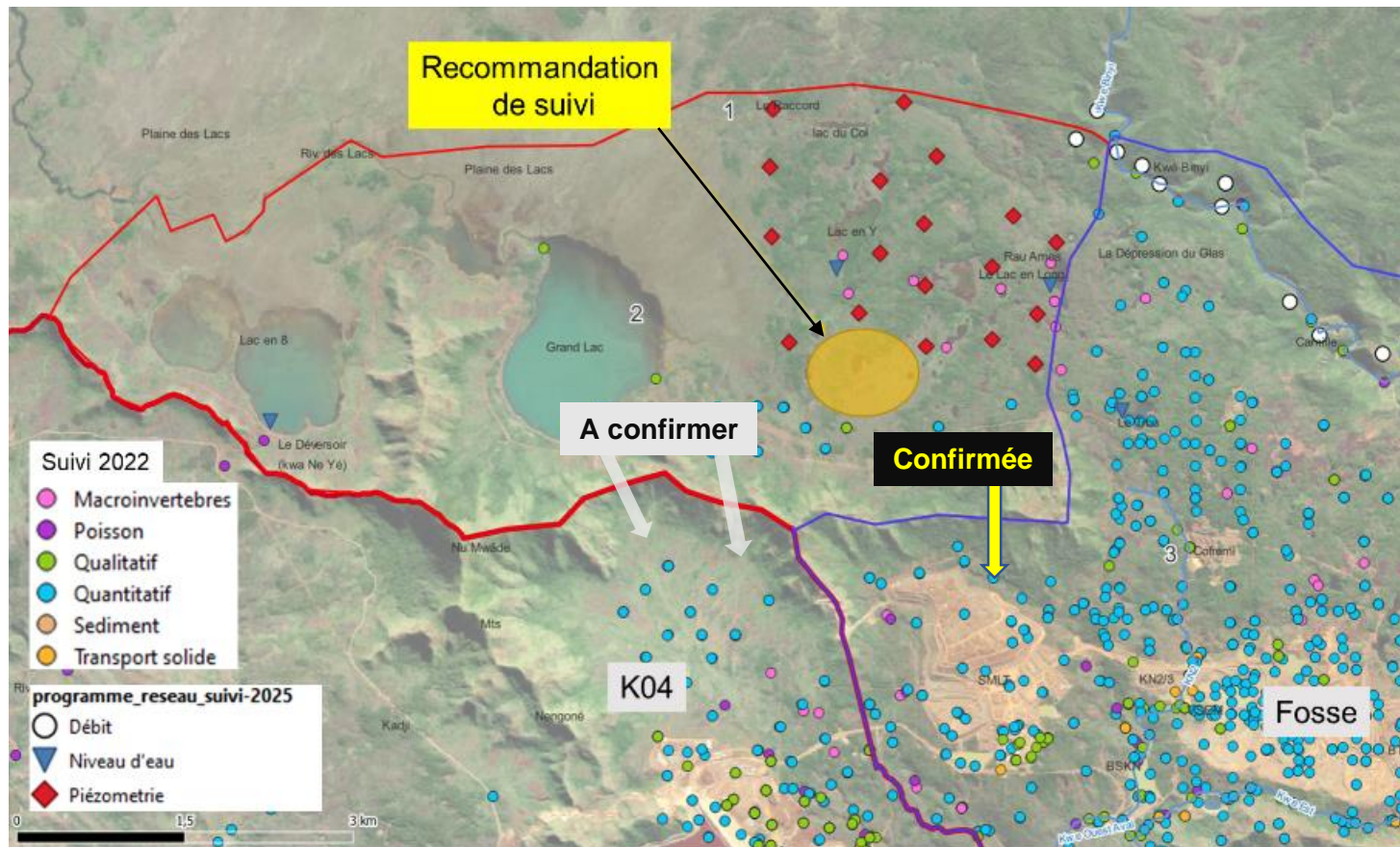
Recommandation:

Des mesures additionnelles (estimation de la transmissivité par essais de pompage ou slug tests par exemple, réalisation de nouveaux essais par traçage) seront nécessaires dans le cas de nouveaux projets sur la zone KO4.

Questions B2 - C1-C2-C3 sur l'activité minière

La zone 2 ne fait pas l'objet d'activité minière directe. Mais dans le cas d'une reprise d'activité dans ce secteur, la connexion entre la Plaine des Lacs et KO4 devra être vérifiée en détail :

- essais par pompage
- slug test
- traçages
- création de nouvelles plateformes piézométriques de chaque côté de la crête



ZONE 3

A1- Les connaissances actuelles des réseaux d'eau souterraines et de leurs interconnexions sont-elles suffisantes pour caractériser complètement le risque hydrogéologique ?

Grace à l'intense suivi de cette zone, les connaissances actuelles permettent d'évaluer l'impact des activités minières sur les écoulements grâce aux outils de modélisation.

Recommandation:
Poursuivre l'acquisition des données piézométriques, le débit des cours et sources du secteur.

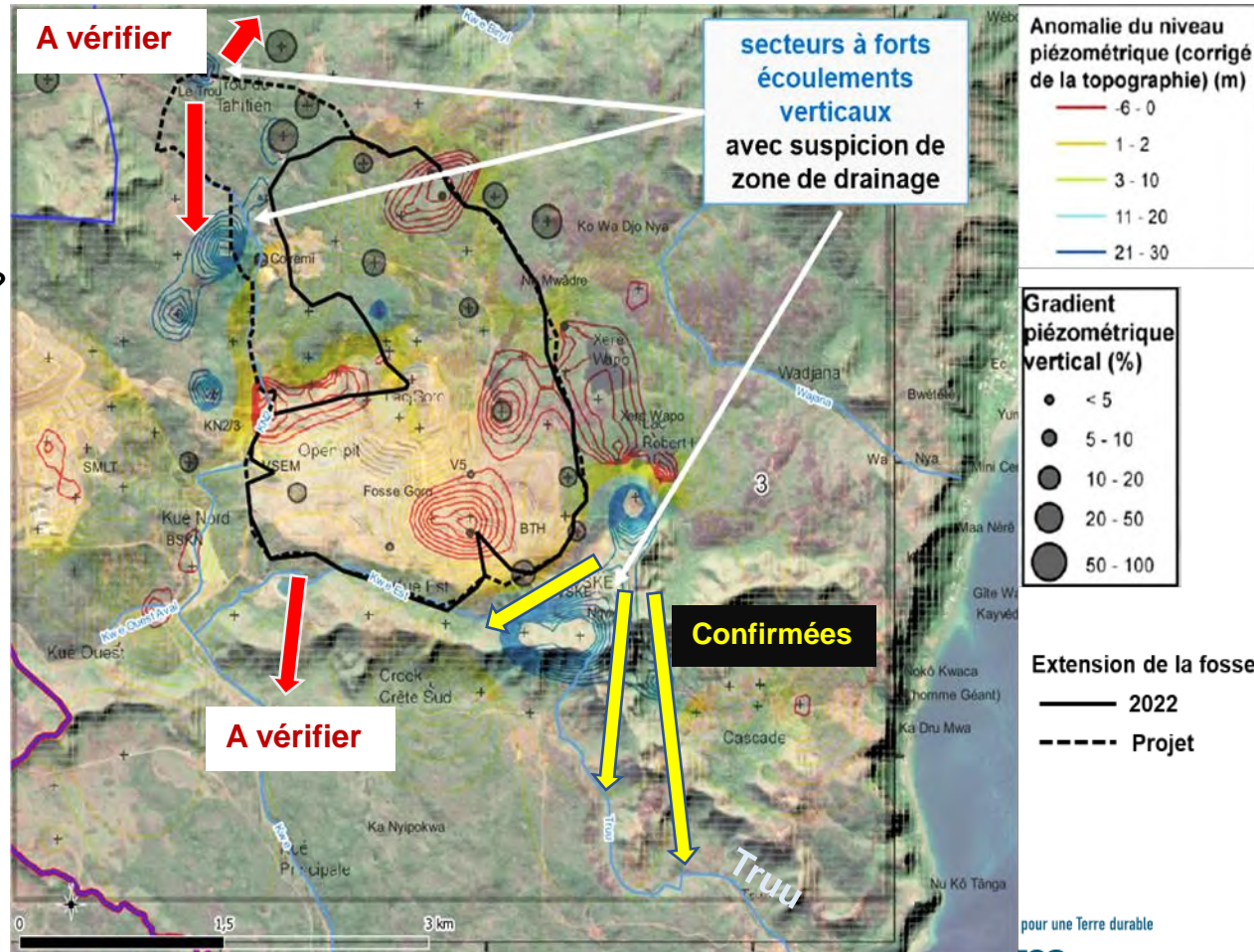
A2-Sinon, quelles données reste-t-il à acquérir pour améliorer ces connaissances ?

B1- Les conditions d'écoulement de type karstique sont-elles connues ou identifiées sur le secteur ?

Recommandation:
Etablir des cartes de conductivité hydraulique ou de transmissivité pour établir les secteurs drainants (à vérifier avec des forages et des traçages).

Réaliser des essais par pompage (ou slug tests) pour définir les paramètres hydrodynamiques des aquifères

Les circulations souterraines dans le secteur du Trou du Tahitien restent à préciser. Des traçages successifs sont recommandés.

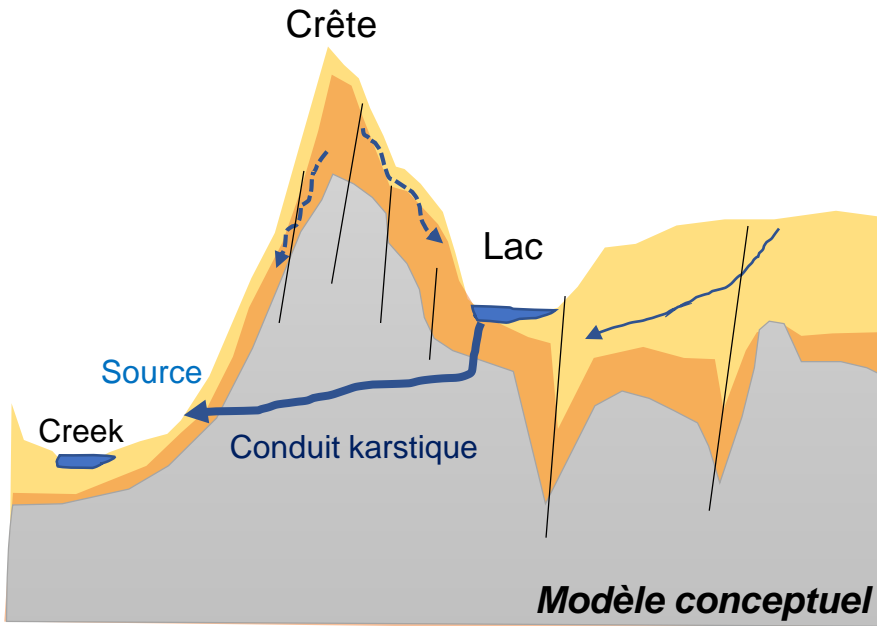


ZONE 3

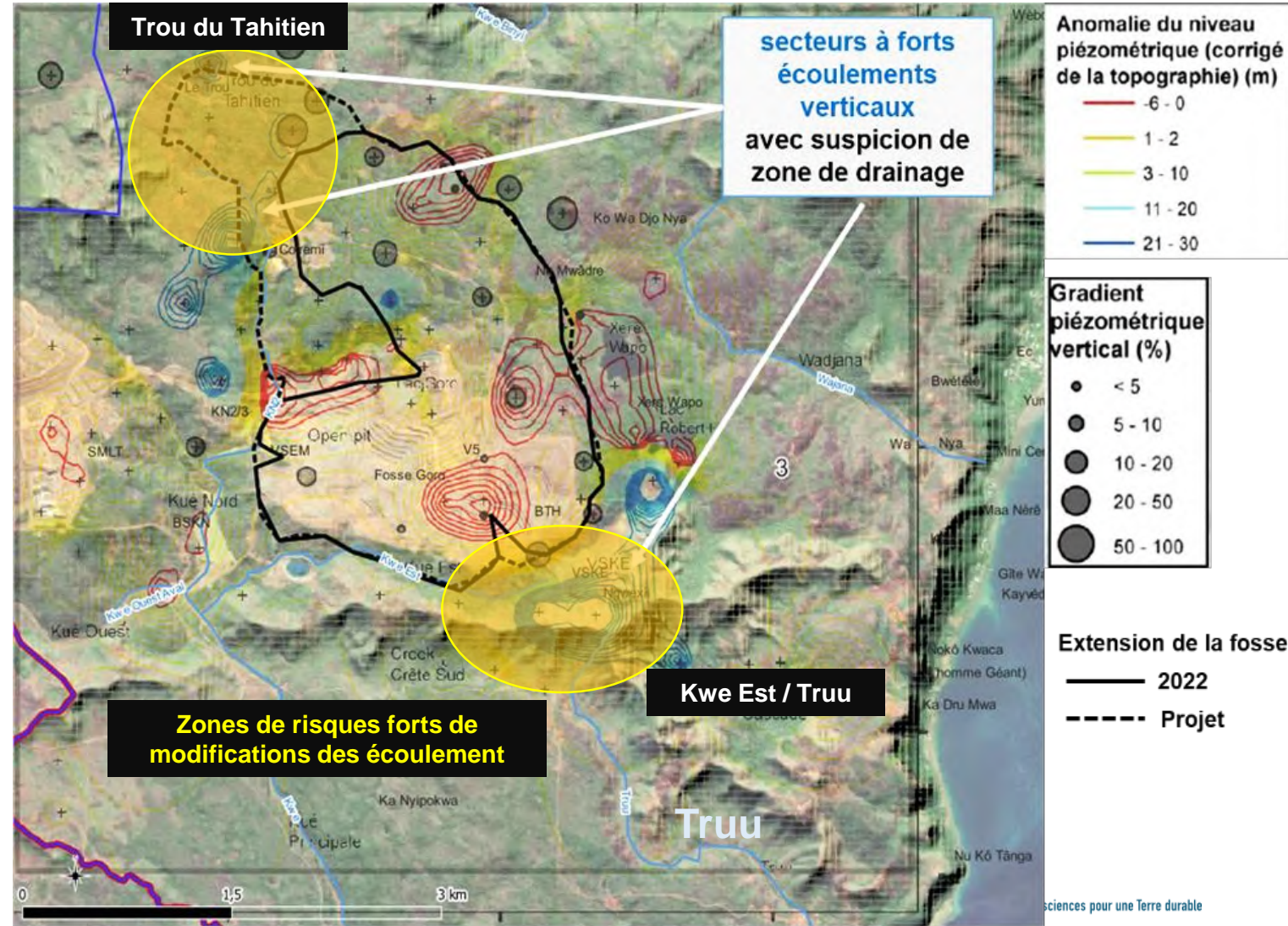
B2- L'exploitation minière peut-elle être un facteur déclenchant (modification des écoulements, mise en charge ponctuelle et locale, création d'un gradient hydraulique) ?

Il y a un risque identifié de déplacer localement la limite de partage des eaux dans le secteur Kwé Est/Rivière Truu

Le secteur du Trou du Tahitien pourrait présenter une (ré)activation de réseaux pseudo-karstiques, lors de la poursuite de l'exploitation vers le Nord. Cette remise en fonction de drains de circulation pourrait réorienter des flux souterrains et créer des « vidanges » des eaux de surface.



Modifié d'après
VALE NC 2014b Livret_D_VOLET C_cadre_hydro_rev0
ARTELIA, 2013a. Simulation des impacts hydrogéologiques. Secteur Goro



ZONE 3

C1- Quels risques l'exploitation minière de VNC fait-elle peser sur la ressource en eau du Grand Sud (par exemple : risque de baisse des débits d'eau, de baisse du niveau voire de disparition de certains lacs et dolines, risques liés à l'engravement générés par la mine) ?

