

### Légende

<b>Périmètre ICPE</b>	<b>Zonage P3</b>
<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> </span> Autorisé et sollicité au renouvellement	<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Zone réaménagée
<span style="border: 1px solid purple; padding: 2px;"> </span> Sollicité à l'extension	<span style="background-color: #808080; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Extraction
<span style="color: green;">★</span> Points de rejet du site	<span style="background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Piste
<b>Suivi environnemental</b>	<span style="background-color: #A9A9A9; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Stockage de résidus humides
<span style="color: blue;">●</span> Eaux de surface	<span style="background-color: #D2B48C; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Stockage de stériles d'extraction
<b>Eaux souterraines</b>	<span style="background-color: #C0C0C0; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Stockage de résidus secs (SABES)
<span style="color: red;">●</span> Piézomètres profonds	<span style="background-color: #8B4513; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Merlon
<span style="color: cyan;">●</span> Mini piézomètres zones humides	<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Bassins de gestion des eaux
<span style="color: purple;">●</span> Puits	<b>Hydrologie</b>
<span style="color: purple;">★</span> Mesures de suivi (S)	<span style="border: 1px solid blue; padding: 2px;"> </span> Bassinversant (SAGE)
<b>Phasage</b>	<b>Cours d'eau</b>
Topographie en fin de phase 3	<span style="color: blue;">—</span> Permanent
<span style="color: brown;">—</span> 10 m NGF	<span style="color: blue; border-bottom: 1px dashed blue;"> </span> Temporaire
<span style="color: grey;">—</span> 1 m NGF	<span style="background-color: blue; border: 1px solid blue; padding: 2px;"> </span> Plan d'eau

Principales mesures : **Evitement (E) / Réduction (R) / Accompagnement (A) / Suivi (S)**  
 Ecoulement des eaux superficielles (Eau-sup) / Zones humides (ZH) / Qualité des eaux (Quali)



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

**Plan récapitulatif des principales mesures de suivi (eaux)**  
 Sources : IRMG, GEO+

Figure 89

(...)

Lieu	Paramètre mesuré	Fréquence	Objectif	Acteur	Coût
<b>Suivi renforcé du Crazius</b>  <b>Points E5, E1 (amont et aval du point de rejet), E16, E17 (amont et aval de la réserve naturelle de Glomel) sur le Crazius</b>	Indice invertébrés multimétrique (I2M2) Indice biologique diatomée (IBD) Indice de polluosensibilité spécifique (IPS)	Annuelle	Vérifier la préservation de la qualité biologique et physico-chimique du ruisseau du Crazius	Laboratoire extérieur	15 k€/an jusqu'en 2023
	Pêche électrique	Annuelle		Fédération de Pêche	
	Analyse sédimentaire (fer, aluminium, manganèse, sulfates, granulométrie)	Annuelle		Laboratoire extérieur	
	pH, MES, DCO, fer, aluminium, manganèse, sulfates, nitrates, phosphore	Trimestriel (ponctuel)		IRMG	1 k€/an
<b>Points E3 et E2 : amont et aval du ruisseau de Kergroaz</b>	Indice invertébrés multimétrique (I2M2) Indice biologique diatomée (IBD)	Annuelle	Vérifier la préservation de la qualité biologique et physico-chimique du ruisseau de Kergroaz	Laboratoire extérieur	2 k€/an
	pH, conductivité, aluminium, manganèse, sulfates	Annuelle (ponctuel)		IRMG	2 k€/an
<b>Points E14 et E10 : amont et aval du ruisseau de Kerzioc'h</b>	Indice invertébrés multimétrique (I2M2) Indice biologique diatomée (IBD)	Annuelle	Vérifier la préservation de la qualité biologique et physico-chimique du ruisseau de Kerzioc'h	Laboratoire extérieur	2 k€/an
	pH, conductivité, aluminium, manganèse, sulfates	Annuelle (ponctuel)		IRMG	

• Ecoulement et qualité des eaux souterraines :

Piézomètres suivis	Paramètre mesuré	Fréquence	Objectif	Acteur	Coût
<b>Piézomètres : PSA, KJ2, MO1, RO1 à RO6, PZA, PZB, PZC, Min1, Min2</b> <b>Puits de Guermeur (P2) et de Kerzioc'h (P1)</b>	Niveau de la nappe + pH, conductivité, sulfates, fer total, aluminium total, manganèse total, nickel	Mensuelle	Identifier un éventuel rabattement lié à l'exploitation, notamment entre la Fosse 3 et les captages AEP de Croaz Ar Pichon (piézomètres Min1 et Min2) + Suivi de la qualité des eaux souterraines	IRMG	Interne
<b>PZ2_F4, PZ3_F4 et PF4</b>	Niveau de la nappe	Mensuelle	Identifier un éventuel rabattement lié à l'exploitation	IRMG	Interne
<b>Création de nouveaux piézomètres : PZ3_F4 et RO3, RO4, RO5 et RO6</b>				Société de forage	48 k€

• Milieux naturels et zones humides :

Lieu	Paramètre mesuré	Fréquence	Objectif	Acteur	Coût
Mares de Moustrougrant Bihan et bassins 2 à 4 avant point de rejet n°1	Inventaire des espèces	Années 1, 3 et 5  Puis années 10, 15, 20, 25.	Suivi amphibiens	Association (AMV) ou bureau d'études)	5 k€/an
Fosses 2, 3, 4	Grand corbeau et faucon pèlerin		Evolution de la population		
Ensemble du site	Indice Ponctuel d'Abondance		Suivi des oiseaux nicheurs		
Mares de Moustrougrant Bihan, vallons de Kerzioc'h et de Kerroué	Inventaire des espèces		Suivi insectes		
Vallon de Kerzioc'h	Superficie, nombre de pieds, succès de la floraison		Suivi des 5 espèces patrimoniales		

Lieu	Paramètre mesuré	Fréquence	Objectif	Acteur	Coût
Mini piézomètres PZ1 à PZ11 (Kerzioc'h) et PZ12 à PZ21 (Kerroué)	Niveau piézométrique	Mensuelle	Suivi du niveau d'eau des zones humides	IRMG	Interne
Vallons de Kerzioc'h et de Kerroué	Nature, date, lieu, ampleur des travaux et opérateur	Annuel	Suivi des travaux	IRMG	Interne
Vallons de Kerzioc'h et de Kerroué	Typologie et surface des habitats de zone humide	Trisannuelle	Suivi de la fonctionnalité de zones humides	Association ou bureau d'études spécialisé	5 000 €/an

• Qualité de l'air :

Lieu	Paramètre mesuré	Fréquence	Objectif	Acteur	Coût
Dépoussiéreur atelier A (conduit n°1)	Débit, température et vitesse d'éjection des gaz, teneur en O <sub>2</sub> , poussières	Annuelle (année n)	Conformité des rejets	Laboratoire extérieur	8 k€/an
Séchage affinage (conduit n°7)	Débit, température et vitesse d'éjection des gaz, teneur en O <sub>2</sub> , poussières, oxydes d'azote				
Sécheur atelier B (conduit n°2)	Débit, température et vitesse d'éjection des gaz, teneur en O <sub>2</sub> , poussières, oxydes d'azote	Bisannuel (année n+1)			
Dépoussiéreur atelier B (conduit n°3)	Débit, température et vitesse d'éjection des gaz, teneur en O <sub>2</sub> , poussières	Trisannuel (année n+2)			
Broyeur/sécher atelier C (conduit n°4)	Débit, température et vitesse d'éjection des gaz, teneur en O <sub>2</sub> , poussières, oxydes d'azote				
Calcinateur (conduit n°5)	Débit, température et vitesse d'éjection des gaz, teneur en O <sub>2</sub> , poussières				
Refroidisseur calcinateur (conduit n°6)	Débit, température et vitesse d'éjection des gaz, teneur en O <sub>2</sub> , poussières				
7 stations (« Guermeur », « Kerzioc'h », « Kerbiquet », « Kergroaz », « Guerphalès », « Le Faouedic », Kersaizy »)	Retombées de poussières (mg/m <sup>2</sup> /j)	Trimestriel	<500 mg/m <sup>2</sup> /j en moyenne annuelle glissante sur chaque station	Laboratoire extérieur	5 k€/an

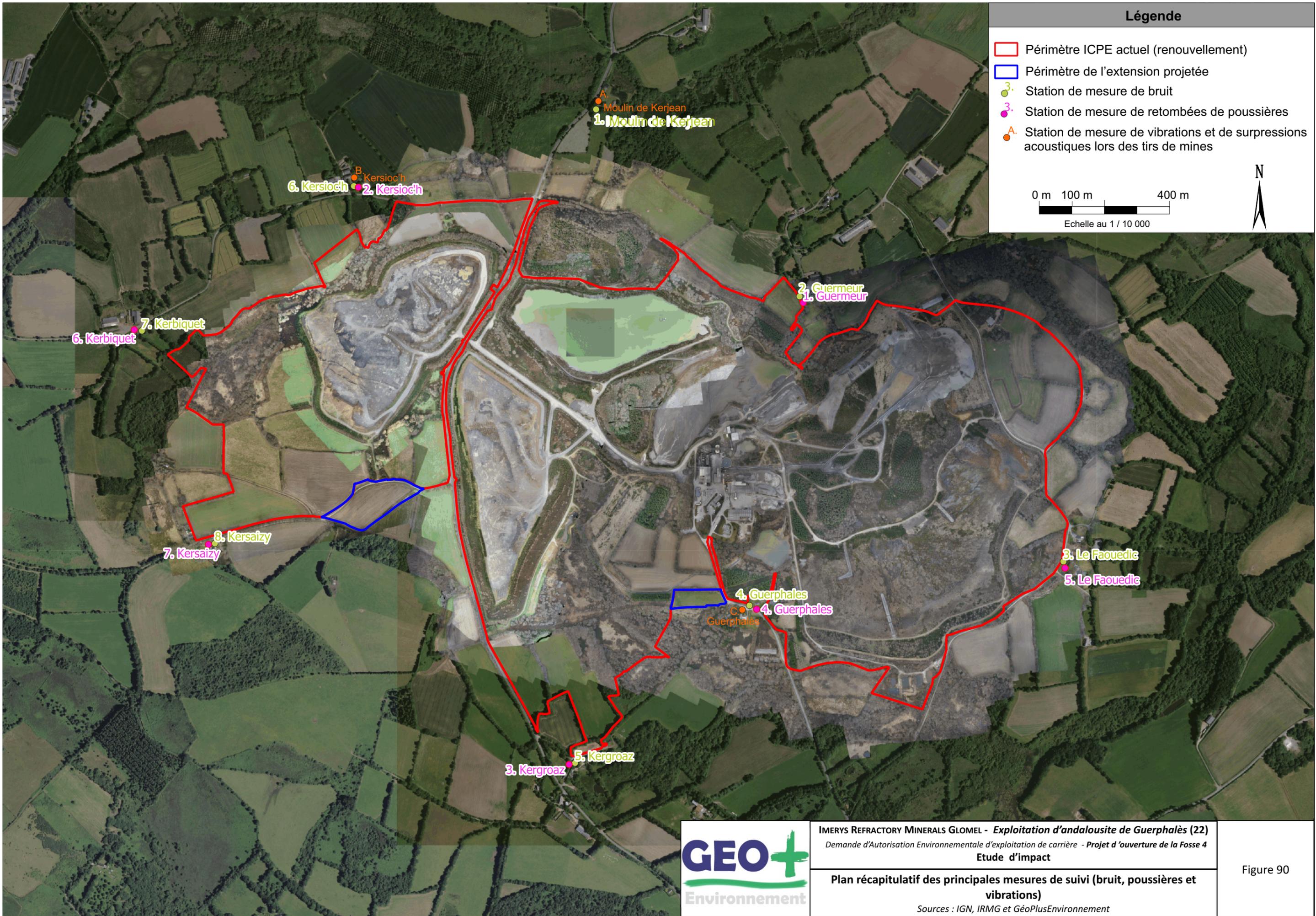
• Bruit :

Lieu	Paramètre mesuré	Fréquence	Objectif	Acteur	Coût
8 stations (« Kervennou », « Guermeur », « Kerzioc'h », « Kerbiquet », « Kergroaz », « Guerphalès », « Le Faouedic », Kersaizy »)	Bruit ambiant, résiduel, émergences diurnes, nocturne	Hiver et été	Conformité	Bureau d'études extérieur	10 k€/an
Habitation la plus proche du tir de mines	Suppression acoustique	Semestrielle	Conformité	Bureau d'études extérieur	1 k€/an

• Vibrations :

Lieu	Paramètre mesuré	Fréquence	Objectif	Acteur	Coût HT
2 stations autour de la Fosse 3	Vitesse particulière et suppression acoustique	Semestrielle	S'assurer que les tirs de mines ne représentent ni aucun danger pour les constructions, ni aucune gêne pour les riverains	Laboratoire reconnu et compétent	15 000 €/an
Habitation de Guerphalès	Vitesse particulière et suppression acoustique	A chaque tir		Laboratoire reconnu et compétent	

La figure suivante donne une carte récapitulative de localisation des stations de suivi « qualité de l'air, bruit et vibrations ».



**Légende**

- Périmètre ICPE actuel (renouvellement)
- Périmètre de l'extension projetée
- 3. Station de mesure de bruit
- 3. Station de mesure de retombées de poussières
- A. Station de mesure de vibrations et de surpressions acoustiques lors des tirs de mines

0 m 100 m 400 m  
Echelle au 1 / 10 000

N



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - *Exploitation d'andalousite de Guerpales (22)*  
 Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*  
 Etude d'impact

**Plan récapitulatif des principales mesures de suivi (bruit, poussières et vibrations)**  
 Sources : IGN, IRMG et GéoPlusEnvironnement

Figure 90

### 6.20.3 Estimation du coût des mesures

Certaines mesures ne sont pas chiffrables car elles entrent dans les coûts d'exploitation ou de remise en état (qui sont abordés au § 7.5). Ne sont donc envisagées ci-dessous que les mesures spécifiques.

Tableau 52 : Estimation du coût des mesures

Thème	Référence de la mesure	Intitulé de la mesure	Coût d'investissement	Coût de fonctionnement
Stabilité des terrains	Sol-S4	Visite par un géotechnicien tous les 5 ans		2 000 €/an
Ecoulement des eaux superficielles	Eau-sup-R2	Drainage amont de la verse Ouest et de la Fosse 3 et restitution au bassin versant du ruisseau de Kerzioc'h	8 000 €	
	Eau-sup-S1	Achat d'une station météo	3 000 €	
Ecoulement et qualité des eaux souterraines	Quali-E1 :	Nettoyage entretien des canalisations de transport de produits dangereux, curage et entretien des déshuileurs		30 000 €/an
	Eau-Sout-S1 / Quali-S4	Suivi piézométrique et qualitatif des eaux souterraines Création de nouveaux piézomètres	48 000 €	7 500 €/an
	Eau-Sout-S2	Création d'un nouveau piézomètre de suivi de 30 m de profondeur : PZ3_F4	15 000 €	
Zones humides	ZH-R1	Soutien à l'étiage de la zone humide de Kerroué : création d'un bassin de 5 000 m <sup>3</sup> , pompes, tuyaux, rampes d'aspersion	50 000 €	
	ZH-A1/A2	Gestion écologique des vallons de Kerzioc'h et de Kerroué et de la Mare de Mostrougrant Bihan (partenariat AMV)		15 000 €/an
	ZH-A3	Engagement d'une gestion concertée des zones humides appartenant à Imerys avec mise en place d'un programme pluri-annuel de restauration en partenariat avec l'AMV		30 000 €/an
	ZH-S3	Suivi trisannuel de la végétation : évolution typologique (CORINE Biotopes, EUNIS et le cas échéant UE) et surfacique (cartographie) des habitats sous l'effet de la gestion.		5 000 €/an
Ecoulement et qualité des eaux souterraines et superficielles	Quali-E3	Dispositif de drainage de la verse Ouest	900 000 €	
	Quali-E4	Complexe d'étanchéité à la base de la verse Ouest	2 500 000	
	Quali-R1	Traitement à la chaux des eaux avant rejet au niveau des stations Neutralac 1 et 3		280 000 €/an
	Quali-R4	Optimisation du traitement à la chaux au niveau de la station Neutralac 1	625 000 €	
	Quali-R4	Collecte des eaux issues du fossé VBora dans le bassin de décantation n°1 et relevage vers la Fosse 2.	605 000 €	
	Quali-R5	Mise en service d'une nouvelle unité de traitement des eaux par ozonation	6 800 000 €	300 000 €/an
	Quali-A3	Diagnostic hydromorphologique du ruisseau du Crazius	3 000 €	
	Quali-A4	Etude des cyanobactéries sur l'étang de Glomel		5 000 €/an
	Quali-S1	Autosurveillance de la qualité au niveau des deux points de rejet au milieu naturel		11 500 €/an
	Quali-S2	Suivi renforcé du Crazius jusqu'en 2023		16 000 €/an

Thème	Référence de la mesure	Intitulé de la mesure	Coût d'investissement	Coût de fonctionnement
	Quali-S3	Suivi annuel de la qualité des eaux du ruisseau de Kerzioc'h en amont et en aval du site.		2 000 €/an
	Quali-S5	Suivi annuel de la qualité des eaux du ruisseau de Kergroaz en amont et en aval du site.		2 000 €/an
Paysage et visibilité	Pays-R6	Aménagement paysager de la verse Ouest (coûts compris dans les travaux de remise en état)	200 000€	
	Pays-R6	Aménagement d'un belvédère sur la Verse Ouest (coûts compris dans les travaux de remise en état)	10 000 €	
	Pays-R7	Entretien des espaces verts et des abords du site		60 000 €/an
Milieux naturels	Bio-S1	Suivi écologique		10 000 €/an
	Bio-C1	Replantation ou renforcement de 3 787 ml de haies bocagères, dès la première phase quinquennale d'exploitation (coûts compris dans les travaux de remise en état)	120 000 €	
	Bio-C2	Reboisement volontaire en feuillus de 1,45 ha	25 000 €	
	Bio-A5	Partenariat avec l'AMV		10 000 €/an
	Bio-A6	Mise en place de contrat ORE	10 000 €	
	Bio-A7	Plan de gestion durable du bocage	10 000 €	
Populations et activités économiques	Eco-A3	Communication régulière avec les parties prenantes (Comité de Suivi de Site annuel)		10 000 €/an
	Eco-A4	Test de plantation de Miscanthus sur une zone remise en état de la verse du Sabès	2 000 €	
	Eco-C1	Compensation agricole collective sur 9,6 ha (5 000 €/ha)	48 000 €	
Patrimoine culturel	Archéo-R4	Redevance archéologique (verse Ouest + Fosse 4)	140 000 €	
Qualité de l'air	Air-R3	Remplacement des filtres de dépoussiérage		60 000 €/an
	Air-R5	Entretien des voies d'accès au site (revêtement) et des pistes internes		6 500 €/an
	Air-R5	Arrosage des pistes internes par temps sec		10 000 €/an
	Air-S1/S2	Suivi de la qualité de l'air (émissions canalisées de l'usine et retombées de poussières dans l'environnement)		13 000 €/an
Bruit	Bruit-R1	Aménagements phoniques de l'usine (pose de 2 silencieux)	12 000 €	
	Bruit-S1/S2	Suivi bruit annuel + suppression acoustique lors des tirs de mines tous les 6 mois		11 000 €/an
Vibration	Vib-S1/S2	Suivi semestriel + suivi à chaque tir sur l'habitation de Guerphalès		15 000 €/an
Servitudes techniques	Serv-C1/C2	Déviations du tracé du CR 84 et des réseaux associés en concertation avec la mairie de Glomel et les exploitants de réseaux.	200 000 €	
Gestion des déchets	Déchet-R1	Recyclage ou élimination des déchets en filière agréée		20 000 €/an
<b>Total</b>			<b>12 334 000 €</b>	<b>931 500 €/an</b>

## 7 PRESENTATION DETAILLEE DU PROJET DE REMISE EN ETAT

### 7.1 ORIENTATIONS DU PROJET DE REMISE EN ETAT

#### 7.1.1 Objectifs généraux

Le projet de remise en état présenté ci-après est **conceptuel** à ce stade du développement du projet. Il traite des différentes activités qui seront exécutées pour remettre le site de Guerphalès dans un état d'équilibre visant à garantir sa propre durabilité et permettre à l'environnement, après exploitation, de se rétablir et de se reconstituer.

