

Réf MECATER: MC-22-128-PRNC-04-R151			Réf PRNC: EXT-140-8315-RP-0021
Date	Indice	Rédacteur	Approbateur
26/09/2022	O1		
09/12/2022	O2		

1 INTRODUCTION

Dans le cadre des travaux préparatoires du projet Lucy2.0, il est envisagé d'aménager un réseau de drainage sous la barrière étanche. Les ouvrages à dimensionner sont les suivants :

- Les eaux des émergences répertoriées dans l'emprise du projet (LS1, LS2, LS3, LS4 et LS5)
- Les drains DA1, DA2, DA3, DA4, DA5 et DA6 collectant les eaux de remontée de la nappe ;
- Les drains 4R7 et 4R8 collectant les eaux du drainage interne du barrage KO2 et les ruissellements sur la face aval.
- Le drain pour le traitement du creek KO2 permettant l'acheminement des eaux du creek KO2 vers l'aval et de contrôler leur qualité durant et après la fin de construction de la verse.

Ces ouvrages sont conçus initialement (lors des études Fel3 du projet Lucy 2.0) en enrochements. Toutefois, en raison des difficultés de s'approvisionner en enrochements, ces drains ont été équipés en conduites crépinés permettant de réduire les sections de ces ouvrages tout en assurant une débitance équivalente pour chaque ouvrage.

2 RAPPEL DIMENSIONS INITIALES PRESENTE DANS LES ETUDES FEL 3

2.1 Réseau de drainage des sous écoulements DA1, DA2, DA3, DA4, DA5 & DA6

Le réseau projeté couvre la totalité de l'emprise de la verse et permet d'évacuer un débit global de l'ordre de 220 l/s sur une superficie de l'ordre de 50 ha (sans tenir compte de l'emprise de la verse située contre le talus aval du barrage KO2) soit un débit spécifique de l'ordre de 38 l/j/m².

Le réseau de drainage des sous-écoulements est un réseau de six drains en enrochements 50/150 mm de 2.5 m² de section, enveloppés dans un géotextile de séparation et aménagés au niveau des lignes d'écoulement préférentiel.

Seul le drain DA5 sera équipé dans la partie aval par une conduite crépinée en PEHD de diamètre DN110 posée dans un drain en enrochements 50/150 mm de 5 m² de section.

Ces drains permettront d'évacuer les eaux captées au droit des sources répertoriées ainsi que les eaux de résurgence de la nappe tout le long de leur linéaire. Des exutoires en béton armé seront aménagés pour permettre le contrôle du débit et de la qualité des eaux collectées.

Le débit intercepté par chaque drain est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : Débits intercepté par chaque drain

Drain	Débits des sources	Débits des résurgences de la nappe	Débit de fuite à travers la couche d'étanchéité		
			Surface du bassin versant	Flux d'infiltration	Débit intercepté par drain
	l/s	l/s	Ha	m ³ /s/m ²	l/s
DA2	-	10	7	1,1 10 ⁻⁷	7,7
DA3	-	10	7,56	1,1 10 ⁻⁷	8,32
DA4	-	10	2,23	1,1 10 ⁻⁷	2,45
DA5-amont	-	10	4,91	1,1 10 ⁻⁷	5,4
DA5-aval	-	-	12,43	1,1 10 ⁻⁷	13,67
DA6	-	10	3,68	1,1 10 ⁻⁷	4,05
DA1-amont	-	10	2,39	1,1 10 ⁻⁷	2,63
DA1-aval	-	10	4	1,1 10 ⁻⁷	4,4
LS1	10	-	-	-	-
LS2	10	-	-	-	-
LS3	10	-	-	-	-
LS4-amont	10	-	-	-	-
LS4-aval	-	10	0,94	1,1 10 ⁻⁷	1,03
LS5	10	-	-	-	-

2.2 Réseau de sous drainage du parc à résidus KO2 et des drains de pied

Pour les trois drains de pied du barrage KO2 (4R7, 4R8 et 4R9), il est prévu de :

