

Annexes

Annexe n°1

**Courrier du Professeur Eric MARCOUX sur
l'amiante environnementale**

Source : IRMG



Campus Géosciences
Université - CNRS
1A rue de la Férolerie
45071 Orléans Cedex 2
Tél : +33 (0)2 38 49 49 45

*Monsieur Thomas Louvet
Imerys Refractory Minerals
Glomel (Côtes d'Armor)*

Orléans, le 15 juillet 2020

Cher Monsieur,

L'examen des six sondages forés sur la future fosse 4 et les levés cartographiques de détail menés sur les tranchées creusées au sud de la future fosse 4 permettent de dégager un certain nombre de conclusions.

La première est que la géologie de la future fosse 4 est très semblable à celle de la fosse 3, avec les cornéennes à andalousites très largement dominantes. Ce fait n'est pas surprenant étant donné que les formations concernées (les schistes d'Angers ou de Postolonnec) sont très continues et largement étendues dans le Massif armoricain. On note tout au plus une légère variation de faciès des cornéennes dans la partie sud de la future fosse, qui se marque par une discrète augmentation de la taille du grain et de la quantité d'oligoclase, et résulte probablement d'une différence originelle du protolite sédimentaire.

La seule différence géologique notable est l'absence apparente dans la future fosse 4 des cisaillements siliceux orientés EW, ce qui est une bonne nouvelle pour l'exploitation et montre que l'on est sorti du champ de failles de la Montagne noire.

Aucun filon de dolérite n'a été recoupé par les sondages mais trois filons peu puissants (moins de 1 m) ont été observés dans la tranchée creusée au sud du site, ce qui indique leur probable présence dans la fosse 4. Elles sont strictement identiques à celles observées en fosse 3 qui ont fait l'objet d'études minéralogiques détaillées.

En souhaitant pouvoir poursuivre à l'avenir les recherches géologiques sur votre site, je vous prie d'agréer, cher Monsieur, mes meilleures salutations

Eric Marcoux

Professeur CE en Géosciences à l'université d'Orléans

Composante de
l'Université d'Orléans



Annexe n°2

**Etude hydrologique et hydrogéologique,
projet d'ouverture de la Fosse 4,
exploitation d'andalousite de Guerphalès
(GEO+, 2021)**

Source : GEO+



IMERYYS

ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE



***Projet d'ouverture de la Fosse 4
Exploitation d'andalousite de Guerphalès
Commune de Glomel (22)***

Rapport n° D 20011101bis –HydroV6

Septembre 2021, complété en juin 2022 et décembre 2022



e-mail: geo.plus.environnement@orange.fr

SARL au capital de 120 000 euros - RCS : Toulouse 435 114 129 - Code NAF : 7112B

Siège social et Agence Sud
Agence Centre et Nord
Agence Ouest
Agence Sud-Est
Agence Est

Le Château 31 290 GARDOUCH
2 rue Joseph Leber 45 530 VITRY AUX LOGES
5 rue de la Rôme 49 123 CHAMPTOCE SUR LOIRE
1175 route de Margès 26 380 PEYRINS
7 rue du Breuil 88 200 REMIREMONT

Tél : 05 34 66 43 42 / Fax : 05 61 81 62 80
Tél : 02 38 59 37 19 / Fax : 02 38 59 38 14
Tél : 02 41 34 35 82 / Fax : 02 41 34 37 95
Tél : 04 75 72 80 00 / Fax : 04 75 72 80 05
Tél : 03 29 22 12 68 / Fax : 09 70 06 14 23

Site Internet : www.geoplusenvironnement.com

PREAMBULE

IMERYS REFRACTORY MINERALS de Glomel (IRMG) exploite une carrière de **schistes à andalousite** au lieu-dit « Guerphalès » sur la commune de Glomel (22). **Cette exploitation est autorisée jusqu'en 2036** par l'Arrêté Préfectoral du 3 août 2018 modifié par l'Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020. Celle-ci se trouve dans le département des Côtes d'Armor (22), à environ 55 km au Sud-Ouest de Saint-Brieuc (22) et 55 km à l'Est de Quimper (29). Les matériaux extraits sont traités sur l'usine du site pour produire un **concentré d'andalousite destiné à l'industrie**.

Le gisement de Glomel représente **20% de la production mondiale d'andalousite** avec une capacité de production de **85 000 t/an de sables d'andalousite** et approvisionne 200 sites industriels à travers le monde. Le gisement d'andalousite de Glomel, du fait de sa teneur (25% d'andalousite environ), de sa qualité et de ses ressources, est ainsi classé comme **gisement d'intérêt national et européen** dans le Schéma Régional des Carrières de Bretagne.

L'exploitation des schistes à andalousite est réalisée à ciel ouvert et à sec et par abattage à l'explosif. Actuellement, la fosse en cours d'exploitation est la fosse dite "Fosse 3". Les matériaux extraits sont dans un premier temps abattus à l'explosif. Par la suite, leur devenir varie en fonction de leur teneur en andalousite et de leur dureté :

- Les **stériles d'extraction (625 000 t/an au maximum)**, pauvres en andalousite, sont directement stockés en verses (actuellement sur la "verse de Kerroué" et à l'avenir, sur la "verse Ouest").
- Le **minerai valorisable (875 000 t/an au maximum)** est acheminé en usine pour être traité :
 - A l'**usine B**, d'une capacité de **70 t/h**, qui traite, par voie humide, le **minerai tendre altéré** (60 % du tonnage entrant), extrait dans la partie superficielle du gisement ;
 - A l'**usine C**, d'une capacité de **40 t/h**, qui traite, par voie sèche, le **minerai dur, sain** (40 % du tonnage entrant), généralement extrait plus en profondeur.

Les traitements du minerai en usine génèrent 2 types de résidus :

- Des **résidus humides**, stockés auparavant dans l'ancienne digue (jusqu'en 2000), puis en Fosse 1 et actuellement (depuis mai 2014) en Fosse 2 ;
- Des **résidus secs** qui sont stockés sur une verse dénommée Sabès.

Aujourd'hui, afin de pérenniser son activité sur le site et poursuivre l'alimentation simultanée des usines, IRMG souhaite poursuivre ses activités extractives sur l'exploitation d'andalousite de Guerphalès en ouvrant une nouvelle fosse d'extraction appelée **Fosse 4**, d'une superficie d'environ 11 ha, en très grande partie (92%) sur des terrains aujourd'hui déjà autorisés. L'ouverture de cette nouvelle fosse permettra :

- D'offrir la possibilité de réaliser des mélanges avec le minerai issu de la fosse en cours d'exploitation actuellement (Fosse 3) ;
- D'avoir accès à un minerai avec moins d'alcalins dans les cristaux en Fosse 4 pour des applications à plus forte valeur ajoutée ;
- D'optimiser l'alimentation des usines ;
- De sécuriser l'approvisionnement avec 2 fosses d'exploitation simultanées.

La présente étude concerne le volet hydrologique et hydrogéologique de l'étude d'impact de ce projet d'ouverture de la Fosse 4.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| 1. GESTION ACTUELLE ET A VENIR DES EAUX SUR L’EXPLOITATION D’ANDALOUSITE DE GUERPHALES..... | 9 |
| 1.1 Gestion actuelle..... | 9 |
| 1.1.1 Circuit de gestion des eaux jusqu’à fin 2021..... | 9 |
| 1.1.2 Points de rejet et valeurs limites..... | 12 |
| 1.1.3 Travaux réalisés en 2021..... | 14 |
| 1.2 Synthèse des données d’autosurveillance du point de rejet n°1..... | 16 |
| 1.2.1 Bilan 2014-2022..... | 16 |
| 1.2.2 Bilan depuis le 03/08/2018..... | 17 |
| 1.3 Efficacité du circuit de traitement des eaux..... | 22 |
| 1.4 Gestion à venir..... | 23 |
| 2. ETAT ACTUEL DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE | 25 |
| 2.1 Analyse climatologique..... | 25 |
| 2.1.1 Données météorologiques..... | 25 |
| 2.1.2 Bilan hydrologique à l’échelle des bassins versants de l’Ellé et du Blavet..... | 29 |
| 2.1.3 Bilan hydrologique à l’échelle du site..... | 34 |
| 2.2 Contexte géologique..... | 36 |
| 2.2.1 Géologie régionale..... | 36 |
| 2.2.2 Géologie locale..... | 36 |
| 2.2.3 Géologie au droit de la carrière..... | 41 |
| 2.3 Contexte hydrologique..... | 43 |
| 2.3.1 Réseau hydrographique..... | 43 |
| 2.3.2 Débits des principaux cours d’eau..... | 43 |
| 2.3.3 Les plans d’eau et l’étang du Corong..... | 50 |
| 2.3.4 Les zones humides..... | 53 |
| 2.3.5 Zone inondable..... | 57 |
| 2.3.6 Qualité des eaux de surface..... | 57 |
| 2.4 Contexte hydrogéologique..... | 71 |
| 2.4.1 Hydrogéologie régionale..... | 71 |
| 2.4.2 Contexte hydrogéologique local..... | 76 |
| 2.4.3 Piézométrie locale et sens d’écoulement des eaux souterraines..... | 79 |
| 2.4.4 Chroniques piézométriques de référence dans le secteur de Guerphalès..... | 91 |
| 2.4.5 Suivi piézométrique autour de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès..... | 93 |
| 2.4.6 Paramètres hydrodynamiques..... | 102 |
| 2.4.7 Qualité des eaux souterraines..... | 115 |
| 2.5 Usages des eaux..... | 121 |
| 2.5.1 Puits et forages particuliers ou communaux (hors AEP)..... | 121 |
| 2.5.2 Captages d’Alimentation en Eau Potable (AEP)..... | 121 |
| 2.6 Synthèse et sensibilités et impact actuel..... | 125 |
| 2.6.1 Ecoulement des eaux souterraines et superficielles..... | 125 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 2.6.2 | Qualité des eaux superficielles et souterraines | 127 |
| 2.6.3 | Usages des eaux | 129 |