Cet objectif inclut des travaux de terrassement et de revégétalisation des surfaces perturbées. Il s'agit de tenter de reconstituer les conditions favorables pour la reprise spontanée de la végétation.

Les objectifs généraux du projet de remise en état sont donc notamment de :

- **Enlever les équipements**, démanteler les bâtiments et infrastructures ;
- **Déblayer les débris**, démolir les fondations ;
- **Nettoyer les sols** qui seraient contaminés malgré les précautions décrites dans ce dossier ;
- **Garantir la stabilité (physique et chimique) à long terme des verses à stériles, de la verse du Sabès, de la Fosse 1, de la Fosse 2 et de l'ancienne digue** en évitant notamment la migration de polluants à partir de ces installations et en limitant l'infiltration des eaux dans ces installations de stockage ;
- **Sécuriser les lieux** de façon à ne pas porter atteinte à la santé et sécurité des personnes ;
- Remettre les surfaces perturbées dans un état où le **couvert végétal** préviendra l'érosion et permettra la reprise naturelle de la végétation ;
- **Eliminer ou minimiser les effets sur les eaux** superficielles ou souterraines ;
- **Eviter toute contamination** des mêmes eaux ;
- **Favoriser la stabilité** à long terme des lieux.

#### 7.1.2 Critères retenus pour l'orientation du projet de remise en état

##### 7.1.2.1 *Prise en compte des caractéristiques de l'exploitation*

Le choix du principe de remise en état repose sur la prise en compte de paramètres incontournables qui sont les suivants :

- Les caractéristiques du site : présence à terme de deux fosses d'extraction résultant de l'exploitation des cornéennes à andalousite (Fosse 3 et Fosse 4). **La Fosse 3 sera partiellement remblayée** dans la zone du périmètre de protection rapprochée de la prise d'eau de Mézouët ;
- Les contraintes techniques : quantité et nature des stériles générés par les activités de production de concentré d'andalousite à gérer sur le site pendant et après l'exploitation ;
- Les contraintes de sécurité visant à assurer la stabilité pérenne des fronts et des différents stockages (verses à stériles, stériles humides) pendant et après l'exploitation.

La nature et les contraintes techniques de l'exploitation (sélectivité du minerai) font qu'il n'est pas économiquement viable de remblayer la totalité des fosses d'extraction. Malgré tout, 2 fosses sur 4 seront remblayées (Fosses 1 et 2) et la Fosse 3 sera partiellement remblayée.

Le non-remblaiement total des Fosses 3 et 4 permettra d'éviter un impact carbone négatif en remanipulant des stériles et permet aussi une valorisation potentielle des plans d'eau pour différents usages notamment un usage écologique.

### **7.1.2.2 Prise en compte des critères locaux d'occupation des sols**

Le secteur de Guerphalès est rural. La principale activité du secteur, outre l'exploitation d'andalousite par IRMG, concerne l'agriculture.

La DDTM a indiqué par courrier qu'IRMG était soumis à étude préalable à la compensation collective agricole pour une surface de 9,6 ha correspondant aux terres agricoles de la Fosse 4 (7,6 ha) et de l'extension vers Ovest (2 ha). L'étude préalable agricole a été lancée avec le bureau d'études FuturOuest en parallèle du dossier avec un passage en CDPENAF prévu à priori fin 2021.

Les **haies bocagères** présentes sur les parcelles agricoles concernées par le projet seront **arasées sur un total de 3 120 ml** (situation à fin mars 2021) :

- 905 ml de haies arbustives et de haies plus ou moins bocagères sur l'extension Est du Sabès ;
- 1 498 ml de haies arbustives parfois relictuelles et de haies plus ou moins bocagères sur la Fosse 4 ;
- 717 ml de haies arbustives discontinues et de haies plus ou moins bocagères sur la vers Ovest (des haies existantes seront renforcées et d'autres créées en compensation).

IRMG compensera l'arasement des linéaires présents sur les parcelles concernées par le projet par la **plantation de nouvelles haies, pour un linéaire total de 3 787 ml**, réparti sur la périphérie du site afin de renforcer le réseau de haies existant (**1 138 ml ont déjà été plantés à fin mars 2021** en périphérie de l'extension Est du Sabès et le long de la RD85).

Considérant les différents secteurs de l'exploitation qui subsisteront en fin d'exploitation :

- Une fosse d'extraction en eau partiellement remblayée (Fosse 3) ;
- Une fosse en eau (Fosse 4) ;
- Deux fosses d'extraction comblées avec des stériles humides (Fosses 1 et 2) ;
- Deux verses à stériles (verse de Kerroué et verse Ovest) ;
- La verse du Sabès.

Un retour à la vocation agricole n'est pas envisageable.

### **7.1.2.3 Prise en compte des critères hydrologiques**

En fin d'exploitation, le pompage d'exhaure sera stoppé dans la **Fosse 3** et dans la **Fosse 4** et un **plan d'eau** se formera progressivement dans les deux excavations.

La cote moyenne des lacs ainsi formés par la remontée des eaux s'équilibrera avec les niveaux piézométriques naturels de la nappe autour des fosses avant exploitation. Les cotes de stabilisation des 2 plans d'eaux sont ainsi estimées entre :

- **225 et 230 m NGF au niveau de la Fosse 3** (piézomètres PZA et Kerb 3), soit un volume d'eau moyen de **3 790 000 m<sup>3</sup>** ;
- **220 et 225 m NGF au niveau de la Fosse 4** (piézomètre PF4), soit un volume d'eau moyen de **2 000 000 m<sup>3</sup>**.

Etant donnés les volumes à remplir et les débits d'apports estimés pour l'exhaure de ces deux fosses, **le temps de remplissage devrait être de l'ordre de 15 ans.**

De ce fait, les rabattements de nappe en périphérie des fosses cesseront progressivement. Aussi, les suivis piézométriques autour du site seront poursuivis pendant 5 ans pour suivre le début de cette remontée.

**Le plan d'eau de la Fosse 3 ne disposera pas d'exutoire.** Sa cote s'équilibrera à terme avec celle de la nappe, soit à quelques mètres en dessous de la cote des terrains naturels environnants.

**Les différents stockages de stériles seront recouvert d'une couche d'étanchéité** (fines de dépoussiérage « PS » compactées) et de terre végétale. A terme, **les eaux pluviales** issues de ces installations réaménagées ruisselleront au gré des pentes pour **rejoindre les ruisseaux des bassins versants de l'Ellé et du Blavet.**

Le secteur de la Fosse 3 situé dans le périmètre de protection du captage AEP de la **prise d'eau de Mézouët** sera **remblayé à partir de stériles d'extraction du site** jusqu'à 1 m au-dessus des hautes eaux estimées pour le plan d'eau, soit **231 m NGF**. Le sommet et les flancs du remblai situés entre les cotes 220 et 231 m NGF, et pouvant se retrouver hors d'eau, seront recouverts de la même couche d'étanchéité que les verses à stériles (1 m d'épaisseur pour l'ensemble PS compactée et terre végétale).

**NB :** Les eaux de ruissellement issues de ce secteur situé dans le périmètre de protection du captage AEP de la prise d'eau de Mézouët rejoindront le lac de la Fosse 3 et y resteront confinées, sans aucun risque de rejoindre le bassin versant alimentant la prise d'eau.

La **Fosse 1 et la Fosse 2** ne pourront être réaménagées qu'en fin d'exploitation. **Des évacuateurs de crue** seront creusés pour évacuer les eaux et permettre l'assèchement et la stabilisation des résidus en vue des travaux de couverture (régalage d'une couche PS compactée et d'une couche de terre végétale) et de végétalisation (ensemencement) :

- L'évacuateur de crue en sortie de Fosse 2 sera creusé dans le terrain naturel en bordure Ouest du barrage inter-fosses entre les Fosses 1 et 2 ;
- Un chenal sera creusé en bordure Ouest de la Fosse 1 pour diriger les eaux vers le Sud ;
- L'évacuateur de crue en sortie de Fosse 1 sera creusé au Sud de la Fosse 1 pour permettre aux eaux des Fosses 1 et 2 de rejoindre la Fosse 4.

Le fossé longeant la bordure Sud-Est de la verse de Kerroué et le bassin associé (BK) seront conservés. Le bassin BK surversera dans le fossé de débordement du bassin de Kerroué qui rejoindra la Fosse 4.

La **Fosse 4** disposera également de **son évacuateur de crue**, creusé en bordure Sud-Est pour se prolonger dans l'actuel fossé de débordement du bassin de Kerroué. Un débordement éventuel de la Fosse 4 resterait ainsi canalisé dans l'enceinte du site pour rejoindre le bassin Bora. Les eaux seront ensuite remontées depuis le bassin Bora pour rejoindre le circuit de traitement final des eaux qui sera maintenu sur le site. Ces ouvrages feront l'objet, ultérieurement, d'un dimensionnement dans les règles de l'art.

#### 7.1.2.4 Prise en compte des critères paysagers

Plusieurs aménagements visant à assurer la meilleure intégration du site dans le contexte paysager local ont été réalisés, sont en cours de réalisation ou seront mis en place pendant les phases d'exploitation et de remise en état (phases 1 à 5) :

- Mise en place d'un merlon végétalisé périphérique de 3 m sur tout le pourtour de la Fosse 3 étendue (déjà réalisé) ;
- Mise en place d'un merlon arboré de 3 à 5 m de hauteur le long de la verse de Kerroué, en bordure de la RD85 et d'une haie arborée en limite Sud de la Verse (déjà réalisé) ;
- Mise en place d'un merlon périphérique de 3 m sur les pourtours Sud-Ouest et Sud-Est de la Fosse 4 ;
- Mise en place de talus le long de la verse Ouest et du Sabès étendu, côté route et plantation de haies et ou de bandes boisées :
  - En pied du Sabès sur talus bocager (en cours) ;
  - En pied de verse Ouest, sur talus bocager.
- Végétalisation progressive par ensemencement hydraulique du Sabès et de la verse Ouest en parallèle de leur édification : environ 35 ha.

Ces différents aménagements seront conservés et finalisés dans le cadre de la remise en état du site, une fois l'exploitation terminée (phase 5 : période AP+21 à AP+25 ans).

Il est également rappelé qu'un renforcement des haies existantes et la création de nouvelles haies, **pour un linéaire total de 3 787 ml** (en plus des **1 138 ml déjà été plantés** en périphérie de l'extension Est du Sabès), sont prévus en compensation des haies arasées dans le cadre du projet :

- 1 284 ml en périphérie de verse Ouest ;
- 560 ml en périphérie de Fosse 4 ;
- 1 943 ml restant à planter ou renforcer en périphérie et aux abords de l'extension Est du Sabès.

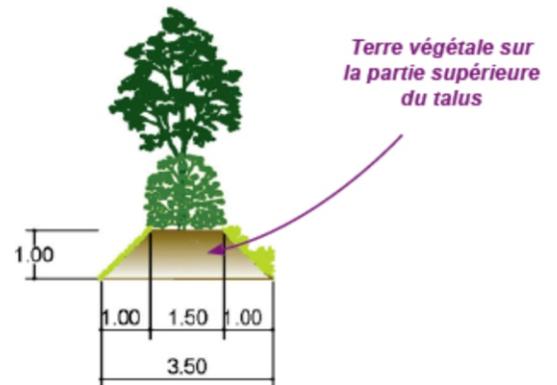
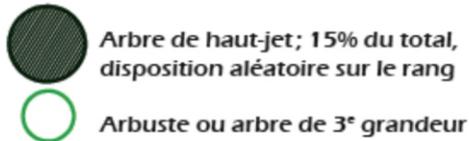
La carte de la **Figure 84** fait un état des lieux du linéaire de haies compensatoires déjà plantées et restant à planter.

La Figure 91 présente le principe de plantation des haies et bandes boisées.

## PRINCIPES DE PLANTATION DES HAIES

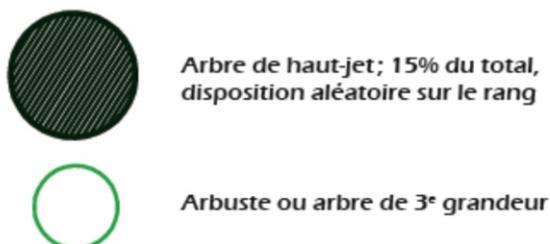
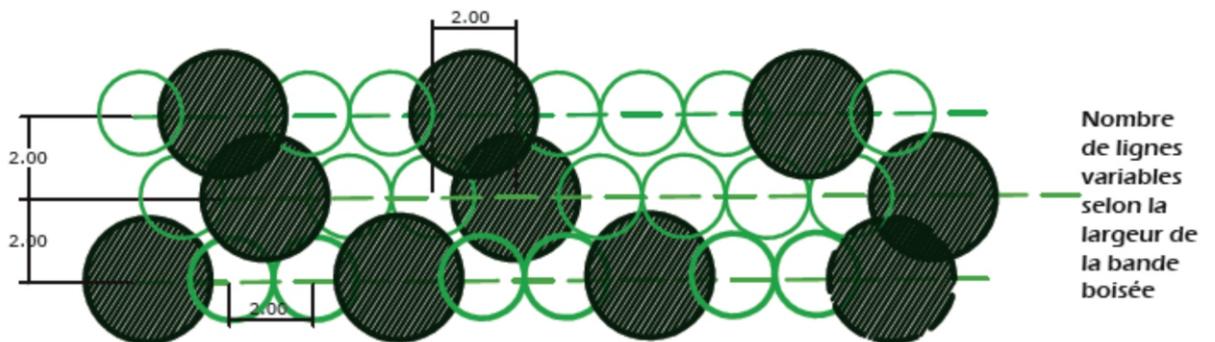
Densité de plantation : 1 plant/ml

Profil des haies bocagères sur talus



## PRINCIPES DE PLANTATION DES BANDES BOISÉES

Densité : 1 plant/4 m<sup>2</sup>



### 7.1.2.5 Prise en compte des critères écologiques

L'ensemble des mesures mises en œuvre dès obtention de l'autorisation pour réduire ou compenser les effets du projet sur les milieux naturels seront conservées dans le cadre de la remise en état. Elles incluent :

- Végétalisation progressive par semis hydraulique du Sabès et de la verse Ouest et de la verse de Kerroué, en parallèle de leur édification, qui pourront à terme être colonisés par les espèces prairiales (entomofaune) ;
- Poursuite de la renaturation pour les fourrés et boisements des espaces de recolonisation (ancienne digue), de même ensuite pour les espaces plus récents ou à venir (verses à stériles) vu l'intérêt déjà constaté de ce type de milieux ;
- Renforcement des réseaux de haies pré-existants sur les différentes périphéries du site et les zones d'extension ;
- Maintien d'un linéaire de fronts de taille important hors d'eau et avec diverses expositions autour des Fosses 2, 3 et 4, favorisant une installation plus durable du grand corbeau et du faucon pèlerin :
  - Fosse 2 : 700 ml de fronts, 10 à 20 m de dénivelé, expositions Nord et Est ;
  - Fosse 3 : 850 ml de fronts, 10 à 30 m de dénivelé, expositions Nord-Ouest, Nord, Nord-Est et Sud ;
  - Fosse 4 : 720 ml de fronts, 10 à 30 m de dénivelé, exposition Sud et Est.

### 7.1.3 Justifications, intérêts et vocations du projet de remise en état

Ce projet de réaménagement « multiple » répond à plusieurs objectifs énoncés ci-dessous.