- Mettre en place deux drains en enrochement 50/150 mm équipés de conduites crépinées en PEHD de diamètre DN355 au niveau de l'emplacement actuel des drains 4R7 et 4R8 ;
- Recouvrir l'emprise du drain 4R9 par un tapis drainant pour capter les eaux diffuses qui y sont interceptées et ensuite les évacuer à travers le drain 4R8 ;
- Prolonger le drain 4R7 jusqu'au nouveau puits de pompage (Pump pit) aménagé à l'aval de la verse, via une conduite en PEHD de diamètre DN355 incluse dans le dispositif d'extension du réseau de sous drainage du barrage KO2 ;
- De la même façon, regrouper les drains 4R8 & 4R9 dans une conduite en PEHD de diamètre DN355 et prolonger jusqu'au nouveau puits de pompage.

En tenant compte d'une pente minimale de pose des drains de 0,5%, le débit maximal évacué, pour un écoulement à ciel ouvert au niveau de la conduite, est égal à 110 l/s, soit environ 400 m³/h.

En supposant que la débitance de la conduite crépinée DN355 reste inchangée, une section de **15 m²** permettra d'évacuer des débits allant jusqu'à 1000 m³/h (soit l'équivalent de la somme des débits maximaux mesurés au niveau des drains 4R8 et 4R9 le 10/02/2017). Cette section est atteinte pour une hauteur d'eau au-dessus de la conduite crépinée de l'ordre de 1.65m

2.3 Le drain pour le traitement du creek KO2

Le drainage des eaux du creek KO2 est prévu par 2 conduites crépinées en PEHD DN110 PN16. Ces conduites seront connectées à un exutoire en béton armé pour le contrôle du débit et de la qualité des eaux.

Ces 2 conduites sont posées dans un drain en enrochements 50/150 mm de 5 m² de section, enveloppés dans un géotextile de séparation et construits au niveau de la ligne d'écoulement.

Ainsi, le système proposé, à savoir deux conduites crépinées en PEHD DN110 entourées par un drain en enrochements 50/150 mm, permettra d'évacuer environ 82 l/s.

3 DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE - METHODE DE CALCUL

Les méthodes de calcul utilisées pour les justifications hydrauliques des ouvrages du projet sont présentées ci-dessous.

Le drainage des eaux se fera soit par des drains en enrochements muni de conduite crépinée.

L'estimation de la section des drains en enrochements peut être calculée par la formule de Stephenson «1979» :

La section minimale S du drain en enrochements est calculée comme suit :

Avec :

$$S \geq Q \left(\frac{K_{st}}{gdn^2} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot i^{-\frac{1}{2}}$$

- Coefficient de Stephenson : $K_{st} = \frac{800}{Re} + K$,
- Re : Nombre de Reynolds
- Kt : Paramètre représentant l'angularité de l'enrochement (K =2)
- g : Constante gravitationnelle (m/s²)
- d : Diamètre moyen des blocs (=0,1 m)
- n : Porosité d'enrochement (=0,3)
- i : Gradient hydraulique = Dh/Dx avec h est la charge hydraulique
- Q : Débit évacué

Pour les écoulements dans les conduites crépinées, le débit est calculé par la formule de Manning-Strickler selon la formule suivante :

$$Q = V \times S = K \times R^h \times S \times i^{1/2}$$

Avec:

- Q : Débit (m³/s)
- S : Section mouillée (m²)
- R : Rayon hydraulique (m)
- V : Vitesse d'écoulement (m/s)
- i : pente de l'ouvrage (m/m)
- K : coefficient de Strickler

4 OPTIMISATION DES SECTIONS DES DRAINS

4.1.1 Système de drainage des sous écoulements de la verse

Le système de drainage des sous écoulements (eaux naturelles) aménagé sous la barrière étanche de la verse Lucy 2.0 est constitué principalement par les drains en enrochements.