3. IMPACTS POTENTIELS SUR LES EAUX DE L’OUVERTURE DE LA FOSSE 4 ET DE LA POURSUITE DE L’ACTIVITE DU SITE DE GUERPHALES..... 130

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.1 | Inventaire des impacts potentiels | 130 |
| 3.1.1 | Impacts potentiels sur les eaux superficielles | 130 |
| 3.1.2 | Impacts potentiels sur les eaux souterraines..... | 130 |
| 3.1.3 | Impacts potentiels sur les zones humides..... | 131 |
| 3.1.4 | Impacts potentiels sur les captages AEP | 131 |
| 3.2 | Impacts potentiels sur l’écoulement des eaux superficielles..... | 131 |
| 3.2.1 | Situation actuelle | 131 |
| 3.2.2 | Situation future | 135 |
| 3.2.3 | Bilan et impact cumulé..... | 139 |
| 3.3 | Impacts potentiels sur l’écoulement des eaux souterraines | 140 |
| 3.3.1 | Situation actuelle | 140 |
| 3.3.2 | Situation future | 140 |
| 3.4 | Impacts potentiels sur l’alimentation des zones humides..... | 144 |
| 3.4.1 | Situation actuelle | 144 |
| 3.4.2 | Situation future | 144 |
| 3.5 | Impacts potentiels sur la qualité des eaux superficielles et souterraines | 150 |
| 3.5.1 | Situation actuelle | 150 |
| 3.5.2 | Situation future | 150 |
| 3.6 | Impacts potentiels sur les captages AEP | 151 |
| 3.6.1 | Situation actuelle | 151 |
| 3.6.2 | Situation future | 151 |

4. MESURES POUR EVITER, REDUIRE, COMPENSER, ACCOMPAGNER ET SUIVRE LES IMPACTS SUR LES EAUX 154

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.1 | Concernant l’écoulement des eaux superficielles..... | 156 |
| 4.1.1 | Mesures d’Evitement (E) | 156 |
| 4.1.2 | Mesures de Réduction (R) | 156 |
| 4.1.3 | Mesures d’Accompagnement (A)..... | 156 |
| 4.1.4 | Effets attendus de ces mesures à l’égard des impacts du projet : impact résiduel | 157 |
| 4.1.5 | Suivi des mesures et de leurs effets (S)..... | 158 |
| 4.1.6 | Mesures de Compensation (C) | 158 |
| 4.2 | Concernant l’écoulement des eaux souterraines..... | 159 |
| 4.3 | Concernant l’alimentation des zones humides | 159 |
| 4.3.1 | Mesures d’Evitement (E) | 159 |
| 4.3.2 | Mesures de Réduction (R) | 159 |
| 4.3.3 | Mesures d’Accompagnement (A)..... | 163 |
| 4.3.4 | Effets attendus de ces mesures à l’égard des impacts du projet : impact résiduel | 163 |
| 4.3.5 | Suivi des mesures et de leurs effets (S)..... | 164 |
| 4.3.6 | Mesures de Compensation (C) | 164 |
| 4.4 | Concernant la qualité des eaux souterraines et superficielles..... | 165 |
| 4.4.1 | Mesures d’Evitement (E) | 165 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.4.2 | Mesures de Réduction (R) | 169 |
| 4.4.3 | Mesures d’Accompagnement (A)..... | 169 |
| 4.4.4 | Effets attendus de ces mesures à l’égard des impacts du projet : impact résiduel et acceptabilité du milieu..... | 170 |
| 4.4.5 | Suivi des mesures et de leurs effets (S)..... | 181 |
| 4.4.6 | Mesures de Compensation (C) | 183 |
| 4.5 | Concernant les captages AEP | 183 |
| 4.5.1 | Aspect quantitatif..... | 183 |
| 4.5.2 | Aspect qualitatif | 183 |
| 4.5.3 | Effets attendus de ces mesures à l’égard des impacts du projet : impact résiduel | 184 |
| 4.6 | Récapitulatif et estimation des coûts des principales mesures | 185 |

Figures

| | | |
|-------------|--|----|
| Figure 1 : | Schéma du circuit de gestion des eaux de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès jusqu’à fin 2021..... | 10 |
| Figure 2 : | Illustrations du circuit actuel de gestion des eaux de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès | 11 |
| Figure 3 : | Représentation graphique des données d’autosurveillance du rejet en sortie de site sur la période allant du 01/01/2014 au 31/10/2022 | 18 |
| Figure 4 : | Schéma du circuit à venir de gestion des eaux de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès..... | 24 |
| Figure 5 : | Représentations graphiques des données de pluviométrie et d’ETP de la station Météo France de Rostrenen | 28 |
| Figure 6 : | Représentations graphiques des résultats du bilan hydrologique | 33 |
| Figure 7 : | Contexte géologique régional..... | 38 |
| Figure 8 : | Extrait de la carte géologique au 1/50 000..... | 39 |
| Figure 9 : | Carte et coupe géologique établies par IRMG dans les environs de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès..... | 40 |
| Figure 10 : | Géologie et lithologies au droit des zones d’extraction | 42 |
| Figure 11 : | Réseau hydrographique au 1/25 000 | 44 |
| Figure 12 : | Photographies, sections et profils de vitesse des cours d’eau jaugés en mai 2020 | 47 |
| Figure 13 : | Suivi de la lame d’eau du ruisseau du Kerzioc’h..... | 48 |
| Figure 14 : | Cartographie des zones humides : vallons de Kerroué et de Kergoaz..... | 54 |
| Figure 15 : | Cartographie des zones humides : vallon de Kerzioc’h | 55 |
| Figure 16 : | Cartographie des zones humides : zone du Sabès..... | 56 |
| Figure 17 : | Evolution des paramètres physico-chimiques du Crazius d’amont en aval..... | 64 |
| Figure 18 : | Evolution des paramètres physico-chimiques de l’Ellé d’amont en aval..... | 67 |
| Figure 19 : | Evolution des paramètres physico-chimiques des ruisseaux Kerzioc’h et Kerjean (jusqu’octobre 2022) | 69 |
| Figure 20 : | Différents types d’aquifères et de captages en Bretagne et schéma conceptuel des aquifères de socle..... | 73 |
| Figure 21 : | Log tectono-lithostratigraphique avec l’évolution des paramètres hydrodynamiques selon les ensembles lithologiques | 75 |
| Figure 22 : | Coupe type en domaine schisteux illustrant la relation entre eaux souterraines et zones humides | 77 |

Etude hydrologique et hydrogéologique

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figure 23 : | Exemples de relations entre eaux souterraines, zones humides et piézométrie..... | 78 |
| Figure 24 : | Localisation des points d'observation des eaux souterraines et structures géologiques sur fond de photographie aérienne..... | 83 |
| Figure 25 : | Carte piézométrique de mai 2020 (moyennes-eaux) dans le secteur de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès..... | 84 |
| Figure 26 : | Coupes et chroniques piézométriques dans le vallon de Kerzioc'h (1/3)..... | 85 |
| Figure 27 : | Coupes et chroniques piézométriques dans le vallon de Kerzioc'h (2/3)..... | 86 |
| Figure 28 : | Coupes et chroniques piézométriques dans le vallon de Kerzioc'h (3/3)..... | 87 |
| Figure 29 : | Coupes et chroniques piézométriques dans le vallon de Kerroué (1/3)..... | 88 |
| Figure 30 : | Coupes et chroniques piézométriques dans le vallon de Kerroué (2/3)..... | 89 |
| Figure 31 : | Coupes et chroniques piézométriques dans le vallon de Kerroué (3/3)..... | 90 |
| Figure 32 : | Chronique piézométrique de l'ouvrage de référence ADES BSS000XFPD (03124X0088/F) à Rostrenen..... | 92 |
| Figure 33 : | Chroniques piézométriques des piézomètres profonds et puits suivis par IRMG (1/2)..... | 95 |
| Figure 34 : | Chroniques piézométriques des piézomètres profonds suivis par IRMG (2/2)..... | 96 |
| Figure 35 : | Chroniques piézométriques des mini-piézomètres de zone humide..... | 100 |
| Figure 36 : | Suivi horaire des niveaux d'eau dans le ruisseau du Kergroaz (E3) et dans la zone humide du vallon de Kerroué (Pz18 et Pz21)..... | 101 |
| Figure 37 : | Suivis piézométriques lors de l'essai de pompage de 2014..... | 105 |
| Figure 38 : | Localisation du puits de pompage et des piézomètres de suivi utilisés pour les essais de pompage de 2020..... | 107 |
| Figure 39 : | Illustration de l'équipement de pompage et courbe de rabattement de l'essai par paliers..... | 110 |
| Figure 40 : | Interprétation de l'essai de pompage par paliers à l'aide du logiciel OUAIP..... | 111 |
| Figure 41 : | Interprétation de l'essai de pompage longue durée à l'aide du logiciel OUAIP..... | 114 |
| Figure 42 : | Suivi de la qualité des eaux souterraines sur la période 2010-2021..... | 119 |
| Figure 43 : | Carte des usages des eaux souterraines autour de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès..... | 122 |
| Figure 44 : | Localisation des stations de pompage AEP sur l'Ellé..... | 124 |
| Figure 45 : | Représentation graphique des volumes annuels d'eau transférés du bassin versant du Blavet à celui de l'Ellé et suivi du niveau et du débit de sortie de l'étang du Corong..... | 133 |
| Figure 46 : | Coupes illustrant l'évolution cône de rabattement potentiel induit par la Fosse 4 et principe de drainance schistes/altérites/zones humides..... | 143 |
| Figure 47 : | Chroniques piézométriques horaires des ouvrages suivis lors de l'essai de pompage longue durée de 2020..... | 146 |
| Figure 48 : | Localisation des principales mesures d'évitement, de réduction, d'accompagnement et de suivi des impacts sur les eaux souterraines et superficielles..... | 155 |
| Figure 49 : | Plan de gestion des eaux de la verse Ouest..... | 161 |
| Figure 50 : | Illustration du dispositif de soutien à l'étiage prévu pour la zone humide de Kerroué..... | 162 |
| Figure 51 : | Illustration des modalités de stockage des hydrocarbures et produits chimiques..... | 166 |
| Figure 52 : | Vues en plan et en coupe du complexe d'étanchéité et du réseau de drainage des eaux d'infiltration de la verse Ouest..... | 167 |
| Figure 53 : | Illustration de la gestion des eaux de l'extension Est du Sabès..... | 168 |