#### 7.1.3.1 Intérêt socio-économique

Le pâturage extensif par des ovins des prairies humides à joncs recensées dans le périmètre ICPE permettra de **participer au maintien de l'activité pastorale** dans la région tout en respectant les objectifs de conservation relatifs à la flore et à l'entomofaune de ces milieux.

Le **rétablissement du sentier de randonnée** passant par le sommet de la verse Ouest permettra au public d'avoir un point de vue privilégié sur le contexte paysager particulier des Montagnes Noires. Des panneaux explicatifs pourront rappeler l'historique industriel de l'exploitation de l'andalousite de Glomel et décrire les zones humides environnantes, leur intérêt écologique et les actions de génie écologique réalisées pour leur maintien.

L'installation de **panneaux photovoltaïques** sur une surface de **35 ha environ sur le plateau sommital de la verse du Sabès après remise en état permettra de produire l'électricité nécessaire à 5 170 foyers environ**. En considérant un rayonnement lumineux de 1 000 W/m<sup>2</sup>, un rendement de 10%, un taux d'ensoleillement en Bretagne de 1 1100 kWh/KWc.an et une consommation moyenne par foyer de 4 680 kWh/an, on peut calculer :

$$\text{La puissance nominale de l'installation} : 220\,000 \text{ m}^2 \times 1\,000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 10\% = 22\,000 \text{ kWc}$$

$$\text{La production optimale} : 22\,000 \text{ kWc} \times 1\,1100 \frac{\text{kWh}}{\text{KWc}} \cdot \text{an} = 24\,200 \text{ MWh/an}$$

$$\frac{24\,200\,000 \frac{\text{kWh}}{\text{an}}}{4\,680 \frac{\text{kWh}}{\text{an}}} = 5\,170 \text{ foyers}$$

IRMG prendra à sa charge la remise en état de la plateforme sommitale du Sabès (mise en place de la couche d'étanchéité et revégétalisation) et mettra ces terrains à la disposition de développeurs de projets solaires.

En outre, les deux plans d'eau créés pourront avoir différents usages comme l'irrigation, la préservation de la biodiversité, l'alimentation en eau des bassins aval, la formation de réserves incendie, etc...

### **7.1.3.2 Intérêt paysager**

Afin de limiter au maximum l'impact sur le paysage de l'exploitation, le réaménagement restera coordonné, dans la mesure du possible, à l'avancée de l'extraction et du stockage des stériles. Il s'agira notamment de mettre en place la couverture finale et de végétaliser dès que possible les versants des versées à stériles pour assurer leur intégration paysagère.

La poursuite de la mise en place des aménagements paysagers (mise en place de merlons, végétalisation des merlons, plantations de haies arbustives et arborées, aménagements des fronts) permettra de poursuivre l'insertion paysagère de l'exploitation dans le milieu rural environnant.

La Fosse 3 (sur 13 ha) et la Fosse 4 (sur 7 ha) seront aménagées en plan d'eau à vocation écologique et paysagère de par l'arrêt des pompages d'exhaure, avec un niveau moyen des plans d'eau à 227,5 et 222,5 m NGF. La mise en plan eau des fosses permettra d'annuler en partie l'effet minéral des fronts de taille. Les berges seront aménagées de manière à valoriser le plan d'eau et à permettre une colonisation plus facile par la végétation. Un travail des fronts, offrant des zones d'éboulis et les milieux rupestres associés, sera réalisé.

Les zones planes (carreau de l'usine, Fosse 1, extension Ouest du Sabès) accueilleront une végétation de type prairiale.

### **7.1.3.3 Enjeux et objectifs écologiques**

Au vu de l'inventaire écologique, les enjeux et objectifs écologiques du projet de remise en état concerneront donc :

- La mise en place de milieux variés (éboulis, zones humides, boisements, haies, plan d'eau, etc.) favorables à la faune locale ;
- Le développement de pelouses et fourrés pionniers sur les fronts et le carreau exondés laissés à nu ;
- La conservation des amphibiens durant la période de développement larvaire (mars à juin) et le développement de leurs habitats (habitats créés par les activités de la carrière) par la multiplication de petites mares ou d'ornières sur le carreau ;
- La conservation des fronts rocheux anciens favorables à certaines espèces d'oiseaux rupicoles (Faucon pèlerin et Grand Corbeau notamment) qui les utilisent pour se reproduire et se nourrir ;
- L'aménagement des deux plans d'eau diversifiant ainsi les habitats et constituant un point d'eau pour la faune environnante ;
- La reconstitution de haies arborées et arbustives denses en limite de site sur un linéaire total de 3 387 ml. Ces haies, de structure et de composition floristiques similaires aux essences locales, offriront une zone de refuge et de reproduction supplémentaire pour la faune et notamment pour l'avifaune ;
- La mise en place d'une gestion écologique des corridors écologiques des vallons de Kerzioc'h et de Kerroué :
  - Poursuivre un pâturage extensif pour les prairies humides à joncs, à combiner avec une fauche tardive exportatoire tournante ou annuelle ;
  - Développer des opérations de génie écologique pour la réouverture en landes humides.

En conclusion, la **reconstitution/création de différents types de milieux complémentaires** (haies, mares plus ou moins profondes, éboulis, modelage et talutage des fronts, préservation de falaises, plans d'eau) va permettre de diversifier les habitats en développant notamment le **milieu rupestre** (falaises, talutage et éboulis) et le **milieu aquatique** (plans d'eau), et en participant à l'effort de maintien des **zones humides environnantes**.

#### **7.1.3.4 Intérêt technique de mise en sécurité du site**

- Démontage des infrastructures et aménagements nécessaires à l'exploitation, hormis les installations de traitement des eaux qui seront maintenues ;
- Modelage, éboulis et mise en sécurité de certains tronçons de fronts d'exploitation ;
- Végétalisation des merlons et des pourtours du site ;
- Préservation du site : blocage et interdiction de l'accès au site (clôture périphérique et merlons, blocs rocheux, panneaux de signalisation à l'entrée du site et le long des chemins).

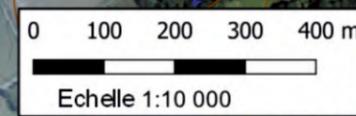
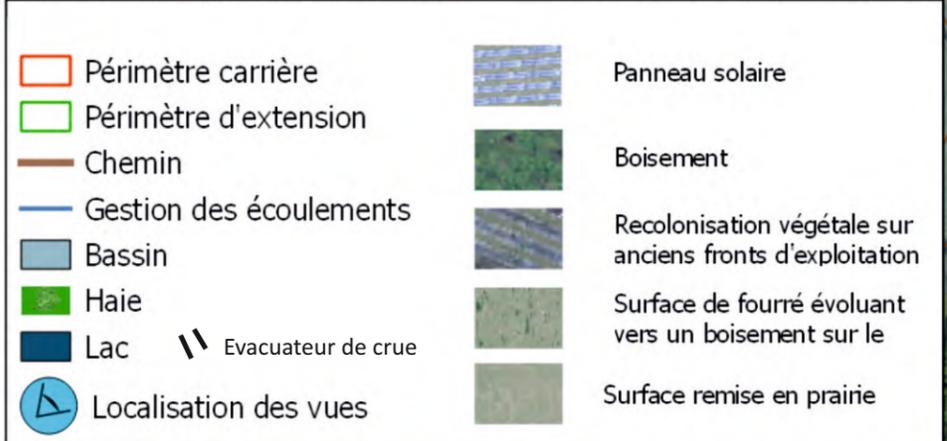
## **7.2 PLAN ET PHASAGE DU PROJET DE REMISE EN ETAT**

Le site de Guerphalès présentera, dans le cadre de sa remise en état et suivant les contraintes rencontrées, plusieurs types d'espaces :

- Deux plans d'eau résiduels au niveau de la Fosse 3 (partiellement remblayée dans la partie comprise dans le périmètre de protection de la prise d'eau de Mézouët) d'une surface d'environ 13,2 ha, et de la Fosse 4 d'une surface d'environ 7,2 ha ;
- Un parc photovoltaïque de 35 ha sur la plateforme sommitale du Sabès, à la cote 249 m NGF ;
- Plusieurs secteurs végétalisés correspondant aux différents stockages de stériles :
  - Verse Ouest (12,8 ha) à la cote 290 m NGF et Verse de de Kerroué (18,6 ha) à la cote 300 m NGF ;
  - Périphérie du Sabès (16,8 ha) à la cote 249 m NGF ;
  - Ancienne digue (22,4 ha) et Fosses 1 (4,5 ha) et 2 (15,6 ha) comblées puis végétalisées au niveau naturel des terrains ;
  - Usines : démantèlement et enlèvement de l'ensemble des installations puis décompactage des terrains et végétalisation (type prairie).

L'ensemble de ces travaux a pour objectif de favoriser l'insertion paysagère du site dans le contexte paysager particulier des Montagnes Noires tout en assurant la mise en sécurité pérenne des terrains affectés par l'exploitation et de leur périphérie.

Le plan de remise en état final est fourni en *Figure 92*. Des vues paysagères modélisées depuis différents points de vue viennent illustrer le projet de remise en état (*Figure 93 à Figure 95*). Le phasage du projet de remise en état est présenté au *Tableau 53*.



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - *Exploitation d'andalousite de Guerphalès (22)*  
 Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*  
 Etude d'Impact

Plan du projet de remise en état final

Sources : IGN, IRMG et GéoPlusEnvironnement

Figure 92

Vue 1



Vue 2



Vue 3



Vue 4



Vue 5



Vue 6





IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - *Exploitation d'andalousite de Guerphalès (22)*  
Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*  
Document Administratif

Vues paysagères du projet de remise en état (2/3)

Source : GéoPlusEnvironnement

Figure 94



Tableau 53 : Phasage de remise en état du site de Guerphalès

Phase	Travaux de remise en état
<b>Phase 0</b> <b>3 ans</b> (jusqu’à obtention du nouvel AP) <b>2020-2022</b>	Remise en état coordonnée : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Des flancs de la verse de Kerroué</li> <li>▪ Des flancs et de la plateforme sommitale du Sabès (extension vers l’Est).</li> </ul>
<b>PHASE 1</b> <b>5 ans</b> <b>(2023-2027)</b>	Remise en état coordonnée : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Des flancs de la verse de Kerroué</li> <li>▪ Des flancs de la verse Ouest</li> <li>▪ Des flancs et de la plateforme sommitale du Sabès (extension vers l’Est).</li> </ul>
<b>PHASE 2</b> <b>5 ans</b> <b>(2028-2032)</b>	<b>Finalisation de la remise en état de l’extension Sabès vers Est.</b> Remise en état coordonnée : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Des flancs de la verse de Kerroué</li> <li>▪ Des flancs de la verse Ouest</li> <li>▪ Des flancs et de la plateforme sommitale du Sabès (extension vers l’Ouest).</li> </ul>
<b>PHASE 3</b> <b>5 ans</b> <b>(2033-2037)</b>	<b>Finalisation de la remise en état de l’extension Sabès vers l’Ouest et du reste de la Fosse 1.</b> Remise en état coordonnée : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Des flancs de la verse de Kerroué</li> <li>▪ Des flancs de la verse Ouest</li> <li>▪ Des flancs et de la plateforme sommitale du Sabès (extension vers le Sud-Est).</li> </ul>
<b>PHASE 4</b> <b>5 ans</b> <b>(2038-2042)</b>	Remise en état coordonnée : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Des flancs de la verse Ouest</li> <li>▪ Des flancs et de la plateforme sommitale du Sabès (extension vers le Sud-Est).</li> </ul> <b>Finalisation de la remise en état de la verse de Kerroué.</b>
<b>PHASE 5</b> <b>5 ans</b> <b>(2043-2047)</b>	<b>Finalisation de la remise en état :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De la verse Ouest ;</li> <li>▪ De l’extension vers le Sud-Est du Sabès ;</li> <li>▪ De la Fosse 2 (stockage des résidus humides) ;</li> <li>▪ Des Fosses 3 et 4 + début de remplissage des plans d’eau.</li> </ul> Démantèlement et remise en état de la plateforme technique des usines.

## 7.3 PRINCIPES GENERAUX DE REMISE EN ETAT

### 7.3.1 Gestion de la terre végétale

L’épaisseur de terre végétale à régaler dépendra du principe retenu pour la végétalisation :

- Au droit des zones plantées sur les bermes et le sommet des verses : 50 cm ;
- Au droit des zones ensemencées par projection sur le reste des verses et sur le Sabès, l’épaisseur moyenne de 15 cm sera modulée pour créer des zones différenciées d’épaisseur de 0 à 50 cm ;
- Les talus bocagers seront créés si possible uniquement en terre végétale.

Dans l’attente de leur reprise, les stocks de terre végétale issus de la découverte ne devront pas dépasser une hauteur de deux mètres, en premier lieu afin d’éviter une stérilisation de la terre en condition anaérobie.

Pour reconstituer un sol propice à la reprise de la végétation, l'horizon superficiel de terre végétale doit être traité avec soin afin d'éviter tout compactage. L'utilisation de bulldozer est donc proscrite pour des questions de tassement et de déstructuration du sol.

#### **7.3.1.1 Conditions de manipulation du sol superficiel**

Pour être manipulé dans de bonnes conditions, le sol superficiel issu des travaux de décapage doit être correctement ressuyé car, transporter et manipuler des matériaux trop humides provoque des phénomènes de compaction et de dégradation de leur structure. Le décapage et le régalage ne devraient donc avoir lieu, autant que possible, **que si le sol est suffisamment sec** (terre friable ne collant pas aux mains et aux machines).

#### **7.3.1.2 Régalage du sol superficiel**

Les conditions de mise en place des matériaux influent sur la qualité du réaménagement au même titre que les caractéristiques intrinsèques de ces matériaux. En effet, pour le sol superficiel, c'est notamment l'absence de compactage qui sera garante du succès.

Le régalage du sol superficiel peut ensuite se faire à la **pelle hydraulique sur chenilles** (*Cf. Figure 96*), en bandes. Le sol superficiel est gerbé sur la zone rippée, couche par couche, et régalé par une pelle située latéralement ou en avant du chantier, travaillant en rétro. La pelle peut aussi travailler en reculant sur la bande en cours d'aménagement, par balayage. Aucun engin sur pneus ne doit circuler sur les surfaces rippées ou sur la sous-couche pour ne pas la tasser.

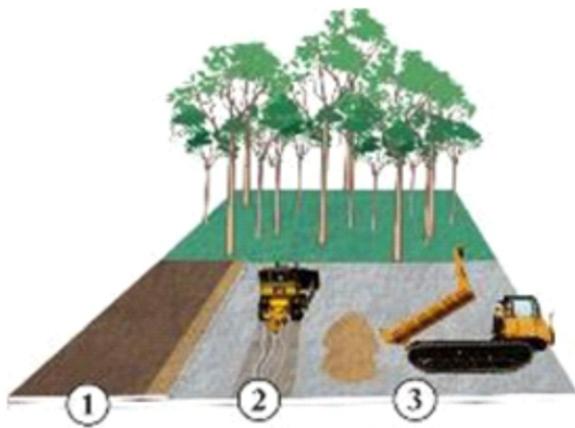
Afin de pratiquer un travail optimum, il est bon de mener le rippage et le régalage de façon conjointe, par bandes (*Cf. Figure 96*) :

- Rippage d'une bande de 2,5 à 3 m ;
- Gerbage du sol superficiel ;
- Régalage du sol superficiel ;
- Ensuite, une nouvelle bande peut être réalisée, sans tassement de la première.

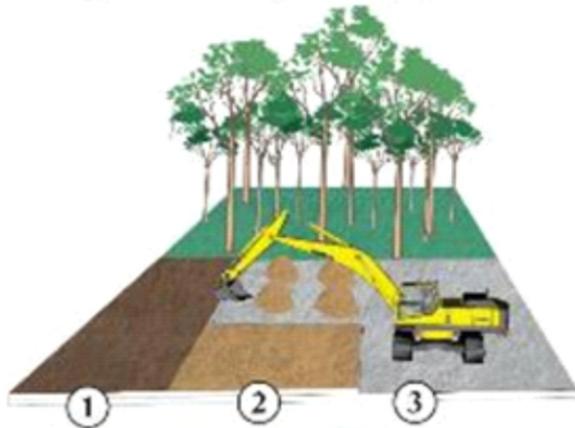
L'utilisation d'un mauvais engin (sur pneus, circulant sur les couches de sol mises en place, ou non adapté (niveleuse, scrapeur...)) ou la manipulation de terres humides sont deux causes de dégâts irrémédiables à la structure et donc à la qualité des sols.

#### **7.3.1.3 Choix et utilisation des engins**

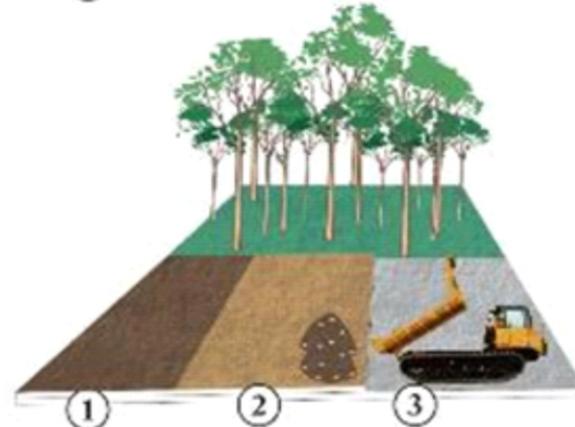
Les derniers horizons de sol remis en place (entre 1,25 et 1,50 m de profondeur) doivent être manipulés avec précaution, avec des **engins à basse pression au sol**. En France, le chiffre retenu dans la bibliographie est une **pression au sol maximale de 0,39 bar** pour une pelle hydraulique sur chenilles pouvant travailler en rétro sur le sol remis en place.