Impact sur la quantité de la ressource

Résultats différents selon les modélisations (modèles conceptuels différents dans les simulations numériques, bi-modèles, double aveugle)

- **KWE NORD** jusqu'à 60% de baisse du débit de base des cours d'eau
- **KWE EST** 35-70% de baisse de débit de base des cours d'eau
- **WADJANA** jusqu'à 16% de baisse de débit de base des cours d'eau

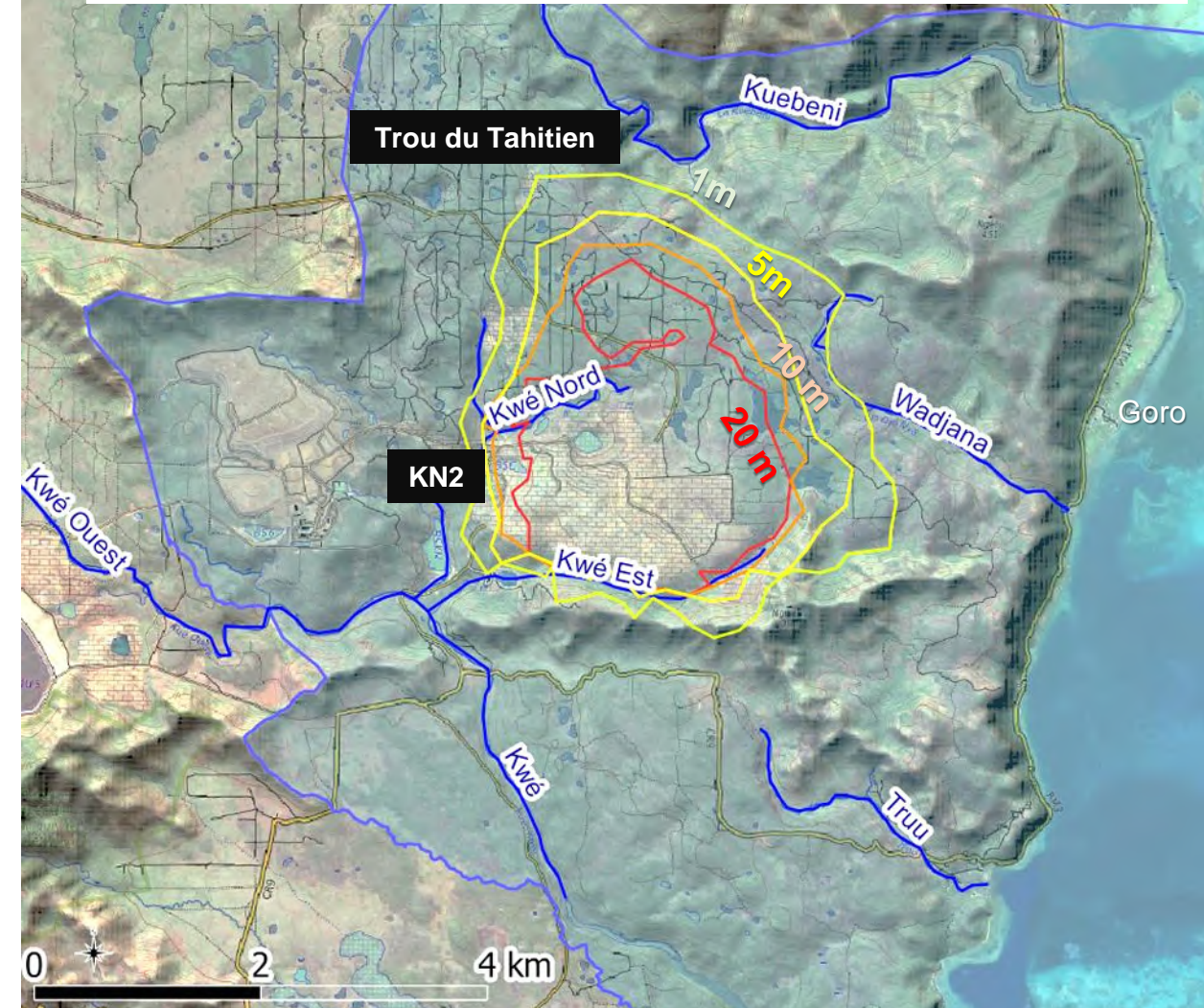
Recommandation:

Surveillance en quantité et qualité des nappes souterraines et des cours d'eau avec une attention particulière sur les zones Wadjana, Kwé Est, KN2 et le Trou du Tahitien

Kwé Est

Pour limiter l'impact sur les baisses de débit de base, la réinjection des eaux de drainage et de ruissellement pourrait être envisagée = nécessité de surveiller la qualité de ces dernières qui devra répondre aux normes environnementales en vigueur et son suivi devra être effectué.

Résultats modélisations rabattements niveau d'eau souterrain



C2- Existe-t-il un risque spécifique à l'extension prévue de la fosse minière à court ou long terme ?

Il existe un fort risque lié à l'assèchement des dolines (Lac Robert et lac Xéré Wapo)

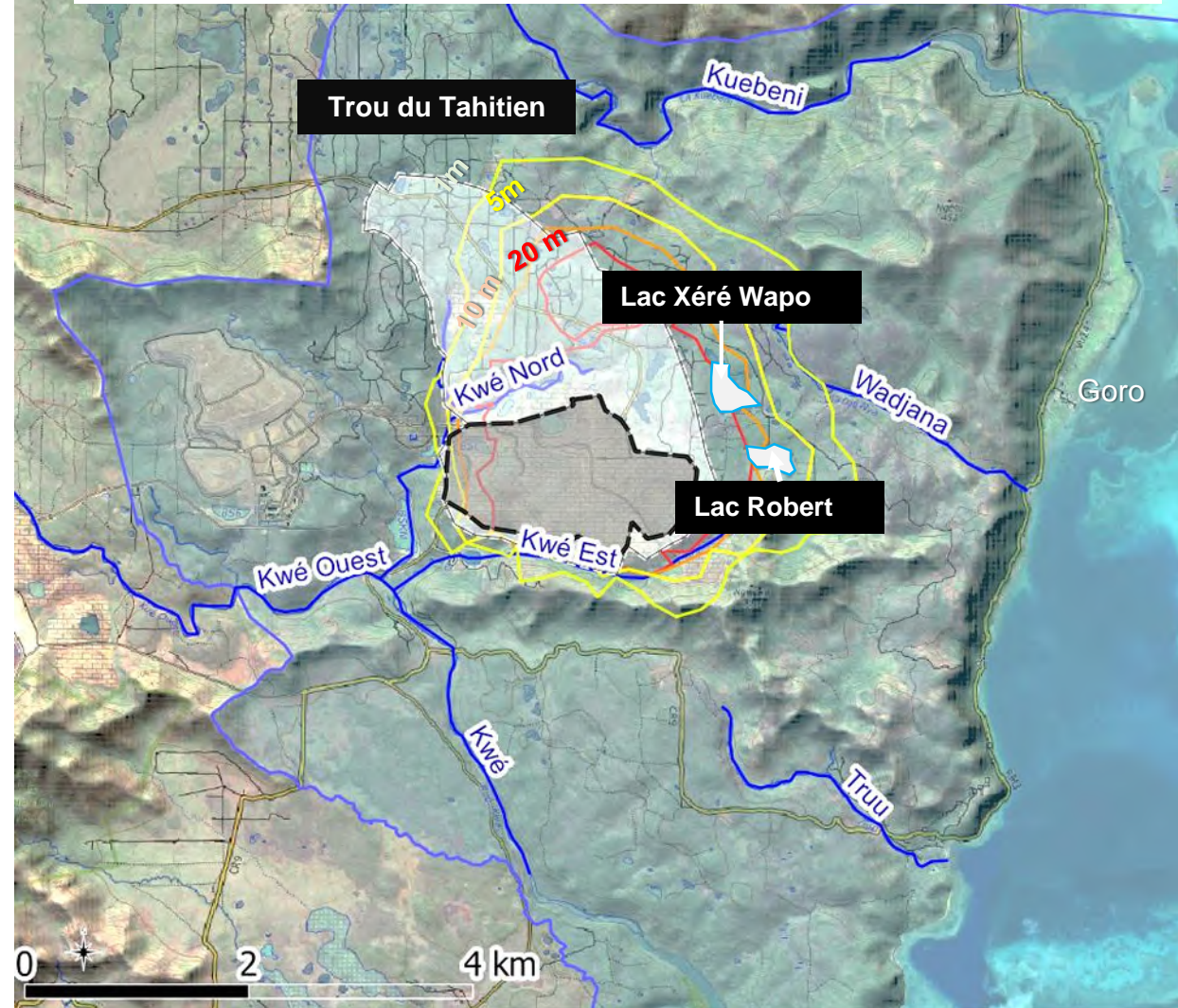
Il y a un fort risque d'activation ou de réactivation des drains au niveau du secteur du Trou du Tahitien, ce qui entrainerait une modification des sens d'écoulement sur ce secteur, voire l'assèchement des dolines de ce secteur.

Recommandation:

L'analyse des données de géophysique EM (aéroportées) sur la zone du Trou du Tahitien

- Etablir des cartes d'anomalie du niveau piézométrique
- Evaluer le gradient hydraulique vertical en suivant les niveaux de la zone altérée et de la zone fracturée de l'aquifère
- Evaluer les coefficients de tarissement basés sur les suivis des niveaux piézométriques

Résultats modélisations rabattements niveau d'eau souterrain



ZONE 3

C3- Quel est l'impact sur la biodiversité et sur la ripisylve ?

Réduction de la disponibilité en habitats : modification de l'abondance de certaines espèces (organismes rhéophiles vs. limnophiles).

Possibilité d'assèchements de certaines parties de cours d'eau ou de zones humides

- Cours d'eau : fragmentation des habitats et rupture de la continuité écologique
- Milieux lenticques : restriction des habitats / perte totale du milieu, jouant sur l'abondance et la structure des communautés (voire leur disparition en cas d'assèchement permanent).

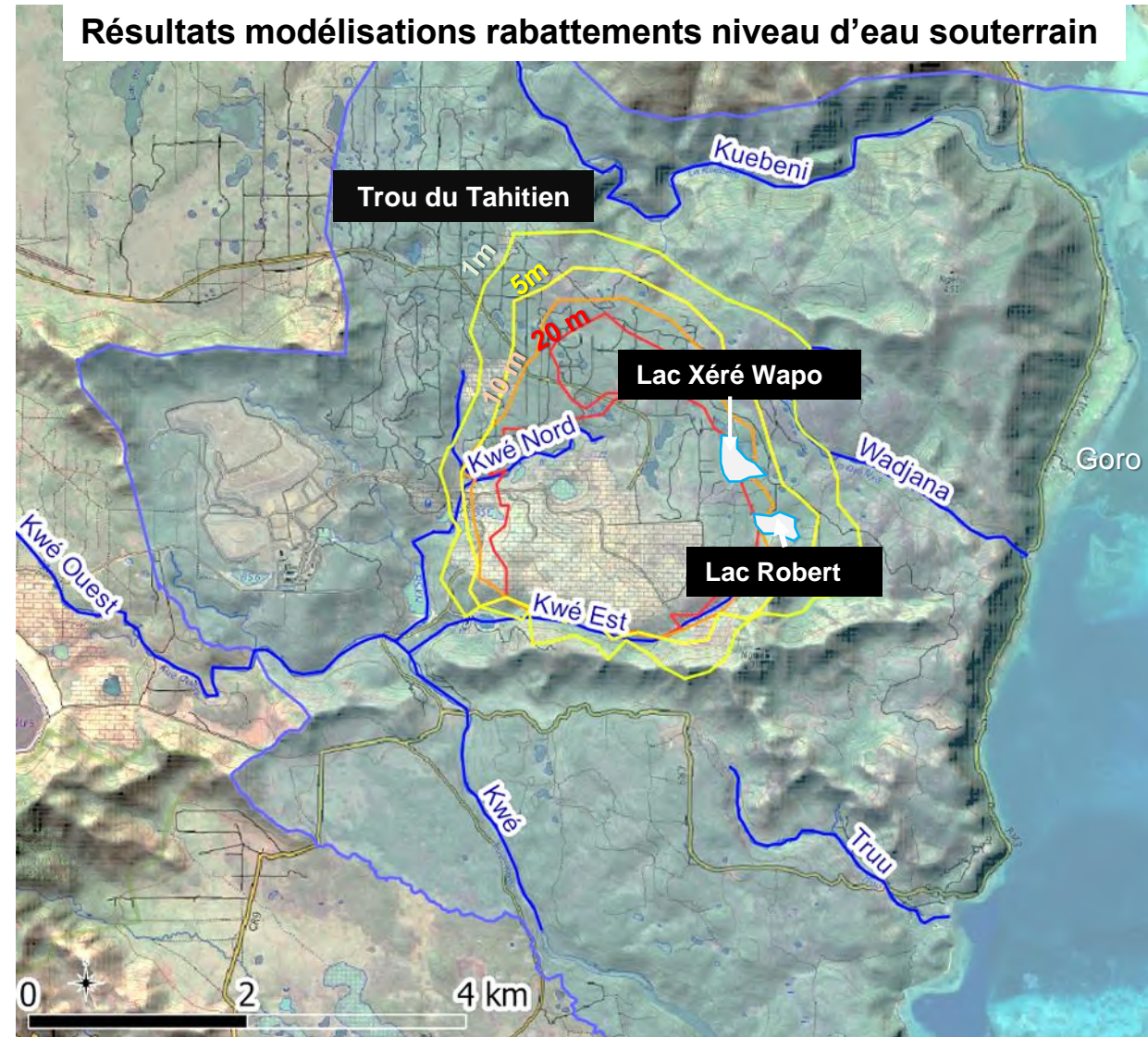
Interactions biotiques modifiées : modification de la chaîne trophique (compétition, prédation, nourriture disponible, etc.).

La création et l'exploitation d'une fosse minière constitue la source d'impact majeure sur ce bassin versant. Son extension, telle que prévue à l'horizon 2036, ne fera qu'augmenter davantage son impact sur les eaux douces souterraines et superficielles ainsi que les écosystèmes qui en dépendent.

Recommandation:

- **Etudier la pertinence d'un dispositif de réinjection d'eaux pour maintenir le débit de base**
- **Poursuite des inventaires piscicoles et carcinologiques (pêche électrique + observations subaquatiques), macrobenthiques et flore rivulaire sur le réseau de suivi existant.**
- **Mise en place d'inventaires sur les zones nécessitant des données d'état zéro et/ou un suivi régulier**

Résultats modélisations rabattements niveau d'eau souterrain



ZONE 3

D-Existe-t-il un risque spécifique qu'engendrerait l'exploitation minière en lien avec le changement climatique, notamment sur le flanc de montagne littoral ?

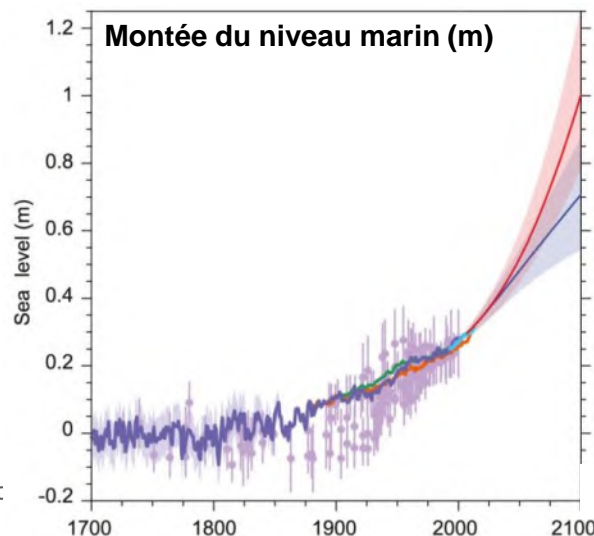
Très peu d'études réalisées sur ce sujet en Nouvelle Calédonie. Il n'y a pas de documents permettant de répondre aux questions sur le littoral pour le périmètre d'étude dans ceux fournis pour cette expertise.