Tableaux

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tableau 1 : | Valeurs limites du point de rejet n°1 en concentration sur l'année | 12 |
| Tableau 2 : | Valeurs limites du point de rejet n°1 en flux journaliers selon les mois de l'année | 12 |
| Tableau 3 : | Valeurs limites du point de rejet n°2 | 13 |
| Tableau 4 : | Moyennes mensuelles des concentrations et flux mesurés au point de rejet n°1..... | 17 |
| Tableau 5 : | Concentrations éléments traces métalliques du rejet du site de Guerphalès (LABOCEA, février 2023)..... | 21 |
| Tableau 6 : | Pluviométrie et Evapo-Transpiration Potentielle (ETP) annuelles de la station Météo-France de Rostrenen (1980-2022)..... | 26 |
| Tableau 7 : | Pluviométrie et Evapo-Transpiration Potentielle (ETP) mensuelles moyennes de la station Météo-France de Rostrenen (1980-2021) | 27 |
| Tableau 8 : | Pluie efficace, infiltration et ruissellement annuels sur les bassins versants de l'Ellé et du Blavet autour du site | 31 |
| Tableau 9 : | Pluie efficace, infiltration et ruissellement mensuels interannuels (1980-2019) sur les bassins versants de l'Ellé et du Blavet autour du site | 32 |
| Tableau 10 : | Pluie efficace, infiltration et ruissellement au droit du site | 34 |
| Tableau 11 : | Pluie efficace, infiltration et ruissellement mensuels interannuels (1980-2019) au droit du site . | 35 |
| Tableau 12 : | Débits mesurés par GEO+ en 2020 sur les ruisseaux Kerjean, Crazius, Kergroaz et Kerzioc'h | 46 |
| Tableau 13 : | Moyennes mensuelles des résultats d'analyses du Crazius (jusque octobre 2022)..... | 62 |
| Tableau 14 : | Moyennes mensuelles des résultats d'analyses de l'Ellé (jusque octobre 2022)..... | 65 |
| Tableau 15 : | Moyennes mensuelles des résultats d'analyses des ruisseaux de Kerzioc'h et de Kerjean (jusque octobre 2022) | 68 |
| Tableau 16 : | Relevés piézométriques effectués par GEO+ en mai 2020..... | 82 |
| Tableau 17 : | Données piézométriques caractéristiques du piézomètre de référence ADES..... | 91 |
| Tableau 18 : | Données piézométriques caractéristiques des piézomètres et puits suivis par IRMG | 94 |
| Tableau 19 : | Moyennes annuelles 2010-2021 du pH des eaux souterraines des piézomètres suivis par IRMG115 | |
| Tableau 20 : | Moyennes annuelles 2010-2021 de la conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$) des eaux souterraines des piézomètres suivis par IRMG | 115 |
| Tableau 21 : | Moyennes annuelles 2010-2021 de la concentration en sulfates (en mg/L) des eaux souterraines des piézomètres suivis par IRMG | 116 |
| Tableau 22 : | Moyennes annuelles 2010-2021 de la concentration en fer total (en mg/L) des eaux souterraines des piézomètres suivis par IRMG | 116 |
| Tableau 23 : | Moyennes annuelles 2010-2021 de la concentration en aluminium total (en mg/L) des eaux souterraines des piézomètres suivis par IRMG | 117 |
| Tableau 24 : | Moyennes annuelles 2010-2021 de la concentration en manganèse total (en mg/L) des eaux souterraines des piézomètres suivis par IRMG | 117 |
| Tableau 25 : | Moyennes annuelles 2010-2021 de la concentration en nickel total (en mg/L) des eaux souterraines des piézomètres suivis par IRMG | 118 |
| Tableau 26 : | Estimation des volumes annuels d'eau transférés du bassin versant du Blavet à celui de l'Ellé . | 132 |
| Tableau 27 : | Synthèse des volumes d'eaux (de ruissellement et ou souterraine) générés à l'état initial (bassin versant naturel) et à l'état projet..... | 138 |
| Tableau 28 : | Rabattements observés sur les ouvrages de suivi pendant les phases de descente et de remontée | 147 |
| Tableau 29 : | Valeurs limites du point de rejet n°1 en concentration sur l'année | 179 |
| Tableau 30 : | Valeurs limites du point de rejet n°1 en flux journaliers selon les mois de l'année | 180 |

Tableau 31 : Valeurs limites du point de rejet n°2..... 180

Annexes

- Annexe 1 : Etude technico-économique de réduction des rejets en sulfates et en manganèse, Site de Glomel (IRH, 2019)
- Annexe 2 : Avis favorable du Préfet des Côtes d'Armor pour dépassement temporaire des valeurs guides de débit de rejet et valeurs limites de flux de rejet en sulfates au cours du 2^{ème} trimestre 2020
- Annexe 3 : Bordereau d'analyse de la concentration en éléments traces métalliques du rejet du site de Guerphalès (LABOCEA, février 2023)
- Annexe 4 : Résultats 2022 des suivis hydrobiologiques du ruisseau du Crazius et des cours d'eau entourant l'exploitation d'andalousite de Guerphalès (RIVES, 2022)
- Annexe 5 : Synthèses 2020 et 2021 du suivi renforcé du ruisseau du Crazius (IRMG, 2021)
- Annexe 6 : Rapports de mise en place des réseaux de suivi piézométrique des zones humides de Kerzioc'h, Kerroué et Roc'h Lédan
- Annexe 7 : Coupes techniques des piézomètres PzA, PzB et PZc implantés en mai 2016
- Annexe 8 : Coupes techniques des piézomètres Pz1_F4 et PZ2_F4 implantés en mai 2020
- Annexe 9 : Fiches BSS de l'ouvrage piézométrique de référence (ADES, InfoTerre)
- Annexe 10 : Arrêtés Préfectoraux de Déclaration d'Utilité Publique des captages AEP de Mézouët et de Croaz Ar Pichon
- Annexe 11 : Argumentaire scientifique – écotoxicité du rejet du site d'IMERY'S Glomel sur la faune piscicole

1. GESTION ACTUELLE ET A VENIR DES EAUX SUR L'EXPLOITATION D'ANDALOUSITE DE GUERPHALES

1.1 GESTION ACTUELLE

1.1.1 Circuit de gestion des eaux jusqu'à fin 2021

Les activités d'extraction et de traitement du minerai et les installations de stockage des stériles et résidus qui en découlent génèrent des eaux acides et chargées en métaux. L'ensemble des eaux du site est collecté et traité avant tout rejet au milieu naturel. Le circuit de gestion des eaux actuellement en vigueur sur l'exploitation d'andalousite de Guerphalès est schématisé en [Figure 1](#) et illustré en [Figure 2](#).

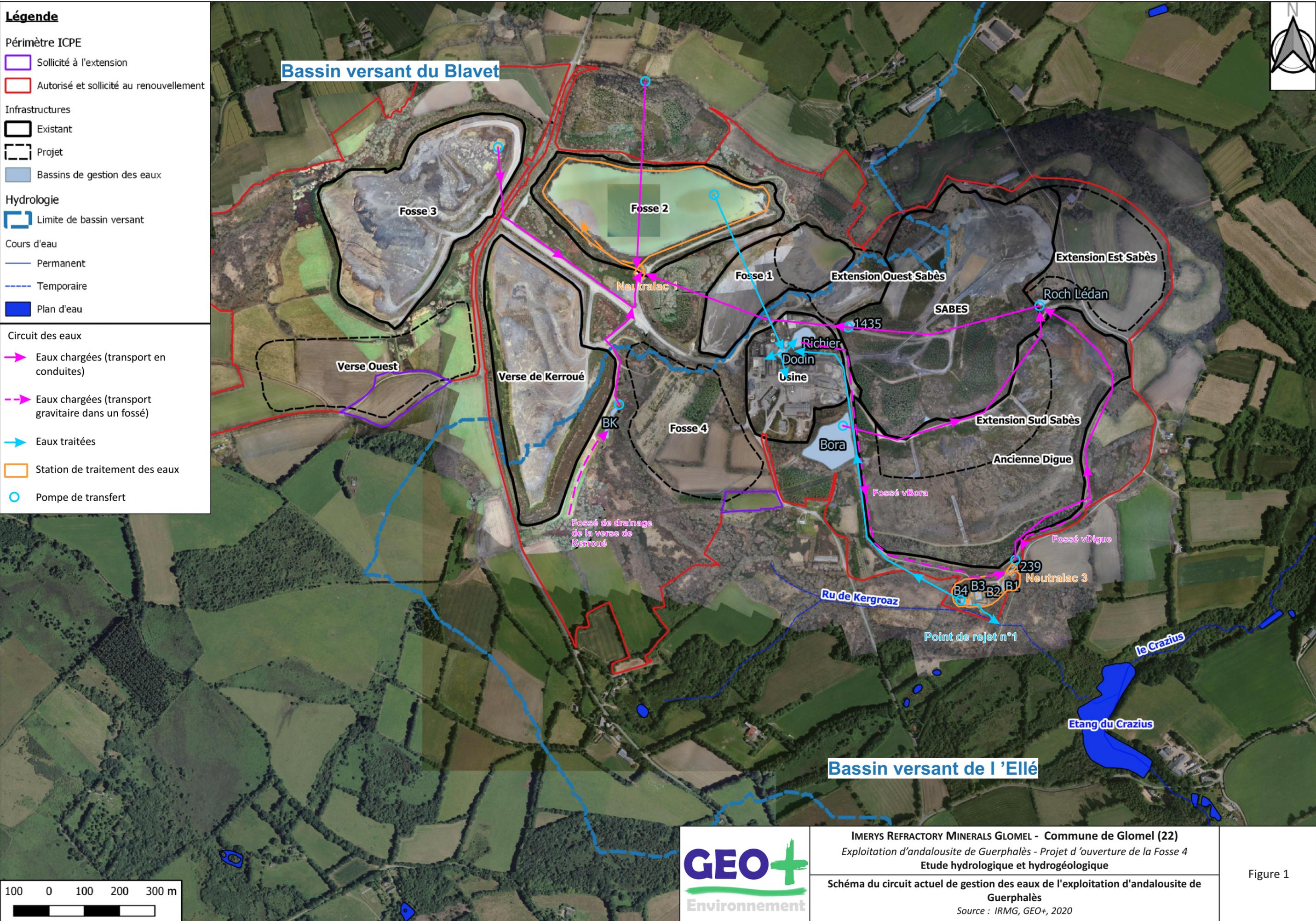
L'ensemble des eaux du site est collecté par la **Fosse 2**, ancienne fosse d'extraction du site de Glomel qui reçoit également les résidus humides de l'usine de traitement du minerai. En entrée de Fosse 2, on peut distinguer :