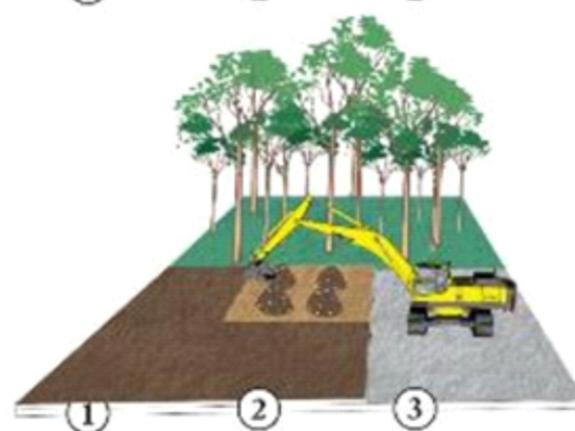
**1-** Ripage de la bande 2 et apport de la couche inférieure, sans roulage des dumpers sur la bande 2.



**2-** Régalage de la couche inférieure par une pelle montée sur chenilles, circulant sur la bande 1 terminée ; travail presque exclusivement en rétro.



**3-** Apport de la couche supérieure sur la bande 2. Le bennage doit être fait sur la couche inférieure, quitte à monter les roues arrière, pour ne pas gaspiller la terre sur le soubassement de la bande 3.



**4-** Régalage de la couche supérieure par une pelle montée sur chenille circulant sur la bande 1 terminée. Travail aisé en rétro, y compris pour la reprise de terre versée éventuellement sur le soubassement.

**Les bulldozers sont ainsi déconseillés** car ils provoquent un tassement plus important du sol, ce qui participe à le déstructurer et défavorise la reprise de la végétation. En effet, les bulldozers exercent une pression au sol allant de 0,61 à 0,66 bar. Notons que cette pression au sol diminue avec le poids de l'engin et la surface de contact au sol.

**Les engins légers et utilisant des chenilles larges sont donc fortement conseillés** lors de la réhabilitation des couches superficielles. Cette prescription s'applique évidemment pour les couches de terre végétale.

**Le bulldozer peut être utilisé pour régaler les premiers horizons de remblais** (horizons en sous-couche).

### **7.3.2 Aménagements hydromorphologiques des écoulements créés dans le cadre de la remise en état**

Un **chenal** sera aménagé en bordure Ouest de la Fosse 1 pour diriger les eaux de ruissellement de la Fosse 1 et de l'évacuateur de crue de la Fosse 2 vers la Fosse 4. Les éventuelles eaux de débordement de la Fosse 4 rejoindront l'actuel **fossé de débordement du bassin de Kerroué et le bassin Bora pour rejoindre le circuit de gestion des eaux du site.**

Ce **chenal** et ces fossés seront **aménagés dans l'optique de créer des conditions hydromorphologiques propices à la mise en place de cours d'eau.**

IRMG mettra en œuvre des techniques de restauration douces destinées à redonner une certaine diversité d'habitats le long de ces écoulements. Plusieurs techniques pourront être mises en œuvre afin de rétrécir et de diversifier la section d'écoulement le long du chenal :

- La pose de **risbermes, épis, fascines, banquettes végétalisées** : **ouvrages latéraux** visant à rétrécir la largeur du lit localement et à protéger le pied des berges ;
- La **pose de blocs dans le lit** : cette action crée une diversification de l'écoulement, des caches pour les poissons et macroinvertébrés ;
- La **pose de seuils ouverts** en travers du cours d'eau : au niveau de l'ouverture, recentre le courant en l'accéléralant, tout en diminuant l'écoulement sur le reste de la largeur de la rivière. Les matériaux sont remis en suspension là où le courant est fort et se déposent là où il est faible, amenant une diversification de la granulométrie du fond ;
- **L'apport de matériaux, plutôt grossiers** (pierres, cailloux), permet au cours d'eau de recréer une diversité d'écoulements et de micro-habitats auparavant absente. Il permet de rehausser des lits incisés, de restaurer des écoulements et des habitats (création de radiers...), de remodeler la section du lit d'étiage. Cette technique présente de gros avantages :
  - Sans ancrage en berge ou au fond, cette technique est souple et peut évoluer avec la dynamique sédimentaire du cours d'eau ;
  - C'est souvent la seule technique qui permet de reconstituer le matelas alluvial et les écoulements hyporhéiques qui ont un rôle primordial dans le fonctionnement écologique des cours d'eau (échanges physio-chimiques et biologiques, régime thermique) ;
  - Elle permet de traiter d'importants linéaires rapidement et apporte souvent des résultats rapides ;
  - Elle présente un coût modéré ;
  - Son intégration paysagère est très rapide.

### 7.3.3 Palette végétale et technique de revégétalisation

#### 7.3.3.1 Plantations

Toutes les plantations seront réalisées à l’aide de jeunes plants en motte forestière. Cette présentation offre le meilleur compromis entre une adaptation au sol en place, un taux de reprise élevé (souvent proche de 100 %) et une bonne vitesse de croissance. On privilégiera les plants endomycorhizés (symbiose entre le végétal et un champignon favorisant les échanges entre le sol et la plante) ou nodulés (symbiose entre le végétal et une bactérie, favorisant la fixation d’azote), qui assurent une meilleure croissance surtout en conditions difficiles.

Les haies bocagères (à plat ou sur talus) dont la densité est de 1 plant / ml seront paillées à l’aide d’un paillage biodégradable livré en rouleau et mis en place avant la plantation. Les plantations des masses et bandes boisées recevront un paillage biodégradable sous forme de dalles, mises en place après la plantation.

Il est prévu une protection individuelle par manchon anti-rongeurs de tous les jeunes plants des essences de haut-jet. Pour rappel, le principe de plantation des haies et bandes boisées est illustré dans la [Figure 91](#). Le tableau suivant liste les essences préconisées pour réaliser les plantations.

**Tableau 54 : Essences préconisées pour réaliser les plantations (Etude paysagère P.Y. HAGNERÉ, 2014)**

Essences	Haies bocagères à plat	Haies bocagères sur talus	Bandes boisées sur vers	Plantations aux abords de Kersaisy
<b>Arbres de haut-jet</b>				
Bouleau verruqueux ( <i>Betula pendula</i> )		x	x	x
Chataîgnier ( <i>Castanea sativa</i> )	x	x	<b>X</b>	x
Chêne pédonculé ( <i>Quercus robur</i> )	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
Hêtre ( <i>Fagus sylvatica</i> )	x			
Merisier ( <i>Prunus avium</i> )	x			x
Tilleul commun ( <i>Tilia x europaea</i> )				<b>X</b>
<b>Arbustes et arbres de 3<sup>ème</sup> grandeur</b>				
Bourdaine ( <i>Frangula dodonei</i> )			x ( <i>flanc nord</i> )	
Charme ( <i>Carpinus betulus</i> )	<b>X</b>	x		
Cornouiller mâle ( <i>Cornus mas</i> )	x	x	x	<b>X</b>
Églantier ( <i>Rosa canina</i> )		x	x	x
Érable champêtre ( <i>Acer campestre</i> )	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
Fusain d’Europe ( <i>Eonymus fortunei</i> )	x			x
Houx ( <i>Ilex europaeus</i> )	x			x
Noisetier ( <i>Corylus avellana</i> )	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Poirier commun ( <i>Pyrus communis</i> )	x			x
Prunellier ( <i>Prunus spinosa</i> )		x	x	
Troène ( <i>Ligustrum vulgare</i> )	x			x
Sorbier des oiseleurs ( <i>Sorbus aucuparia</i> )				x
Sureau noir ( <i>Sambucus nigra</i> )		x	x	
Viorne obier ( <i>Viburnum opulus</i> )	x	x		<b>X</b>

**X: essence principale**      x: essence d’accompagnement

### 7.3.3.2 Semis

Les semis seront de deux types :

- Semis pour le développement de fourrés arbustifs, évoluant à long terme vers un boisement, sur les sommets et flancs des verses à stériles et du Sabès. Outre des herbacées assurant une couverture rapide de la surface, le mélange comportera des essences arbustives pionnières ;
- Semis d’herbacées, pour les flancs des talus bocagers.

Les semis seront réalisés à la main ou par ensemencement hydraulique.

Le tableau ci-dessous propose, à titre indicatif, une liste de mélange d’espèces à utiliser pour les semis.

**Tableau 55 : Proposition de mélanges pour les semis (Etude paysagère P.Y. HAGNERÉ, 2014)**

Nom latin	Nom français	Semis pour fourré arbustif	Semis des flancs de talus
<b>Graminées</b>			
<i>Agrostis stolonifera</i>	Agrostide stolonifère		x
<i>Festuca rubra</i>	Fétuque rouge		x
<i>Festuca tenuifolia</i>	Fétuque à feuilles ténues	x	x
<i>Poa pratensis</i>	Pâturin des prés		x
<b>Autres plantes herbacées</b>			
<i>Echium vulgare</i>	Vipérine (bisannuelle)	x	
<i>Leucanthemum</i>	Marguerite		x
<i>Hypericum</i>	Millepertuis commun	x	x
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier corniculé	x	
<i>Centaurea sp.</i>	Centaurée (choisir des espèces vivaces locales)		x
<b>Plantes ligneuses pionnières</b>			
<i>Betula pendula</i>	Bouleau verruqueux	x	
<i>Rosa canina</i>	Églantier	x	
<i>Cytisus scoparius</i>	Genêt à balais	x	
<i>Ajonc d'Europe</i>	<i>Ulex europaeus</i>	x	

### 7.3.3.3 Stabilisation et végétalisation des pentes

En cas de difficulté à faire tenir la terre végétale sur les pentes (talus des verses à stériles), des dispositifs de stabilisation pourront être utilisés : toiles de jute ou autres géomatelas implantés après recouvrement par la terre végétale et avant l’ensemencement par projection.

Cette solution n’a pas été intégrée dans le chiffrage du coût de remise en état, car son recours est hypothétique. Elle sera réservée aux secteurs sur lesquels seront constatés des ravinements ne permettant pas le développement de la végétation.

## **7.4 TRAVAUX DE REMISE EN ETAT DES DIFFERENTES INSTALLATIONS**

Les plans de phasage présentés dans le *Tome 2 : Mémoire Technique* illustrent l'avancement des travaux de remise en état parallèlement aux activités d'extraction.

Pour rappel, les critères d'orientation retenus conduiront à la réalisation d'aménagements hydrauliques, paysagers et écologiques sur toute la durée d'autorisation.

En fin d'exploitation, les principales opérations suivantes seront réalisées :

- Purge et stabilisation des derniers linéaires de fronts arrivés à terme en Fosse 3 et 4 ;
- Interruption du pompage d'exhaure dans les Fosses 3 et 4 pour permettre la remontée des eaux, générant à terme, deux plans d'eau d'une surface d'environ 13,2 et 7,2 ha ;
- Démantèlement de toutes les installations présentes sur le site (usines, convoyeurs, parking, bâtiments, ...) ;
- Enlèvement de tous les déchets présents sur le site ;
- Nettoyage et décompactage des terrains ;
- Régilage de terres végétales sur les parcelles laissées à la recolonisation naturelle.

La mise en sécurité du site sera assurée par la conservation des merlons et des clôtures périphériques. Ci-après sont précisées les travaux de remise en état spécifiques prévus pour les Fosses 3 et 4, les verses à stériles, le Sabès étendu et les stockages de stériles humides (ancienne digue, Fosse 1 et Fosse 2).

Aucuns travaux de démolition ne sont prévus dans le cadre de la remise en état. Seuls des démantèlements des structures existantes (Cf. § 7.4.5) seront réalisés et pourront être à l'origine d'incidences sur l'environnement. Néanmoins, toutes les mesures mises en place dans le cadre de l'exploitation du site concernant les risques de pollutions (sols, eaux superficielles, eaux souterraines, ...) resteront en place jusqu'à la fin de la remise en état du site.

### **7.4.1 Fosses 3 et 4**

#### **7.4.1.1 Mise en sécurité des fosses d'extraction**

Les principes adoptés pour la remise en état des Fosses 3 et 4 sont les suivants :

- Pour la périphérie des fosses :
  - La conservation des merlons périphériques et de la clôture ;
  - Le décompactage des horizons superficiels des zones de circulation ;
  - Le régilage de terre végétale sur ces zones pour permettre l'ensemencement de graminées.
- Pour les excavations :
  - La vérification de la stabilité des fronts de taille et leur purge éventuelle ;
  - L'apport de matériaux meubles sur les banquettes supérieures pour favoriser une recolonisation végétale ;
  - La remontée de l'eau après arrêt des pompages d'exhaure jusqu'à la cote 225-230 m NGF en Fosse 3 et 220-225 m NGF en Fosse 4 (estimations basées sur les niveaux piézométriques mesurés en périphérie) ;
  - Remblaiement partiel de la Fosse 3 avec des matériaux provenant du site, sur la surface comprise dans le périmètre de protection du captage de Mézouët.

#### **7.4.1.2 Gestion des eaux**

Les cotes minimales en bordure de Fosse 3 (au Nord-Ouest) et de Fosse 4 (au Sud-Est) seront respectivement de 235 et 230 m NGF. **Le plan d'eau de la Fosse 3 ne disposera donc pas d'exutoire** : sa cote s'équilibrera à terme avec celle de la nappe, soit à quelques mètres en dessous de la cote des terrains naturels. L'évacuation d'éventuels surplus d'eau se fera par le sous-sol via les horizons de surface (aquifère superficiel). Pour la Fosse 4, il est également estimé une cote d'équilibre du futur plan d'eau sous la cote du terrain naturel, mais un évacuateur de crues sera malgré tout aménagé en bordure Sud-Est pour se prolonger sans l'actuel fossé de débordement de Kerroué.

Un débordement éventuel de la Fosse 4 resterait ainsi canalisé dans l'enceinte du site pour rejoindre le bassin Bora.

#### **7.4.1.3 Les milieux biologiques**

Un tracé des « falaises » plus ou moins sinueux est souhaitable, d'un point de vue écologique, mais également paysager afin de casser les « linéarités résiduelles ». De grandes parties des banquettes d'exploitation seront remodelées par talutage ou par le recul du front de taille (au moment du dernier tir de mines) pour créer une plus grande hétérogénéité morphologique. Les tirs ultimes de « modelage » et la purge des fronts de taille fourniront les matériaux pour créer des zones éboulis.

Ces falaises et zones d'éboulis seront favorables à certaines espèces d'oiseaux rupicoles déjà inventoriées sur le site de Guerphalès (Faucon pèlerin et Grand Corbeau notamment) et qui les utilisent pour se reproduire et se nourrir.

La réalisation d'aménagements périphériques au bord du plan d'eau favorisant le développement de la biodiversité sera privilégiée en proposant des berges variées pour diversifier les habitats présents.

### **7.4.2 Verses à stériles**

La méthode de construction des verses à stériles a été choisie de telle sorte que leur remise en état progressive soit possible au fur et à mesure de l'avancement des travaux, afin de limiter à un instant donné leurs impacts paysagers et sur les eaux.

#### **7.4.2.1 Gestion des eaux**

Les dispositions prises actuellement pour la verse de Kerroué seront également appliquées à la future verse Ouest.

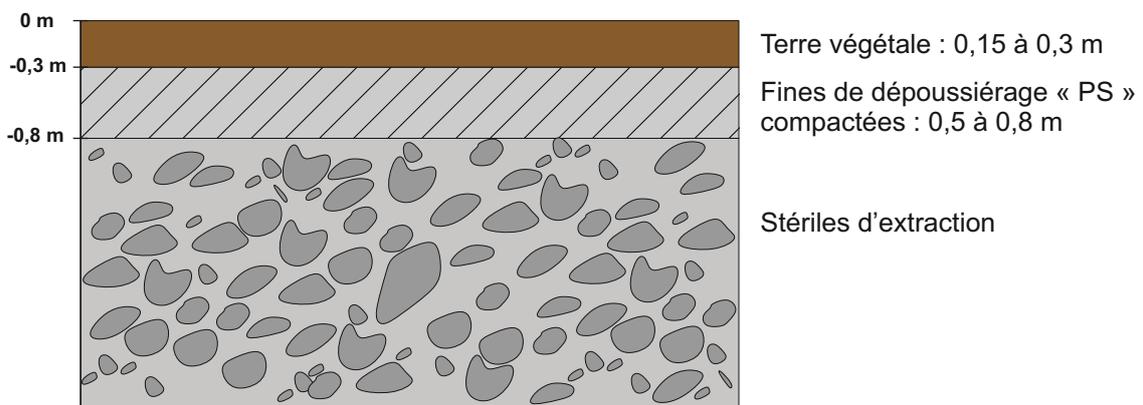
La verse de Kerroué dispose d'un système de drainage destiné à récupérer les eaux pluviales percolant dans les stériles.

Les eaux pluviales susceptibles de s'acidifier en percolant dans les stériles sont et seront collectées dans des bassins aménagés en pied de verse, puis dirigées par pompage vers le circuit de traitement des eaux du site, avant rejet dans le ruisseau de Kergroaz.