Le changement climatique augmente la fréquence et l'intensité des phénomènes extrêmes + montée du niveau marin.

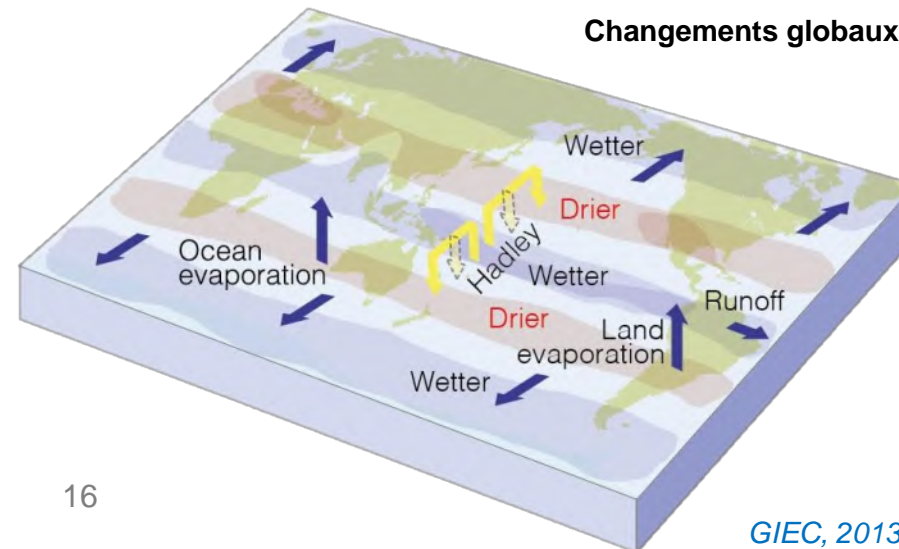
Il convient en premier lieu d'en prévoir les effets (érosion des côtes, progression du biseau salé dans les eaux souterraines, salinisation des côtes) pour ensuite en déduire les conséquences sur le flanc littoral et les éventuels risques synergiques avec l'exploitation minière.

Recommandation:

Mener une étude prospective des effets du réchauffement climatique à l'échelle régionale. Cette étude pourrait s'appuyer en ce qui concerne les débits de rivière et les nappes souterraines sur les données et modèles collectés à la suite de la présente expertise.



GIEC, 2013



16

GIEC, 2013

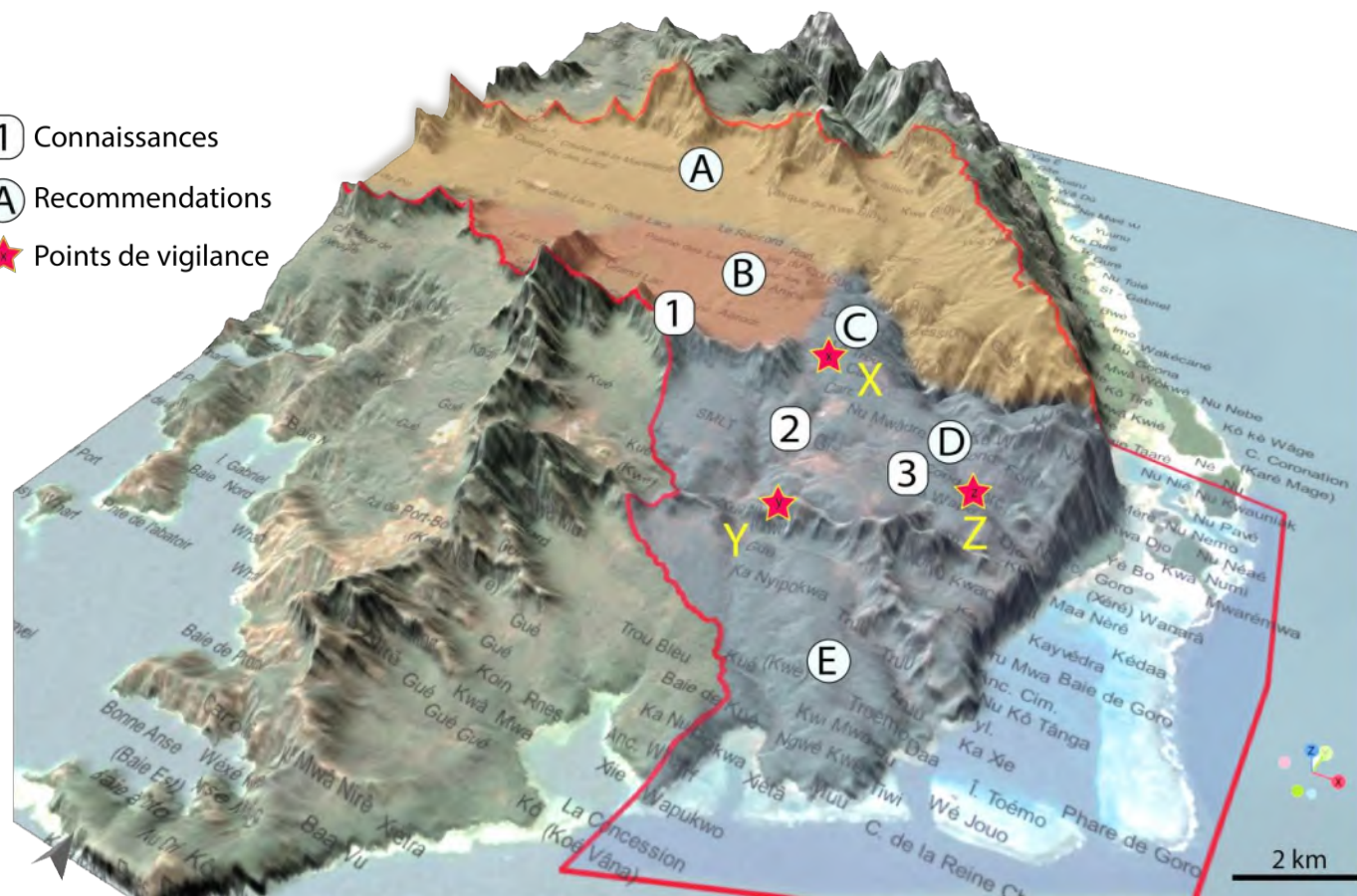
Synthèse graphique

Zone 1: Données insuffisantes et/ou en cours de traitement (EM)

Zone 2: Etudes centrées sur les relations Plaine Grands Lacs – KO4 (pas de projets prévus)

Zone 3: Forte densité de mesures et d'études, complétée par la modélisation. Manque d'information sur le Sud et l'Est.

- ① Connaissances
- Ⓐ Recommendations
- ★ Points de vigilance



- ① Circulation N-S confirmée sur une partie des crêtes. Analyses piézométriques
- ② Forte densité de réseaux piézométriques repris dans la modélisation. Circulation des écoulements relativement bien caractérisés mais à confirmer
- ③ Identification des structures drainante, ou leur potentielle probabilité de localisation. Méthodologie à reproduire sur d'autres secteurs
- Ⓐ Augmenter le réseaux de suivi piézométrique et débit des cours d'eau + interprétation des données géophysiques EM
- Ⓑ Essais par pompage pour carte de transmissivité + augmenter la densité des suivis piézométriques + mesurer le débits des cours d'eau + analyses des données EM
- Ⓒ Traçages + augmenter le suivi piézométrique en amont du Trou
- Ⓓ Essais par pompage pour carte de transmissivité + augmenter la densité des suivis piézométriques + mesurer le débits des cours d'eau + analyses des données EM
- Ⓔ Essais par pompage pour carte de transmissivité + augmenter la densité des suivis piézométriques + mesurer le débits des cours d'eau + analyses des données EM
- X ★ Evacuation du Trou du Tahitien mal connu. Circulation vers le Nord? Risque de re-activation de drain lors de l'extension de la fosse
- Y ★ Assèchement des dolines et diminution des débits des rivières. Revoir les simulations
- Z ★ Assèchement des dolines et diminution des débits des rivières.



Jeanpert (2017)

Merci pour votre attention

Contact
[a. selles@brgm.fr](mailto:a.selles@brgm.fr)



COMITÉ D'INFORMATION, DE CONCERTATION ET DE SURVEILLANCE

Expertise 6 : Adéquation entre le réseau actuel de surveillance et les impacts sur l'environnement (eau, air, sol) et sanitaires générés par l'usine du Sud

30 novembre 2022

Expertise E6 : plan de la présentation

Contexte

Présentation du groupe d'experts

Méthodologie

Réponses aux questions de l'arrêté provincial
et recommandations principales

Expertise E6 : contexte

L'arrêté provincial du 18 mars 2021 (arrêté n°692-2021/ARR/DIMENC)

- ✓ fixe la réalisation d'études complémentaires sur les sujets environnementaux liés à l'usine du Sud VALE
- ✓ précise le contenu de ces études : 7 expertises visant à répondre à des questions différentes

Expertise n°6 : 2 questions posées

1 - Les réseaux et stratégies de surveillance actuels sont-ils suffisants et pertinents pour mesurer tous les impacts générés par l'ensemble des installations liées à l'usine du sud sur l'environnement (air, eau, sol, impact sanitaire) ?

2 - Le cas échéant, quels devraient être les moyens et les dispositions permettant d'assurer une surveillance optimale de l'ensemble de ces effets ?

Le BRGM et l'INERIS ont réalisé l'expertise n°6

Expertise E6 : présentation du groupe d'experts

Porteur : BRGM

Equipe de projet BRGM

Anne Winckel (hydrogéochimiste) : cheffe de projet, pertinence du suivi mis en place pour les eaux souterraines et les eaux de surface

Julie Lions (hydrogéochimiste) : qualité des eaux et fond hydrogéochimique

Valérie Laperche (géochimiste) : suivi des sédiments dans les rivières

Rosalie Vandromme (géologue) : suivi de l'érosion des sols

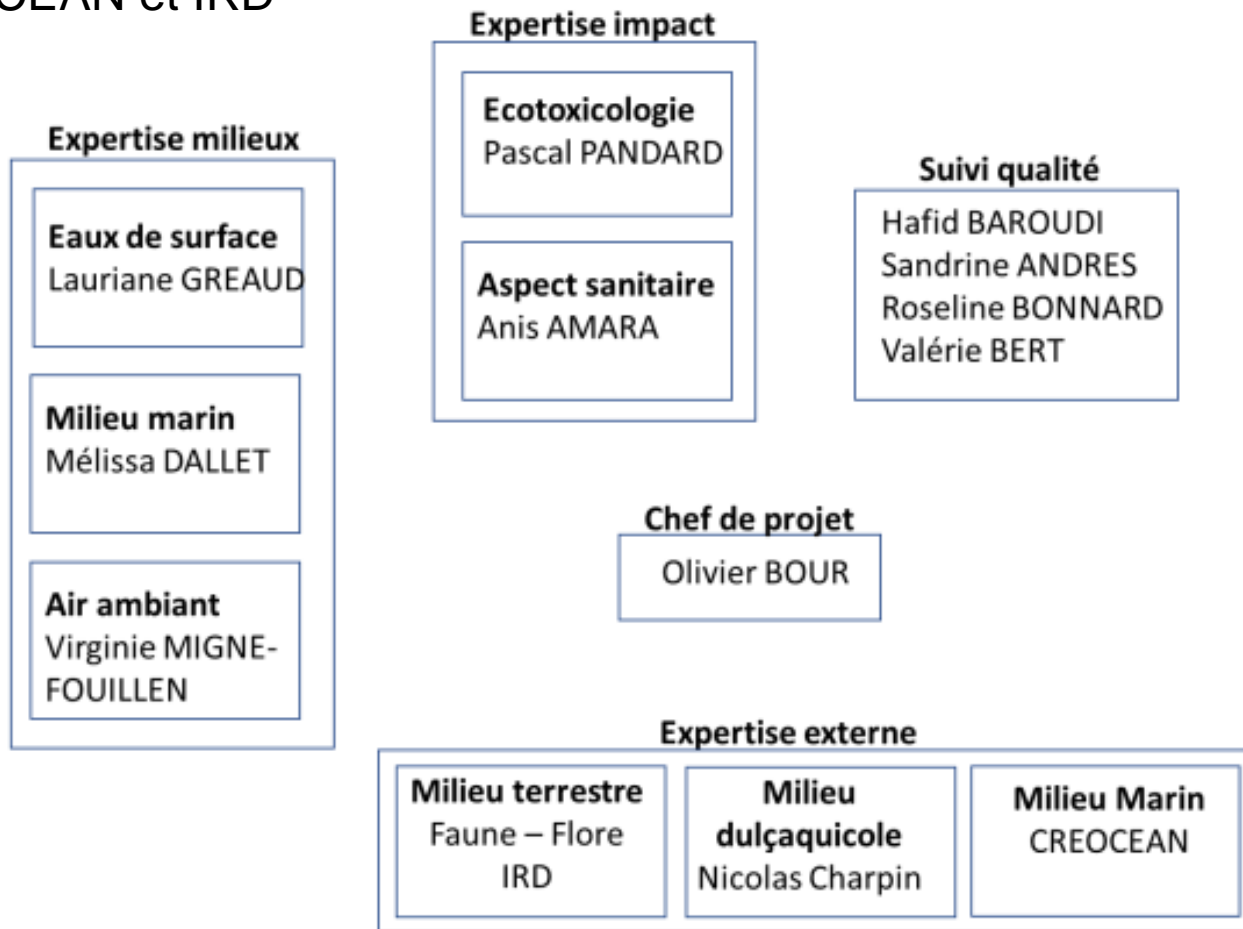
Geoffrey Boissard (hydrogéologue) : réseau de suivi des eaux souterraines et de surface, en charge de la restitution

Avec l'appui de **Vincent Mardhel** (BRGM Nouvelle Calédonie) et **Jean-François Vernoux** (coordinateur technique des expertises BRGM: E3, E5 et E6)

Expertise E6 : présentation du groupe d'experts

Organismes tiers : INERIS

Responsable expertise E6 : Olivier Bour avec sous-traitance N. Charpin, CREOCEAN et IRD



Expertise E6 : présentation du groupe d'experts

Thématiques abordées par organisme

		BRGM	INERIS	N. Charpin (appui INERIS)	CREOCEAN (appui INERIS)	IRD (sous- traitant INERIS)
sols		X				
eaux de surface	qualité	X				
	sédiments	X				
	faune		X	X		
eaux souterraines	qualité	X				
air			X			
eaux marines	qualité		X		X	
	sédiments		X		X	
	faune		X		X	
faune						X
flore						X
biodiversité						X
risque sanitaire			X			

Expertise E6 : méthodologie

Expertise basée sur une analyse de documents

- ✓ Liste initiale de plus de 120 documents transmis par PRNC – plus de 50 000 pages
- ✓ Liste complétée par d'autres documents demandés par le BRGM et l'INERIS en cours d'expertise
- ✓ Objectifs de l'expertise
 - Réaliser une analyse critique et objective des documents pour répondre aux questions de l'arrêté provincial
 - Emettre des recommandations si les éléments contenus dans les documents ne permettent pas de répondre aux questions de l'arrêté provincial
- ✓ Rédaction de deux rapports (BRGM et INERIS)

Expertise E6 :

Suivi des eaux souterraines et des eaux de surface

Le suivi consiste à suivre la qualité et le niveau des eaux au droit de piézomètres, de sources, de stations de suivi dans les cours d'eau et de dolines au droit et à proximité des activités minières (port, usine, parc à résidus, UPM, mine).

