



9.4.4.

EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES

Le contenu du chapitre 9.4.4 sur les eaux superficielles et souterraines fait l'objet d'une étude spécifique avec une numérotation qui lui est propre. Elle est présentée page suivante.



FOURS A CHAUX DE L'OUEST

S.A. au Capital de 840 630 €

Siège social & Usine : Carrière de Pareds – 4, route de la Monerie – 85110 LA JAUDONNIERE
Tél. : 02 51 34 30 15 Fax : 02 51 34 33 50
Usine : La Hunaudière – 53480 VAIGES
Tél. : 02 43 91 55 10 Fax : 02 43 90 32 07

CARBONATE DE CALCIUM POUR APPLICATIONS AGRICOLES ET INDUSTRIELLES

Carrière de la Hunaudière

Commune de Vaiges (53)

Dossier de demande d'autorisation environnementale Chapitre 9.4.4 : Volet hydrologique et hydrogéologique de l'étude d'impact

Etat initial, incidences notables, incidences négatives notables et mesures prévues pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement





TABLE DES MATIERES VOLET HYDRO

1. Analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet	5
1.1. Les eaux superficielles	5
1.1.1. Le réseau hydrographique	5
1.1.2. Les écoulements autour et sur le site	11
1.1.3. Circuit des eaux actuel sur la carrière	13
1.1.4. Chroniques de débit	19
1.1.5. Zones humides	21
1.1.6. Qualité des eaux superficielles	24
1.1.6.1. Suivi de la qualité des eaux de rejet	24
1.1.6.2. Suivi de la qualité du ruisseau de Langrotte	26
1.1.6.3. IBGN	27
1.2. Les eaux souterraines	28
1.2.1. Contexte hydrogéologique régional	28
1.2.2. Inventaire des eaux souterraines autour du site	32
1.2.2.1. Données InfoTerre	32
1.2.2.2. Autres ouvrages	36
1.2.3. Suivi des eaux souterraines	38
1.2.3.1. Suivi piézométrique	38
1.2.3.2. Suivi qualitatif	43
1.2.4. Usage des eaux souterraines	45
1.2.4.1. Alimentation en eau potable	45
1.2.4.2. Autres usages	45
1.2.5. Estimation du débit d'eaux souterraines actuel	48
1.3. Le climat – bilan hydrique	51
1.3.1. Climatologie	51
1.3.2. Bilan hydrique sur le bassin versant	53
1.4. SAGE /SDAGE	57
1.4.1. SDAGE Loire Bretagne	57
1.4.2. Zone de Répartition des Eaux (ZRE)	57
1.4.3. SAGE Sarthe aval	58
2. Analyse des incidences notables et des incidences négatives notables du projet sur l'environnement	59
2.1. Circuit des eaux futur	59
2.2. Effets du projet sur les eaux superficielles	64
2.2.1. Effets quantitatifs de l'exploitation d'une carrière sur les eaux superficielles	64
2.2.1.1. Effets potentiels	64
2.2.1.2. Effets retenus	64
2.2.2. Effets qualitatifs de l'exploitation d'une carrière sur les eaux superficielles	72
2.2.2.1. Effets potentiels	72
2.2.2.2. Effets retenus	72
2.3. Effets du projet sur les eaux souterraines	73
2.3.1. Effets quantitatifs de l'exploitation d'une carrière sur les eaux souterraines	73
2.3.1.1. Effets potentiels	73
2.3.1.2. Effets retenus sur les ouvrages périphériques	75
2.3.1.3. Effets retenus : estimation du débit d'exhaure futur	79
2.3.2. Effets qualitatifs de l'exploitation d'une carrière sur les eaux souterraines	83
2.3.2.1. Effets potentiels	83
2.3.2.2. Effets retenus	83
2.4. Impacts du projet sur les zones humides	84



2.4.1.	Notions sur les zones humides et impacts potentiels	84
2.4.2.	Application au site de la Hunaudière	86
2.5.	Compatibilité du projet avec le SAGE et le SDAGE	87
2.5.1.	SDAGE	87
2.5.2.	SAGE Sarthe aval	88
2.6.	Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus	89
2.7.	Synthèse des effets du projet sur les eaux	90
2.7.1.	Caractérisation des effets du projet sur les eaux	90
2.7.2.	Focus sur les potentialités du site au regard de l'eau potable	91
2.8.	Conditions de la remise en état : plans d'eau résiduels	93
3.	Mesures prévues par le pétitionnaire ou le maître de l'ouvrage pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement	97
3.1.	Mesures prévues pour les eaux superficielles	97
3.1.1.	Mesures relatives aux impacts quantitatifs	97
3.1.1.1.	Ruisseaulement des eaux extérieures	97
3.1.1.2.	Rejet des eaux	97
3.1.2.	Mesures relatives aux impacts qualitatifs	102
3.1.3.	Mesures relatives aux zones humides	102
3.1.4.	Synthèse des mesures prises sur les eaux superficielles et les zones humides	105
3.2.	Mesures prévues pour les eaux souterraines	106
3.2.1.	Mesures relatives aux impacts quantitatifs	106
3.2.2.	Mesures relatives aux impacts qualitatifs	107
3.2.3.	Synthèse des mesures prises sur les eaux souterraines	108
3.3.	Suivi des eaux	109
3.4.	Cartographie des mesures	109
3.5.	Estimation des dépenses	109



TABLE DES ILLUSTRATIONS VOLET HYDRO

Fig. 1 : Plan du réseau hydrographique global	6
Fig. 2 : Plan de localisation des cours d'eau sur la carrière actuelle	7
Fig. 3 : Vue 1 sur le ruisseau de Langrotte - sec - en amont (limite Nord du site)	8
Fig. 4 : Vue 2 sur le ruisseau de Langrotte en aval de la carrière	8
Fig. 5 : Vue 3 sur le ruisseau de Langrotte en limite Sud de la carrière	9
Fig. 6 : Vue 4 sur le fossé (sec) au droit de l'extension au Sud-Ouest	9
Fig. 7 : Débits caractéristiques de l'Erve à Auvers le Hamon	10
Fig. 8 : Plan du bassin versant de la carrière	12
Fig. 9 : Vues sur les 2 aires étanches	13
Fig. 10 : Plan du circuit des eaux	14
Fig. 11 : Vue sur le bassin de fond de fouille	15
Fig. 12 : Vue sur le 2 ^e bassin de décantation des eaux d'exhaure	15
Fig. 13 : Vue sur l'un des bassins de réserve incendie (haut à gauche) et sur les bassins de décantation des eaux de ruissellement de la plateforme	16
Fig. 14 : Synoptique du circuit des eaux actuel	17
Fig. 15 : Débit de rejet à respecter (article 5.2.3 de l'Arrêté de 2013)	19
Fig. 16 : Extrait de l'article 5.2.5 de l'AP du 17 janvier 2013	19
Fig. 17 : Plan de prélocalisation des zones humides	22
Fig. 18 : Plan d'inventaires des zones humides (source : ExEco Environnement)	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 19 : Plan de localisation des zones humides (source : ExEco Environnement)	23
Fig. 20 : Extrait de l'article 5.2.5 de l'AP du 17 janvier 2013	24
Fig. 21 : Article 5.2.7.1 de l'AP du 17 janvier 2013	24
Fig. 22 : Qualité des eaux des rejets d'exhaure et de ruissellement	25
Fig. 23 : Extrait de l'article 5.2.7.2 de l'Arrêté Préfectoral du 17 janvier 2003	26
Fig. 24 : Résultats de la qualité des eaux du ruisseau de Langrotte	26
Fig. 25 : Résultats des IBGN menés par ExEco Environnement	27
Fig. 26 : Fiche Masse d'eau souterraine « Sarthe Aval » UE code FRGG020	30
Fig. 27 : Présentation de l'entité hydrogéologique n°177AA03	31
Fig. 28 : Ouvrages recensés dans la BSS (BRGM) dans un rayon de 2 km autour du projet	33
Fig. 29 : Ouvrages recensés sur Infoterre (BRGM)	34
Fig. 30 : Inventaire des ouvrages d'eau les plus proches du projet	36
Fig. 31 : Localisation des ouvrages d'eau souterraine autour du projet	37
Fig. 32 : Extrait de l'article 5.2.8. de l'Arrêté du 17 janvier 2013	38
Fig. 33 : Historique du suivi des niveaux piézométriques dans les piézomètres depuis 2008	39
Fig. 34 : Historique du suivi des niveaux piézométriques dans les puits depuis 2015	39
Fig. 35 : Evolution des niveaux piézométriques dans les piézomètres depuis 2013	40
Fig. 36 : Niveaux piézométriques le 28/06/2021	41
Fig. 37 : Niveaux piézométriques le 12/10/2022	42
Fig. 38 : Suivi de qualité des eaux souterraines – extrait du rapport CBTP du 21 avril 2022	43
Fig. 39 : Historique du suivi des eaux souterraines depuis 2020	44
Fig. 40 : Plan de localisation des captages AEP	46
Fig. 41 : Délimitation de la Zone de Protection de l'Aire d'Alimentation de Captage de l'Ecrillé	47
Fig. 42 : Plan des secteurs collectant les eaux pluviales	49
Fig. 43 : Fiche climatologique du Mans (72)	51
Fig. 44 : Modèle de Thornthwaite	53
Fig. 45 : Moyennes mensuelles de 1991 à 2020 des pluies brutes, de l'ETP, de la réserve utile RU, du ruissellement, de l'infiltration et des précipitations efficaces (mm)	54
Fig. 46 : Valeurs mensuelles (mm) des précipitations brutes, de l'ETP et de la réserve utile (pour RUmax = 75 mm)	55



Fig. 47 : Valeurs mensuelles (mm) des précipitations brutes, de l'ETP, des pluies efficaces (pour RUMax = 75 mm), contribution des pluies efficaces dans le ruissellement et l'infiltration vers les nappes (mm)	56
Fig. 48 : Circuit des eaux futur	61
Fig. 49 : Circuit des eaux futurs (vue zoomée)	62
Fig. 50 : Synoptique du circuit des eaux futur	63
Fig. 51 : Plan des surfaces futures drainées sur le site	65
Fig. 52 : Synoptique du bilan hydrique sur la carrière	67
Fig. 53 : Tableau présentant le calcul du débit infiltré	70
Fig. 54 : Schéma de principe des rabattements induits par une carrière de roche massive	74
Fig. 55 : Impacts quantitatifs attendus du projet sur le niveau des ouvrages périphériques	75
Fig. 56 : Evaluation des impacts attendus sur les ouvrages d'eau souterraine du secteur	77
Fig. 57 : Tableau présentant les débits d'eaux souterraines estimés (méthode empirique)	80
Fig. 58 : Tableau synthétique des débits d'eaux souterraines estimés	81
Fig. 59 : Principe de fonctionnement d'une zone humide par affleurement de nappe (Source : IGC Environnement)	84
Fig. 60 : Principe de fonctionnement d'une zone humide par défaut d'infiltration (Source : IGC Environnement)	85
Fig. 61 : Tableau de synthèse des effets du projet sur les eaux	90
Fig. 62 : Bordereau d'analyses du Conseil Départemental de la Mayenne	92
Fig. 63 : Plan des emprises des plans d'eau	94
Fig. 64 : Fiche de calcul du volume disponible pour la rétention d'un orage décennal	99
Fig. 65 : Coupe type du bassin de décantation terminal Ouest	99
Fig. 66 : Fiche de calcul du volume disponible pour la rétention d'un orage décennal dans la noue	100
Fig. 67 : Coupe type de la noue	101
Fig. 68 : Extrait du SDAGE Loire Bretagne 2022-2027	101
Fig. 69 : Pluie et ruissellement mensuels selon bilan hydrique sur sol naturel	103
Fig. 70 : Mesure de réalimentation de ZH1	104
Fig. 71 : Plan des mesures de limitation des impacts sur les eaux	110



1. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DE LA ZONE ET DES MILIEUX SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES PAR LE PROJET

1.1. LES EAUX SUPERFICIELLES

1.1.1. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La carrière de la Hunaudière est située dans le bassin-versant de l'Erve et à environ 200 m du bassin versant de la Vaige.

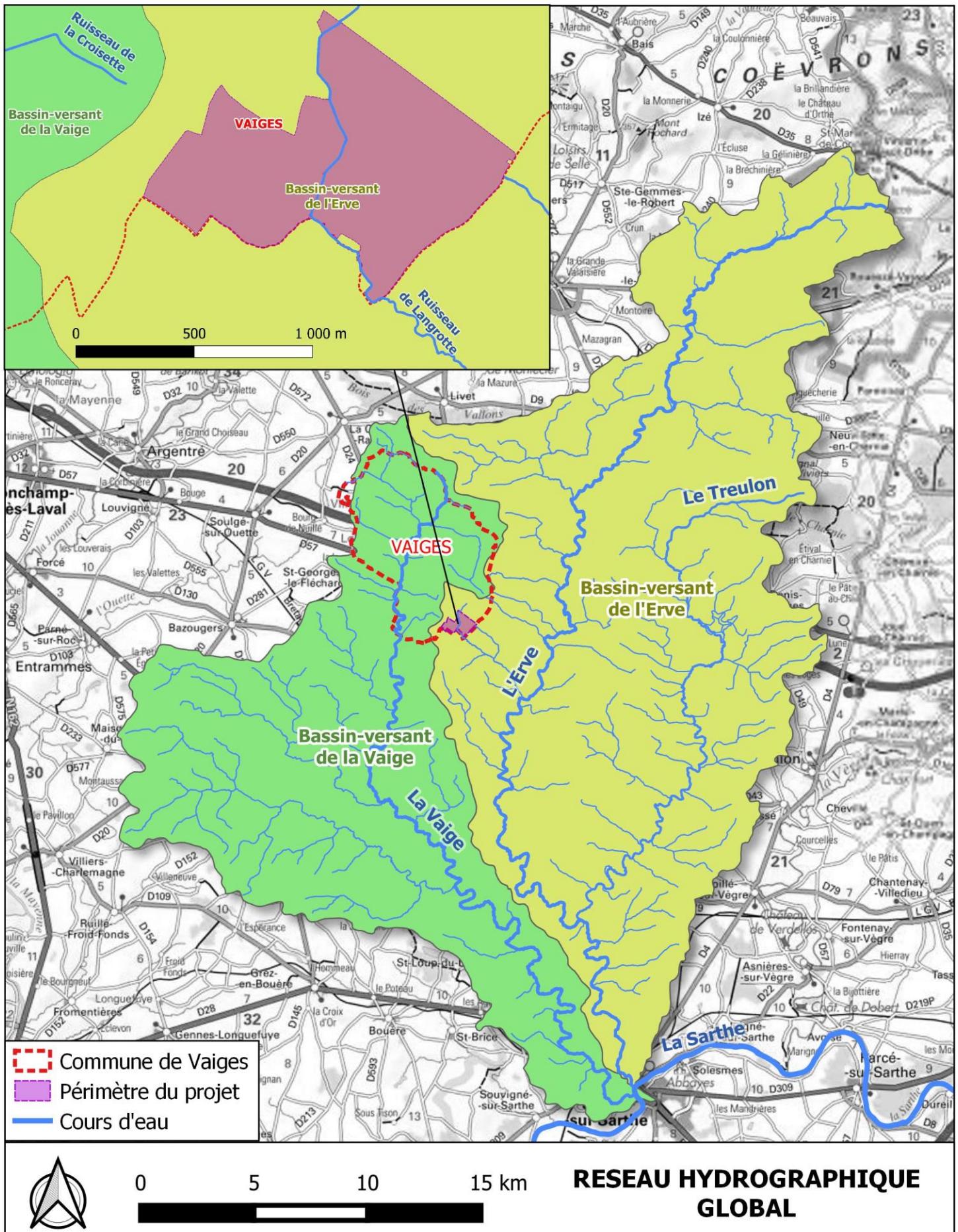
Le site de la Hunaudière est traversé du Nord au Sud par un affluent de l'Erve, le ruisseau de Langrotte. Ce ruisseau rejoint l'Erve à 3,5 km environ au Sud-Est de la carrière. Un affluent de la Vaige, le ruisseau de la Croisette, est situé à environ 300 m à l'Ouest du projet.

La rivière de l'Erve prend sa source dans la marge Sud des Coëvrons dans la commune de Vimarcé, en Mayenne. Elle s'écoule globalement du Nord au Sud sur une distance de 71,5 km, pour un bassin versant global de 380 km². Elle rejoint la Sarthe à Sablé-sur-Sarthe, à environ 21 km au Sud-Est de la carrière.

La rivière de la Vaige prend sa source dans la commune de Saint-Léger, en Mayenne. D'une longueur d'environ 54 km, son bassin-versant à une superficie d'environ 250 km². Elle se jette dans la Sarthe à proximité de la confluence avec l'Erve.

Le bassin versant topographique du ruisseau de Langrotte au niveau de la carrière représente 4,41 km², soit environ 441 ha.

La carte du réseau hydrographique du secteur et la carte des prises de vues des cours d'eau sur le site sont présentées pages suivantes.



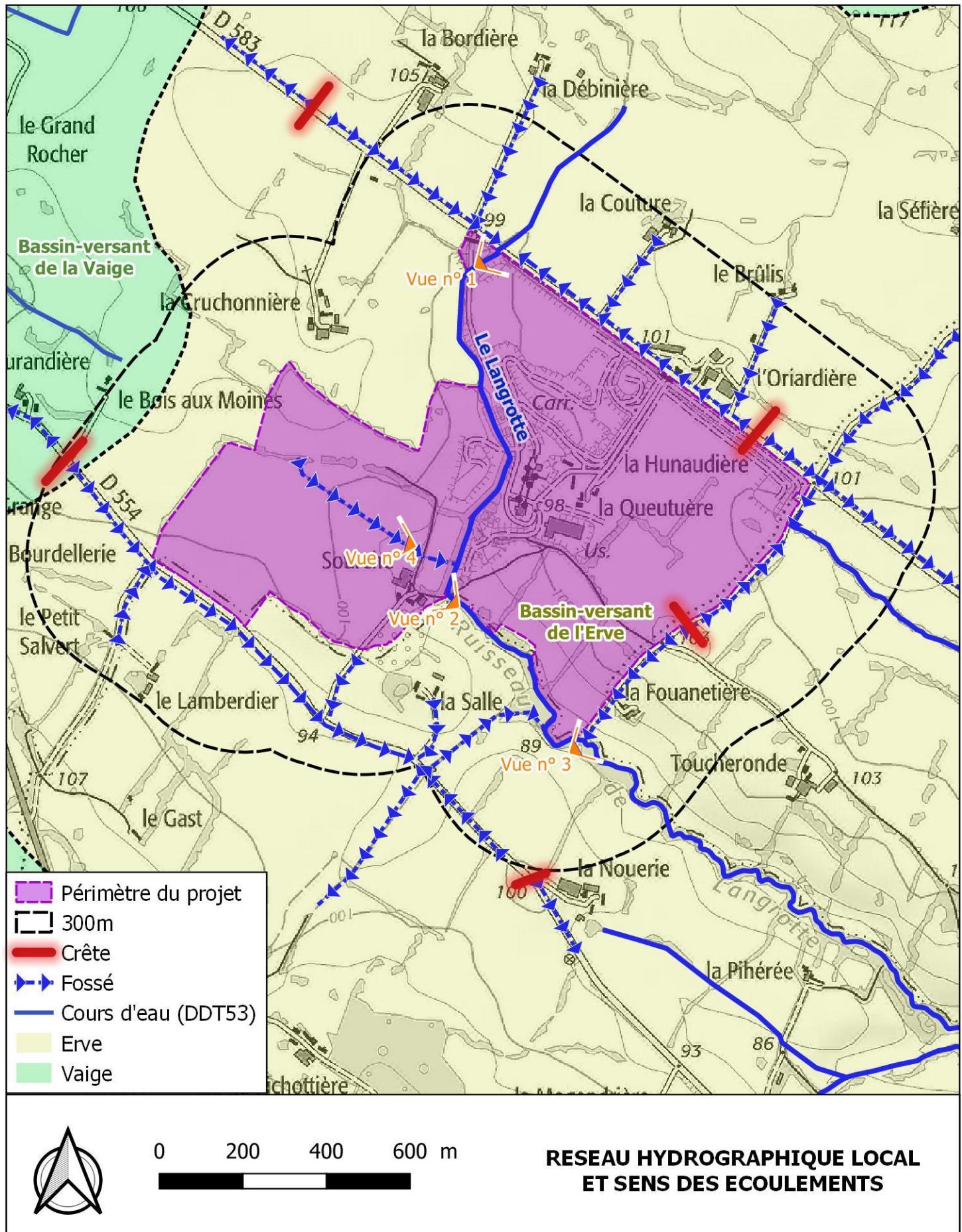




Fig. 3 : Vue 1 sur le ruisseau de Langrotte - sec - en amont (limite Nord du site)