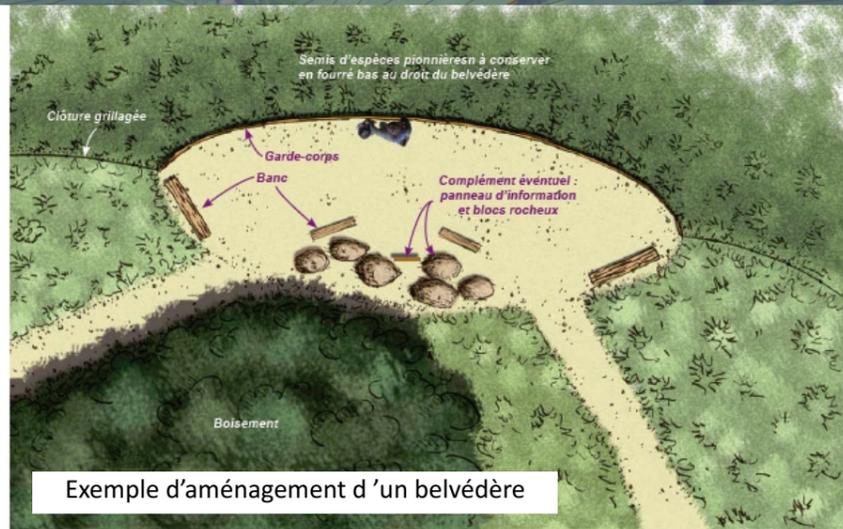
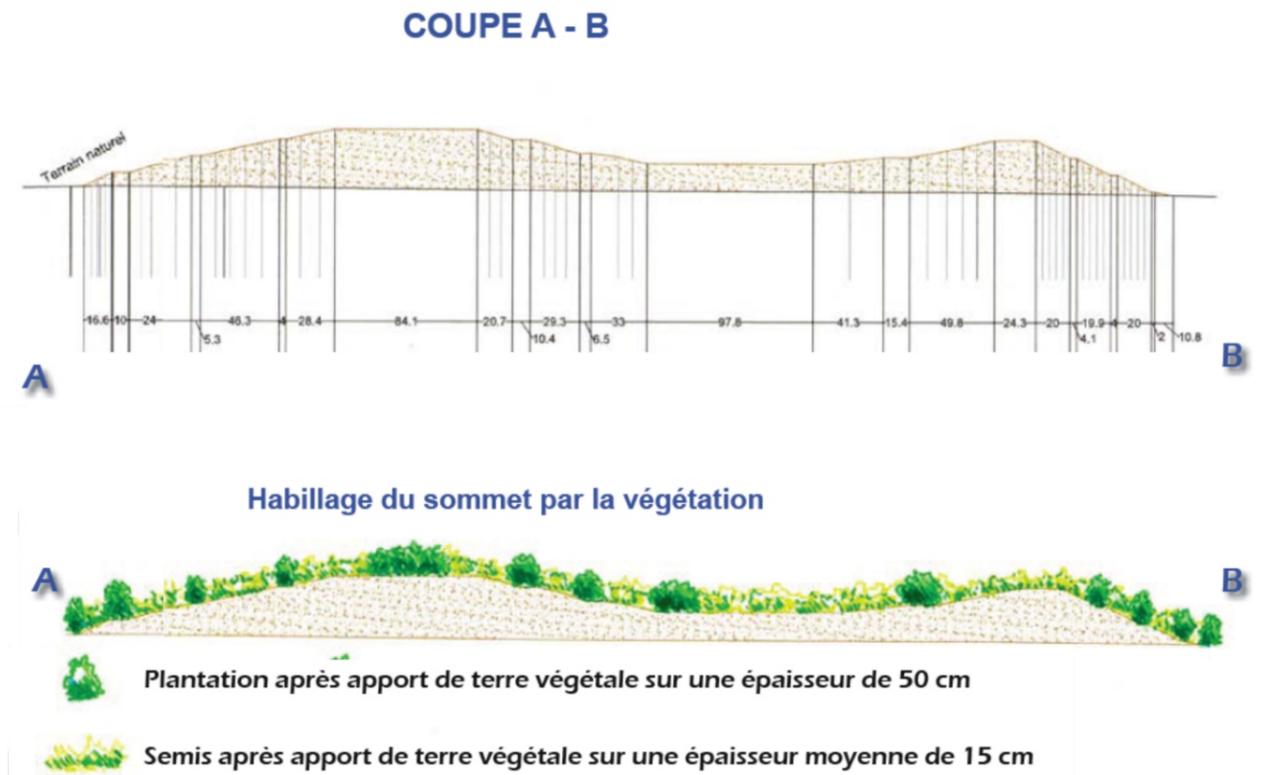
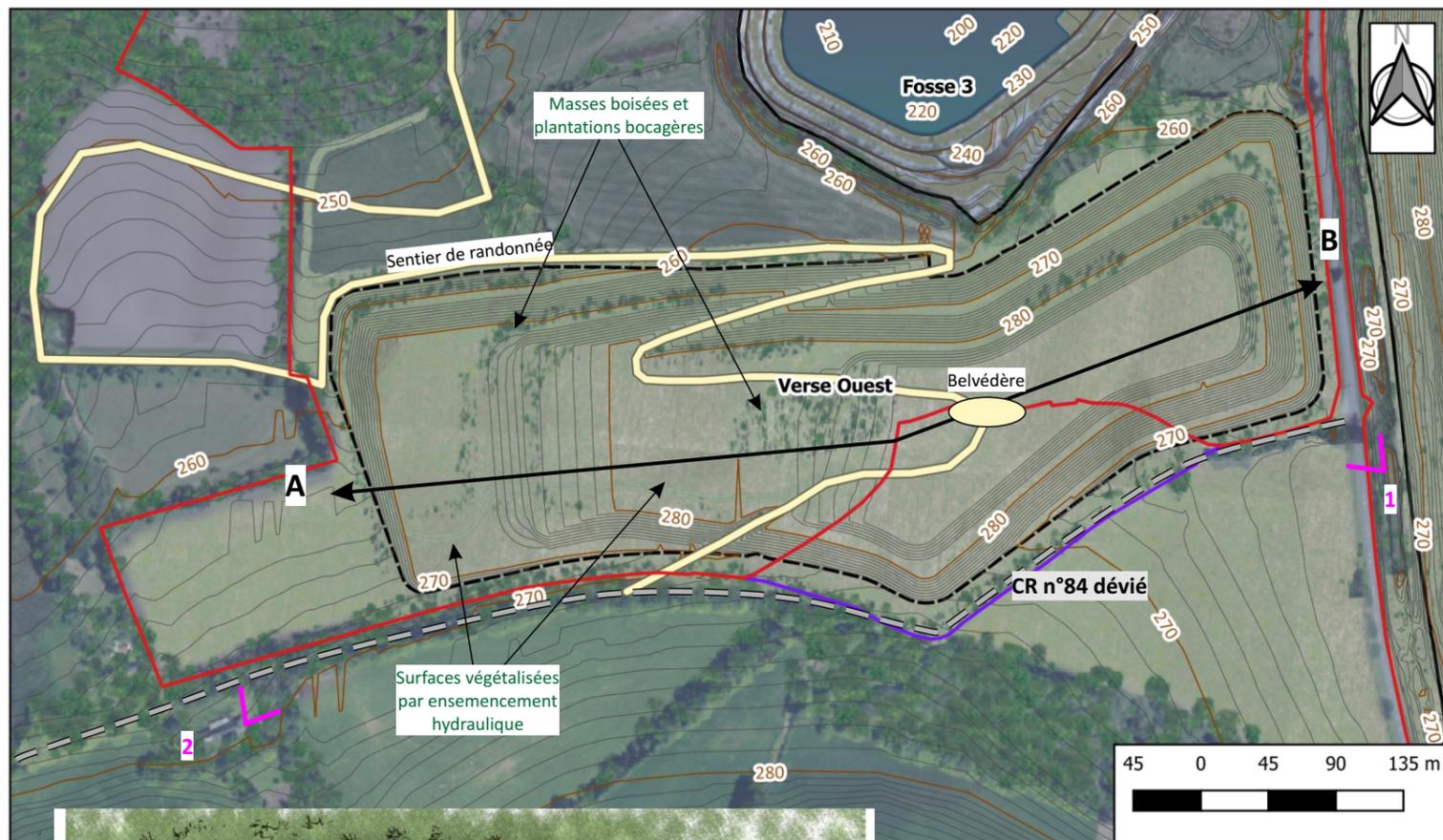
Dans le mode de construction, tout secteur de la verse ayant atteint la cote finale de stockage, sur chaque palier de stériles, est **recouvert d'une couche d'étanchéité de 50 à 80 cm** (fines de dépoussiérage ou PS compactées) puis de 15 à 30 cm de terre végétale, pour finalement être végétalisé par ensemencement de graminées (Cf. Figure 97). Cela permet de limiter les volumes d'eaux pluviales susceptibles de s'acidifier durant l'exploitation de la verse.



**Illustration de la remise en état de la Verse e Kerroué (photographies GEO+, mai 2020)**



**Couche d'étanchéité des versants et du sommet des verses à stériles**



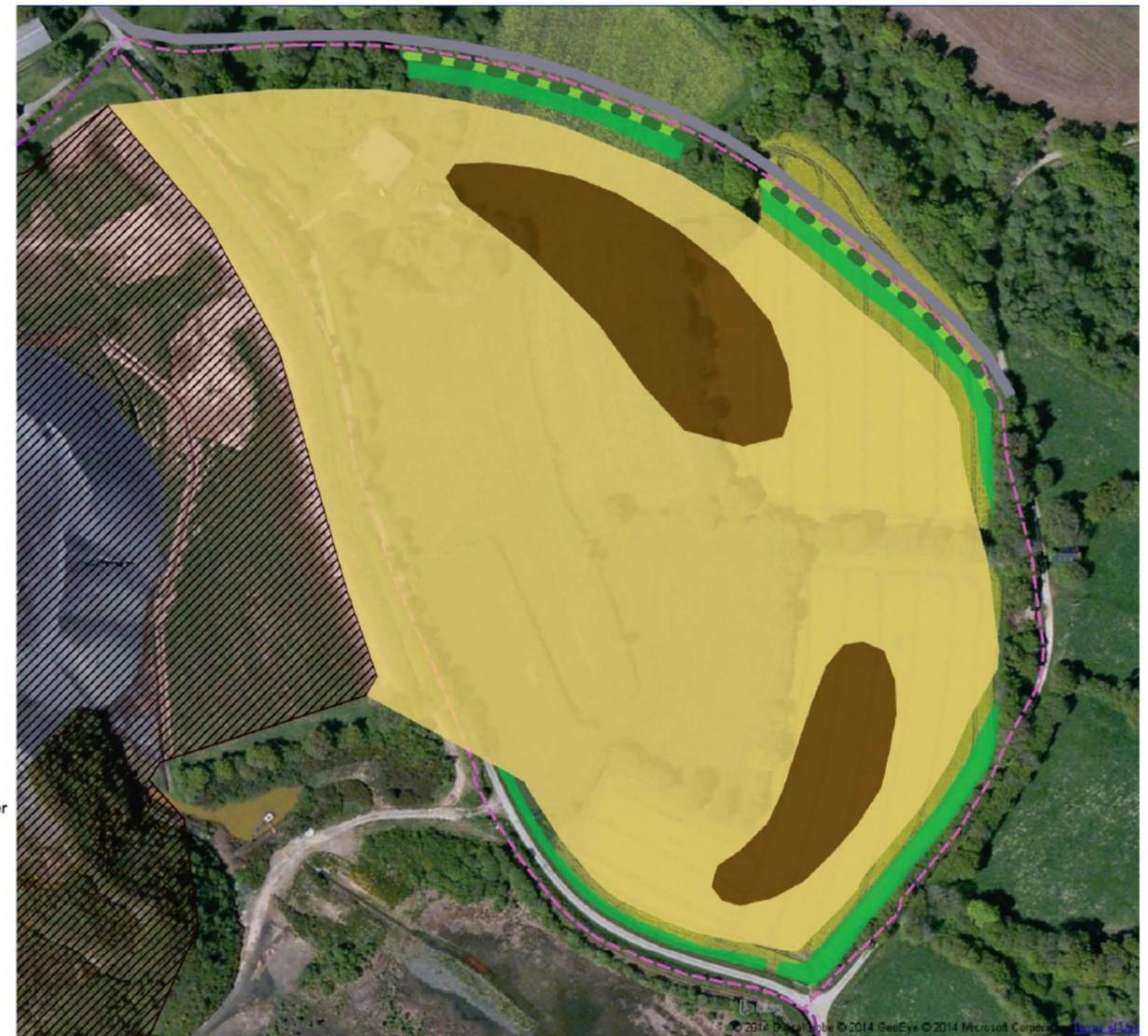
Exemple d'aménagement d'un belvédère



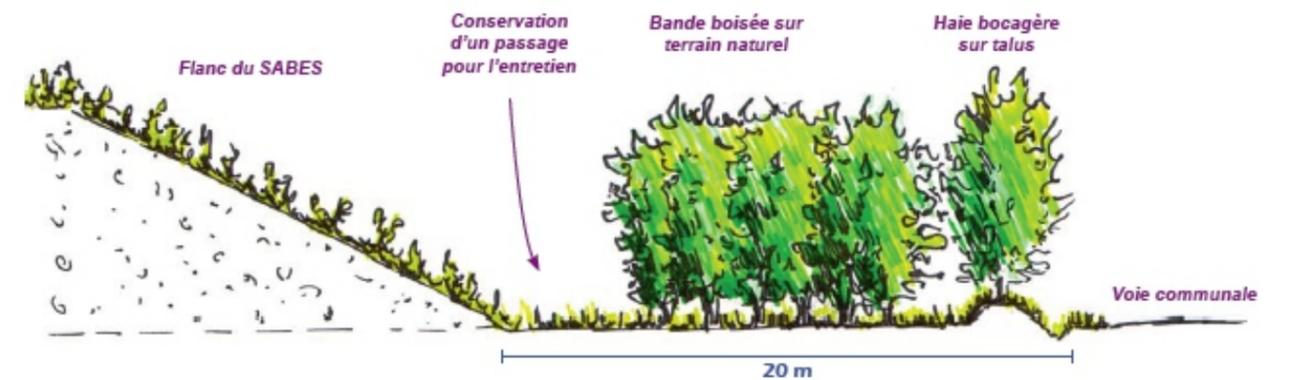
Vue n°1, photomontage le long de la D 85 : effet attendu suite à l'implantation d'une haie bocagère en pied de merlon et à des bandes boisées sur les bernes.



Vue n°2, depuis Kersaizy : une fois développées, les bandes boisées et haies bocagères doivent masquer totalement la verse, afin d'offrir l'image d'une butte boisée



Principes de revégétalisation de l'extension Est du Sabès



Coupe de principe d'implantation de la trame végétale aux abords du Sabès



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - *Exploitation d'andalousite de Guerphalès (22)*  
 Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*  
 Etude d'impact

Illustration des travaux de végétalisation et d'insertion paysagère du Sabès

Sources : Etude paysagère P.Y. HAGENRE, 2014 et GEO+ (photographies mai 2020)

En fin d'exploitation, **l'imperméabilisation et la végétalisation complète de la verse** permettront de stopper le contact roche/eau/air à l'origine de l'acidification des eaux pluviales reçues sur les stériles. Les eaux pluviales ruisselleront au gré des pentes et fossés pour rejoindre le réseau hydrographique, à l'image de la situation initiale.

L'intégralité de ces mesures en vigueur pour la réalisation de la verse de Kerroué sera également appliquée pour la réalisation de la verse Ouest. Les fiches techniques des géosynthétiques utilisés pour l'imperméabilisation de la verse sont données en Annexe 21.

#### **7.4.2.2 Aménagements paysagers de la verse Ouest**

La végétalisation progressive des versets, et notamment de leurs flancs, permet de limiter à un instant donné leur impact sur le paysage.

Concernant les vues proches sur la future verse Ouest, et à l'image de ce qui a été réalisé pour la verse de Kerroué, un linéaire de haies sera planté au pied de la verse Ouest, le long du CR 84 dévié et de la RD 85 pour filtrer les vues directes sur les stériles.

Concernant les vues lointaines (notamment depuis la RD 3), les bandes boisées qui seront plantées sur la verse permettront de réduire le caractère artificiel de la verse en adoucissant ses formes. Ces éléments sont détaillés dans les paragraphes suivants.

La Figure 98 illustre la végétalisation et l'insertion paysagère finale de la verse Ouest.

##### **7.4.2.2.1 Végétalisation**

Le contexte climatique local (des précipitations réparties tout au long de l'année et un climat tempéré) est propice à l'implantation d'une végétation pionnière, puis à un développement progressif d'un fourré, évoluant au fil des décennies vers un boisement. De ce fait, la végétalisation de la verse pourrait se réaliser même sans intervention initiale, mais elle serait longue à s'établir.