Le suivi est pertinent et globalement suffisant. Des améliorations sont à prévoir.

Recommandations sur le réseau et le protocole de surveillance:

- ✓ Ajouter des points de suivi sur le site (en particulier usine, parc à résidus, UPM) et sur les bassins versants voisins du site (en particulier Wajana, Kwé Binyi, Trou Bleu, Trou du Tahitien, Plaine des Lacs)
- ✓ Ajouter des paramètres de suivi pour la surveillance des polluants organiques, sur certains secteurs; en revoyant certains éléments du protocole de prélèvements et du conditionnement des eaux souterraines
- ✓ Adapter certaines méthodes d'analyse afin d'améliorer les limites de quantification

Expertise E6 :

Suivi des eaux souterraines et des eaux de surface

Recommandations sur la restitution et l'interprétation des résultats :

- ✓ Définir des valeurs pour la comparaison des résultats et des actions associées en cas de dépassement
- ✓ Mieux restituer les résultats du suivi piézométrique pour les eaux souterraines (données brutes, chroniques, cartes...)
- ✓ Aller plus loin dans l'interprétation des résultats de suivi de la qualité des eaux
- ✓ Faire un bilan du suivi (tous les 4 ans par exemple)

Expertise E6 :

Suivi des sédiments

Le suivi porte sur la nature et la qualité des sédiments présents au fond des cours d'eau (creek Baie Nord, Kwé Nord, Kwé Ouest et Kwé principale).

Il est difficile de juger de la pertinence et de la suffisance du suivi, compte tenu de l'origine naturelle des éléments suivis.

Recommandations:

- ✓ Définir l'objectif de la surveillance et réviser la méthodologie
- ✓ Renforcer le suivi de la turbidité au niveau de 3 stations actuelles en aval de l'usine et de l'UPM (suivi en continu et non mensuel), complété par un suivi visuel de l'état des rivières

Suivi des sols

Le suivi porte sur les figures d'érosion situées à proximité d'aménagement de l'exploitation minière. Ces figures d'érosion sont très anciennes et sont stables.

Le suivi est pertinent et suffisant.

Recommandation:

- ✓ Poursuivre le suivi actuel et le renforcer en cas d'activation ou d'apparition de nouvelles figures d'érosion.

Expertise E6 : Air ambiant

L'air ambiant fait l'objet d'une surveillance comprenant un suivi des gaz (SO₂ et NO₂), des particules en suspension (PM₁₀ et métaux) et des retombées de poussières par l'association Scal air sur 3 emplacements (base vie, utilité, forêt Nord). Ce suivi est pertinent avec un complément du plan de surveillance (point témoin).

Recommandations:

- Définir un point témoin et le suivre selon la même méthodologie.
- Mettre à jour la surveillance environnementale (choix des polluants), du fait de l'évolution des installations

Expertise E6 : Milieu biologique des eaux de surface

Le réseau de suivi s'appuie sur l'étude de deux grands groupes faunistiques ; d'une part les poissons et les crustacés décapodes (23 stations) et, d'autre part, les macro-invertébrés benthiques (macrofaune benthique, 18 stations dont 2 dolines).

Les indicateurs de suivi apparaissent pertinents. Des améliorations sont à considérer pour les stations étudiées, les sites de référence et la méthodologie pour la carcinofaune et faune dulcicole des dolines (dont la périodicité pour la faune des dolines).

Recommandations:

- S'assurer de la bonne mise en œuvre des protocoles pendant la période la plus propice à l'échantillonnage, améliorer et standardiser le protocole pour la carcinofaune
- Repositionner certaines stations, développer le réseau de stations des dolines avec un protocole et une fréquence d'échantillonnage spécifique

Expertise E6 : Milieu marin (hors impact émissaire traité dans E4)

Le suivi de la qualité du milieu marin comporte actuellement 5 volets (structure et qualité de la colonne d'eau, taux de sédimentation, qualité des sédiments, flux sédimentaires, écosystèmes marins) et sur un réseau variant entre 3 à 14 stations.

Un suivi de grande envergure, relativement complet et pertinent en termes de matrices suivies a été mis en œuvre.

Des recommandations pour réaliser un suivi des aspects sédimentaire au plus proche des baies sont proposées.

Recommandations:

- Ajouter une station dans la baie de Port Boisé pour l'étude des flux particuliers
- Concentrer les moyens de suivi de la matrice sédimentaire sur les baies et prioriser le suivi sédimentaire des stations dans le chenal de la Kwé (St06) et à proximité de la zone de mouillage (St16, à relocaliser)
- Interpréter les résultats des suivis en fonction de paramètres synthétiques de l'activité minière et de l'usine

Expertise E6 : Faune terrestre et biosécurité

L'impact de l'activité minière est suivi par des inventaires de la faune (avifaune, herpétofaune) et des espèces exogènes et envahissantes.

Le suivi des espèces de la faune apparaît conforme aux suivis attendus de la biodiversité, même s'il apparaît difficile de pousser l'interprétation au-delà des inventaires pour traiter des impacts.

Recommandations :

- Mieux intégrer la description du milieu dans les suivis de l'avifaune et de l'herpétofaune et mieux répartir les efforts de suivi sur la gamme d'habitats pour l'herpétofaune
- Poursuivre l'effort d'intégration des suivis de la flore et de la faune (les reptiles) dans les conservatoires de biodiversité et les plantations de compensation
- Prévoir une adaptation et une articulation de l'effort de suivi des nouvelles espèces exotiques de fourmis avec la dynamique des populations, la flore envahissante et la gestion de la biomasse

Expertise E6 Flore terrestre dont état de santé

L'impact sur la flore est suivi par des inventaires des espèces remarquables (rares et menacées), de la flore forestière, des lisières et de la ripisylve.

Le suivi de l'état de santé de la flore comprend un suivi à l'échelle globale de l'extrême Sud par imagerie satellite, un suivi des massifs forestiers et des mesures des impacts de l'usine sur une forêt localisée sous les vents de l'usine. Un suivi des espèces exogènes et envahissantes complète le suivi réalisé.

Le suivi de la flore est particulièrement complet et pertinent. Des recommandations sont proposées.

Recommandations:

- Envisager l'utilisation de critères complémentaires (formes de rareté, espèces anciennes endémiques) dans la priorisation des espèces rares et menacées
- S'assurer de la pérennité génétique des populations sur le long terme et étudier la régénération à plus grande échelle (augmentation des surfaces suivies)
- Réaliser une relecture des parcelles ayant servi de base à la calibration et au suivi de la végétation par satellite

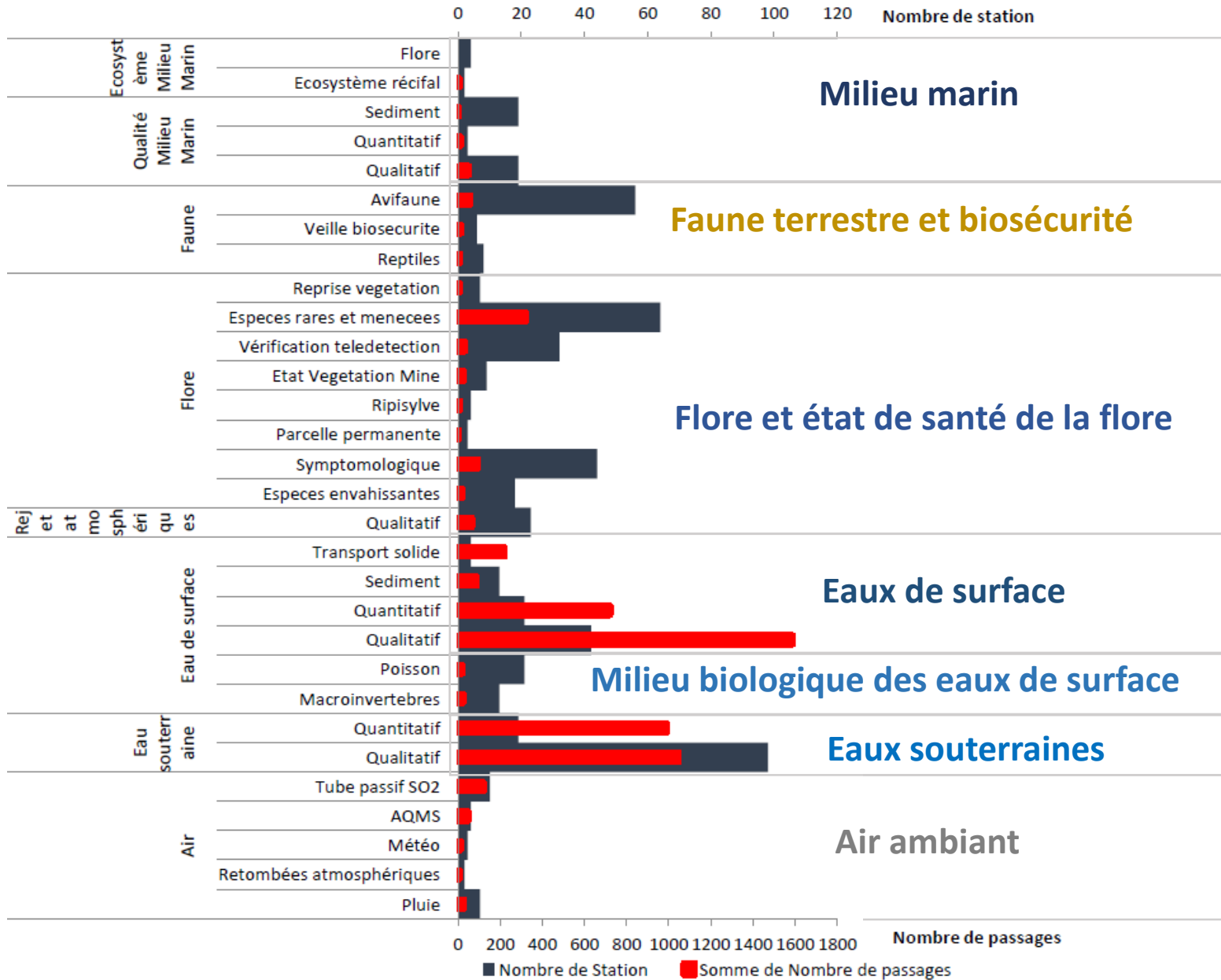
Expertise E6 Conclusions

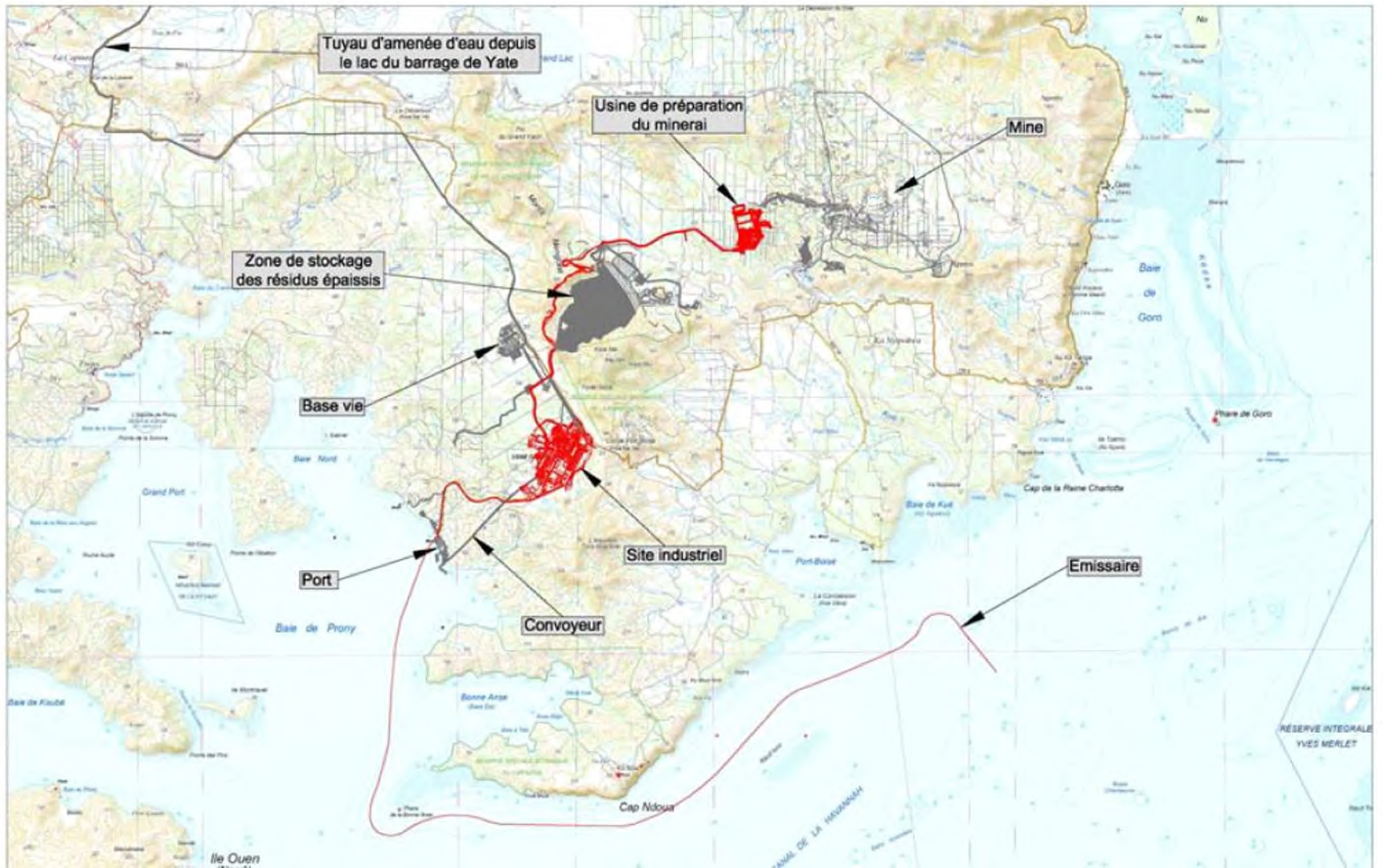
- **Un dispositif de surveillance pour l'ensemble des milieux, incluant la faune et la flore, a été mis en place.**
- **Un dispositif conséquent et pertinent à maintenir, avec des améliorations à envisager qui sont détaillées dans notre expertise.**
- **Des synthèses régulières (4 ans) sont à prévoir pour ajuster les méthodes en cas de besoin et anticiper des évolutions éventuelles.**