Fig. 4 : Vue 2 sur le ruisseau de Langrotte en aval de la carrière



Fig. 5 : Vue 3 sur le ruisseau de Langrotte en limite Sud de la carrière

Par ailleurs, un écoulement temporaire traversant l'extension dans sa partie Sud-Ouest est mentionné sur la carte IGN. En réalité (cf. photographie ci-dessous), cet écoulement temporaire est un fossé :

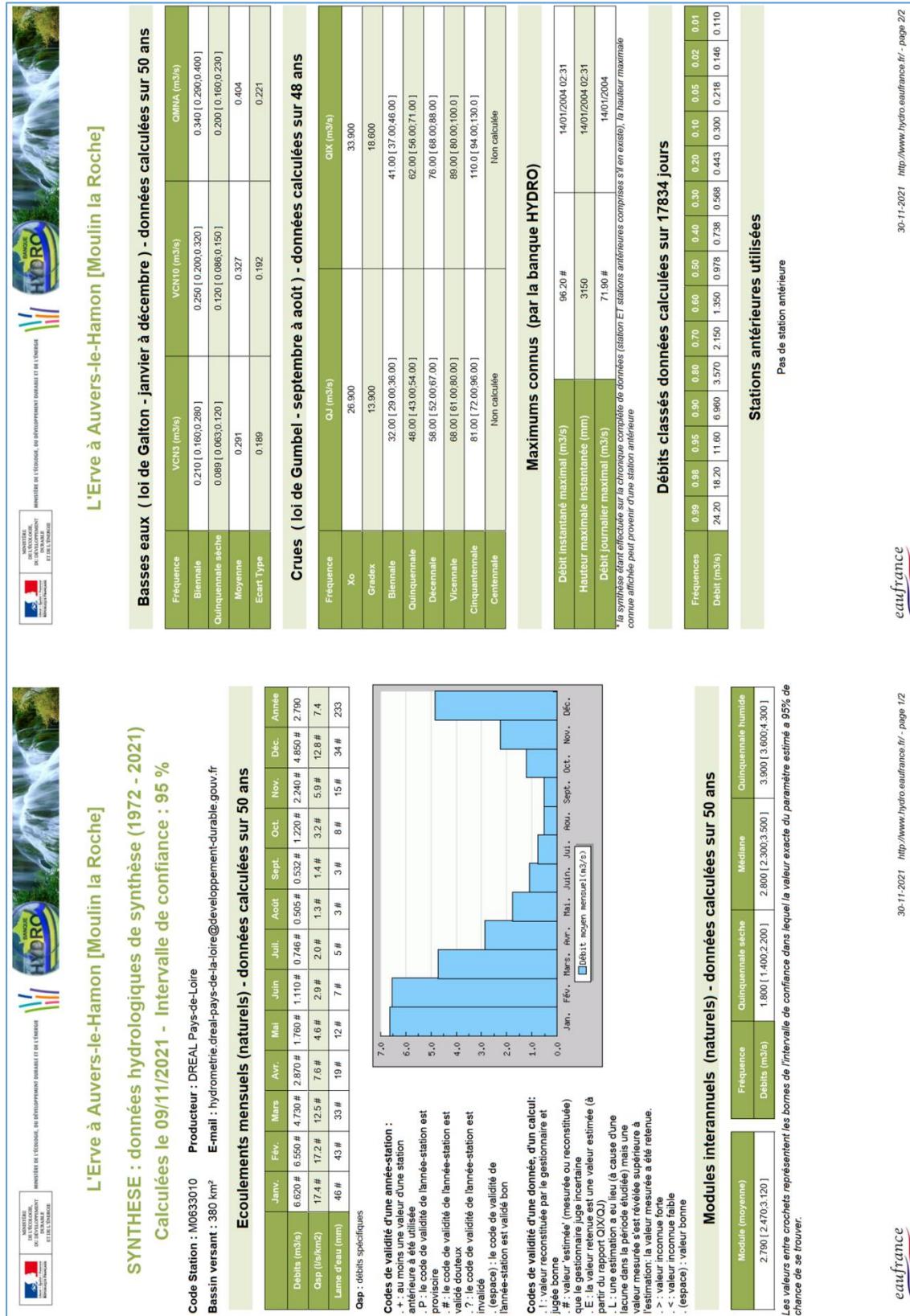
- sec toute l'année (hors ruissellements lors des épisodes de fortes précipitations),
- ne présentant pas de lit naturel avec un substrat différentié des terrains alentours,
- ne présentant pas de faune et de végétation aquatique.



Fig. 6 : Vue 4 sur le fossé (sec) au droit de l'extension au Sud-Ouest



Il n'existe pas de station de jaugeage sur le ruisseau de Langrotte. Les données hydrologiques relatives à la rivière de l'Erve à la station d'Auvers le Hamon pour la période 1972-2021 sont présentées dans les tableaux suivants (donnée www.hydro.eaufrance.fr).





Les données caractéristiques de l'Erve (donnée www.hydro.eaufrance.fr), pour la station d'Auvers le Hamon, peuvent être récapitulées ainsi :

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (ha) global	Superficie du bassin versant (ha) à la station	Module interannuel (m³/s)	Débit spécifique (l/s/km²)	Débit de crue décennale Qj10 (m³/s)	Débit d'étiage QMNA5 (l/s)
L'Erve	38 000	38 000	2,79	7,4	58	200

Une estimation des débits du ruisseau de Langrotte, proportionnellement à la surface du bassin versant, fournit les débits caractéristiques suivants :

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (ha) global	Superficie du bassin versant (ha) à la station	Module interannuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km²)	Débit de crue décennale Qj10 (l/s)	Débit d'étiage QMNA5 (l/s)
Le ruisseau de Langrotte	1 302	/	95,6	7,4	1 987	6,9
Le ruisseau de Langrotte à hauteur du site	441	/	32,8	7,4	673	2,3

La superficie globale demandée de la carrière est de 87,3 ha. Elle représente 0,23 % du bassin versant de l'Erve.

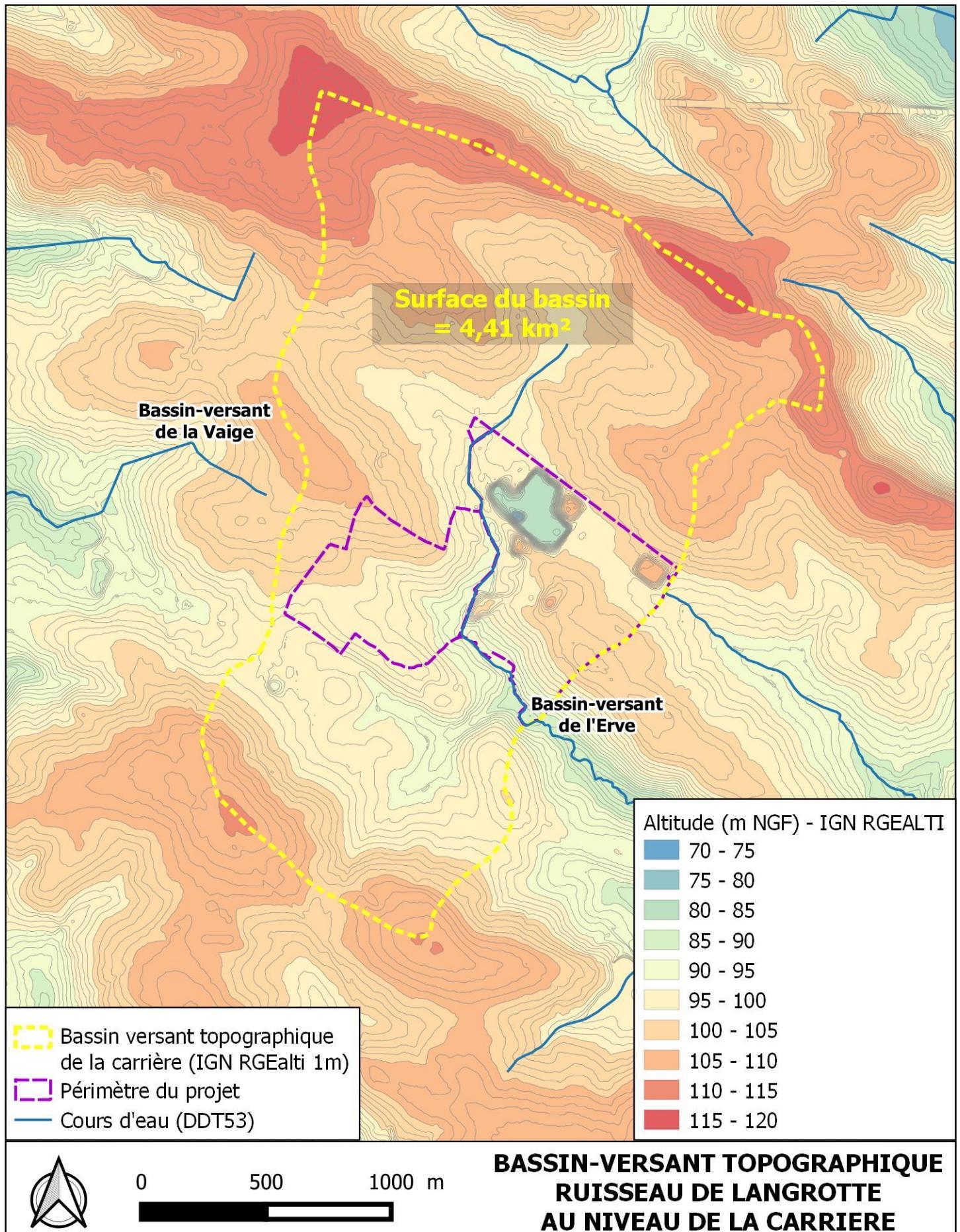
Le bassin versant topographique du ruisseau de Langrotte au niveau de la carrière représente environ 1,2 % de la superficie totale du bassin versant de l'Erve. Il est présenté sur la carte page suivante.

1.1.2. LES ECOULEMENTS AUTOUR ET SUR LE SITE

Autour du site, les eaux de pluie sont collectées par des fossés bordant les axes routiers.

Sur la carrière, les ruissellements sont orientés soit vers les bassins de collecte et de décantation, soit en fond de fouille.

La carte du réseau hydrographique local est présenté page suivante.



1.1.3. CIRCUIT DES EAUX ACTUEL SUR LA CARRIERE

Les eaux de la fosse

Les eaux d'exhaure de la carrière, correspondant aux eaux souterraines et aux eaux de ruissellement collectées dans l'excavation, s'accumulent en fond de fouille où elles subissent une première décantation. Elles sont ensuite pompées et renvoyées dans deux bassins de décantation avant rejet gravitaire dans le ruisseau de Langrotte.

La piste remontant de la carrière vers la trémie du concasseur primaire est équipée d'arrosage automatique, les autres pistes sont arrosées par une tonne à eau.

Les eaux de plateforme

Les eaux ruisselant sur la zone des installations sont quant à elles drainées par un réseau de fossés et de canalisations enterrées vers un réseau de trois bassins de décantation, localisé au Sud-Ouest du site actuel. Deux autres bassins sont également présents, faisant office de réserves incendie.

Deux aires étanches munies chacune d'un séparateur à hydrocarbures permettent le plein des engins en bord à bord depuis un camion-citerne, en limitant tout risque de pollution des eaux.



Fig. 9 : Vues sur les 2 aires étanches

Le plan et les photographies joints en pages suivantes localisent le circuit actuel des eaux sur la carrière.

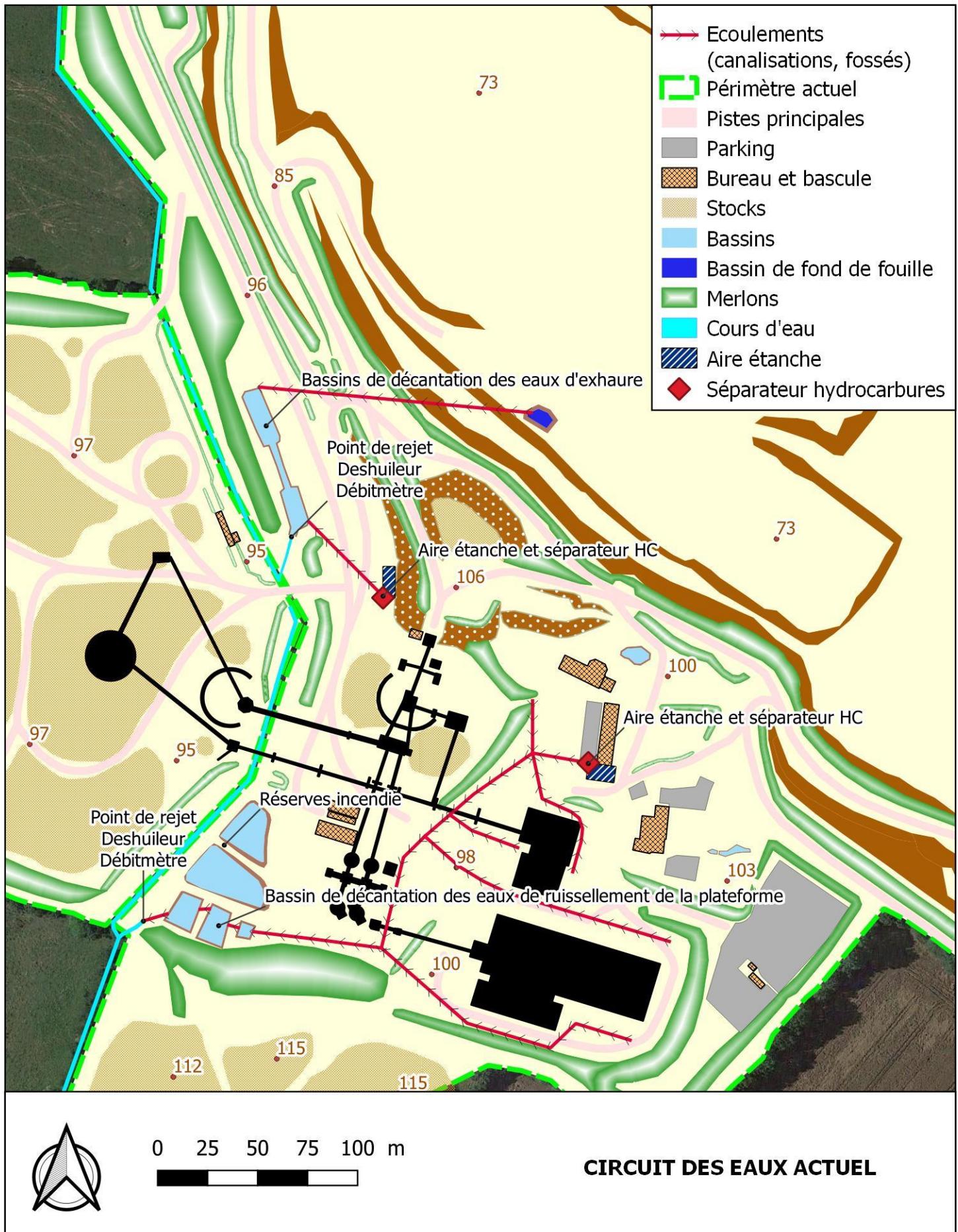




Fig. 11 : Vue sur le bassin de fond de fouille



Fig. 12 : Vue sur le 2^e bassin de décantation des eaux d'exhaure



Fig. 13 : Vue sur l'un des bassins de réserve incendie (haut à gauche) et sur les bassins de décantation des eaux de ruissellement de la plateforme

Le synoptique suivant présente le principe de gestion actuelle des eaux sur le site :

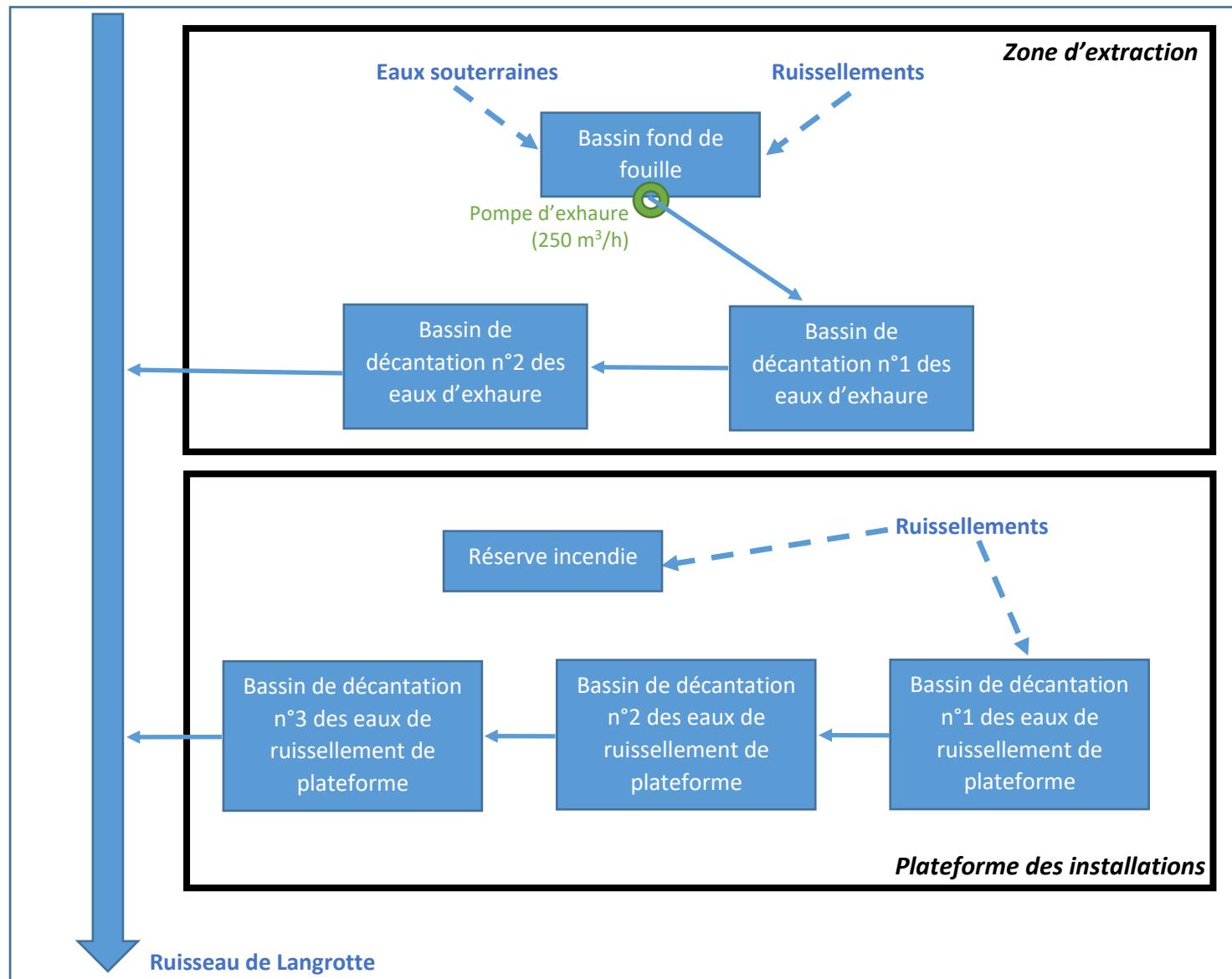


Fig. 14 : Synoptique du circuit des eaux actuel



Les rejets

L'Arrêté du 17 janvier 2013 prévoyait la mise en place de 4 bassins permettant de réguler les eaux des 4 secteurs suivants :

1. Excavation,
2. Plateforme des installations,
3. Stockages Ouest,
4. Stockages Sud.

Les deux premiers secteurs sont pour partie imperméabilisés et ont en effet nécessité la mise en place d'un ensemble de bassins avec rejets. Ces bassins ont été mis en place et les deux points de rejet sont équipés d'un déshuileur, d'une vanne de coupure et d'un dispositif de mesure du débit.