Dans le but d'optimiser les sections de ces drains, tout le réseau sera renforcé par des conduites crépinées en PEHD.

Ainsi, le système de drainage des sous écoulements de la verse sera constitué par des drains constitué par des conduites crépinées entouré par des enrochements de diamètre 100 mm.

Le tableau ci-dessous présente la synthèse de la débitance des drains enterrés en tenant compte d'une section minimale de 1 m².

Tableau 2 : Synthèse des résultats d'optimisation_ drainage sous écoulement

Drain	Débit calculé (l/s)	Pente minimale (%)	Section calculée du drain en enrochement (m ²)	Section retenue du drain en enrochement (m ²)
DA1-amont	12,63	1,7	0.18	1 m ² + conduite DN 110
DA1-aval	61,27	1,7	1.8	1.8 m ² + conduite DN 110
DA2	17,7	0,7	0.98	1 m ² + conduite crépinée DN 110
DA3	18,32	0,8	0.74	1 m ² + conduite crépinée DN 110
DA4	12,45	1,8	0,45	1 m ² sans conduite crépinée
DA5 amont	15,40	0,5	0.81	1 m ² + conduite crépinée DN 110
DA5 aval	70,11	0,5	4,18	4,5 m ² + 3 conduites crépinées DN 110
DA6	14,05	1	0,72	1 m ² sans conduite crépinée
LS1	10,00	0,5	0,41	1 m ² + conduite crépinée DN 110

Drain	Débit calculé	Pente minimale	Section calculée du drain en enrochement	Section retenue du drain en enrochement
	(l/s)	(%)	(m ²)	(m ²)
DA1-amont	12,63	1,7	0.18	1 m ² + conduite DN 110
DA1-aval	61,27	1,7	1.8	1.8 m ² + conduite DN 110
LS2	10,00	0,5	0,41	1 m ² + conduite crépinée DN 110
LS3	10,00	2	0,36	2,5 m ² sans conduite crépinée
LS4 amont	10,00	6,12	0,01	1 m ² + conduite crépinée DN 110
LS4 aval	31,03	1,4	1,04	1 m ² + conduite crépinée DN 110
LS5	10,00	9,31	0,16	2,5 m ² sans conduite crépinée

() Vu les incertitudes relatives à la topographie au fond de la carrière à limonite Sud, il est recommandé d'augmenter la débitance de drain LS4 aval qui est aménagé au fond de la carrière.*

4.1.2 Réseau de sous drainage du parc à résidus KO2 et des drains de pied

Dans le but d'optimiser la section des drains 4R7 et 4R8, il est recommandé de

- D'équiper les deux drains par deux conduites crépinées en PEHD de diamètre **DN500 mm** au niveau de l'emplacement actuel des drains 4R7 et 4R8. En tenant compte d'une pente minimale de pose de 0,5%, le débit maximal évacué, pour un écoulement à ciel ouvert au niveau de la conduite, est égal à **312 l/s**, soit environ **1124 m³/h** (*supérieur au débit de dimensionnement 1000 m³/h*).
- Recouvrir les conduites crépinées des deux drains 4R7 et 4R8 par une couche en enrochements de diamètre 50 mm jusqu'à une hauteur, à partir de la base de la conduite, de 1,5 cm.
- Recouvrir l'emprise du drain 4R9 par un tapis drainant pour capter les eaux diffuses qui y sont interceptées et ensuite les évacuer à travers le drain 4R8 ;
- En amont de zone d'extension du drain 4R8, un rétrécissement de la conduite crépinée est prévu. Ainsi, les drains 4R8 & 4R9 seront regroupés dans une conduite pleine en PEHD de diamètre DN355 et prolonger jusqu'au nouveau puits de pompage.

Le réseau de sous-drainage existant et des drains de pied du barrage KO2 est présentée dans la Figure 1.

