

# 11 ETUDE HYDRAULIQUE

# 1. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS

Suite à l'analyse des éléments hydrauliques fournis en phase 1 de la présente étude, des plans de projet et des plans de phasage pour l'exploitation de la future carrière ont été établis.

A partir de ces éléments, nous avons déterminé le dimensionnement des ouvrages hydrauliques à prévoir afin de gérer les eaux externes et internes du site.

Le dimensionnement des ouvrages est déterminé par calculs hydrauliques simples (méthode de Manning-Strickler) et les débits de pointe considérés sont issus de l'analyse hydrologique réalisée précédemment.

L'exploitation de la carrière se déroule par paliers successifs et durera 30 ans. La dernière année servira au réaménagement du site.

La mise en place des aménagements hydrauliques suivra ce phasage afin de :

- Protéger les personnes et les biens au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation du site ;
- Réduire et optimiser le dimensionnement et le coût des aménagements à mettre en œuvre.

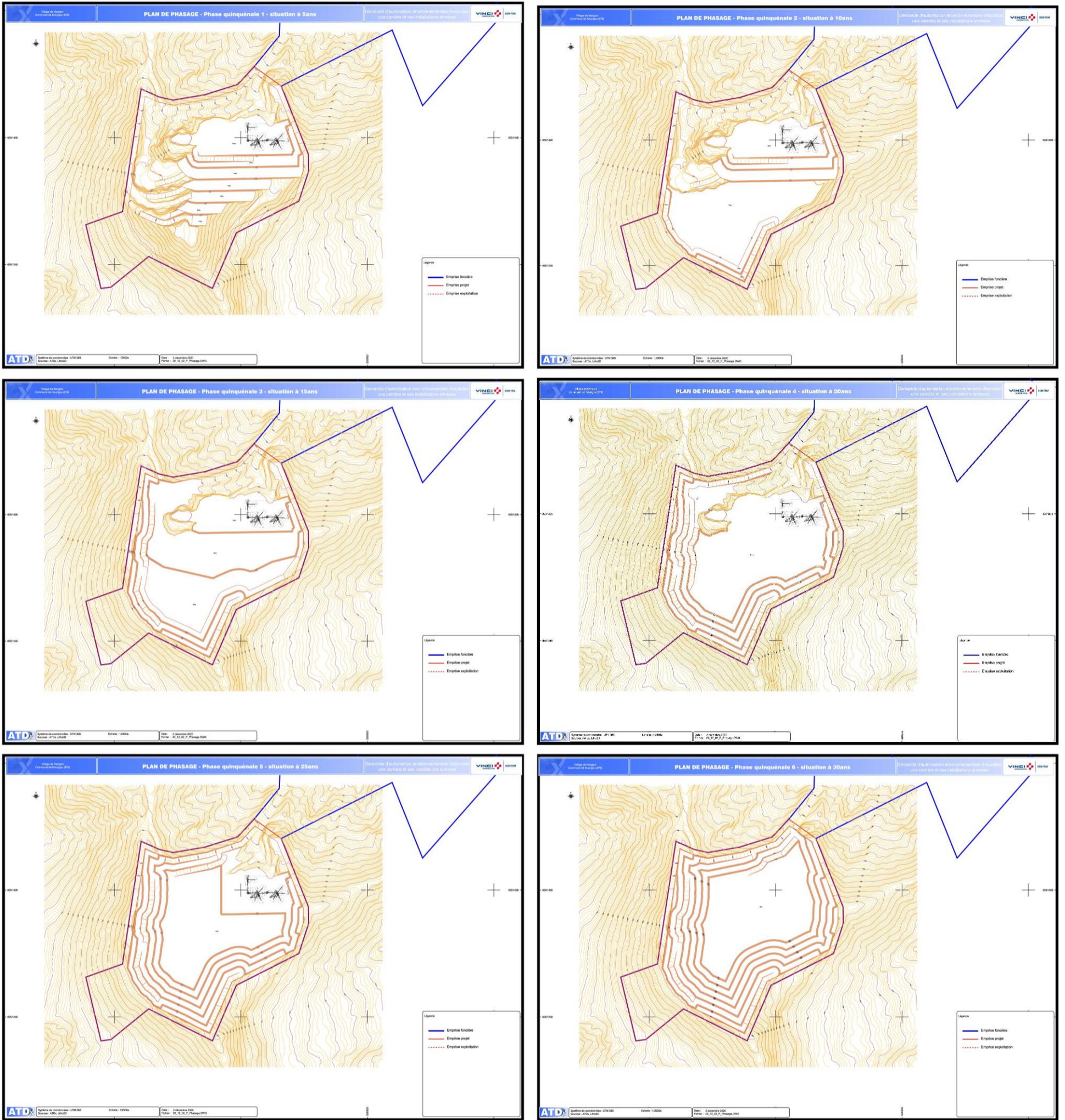
## 1.1. GESTION DES EAUX

### 1.1.1. Phasage des travaux

L'exploitation du site se fera en 30 ans répartie en 6 phases d'exploitation quinquennale.

La figure page suivante présente le phasage, le détail des aménagements hydrauliques à mettre en œuvre est décrit dans les chapitres qui suivent.

Fig. 1. Phasage d'exploitation



### **1.1.2. Principe de gestions des eaux mis en œuvre**

Le projet prévoit la séparation de la collecte des eaux externes et des eaux internes.

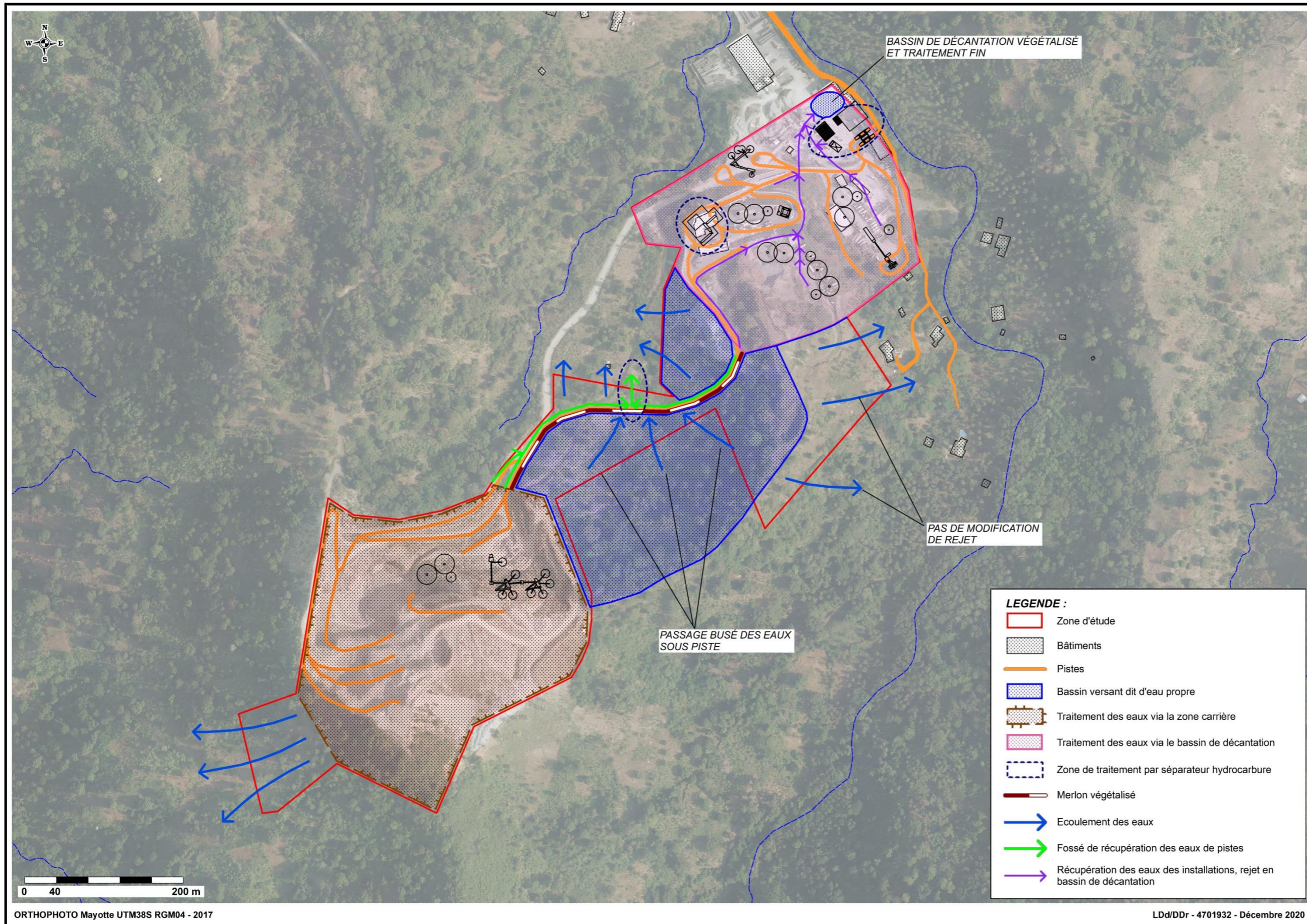
La limite haute de la zone de projet étant positionnée en crête de bassin versant, il n'y a que très peu d'interface entre les eaux externes et la zone de projet