Les deux autres secteurs, non imperméabilisés, ne donnent pas lieu à des ruissellements importants et l'infiltration a été privilégiée. Dans la pratique :

- les eaux reçues sur les stockages Ouest ruissellent vers une zone d'infiltration,
- les eaux reçues sur les stockages Sud s'infilrent directement.

Il n'y a pas de rejet issu de ces deux derniers secteurs.



1.1.4. CHRONIQUES DE DEBIT

Valeurs de rejet à respecter selon l'AP de 2013

Les débits de rejet à respecter sont présentés à l'article 5.2.3 de l'Arrêté du 17 janvier 2013.

Article 5.2.3 - Maîtrise des débits de restitution au milieu naturel

Pour éviter les risques de surchage hydraulique du ruisseau de Langrotte, les débits maximaux de fuite de chaque réseau de bassins de décantation sont limités au débit décennal correspondant du bassin versant du site avant exploitation (terrain naturel) sur la base d'un débit de 3 l/s/ha (valeur du SDAGE) comme précisé dans le tableau ci-après :

Numéro	Zones collectées	Volume	Débit de fuite
Bassin 1	Excavation et espaces de la carrière (ruissellement sur le carreau et drainage des fronts) – 23,3 ha	Capacité de stockage assurée par le fond de fouille	40 l/s (140 m ³ /h*)
Bassin 2	Installations industrielles (ruissellements de la plate-forme industrielle, de l'usine de fillers et des fours à chaux) – 5,1 ha	1 500 m ³	15 l/s (54 m ³ /h)
Bassin 3	Stockage Ouest – 10,1 ha	1 000 m ³	30 l/s (100 m ³ /h)
Bassin 4	Stockage Sud – 2,1 ha	250 m ³	6 l/s (21 m ³ /h)

* débit de fuite limité par les pompes d'exhaure

Fig. 15 : Débit de rejet à respecter (article 5.2.3 de l'Arrêté de 2013)

L'Arrêté Préfectoral du 17 janvier 2013, dans son article 5.2.5, précise les conditions de suivi des débits de ces rejets :

Le volume des rejets aqueux est mesuré en continu par un enregistreur totalisateur en sortie des bassins 1 et 2 (les bassins 3 et 4 restent principalement des bassins d'infiltration).

Fig. 16 : Extrait de l'article 5.2.5 de l'AP du 17 janvier 2013

Pompage d'exhaure

Le rejet issu de la pompe de fond de fouille fait l'objet d'un suivi continu de son débit au droit de l'exutoire du bassin de décantation n°2 des eaux d'exhaure.

Au regard des débits et des volumes mesurés durant l'année 2021, représentant 670 280 m³, le débit d'exhaure moyen peut être estimé à 76,5 m³/h en 2021.

Le débit de pompage maximal est de 250 m³/h, correspondant au débit maximal de la pompe.



Rejet des eaux de ruissellement de plateforme

Le rejet des eaux de ruissellement de plateforme est mesuré en continu par un canal venturi situé au droit de l'exutoire du bassin de décantation n°3 des eaux de ruissellement de plateforme.

Au regard des débits et des volumes mesurés durant l'année 2021, représentant 12 450 m³, le débit de rejet moyen peut être estimé à 1,4 m³/h en 2021.

Conformité des débits de rejet

L'Arrêté Préfectoral du 17 janvier 2013 mentionne une limitation du débit de rejet à :

- 54 m³/h pour les eaux de plateforme,
- 140 m³/h pour les eaux issues du pompage de fond de fouille.

Ces valeurs avaient été fixées au regard :

- du seuil de 3 l/l/ha pour les espaces hors fosse d'extraction (5,1 ha pour la plateforme des installations),
- du débit de la pompe d'exhaure (140 m³/h) pour le pompage de fond de fouille, soit pour 23,3 ha.

Dans la pratique, le débit cumulé de rejet issu de la zone d'extraction et de la plateforme devrait respecter la valeur de 3 l/s/ha, soit un débit global maximal de (23,3 + 5,1) ha x 3 l/s/ha = 85,2 l/s ou 306 m³/h.

Les mesures montrent un débit de rejet cumulé moyen de 76,5 + 1,4 = 77,9 m³/h.



1.1.5. ZONES HUMIDES

Zones humides selon Conseil Général 53

Le Conseil Général de la Mayenne a élaboré en 1991 une carte au 1 / 10 000 de l'ensemble des zones humides du département sur la base du critère sol. Cette carte classifie les sols de 0 à 6 selon la profondeur d'apparition de l'hydromorphie. La DDT 53 considère que pour les classes 5 et 6, la présence de zone humide est avérée.

Cette carte répertorie ainsi environ 1,1 ha de zones humides sur le Sud du secteur d'extension, aux abords du ruisseau de Langrotte, ainsi que 500 m² sur le périmètre sollicité en renouvellement.

Zones humides selon prélocalisations DREAL

La carte de prélocalisation des zones humides réalisée par la DREAL Pays de la Loire présente une zone humide probable sur le périmètre du projet. Cette zone correspond aux abords du ruisseau, au Sud-Est du projet pour une surface de 2 800 m² environ.

Zones humides affinées localement par diagnostic Execo Environnement

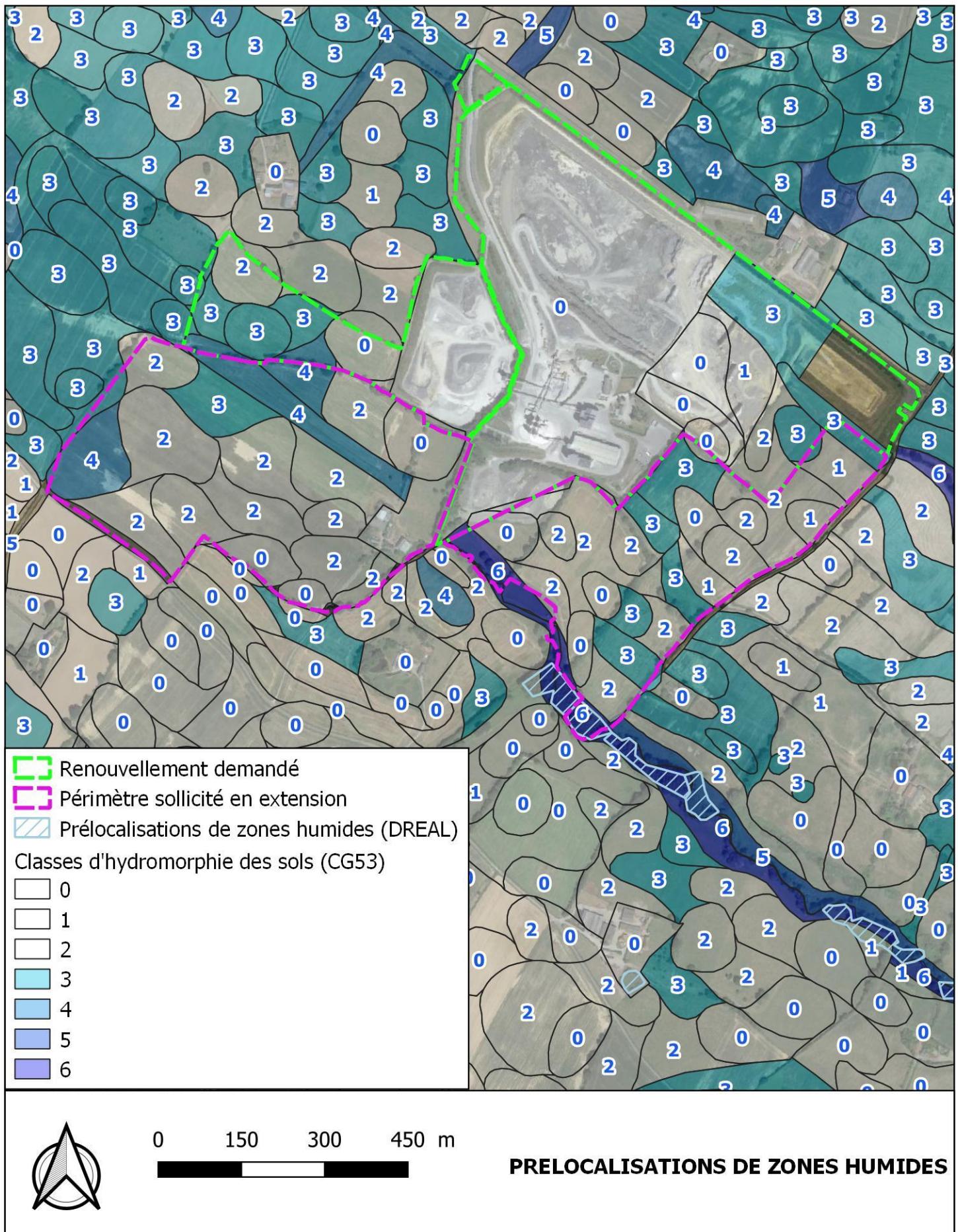
Les zones humides du secteur ont été affinées à la parcelle au moyen des investigations réalisées par Execo Environnement dans le cadre du volet faune-flore de la présente étude et présentées au chapitre 9.4.3.

Ces inventaires ont mis en évidence deux zones humides au droit du projet d'extension, pour une surface globale d'environ 0,9 ha. Les zones humides identifiées correspondent à des boisements humides au Sud-Est du projet (5 289 m²) et à des prairies humides bordant le ruisseau de Langrotte au Sud du site (4 076 m²).

Lors de ces inventaires, aucune autre zone humide n'a été identifiée sur le périmètre actuel de la carrière.

Des mesures de préservation de ces zones humides sont prévues (cf. détails au paragraphe 3.1.3).

Les cartes suivantes localisent les prélocalisations de zones humides, les différents sondages pédologiques effectués par Execo Environnement et délimitent les zones humides identifiées.



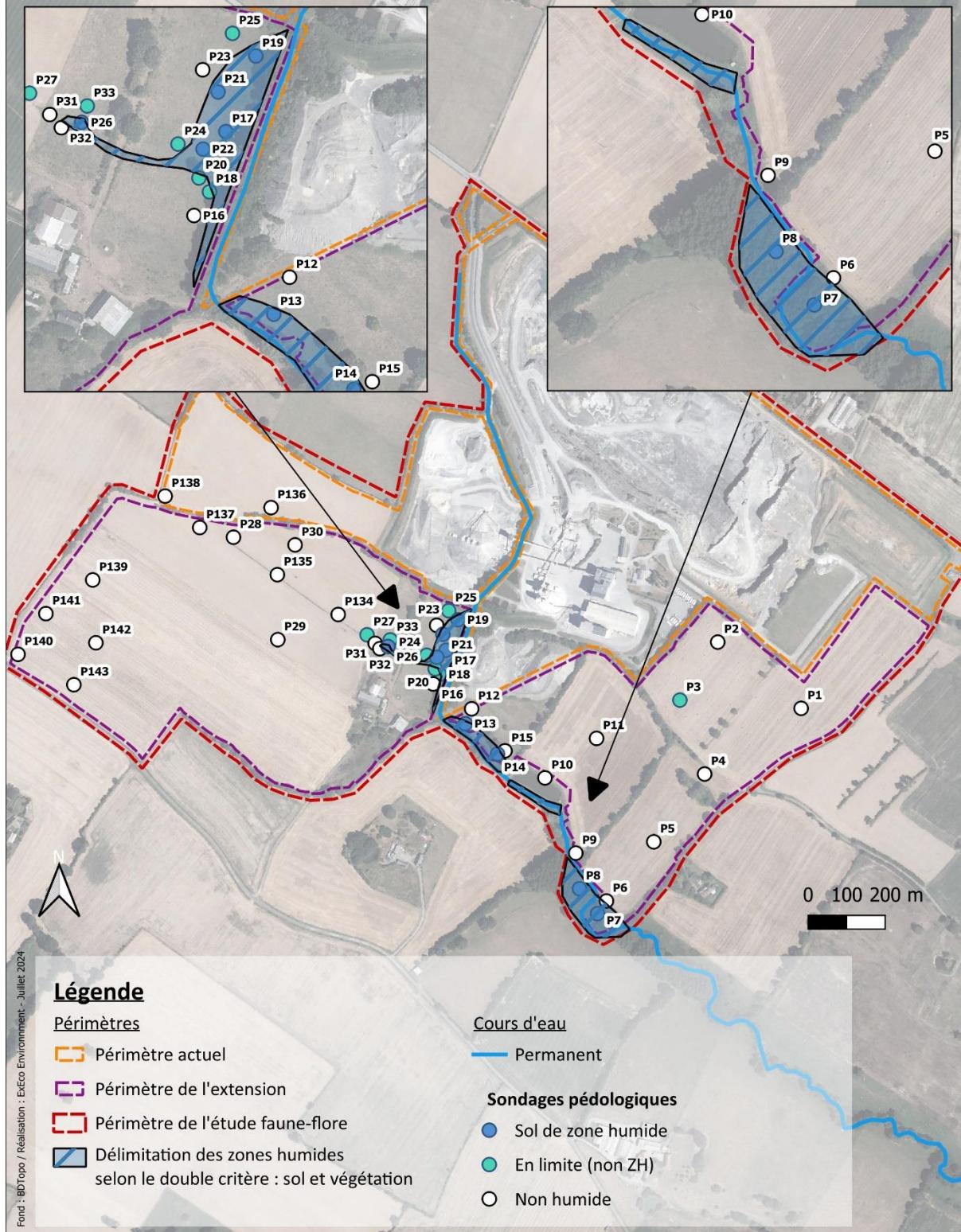
Délimitation des zones humides
Carrière de la Hunaudière à Vauges (53)


Fig. 18 : Plan de localisation et délimitation des zones humides (source : ExEco Environnement)



1.1.6. QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES

1.1.6.1. Suivi de la qualité des eaux de rejet

L'Arrêté Préfectoral du 17 janvier 2013, dans son article 5.2.5, autorise les rejets suivants :

A minima, la qualité des rejets des eaux claires, après traitements, respectent les valeurs limites définies ci-dessous.

Caractéristiques du rejet	Débits
Débit maximum des rejets (maîtrise de la charge hydraulique)	91 l/s (325 m ³ /h)
Débit minimum des rejets (soutien à l'étiage)	6,6 l/s (24 m ³ /h)
Température	< 30°C
pH	5,5 < pH < 8,5
Paramètres	Concentration maximale en mg/l
Matières en Suspension – MES	< 25 mg/l
DCO sur effluent non décanté	< 90 mg/l
Hydrocarbures totaux – HCT	< 5 mg/l

Les échantillons sont mesurés sur effluent brut non décanté et non filtré, sans dilution préalable ou mélange.

Fig. 19 : Extrait de l'article 5.2.5 de l'AP du 17 janvier 2013

L'article 5.2.7.1 précise qu'un suivi trimestriel de la qualité des eaux de rejets est mis en place et qu'en cas de dépassement d'un des paramètres, la fréquence des contrôles devient mensuelle jusqu'au retour à la normale.

Article 5.2.7.1 - Surveillance des rejets

La surveillance de la qualité des rejets est effectuée au niveau de chacun des 4 exutoires en sortie des bassins de décantation. Elle porte sur les paramètres qualitatifs visés supra et est réalisée tous les trimestres. En cas de dépassement d'un des paramètres, la fréquence des contrôles devient mensuelle jusqu'au retour à la normale.

Fig. 20 : Article 5.2.7.1 de l'AP du 17 janvier 2013

Dans le cadre d'un suivi qualitatif et conformément aux articles 5.2.5 et 5.2.7.1 de l'Arrêté Préfectoral du 17/01/2013, l'exploitant a mis en place un contrôle trimestriel de la qualité des eaux rejetées (bassins de décantation des eaux d'exhaure et des eaux de ruissellement de plateforme) susceptibles de générer un rejet sur la carrière de la Hunaudière, alimentant le ruisseau de Langrotte.

En absence de rejet sur les espaces de stockage Ouest et Sud (infiltration), il n'a pas été mis en place de surveillance de la qualité des eaux sur ces espaces.



Les résultats issus des rapports de suivi des eaux superficielles depuis 2021 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Paramètres	pH		Température (°C)		Conductivité (µS/cm)		MEST (mg/L)	
	Bassin exhaure	Bassin plateforme	Bassin exhaure	Bassin plateforme	Bassin exhaure	Bassin plateforme	Bassin exhaure	Bassin plateforme
Seuils réglementaires	de 5,5 à 8,5		30		-		25	
13/04/2021	8	8	9,4	10,3	625	289	16	7
12/07/2021	8,5	7,9	18	18,7	610	213	< 2	< 2
06/10/2021	7,9	7,9	15	14,8	529	169	8	6
03/02/2022	7,4	6,9	7,7	6,9	560	327	19	< 2
21/04/2022	7,6	7,8	14,9	15,2	666	275	5	8
28/06/2022	7,6	7,9	18	18,6	705	202	2	3

Paramètres	DCO (mg/L)		Hydrocarbures (mg/L)	
	Bassin exhaure	Bassin plateforme	Bassin exhaure	Bassin plateforme
Seuils réglementaires	90		0,5	
13/04/2021	< 30	< 30	< 0,5	< 0,5
12/07/2021	< 30	< 30	< 0,5	< 0,5
06/10/2021	< 30	< 30	< 0,5	< 0,5
03/02/2022	71	< 30	< 0,5	< 0,5
21/04/2022	75	< 30	< 0,2	< 0,2
28/06/2022	< 30	< 30	< 0,2	< 0,2

Fig. 21 : Qualité des eaux des rejets d'exhaure et de ruissellement

Ces résultats de qualité au niveau des deux points de rejet montrent des résultats conformes aux seuils réglementaires depuis 2021.



1.1.6.2. Suivi de la qualité du ruisseau de Langrotte

L'article 5.2.7.2 de l'Arrêté Préfectoral du 17 janvier 2013 précise que le ruisseau de Langrotte fait l'objet de la même surveillance trimestrielle que les points de rejet, en amont et en aval du site.

Article 5.2.7.2 - Surveillance des eaux superficielles du Langrotte

Le ruisseau de Langrotte fait l'objet de la même surveillance trimestrielle. Le choix des points de prélèvement des échantillons, réalisés en amont et en aval de l'ensemble des points de rejet du site industriel, donne une bonne représentation des perturbations éventuelles introduites par le site industriel. Les analyses portent sur les paramètres ci-dessus ainsi que la conductivité.

Fig. 22 : Extrait de l'article 5.2.7.2 de l'Arrêté Préfectoral du 17 janvier 2003

Les résultats de la qualité du ruisseau à l'amont et l'aval des rejets sont repris dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	pH		Température (°C)		Conductivité (µS/cm)		MEST (mg/L)	
	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
01/10/2019	sec	-	sec	-	sec	-	sec	-
09/03/2020	7,9	-	7,9	-	399	-	14	-
03/02/2021	7,5	7,8	9,9	10,1	355	350	182	102
13/04/2021	sec	7,9	sec	9,9	sec	619	sec	6
21/04/2022	sec	7,6	sec	15,3	sec	674	sec	38

Paramètres	DCO (mg/L)		Hydrocarbures (mg/L)	
	amont	aval	amont	aval
01/10/2019	sec	-	sec	-
09/03/2020	< 30	-	< 0,2	-
03/02/2021	< 30	< 30	< 0,5	< 0,5
13/04/2021	sec	< 30	sec	< 0,5
21/04/2022	sec	< 30	sec	< 0,2

Fig. 23 : Résultats de la qualité des eaux du ruisseau de Langrotte

Ces données montrent :

- le caractère très temporaire du ruisseau en amont de la carrière (sec la plupart du temps),
- une bonne qualité physico-chimique du ruisseau de Langrotte en aval du site,
- une amélioration de la qualité des eaux entre l'amont et l'aval (abattement de 80 mg/l en MES), pour la seule campagne de mesure réalisée avec un prélèvement en amont et en aval (février 2021).