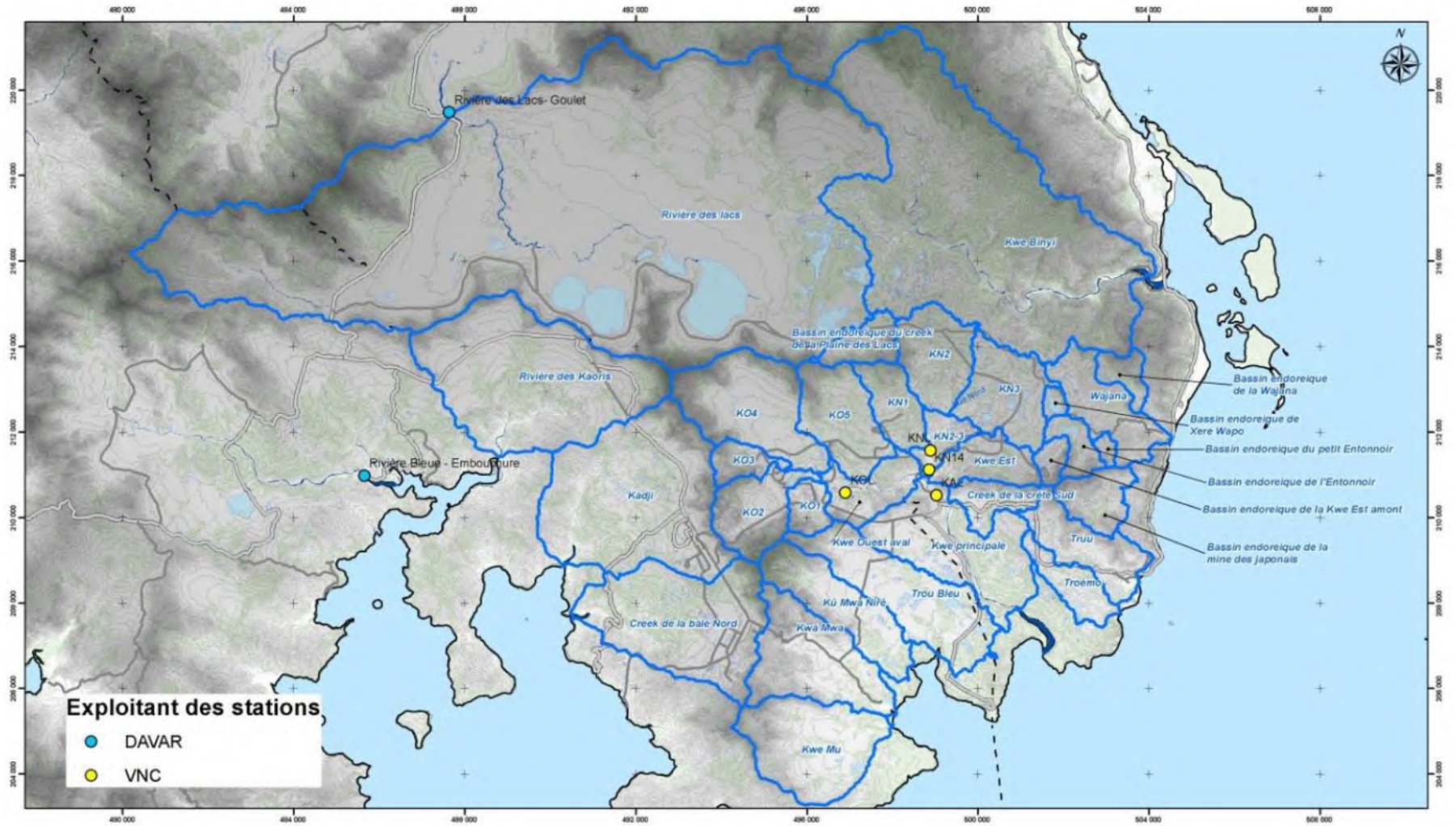
Merci de votre attention

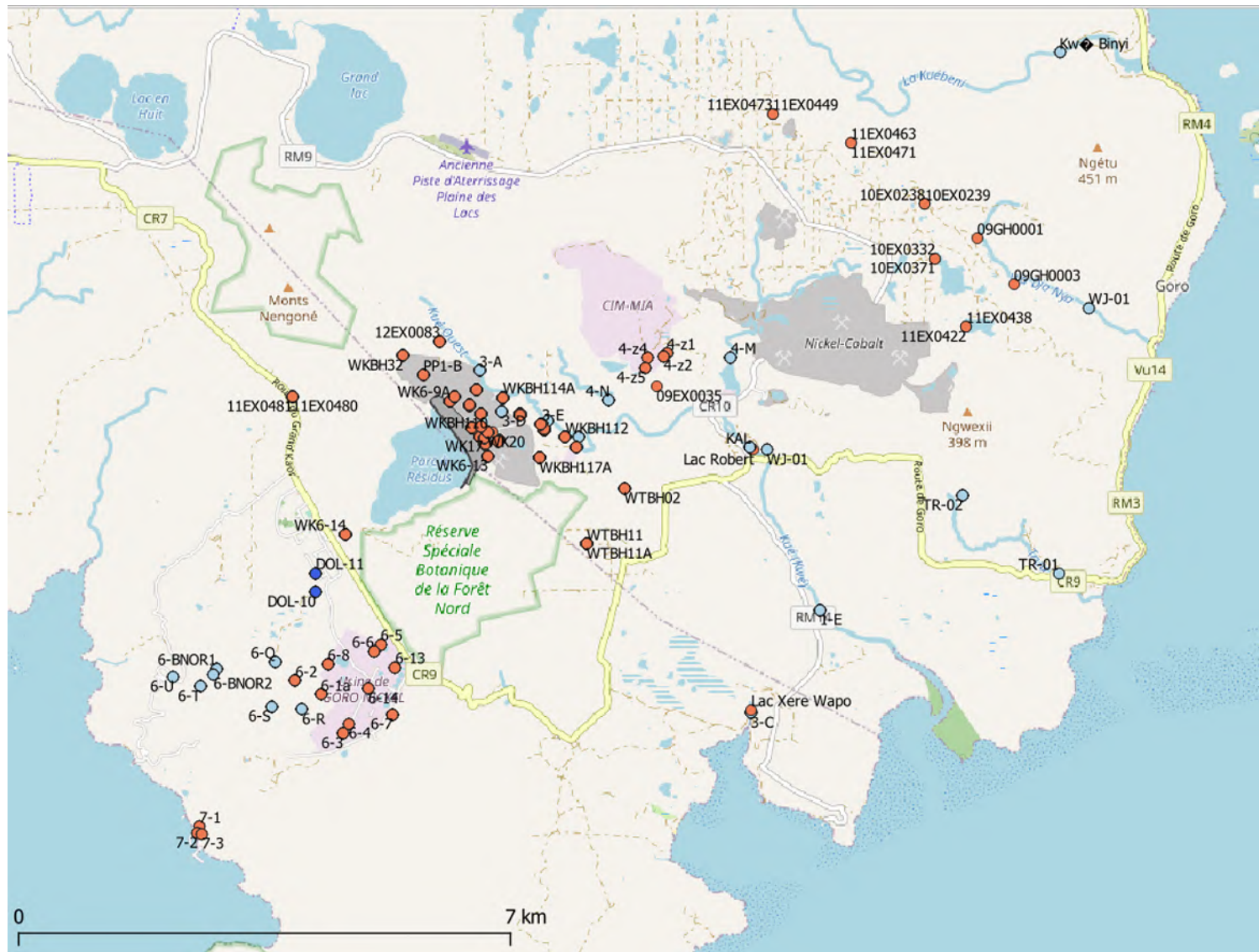
Diapositives supplémentaires

Expertise E6 : Réseau et suivi actuel

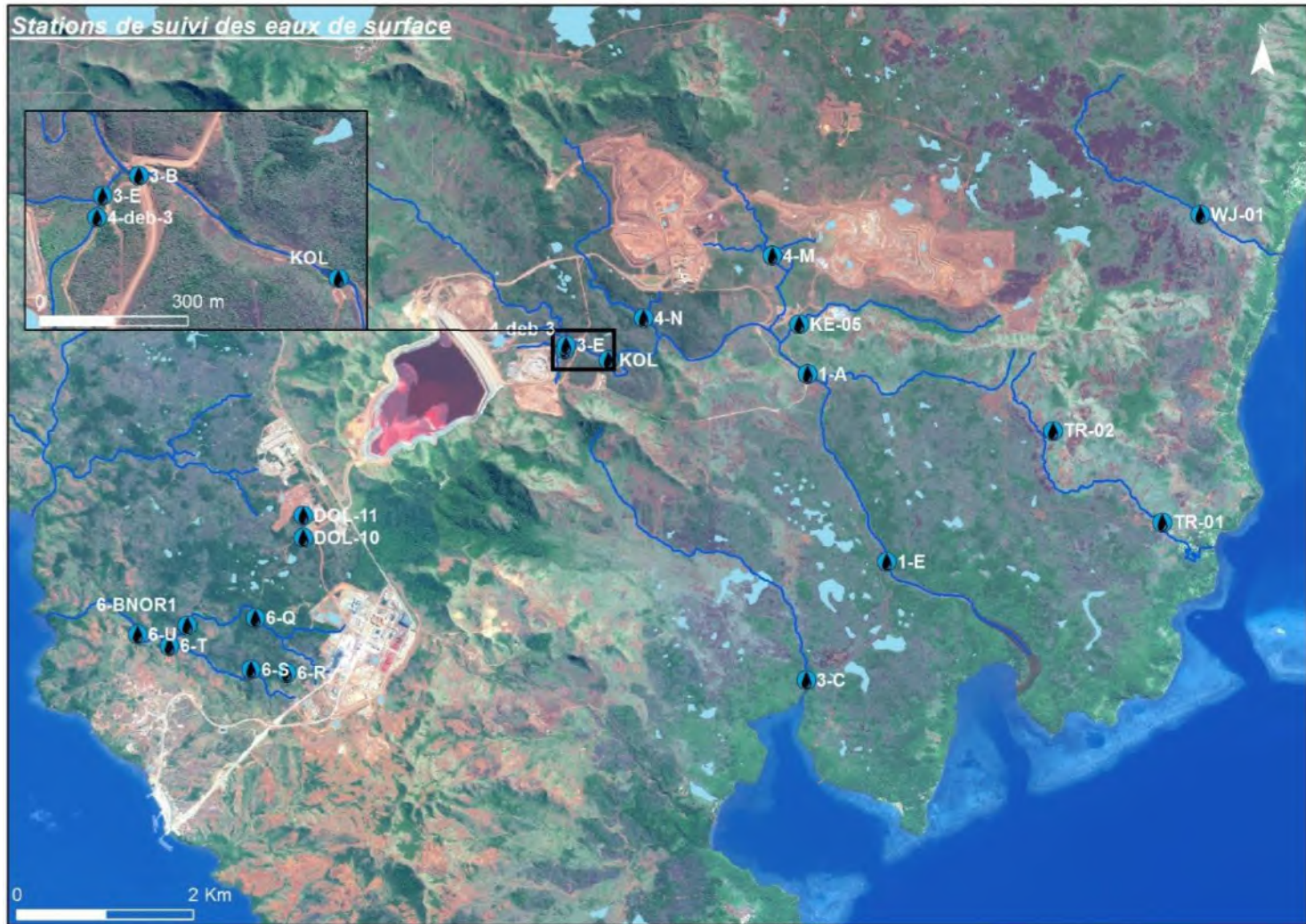








Localisation des différents points de suivi (source : BRGM à partir de la liste des points transmis par PRNC)



Carte de localisation des différents points de suivi physico-chimique des eaux de surface (ENV_3)

Réalisation d'une étude visant à évaluer la stratégie de surveillance des impacts générés par l'exploitation de l'usine du Sud sur les travailleurs et les populations environnantes

Etude n°7

Etude réalisée par Pascal De Giudici et Etienne Cassagne
avec l'aide des Drs Denis Bard et Claire Ségala



SEPIA SANTÉ

Introduction

Équipe SEPIA-Santé

- **SEPIA-Santé** (1997) BE privé en épidémiologie et santé publique, spécialisé environnement santé. Clients majoritairement institutionnels : Ministères, Directions Régionales, DDASS, ANSES, SPF, Ademe, CSTB, collectivités locale. Clients privés : industriels, mutuelles, etc.
- **Dr Denis BARD**, médecin épidémiologiste, 42 ans d'expérience, ancien enseignant-chercheur à l'EHESP - 72 publications et 25 ouvrages. Expert auprès de l'INSERM et de l'Union Européenne. Chargé des aspects études de risques sanitaires.
- **Dr Claire SEGALA**, médecin épidémiologiste, 33 ans d'expérience, fondatrice de SEPIA-Santé. 49 publications. Deux études épidémiologiques pollution-santé à Nouméa : (1) étude de panel sur l'influence de la pollution de l'air sur la santé respiratoire des écoliers et (2) étude géographique sur l'influence de la pollution de l'air sur les causes de mortalité et d'hospitalisation dans les quartiers de Nouméa. Chargée des aspects épidémiologiques
- **Pascal DE GIUDICI**, Ingénieur en Santé-Environnement, 24 ans d'expérience. Chargé des aspects liés à la toxicologie et à surveillance sanitaire des environnements professionnels.
- **Etienne CASSAGNE**, docteur en géographie de la Santé, 10 ans d'expérience, co-gérant de SEPIA-Santé. Chargé des aspects statistiques de santé professionnelle.

Etude n°7 : Quatre questions posées

1. Les données et études existantes permettent-elles de **mettre en évidence un impact spécifique sur la santé** des travailleurs, sous-traitants et des populations environnantes du fait de leur emploi au sein de l'Usine du Sud ou de leur proximité ?
2. Les **stratégies de surveillance actuelles** sont-elles **suffisantes et pertinentes** pour mesurer tous les impacts générés par l'ensemble des installations liées à l'usine sur les travailleurs ? L'impact à **long-terme de leur travail sur la santé** est-il **suffisamment connu** ?
3. Existe-t-il des **facteurs** liés à l'exposition des travailleurs qui pourraient être liés à un taux de **prévalence plus élevé** de certaines maladies professionnelles (étude épidémiologique)?
4. Le cas échéant, quels devraient être les **moyens et les dispositions permettant d'assurer une surveillance optimale** de l'ensemble de ces effets ?

1

Éléments d'analyses de risques sanitaires

Éléments d'analyses de risques sanitaires (1)

Activités minières et industrielles prises en compte

- Extraction minière : ciel ouvert, abattage à l'explosif, excavation, transport sur pistes arrosées, mise en verse des stériles
- Préparation du minerai : broyage, tamisage, mélange à l'eau pour formation d'une pulpe envoyée à l'usine par une canalisation
- Traitement du minerai selon un procédé hydro métallurgique (pas de grillage du minerai)
 - Réception et épaissement
 - Lixiviation sous haute pression en présence d'acide sulfurique concentré
 - Décantation
 - Neutralisation (Ca et lait de chaux, air et SO₂ pour réduire Cr VI en Cr III)
 - Précipitation des hydroxydes (NHC) (magnésie, flocculant)
- Traitement des effluents : augmentation du pH pour précipiter les métaux

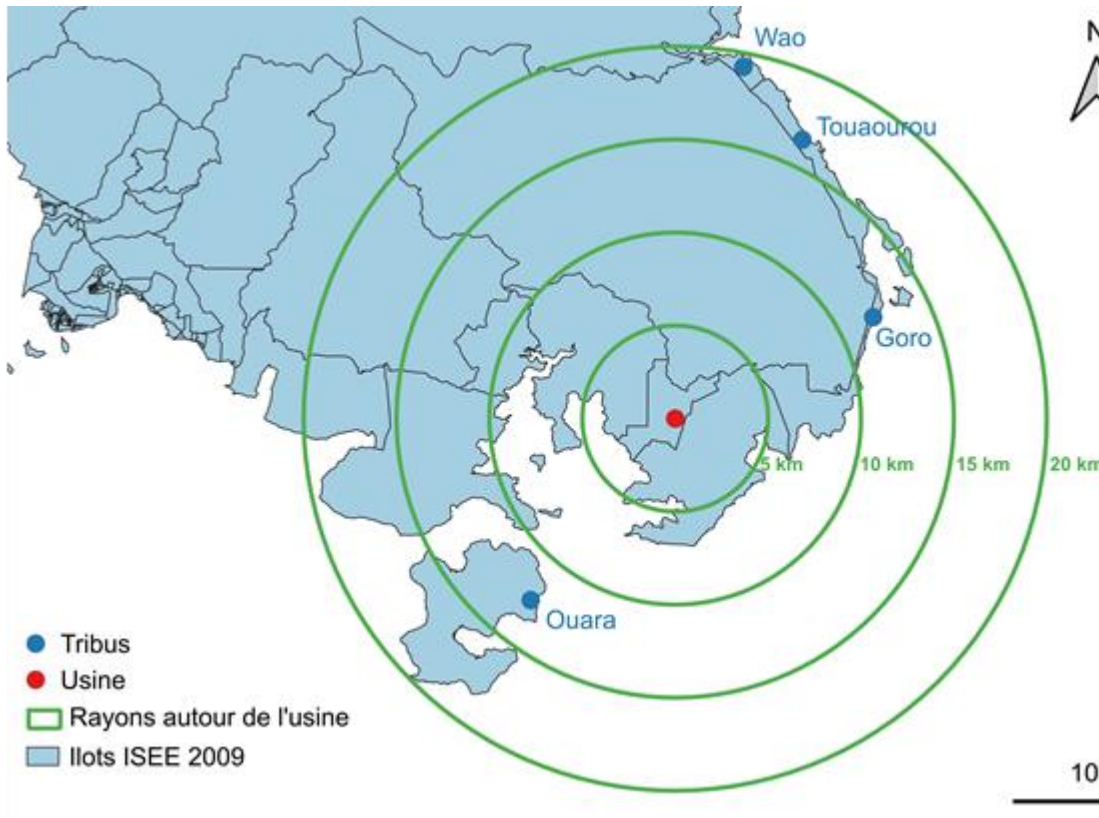
Éléments d'analyses de risques sanitaires (2)