Les actions proposées visent donc à accélérer le processus de végétalisation (la plantation permet de sauter les étapes intermédiaires pour parvenir à celle du boisement) tout en « orientant » la dynamique végétale selon les objectifs visés :

#### **❖ Atténuer la linéarité du sommet**

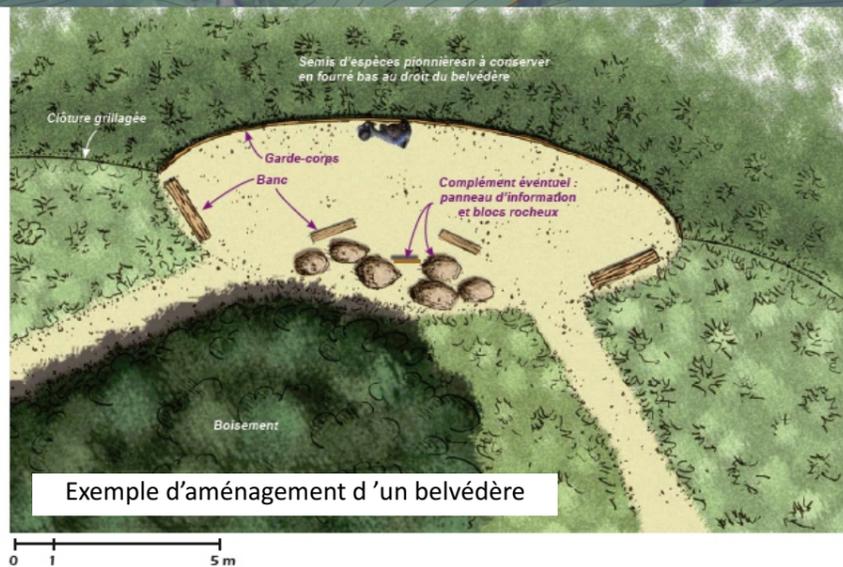
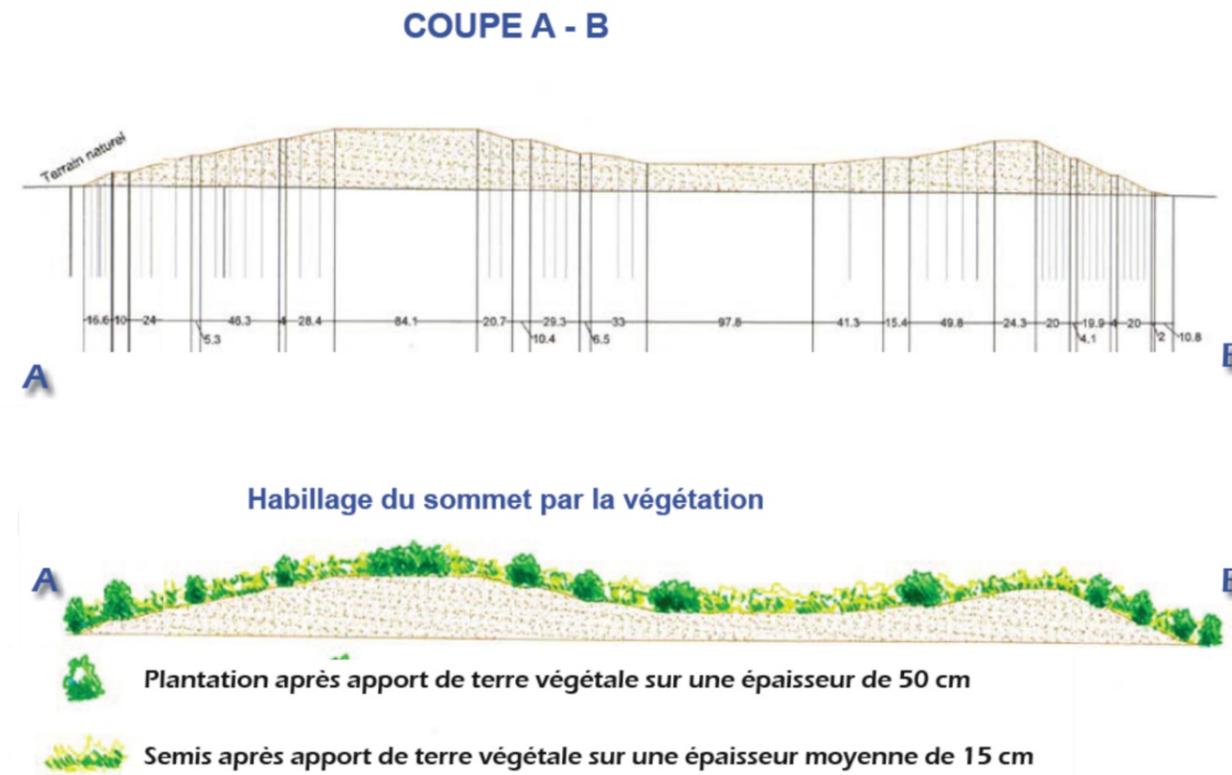
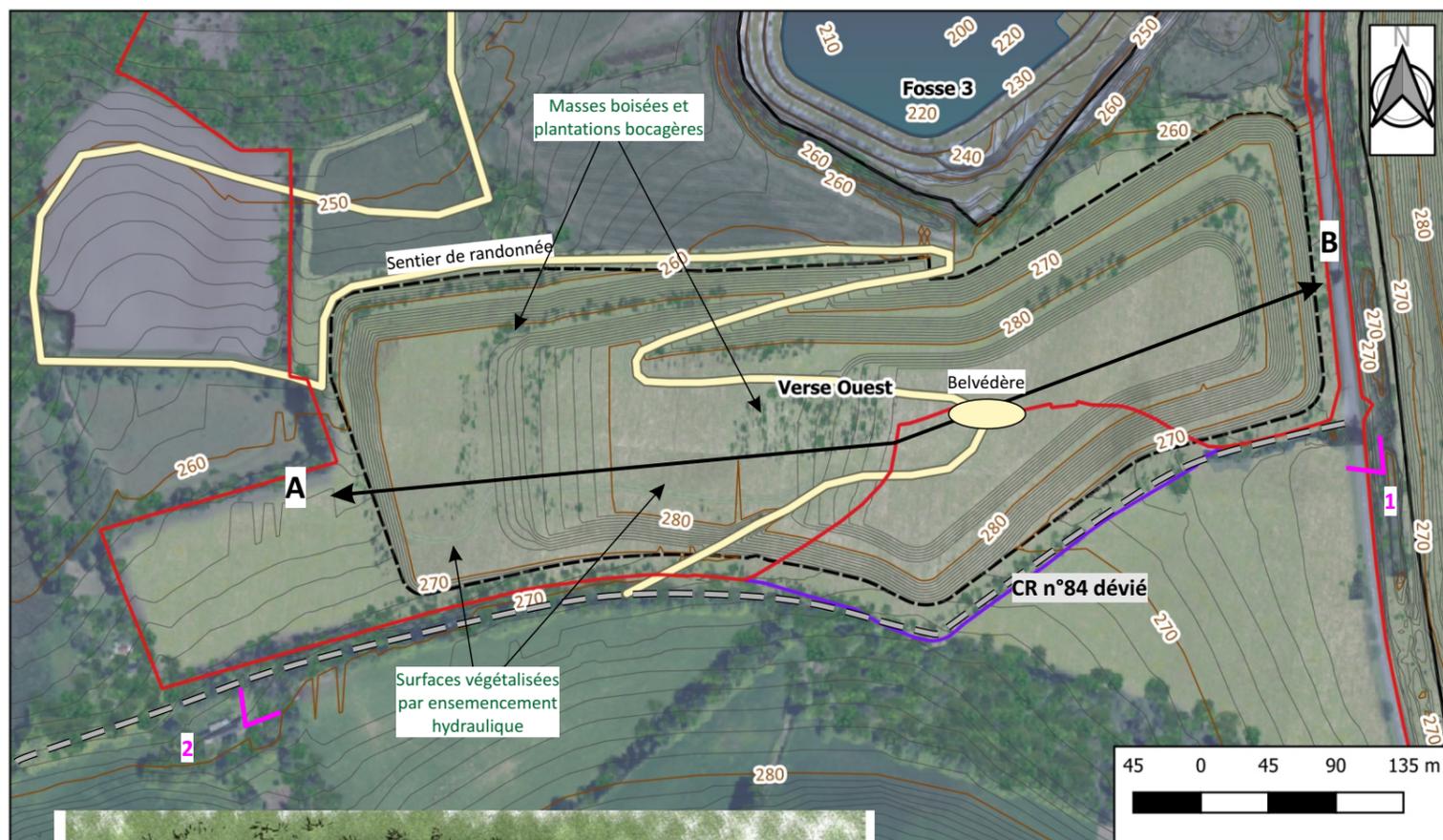
Dans les vues lointaines, la silhouette de la verse présentera plusieurs lignes droites, qui viendront en rupture avec les lignes courbes qui caractérisent l'horizon. En l'absence d'une végétalisation différenciée, la strate végétale qui se développera ne remettrait que partiellement en cause cette linéarité.

Deux moyens complémentaires seront utilisés pour assouplir la silhouette du sommet de la verse :

- Un apport de terre végétale sur différentes épaisseurs, en partant du principe qu'une épaisseur importante sera plus favorable au développement d'un boisement qu'une épaisseur faible ;
- Une plantation de bandes boisées sur une partie seulement du sommet.

À long terme, lorsque différentes strates végétales se seront développées, il est attendu que la silhouette de la verse présente une certaine souplesse depuis les points de vue lointains.

Les surfaces non plantées serontensemencées par projection, avec ou sans apport complémentaire de terre végétale selon les secteurs pour diversifier la rapidité de croissance et contribuer ainsi à la sinuosité du sommet.



Vue n°1, photomontage le long de la D 85 : effet attendu suite à l'implantation d'une haie bocagère en pied de merlon et à des bandes boisées sur les bernes.



Vue n°2, depuis Kersaizy : une fois développées, les bandes boisées et haies bocagères doivent masquer totalement la verse, afin d'offrir l'image d'une butte boisée

#### ❖ Atténuer la perception de l'étagement des bermes

Les plantations sur les bermes se feront en lignes interrompues afin d'éviter de surligner leur présence, ce qui serait contraire à l'objectif visé. Les bermes non plantées seront ensemencées par projection, avec ponctuellement un apport complémentaire de terre végétale, selon les volumes disponibles.

#### ❖ Renforcer l'effet de rétrécissement au droit de la RD 85

Le flanc oriental de la verse sera perçu uniquement depuis la RD 85 en contrebas. Les bermes seront nettement moins visibles que celles du versant Nord depuis les points de vue lointains. Elles pourront par conséquent être plantées dans leur intégralité pour renforcer l'effet de rétrécissement le long de cette courte séquence. En complément, une haie bocagère sera également plantée en pied de verse, sur le terrain naturel (photomontage n°1 [Figure 98](#)).

#### ❖ Développer une ambiance de colline boisée aux abords immédiats de Kersaizy

Aux abords du hameau, les bermes seront suffisamment larges pour permettre la plantation sur plusieurs rangs de **bandes boisées** destinées à développer rapidement une ambiance de masse boisée « naturelle » (photomontage n°2 [Figure 98](#)). La palette végétale, à dominante forestière comme sur le reste de la verse, mettra ici l'accent sur les espèces les plus appréciées aux abords des espaces habités (voir liste au [Tableau 54](#)).

En accompagnement, l'engazonnement par projection du flanc de la verse sur ce secteur privilégiera les espèces florifères, afin d'apporter une image positive dès la première saison.

#### 7.4.2.2 Modification du chemin de randonnée et création d'un belvédère

Une rampe étroite (une largeur de 1 m à 1,5 m est suffisante pour un sentier) sera aménagée sur le flanc de la verse afin d'anticiper le rétablissement du sentier de randonnée et l'accès au sommet. Il ne nécessitera aucun aménagement spécifique avant l'étape de remise en état.

La portion du sentier de randonnée pourra emprunter les rampes ultimes nécessaires à la circulation des engins lors de l'édification de la verse.

Le **tracé du sentier de randonnée** qui longe le secteur du projet au Nord-Est sera dévié en début de phase 1 pour contourner l'emprise de l'exploitation. Il s'agira simplement d'une modification du balisage, sans aménagement particulier. Puis, lors de la remise en état, il sera de nouveau dévié afin d'emprunter le sommet de la verse. Son tracé aura été anticipé par la création d'une rampe d'une largeur d'environ 1,5 m reprenant préférentiellement les rampes ultimes nécessaires à la circulation des engins lors de l'édification de la verse (voir plan en [Figure 98](#)).

Un **belvédère** sera aménagé le long du parcours, en surplomb de la Fosse 3 (schéma en [Figure 98](#)). La plateforme sera revêtue d'un stabilisé, destiné à limiter l'entretien ultérieur tout en conservant un aspect naturel. Il sera sécurisé par des garde-corps, prolongés sur plusieurs mètres par une clôture grillagée. Pour conserver un effet neutre dans le paysage, le garde-corps sera réalisé en bois.

L'équipement du belvédère se limitera à des bancs, réalisés en demi-troncs d'arbres et en rondins. Rustiques, solides, modiques et sans entretien, ils seront facilement remplaçables en cas de besoin, tout en respectant l'esprit du lieu.

La plateforme pourra éventuellement recevoir un panneau d'information et interprétation du paysage, qui restera de dimensions modestes (max. 1 m x 1 m). De même, des blocs de cornéenne à andalousite issus de l'exploitation pourront enrichir la plate-forme, afin de présenter au visiteur la nature des matériaux qui auront été exploités sur le site.

### **7.4.2.3 Les milieux biologiques**

A terme, une végétation de type ajoncs pourra ensuite recoloniser les surfaces réaménagées comme cela se fait actuellement sur l'ancienne Verse de Roscoat.

Les linéaires de haies et les bandes boisées qui seront plantés sur la verse Ouest et la verse de Kerroué constitueront de nouveaux milieux propices à la nidification de l'avifaune et aux déplacements des chiroptères.

### **7.4.3 Sabès étendu**

Les modalités de remise en état du Sabès étendu demeureront les mêmes que celles actuellement mises en œuvre par IRMG, à savoir :

- Une couche d'étanchéité (PS compactée) de 50 à 80 cm sera régalée sur les secteurs atteignant la cote de stockage maximale de 248 m NGF (pour une cote finale du Sabès de 249 m NGF) ;
- Aménagement d'une faible pente d'environ 1% de la périphérie (249 m NGF) vers le centre du Sabès (246 m NGF) ;
- Régalage de terre végétale (environ 15 cm) pour revégétalisation par ensemencement de graminées.

#### **7.4.3.1 Gestion des eaux**

A l'instar des verses de stockage des stériles d'extraction, la végétalisation du Sabès sera réalisée progressivement en parallèle à son avancée. Elle sera finalisée durant la dernière phase d'exploitation (période 20-25 ans), une fois les activités extractives stoppées.

L'imperméabilisation du Sabès permettra de prévenir l'acidification des eaux pluviales par leur percolation au sein des stériles sableux. Les eaux pluviales ruisselleront au gré des pentes et fossés pour rejoindre le réseau hydrographique, à l'image de la situation initiale.

#### **7.4.3.2 Végétalisation et aménagements paysagers**

Du fait de son positionnement dans une cuvette, la verse du Sabès est peu visible dans le paysage local, hormis depuis la nouvelle route qui le longe à l'Est suite à la déviation du CR 25.

Aussi, un talus bocager est actuellement en cours de plantation sur la bande de 20 m conservée entre l'emprise maximale du stockage et le tracé du CR 25 dévié (1 138 m réalisés à fin mars 2021). Ces aménagements permettront de filtrer fortement la vue sur le stockage depuis ses abords.

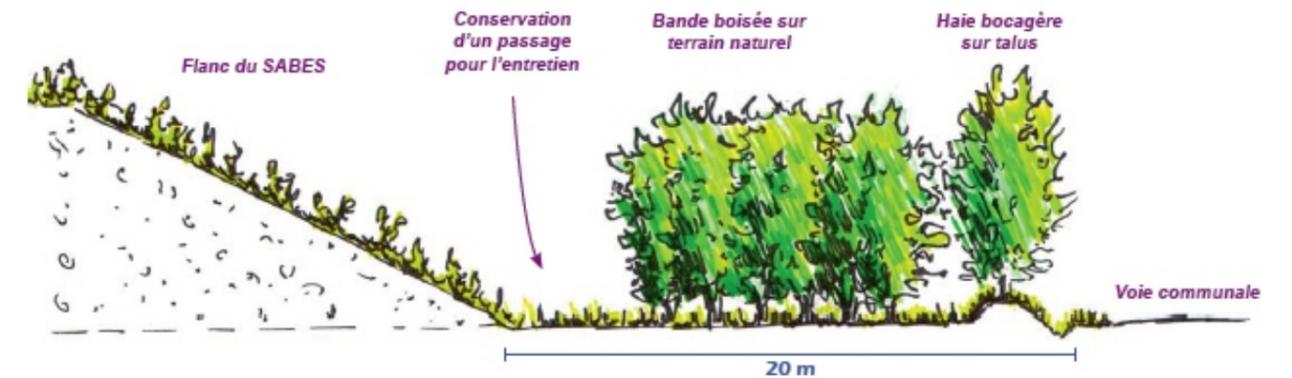
En outre, afin d'atténuer la linéarité de la silhouette du stockage depuis les rares vues éloignées, des épaisseurs plus importantes de terres végétales (jusqu'à 50 cm) seront localement régalées pour favoriser le développement de végétations plus importantes (fourrés / boisements).

L'ensemble de ces aménagements sera conservé dans le cadre de la remise en état du site.

La [Figure 99](#) illustre les travaux de végétalisation et d'insertion paysagère du Sabès.



Principes de revégétalisation de l'extension Est du Sabès



Coupe de principe d'implantation de la trame végétale aux abords du Sabès



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - *Exploitation d'andalousite de Guerphalès (22)*  
 Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*  
 Etude d'impact

Illustration des travaux de végétalisation et d'insertion paysagère du Sabès

Sources : Etude paysagère P.Y. HAGENRE, 2014 et GEO+ (photographies mai 2020)

### **7.4.3.3 Les milieux biologiques**

Les linéaires de haies plantées en périphérie du Sabès, le long du CR 25 dévié, constitueront de nouveaux milieux propices à l'avifaune et aux chiroptères (corridors de chasse).

Par ailleurs, les secteurs végétalisés du Sabès (périphérie du plateau sommital et flancs) constitueront des milieux herbacés propices à l'entomofaune (insectes) et viendront compenser les prairies recouvertes par l'avancée du Sabès.

### **7.4.4 Fosse 1, Fosse 2 et ancienne digue**

L'ancienne digue a déjà été remise en état et revégétalisée. Elle dispose également d'un évacuateur de crue (Cf. [Figure 92](#)). La végétation a repris naturellement. Des opérations de reprise de la remise en état seront à prévoir sur l'ancienne digue, en particulier pour assurer une bonne évacuation des eaux vers l'évacuateur de crue.

La Fosse 1, déjà comblée par les résidus humides de traitement du minerai puis par une couche de stériles d'extraction atteindra la cote de 240 m NGF.

La **Fosse 2** qui a pris la suite de la Fosse 1 depuis 2014 atteindra au maximum la cote de **233 m NGF**, soit un franc bord de 5 m par rapport à la crête du barrage inter-fosses (entre la Fosse 1 et la Fosse 2) qui constitue le point le plus bas en périphérie de la Fosse 2.

Le réaménagement des fosses de stockage des stériles humides inclura :

- Une phase d'assèchement et de stabilisation des résidus stockés ;
- La mise en place d'une couche de fines de dépoussiérage (PS) ou de matériaux équivalents afin d'imperméabiliser la surface supérieure du stockage sur au moins 50 cm ;
- Le régalaage d'une couche de terre végétale de 15 cm à 30 cm ;

Une fois ces éléments en place, les terrains seront végétalisés par ensemencement hydraulique puis laissés à la recolonisation naturelle.