1.1.6.3. IBGN

La société ExEco Environnement a effectué un IBGN sur le ruisseau de Langrotte, en aval de la carrière. (le ruisseau étant sec en amont, il n'a pas été possible de faire d'IBGN en amont)

Les résultats obtenus sont résumés ainsi par ExEco environnement :

STATIONS		IBGN (/20)	16
Cours d'eau	Commune		
Ru. de Langrotte	Vaiges (53)		
QUALITE BIOLOGIQUE			
<i>Macroinvertébrés</i>			
Indices Maxi-mini		(16-16)	
GIF (/9) - max/min		7 (7-7)	
Nb tx - Cl.V (/14)		33 / 10	
Effectifs		3637	
Signes de charge minérale			
Développement algal		absent	
Prolifération d'invertébrés types (hydrobies,...)		Hydrobiidae (58%)	
Signes de charge organique			
Sangues Erpobdelliidae		-	
Sangues Glossiphoniidae		1	
Crustacés Asellidae		-	

Fig. 24 : Résultats des IBGN menés par ExEco Environnement

« En 2021, le ruisseau de Langrotte présente une assez bonne diversité d'habitats avec des vitesses d'écoulements variées. Les supports considérés comme les plus biogènes (bryophytes et hydrophytes) sont partiellement présents.

Le colmatage limoneux observé sur la station limite l'expression de la qualité biologique de l'habitat en le « fermant ».

En 2021, le ruisseau de Langrotte obtient un IBGN de 16/20. L'indice apparaît comme robuste et place la station en classe de qualité « bonne » au sens de la norme NF T90-350 [...]

Le ruisseau de Langrotte est sec en amont de la carrière, sauf en cas de situation pluvieuse importante. Son débit en aval de la carrière est essentiellement constitué par les rejets de la carrière. **L'IBGN, qui est un indice intégrateur, témoigne d'un bon état biologique global. Il démontre ainsi la bonne qualité globale du rejet de la carrière.**



1.2. LES EAUX SOUTERRAINES

1.2.1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE REGIONAL

Rappel du contexte géologique

D'après la carte géologique du BRGM n°356 « Meslay-du-Maine », le secteur recoupe des terrains de différentes formations géologiques :

- des roches calcaires de la formation de Sablé (h1b-2b) datées du Tournaisien supérieur au Viséen moyen ;
- des schistes de la formation de Laval (h2c-3) datés du Viséen supérieur au Namurien ;
- le long du ruisseau de Langrotte, des alluvions d'âge holocène (Fz).

La carrière de la Hunaudière exploite les calcaires de la formation de Sablé.

Informations de la notice de la carte géologique

La notice de la carte géologique de Meslay du Maine mentionne les ressources en eau souterraine du secteur :

« La feuille Meslay ne comprend, au sens strict, qu'une nappe aquifère : celle des calcaires carbonifères, très sollicitée. Les calcaires dévonien, très mêlés de schistes, ne renferment pas de nappe étendue. Les autres terrains, constitués essentiellement de schistes et de grès quartzitiques plissés, ne sont susceptibles de donner des débits intéressants que dans les zones de fractures. L'exploitation des eaux souterraines se fait principalement par puits et sondages. Les sources, mises à part quelques émissaires de la nappe des calcaires carbonifères, ne donnent que des débits très faibles ; elles ne sont donc guère utilisées que pour abreuver le bétail dans les prairies. »

[...]

Nappe des calcaires carbonifères : Fracturés et irrégulièrement karstifiés, les calcaires carbonifères renferment un aquifère très utilisé, environ 80 % des forages de la feuille l'exploitent, avec des débits souvent importants (jusqu'à 50 m³/h). Ils se comportent comme un milieu discontinu où la fracturation et le karst jouent un rôle fondamental. Le karst peut être colmaté par de l'argile, rempli de sables, argileux ou perméables, ou encore être en circulation libre avec une partie supérieure dénoyée. Il est très irrégulièrement développé, sa géométrie est très mal connue et l'alimentation d'un forage peut varier avec le temps, être modifiée par exemple par le colmatage temporaire d'un boyau d'alimentation ou un éboulement. Très sensibles à la pollution, les pompages effectués dans cette nappe doivent être constamment surveillés. La qualité de l'eau est très variable. Pour la recherche de nouveaux sites de pompage, les réseaux karstiques non colmatés et les zones de fractures productives sont difficiles à prévoir. Le fréquent cloisonnement tectonique par des failles directionnelles et des failles tardihercyniennes obliques ou normales aux structures entraîne souvent un compartimentage en panneaux qui peuvent être productifs ou non. Dans ce cas, la recherche des zones de fractures drainantes est essentielle. Notons enfin, que des prélèvements d'eau se situent dans d'anciennes carrières noyées dont un pour l'alimentation en eau potable (synclinal de Bouère). »



Hydrogéologie

Dans le secteur d'étude, une masse d'eau souterraine a été définie par la SDAGE Loire Bretagne :

- « Sarthe Aval » UE code FRGG020.

La fiche technique de cette masse d'eau souterraine est présentée page suivante.

Le secteur de Vaiges est occupé par des formations dans lesquelles se distinguent deux types d'aquifères :

- **Un aquifère superficiel constitué par la porosité des horizons de surface :**
 - o La piézométrie de la nappe d'eau souterraine présente dans ce type de formation suit généralement la topographie à quelques mètres de profondeur.
 - o La productivité y est généralement faible et l'exploitation de l'eau souterraine s'y effectue essentiellement au moyen de puits ou de captage de sources.
- **Un aquifère profond qui se développe au gré des fractures du substratum.**
 - o La nappe est alimentée par drainance des horizons superficiels et le temps de séjour de l'eau est relativement long,
 - o La productivité de ce type d'aquifère est très variable et dépend de l'importance des fractures du sous-sol et du niveau de colmatage de celles-ci,
 - o dans le cas présent d'un aquifère calcaire, un phénomène de karstification peut apparaître et donner naissance à des écoulements souterrains privilégiés, avec présence de cavités ou de fractures élargies pouvant concentrer les écoulements.

Les principales réserves aquifères dans le secteur sont ainsi représentées par :

- la formation des calcaires de Sablé, constituant le gisement exploité par la carrière de la Hunaudière et directement influencé par le pompage d'exhaure. Cet aquifère karstique représente une ressource importante pour les usages privés, agricoles et publics (eau potable).
- les formations du Dévonien notées d2b-f sur la carte géologique, constituant une ressource probablement moins productive et utilisée pour des usages privés à des débits plus modestes.

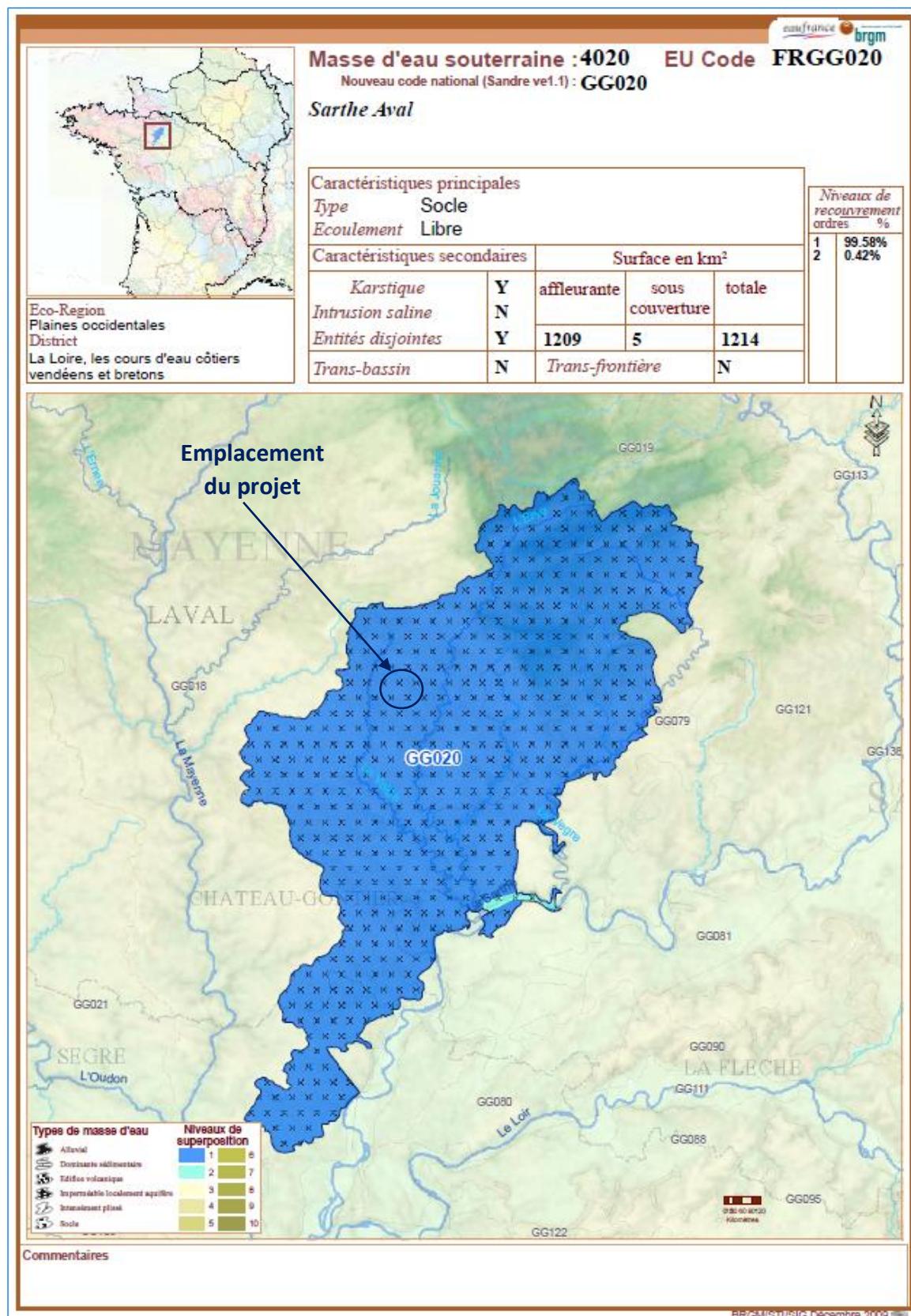


Fig. 25 : Fiche Masse d'eau souterraine « Sarthe Aval » UE code FRGG020



D'après la Base de Donnée des Limites des Systèmes Aquifères (BDLIsa), le projet est localisé au niveau de l'entité hydrogéologique « *Socle platonique et Sédimentaire dans les bassins versants de la Sarthe de la Végre (non inclus) à la Voutonne (inclus) et de l'Huisne (non inclus) à la Végre (inclus), (au contact du sédimentaire)* ».

La fiche technique suivante présente les masses d'eau souterraines où se situe le projet.

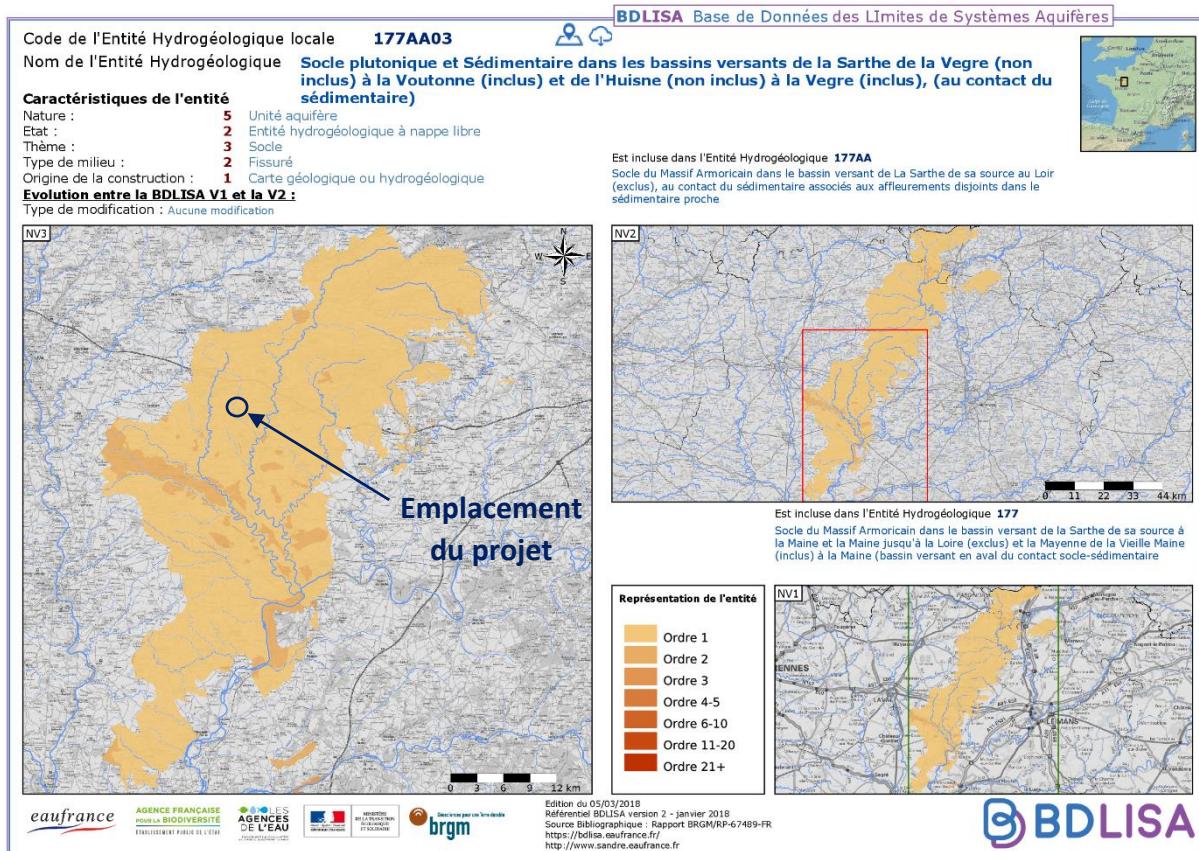


Fig. 26 : Présentation de l'entité hydrogéologique n°177AA03



1.2.2. INVENTAIRE DES EAUX SOUTERRAINES AUTOUR DU SITE

1.2.2.1. Données InfoTerre

Dans le cadre de ce projet d'extension de la carrière de la Hunaudière, un inventaire des points de prélèvements d'eau du secteur, basé sur la consultation de la base de données InfoTerre du BRGM (BSS : Banque de données du Sous-Sol), a été réalisé.

La carte jointe en fin de paragraphe localise l'ensemble des points recensés.

Le tableau suivant récapitule les informations collectées relatives aux ouvrages de la BSS.

Référence BSS	Type	Profondeur	Débit en m ³ /h	Usage
BSS004CHYN	Forage	28 m	15	Irrigation
BSS000ZSRL	Forage	70 m	Non renseigné	Non renseigné
BSS000ZSRQ	Forage	70 m	Non renseigné	Eau individuelle
BSS000ZSRB	Forage	80 m	3,5	Eau agricole
BSS000ZSRX	Forage	64 m	Non renseigné	Eau agricole
BSS000ZSRH	Forage	90 m	1	Chauffage, sonde géothermique
BSS000ZSRJ	Forage	90 m	1	Chauffage, sonde géothermique
BSS000ZSRD	Forage	50 m	25	Eau agricole
BSS000ZSQX	Forage	125 m	0,5	Eau agricole
BSS000ZSQW	Forage	48 m	0,05	Eau agricole
BSS000ZSQV	Forage	70 m	0,5	Eau agricole
BSS000ZSQU	Forage	70 m	0	Eau agricole
BSS000ZSQT	Forage	108 m	0	Eau agricole
BSS000ZSMV	Puits	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
BSS000ZSMR	Forage	19 m	Non renseigné	Eau collective
BSS000ZSMT	Puits	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
BSS000ZSMS	Forage	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
BSS000ZSMK	Forage	50 m	Non renseigné	Eau collective
BSS000ZSMQ	Forage	31 m	12	Eau collective
BSS000ZSMW	Puits	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné



Référence BSS	Type	Profondeur	Débit en m ³ /h	Usage
BSS000ZSMU	Puits	<i>Non renseigné</i>	<i>Non renseigné</i>	<i>Non renseigné</i>
BSS000ZSNJ	Forage	150 m	<i>Non renseigné</i>	<i>Non renseigné</i>
BSS000ZSMJ	Forage	25 m	50	Eau collective
BSS000ZSMM	Puits	10 m	55	Eau collective
BSS000ZSNL	Forage	112 m	<i>Non renseigné</i>	<i>Non renseigné</i>

Fig. 27 : Ouvrages recensés dans la BSS (BRGM) dans un rayon de 2 km autour du projet

La majorité des ouvrages est située à une distance supérieure à 1 km du projet. Seuls deux ouvrages se trouvent à proximité du site et dans le même contexte géologique :

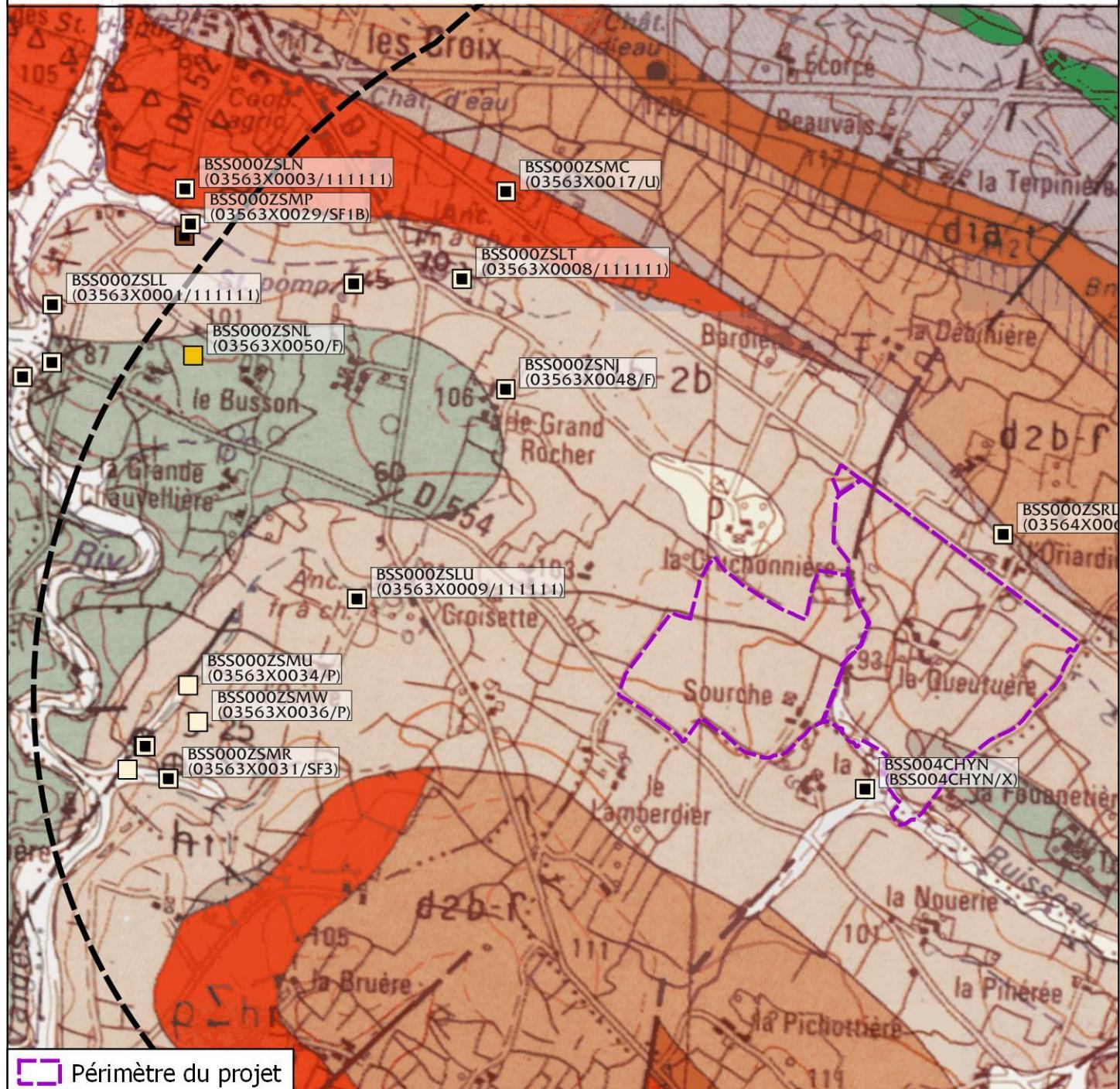
- BSS000ZSRL, localisé au Nord,
- BSS0004CHYN, localisé au Sud.