Répartition du personnel

- **1 233 salariés** en 2021 (de 1 031 en 2010 à 1 431 en 2015)
- 20 % de l'effectif en 2021 est **féminin**
- Age moyen du personnel en 2021 : **40 ans**
- Ancienneté en 2021 : 49 % avec 10 ans ou + de présence, 76% 6 ans ou +
- **Les sous-traitants :**
 - Nombreuses entreprises
 - Volonté de PRNC d'internaliser certaines activités exploitées auparavant par des sous-traitants
 - Plus de la moitié des accidents du travail sur site concernent les sous-traitants (64,5% en 2021)

Éléments d'analyses de risques sanitaires (3)

Répartition des populations riveraines



Population totale estimée en fonction des rayons

Rayon (km)	Population 2009 (hab.)	Superficie (km ²)	Densité (hab./km ²)
10	914	195,7	4,7
5	911	67,7	13,5

Population estimée (sans l'îlot base-vie) en fonction des rayons

Rayon (km)	Population 2009 (hab.)	Superficie (km ²)	Densité (hab./km ²)
10	14	184,6	0,08
5	11	56,6	0,19

Population des 4 tribus (en 2019) = 1 010 hab. (-12,8% par rapport à 2014)

Éléments d'analyses de risques sanitaires (4)

Substances et facteurs toxiques

- Particules minérales : poussières fugitives inhalables < 100 µm, thoraciques < 10 µm et alvéolaires < 4 µm ouvert ; liées à l'extraction minière, stockage, transport, préparation du minerai
- Amiante environnemental : même origine que poussières fugitives, dominé par l'antigorite (pas de toxicité spécifique)
- Substances importées (et stockées sur place) : fuel lourd HFO (substitution progressive par gaz, énergie solaire), soufre, charbon, calcaire, magnésie + HCl, carbonate de soude et solvants d'extraction et de séparation dans la raffinerie (en cours de démantèlement)
- Produits intermédiaires des procédés : SO₂, SO₃, acide sulfurique, solution mère issue de la lixiviation (riche en minéraux, dont Cr VI), chaux, lait de chaux, lait de magnésie
- Sous-produits à évacuer : sels de métaux insolubles (Al, Co, Cr, Cu, Ni, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg) avec éléments traces en très faibles quantités (Pb, Cd, As, Cr, Hg, cyanures)
- Produits finis : NHC (hydroxyde de Nickel et de Cobalt)
- Produits de combustion : PM10, PM2,5, NO₂, SO₂, COV, O₃, CO ; chaudières, centrale électrique, véhicules
- Substances radioactives : ¹³⁷Cs (sonde UPM) et ¹⁴C (mesures PM) ; dangerosité modérée, sources scellées

Éléments d'analyses de risques sanitaires (5)

Données études quantitatives de risques sanitaires (EQRS) ex ante (autorisation d'exploiter)

- Étude détaillée (EQRS) Néodyme 2007 : conforme aux règles de l'art, basées sur une modélisation de dispersion des polluants atmosphériques avec retombées de particules
- - L'EQRS 2007 ne montre pas de dépassements de seuil d'acceptabilité pour les risques cancérigènes et non cancérigènes
 - Même si l'évolution des process va clairement vers la diminution du risque, une nouvelle EQRS permettrait d'utiliser les modèles plus récents de dispersion atmosphérique, d'intégrer l'ensemble des sources.

2

Surveillance sanitaire des employés

Surveillance sanitaire des employés (1)

Méthodologie de surveillance des expositions

- Démarche Évaluation des Risques Professionnels (EvRP) : consignées dans un document élaboré en 2014 par Vale NC en conformité avec la réglementation en vigueur
 - Définition de **Groupes d'Exposition Homogènes (GEH)**
 - Analyse qualitative des risques : identification des agresseurs, probabilité d'exposition, durée d'exposition, score d'exposition
 - Décision : surveillance environnementale (poste fixe, individuelle), surveillance médicale, arrêt de l'activité
 - Analyse quantitative : stratégie d'échantillonnage pour les mesurages d'exposition, définition du nombre et de la fréquence d'échantillons par GEH en fonction de l'analyse précédente

Outils de mise en œuvre de la surveillance

- Présentation des GEH et paramètres EvRP sous forme de tableur Excel : plusieurs tableurs fournis, n'utilisant pas toujours les mêmes formulations, dernière version en 2019 avec **73 GEH** (pour le personnel salarié)
- Élaboration d'un cahier des charges pour un prestataire de mesurage accrédité (Bureau Véritas pour les substances chimiques), campagnes semestrielles (2 fois par an)

Surveillance sanitaire des employés (2)

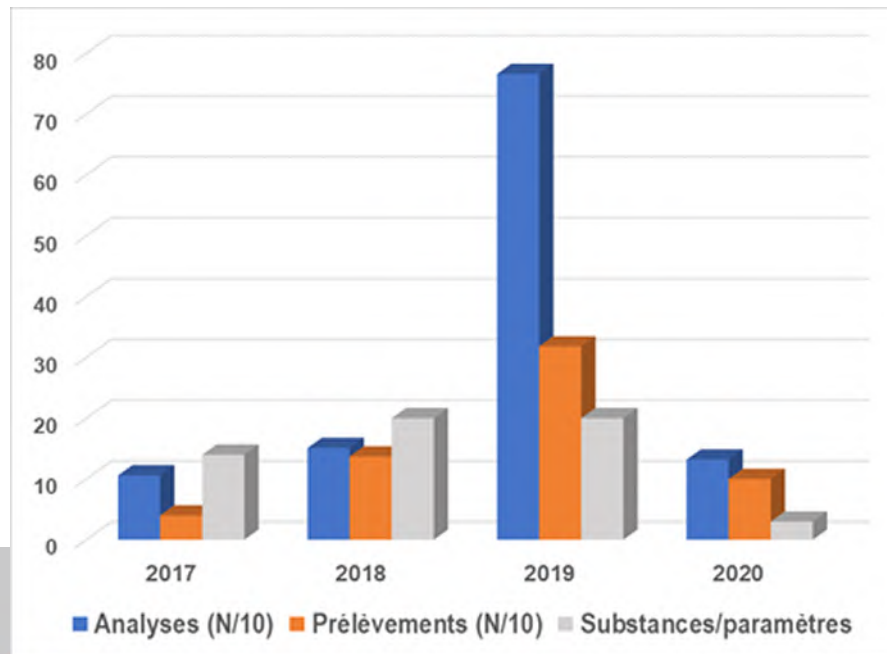
Surveillance de l'amiante

- Surveillance au niveau des zones d'exploitation minière (justifié)
- Postes fixes rares (uniquement 2020), mesures individuelles fréquentes
- **Toutes les mesures réalisées < Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP)**
- **En majorité < seuil de sensibilité analytique**
- Surveillance à maintenir à cause de la variabilité géologique

Surveillance sanitaire des employés (3)

Surveillance des *Agents Chimiques Dangereux* (ACD)

- Postes fixes : poussières inhalables, poussières alvéolaires, Co, Ni, autre métaux (une année sur 4 étudiées)
- Individuelles : grand nombre de paramètres en plus, dont poussières de quartz, Cr III, Cr VI, autres métaux, HC aliphatiques et benzéniques, naphthalène, H₂S, SO₂, HCl, HBr, CO
- Nombre d'analyses très variable selon les années



Surveillance sanitaire des employés (4)

Surveillance des **Agents Chimiques Dangereux**

- Indice d'exposition (IE) = Concentration d'exposition / Valeur Limite réglementaire
= CEP / VLEP (en %)
- Prises en compte des IE > 10 % et IE > 100 %
 - **Aucun IE > 100 % pour aucun paramètre**
 - IE > 10 % observés uniquement pour poussières inhalables, poussières alvéolaires, poussières de quartz et SO₂

Surveillance sanitaire des employés (5)

Surveillance des légionelles

- Surveillance des 4 tours aéroréfrigérantes (TAR) présentes sur l'installation + Bassin d'eau brute alimentant les TAR
- Méthodes de prélèvements et analyses conformes à la réglementation
- **Aucun dépassement** du seuil de **100 000 Lp/L** (arrêt de l'installation)
- Très peu de dépassements du seuil de 1 000 Lp/L (recherche des causes et correction sans arrêt de l'installation) et une installation responsable du dépassement n'est plus en service

Surveillance sanitaire des employés (6)

*Gestion des **sources radioactives***

- Seule toxicité externe prise en compte (sources scellées)
- Évaluation de la dose reçue basée sur :
 - types de sources et émissions associées ;
 - analyse des postes de travail : position du personnel par rapport à l'équipement, EPI utilisés ;
 - retour d'expérience des premières années d'exploitation minière (2009 et 2010) pendant lesquelles des mesures ont été réalisés
 - extrapolation sur la totalité des opérations effectuées sur une année afin de déterminer la dose annuelle reçue
- **Doses estimées très inférieures aux VLEP**
- Confirmé par les **mesures dosimétriques < seuil de détection**

Surveillance sanitaire des employés (7)

Cas des sous traitants

- Très nombreux sous-traitants : sécurité, entretien des bureaux et de la base-vie, cantine, entretien des véhicules et engins, transports du personnel; etc. incluant des postes plus exposés (ensachage NHC, par exemple)
- Obligation de présenter leur EvRP au Département HSE de PRNC pour validation
- La plupart des EvRP ne font pas mention de l'atmosphère de travail spécifique au site industriel de Goro
- Pour le sous-traitant « exposé » (CDE) : personnel HSE interne sur site + surveillance biométrique de l'exposition Ni et Co urinaires par un médecin du SMIT à la demande de l'entreprise.

3

Santé des employés

Santé des employés (1)

Absentéisme, Accidents du travail,

- Absentéisme (2012-2020) = 4,9% (taux moyen en France métropolitaine en 2019 chez les salariés en CDI = 5%)
- Accidents du travail : la plupart sont des blessures ou traumatismes indépendants des expositions aux polluants - les « vapeurs, gaz et poussières délétères » ont été à l'origine d'1 accident de travail en 2018, 15 en 2019 et 3 en 2020

Santé des employés (2)

Exposition aux COV, au cobalt et au nickel par tests urinaires

- Qualification des niveaux d'exposition (Ni, Co, COV) : actions prise en fonction des concentrations
 - Normal
 - Alerte/Exposition probable
 - Éviction/Anormal
- Exposition sur la période 12/2019-12/2020 :
 - **Cobalt** : 49 mesures, aucun dépassement (« normal »)
 - **Nickel** : 115 mesures dont 2 « alertes »
 - **COV** : 64 mesures dont 4 « alertes » et 2 « évictions » (liés à la raffinerie actuellement en démantèlement)
- Variabilité de seuils employés :
 - Selon les années et substances mesurées, on note que certains seuils sont susceptibles de changer qualitativement ou quantitativement

Santé des employés (3)

Maladies professionnelles

- **10 cas déclarés** sur la période **2014-2019**. **Aucun** cas sur la période **2020-2021**
- **1 cas lié à une exposition au nickel** (2015)
- **1 cas lié à une exposition au cobalt** (2019)

3

Santé des riverains

Santé des riverains (1)

Données de la DASS

Rappel des populations concernées :

- Environ 1 000 personnes dans un rayon entre 10 et 20 km de l'usine
- Employés de la base-vie dans un rayon de 5 km de l'usine

Pathologies disponibles :

- Cancers (de la trachée, des bronches et du poumon, du pharynx, du larynx, des fosses nasales et des sinus de la face)
- Mortalité périnatale toutes causes (hors accidentelles), non pertinentes

Pas d'augmentation constatée des cancers potentiellement liés aux émissions atmosphériques de l'installation (exploitation minière et traitement du minerai) dans les années récentes dans les communes de **Mont-Dore** et **Yaté**

Contraintes :

- Population riveraine restreinte
- Données non disponibles aux **échelles géographiques** fines demandées (données fournies à l'échelle de la commune)
- Données non disponibles pour **morbidity** et **mortality** non cancéreuses des pathologies respiratoires et cardiovasculaires
- Durée d'activité de l'installation (10 ans) non pertinente pour une surveillance épidémiologique des cancers, du fait de la latence de leur développement

Santé des riverains (2)

Registre des cancers de Nouvelle-Calédonie

- Intérêt : apporter des éléments sur les cancers possiblement en lien avec des expositions aux cancérigènes (nickel, amiante...)
- Limites :
 - **Dernières données** disponibles portent sur les années **2017-2018** avec une base arrêtée au 20 Juin 2022
 - **Faibles effectifs** de cas et la taille limitée de la population de Nouvelle-Calédonie = risque de variations aléatoires des taux d'incidence observés
 - **Faible niveau de discrimination** des cancers : cancers des fosses nasales et des sinus possiblement liés à l'exposition au nickel comptabilisés avec totalité des cancers des voies aéro-digestives supérieures
- Résultats :
 - **Incidence du cancer broncho-pulmonaire** en Nouvelle-Calédonie **comparable** à celui de la Polynésie et de la France métropolitaine. Depuis 2008, n'évolue pas chez les hommes, mais tend à augmenter chez les femmes
 - Incidence du **mésothéliome** (spécifique de l'amiante) chez les hommes comparable à l'Australie, Nouvelle-Zélande, France et la Réunion. Chez les femmes, comparable à l'Australie, et supérieure à la Nouvelle-Zélande et la France. **Incidence du mésothéliome 35 fois plus élevée chez les femmes de la province Nord que dans la province Sud.**

4

Réponses aux questions et recommandations

Réponses aux questions (1)

Surveillance de la santé des populations riveraines

- ❑ Les données et études existantes permettent-elles de mettre en évidence un impact spécifique sur la santé des travailleurs de VALE (actuellement PRNC), de ses sous-traitants et des populations environnantes du fait de leur emploi au sein de l'Usine du Sud ou de leur proximité ?
 - **Non.** *Chez les employés, les statistiques de santé du travail ne montrent pas de surreprésentation des accidents et maladies du travail par rapport à d'autres entreprises industrielles.*
 - *Chez la population riveraine, aucune étude épidémiologique n'est en cours et l'examen des données ne fait pas et n'est pas en mesure de faire apparaître d'impact spécifique sur la santé publique.*
- ❑ Les stratégies de surveillance actuelles sont-elles suffisantes et pertinentes pour mesurer tous les impacts générés par l'ensemble des installations liées à l'usine du Sud sur les travailleurs ?
 - *Actuellement, **oui**, mais seulement depuis les dernières années (2016 et suivantes). La gestion de la surveillance peut encore être optimisée par des outils de programmation clairs et explicites.*

Réponses aux questions (2)

Surveillance de la santé des populations riveraines

- ❑ L'impact à long-terme de leur travail sur la santé est-il suffisamment connu ? Existe-t-il des facteurs liés à l'exposition des travailleurs qui pourraient être liés à un taux de prévalence plus élevé de certaines maladies professionnelles (étude épidémiologique) ?
- *Les impacts potentiels à long-terme des substances toxiques mises en jeu dans le complexe minier-industriel sont connus sur la base de la littérature scientifique. Le complexe est en activité depuis trop peu de temps pour que ces effets, s'ils devaient apparaître, soient statistiquement démontrables. Cependant, les mesures de préventions actuellement mises en œuvre devraient a priori prévenir l'apparition d'effets sanitaires chez les employés.*
- ❑ Le cas échéant, quels devraient être les moyens et les dispositions permettant d'assurer une surveillance optimale de l'ensemble de ces effets ?
- *Voir les recommandations suivantes*

Conclusions et recommandations (1)

Surveillance de la santé des professionnels

- Une **gestion plus rationnelle de la surveillance des exposition professionnelles** (tableau de bord pour le pilotage et la planification glissante des activités de surveillance en cohérence avec le document EvRP)
- Une **fréquence annuelle pour les mesures en postes fixes sur les sites les plus exposés** (focus sur Ni, Co, Cr VI et amiante naturel)
- Un **registre actualisé des valeurs limites d'exposition professionnelle** (référencement précis et mise à jour continue des VLEP)
- **Sensibilisation des sous-traitants à la pertinence de la surveillance sanitaire de leur personnel opérant sur le site de Goro** (au-delà de l'induction qu'ils reçoivent, information sur les risques d'exposition liés au site)
- **Etude des sols potentiellement pollués sur les d'installations à l'arrêt** (précédant leur démantèlement et leur réhabilitation) : déjà en cours pour la raffinerie.