**Des évacuateurs de crue** seront creusés pour évacuer les eaux et permettre l'assèchement et la stabilisation des résidus en vue des travaux de couverture et de végétalisation ([Cf. Figure 92](#)) :

- L'évacuateur de crue en sortie de Fosse 2 sera creusé dans le barrage inter-fosses entre les Fosses 1 et 2, en bordure Ouest ;
- Un chenal sera creusé en bordure Ouest de la Fosse 1 pour diriger les eaux vers le Sud ;
- L'évacuateur de crue en sortie de Fosse 1 sera creusé au Sud de la Fosse 1 pour permettre aux eaux des Fosses 1 et 2 de rejoindre la Fosse 4.

Enfin, **l'ensemble des infrastructures** seront démantelées (usines, ateliers, bureaux, aire de ravitaillement, parkings, ...) pour laisser place à des prairies. Une installation de traitement des eaux sera maintenue après remise en état.

### **7.4.5 Démantèlement des usines et bâtiments et remise en état de la plateforme associée**

#### **7.4.5.1 Neutralisation des installations**

La neutralisation concerne toutes les installations susceptibles de libérer des liquides ou des gaz toxiques ou dangereux. Ces dernières comprennent les installations de traitement par voie humide (circuit de liqueur dense et de flottation). L'ensemble des canalisations de transfert et les boîtes de pompes sur le plancher de l'usine seront purgés. Les autres installations concernées sont les installations de préparation des réactifs et les différents stockages les concernant.

Les cuves de stockage de carburants (essence, gazole) seront dégazées puis vidangées ainsi que les canalisations de transfert les concernant. Les déchets découlant de ces opérations seront collectés, regroupés par catégorie, et envoyés vers des centres de traitement autorisés.

#### **7.4.5.2 Déconstruction des superstructures**

Après neutralisation des installations, les superstructures seront démontées. Les installations pouvant être réutilisées sur d'autres sites du groupe IMERYS ou revendues (cuves, concasseurs, broyeur, concentrateurs ...) seront transférées. Les installations hors service seront considérées comme des déchets et gérées en tant que tels. Les déchets industriels spéciaux seront vendus pour pièce, valorisés ou détruits par des filières agréées.

Les dépenses associées à la déconstruction des superstructures et à la gestion des déchets non valorisables seront largement compensées par les bénéfices issus de la vente des équipements encore fonctionnels, de la vente pour pièce des équipements hors d'usage ou de la valorisation de certains déchets.

Les frais de déconstruction des superstructures n'ont donc pas été comptabilisés dans les coûts de remise en état.

#### **7.4.5.3 Enlèvement des infrastructures**

Les infrastructures à enlever sont peu nombreuses. Elles incluent les caniveaux techniques des usines, les boîtes de pompes, les canalisations enterrées de carburants (alimentation des volucompteurs) et d'huiles usées ainsi que les séparateurs à hydrocarbures. Les fondations en béton des superstructures lourdes sont incluses dans ce paragraphe.

Les boîtes de pompes et les caniveaux techniques seront purgés et rincés. Les solutions seront récupérées et envoyées vers une filière de traitement agréée. Les installations seront ensuite démantelées et les volumes libérés remblayés par des matériaux sains. Les séparateurs à hydrocarbures et les canalisations enterrées (essence, gazole) seront purgés et dégazés avant d'être démantelés et la qualité des sols au voisinage sera contrôlée. Les canalisations enterrées feront l'objet d'une purge préalable avant d'être démantelées. La qualité des sols à leur voisinage sera aussi contrôlée.

Les fondations des superstructures lourdes (concasseur, broyeur) feront l'objet d'un contrôle préalable (visuel ou si besoin en laboratoire) portant sur la qualité des bétons. Lorsque les matériaux sont sains, les fondations seront simplement arasées et recouvertes d'une couche de matériaux sains pouvant supporter la revégétalisation. A défaut, les fondations seront purgées et les matériaux pollués éliminés.

#### **7.4.5.4 Evacuation des déchets issus du démantèlement**

Tous les produits chimiques et pétroliers restant dans les aires de stockage seront enlevés et transportés hors site pour élimination ou retour aux fournisseurs. Les pipelines de liaison seront drainés, nettoyés et, selon le cas, enlevés ou bouchés. Les structures de stockage physiques telles que les réservoirs, cellules ou silos et toutes les installations de confinement associées seront enlevées ou démantelées. Les aires présentant une contamination superficielle ou sub-superficielle qui dépassent les valeurs seuils seront purgées et les matériaux contaminés seront éliminés sur le site ou hors site. Les déchets seront évacués par catégorie vers des filières autorisées. L'expédition sera accompagnée des bordereaux de suivi de déchets industriels qui seront conservés.

#### 7.4.5.5 Remodelage et revégétalisation de la plateforme issue du démantèlement des infrastructures

La plateforme issue du démantèlement des infrastructures, après vérification de l'absence de toute pollution, sera remodelée de façon à rétablir une topographie plane. Une couche de terre végétale de 15 à 30 cm, importée à partir des stocks constitués en cours d'exploitation, sera régalée sur les surfaces remodelées. L'ensemble des surfaces réhabilitées sera ensemencé.

## 7.5 COÛTS DE REMISE EN ETAT

Le tableau ci-dessous détaille l'estimation du coût des travaux de remise en état par postes et par phase quinquennale (remise en état coordonnée) :

Désignation	Unité	Quantité par phase					Prix Unitaire (€ HT)	Coût par phase (€ HT)					Total
		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	
<b>Travaux de verdissement : semis d'un mélange d'herbacées et/ou de ligneux pionniers</b>													
Régalage de terre végétale sur les plateformes	m <sup>3</sup>		27 000	11 000	19 000	37 000	1,5	-	40 500	16 500	28 500	55 500	141 000
Travaux préparatoire du sol et verdissement sur terre végétale	ha		13,3	5,6	9,7	12	546,0	-	7 262	3 058	5 296	6 552	22 168
Semis sur pente à l'hydroseeder	ha		9,3	3,6	5,4	3,7	7 335,0	-	68 216	26 406	39 609	27 140	161 370
<b>Sous-total (€ HT)</b>								-	<b>115 977</b>	<b>45 964</b>	<b>73 405</b>	<b>89 192</b>	<b>324 538</b>
<b>Plantation des haies bocagères</b>													
Travaux de sols au droit des surfaces de plantation	ha	0,72					5 000,0	3 605	-	-	-	-	3 605
Réalisation des talus bocagers	ml	2 060					10,0	20 600	-	-	-	-	20 600
Fourniture des plants et matériaux (paillage, manchons anti-rongeurs), mise en place et entretien sur 3 ans	ml	2 060					20,0	41 200	-	-	-	-	41 200
<b>Sous-total (€ HT)</b>								<b>65 405</b>	-	-	-	-	<b>65 405</b>
<b>Plantation des bandes boisées</b>													
Travaux de sol au droit des surfaces de plantation sur talus, bermes et sommets	ha			0,68	0,61	1,39	10 000,0	-	-	6 800	6 100	13 900	26 800
Fourniture des plants et matériaux (paillage, manchons anti-rongeurs), mise en place et entretien sur 3 ans	m <sup>2</sup>			6800	6100	13900	5,0	-	-	34 000	30 500	69 500	134 000
<b>Sous-total (€ HT)</b>								-	-	<b>40 800</b>	<b>36 600</b>	<b>83 400</b>	<b>160 800</b>
<b>Terrassements particuliers sur les Fosses 3 et 4</b>													
Purge des fronts finaux, profilage, écrêtage et mise en sécurité	ml		2500	3000			10,0	-	25 000	30 000	-	-	55 000
Piège à cailloux en pied de front	m <sup>3</sup>		2500	3000			3,0	-	7 575	9 090	-	-	16 665
Apport de terre végétale sur banquette	m <sup>3</sup>		4000	6000			3,0	-	12 120	18 180	-	-	30 300
<b>Sous-total (€ HT)</b>								-	<b>44 695</b>	<b>57 270</b>	-	-	<b>101 965</b>
<b>Démantèlement des usines et bâtiments et remise en état de la plateforme associée</b>													
Démolition des bâtiments et fondations	m <sup>3</sup>					100 000	5,6	-	-	-	-	560 000	560 000
Remodelage/décompactage de la plateforme	m <sup>3</sup>					40 000	1	-	-	-	-	40 000	40 000
Régalage de terre végétale	m <sup>3</sup>					16 000	1,5	-	-	-	-	24 000	24 000
Travaux préparatoire du sol et verdissement sur terre végétale	ha					8	546	-	-	-	-	4 368	4 368
<b>Sous-total (€ HT)</b>								-	-	-	-	<b>628 368</b>	<b>628 368</b>
<b>TOTAL (€ HT)</b>								<b>65 405</b>	<b>160 672</b>	<b>144 034</b>	<b>110 005</b>	<b>800 960</b>	<b>1 281 076</b>

Les travaux de mise en place de la couche d'étanchéité sur les stockages de stériles et les travaux de terrassement associés à la gestion des eaux sont considérés comme des coûts d'exploitation et ne sont pas considérés dans cette estimation.

## 7.6 PROGRAMME DE SUIVI POST-EXPLOITATION

IRMG assurera un suivi post-exploitation du site de Guerphalès pendant 10 ans après exploitation avec des modalités qui seront à définir ultérieurement sur le type et la fréquence du suivi (par exemple 5 ans avant la fin de l’exploitation avec la révision des modalités de remise en état s’il est nécessaire (réserve AEP ou non, ...). A l’issue des 10 ans de suivi post-exploitation, des phases additionnelles de 5 ans pourront être mises en place selon les résultats du suivi. Ce suivi mis en place permettra de s’assurer de la stabilisation de la composition chimique des eaux.

### 7.6.1 Suivi des eaux superficielles

Les eaux de ruissellement issues des Fosses 1 et 2 remises en état seront collectées au niveau de la Fosse 4, de même que les eaux issues du fossé de drainage de la verse de Kerroué. La Fosse 4 disposera également de son évacuateur de crue, creusé en bordure Sud-Est pour se prolonger dans l’actuel fossé de débordement du bassin de Kerroué. Un débordement éventuel de la Fosse 4 resterait ainsi canalisé dans l’enceinte du site pour rejoindre le bassin Bora et le fossé V Bora.

Les fossés V Bora et V Digue seront maintenus afin de collecter les eaux issues des anciennes zones du Sabès et de l’ancienne digue.

Les eaux ainsi collectées par les fossés V Bora et V Digue seront dirigées vers un **circuit de traitement final des eaux qui sera maintenu au Sud du site**. Ce circuit de traitement final sera constitué :

- D’une unité de traitement des eaux :
- Des 4 bassins de décantation ;
- Du point de rejet dans le ruisseau de Kergroaz.

**Ainsi, une surveillance post-exploitation pendant 10 ans avec adaptation du traitement pour garantir les résultats sera mise en place à la fin de l’exploitation. Selon les résultats du suivi, des phases additionnelles de 5 ans pourront le prolonger.**

IRMG assurera un suivi trimestriel du débit et de la qualité des eaux au niveau de l’actuel point de rejet n°1, ainsi qu’au niveau des divers fossés bordant les installations de stockage des stériles et résidus et du ruisseau de Kerzioc’h.

Point de suivi	Paramètre mesuré	Fréquence	Type de suivi	Objectif
Rejet dans le ruisseau de Kergroaz (actuel point de rejet n°1)	Débit, pH, conductivité, température, MES, sulfates, fer, manganèse, nickel, aluminium, cobalt, zinc, DCO, hydrocarbures totaux	Trimestrielle	Moyen 24 h	Vérifier la stabilité chimique du site remis en état
Fossés verse Ouest, verse de Kerroué, Sabès, VBora, VDigue	pH, conductivité, température, MES, sulfates, fer, manganèse, nickel, aluminium, cobalt, zinc, DCO, hydrocarbures totaux	Trimestrielle	Ponctuel	
Ruisseau de Kerzioc’h	<i>pH, conductivité, aluminium, manganèse, sulfates + niveau du ruisseau</i>	Annuelle	Ponctuel	Veérier la qualité du ruisseau

## 7.6.2 Suivi des eaux souterraines

IRMG assurera un suivi trimestriel du niveau et de la qualité des eaux souterraines autour du site remis en état.

Piézomètres suivis	Paramètre mesuré	Fréquence	Type de suivi	Objectif
Piézomètres : PSA, KJ2, MO1, RO1, RO2, PZA, PZB, PZC, Min1, Min2 Puits de Guermeur et de Kerzioc’h PZ2_F4 et PF4	Niveau de la nappe, pH, conductivité, température, sulfates, fer, manganèse, nickel, aluminium, cobalt, zinc	Trimestrielle	Ponctuel	Suivre la remontée de la nappe autour des Fosse 3 et 4. Vérifier la stabilité chimique du site remis en état.

## 7.6.3 Suivi géotechnique

Un géotechnicien effectuera une visite annuelle pour s’assurer de la stabilité physique des verses à stériles, du Sabès étendu, de l’ancienne digue et du barrage inter-fosses.

## 7.6.4 Coût du programme de suivi post exploitation

### 7.6.4.1 Ressources humaines

	Nombre d’h/j	Nombre de j/an	Nombre d’années	Salaire (€/h)	Total €
Ingénieur géotechnicien	8	4	5	75	12 000
Ingénieur environnement	8	4	5	75	12 000
<b>Rapport</b>					
Ingénieur géotechnicien	8	4	5	75	12 000
Ingénieur environnement	8	4	5	75	12 000
<b>Total</b>					<b>48 000</b>

### 7.6.4.2 Analyses

Nombre de stations	Nombre de campagnes de prélèvement/an	Nombre d’années	Frais de logistique et d’analyse (€/échantillon)	Total € HT
6 eaux superficielles et 14 piézomètres	4	5	350	<b>140 000</b>

**Le coût global du suivi post-exploitation est évalué à 188 000 €.**

## **7.7 DEVENIR DU SITE APRES REMISE EN ETAT**

La remise en état décrite conduit à la mise en place des milieux ayant un fonctionnement naturel et autonome. La limitation des opérations de gestion courantes destinées à l'entretien du site a également été recherchée.

A terme, les eaux pluviales, qui ne seront plus susceptibles de s'acidifier, ruisselleront au gré des pentes et des fossés et rejoindront le réseau hydrographique.

La qualité des eaux continuera d'être suivie pendant 5 ans au niveau des fossés de collecte des eaux des versants (Kerroué, Sabès et versant Ouest), des fossés VBora et VDigue et du point de rejet n°1 dans le ruisseau de Kergroaz, puis le Crazius, afin de vérifier la qualité des eaux de ruissellement et la stabilité chimique du site remis en état.

Un belvédère sera aménagé au sommet de la versant Ouest et intégré au sentier de randonnée local afin de constituer un point d'intérêt pour les promeneurs. Des panneaux informatifs relatifs au patrimoine écologique, géologiques et industriel local pourront être installés au niveau de ce belvédère.

IRMG mettra à disposition les terrains remis en état de la plateforme sommitale du Sabès (35 ha) pour le développement d'un parc photovoltaïque.

En conclusion, la remise en état du site a été définie en prenant en compte les critères paysagers, écologiques, hydrologiques, socio-économiques tout en garantissant la pérennité des mesures proposées dans le cadre de l'étude d'impact et la sécurité du site.

IRMG détenant la maîtrise foncière du site, elle pourra revoir et actualiser les modalités de remise en état, 5 ans avant la fin de l'exploitation, en concertation avec les acteurs locaux.

## 8 IMPACT DU PROJET SUR LA SANTE

### 8.1 CONTEXTE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

L'objectif de cette étude d'impact sur la santé publique est de réaliser une évaluation des risques sanitaires dans le cadre du fonctionnement normal de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès.

La circulaire du 9 août 2013, abrogeant celle du 19 juin 2000 relative à l'étude d'impact sur la santé publique des installations classées soumises à autorisation et celle du 11 avril 2001 relative à l'analyse des effets sur la santé dans les études d'impact, préconise qu'une Évaluation des Risques Sanitaires doit être réalisée, pour toutes les installations soumises à autorisation. Dans le cas des installations ne relevant pas de la directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, appelée directive IED, la Circulaire précise également que « *l'analyse des effets sur la santé requise dans l'étude d'impact [doit être] réalisée sous une forme qualitative* ».

L'objet de l'**Évaluation des Risques Sanitaires** est donc, dans le cas d'une installation soumise à Autorisation Environnementale et ne relevant pas de la Directive IED comme c'est le cas pour le site IRMG, d'identifier les substances émises pouvant avoir des effets sur la santé et de qualifier les enjeux sanitaires ou environnementaux éventuels ainsi que les voies de transfert de polluants.

En effet, le risque sanitaire peut être le résultat de l'existence concomitante de trois facteurs :

- Une **source** de pollution constituée d'une ou de plusieurs substances ;
- Un **vecteur** de transport et de dispersion des polluants, c'est-à-dire un milieu par lequel transite le polluant (eau de surface, eau souterraine, sol, air) ;
- Une **cible**, le récepteur du polluant (ici l'homme, en tant que résident autour du site, et les animaux).

La démarche d'évaluation des risques sanitaires faisant l'objet de ce volet de l'étude d'impact est basée sur les recommandations de la circulaire du 9 août 2013, selon laquelle, dans le cas des installations classées, non mentionnées à l'annexe I de la directive n°2010/75/UE relative aux émissions industrielles (IED), l'évaluation des risques sanitaires doit être qualitative.

Des éléments de méthodologie, appliqués ci-après, proviennent du **guide publié par l'INERIS en août 2013** relatif à l'« Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires ».

Ainsi, cette étude d'évaluation des risques sanitaires respecte les principes suivants :

- Le principe de prudence scientifique ;
- Le principe de la proportionnalité ;
- Le principe de spécificité ;
- Le principe de transparence.