Les principes suivant de gestion des eaux pluviales sont mis en œuvre :

- Sur la zone d'extraction : l'ensemble des eaux est collecté et dirigée par modelé de terrain vers un bassin de décantation avant rejet au milieu naturel ;
- Pour la piste entre la zone d'extraction et la zone de traitement : récupération des eaux et traitement via un débourbeur/séparateur à hydrocarbures avant rejet ;
- Pour la zone de traitement des matériaux (zone béton / zone enrobés / zone stocks / base vie) : récupération des eaux de ruissellement de surface et envoi vers un bassin de décantation + végétalisation avant rejet ;
- Sur des zones très spécifiques, où la présence d'hydrocarbure est potentiellement forte, mise en place d'un séparateur à hydrocarbures avant rejet dans réseau de surface (zone centrale enrobée et cuve gasoil par exemple) ;
- Au niveau de la centrale à béton, mis en place d'une unité spécifique de récupération et traitement des eaux liée à l'activité tel que les laitances, les eaux de lavage des engins, les résidus divers de production...
- Sur les secteurs non pollués : maintien de la dynamique des écoulements actuel et de la transparence hydraulique du site

La figure ci-après (cf. Fig. 2) reprend le principe et l'implantation des divers ouvrages de gestion et traitement des eaux.

Ces divers principes sont détaillés dans les chapitres suivants.



**Fig. 2.** Schéma de principe de gestion des eaux pluviales

### 1.1.3. Zone d'extraction

De la phase 1 à la phase 6 l'ensemble des eaux de la zone d'extraction sont récupérés gravitairement et dirigés vers un bassin de décantation positionné en point bas de la zone d'extraction.

#### 1.1.3.1. PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DÉCANTATION

Le bassin de décantation est dimensionné pour la surface d'exploitation la plus importante à venir soit 9,1 ha environs pour une pente moyenne de l'ordre de 1 %.

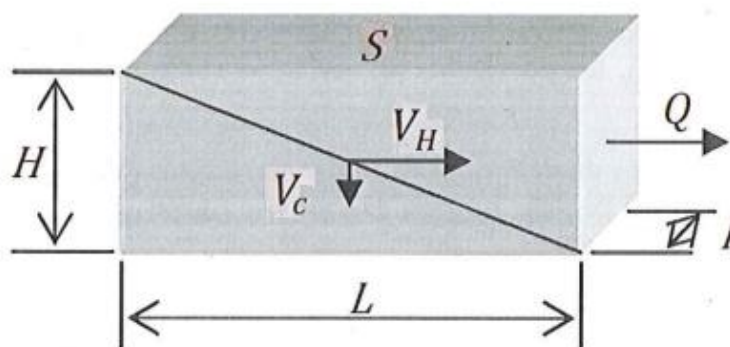
L'hydrologie est établie sur la base de la méthodologie définie au chapitre précédent (cf. chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les débits de crues sont les suivants :