- Les **eaux issues du drainage de la Fosse 3 en cours d'exploitation et des zones de stockage des stériles et résidus** :
 - Eaux d'exhaure de la Fosse 3, collectées par un puisard en fond de fouille ;
 - Eaux de ruissellement et d'infiltration de la verse de Kerroué, collectées au niveau du bassin de Kerroué BK ;
 - Eaux de ruissellement et d'infiltration de la verse du Sabès, collectées au niveau du bassin Roch Lédan ;
 - Eaux de drainage de l'ancienne digue, collectées par un fossé en pied de digue et envoyées vers le bassin Roch Lédan ;
 - Eaux de drainage de la plateforme de stockage des produits finis humides, collectées dans le bassin Bora et envoyées vers le bassin Roch Lédan ;
 - Eaux de drainage de la digue cyclonée (digue Est de surélévation du stockage des résidus humides dans l'ancienne Fosse 1), collectées au niveau du bassin 1435 ;
 - Eaux de ruissellement et d'infiltration de l'ancienne verse de Roscoat, collectées par le puits Roscoat.

- **Les eaux issues du procédé de concentration et de purification de l'andalousite** : les eaux et les boues du décanteur de l'usine, les eaux de flottation et de lavage de gaz.

Les eaux transférées dans la Fosse 2 passent par une étape de traitement à la **chaux éteinte** en poudre au niveau d'une station de neutralisation appelée « Station Neutralac 1 », qui permet d'augmenter le pH des eaux et de précipiter une partie des métaux (principalement fer, aluminium, manganèse) sous forme d'hydroxydes. Les matières en suspension contenues dans les eaux collectées décantent dans la Fosse 2.

Par la suite, l'eau décantée est repompée en Fosse 2 pour être recyclée dans le circuit de traitement du minerai au niveau du bassin dit « Dodin » ([Cf. Figure 1 et Figure 2](#)). Le volume d'eau excédentaire est dirigé, depuis l'usine, vers la station de traitement « Neutralac 3 » (traitement au lait de chaux et au besoin à la soude) puis par une succession de 4 bassins de décantation avant rejet dans le ruisseau de Kergroaz, qui rejoint ensuite le Crazius.





L’usine de traitement du minerai fonctionne en circuit fermé et il n’y a aucun prélèvement d’eau dans le milieu naturel. Les besoins en eau de l’usine sont assurés par la Fosse 2 où les eaux de procédé sont recyclées après décantation. L’appoint à ce circuit fermé (pertes liées à l’évaporation et à l’humidité des boues) est assuré par les eaux pluviales collectées dans la Fosse 2.

1.1.2 Points de rejet et valeurs limites

L’exploitation d’andalousite de Glomel présente 2 points de rejet autorisés des eaux vers le milieu naturel :

- **Rejet n°1** : Les eaux en sortie de la station Neutralac 3 après les bassins de décantation qui se rejettent dans le ruisseau du Kergroaz puis dans le ruisseau du Crazius.
- **Rejet n°2** : Les eaux pluviales non polluées (au niveau du fossé extérieur à la Fosse 3) qui sont renvoyées vers le milieu naturel (ruisseau du Kerzioc’h).

A l’heure actuelle, seul, le point de rejet n°1 est actif.

L’arrêté préfectoral du 03/08/2018, modifié par l’Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020 définit les valeurs limites de rejet aqueux à respecter actuellement par le site, selon le point de rejet :

- Le rejet n°1 ne doit pas dépasser les valeurs limites de rejet suivantes définies en concentrations et en flux :

Tableau 1 : Valeurs limites du point de rejet n°1 en concentration sur l’année

| | Valeurs limites de rejets - Concentration (mg/L) | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|-----|----------------------|----------|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| | DCO | MES | Hydrocarbures totaux | Sulfates | Al | Co | Fe | Mn | Ni | Zn |
| Tous les mois de l’année | 25 | 25 | 2,5 | 1 800 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 10 | 0,4 | 0,4 |

Tableau 2 : Valeurs limites du point de rejet n°1 en flux journaliers selon les mois de l’année

| | Valeurs guides Débit max (m³/j) | Valeurs limites maximales de rejets - Flux (kg/j) | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------------------|---|-----|----------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | DCO | MES | Hydrocarbures totaux | Sulfates | Al | Co | Fe | Mn | Ni | Zn |
| Janvier | 16 000 | 280 | 156 | 9 | 30 542 | 7,2 | 5,5 | 7,6 | 155 | 5,5 | 5,5 |
| Février | 16 000 | 280 | 156 | 9 | 30 287 | 7,2 | 5,5 | 7,6 | 155 | 5,5 | 5,5 |
| Mars | 11 000 | 280 | 156 | 9 | 20 729 | 5 | 5,5 | 7,6 | 124 | 5,5 | 5,5 |
| Avril | 8 400 | 280 | 156 | 9 | 15 733 | 3,8 | 5,5 | 7,6 | 94 | 5,5 | 5,5 |
| Mai | 5 500 | 280 | 156 | 9 | 10 748 | 2,5 | 5,5 | 7,6 | 65 | 5,5 | 5,5 |
| Juin | 3 300 | 280 | 156 | 9 | 5 980 | 1,5 | 5,5 | 7,6 | 35 | 5,5 | 5,5 |
| Juillet | 1 700 | 240 | 156 | 9 | 3 105 | 0,8 | 5,5 | 7,6 | 18 | 5,5 | 5,5 |
| Août | 1 100 | 166 | 156 | 9 | 2 145 | 0,5 | 5,5 | 7,6 | 13 | 5,5 | 5,5 |
| Septembre | 1 300 | 196 | 156 | 9 | 2 532 | 0,6 | 5,5 | 7,6 | 15 | 5,5 | 5,5 |
| Octobre | 3 750 | 280 | 156 | 9 | 6 945 | 1,7 | 5,5 | 7,6 | 41 | 5,5 | 5,5 |
| Novembre | 7 500 | 280 | 156 | 9 | 14 486 | 3,4 | 5,5 | 7,6 | 87 | 5,5 | 5,5 |
| Décembre | 12 800 | 280 | 156 | 9 | 24 161 | 5,8 | 5,5 | 7,6 | 145 | 5,5 | 5,5 |

NB 1 : Les débits présentés dans l'arrêté du site sont des valeurs guides permettant de suivre le débit naturel du Crazius et de l'Ellé. Ces débits sont marqués par des valeurs très élevées en hiver et des valeurs très faibles en été (débits importants en hiver et faibles en été). Ces valeurs guides de débit peuvent être dépassées dans la limite de respect des concentrations et des flux pour optimiser notamment le soutien d'été.

10% de la série des résultats, sur une base mensuelle, peuvent dépasser ponctuellement les valeurs limites prescrites, sans toutefois dépasser le double de ces valeurs.

NB 2 : Les autres métaux « lourds » ou éléments traces métalliques (antimoine, arsenic, cadmium, chrome, cuivre, étain, mercure, plomb, sélénium) ne présentent pas d'enjeu vis-à-vis du site. En effet, les analyses chimiques et tests de lixiviation réalisés sur les stériles et résidus de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès ne montrent pas de valeurs anormalement élevées pour ces métaux.

L'Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020 fixe le calendrier d'abattement du manganèse à **6 mg/L au 1^{er} janvier 2022** après optimisation de la station Neutralac 1 puis à **2 mg/L au 1^{er} janvier 2024** après mise en service de la nouvelle station de traitement des eaux. IRMG s'engage en parallèle à maintenir une veille technologique poussée sur le traitement des sulfates avec communication d'un bilan annuel.