Conclusions et recommandations (2)

Surveillance de la santé des populations riveraines

- Une **surveillance épidémiologique** (recueil systématique et continu de données de santé) **n'est pas recommandée** (population trop restreinte vivant, essentiellement, à plus de 10km du site)
- **Éventuellement: nouvelle EQRS** dans la mesure où **ont évolué**, d'une part les **process**, et d'autre part les **qualifications de danger des agresseurs** par les institutions internationales (exemple le passage d'une cancérogénicité probable à certaine)
- Des **études épidémiologiques** pourraient aider à une meilleure connaissance de l'état de santé des populations vivant à proximité du site :
 - Une étude épidémiologique sur **la santé perçue et le ressenti** des **populations riveraines** vis-à-vis de leur environnement afin de définir **l'impact psycho-social** de l'installation
 - Une étude épidémiologique **de type panel** auprès des **employés qui séjournent régulièrement sur la base-vie** sur la base du volontariat. Il s'agirait d'étudier les **relations** entre les variations de **symptômes d'intérêt** et les variations des **polluants aériens** (et/ou des indicateurs en lien avec la production), en tenant compte des **expositions liées au travail**

Merci de votre attention !



SEPIA SANTÉ

The logo features the text 'SEPIA SANTÉ' in a blue, sans-serif font. The word 'SEPIA' is in a darker blue, while 'SANTÉ' is in a lighter blue. A small orange arrow points to the right above the 'I' in 'SEPIA'. The text is set against a background of several overlapping, wavy lines in shades of blue and orange that sweep across the bottom of the slide.



30/11/2022

Point de situation du barrage KO₂

30/11/2022



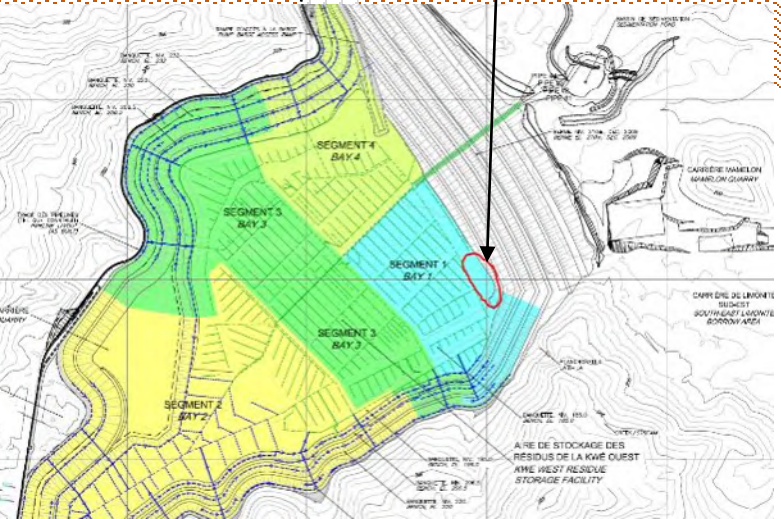
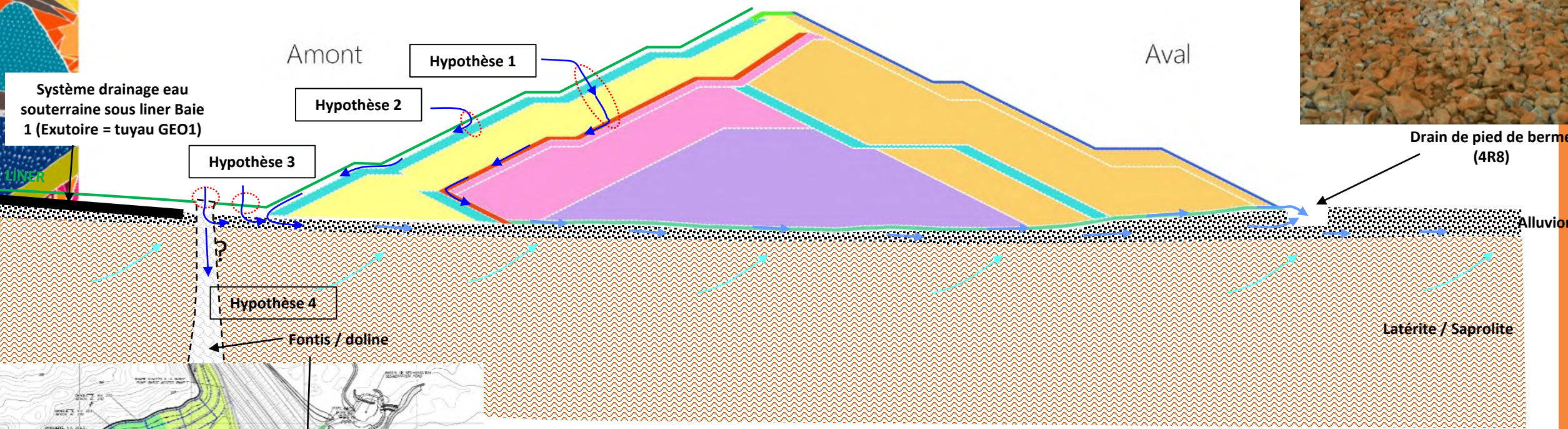
Parc à résidus KO₂ : Investigations



Système drainage eau souterraine sous liner Baie 1 (Exutoire = tuyau GEO1)

Amont

Aval



- 1A : Noyau étanche
- 3B : Remblais de structure du barrage
- 2A : Remblais de transition
- 3C : Remblais de structure du barrage
- 2B : Cheminée drainante
- 4 : Protection contre l'érosion (riprap)
- 2D : Tapis drainant
- Crête
- 3A : Remblais de structure du barrage



Plan d'actions pour le colmatage de l'infiltration

Plan pour le colmatage de l'infiltration

Le placement du solide contre la berme est **LA solution** recommandée par les experts (EoR, ITRB) pour colmater cette infiltration et prévenir l'apparition de nouvelles.

Organisation

- Toutes les procédures ont été établies et validées par l'EoR au préalable
- Présence d'un représentant de l'EoR sur le terrain lors de la mise en oeuvre

✓ Actions court terme

- Placement de geotextiles remplis de résidus épaissis
- Placement de résidus épaissis par camion et pelle mécanique
- Placement de GBL « Géomembrane Bentonitique »+ liner
- Placement de résidus épaissis par camion et pelle mécanique

Fait
Fait
Fait
En cours

✓ Action moyen terme

- Installation d'une barge de pompage pour déplacer le solide déjà présent dans le parc à résidu contre la berme – Campagne de tests

15/12/2022

✓ Action long terme

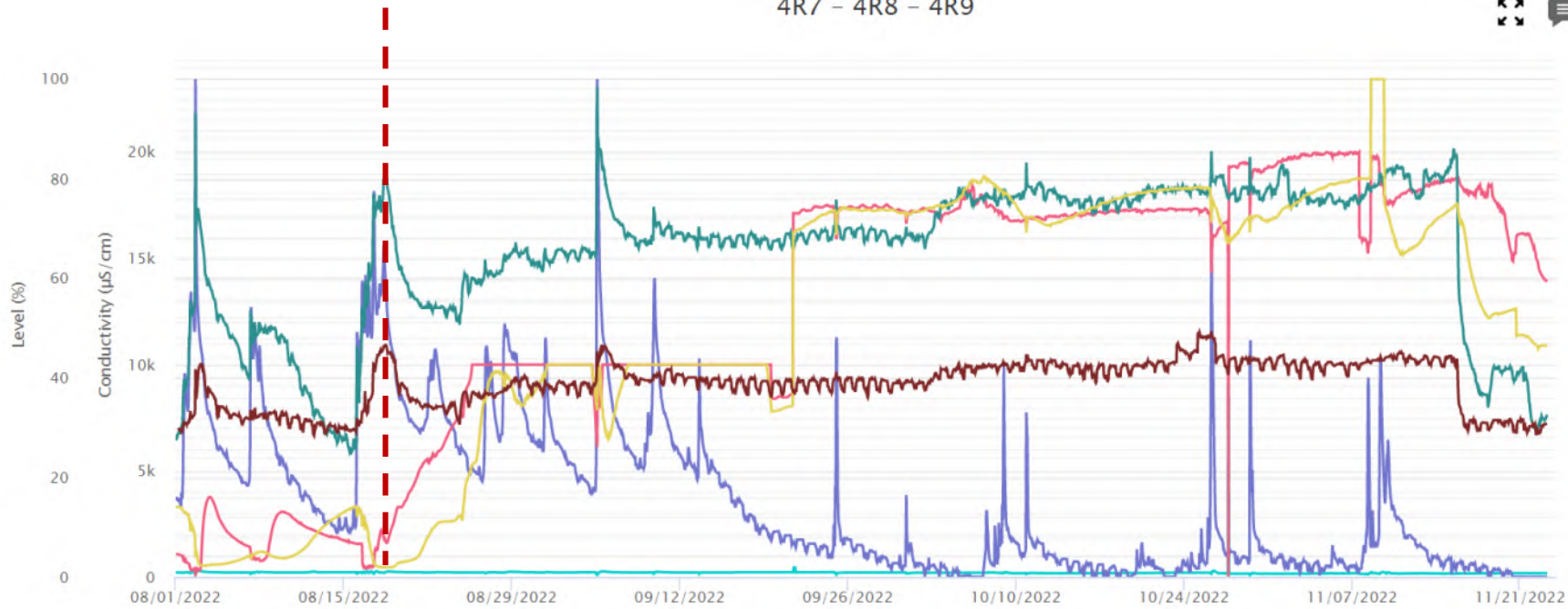
- Installation d'une nouvelle ligne de dépose de solide de production proche de la berme

Q1 2023



Résultats sur les débits des drains

Début de l'augmentation du débit des drains



Nette diminution des débits de l'infiltration suite aux actions mises en place





Niveau de surnageant dans le KO₂

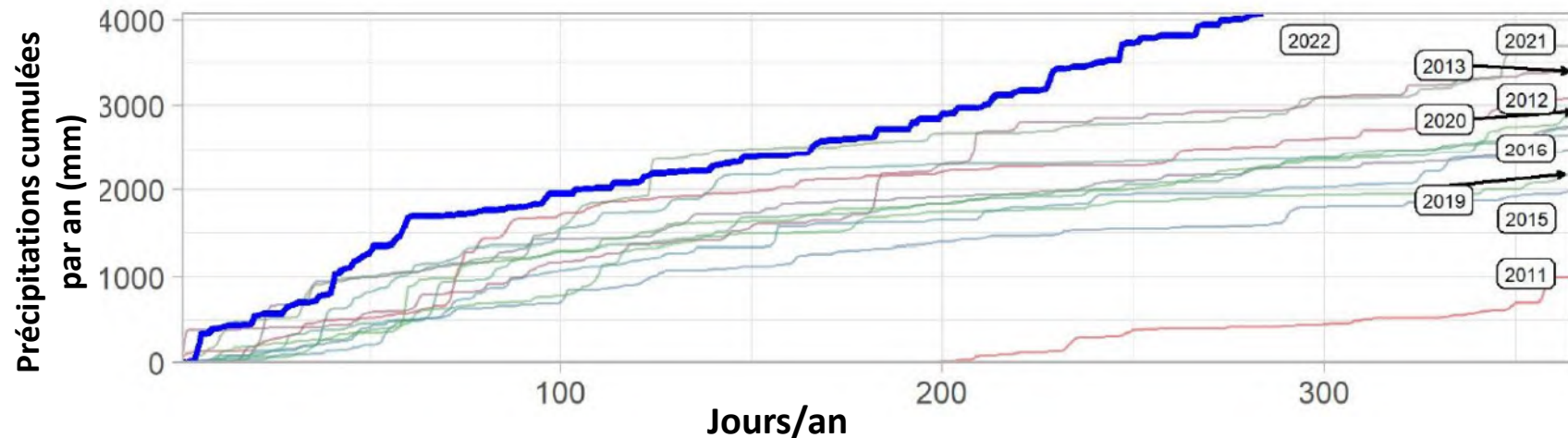
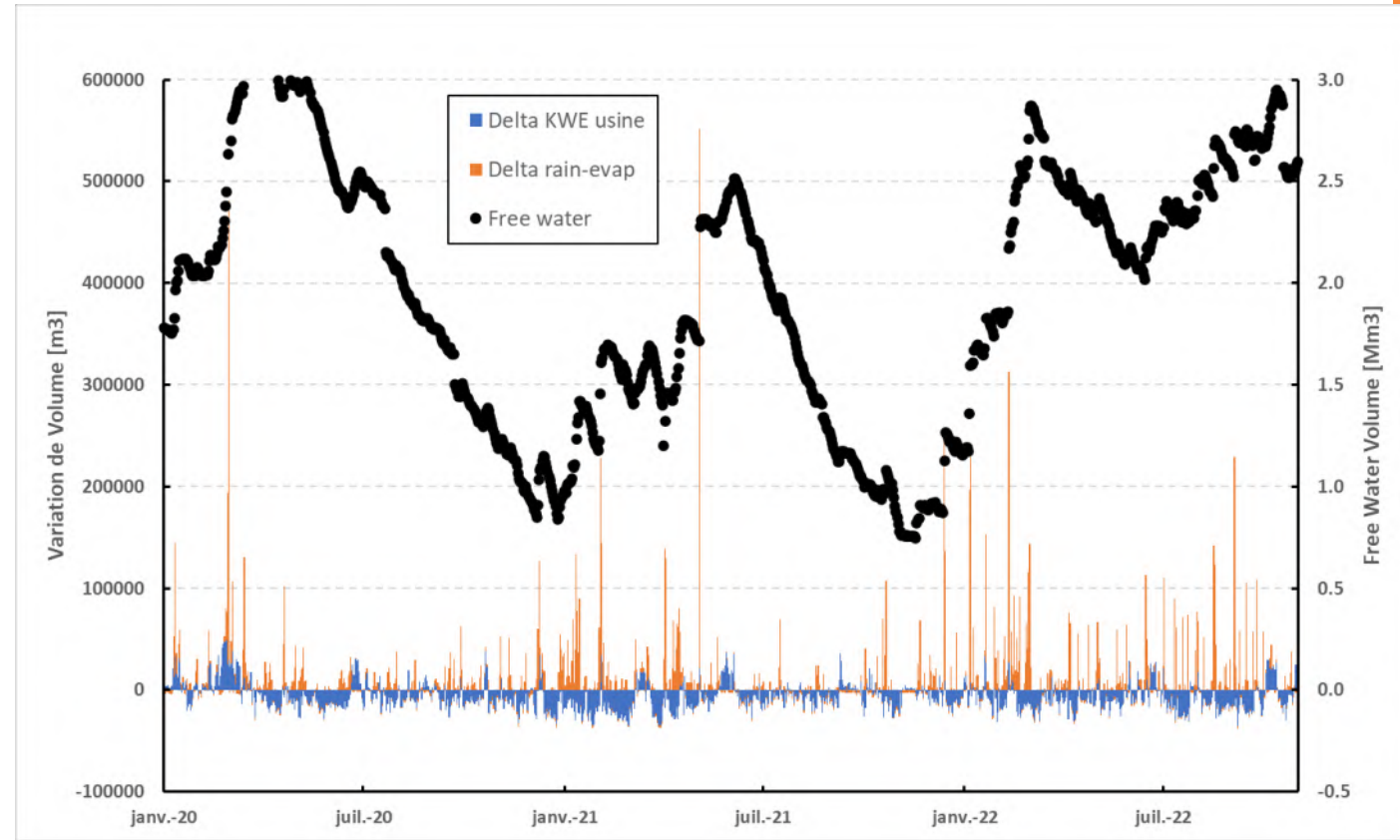
Bassin KO₂ – Volume de Surnageant

✓ En 2022

- Un niveau de précipitations élevé jamais enregistré auparavant – la ninã
- Une absence de saison sèche qui permet une baisse du niveau d'eau

- ✓ **Nécessité d'augmenter la vidange du bassin** pour continuer à contrôler le niveau d'eau selon les recommandations des experts.