Les impacts sur ces ouvrages seront discutés au paragraphe 2.3.

h1b-2b : Carbonifère : Formation du Calcaire de Sablé (Tournaisien supérieur à Viséen moyen)

h2c-3 : Carbonifère : Formation des Schistes de Laval (Viséen supérieur-Namuriens)

Fz : Alluvions et remplissage de fonds de vallons indifférenciés, d'âge holocène : Sables et petits graviers de la basse Erve et de la Mayenne ; Limons bruns, souvent hydromorphes des autres vallées



0

500

1 000

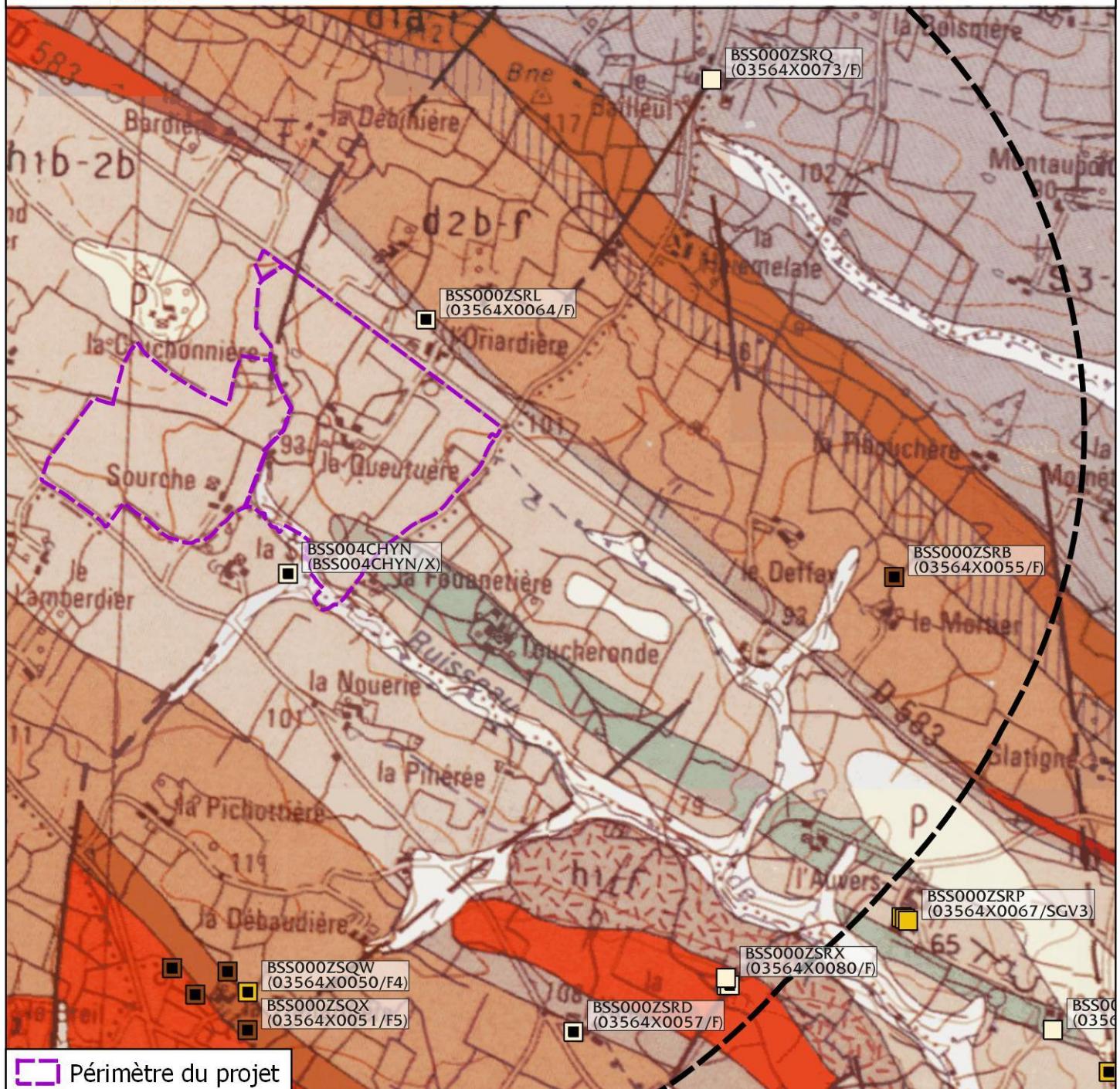
1 500 m

OUVRAGES BSS (Partie Ouest)

h1b-2b : Carbonifère : Formation du Calcaire de Sablé (Tournaisien supérieur à Viséen moyen)

h2c-3 : Carbonifère : Formation des Schistes de Laval (Viséen supérieur-Namurien)

Fz : Alluvions et remplissage de fonds de vallons indifférenciés, d'âge holocène : Sables et petits graviers de la basse Erve et de la Mayenne ; Limons bruns, souvent hydromorphes des autres vallées



0

500

1 000

1 500 m

OUVRAGES BSS (Partie Est)



1.2.2.2. Autres ouvrages

Un inventaire des ouvrages d'eau souterraine (puits et piézomètres) a été réalisé par IGC Environnement le 28 juin 2021 en périphérie du site, sur la base de l'inventaire réalisé par le bureau d'études Géoarmor en 2013, complété par une visite des riverains en porte à porte.

Lors de cet inventaire, un nouveau puits a été inventorié : le puits numéroté P10, situé au lieu-dit « Le Petit Salvert ».

Dans le cadre du projet, 3 nouveaux piézomètres de 40 m de profondeur ont été implantés en mai 2021 (PZ4 bis, PZ9 et PZ11). Ces piézomètres ont fait l'objet d'une déclaration au titre de la loi sur l'eau, ayant donné lieu à un récépissé en date du 5/02/2021 et un accord de la DDT en date du 19 mars 2021.

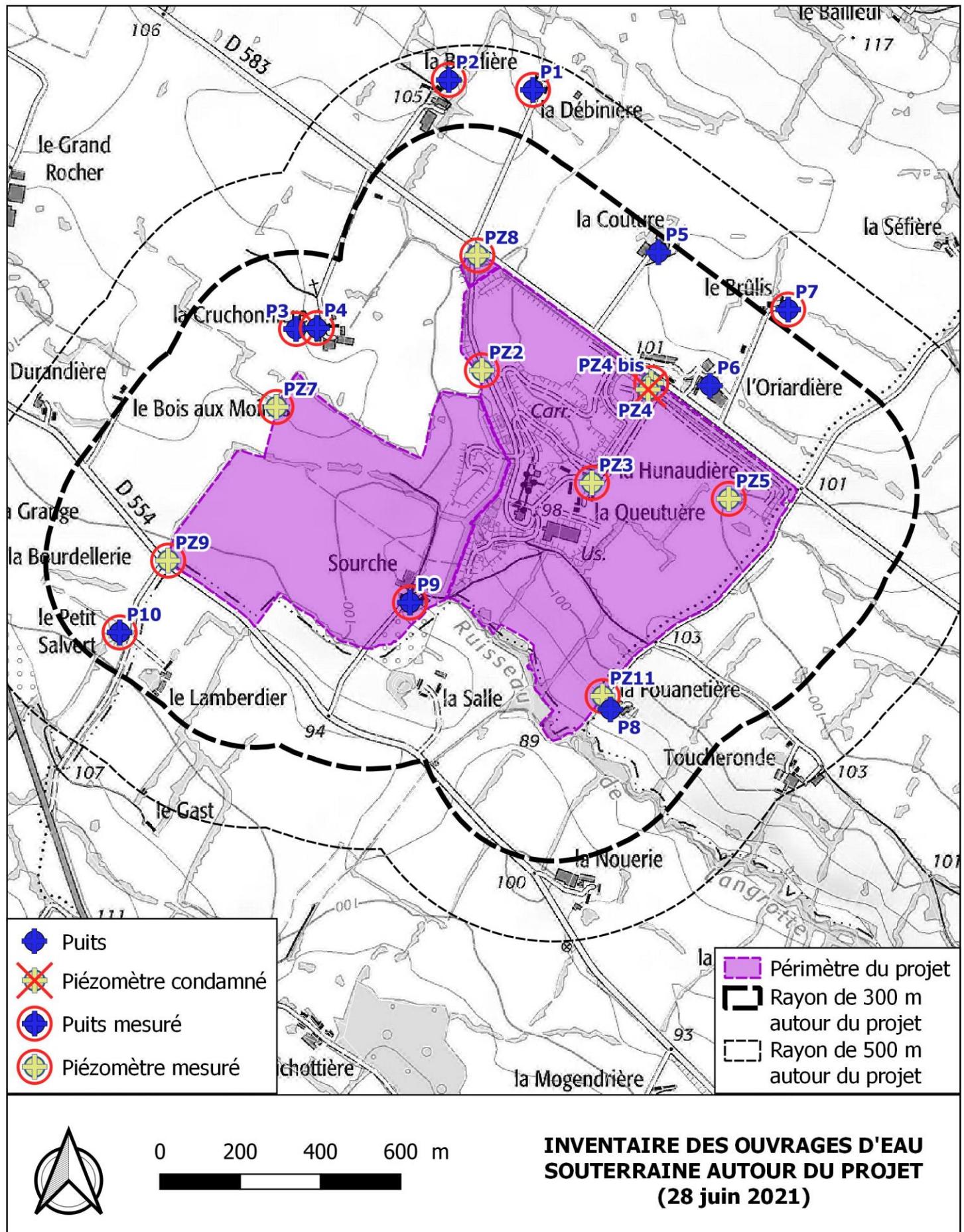
Les niveaux piézométriques ont été mesurés dans les ouvrages le 28 juin 2021.

Le descriptif de ces ouvrages et les mesures piézométriques effectuées sont présentés dans le tableau suivant.

Référence sur le plan	Type	Résultat du 28 juin 2021		Usage / remarques
		Sol (m NGF)	Niveau de nappe (m NGF)	
P1	Puits	104,5	102,15	Jardin
P2	Puits	105,5	101,05	Agricole et AEP privé
P3	Puits	105,3	97,66	Aucun
P4	Puits	104,5	98,09	Aucun
P5	Puits	104,1	/	Aucun
P6	Puits	105	/	Aucun, sec
P7	Puits	106	104,62	Chiens et jardin
P8	Puits	95	/	Non retrouvé
P9	Puits	94	90,42	Aucun
P10	Puits	98,5	91,67	Aucun
PZ2	Piézomètre	96,72	85,98	Suivi piézométrique
PZ3	Piézomètre	102,19	87,9	Suivi piézométrique
PZ4	Piézomètre	100,61	/	Condamné (remplacé par PZ4 bis)
PZ4 bis	Piézomètre	100,89	80,31	Suivi piézométrique
PZ5	Piézomètre	99,49	91,95	Suivi piézométrique
PZ7	Piézomètre	104,68	98,7	Suivi piézométrique
PZ8	Piézomètre	98,59	74,25	Suivi piézométrique
PZ9	Piézomètre	99,16	91,52	Suivi piézométrique
PZ11	Piézomètre	95,28	92	Suivi piézométrique

Fig. 29 : Inventaire des ouvrages d'eau les plus proches du projet

Le plan joint en page suivante localise ces ouvrages.





1.2.3. SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES

1.2.3.1. Suivi piézométrique

L'article 5.2.8.3 de l'arrêté préfectoral d'autorisation du 17 janvier 2013 précise les prescriptions suivantes :

Article 5.2.8.3 - Surveillance de l'influence de la carrière sur la nappe des calcaires de Sablé

L'exploitant procède à un contrôle au moins trimestriel du niveau des 6 piézométriques précités en périodes de basses et de hautes eaux dont l'évolution se réfère à la mesure de l'état initial réalisé préalablement à cette surveillance.

L'exploitant procède à un contrôle au moins annuel du niveau des 9 puits en période des basses eaux. Ces points de contrôle sont retenus sous réserve d'un accord formel des propriétaires des terrains concernés.

Les relevés sont utilisés pour mettre à jour annuellement la notice hydrologique et hydrogéologique présentée dans le dossier de demande d'autorisation, et notamment les esquisses piézométriques.

L'exploitant procède à un suivi analytique annuel de la qualité des eaux souterraines des 6 piézomètres selon les paramètres suivants : Potentiel hydrogène (pH), Température (T°), Conductivité, Matières en suspension (MEST), Hydrocarbures totaux (HCT) et Demande Chimique en Oxygène (DCO).

Fig. 31 : Extrait de l'article 5.2.8. de l'Arrêté du 17 janvier 2013

La société FACO a mandaté le LCBTP pour la réalisation :

- du suivi trimestriel du niveau de la nappe au droit de 6 piézomètres,
- du suivi annuel de la qualité des eaux souterraines au droit des 6 piézomètres,
- du suivi annuel du niveau de la nappe au droit des 9 puits en période de basses eaux,
- et depuis leur mise en place en 2021, du suivi trimestriel du niveau de la nappe au droit des 2 nouveaux piézomètres (PZ9 et PZ11) et du puits P9.



Les tableaux ci-dessous présentent les niveaux piézométriques dans les piézomètres depuis 2008 et dans les puits riverains depuis 2015.

	NP (m NGF)										
01/04/2014	86,27	97,62	97,26	103,02	84,48						
01/07/2014	86,19	95,63	95,48	99,72	83,76						
01/10/2014	85,77	94,54	94,66	98,82	83,61						
01/02/2015	90,27	96,44	97,46	101,42	84,11						
01/04/2015	87,12	95,44	96,56	100,25	83,86						
01/07/2015	85,92	94,09	95,11	99,07	83,41						
01/10/2015	85,67	92,96	89,94	98,24	83,13						
01/02/2016	90,12	95,80	97,41	102,62	85,51						
01/04/2016	87,77	94,72	96,56	101,70	85,51						
01/07/2016	85,98	92,66	94,81	98,42	83,21						
01/10/2016	84,97	90,74	93,06	98,52	76,41						
01/02/2017	85,87	92,34	95,46	99,42	76,31						
01/04/2017	85,67	91,74	94,86	100,22	75,16						
01/07/2017	84,97	88,94	92,26	98,62	74,51						
01/10/2017	84,90	88,60	91,51	97,42	74,06						
01/02/2018	90,17	90,64	96,26	101,82	76,71						
01/04/2018	93,77	91,84	97,16	103,62	77,01						
01/07/2018	90,80	88,75	93,16	100,22	74,36						
01/10/2018	83,75	87,75	91,46	98,67	73,81						
06/02/2019	90,80	90,24	96,26	101,72	77,01						
01/04/2019	85,80	89,25	94,61	100,92	73,51						
01/07/2019	84,67	87,64	91,86	98,52	73,11						
01/10/2019	84,37	87,34	90,86	97,72	73,11						
10/02/2020	93,00	92,55	98,01	104,32	75,36						
01/04/2020	88,20	90,30	95,96	102,27	73,76						
01/07/2020	86,14	87,89	92,45	99,60	73,21						
01/10/2020	85,62	87,29	90,91	98,27	73,06						
01/02/2021	93,20	91,84	97,16	104,32	77,46						
01/04/2021	86,60	88,30	92,96	100,17	73,46						
01/07/2021	85,62	87,99	92,01		73,21	80,89	91,46			92,00	
01/10/2021	88,05	88,34	92,27	98,34	74,50	86,47	90,58		90,89	86,02	
01/02/2022	86,97	88,85	93,61	101,62	74,06	78,84	92,41		92,04	94,00	
01/04/2022	85,82	87,39	91,41	99,77	72,26	76,39	91,66		91,39	93,00	
01/07/2022	85,17	86,96	89,91	98,37	70,06	74,89	90,76		90,69	91,50	
01/10/2022	85,05	86,75	89,26	97,67	66,06	74,54	90,11		90,34	90,40	

Fig. 32 : Historique du suivi des niveaux piézométriques dans les piézomètres depuis 2008

Identifiant	Cote du sol (m NGF)	10/10/15	10/10/19	10/10/17	10/05/18	10/10/18	10/10/19	07/04/20	15/10/20	06/10/21	12/10/22
P1	104,5	101,2	100,9	sec	103,3	101,1	sec	103,3	sec	101,5	sec
P2	105,5	95,1	95,7	95,2	104	97	sec	96,6	101,5	101,9	101,65
P3	105,3	sec	97,6	sec	98	97	sec	100,7	inaccessible	sec	sec
P4	104,5	98,6	98,5	sec	98,5	97,8	sec	101,1	97,6	sec	sec
P5	104,1	102,5	102,1	102,1	103,8	102,1	102	103,6	101,8	103,7	102,3
P6	105	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec
P7	106	101,2	100,1	102,9	105	99,1	sec	104,2	103,3	104,4	103,8
P8	95	91	90,4	90,4	93,8	90,2	89,9	93,4	90,1	91,8	90,35
P9	94	88,9	88,5	sec	sec	sec	sec	absent	absent	90,1	89,5

Fig. 33 : Historique du suivi des niveaux piézométriques dans les puits depuis 2015



Le graphique suivant illustre l'évolution des niveaux des piézomètres depuis 2009.