Plusieurs optimisations seront donc réalisées afin de fiabiliser le traitement des eaux sur le site et de respecter les valeurs limites de rejet autorisées :

- IRMG réalisera les travaux d'**optimisation de la station Neutralac 1** d'ici fin 2021 afin d'abaisser sa valeur limite de rejet en manganèse de 10 à 6 mg/L au 1er janvier 2022 comme indiqué à l'article 4 de l'APC du 12 octobre 2020.
 - Par la suite, **courant 2023**, la **nouvelle unité de traitement des eaux par ozonation** viendra remplacer la station Neutralac 3, qui sera malgré tout conservée pour être utilisée, si besoin, en complément de la station Neutralac 1. Cette nouvelle unité permettra d'abaisser une nouvelle fois la valeur limite de rejet en **manganèse de 6 à 2 mg/L au 1er janvier 2024 comme indiqué à l'article 4 de l'APC du 12 octobre 2020**.
 - En parallèle de la mise en place de la nouvelle unité de traitement des eaux, le réseau de collecte des eaux sera modifié pour collecter les eaux issues des drains de l'ancienne digue et les envoyer vers la Fosse 2.
- Le rejet n°2 ne doit pas dépasser les valeurs limites de rejet suivantes, définies en concentrations :

Tableau 3 : Valeurs limites du point de rejet n°2

| Paramètres | Concentration maximale journalière (mg/L) |
|-----------------------|---|
| pH | 6,5 - 8,5 |
| DCO | 30 |
| MES | 25 |
| Hydrocarbures | 10 |
| Sulfates | 1800 |
| Aluminium et composés | 1 |
| Fer et composés | 2 |
| Manganèse et composés | 1 |

1.1.3 Travaux réalisés en 2021

Conformément au calendrier d'abattement du manganèse fixé par l'Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020 fixe qui fixait une **première étape d'abaissement de la valeur limite de rejet de 10 à 6 mg/L au 1^{er} janvier 2022 après optimisation de la station Neutralac 1.**

IRMG a réalisé les **travaux d'optimisation de la station Neutralac 1** au deuxième semestre 2021, pour une **mise en service fin novembre 2021.**

La station Neutralac 1 a été optimisée afin de traiter l'ensemble des eaux en entrée de la Fosse 2 en prenant en compte le relevage des eaux du fossé V Digue (transfert déjà réalisé), du bassin Bora et du fossé V Bora, par la mise en place :

- D'un **stockage de chaux éteinte** en silo d'environ 90 m³ pour 18 m de hauteur ;
- D'un **groupe de préparation de lait de chaux**, équipé d'un système de recirculation et d'un bac spécifique directement alimenté par un silo de chaux ;
- D'un **skid de pompe péristaltique** qui permet d'assurer la distribution et le dosage de lait de chaux ;
- D'une **cuve de contact** équipée d'une sonde de mesure du pH, dans lequel l'injection de lait de chaux est réalisée pour neutraliser les eaux durant leur transfert gravitaire vers la Fosse 2.

Ces nouveaux équipements permettent de stabiliser la préparation du mélange par rapport à la situation passée avec des cycles de dilution qui font varier la concentration en chaux.

Le groupe de préparation de lait de chaux et le skid de pompe péristaltique sont dans un bâtiment construit sur une dalle béton qui accueille également le silo de chaux. L'ensemble a fait l'objet d'une demande de Permis de Construire un d'un dossier de Porter à Connaissance.



- **Remplacement de la cuve de prétraitement existante**
 - Pas de stockage sur place : très dépendant des livraisons de chaux
 - Mélange par dilutions successives : pH en entrée de fosse instable

- **Nouvelle installation mise en service fin 2021**
 - Silos de stockage de chaux éteinte
 - Cuve de mélange : concentration de chaux stable en entrée
- **Coût des travaux : 245 k€**

→ **Objectif : Amélioration du prétraitement de nos eaux**



Groupe de préparation de lait de chaux et skid de pompe péristaltique à l'intérieur du bâtiment

Le plan masse de la station Neutralac 1 optimisée et les fiches descriptives du silo de stockage de chaux, du bac de préparation et du skid de pompe péristaltique sont fournis en [Annexe 10 du Tome 2 : Mémoire Technique](#).

Parallèlement à cette optimisation, IRMG a mis en place une **canalisation gravitaire d'une capacité de 300 m³/h entre le bassin Dodin, recevant les eaux claires traitées par la station Neutralac 1 et le point de rejet**. Cette canalisation permet de transférer une partie des eaux claires de la Fosse 2 directement au point de rejet et elle est mise en service lorsque les analyses quotidiennes des eaux en sortie de Fosse 2 sont conformes aux valeurs limites de rejet. En cas de non-conformité, les eaux passent par la station Neutralac 3 avant rejet. La canalisation a été installée en décembre 2021 et le démarrage du rejet direct a été effectué le 10 février 2022.



Localisation et photographie de la canalisation de « rejet direct »

Ces aménagements feront partie du circuit de gestion des eaux à venir du site de Guerphalès et sont représentés sur la [Figure 4](#).

1.2 SYNTHÈSE DES DONNÉES D'AUTOSURVEILLANCE DU POINT DE REJET N°1

Cette synthèse est issue de l'*Etude technico-économique de réduction des rejets en sulfates et en manganèse* réalisée par IRH en 2019 pour IRMG (cette étude est fournie en [Annexe 1](#)), complétée par les données d'autosurveillance de 2020 à 2022.

1.2.1 Bilan 2014-2022

Les résultats de l'autosurveillance de 2014 à 2022 en sortie de site sont illustrés dans les graphiques de la . Il est à noter que durant, cette période, le site a changé de configuration :

- Utilisation de la Fosse 2 comme stockage des eaux à partir de 2015 ;
- Optimisation de la station Neutralac 3 en 2018 (réalisation du canal béton pour homogénéiser le mélange de la chaux) ;
- Arrêté Préfectoral le 03/08/2018 modifié par l'Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12/10/2020, fixant de nouvelles valeurs seuils ;
- Optimisation de la station Neutralac 1 et mise en place du rejet direct entre l'usine et le point de rejet entre fin 2021 et début 2022 (le rejet direct n'est activé qu'après vérification de la conformité aux valeurs limites de rejet).

Les graphiques de la illustrent l'évolution des débits, des concentrations et des charges en sulfates et en manganèse.

Les données d'autosurveillance des années 2014 à 2022 montrent que :

- Les volumes d'effluents rejetés varient, selon les années, en moyenne entre 1 970 m³/j (année sèche) et 5 200 m³/j (année pluvieuse).
- En ce qui concerne les sulfates, les concentrations varient, selon les années, entre 1 392 mg/L et 1 580 mg/L en moyenne annuelle. On note une certaine saisonnalité des concentrations, avec une baisse des valeurs plus ou moins marquée en hiver (dilution par les précipitations) et une augmentation des concentrations en été (moins de pluie couplée aux phénomènes d'évaporation). Cependant, la concentration moyenne en sulfates sur les 4 dernières années varie peu entre 1392 mg/L en 2018 et 1580 mg/L en 2017 (année sèche). Les charges journalières, quant à elles, suivent les volumes rejetés. On note ainsi une baisse des charges journalières rejetées en 2017 en raison des faibles précipitations (charge moyenne de 3709 kg/j). A l'inverse, les années 2014 et 2020, particulièrement pluvieuses, ont enregistré des flux rejetés importants (moyenne de 6 258 et 6 855 kg/j).
- Concernant le manganèse on distingue deux périodes :
 - La période 2014/2016, marquée par des concentrations et des flux en manganèse plus importants : les concentrations moyennes sont alors comprises sur cette période entre 5,5 et 6,2 mg/L pour des charges entre 23,8 kg/j et 27,8 kg/j. On note également une certaine périodicité au cours des différentes années avec une augmentation des concentrations et des flux en deuxième partie d'année.
 - La **période 2017/2022, marquée par une baisse significative des concentrations** (2,9 à 4,0 mg/L en moyenne) et des charges (entre 6,2 et 22,2 kg/j) au rejet. Ceci s'explique par la **mise en place d'un nouveau canal de mélange de la chaux au niveau de la station Neutralac 3, et de l'optimisation de la station Neutralac 1** qui ont permis de mieux réguler le pH et ainsi optimiser la précipitation du manganèse.

- Les concentrations moyennes en cobalt (0,06 mg/L), nickel (0,14 mg/L) et zinc (0,03 mg/L) restent très faibles et largement inférieures aux valeurs limites de rejet.

1.2.2 Bilan depuis le 03/08/2018

Le nouvel arrêté préfectoral datant du 3 août 2018, un bilan sur la période allant du 04/08/2018 au 31/12/2020 a été fait, notamment pour vérifier la conformité du rejet par rapport aux nouvelles valeurs limites présentées au § 1.1.2.

Depuis l’obtention du nouvel Arrêté Préfectoral, les concentrations en sortie de site respectent les valeurs limites en concentrations et flux. Des dépassements ponctuels, dans la limite des seuils autorisés, peuvent se produire pour la charge en sulfates ou la concentration en fer.

L’Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020 permet des dépassements ponctuels des valeurs limite de rejet journalières dans la limite de 10% de la série des résultats, sur une base mensuelle, sans toutefois dépasser le double des valeurs limites.