**Tabl. 1 - Estimation des débits de crues selon l'occurrence de l'évènement pluvieux**

Bassins versants	$Q_2$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_5$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{10}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{20}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{50}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{100}$ (m <sup>3</sup> /s)
BV projet 2019	1,4	2,5	3,4	4	4,8	5,2

Le schéma de principe de fonctionnement du bassin de décantation est le suivant :



*Schéma d'un décanteur horizontal (Théorie de Hazen)*

La surface du bassin est fonction du débit et de la vitesse de chute de la particule concernée.

Le rendement de décantation des MES dépend de la vitesse de chute choisie pour le dimensionnement de l'ouvrage.

Il est important de noter que les taux d'abattement présentés ci-après sont établis sur la base d'un effluent routier standard (seuls chiffres disponible dans le littérature). Dans le cadre du projet, ces rendements peuvent être complètement différents en fonction des caractéristiques des MES entrantes dans le bassin.

**Ils sont donc donnés à titre indicatif et ne constitue aucunement une garantie d'objectif de qualité de sortie. Seules des analyses de l'effluent entrant permettraient de préciser un rendement potentiel.**

**Tabl. 2 - Taux d'abattement théorique des MES contenue dans les eaux pluviales à 10°C (source SETRA – l'eau et la route – Volume 7)**

Vitesse de chute en cm/s	Vitesse de chute en m/h	Rendement en %
0,0003	0,01	100
0,001	0,04	98
0,003	0,1	95
0,014	0,5	88
0,027	1	80
0,14	5	60
0,28	10	40
1,39	50	15
2,78	100	10
13,89	500	7
27,78	1000	5

La vitesse de chute est fonction de la taille des particules. Dans le cadre de ce projet nous effectuerons un dimensionnement pour deux types de particule, à savoir 20 micron et 50 micron.

**Tabl. 3 - Variation de la vitesse de chute en fonction du diamètre (selon Stokes et Newton)**

Diamètre d		Vitesse de chute à 10°C(cm/s)	Vitesse de chute à 20°C(cm/s)
(μ)	(cm)		
2000	0,2	28,15	29,20
1500	0,15	22,8	23,90
1000	0,1	16,4	17,50
800	0,08	13,4	14,60
600	0,06	9,75	10,95
500	0,05	8,05	9
400	0,04	6,20	7
300	0,03	4,05	5
250	0,025	3,10	3,75
200	0,02	2,27	2,65
180	0,018	1,85	2,17
160	0,016	1,51	1,76
140	0,014	1,20	1,43
120	0,012	1,00	1,10
100	0,01	0,67	0,80
80	0,008	0,44	0,58
60	0,006	0,25	0,32
50	0,005	0,18	0,23
40	0,004	0,00	0,14
20	0,002	0,028	0,036
10	0,001	0,007	0,009

Le bassin est dimensionné pour la crue de période de retour 2 ans ( $Q_2 = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

#### 1.1.3.2. DIMENSIONNEMENT POUR UNE DÉCANTATION À 50 MICRONS :

La vitesse de chute des particules est de 0,23 cm/s.

La surface du bassin est égale à ( $S=Q \times 100 / V_s$ ) soit **620 m<sup>2</sup>** env. soit une **longueur de 31 m et une largeur de 20 m par exemple**.

Une particule est retenue dans le bassin si le temps qu'elle met à toucher la zone boueuse ( $t_1=h/V_s$ ) est inférieur au temps de séjour de l'eau dans le décanteur ( $t_2=L/V_h$ ) avec  $V_h$  et  $V_s$  en m/s.

Vh est égale à :  $Q / (l \times h)$  soit  $1,4 / (20 \times 1) = 0,07$  m/s.