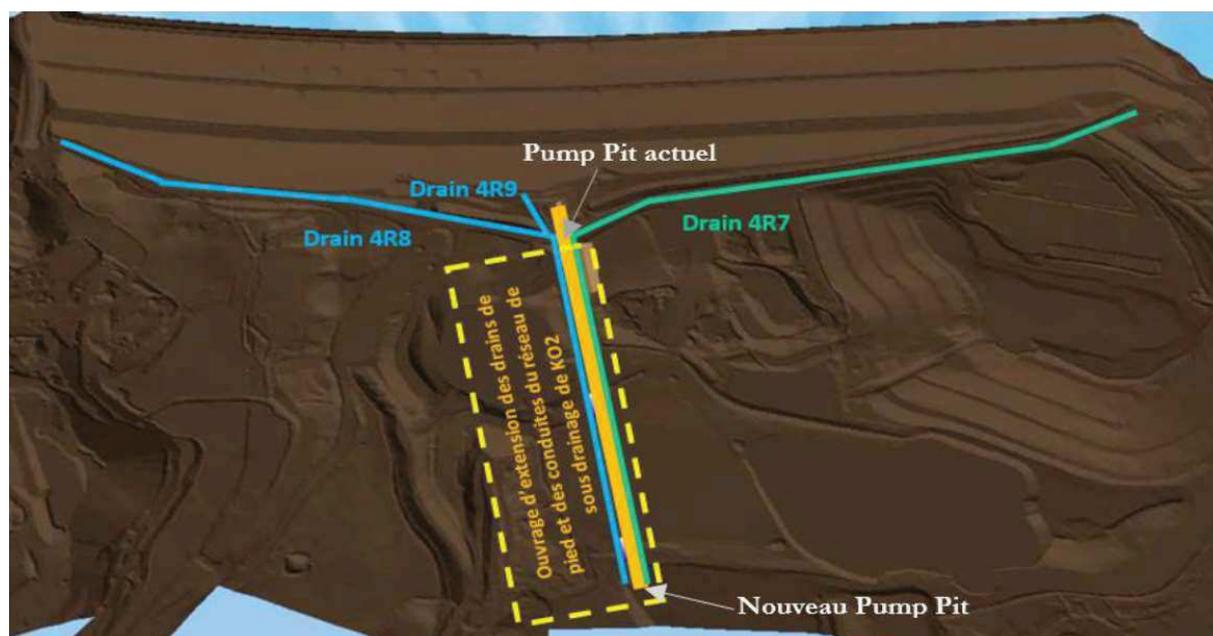


Figure 1 : Schéma de localisation des ouvrages de drainage

Tableau 3 : Synthèse des résultats d'optimisation _ drain de pied

Elément		Description
Canalisation des drains de pied	Débit maximal instantané enregistré au niveau du drain de pied	538 m ³ /h au niveau du drain 4R7 ; 501,3 m ³ /h au niveau des drains 4R8 et 4R9.
	Débits de dimensionnement	1000 m ³ /h
	Enrochements	50 mm
	Section minimale	2 m ²
	Type de conduite	PEHD de diamètre DN500 mm (crépinées)
	Pente	0,5% pour les drains 4R8 et 4R9 et 0,85 % pour le drain 4R7.

4.1.3 Le drain pour le traitement du creek KO2

Le drain du creek KO2 est renforcé par 4 conduites en PEHD DN110. Le nouveau système proposé est composé de 4 conduites en PEHD de diamètre DN110 mm et d'un drain de 1m² permettant d'évacuer un débit maximal de 82.5 l/s.

Le tableau ci-dessous présente la synthèse de dimensionnement du drain pour le traitement du creek KO2 :

Tableau 4 : Synthèse des résultats d'optimisation du drain KO2

Elément	Description	
Drain creek KO2	Débits de dimensionnement	82 l/s
	Enrochements	50/150 mm
	Section minimale	1,5 m ²
	Type de conduite	4 conduites PEHD DN110 (crépinées)
	Pente moyenne	2%