Suivi du volume de surnageant – Période 2020/2022



Contrôle du niveau d'eau dans le bassin

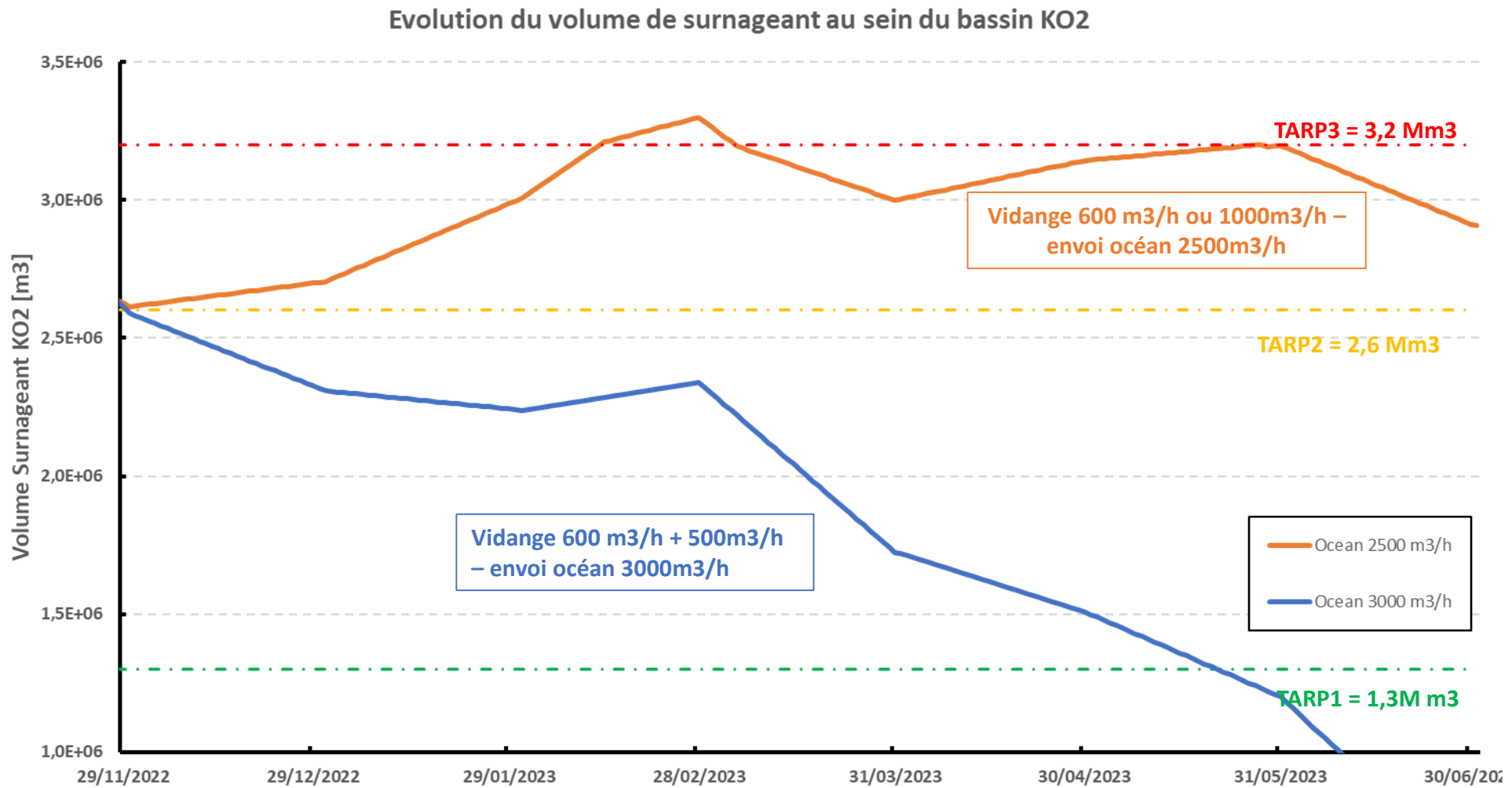
L' évolution du volume de surnageant a été suivie en considérant:

- ✓ Estimation faite à partir 29/11/2022, avec un volume de surnageant à 2,65Mm³
- ✓ Pluviométrie prise basée sur la moyenne mensuelle 2021-2022.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Moyenne(mm)	20,0	24,5	6,6	16,3	14,2	5,4	8,4	9,8	10,0	6,9	3,4	14,8

- ✓ Evaporation considérée constante à 3mm/jour
- ✓ Deux scénarios de vidange considérés:
 - **Scénario 1**: Respect d'un delta KO₂ à 600m³/h pour le seuil 2 et 1000m³/h pour le seuil 3 du TARP avec **envoi à l'océan à 2500m³/h**
 - **Scénario 2**: Respect d'un delta KO₂ à 600+500 m³/h avec **envoi à l'océan à 3000m³/h**

Evolution du niveau dans le bassin KO2



La maîtrise pérenne du niveau du surnageant dans le KO2 serait largement facilitée par la possibilité d'augmenter l'envoi vers l'océan à 3000m3/h

Point de situation Emissaire





30/11/2022

Point de situation Emissaire



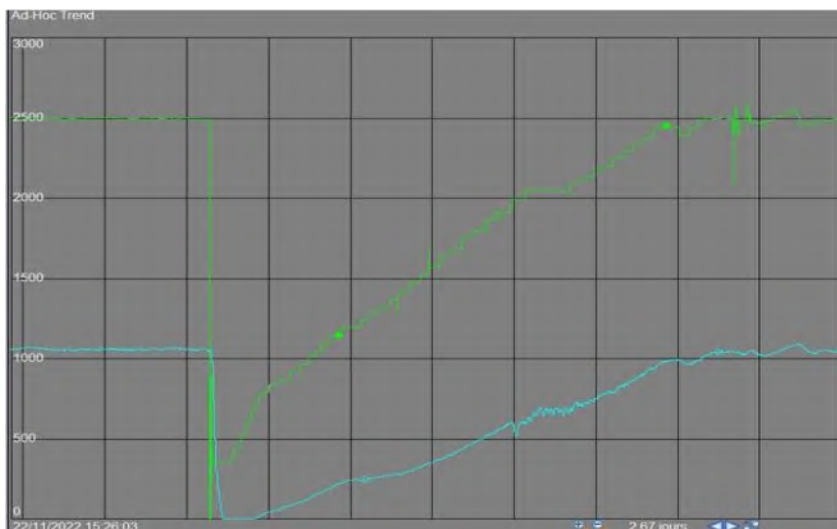
Point de situation Emissaire

Mise en service

Pas de fuites détectées
Au démarrage et en marche



Montée en régime progressivement



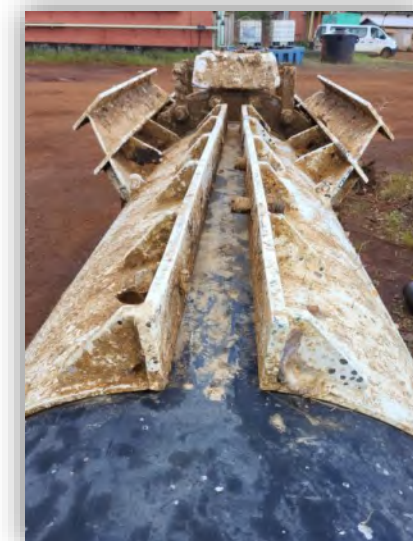
Causes potentielles

Bride C2 – inspection 1/3 – 2020
Aucune anomalie constatée



Bride C02

Bride C2 – sortie de l'eau – octobre 2022
Rupture des tiges filetées du raidisseur



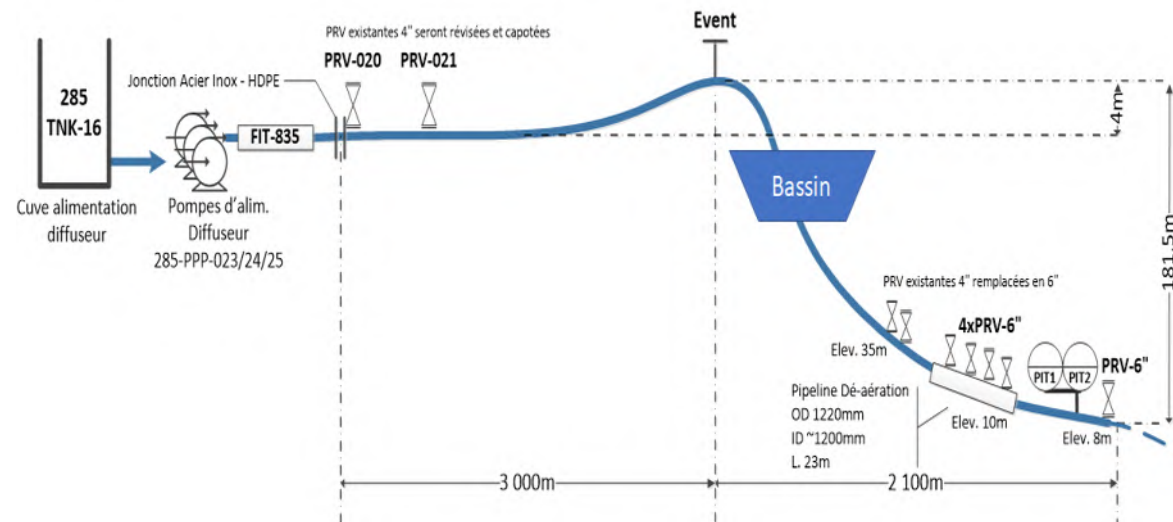
Point de situation Emissaire

Résumé du plan d'amélioration (en cours)

- ✓ Mise en place de trous de désaération le long de l'émissaire
Un peu plus de 17 événements installés depuis 2015/2016 qui ont permis d'améliorer la situation depuis 2014 jusque récemment.



- ✓ Pour éviter les bouchons d'air dans la colonne descendante depuis la colline vers le port :
Mise en place d'une instruction opératoire de montée en régime très progressive.



Point de situation Emissaire

Résumé du plan d'amélioration (en cours d'étude)

- ✓ Etude de la mise en place d'un système complémentaire de limitation du débit en amont de la colonne pour réduire le risque d'envoi d'air pendant les phases de montée en régime.

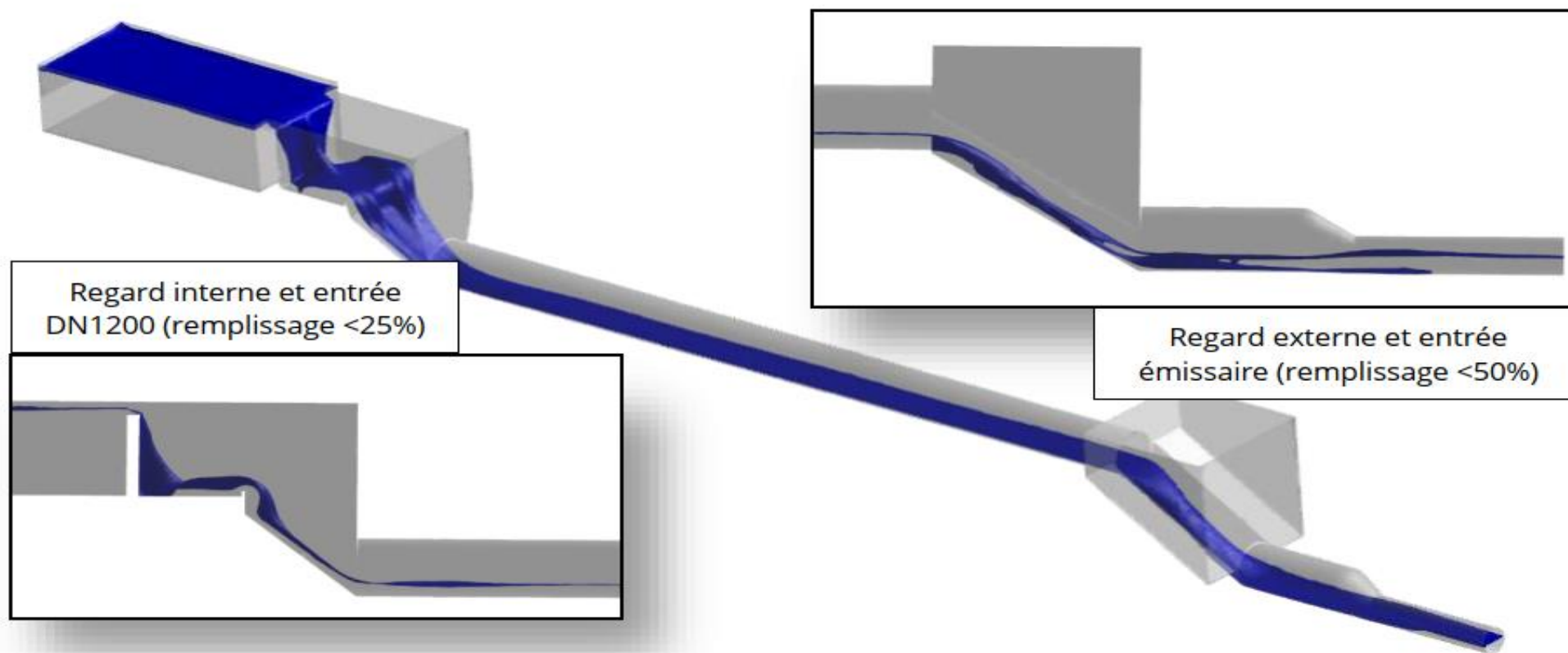


Figure 75 Écoulement complet à 3100m³/h pour le débordement optimisé et les toboggans intégrés

Merci