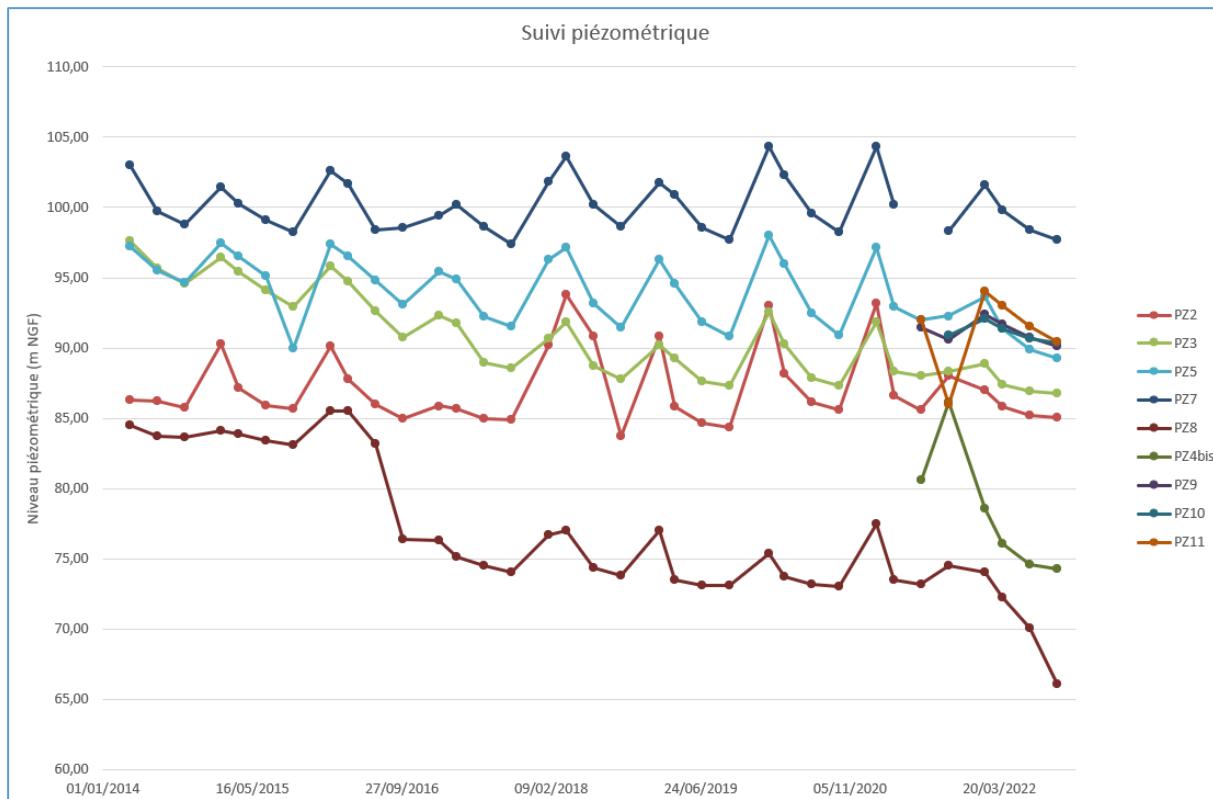


Fig. 34 : Evolution des niveaux piézométriques dans les piézomètres depuis 2013

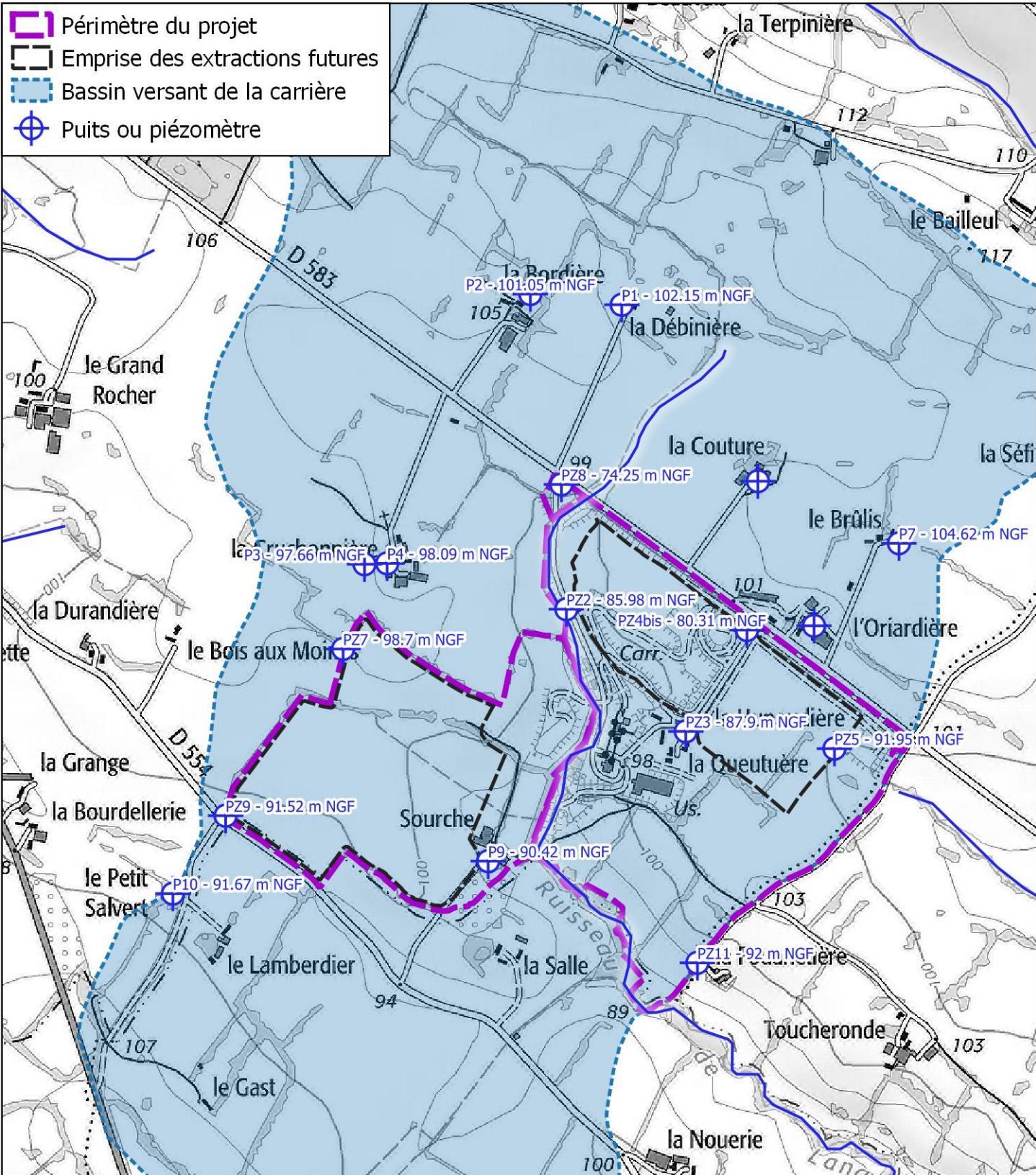
Il montre :

- Des variations interannuelles (hautes eaux / basses eaux) de l'ordre de 5 à 10 mètres pour l'ensembles des ouvrages suivis,
- L'absence de baisse de niveau depuis 2013 pour PZ7, PZ5, PZ2,
- Une baisse de niveau progressive de PZ3 de 2014 à 2017 et stable depuis,
- Une baisse de niveau marquée pour PZ8, en 2016 puis en 2022.

Les données mesurées sur les piézomètres et les puits permettent de dresser des cartes piézométriques de la nappe. Les cartes ainsi dressées au 28/06/2021 et au 12/10/2022 sont jointes en pages suivantes.

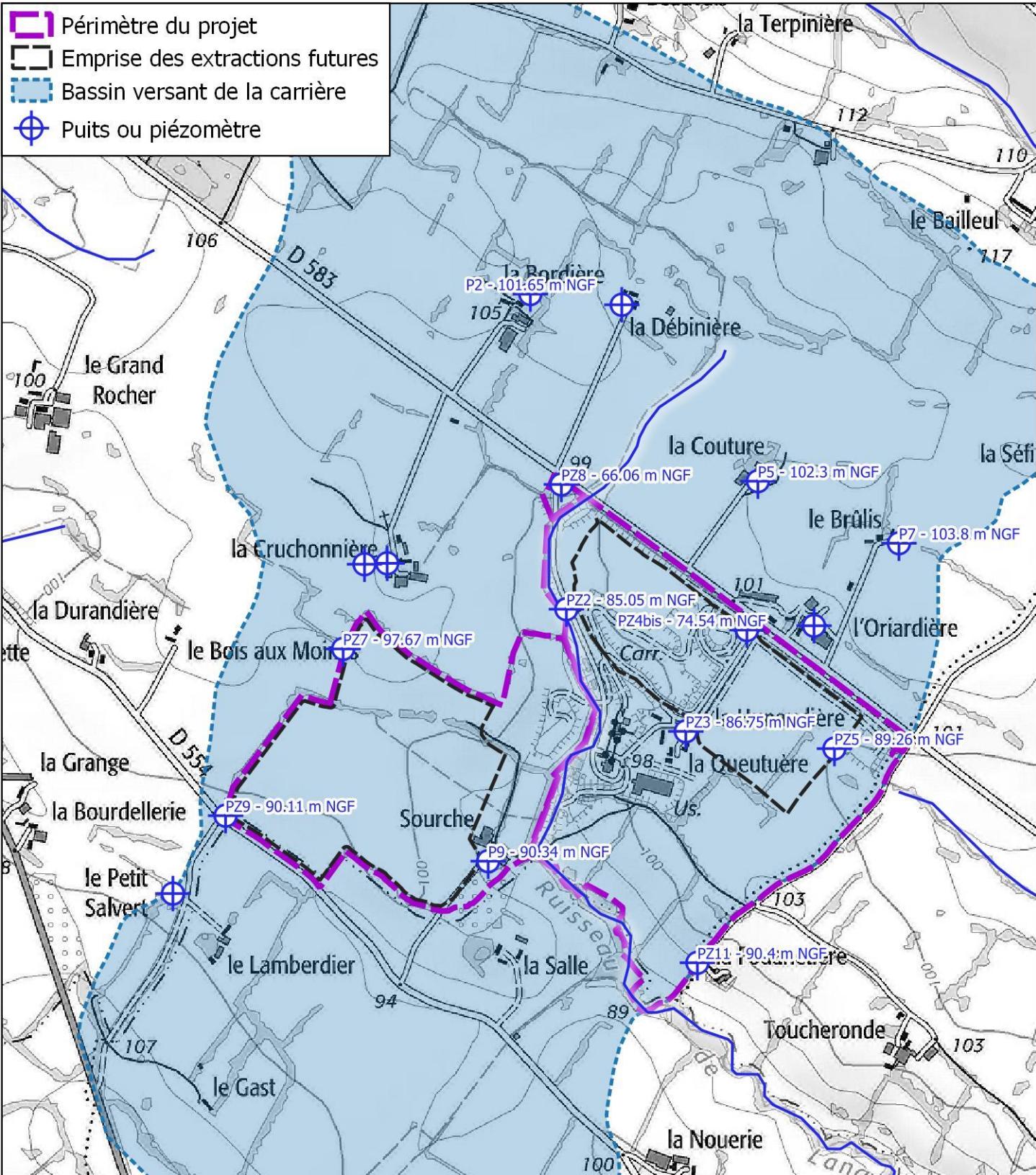
Ces cartes montrent :

- Un niveau d'eau nettement plus élevé dans les schistes au Nord (P1, P2, P7),
- Une influence de la carrière sur le niveau des piézomètres les plus proches des extractions (PZ8 en particulier)
- Des écoulements globalement orientés du Nord-Ouest (PZ7, P3, P4) vers le Sud (PZ9, P10) et le Sud-Est (P9, PZ11).



0 200 400 600 m

NIVEAUX D'EAUX DE LA NAPPE
28/06/2021



0 200 400 600 m

NIVEAUX D'EAUX DE LA NAPPE
Basses eaux : 12/10/2022



1.2.3.2. Suivi qualitatif

L'extrait ci-dessous du rapport du laboratoire CBTP du 21 avril 2022 présente, dans le cadre du suivi annuel de qualité des eaux, les résultats des analyses pour les piézomètres.

PARAMETRES	N° PIEZOMETRES	PZ2	PZ3	PZ4bis	Seuils de référence issus de l'annexe II de l'Arrêté du 11/01/07 *
	N° ECHANTILLON	C2112012	C2112013	C2112014	
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES					
pH	NF EN ISO 10523	7,2	6,9	7,1	
Température en °C	NF EN ISO 10523	14,9	17,0	16,6	< 25
Conductivité en µS/cm	NF EN 27888	546	896	754	
MATIERES ORGANIQUES ET DERIVES					
MEST (filtre GF/ C47 mm Whatman) en mg/l	NF EN 872	48	3294	316	
DCO en mg/L d'O2	NF T 90-101	< 30	< 30	< 30	
POLLUANTS ORGANIQUES DIVERS					
Hydrocarbures totaux en mg/L	NF EN ISO 9377-2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 1

PARAMETRES	N° PIEZOMETRES	Pz5	PZ7	PZ8	Seuils de référence issus de l'annexe II de l'Arrêté du 11/01/07 *
	N° ECHANTILLON	C2112015	C2112008	C2112009	
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES					
pH	NF EN ISO 10523	7,9	6,9	7,2	
Température en °C	NF EN ISO 10523	17,8	16,0	14,1	< 25
Conductivité en µS/cm	NF EN 27888	578	873	644	
MATIERES ORGANIQUES ET DERIVES					
MEST (filtre GF/ C47 mm Whatman) en mg/l	NF EN 872	31	27	504	
DCO en mg/L d'O2	NF T 90-101	< 30	< 30	66	
POLLUANTS ORGANIQUES DIVERS					
Hydrocarbures totaux en mg/L	NF EN ISO 9377-2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 1

Fig. 37 : Suivi de qualité des eaux souterraines – extrait du rapport CBTP du 21 avril 2022

Le rapport du LCBTP conclut : « Les eaux souterraines possèdent un pH neutre à légèrement basique et une conductivité qui traduit une minéralisation moyenne. Leur température est relativement homogène et douce. Aucune trace d'hydrocarbures n'a été détectée au niveau de piézomètres. »



Les tableaux suivants présentent les résultats d'analyses des eaux souterraines depuis 2020 :

Paramètres	PZ2			PZ3			Seuils réglementaires
	07/04/20	13/04/21	21/04/22	07/04/20	13/04/21	21/04/22	
pH	7,6	7,5	7,2	6,9	7	6,9	-
Température (°C)	12,9	12,8	14,9	13,3	12,6	17	25
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	479	506	546	851	899	896	-
MEST (mg/l)	66	13	48	86	361	3294	-
DCO (mg/l)	<30	<30	<30	<30	<30	<30	-
Hydrocarbures (mg/l)	<0,2	<0,5	<0,2	<0,2	<0,5	<0,2	1

Paramètres	PZ4bis			PZ5			Seuils réglementaires
	07/04/20	13/04/21	21/04/22	07/04/20	13/04/21	21/04/22	
pH	-	-	7,1	7,8	8,1	7,9	-
Température (°C)	-	-	16,6	12,2	12,3	17,8	25
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	-	-	754	537	540	578	-
MEST (mg/l)	-	-	316	5	26	31	-
DCO (mg/l)	-	-	<30	<30	<30	<30	-
Hydrocarbures (mg/l)	-	-	<0,2	<0,2	<0,5	<0,2	1

Paramètres	PZ7			PZ8			Seuils réglementaires
	07/04/20	13/04/21	21/04/22	07/04/20	13/04/21	21/04/22	
pH	7,1	7,2	6,9	7,1	7,3	7,2	-
Température (°C)	11,8	14,7	16	10,8	10,9	14,1	25
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	797	774	873	630	604	644	-
MEST (mg/l)	48	14	27	298	81	504	-
DCO (mg/l)	<30	<30	<30	<30	<30	66	-
Hydrocarbures (mg/l)	<0,2	<0,5	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2	1

Fig. 38 : Historique du suivi des eaux souterraines depuis 2020

Ces données montrent :

- un respect systématique des seuils de l'Arrêté Préfectoral sur la qualité des eaux souterraines (paramètres concernés : T° et hydrocarbures),
- des valeurs de pH et de conductivité classiques pour des eaux d'un aquifère calcaire,
- des valeurs de DCO systématiquement inférieures au seuil de détection, exception faite de PZ8 en avril 2022. L'origine de cette valeur (qui reste relativement modérée cependant : 66 mg/l) n'est vraisemblablement pas liée à la carrière (pollution organique).



1.2.4. USAGE DES EAUX SOUTERRAINES

1.2.4.1. Alimentation en eau potable

D'après les données collectées auprès de l'Agence Régionale de Santé de Mayenne, il existe plusieurs captages d'eau destinés à la consommation humaine sur la commune de Vaiges et ses communes limitrophes :

- le captage de l'Ecrillé, situé sur la commune de Vaiges, à 1,7 km à l'Ouest du projet et dont le périmètre de protection complémentaire se trouve à 320 m des limites Ouest du projet,
- le captage de la Fortinière, situé sur la commune de La Bazouge de Chemeré, à 2,7 km au Sud-Ouest du projet et dont le périmètre de protection complémentaire se trouve à 1,4 km des limites Ouest du projet,
- le captage du Moulin de Rousson, situé sur la commune de Saulges, à 6,5 km au Sud-Est du projet.

Ces trois captages exploitent l'aquifère calcaire.

Aucun des périmètres de protection rapprochés de ces captages n'intersecte le bassin versant topographique de la carrière.

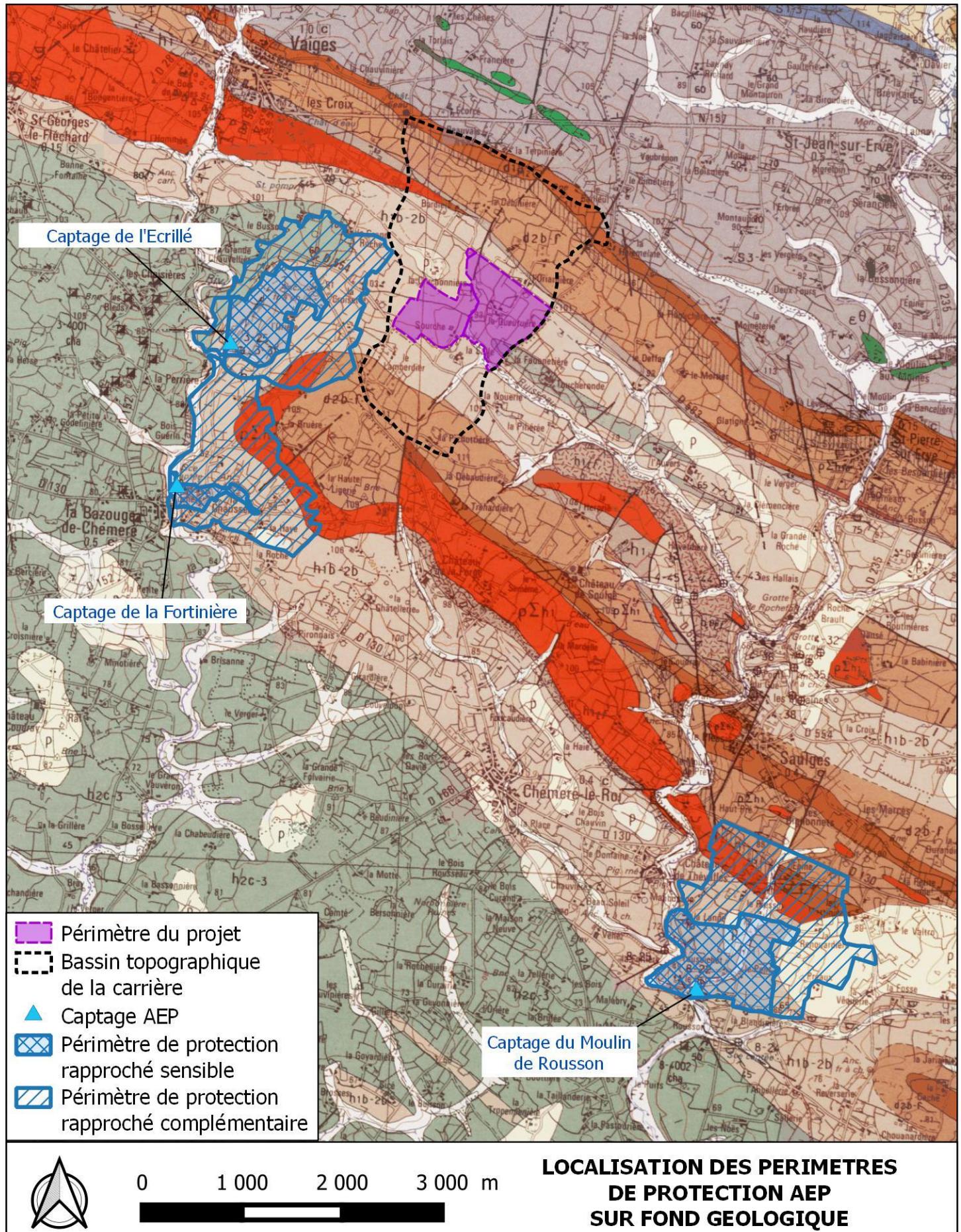
A noter que le projet borde la Zone de Protection de l'Aire d'Alimentation de Captage de l'Ecrillé, définie par Arrêté Préfectoral du 12 janvier 2010. Le règlement de cet Arrêté indique que cette zone de protection doit être défini un programme d'actions en vue d'améliorer la qualité des eaux du captage.

Les cartes pages suivantes localisent :

- les captages AEP et leurs périmètres de protection rapprochés
- la délimitation de la Zone de Protection de l'Aire d'Alimentation de Captage de l'Ecrillé.

1.2.4.2. Autres usages

Dans les hameaux à proximité immédiate de la carrière, les eaux souterraines sont utilisées pour des usages privés (agriculture, jardinage, AEP privé).