Les étapes observées dans l'élaboration de cette approche qualitative des risques sanitaires inhérents au fonctionnement de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès sont les suivantes :

## 1) Évaluation des émissions de l'installation

Cette évaluation consiste à décrire l'ensemble des sources de polluants présentes sur l'installation et à caractériser leurs émissions de façon qualitative et quantitative. Les émissions atmosphériques (canalisées et diffuses) et les effluents aqueux sont à considérer, lors d'un fonctionnement normal moyen.

## 2) Caractérisation des enjeux et des voies d'exposition

Cette étape consiste à définir la situation géographique du site, les milieux d'exposition (habitats, commerces, terrains, voies de passage, etc.), etc. La population de la zone d'étude est par ailleurs décrite, une attention plus particulière étant accordée aux personnes les plus exposées du fait de leur localisation, et les plus vulnérables du fait notamment de leur âge (enfant, personnes âgées) ou de leur état de santé (établissements de soins).

Une fois les voies d'exposition établies et les substances présentant un intérêt choisies, un **schéma conceptuel** est élaboré. Il a pour objectif de préciser les relations entre les sources de pollution et les substances émises, les différents milieux et vecteurs de transfert et les milieux d'exposition, leurs usages et les points d'exposition.

## 8.2 ÉVALUATION DES EMISSIONS DE L'EXPLOITATION D'ANDALOUSITE DE GUERPHALES

### 8.2.1 Les rejets d'effluents aqueux

Cf. § 2.4.2 p 40 et 6.5.1 p 252

Les eaux collectées sur le site de Guerphalès sont rejetées vers le ruisseau de Kergroaz, dans le bassin versant de l'Ellé. Les risques d'altération peuvent être dus à :

- Un déversement accidentel d'hydrocarbures ;
- Une anomalie de traitement des eaux du site aboutissant à un rejet non conforme ;
- Un taux de matières en suspension important rejeté vers le milieu naturel.

Les effets potentiels repris dans le tableau suivant sont des généralités applicables aux eaux de consommation, et sont donnés ici à titre indicatif. Ne sont repris dans le tableau que les principaux éléments pouvant être concernés par les eaux issues de l'exploitation de Guerphalès :

Éléments caractéristiques	Effets potentiels sur la santé
pH	Le pH est si intimement lié à d'autres aspects de la qualité de l'eau de boisson qu'il est difficile de savoir s'il exerce une influence directe sur la santé dans la fourchette des valeurs généralement observées (6,5 à 8,5). Un des objectifs principaux de la maîtrise du pH est la diminution de la corrosion, de la dissolution des métaux et des incrustations dans les canalisations.
Conductivité	La conductivité en tant que telle n'a pas d'effet sur la santé, puisqu'elle reflète la concentration de l'ensemble des minéraux dissous. La minéralisation de l'eau peut entraîner selon les cas un goût salé, une accélération de la corrosion, des dépôts dans les tuyauteries.

Éléments caractéristiques	Effets potentiels sur la santé
<b>Matières en suspension</b>	<p>Les MES (argiles et particules organiques) ayant une large surface d’adsorption forment un support idéal pour les ions, les molécules diverses et les agents biologiques. De ce fait, elles peuvent constituer un vecteur pour la pénétration de ces produits dans l’organisme, leur action étant ensuite fonction de leur libération éventuelle lors du transit alimentaire.</p> <p>Les MES n’ont pas de signification précise sur le plan sanitaire puisqu’elles ne définissent pas la nature des composés.</p> <p>Toutefois, leur présence à des niveaux significatifs peut inhiber une désinfection efficace.</p>
<b>Manganèse :</b>	<p>Le manganèse est un élément nécessaire au fonctionnement du corps humain (de 2 à 5 mg/jour pour un adulte et &lt; 1,5 mg/j pour un enfant).</p> <p>Le risque principal concerne l’absorption par voie respiratoire (atteinte au poumon et au système nerveux central).</p> <p>En solution dans l’eau, plusieurs effets indirects gênants apparaissent pour des concentrations &gt; 0,15 mg/l (corrosion des canalisations, tâches noires sur les vêtements, gout métallique de l’eau...). <i>Source : « Guide des analyses d’eau potable » (lettre du Cadre Territorial)</i></p>
<b>Sulfates :</b>	<p>L’anion sulfate est l’un des anions les moins toxiques. Un effet laxatif a pu être observé chez des personnes qui consommaient une eau de boisson contenant plus de 600 mg/l de sulfates, mais il a été constaté que l’homme pouvait tout à fait s’adapter à des concentrations supérieures. Cependant, des concentrations inférieures peuvent affecter les enfants et les nouveaux consommateurs d’eau (troubles gastro-intestinaux et diarrhétiques).</p> <p>Les seuils de détection gustative des sels de sulfates sont en moyenne de 350 mg/l pour le sulfate de sodium et de 525 mg/l pour le sulfate de calcium et le sulfate de magnésium. Il faut noter qu’il existe également des eaux minérales très riches en sulfates (San Pellegrino , Vauban, Courmayeur, Contrex, Saint-Antonin, ....et l’Hepar qui contient jusqu’à 1530 mg/l de sulfates).</p>

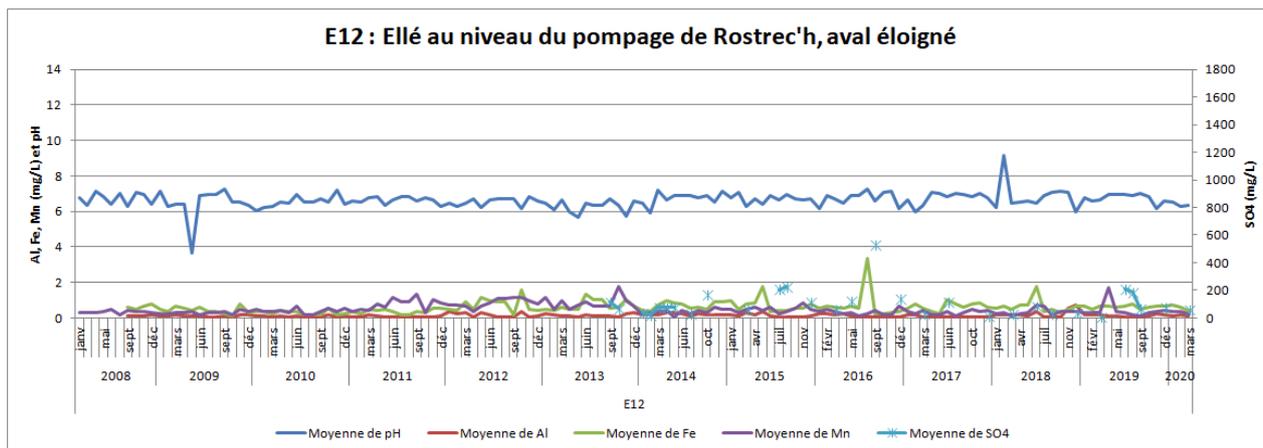
A noter que l’arrêté ministériel du 11/01/2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R1321-2, R1321-3, R1321- 7 et R1321-38 du Code de la Santé Publique, fixe les limites ou références suivantes :

- Référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaines :
  - Manganèse : 50 µg/l ;
  - Sulfates : 250 mg/l (les eaux ne doivent pas être corrosives).
- Limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d’eau destinée à la consommation humaine :
  - Sulfates : 250 mg/l ;
  - Manganèse : pas de valeur.
- Limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d’eau destinée à la consommation humaine :

Groupes de paramètres	Paramètres	Groupe						Unités
		A1		A2		A3		
		G	I	G	I	G	I	
<b>Paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle des eaux</b>	Sulfates	150	250	150	250	150	250	mg/l
<b>Paramètres concernant les substances indésirables</b>	Manganèse	0,05	/	0,1	/	1	/	mg/l

- A1 : traitement physique simple et désinfection ;
- A2 : traitement normal physique, chimique et désinfection ;
- A3 : traitement physique, chimique poussé, affinage et désinfection ;
- G : valeur guide ;
- I : valeur limite impérative.

A noter que, concernant les sulfates, IRMG analyse trimestriellement l'eau au niveau de Rosterc'h (en amont de la station de Pont Saint Yves, à environ 7,5 km en aval du point de rejet du site, point de suivi E12). Le graphique ci-dessous présente les valeurs de pH, concentrations en sulfates, aluminium, fer et manganèse mesurées depuis 2008.



- Les teneurs en sulfates sont suivies depuis 2013. Ce paramètre présente des teneurs comprises entre 8 et 530 mg/L, avec une moyenne de 103,4 mg/L. Les pics de concentration en sulfates sont observés avant 2018 pendant les périodes d'étiage. **Depuis l'obtention de l'AP du 03/08/2018**, le débit de rejet est adapté selon l'acceptabilité du milieu récepteur (avec diminution du débit de rejet pendant la période d'étiage) et **il n'y a plus de dépassement par rapport à la valeur de 250 mg/L** de limite de concentration en sulfates des eaux brutes destinées à la consommation humaine.
- Les concentrations en métaux (aluminium, fer et manganèse) sont faibles, généralement inférieures à 2 mg/l. Il est à noter une baisse en manganèse observable depuis 2014 (la concentration moyenne en **manganèse** entre 2008 et 2014 est de 0,55 mg/l et de **0,38 mg/L de 2015 à 2020**).

**Ainsi, la régulation du rejet de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès en débits et en flux permet d'avoir des concentrations conformes à une valorisation en eau potable en aval dans l'Ellé, au niveau de la station de pompage de Pont Saint-Yves, (<200 mg/L en sulfates, 0,38 mg/L en moyenne en manganèse).**

**De plus IRMG s'est engagée à mettre en service une nouvelle station de traitement des eaux par ozonation pour atteindre une valeur limite de rejet en manganèse de 2 mg/l au 1<sup>er</sup> janvier 2024** (contre 10 mg/L actuellement). D'après les estimations réalisées dans le cadre de l'étude hydrologique et hydrogéologique et qui sont reprises au § 6.5.1 p 252, cela permettra d'atteindre des concentrations en manganèse de l'ordre de 0,3 mg/L en aval de la confluence Ellé/Crazius, 3,3 km en amont de la station de Pont Saint Yves.

Les mesures mises en œuvre sur le site de Guerphalès permettent de prévenir les risques accidentels de dégradation de la qualité des eaux, aspect démontré par le suivi qualitatif du rejet réalisé par IRMG :

- Les hydrocarbures sont stockés dans des cuves aériennes positionnées sur des rétentions adaptées, au niveau de l'atelier ;

- Le remplissage, l'entretien et lavage des engins s'effectuent sur aire étanche reliée à un séparateur à hydrocarbures. Sur le carreau d'exploitation, l'alimentation en carburant des engins sur chenille (pelle et foreuse) s'effectue avec un camion citerne équipé d'un pistolet de sécurité et d'une cuve double enveloppe ;
- Présence de kits anti-pollution dans les engins et répartis sur le site ;
- Toutes les eaux collectées sur le site transitent par un ou deux dispositifs de traitement (Neutralac 1 et 3) et des bassins de décantation avant rejet au milieu naturel ;
- Les fossés de collecte et de transfert des eaux au sein du site et le canal béton au niveau de la station Neutralac 3 pour optimiser le traitement des eaux sont régulièrement curés ;
- Un suivi continu du rejet est assuré avec des analyses chimiques journalières ;
- Un dispositif d'alarme en cas d'anomalie de traitement est installé (il existe une astreinte 24h/24) ;
- Une cuve de soude est présente au niveau de la station Neutralac 3 pour palier au traitement au lait de chaux en cas de défaillance ;
- En cas de nécessité, il est possible de stopper le pompage dans les différents bassins de collecte ou la Fosse 3 afin de confiner une éventuelle pollution ;
- Des alarmes de niveau sont positionnées sur les bassins et les pompes afin d'éviter tout risque de débordement. De même, des groupes électrogènes sont disponibles pour palier à une coupure électrique des pompes et des installations. Le site est également équipé de pompes de rechange afin de palier au plus vite au remplacement d'une pompe défectueuse.

A l'avenir, ces mesures seront étendues à l'exploitation de la Fosse 4 et de la verse Ouest et la station Neutralac 3 sera conservée pour palier à une éventuelle défaillance de la nouvelle station d'ozonation.

**En conséquence, la gestion des eaux sur le site ne fera pas l'objet d'une évaluation des risques sanitaires plus approfondie. Le résultat des modalités de traitement des eaux retenues, actuelles et à venir, garantissent l'absence de transfert de polluant dans le milieu naturel.**

## **8.2.2 Les émissions atmosphériques – poussières et gaz**

Cf. modalisation aérodispersible au § 0 p 167

### **8.2.2.1 Les émissions gazeuses**

Sur le site de Guerphalès, les émissions gazeuses peuvent avoir comme origine les gaz de combustion des engins et des véhicules circulants sur le site, ainsi que ceux des usines de traitement du minerai (combustion du gaz naturel).

Les gaz d'échappement des engins, comme ceux de n'importe quel véhicule à moteur, sont composés de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de monoxyde de carbone (CO), de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et de particules fines de combustion. De tels polluants atmosphériques, en trop fortes concentrations dans l'air, peuvent induire des effets sur la santé et en particulier sur certaines populations à risques telles que les enfants en bas âge, les personnes âgées ou encore des personnes souffrant de maladies pulmonaires. Cette forme de pollution peut entraîner diverses pathologies telles que des maladies cardio-vasculaires mais surtout des affections respiratoires (asthme...).

Les installations de combustion rejettent notamment des poussières, du dioxyde de soufre et des oxydes d'azote.

La principale mesure visant à lutter contre la pollution atmosphérique liée au trafic routier et au fonctionnement des engins consiste à respecter les normes fixées par la réglementation en matière de rejets des gaz d'échappement des véhicules d'exploitation (véhicules et engins homologués faisant régulièrement l'objet de contrôles).

Concernant les rejets canalisés des installations de traitement du minerai (broyeurs, sécheurs, calcinateurs), celles-ci sont équipées de filtres et régulièrement entretenues afin de réduire les émissions gazeuses (poussières).

### 8.2.2.2 Les émissions de poussières

A l'image de la situation actuelle, les activités du site de Guerphalès sont susceptibles de générer des poussières au travers des activités d'extraction en Fosse 3 (et Fosse 4 à l'avenir), de transport, de mise en verse des stériles d'exploitation et des stériles secs, et de traitement des matériaux (usines).

Ces émissions resteront limitées du fait notamment des mesures suivantes :

- Pour l'extraction : interdiction de réaliser les campagnes de découverte en cas de vent fort, utilisation d'un dépoussiéreur sur l'atelier de foration ;
- Pour le transport sur site : aspersion des pistes en période sèche, nettoyage et entretien régulier des pistes, voie d'accès au site en enrobé jusqu'aux postes de chargement des usines ;
- Pour les stockages des stériles : végétalisation progressive des verses et du Sabès ;
- Pour les usines : les installations de traitement sont abritées dans des bâtiments, des filtres à particules sont installés sur les rejets canalisés.

Les résultats des modélisations aérodispersives (Tableau 32 p 171) montrent que les **concentrations en CO, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, poussières et particules fines (PM10)** obtenues au niveau des cibles les plus proches sont **très largement inférieures aux valeurs de référence relatives aux objectifs de qualité de l'air**.

**En l'absence d'émission importante, aspect démontré par les suivis environnementaux (situation actuelle) et la modélisation aérodispersive (situation à venir), les émissions de gaz et de poussières ne feront pas l'objet d'une évaluation des risques sanitaires plus approfondie.**

### 8.2.3 Les émissions sonores

Cf. résultats de suivi actuel et modélisation acoustique au § 3.14.4 p 180.

L'échelle de bruit donnée par l'ADEME donne une comparaison avec des niveaux de bruit d'activités de la vie courante.



En outre, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la capacité d'un bruit à induire une gêne dépend de ses caractéristiques physiques et spectrales, et des variations de ces propriétés dans le temps. Les valeurs guides proposées par l'OMS dépendent du lieu considéré : intérieur, extérieur, hôpital, école, proche trafic,....

Pendant la journée et pour l'extérieur des zones d'habitation, il apparaît que :

- Peu de gens sont fortement gênés à des niveaux sonores inférieurs à 55 dB(A) ;
- Peu de gens sont modérément gênés à des niveaux sonores inférieurs à 50 dB(A).

Les mesures effectuées dans le cadre du suivi environnemental du site, ainsi que les simulations des niveaux sonores réalisées montrent que les niveaux sonores ambiants attendus au droit des ZER périphériques resteront inférieurs à 50 dB(A), que ce soit en période diurne ou nocturne.

A ce titre, elles suggèrent que les niveaux sonores ambiants futurs devraient demeurer du même ordre de grandeur que les niveaux sonores d'une salle de séjour (d'après l'échelle de l'ADEME) et en deçà des valeurs de référence recommandées par l'OMS.

**L'exploitation du site de Guerphalès n'engendrera donc pas de risques sanitaires pour les riverains. Toutes les dispositions sont et seront prises (Cf. 0 p 285) pour minimiser les nuisances sonores à l'encontre de l'environnement immédiat du site.**

### 8.2.4 Les vibrations

Les vibrations émises par les **tirs de mines** sont de même nature que celles qui proviennent d'événements naturels occasionnels (séismes) ou de la vie courante (circulation routière, claquement de porte,...). Elles s'en distinguent cependant par des amplitudes faibles, par des durées brèves et par une dimension de la zone de perception intermédiaire entre celle des séismes et celle de la vie courante.

Ces faibles niveaux et ces faibles durées ont pour conséquence des impacts très réduits en un point donné, aussi bien sur les structures que sur les individus. Ces impacts sont donc difficiles à quantifier.

Les effets sur les personnes situées à une certaine distance du lieu de tir sont liés à la perception des **vibrations du sol, à la perception de l'onde aérienne (souffle et bruit), et à la notion de gêne qui en résulte.**

**L'inconfort des riverains est donc lié à la combinaison des vibrations transmises dans l'air et dans le sol.** M. BOXHO a proposé en 1977 des courbes limites de niveau de perception de la part des riverains :