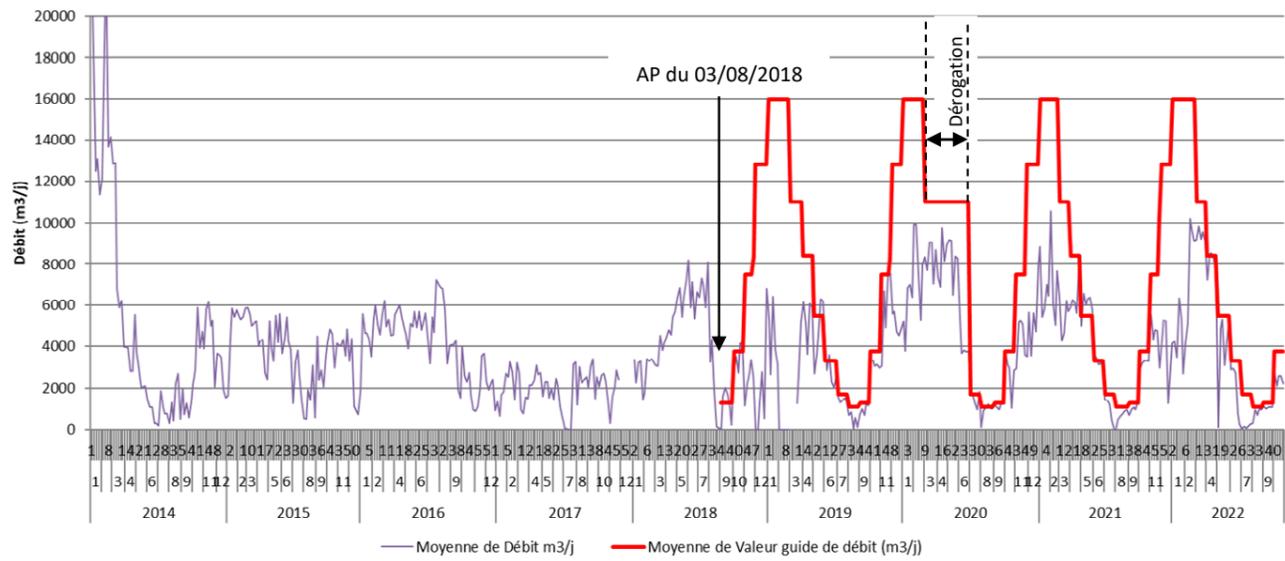
Les tableaux suivants synthétisent les données d’autosurveillance sur la période allant du 03/08/2018 au 31/10/2022.

Tableau 4 : Moyennes mensuelles des concentrations et flux mesurés au point de rejet n°1

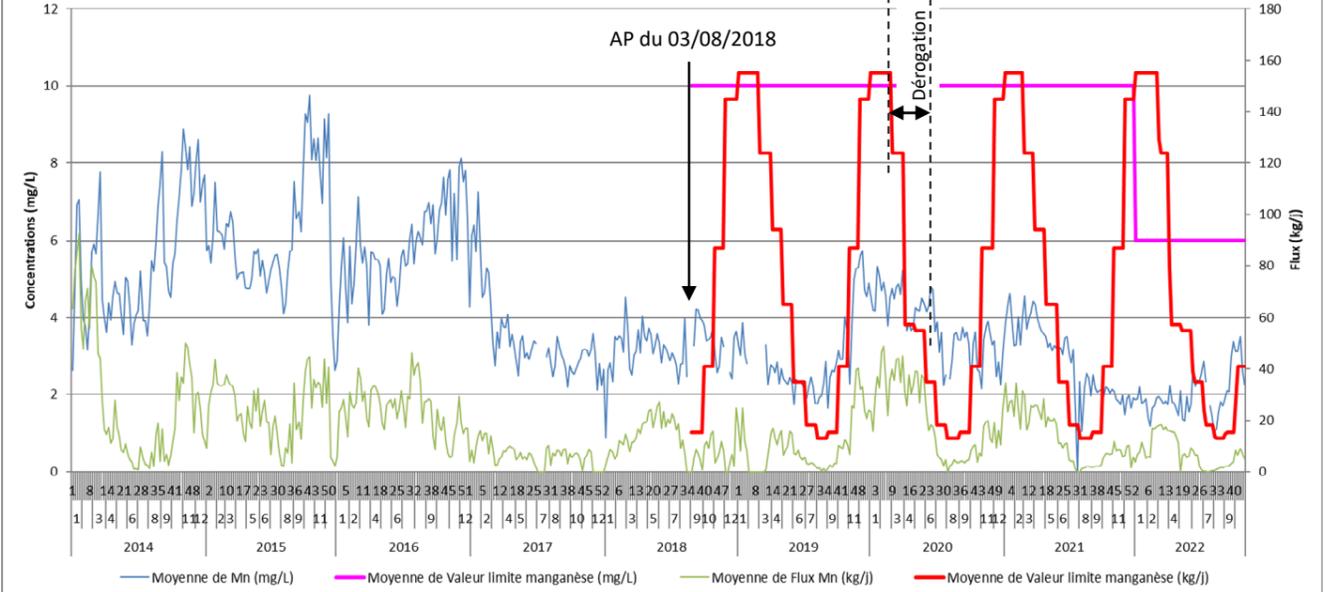
| Mois | Concentration mesurée au point de rejet n°1 (mg/L) | | | | | |
|--|--|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| | MES | DCO | Al | Fe | Mn | SO4 |
| janv | 2,61 | 5,00 | 0,13 | 0,37 | 3,39 | 1308,16 |
| févr | 2,28 | 5,00 | 0,09 | 0,36 | 4,01 | 1255,98 |
| mars | 2,34 | 5,00 | 0,13 | 0,37 | 3,65 | 1287,23 |
| avr | 2,00 | 6,94 | 0,11 | 0,35 | 3,33 | 1369,08 |
| mai | 2,10 | 5,00 | 0,11 | 0,32 | 3,36 | 1411,63 |
| juin | 1,99 | 5,00 | 0,10 | 0,29 | 3,31 | 1474,22 |
| juil | 2,01 | 6,59 | 0,10 | 0,21 | 2,67 | 1516,02 |
| août | 2,24 | 5,00 | 0,08 | 0,15 | 2,74 | 1440,54 |
| sept | 1,96 | 5,00 | 0,06 | 0,19 | 3,32 | 1560,44 |
| oct | 2,13 | 4,84 | 0,08 | 0,30 | 3,27 | 1452,88 |
| nov | 2,71 | 5,00 | 0,07 | 0,33 | 3,81 | 1480,60 |
| déc | 2,97 | 5,00 | 0,10 | 0,36 | 3,76 | 1309,07 |
| Moyenne annuelle | 2,26 | 5,30 | 0,10 | 0,30 | 3,36 | 1412,64 |
| Valeur limite de l’AP du 03/08/2018 | 25 | 25 | 0,5 | 0,5 | 10 | 1 800 |

(...)

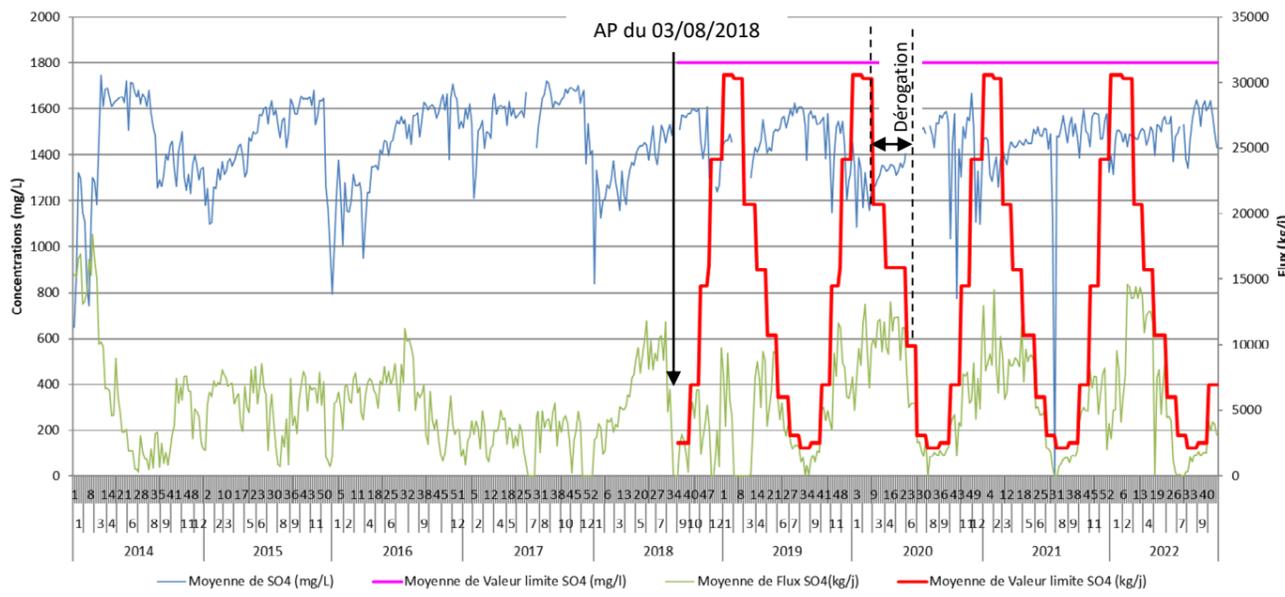
Débit journalier en moyenne hebdomadaire



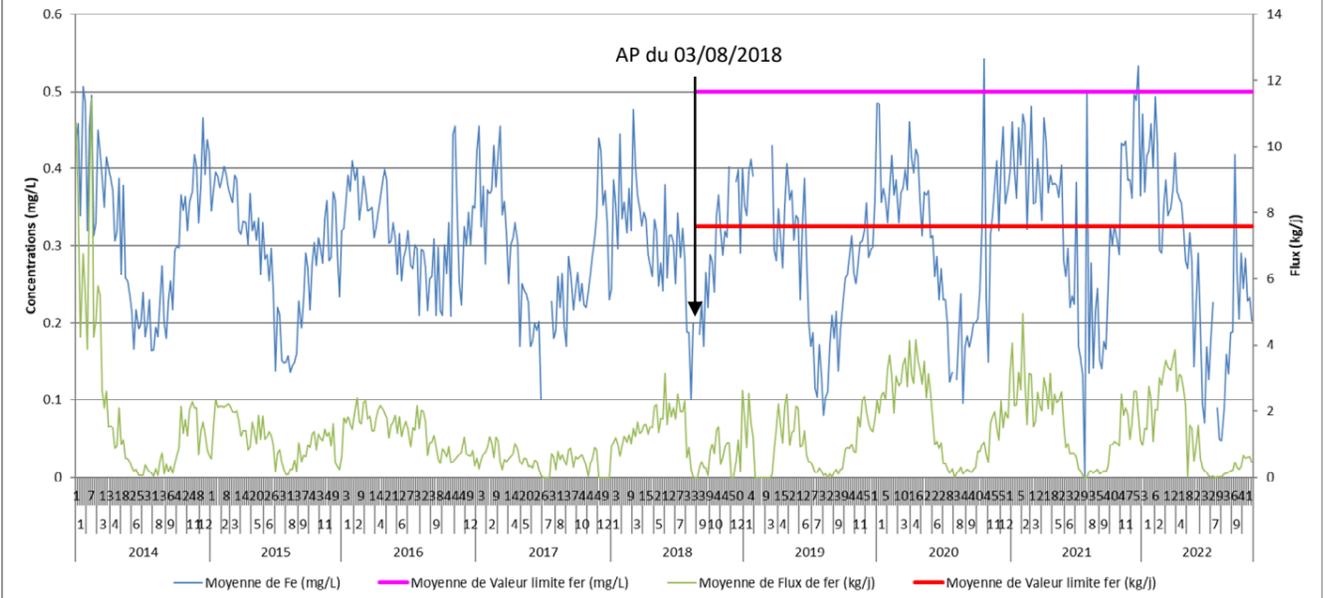
Concentrations et flux de manganèse en moyenne hebdomadaire