Annexe à l'Arrêté n° 2011 T 0015

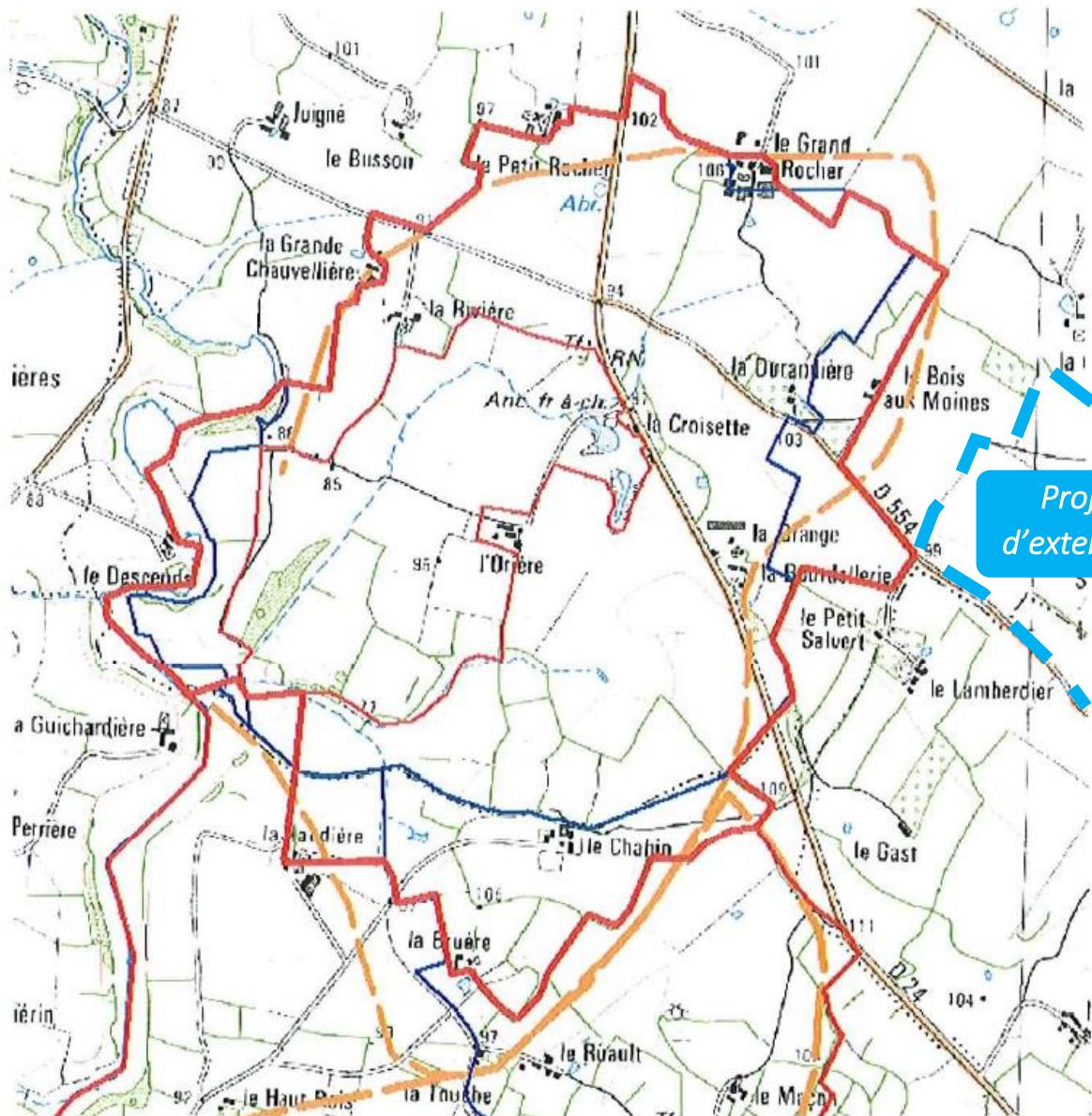
Bassin d'Alimentation de Captage de l'Ecrille – SIAEP de Chémeré le Roi

Fig. 40 : Délimitation de la Zone de Protection de l'Aire d'Alimentation de Captage de l'Ecrillé

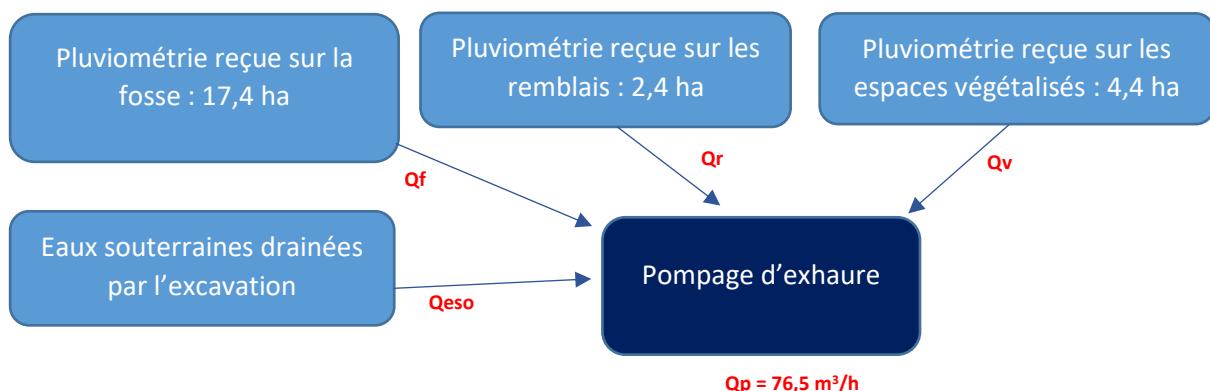


1.2.5. ESTIMATION DU DEBIT D'EAUX SOUTERRAINES ACTUEL

Le débit d'exhaure actuel de la carrière est lié :

- Aux eaux pluviales collectées par le bassin du fond de fouille, provenant :
 - o De l'excavation,
 - o Des remblais,
 - o Des espaces végétalisés,
- Aux eaux souterraines drainées par l'excavation.

Le schéma suivant illustre ces arrivées d'eau :



En considérant les débits suivants :

- Q_f = pluviométrie reçue sur la fosse
- Q_r = pluviométrie reçue sur les remblais
- Q_v = pluviométrie reçue sur les espaces végétalisés
- Q_{eso} = débit d'eaux souterraines drainées par l'excavation
- Q_p = débit de pompage

Le schéma peut se traduire par l'équation suivante :

$$Q_p = Q_f + Q_r + Q_v + Q_{eso}$$

En estimant ces différents débits, l'équation va permettre de connaître la part des eaux souterraines dans le débit de rejet :

$$Q_{eso} = Q_p - (Q_f + Q_r + Q_v)$$

Le plan page suivante délimite les secteurs dont les ruissellements sont drainés par le fond de fouille.



0 100 200 300 m

COLLECTE DES EAUX PLUVIALES PAR LE FOND DE FOUILLE



Durant l'année 2021, il a été estimé un débit d'exhaure de 76,5 m³/h (cf paragraphe 1.1.4).

Au cours de cette période, la pluviométrie reçue représente 704 mm soit environ 0,7 m (donnée Météo France).

En considérant :

- Coefficient de ruissellement sur la fosse : 0,8
- Coefficient de ruissellement sur les remblais : 0,4
- Coefficient de ruissellement sur les espaces végétalisés : 0,2

Qf correspond à la pluviométrie ruisselant sur l'excavation et rejoignant le fond de fouille :

$$Qf = 17,4 \text{ ha} \times 0,7 \text{ m} \times 0,8 = 97\ 440 \text{ m}^3/\text{an}, \text{ soit } 11,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Qr correspond à la pluviométrie ruisselant sur les remblais et rejoignant le fond de fouille :

$$Qr = 2,4 \text{ ha} \times 0,7 \text{ m} \times 0,4 = 6\ 720 \text{ m}^3/\text{an}, \text{ soit } 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Qv correspond à la pluviométrie ruisselant sur les espaces végétalisés du site et rejoignant le fond de fouille :

$$Qv = 4,4 \text{ ha} \times 0,7 \text{ m} \times 0,2 = 6\ 160 \text{ m}^3/\text{an}, \text{ soit } 0,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Calcul du débit d'eaux souterraines Qeso actuel :

$$\text{Qeso} = Qp - (Qf + Qr + Qv)$$

$$\text{Qeso} = 76,5 - (11,1 + 0,8 + 0,7)$$

$$\text{Qeso} = 63,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

On retiendra ainsi qu'en 2021, le débit de rejet moyen issu du pompage en fond de fouille a été de 76,5 m³/h, dont :

- **12,6 m³/h d'eau pluviale,**
- **63,9 m³/h d'eau souterraine.**

Remarque :

Sachant que la pluviométrie moyenne au Mans de 1991 à 2020 représente 693,4 mm, on pourra considérer que les calculs faits sur l'année 2021 (avec 704 mm) sont représentatifs d'une année légèrement plus pluvieuse qu'une année moyenne (écart de seulement +1,5%).



1.3. LE CLIMAT – BILAN HYDRIQUE

1.3.1. CLIMATOLOGIE

Les données météorologiques du secteur de Vaiges sont issues de la station du Mans (1991-2020), consultables sur le site www.meteofrance.fr et reprises ci-dessous.

Ces données caractérisent un climat doux, avec une température annuelle moyenne de 12,4 °C et des précipitations moyennes, avec un cumul annuel moyen de 693,4 mm.

FICHE CLIMATOLOGIQUE													
Statistiques 1991–2020 et records													
LE MANS (72)													
Indicatif : 72181001, alt : 51m, lat : 47°56'44"N, lon : 0°11'39"E													
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C)													
Date	17.2	21.8	25.6	30.3	32.4	39.7	41.1	40.5	35	30	22.2	18.3	41.1
	27-2003	27-2019	31-2021	17-1945	27-2005	18-2022	25-2019	06-2003	14-2020	03-2011	01-2015	07-2000	2019
Température maximale (moyenne en °C)													
	8.4	9.7	13.3	16.6	20.1	23.6	26	26	22.2	17.2	11.9	8.8	17
Température moyenne (moyenne en °C)													
	5.5	5.9	8.7	11.3	14.9	18.2	20.3	20.1	16.7	13	8.6	5.9	12.4
Température minimale (moyenne en °C)													
	2.7	2.2	4	6	9.7	12.9	14.6	14.3	11.2	8.8	5.2	2.9	7.9
La température la plus basse (°C)													
Date	-18.2	-17	-11.3	-4.9	-3.7	1.6	3.9	3.2	-0.5	-5.4	-12	-21	-21
	17-1987	15-1956	01-2005	07-1956	07-1957	04-1975	08-1954	15-1956	21-1952	29-1947	23-1956	29-1964	1964
Nombre moyen de jours avec													
Tx >= 30°C	.	.	.	.	0.3	2.5	5.9	5.4	1.2	0.0	.	.	15.3
Tx >= 25°C	.	.	.	1.4	4.5	10.7	17.1	16.9	6.9	0.7	.	.	58.3
Tx <= 0°C	0.8	0.8	0.0	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.4	2.1
Tn <= 0°C	8.9	9.5	5.3	1.7	0.1	.	.	.	.	0.9	4.1	9.2	39.8
Tn <= -5°C	1.8	1.1	0.1	.	.	.	.	.	.	0.0	0.4	1.2	4.6
Tn <= -10°C	0.1	0.3	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	0.0	0.5
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)													
Date	44.2	39.4	34	30.7	85	49.6	41.6	44.5	52.8	56.6	49.6	34.9	85
	11-1993	25-1997	07-1989	30-2015	31-2008	26-1958	13-2001	07-1965	12-1967	02-2021	20-1965	15-1964	2008
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)													
	65.9	49.1	52.2	51.1	63.2	55.1	49.4	49	50.8	65.5	67.1	75	693.4
Nombre moyen de jours avec													
Rr >= 1 mm	11.0	9.6	9.4	9.0	9.5	7.9	7.3	7.1	7.7	10.6	11.3	11.6	112.1
Rr >= 5 mm	4.5	3.3	3.6	3.7	4.1	3.7	2.9	3.0	3.3	4.2	4.4	5.4	46.2
Rr >= 10 mm	2.1	1.2	1.2	1.4	1.9	1.8	1.6	1.5	1.5	1.9	1.8	2.4	20.3
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													

Page 1/2

Fig. 42 : Fiche climatologique du Mans (72)



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1991–2020 et records

LE MANS (72)

Indicatif : 72181001, alt : 51m, lat : 47°56'44"N, lon : 0°11'39"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	JUIL.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)													
	386.6	340.7	289.3	201.5	106.3	35.7	11.4	11.5	58.7	156.5	282.8	376.6	2257.6
Rayonnement global (moyenne en J/cm ²)													
	10004	18314	33309	49323	59907	62193	65448	55677	41215	23662	12743	8965	440760.0
Durée d'insolation (moyenne en heures)													
	65	93.6	139.2	180	206.6	220.7	232.9	226.1	185.2	117.8	75	66.5	1808.5
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)													
	10.6	21.9	51.2	84.9	115.7	136.7	147.1	121.5	77.7	37.3	14.0	9.8	828.4
La rafale maximale de vent (m/s)													
	28	34	27	28	26	28	28	21	24.2	28.8	36	35	36
Date	22-1995	03-1990	24-1986	22-1996	07-1999	21-1986	27-1983	28-2020	13-2016	07-2009	26-1983	26-1999	1983
Vitesse du vent moyen sur 10 mn (moyenne en m/s)													
	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3	2.8	2.5	2.5	2.6	2.6	2.9	2.9
Nombre moyen de jours avec rafales													
	>= 16 m/s	3.9	3.8	3.2	2.6	1.8	1.2	0.9	0.8	1.3	1.8	2.0	27.1
	>= 28 m/s	0.0	0.1	.	0.0	.	.	.	.	0.0	.	0.0	0.2
	16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h												
Nombre moyen de jours avec													
Brouillard	Données non disponibles												
Orage	Données non disponibles												
Grêle	Données non disponibles												
Neige	1.4	-	0.5	0.1	.	.	.	.	.	-	0.2	1.5	-

- : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1991–2020 sauf pour les paramètres suivants : rayonnement global (2010–2020), ETP (2001–2020).

Page 2/2

N.B.: La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues

Édité le : 06/10/2022 dans l'état de la base

en l'état ou sous forme de produits dérivés est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Direction de la Climatologie et des Services Climatiques
42 avenue Gustave Coriolis – 31057 Toulouse Cedex

1.3.2. BILAN HYDRIQUE SUR LE BASSIN VERSANT

L'objectif du bilan hydrique est d'établir la relation entre les entrées et sorties en eau d'une unité hydrologique selon un pas de temps donné. Ce bilan est basé sur la résolution de l'équation suivante :

$$P = ETR + I + R + \Delta RU = ETR + Peff + \Delta RU$$

P : précipitations brutes, **ETR** : évapotranspiration réelle, **I** : infiltration, **R** : ruissellement, **ΔRU** : variation de la Réserve Utile du sol et **Peff** : pluie efficace, **ETP** : Evapotranspiration Potentielle

A l'échelle du bassin versant de la carrière, ce bilan hydrique va permettre de connaître la part de pluie qui s'infiltra ou ruisselle.

A partir des données d'évapotranspiration potentielle (ETP), des précipitations brutes et de la valeur de la réserve utile du sol, il est possible de dresser un bilan hydrique et d'évaluer la proportion de précipitations efficaces. Ces dernières correspondent à la part des pluies brutes qui ne repart pas dans l'atmosphère. Ainsi, le volume de précipitations efficaces calculé est à la fois disponible pour l'infiltration et le ruissellement.

La réserve utile (RUmax) représente la quantité d'eau maximale que le sol peut contenir et restituer aux racines pour la vie végétale. Elle dépend de plusieurs caractéristiques du sol (taux d'argiles, teneur en éléments grossiers, épaisseur du sol, etc.). En France, sa valeur est comprise entre 0 et 200 mm, et à l'emplacement du projet elle est estimée entre inférieure à 50 et 100 mm d'après les données cartographiques de l'INRAE (<https://data.inra.fr/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.15454/JPB9RB>). Pour les besoins des calculs, la RUmax sera fixée à 75 mm sur le site de la Hunaudière.

La pluie efficace (Peff) et l'évapotranspiration réelle (ETR) ont été calculées par bilan hydrologique au moyen du modèle de Thornthwaite.

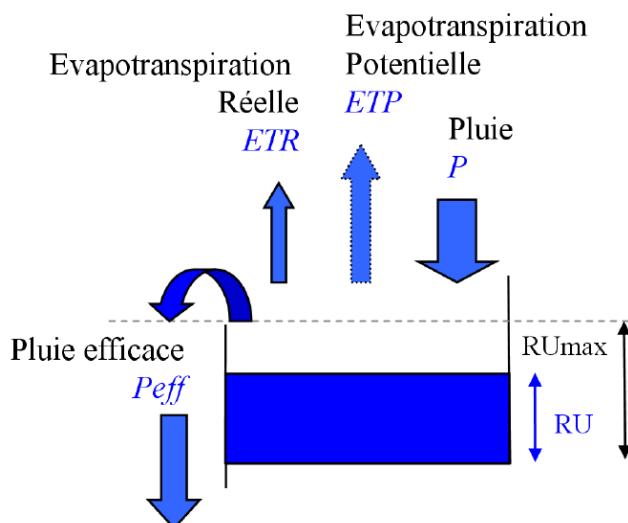


Fig. 43 : Modèle de Thornthwaite

Dans le cas de nos calculs, le pas de temps n est mensuel (degré de précision des fiches climatologiques). Pour les besoins des calculs, l'hypothèse de départ est que RU^n vaut 0 à la fin de la période d'étiage, fin août. Ainsi, les calculs sont initialisés à partir du mois de septembre.



Le tableau suivant détaille le calcul de la pluie efficace au cours d'une année moyenne, à partir des données locales de RUmax et des données de pluviométrie et d'ETP du Mans.

Valeurs moyennes de 1991 à 2020	Pluie brute (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	RU (mm)	Ruisseaulement (mm)	Infiltration (mm)	Pluie efficace (RUmax = 75 mm)	
							mm	%/pluie brute
septembre	50,8	77,7	50,8	0,0	0,0	0,0	0	0,0
octobre	65,5	37,3	37,3	0,0	0,0	0,0	0	0,0
novembre	67,1	14,0	14,0	28,2	3,8	2,5	6,3	9,4
décembre	75,0	9,8	9,8	75,0	39,1	26,1	65,2	86,9
janvier	65,9	10,6	10,6	75,0	33,2	22,1	55,3	83,9
février	49,1	21,9	21,9	75,0	16,3	10,9	27,2	55,4
mars	52,2	51,2	51,2	75,0	0,6	0,4	1	1,9
avril	51,1	84,9	84,9	75,0	0,0	0,0	0	0,0
mai	63,2	115,7	104,4	41,2	0,0	0,0	0	0,0
juin	55,1	136,7	55,1	0,0	0,0	0,0	0	0,0
juillet	49,4	147,1	49,4	0,0	0,0	0,0	0	0,0
août	49,0	121,5	49,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
Total	693,4	828,4	538,4	444,4	93,0	62,0	155	22,4%

Fig. 44 : Moyennes mensuelles de 1991 à 2020 des pluies brutes, de l'ETP, de la réserve utile RU, du ruissellement, de l'infiltration et des précipitations efficaces (mm)

La valeur moyenne annuelle des pluies efficaces est estimée à environ 155 mm, correspondant à 22,4 % des précipitations brutes, ce qui est plus faible que les données nationales (40%, site <https://www.eaufrance.fr/les-precipitations-efficaces>).

Le graphique suivant illustre l'évolution de la pluie, de la réserve utile et de l'ETP au cours d'une année moyenne.