En considérant une hauteur utile de bassin de 1 m, on obtient :

$$t_1 = (1/0.0023)/60 \text{ soit } 7,2 \text{ min} < t_2 = (31/0.07)/60 \text{ soit } 7,4 \text{ min.}$$

Le bassin inclura une zone de stockage des matériaux de 1 m minimum sous la hauteur utile soit une hauteur totale de 2 m minimum.

#### Capacité de décantation pour des crues supérieures à la crue de dimensionnement

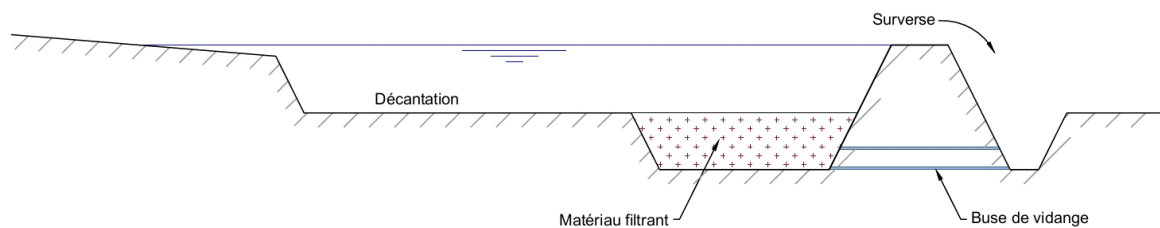
Pour des débits supérieurs à la pluie de période de retour 2 ans, la vitesse horizontale augmente, réduisant ainsi la capacité de décantation de l'ouvrage :

**Tabl. 4 - Capacité de décantation en fonction du débit**

Bassins versants	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>100</sub>
BV extraction (m <sup>3</sup> /s)	1	1,4	3,5	4,8
Vs (m/s)	0,16	0,23	0,57	0,78
t1 (min)	10,4	7,2	2,9	2,1
Ø particule (micron)	40	50	80	100
Vh (cm/s)	0,049	0,07	0,18	0,24
t2 (min)	10,5	7,4	3	2,15

Afin d'éviter la stagnation d'eau et d'améliorer le rendement épuratoire des ouvrages, la partie aval des ouvrages sera complétée d'un filtre à sable avant rejet selon le schéma de principe ci-joint.

#### **BASSIN DE DÉCANTATION AVEC FILTRE AVANT REJET**



**Fig. 3. Schéma de principe du séparateur bassin de décantation**

#### **1.1.4. Traitement des eaux de la piste intermédiaire**

Ce secteur représente un linéaire de piste cumulé de 450 m env. sur une largeur drainée de 15 m maximum soit une surface de 6750 m<sup>2</sup>, pour une pente d'environ 20 %.

L'hydrologie est établie sur la base de la méthodologie définie au chapitre précédent (cf. chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les débits de crues sont les suivants :



**Tabl. 5 - Estimation des débits de crues selon l'occurrence de l'évènement pluvieux**

Bassins versants	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>20</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)
piste	0,2	0,3	0,4	0,45	0,55	0,6

Les eaux sont récupérées dans un fossé parallèle à la piste et dimensionnés pour une pluie de période de retour 20 ans.

Avant rejet vers le milieu naturel, les eaux transitent via un séparateur à hydrocarbures équipé d'un débourbeur. La charge hydraulique retenue pour le dimensionnement est égale à 3 m/h, permettant un abattement moyen en MES de l'ordre de 65 à 70% sur les eaux traitées.

Le dimensionnement des ouvrages repose ensuite essentiellement sur le choix du débit nominal de traitement.

En effet, les dispositifs de traitement ne pourront accepter l'ensemble du débit de ruissellement que jusqu'à une certaine occurrence pluviométrique.

Pour des évènements pluvieux plus importants, seul le premier flux (généralement le plus chargé) sera traité, la partie du débit ne pouvant être traité et étant rejeté directement au réseau par le biais d'un by-pass durant le pic d'intensité maximale (qui conduit parallèlement à une dilution maximale de la pollution résiduelle).