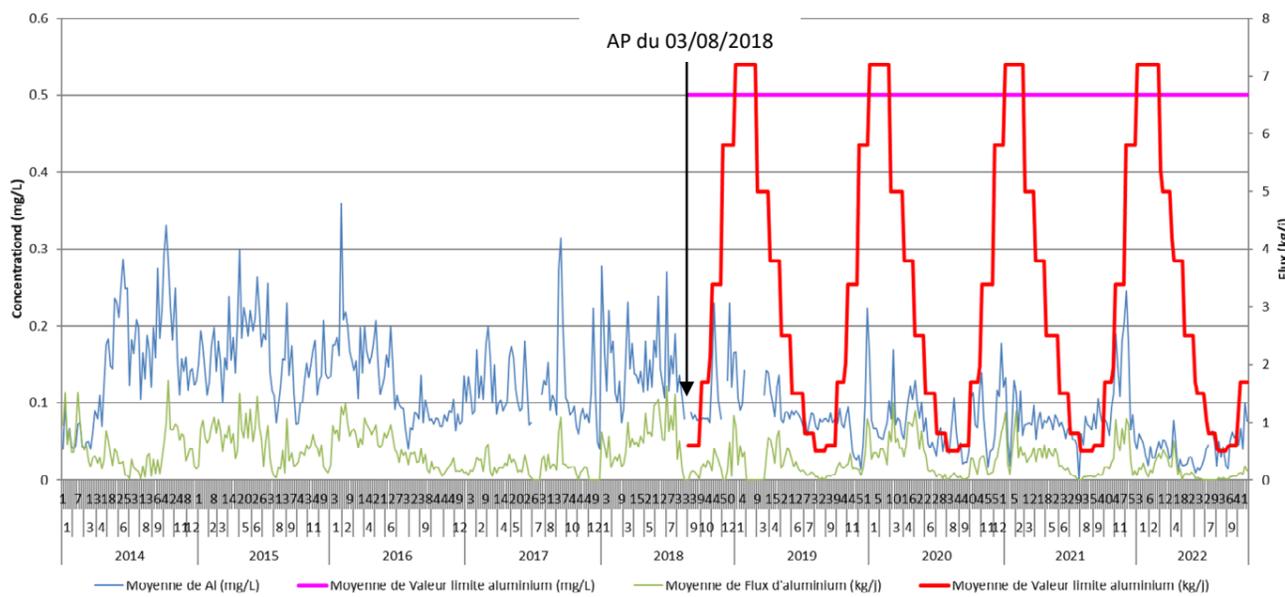
Concentrations et flux de sulfates en moyenne hebdomadaire



Concentrations et flux de fer en moyenne hebdomadaire



Concentrations et flux d'aluminium en moyenne hebdomadaire



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - Commune de Glomel (22)
 Exploitation d'andalousite de Guerphalès - Projet d'ouverture de la Fosse 4
 Etude hydrologique et hydrogéologique

Représentation graphique des données d'autosurveillance du rejet en sortie de site sur la période allant du 01/01/2014 au 31/10/2022

Source : IRMG

Figure 3

(...)

Moyennes mensuelles des concentrations et flux mesurés au point de rejet n°1

| Mois | Moyenne de Débit m ³ /j | Flux mesuré au point de rejet n°1 (kg/j) | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|--|-------------|------------|------------|-------------|----------------|
| | | MES | DCO | Al | Fe | Mn | SO4 |
| janv | 4317,9 | 11,3 | 21,6 | 0,5 | 1,6 | 14,6 | 5 648,6 |
| févr | 3708,4 | 8,5 | 18,5 | 0,3 | 1,3 | 14,9 | 4 657,7 |
| mars | 4280,9 | 10,0 | 21,4 | 0,6 | 1,6 | 15,6 | 5 510,4 |
| avr | 6089,9 | 12,2 | 42,3 | 0,7 | 2,1 | 20,3 | 8 337,5 |
| mai | 6431,4 | 13,5 | 32,2 | 0,7 | 2,1 | 21,6 | 9 078,8 |
| juin | 4388,7 | 8,7 | 21,9 | 0,4 | 1,3 | 14,5 | 6 469,9 |
| juil | 3212,3 | 6,5 | 21,2 | 0,3 | 0,7 | 8,6 | 4 870,0 |
| août | 1092,9 | 2,4 | 5,5 | 0,1 | 0,2 | 3,0 | 1 574,4 |
| sept | 1196,7 | 2,3 | 6,0 | 0,1 | 0,2 | 4,0 | 1 867,4 |
| oct | 3076,1 | 6,5 | 14,9 | 0,3 | 0,9 | 10,1 | 4 469,2 |
| nov | 4554,1 | 12,3 | 22,8 | 0,3 | 1,5 | 17,3 | 6 742,8 |
| déc | 3956,4 | 11,7 | 19,8 | 0,4 | 1,4 | 14,9 | 5 179,1 |
| Moyenne annuelle | 3857,7 | 8,7 | 20,5 | 0,4 | 1,2 | 13,0 | 5 449,6 |

1.2.2.1 Suivi des volumes journaliers :

Les volumes d’eau rejetés quotidiennement varient, selon les mois de l’année, entre 2 000 et 10 000 m³/j, avec une valeur moyenne sur l’année entre 3 000 et 5 000 m³/j.

A partir du mois d’août 2018, les volumes journaliers rejetés sont proches des valeurs guides de l’arrêté préfectoral en période de moyennes à basses eaux (de mai à novembre) puis inférieurs à celles-ci en période de hautes eaux (de décembre à avril).

1.2.2.2 Suivi des concentrations et charges en sulfates

Les concentrations en sulfates suivent globalement des cycles saisonniers liés à la pluviométrie, avec des valeurs autour de 1 600 mg/L en période de basses eaux et des valeurs autour de 1 200 mg/L en période de hautes eaux.

Les flux suivent la même saisonnalité, mais avec des valeurs plus élevées en hautes eaux (débit de rejet plus élevé), autour de 10 000 kg/j, et plus faibles en basses eaux (débit de rejet limité), de 2 000 à 5 000 kg/j.

NB : suite à la pluviométrie exceptionnelle du dernier trimestre 2019 (cumul de 490 mm de pluie), IRMG a obtenu un avis favorable du Préfet des Côtes d’Armor (avis joint en **Annexe 2**) pour pouvoir augmenter temporairement, en avril, mai et juin 2020, ses valeurs guides de débit de rejet et ses valeurs limites de flux de rejet en sulfates, tout en respectant les valeurs limites de rejet en concentrations. Cette dérogation avait été sollicitée par IRMG afin de pouvoir faire baisser suffisamment le niveau d’eau en Fosse 2 pour pouvoir créer une capacité de stockage suffisante pour passer la période d’été 2020.

1.2.2.3 Suivi des concentrations et charges en métaux

Les concentrations en **manganèse** au rejet sont restées relativement stables autour des 3,3 mg/L jusqu’à octobre 2019. Après octobre 2019, elles augmentent légèrement et se situent plutôt autour de 5 mg/L. Les valeurs mesurées restent très inférieures à la valeur limite d’émission de 10 mg/L.

Il en est de même pour les flux rejetés, avec des valeurs autour de 5 à 10 kg/j jusqu’à novembre 2019 et plutôt autour de 30 kg/j au-delà, tout en restant largement en dessous des valeurs limites de flux.

Les concentrations en **fer** varient de manière importante au cours de l’année de façon plus ou moins erratique. Les périodes sans donnée correspondent aux épisodes où les rejets ont été arrêtés en raison de concentrations en fer non compatibles avec le rejet. Durant ces périodes, l’ensemble des flux a été renvoyé vers la Fosse 2.

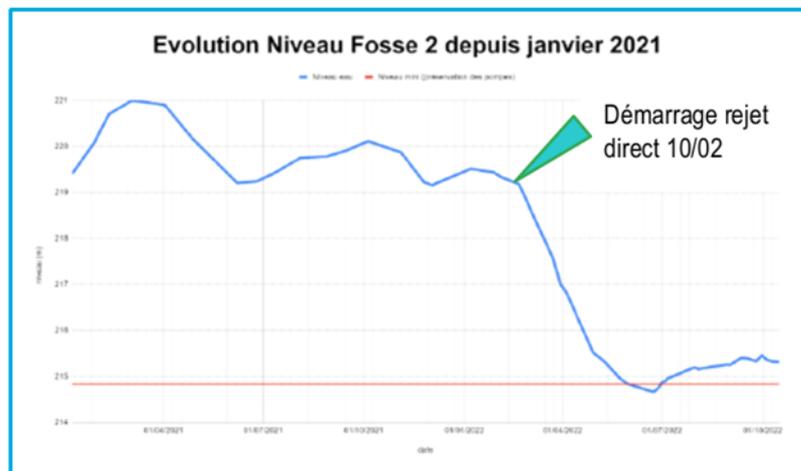
En ce qui concerne les flux, ceux-ci sont largement inférieurs à la valeur limite autorisée.

1.2.2.4 Problématique de la limitation des débits de rejet par la concentration en fer

La **limitation du débit de rejet en période hivernale, notamment en 2020-2021** s’explique par le fait qu’une partie des effluents en sortie de la station Neutralac 3 peut présenter des **concentrations en fer supérieures au seuil autorisé du fait d’une remise en suspension d’hydroxydes de fer dans les bassins en cas de débits importants**, et sont retournés vers la Fosse 2. La valeur limite de concentration en fer de 0,5 mg/L est très contraignante pour la gestion des eaux du site puisqu’un **volume important d’eau doit être stocké en Fosse 2 en période hivernale** alors que c’est la période où il conviendrait d’évacuer un maximum d’eau, tout en respectant les valeurs limites de rejet en flux et concentration, pour assurer une capacité de stockage suffisante en période estivale. La capacité actuelle de stockage d’eau en Fosse 2 permet encore à l’heure actuelle de faire face à cette problématique. Toutefois, cette capacité va se réduire dans le temps en raison de l’augmentation du volume de résidus humides stocké.

Fin 2021, L’optimisation de la station Neutralac 1 et la mise en place de la canalisation de rejet direct sans passer par la station Neutralac 3 a permis de soulager cette dernière et de faire face à cette problématique de limitation des débits de rejet par la concentration en fer.

Ainsi, au cours de janvier, février et mars 2022, les débits de rejet ont pu atteindre les valeurs guides et permettre un abaissement significatif (6 m) du niveau d’eau en Fosse 2, tout en respectant la valeur limite de rejet en fer de 0,5 mg/L Fe.



La future installation de traitement par ozonation et le rejet direct permettront également de traiter le fer conjointement au manganèse et de s’affranchir de la problématique de mise en suspension dans les bassins en cas de forts débits.

IRMG souhaite néanmoins conserver une marge de sécurité en cas de situation exceptionnelle et continuer à être autorisé à 10% de dépassements de la série de mesures, pour tous les paramètres suivis, sans dépasser le double de la valeur limite de rejet (disposition déjà autorisée par l’article 3 de l’Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020.

1.2.2.5 Concentration en éléments traces métalliques

En février 2023 IRMG a fait analyser les concentrations éléments traces métalliques de son rejet par le laboratoire LABOCEA. Le bordereau d’analyses est joint en **Annexe 3**. Le tableau suivant reprend les résultats et donne, lorsqu’elle existe, la valeur de référence correspondante pour la limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Tableau 5 : Concentrations éléments traces métalliques du rejet du site de Guerphalès (LABOCEA, février 2023)

| Eléments traces métalliques | Concentration dans le rejet IRMG (en µg/L) | Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Annexe 1 de l’Arrêté du 11 janvier 2007) (en µg/L) |
|-----------------------------|--|---|
| Antimoine | <5 | 10 |
| Arsenic | <5 | 10 |
| Cadmium | <0,25 | 5 |
| Chrome total | <5 | 25 |
| Cuivre | <10 | 2000 |
| Etain | <25 | / |
| Mercur | <0,5 | 1 |
| Plomb | <10 | 5 |
| Sélénium | <5 | 20 |
| Tellure | <80 | / |
| Thallium | <5 | / |
| Vanadium | <10 | / |

En dehors du cobalt et du nickel, suivi par ailleurs par IRMG et du manganèse qui n’est pas un élément trace métallique, les concentrations mesurées sont toutes inférieures aux seuils de détection du laboratoire et aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (absence de valeur limite pour l’étain, le tellure, le thallium et le vanadium).

1.3 EFFICACITE DU CIRCUIT DE TRAITEMENT DES EAUX

Les suivis de concentrations et de débit des eaux au point de rejet n°1 et des eaux brutes non traitées arrivant au niveau de la Fosse 2 permettent à IRMG de suivre l’efficacité circuit de traitement des eaux. Les tableaux ci-dessous présentent les taux d’abattement pour les différents paramètres.

| Paramètre | ph | cond (µs/cm) | Al (mg/L) | Fe (mg/L) | Mn (mg/L) | SO4 (mg/L) |
|---------------------------------|------|--------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| Eau brute non traitée 2013-2020 | 3,61 | 2375 | 68,33 | 192,59 | 30,39 | 1414 |
| Moyenne 2013-2020 rejet final | 7,86 | 2262 | 0,12 | 0,28 | 4,81 | 1477 |
| Abattement concentration | | | 581 | 698 | 6,3 | 0 |
| Abattement flux (%) | | | 99,71% | 99,71% | 67,03% | |

| Paramètre | ph | cond (µs/cm) | Al | Fe | Mn | SO4 |
|--|----|--------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| Flux en tonnes eau non traitée/2013 à 2020 | | | 417,25 | 1333,89 | 202,87 | |
| Flux rejet final en tonnes/2013 à 2020 | | | 1,33 | 3,12 | 55,73 | |
| Abattement (quantité) | | | 314 | 427 | 3,6 | |
| Abattement (%) | | | 99,68% | 99,77% | 72,53% | |

| Paramètre | ph | cond (µs/cm) | Al (mg/L) | Fe (mg/L) | Mn (mg/L) | SO4 (mg/L) |
|-----------|----|--------------|------------|------------|-----------|-------------|
| Limite | | | 0,5 | 0,5 | 10 | 1800 |

Les taux d’abattement obtenus montrent bien que les dispositifs mis en place permettent des **taux d’abattement très importants pour les métaux tels que l’aluminium et le fer, dans une moindre mesure pour le manganèse**, et nuls pour les sulfates.

Ces résultats montrent que le fer et l’aluminium sont très bien éliminés par le traitement en place mais que le manganèse est plus difficile à traiter.

Par ailleurs, des travaux sont régulièrement effectués pour améliorer le système de traitement des eaux :

- Déplacement l’unité de traitement Neutralac 1 en 2014 ;
- Entretien et curage régulier des fossés de collecte des eaux au sein du site ;
- Mise en place un canal en béton en sortie de la cuve de Neutralac 3 afin d’améliorer le contact entre la chaux et l’eau à traiter durant l’été 2018 ;
- Optimisation de la station Neutralac 1 et mise en place d’un rejet direct par canalisation entre fin 2021 et début 2022.

1.4 GESTION A VENIR

De nouveaux flux d'eaux issus des nouvelles installations seront collectés, dirigés vers la Fosse 2 et gérés par le circuit des eaux du site :

- Eaux d'exhaure de la Fosse 4 ;
- Eaux de drainage de la verse Ouest ;
- Eaux de drainage des extensions Est, Ouest et Sud du Sabès.

Conformément aux prescriptions de l'article 4.3.12 de l'Arrêté Préfectoral du 03/08/2018, IRMG a mené une étude technico-économique de réduction des rejets en sulfates et en manganèse, en concertation avec l'ensemble des parties prenantes concernées (Eau du Morbihan, ARS, SAGE Ellé-Isole-Laïta...). Cette étude, réalisée par IRH en 2019 et finalisée en septembre 2019, conclut qu'il n'existe pas de procédé de traitement des sulfates applicable à une échelle industrielle, mais propose une **optimisation du circuit actuel de gestion des eaux et la mise en œuvre d'une nouvelle unité de traitement** sur filtres à sable catalytique pour réduire la concentration en manganèse. Elle est fournie en [Annexe 1](#). Les essais pilotes de traitement sur filtres à sable catalytique menés en 2020 n'ayant pas été concluants (problématique de désorption du manganèse), IRMG s'est redirigée vers un procédé de traitement des eaux **par ozonation** dont les essais pilotes, réalisés en mars 2021, ont été concluants pour l'abattement du manganèse. **La gestion des boues d'ozonation** est prévue par décantation et les boues du décanteur seront renvoyées comme actuellement en Fosse 2.

IRMG a d'ores et déjà réalisé les **travaux d'optimisation du fonctionnement de la station Neutralac 1** (lait de chaux, canal de mélange), ce qui a permis d'abaisser la valeur limite de rejet en **manganèse à 6 mg/L le 1^{er} janvier 2022**.

Par la suite, **courant 2023**, la **nouvelle unité de traitement des eaux par ozonation** viendra remplacer la station Neutralac 3, qui sera malgré tout conservée pour être utilisée si besoin (en cas de fortes crues par exemple) en complément de la station Neutralac 1. Cette nouvelle unité permettra d'abaisser une nouvelle fois la valeur limite de rejet en **manganèse à 2 mg/L**.

A terme les eaux traitées de la nouvelle installation de traitement du manganèse transiteront par les bassins de décantation avant rejet (bassins 2 à 4) pour préserver la zone humide des bassins de décantation qui a un intérêt écologique. Il est prévu de relever les eaux du fossé V Bora depuis le bassin 1 vers la Fosse 2 et d'acheminer les eaux de la nouvelle installation de traitement du manganèse par canalisation fermée vers le bassin 2.

Le circuit de gestion des eaux à venir est présenté en [Figure 4](#).

L'Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020 fixe le calendrier d'abattement du manganèse à **2 mg/L au 1^{er} janvier 2024** après mise en service de la nouvelle station de traitement des eaux. IRMG s'engage en parallèle à maintenir une veille technologique poussée sur le traitement des sulfates avec communication d'un bilan annuel.

Plusieurs optimisations ont été et seront donc réalisées afin de fiabiliser le traitement des eaux sur le site et de respecter les valeurs limites de rejet autorisées.