Chaque ouvrage de traitement a été dimensionné selon les hypothèses suivantes :

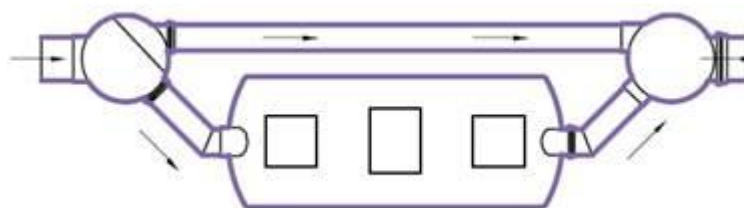
- Pluviométrie retenue = pluie mensuelle
- Débit nominal associé = 0,12 x Q<sub>10</sub>

Selon ces hypothèses, le dimensionnement des ouvrages de traitement retenus est de 50 l/s.

Chaque ouvrage sera muni d'un by-pass, permettant d'évacuer le débit excédant la capacité de traitement nominale du dispositif de traitement.

En amont de chaque ouvrage de traitement, un regard muni d'une surverse permettra d'assurer la répartition de débit :

- Pour les débits inférieurs au débit nominal de l'ouvrage de traitement, la totalité du débit transite par l'ouvrage
- Lorsque le débit ruisselé excède ce débit de dimensionnement, la part excédentaire du débit surverse sur un seuil et transite par le by-pass, comme illustré sur le schéma ci-dessous



**Fig. 4. Schéma de principe du séparateur hydrocarbures**

### 1.1.5. Pour la zone de traitement des matériaux

L'objectif est de collecter l'ensemble des eaux (voirie, surfaces de travail, espace non exploitées) et de les faire transiter par un bassin de décantation avant rejet vers le milieu naturel.

Au regard de la sensibilité du milieu récepteur, la zone aval du bassin avant rejet sera végétalisée afin d'augmenter l'efficacité épuratoire du système selon le schéma de principe ci-joint.

**Fig. 5. Schéma de principe du séparateur bassin de décantation avec lit végétalisé**

#### 1.1.5.1. PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DÉCANTATION

Le bassin de décantation est dimensionné pour la surface d'exploitation la plus importante à venir soit 7,4 ha environs pour une pente moyenne de l'ordre de 5 %.

L'hydrologie est établie sur la base de la méthodologie définie au chapitre précédent (cf. chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les débits de crues sont les suivants :

**Tabl. 6 - Estimation des débits de crues selon l'occurrence de l'évènement pluvieux**

Bassins versants	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>20</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Zone aval	1,4	2,3	3,1	3,6	4,3	4,7

Le bassin est dimensionné pour la crue de période de retour 2 ans (Q<sub>2</sub> = 1,4 m<sup>3</sup>/s).

#### 1.1.5.2. DIMENSIONNEMENT POUR UNE DÉCANTATION À 50 MICRONS :

La vitesse de chute des particules est de 0,23 cm/s.

La surface du bassin est égale à (S=Qx100/Vs) soit **620 m<sup>2</sup>** env. soit une **longueur de 31 m et une largeur de 20 m par exemple.**

Une particule est retenue dans le bassin si le temps qu'elle met à toucher la zone boueuse (t<sub>1</sub>=h/Vs) est inférieur au temps de séjour de l'eau dans le décanteur (t<sub>2</sub>=L/Vh) avec Vh et Vs en m/s.

$$Vh \text{ est égale à : } Q / (l \times h) \text{ soit } 1,4/(20 \times 1) = \mathbf{0,07 \text{ m/s.}}$$

En considérant une hauteur utile de bassin de 1 m, on obtient :

$$\mathbf{t_1 = (1/0.0023)/60 \text{ soit } 7,2 \text{ min} < t_2 = (31/0.07)/60 \text{ soit } 7,4 \text{ min.}}$$

Le bassin inclura une zone de stockage des matériaux de 1 m minimum sous la hauteur utile soit une hauteur totale de 2 m minimum.

#### Capacité de décantation pour des crues supérieures à la crue de dimensionnement

Pour des débits supérieurs à la pluie de période de retour 2 ans, la vitesse horizontale augmente, réduisant ainsi la capacité de décantation de l'ouvrage :