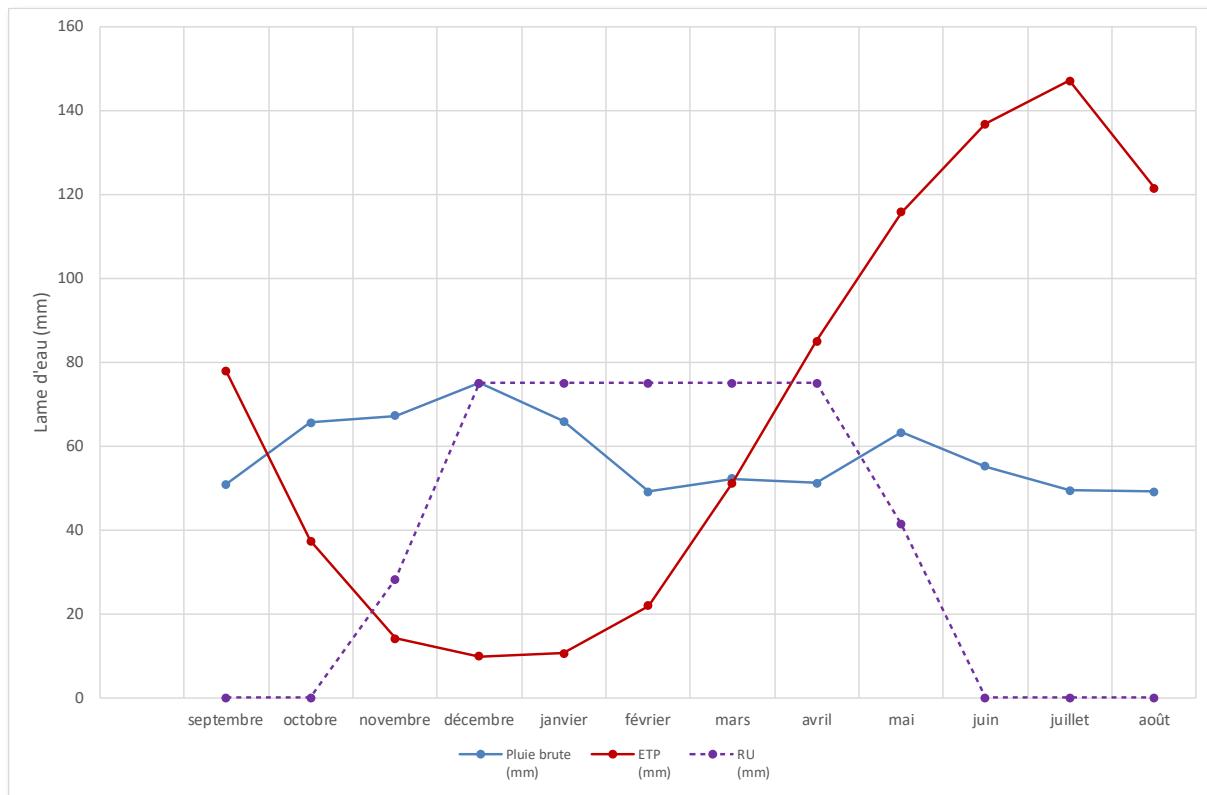


Fig. 45 : Valeurs mensuelles (mm) des précipitations brutes, de l'ETP et de la réserve utile (pour RUmax = 75 mm)

Ce graphique montre que la réserve utile est pleine de décembre à avril, lorsque les précipitations brutes sont les plus importantes et que l'ETP est la plus faible. A l'inverse, la réserve utile est vide de juin à octobre, ce qui correspond à la période d'étiage. Les mois de mai et de novembre correspondent à des périodes de transitions (recharge et tarissement).

Le graphique suivant illustre la répartition des pluies efficaces au cours d'une année moyenne.

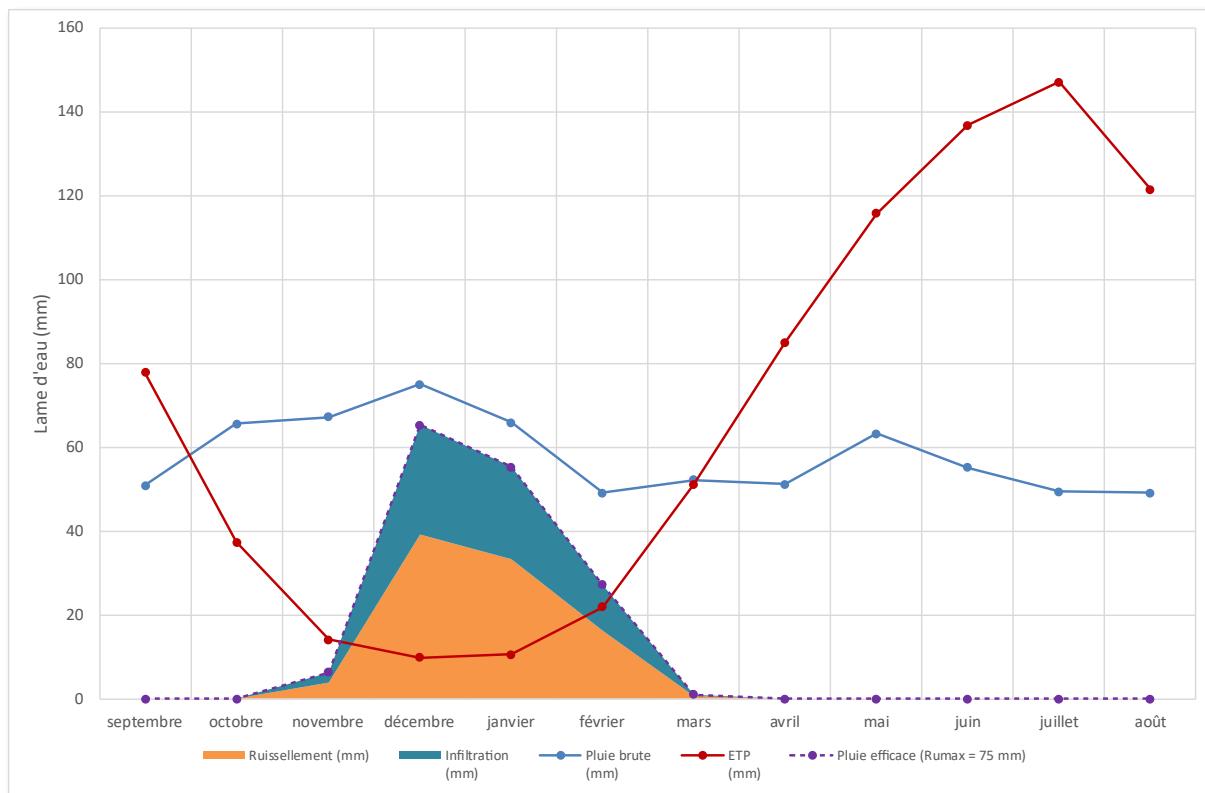


Fig. 46 : Valeurs mensuelles (mm) des précipitations brutes, de l'ETP, des pluies efficaces (pour RUMax = 75 mm), contribution des pluies efficaces dans le ruissellement et l'infiltration vers les nappes (mm)

Ce graphique montre que les pluies efficaces sont présentes de novembre à mars, lorsque la réserve utile est pleine et que les précipitations brutes sont plus importantes que l'ETP.

La valeur mensuelle la plus élevée se situe en décembre. Pendant la période estivale, l'évapotranspiration est quasiment systématiquement supérieure aux précipitations, ce qui entraîne une absence de pluies efficaces (infiltration et ruissellement nuls).

Pour conclure, la pluie efficace (PE) représente la part de la pluie qui ruisselle ou s'infiltra et peut se traduire par l'équation suivante : $PE = R + I$

Sur le site de Vaiges, on retiendra que :

$$P = \text{Pluviométrie} = 693,4 \text{ mm}$$

$$PE = \text{Pluie Efficace} = 155 \text{ mm}$$

$$R = \text{Ruisseaulement} = 93 \text{ mm, soit } 13,4 \% \text{ de la pluviométrie}$$

$$I = \text{Infiltration} = 62 \text{ mm, soit } 8,9 \% \text{ de la pluviométrie}$$

Au cours d'une année moyenne, il s'infiltra 620 m³/ha et il ruisselle 930 m³/ha.



1.4. SAGE /SDAGE

1.4.1. SDAGE LOIRE BRETAGNE

Le SDAGE Loire Bretagne pour la période 2022-2027 a été adopté par le comité de bassin Loire-Bretagne le 3 mars 2022 et publié par Arrêté Préfectoral du 18 mars 2022. Il entre en vigueur pour une durée de 6 ans.

Le SDAGE Loire Bretagne s'articule autour de quatre questions importantes :

Qualité des eaux : que faire pour garantir des eaux de qualité pour la santé des hommes, la vie des milieux aquatiques et les différents usages, aujourd’hui, demain et pour les générations futures ?

Milieux aquatiques : comment préserver et restaurer des milieux aquatiques vivants et diversifiés, des sources à la mer ?

Quantité disponible : comment partager la ressource disponible et réguler ses usages ? Comment adapter les activités humaines et les territoires aux inondations et aux sécheresses ?

Gouvernance : comment s’organiser ensemble pour gérer ainsi l’eau et les milieux aquatiques dans les territoires, en cohérence avec les autres politiques publiques ? Comment mobiliser nos moyens de façon cohérente, équitable et efficiente ?

Les réponses à ces questions sont organisées autour de 14 grandes orientations. La compatibilité du projet avec ces 14 orientations est présentée au chapitre 2.5.

1.4.2. ZONE DE REPARTITION DES EAUX (ZRE)

Le secteur n'est pas concerné par une ZRE (Zone de Répartition des Eaux).



1.4.3. SAGE SARTHE AVAL

Le projet est situé dans le périmètre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux « Sarthe Aval » approuvé par Arrêté inter-préfectoral du 10 juillet 2020.

Le SAGE dispose d'un règlement qui définit 4 règles :

1. Obligation d'ouverture des ouvrages hydrauliques situés sur les cours d'eau classés en liste 2,
2. Interdire la destruction de zones humides,
3. Interdire le remplissage des plans d'eau en période d'étiage,
4. Limiter la création de nouveaux plans d'eau.

Le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) associé à ce SAGE présente également 4 objectifs déclinés en 26 dispositions (et 44 actions afin de guider les maîtres d'ouvrage dans la mise en œuvre). Ces 4 objectifs sont les suivants :

1. Gouverner le SAGE,
2. Améliorer l'hydrologie et la morphologie des cours d'eau et préserver les milieux aquatiques,
3. Mieux aménager le territoire (gestion préventive et curative des événements naturels anthropiques),
4. Mieux gérer les usages via une gestion qualitative et quantitative.

La compatibilité du projet avec le SAGE est présentée au chapitre 2.4.



2. ANALYSE DES INCIDENCES NOTABLES ET DES INCIDENCES NEGATIVES NOTABLES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

2.1. CIRCUIT DES EAUX FUTUR

Secteur de la fosse Nord : inchangé

A l'image de la situation actuelle, les eaux d'exhaure de la fosse Nord, correspondant aux eaux souterraines et aux eaux de ruissellement collectées dans l'excavation, s'accumuleront en fond de fouille où elles subiront une première décantation. Elles seront ensuite pompées et renvoyées dans deux bassins de décantation.

Comme actuellement, ces deux bassins recevront également les eaux issues de l'aire étanche équipée d'un séparateur hydrocarbures.

Le point de rejet gravitaire de ces bassins vers le ruisseau de Langrotte est inchangé.

Secteur de la plateforme des installations : inchangé

Les eaux ruisselant sur la zone des installations seront quant à elles drainées par un réseau de fossés et de canalisations enterrées vers un réseau de trois bassins de décantation, localisé au Sud-Ouest du site actuel. Deux autres bassins sont également présents, faisant office de réserves incendie.

Une aire étanche munie d'un séparateur à hydrocarbures localisée permet le plein des engins en limitant tout risque de pollution des eaux.

Secteur Sud : Crédit d'une noue et d'un point de rejet

Un long fossé sera créé en bordure des terrains accueillant les remblais, afin de collecter les eaux de ruissellement. Ces eaux seront dirigées vers une noue en bordure Sud-Est du projet avant rejet dans le ruisseau de Langrotte, aux abords de la zone humide préservée.



Secteur Ouest : Crédation de bassins et mise en place d'un rejet

Ruisseaulement sur la plateforme Ouest

Les eaux de ruissellement de la plateforme de stockage Ouest seront dirigés vers un point bas au Sud-Est de la plateforme et transiteront dans un réseau de 3 bassins de décantation Ouest avant rejet dans le ruisseau de Langrotte.

Eaux d'exhaure de la nouvelle excavation

Les eaux d'exhaure de l'excavation Ouest, comprenant les eaux souterraines et les eaux de ruissellement collectées dans la fosse, s'accumuleront en fond de fouille où elles subiront une première décantation puis elles seront pompées et renvoyées dans un bassin d'eaux claires puis rejoindront gravitairement le rejet du bassin terminal Ouest avant rejet dans le ruisseau de Langrotte.

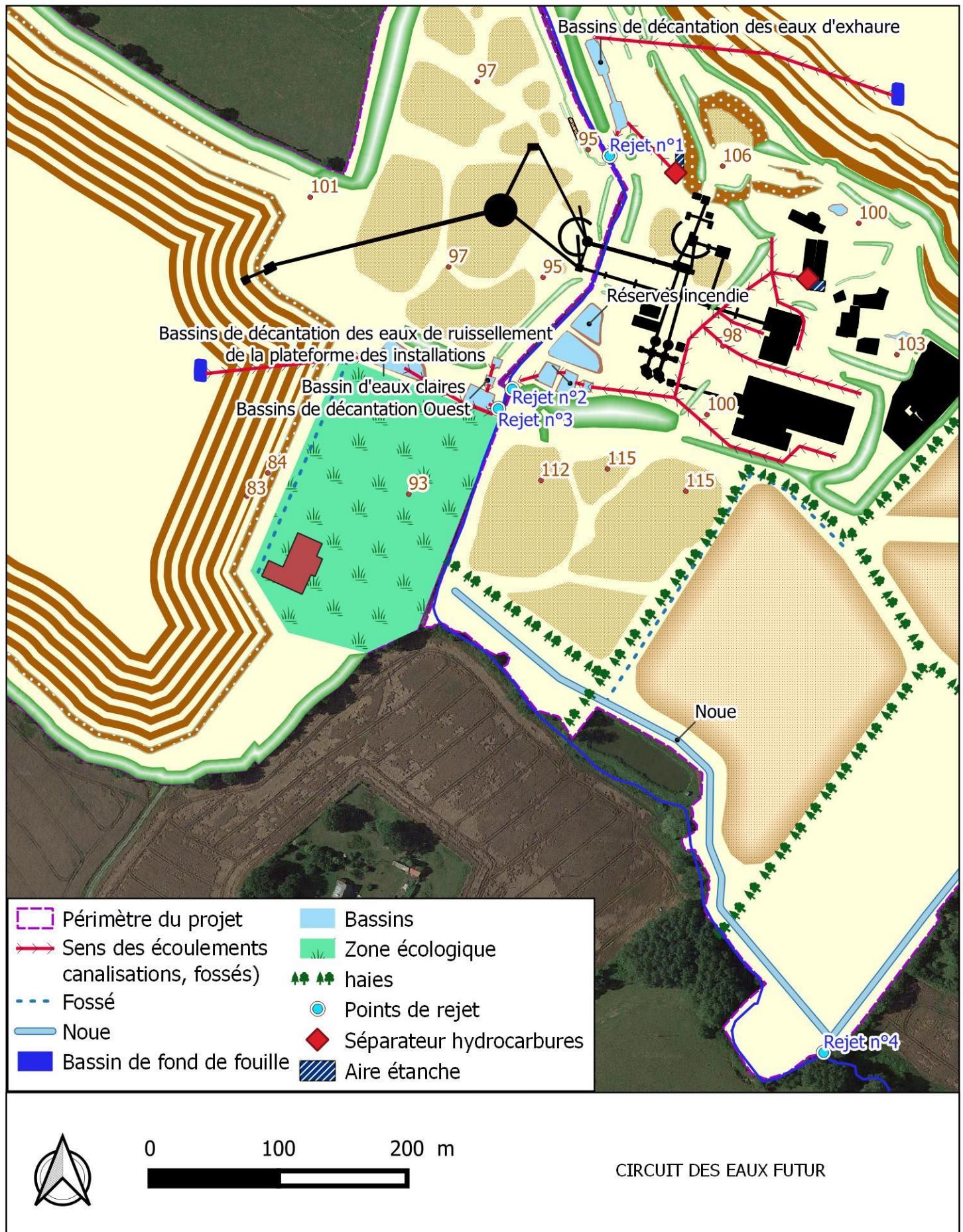
Une partie des eaux du bassin d'eaux claires permettra d'alimenter un fossé, créé en amont de la zone écologique préservée, afin de maintenir l'alimentation de cette zone (cf. paragraphe 3.1.3).

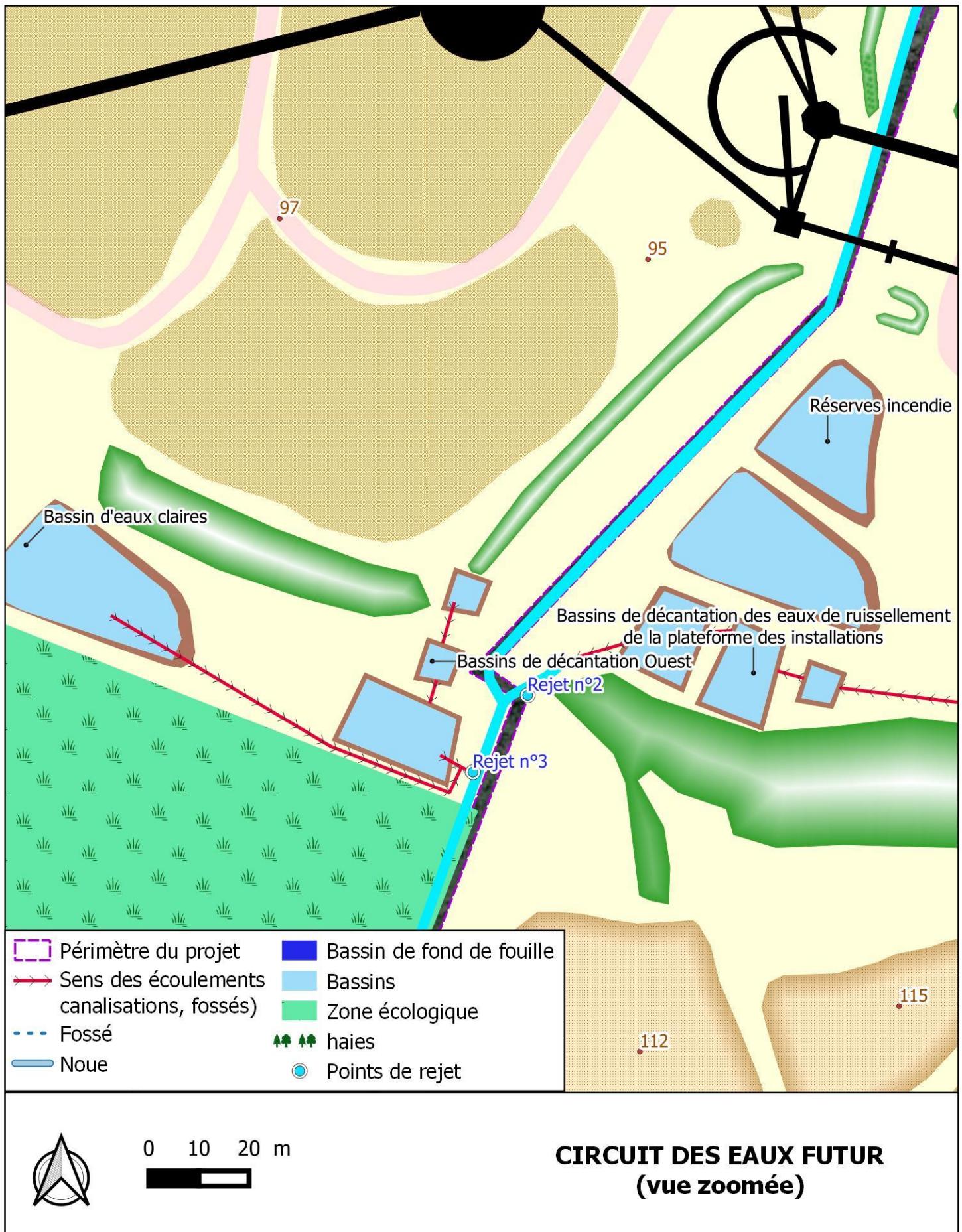
Synthèse

Lors d'importantes précipitations :

- les fonds de fouille joueront le rôle de bassins tampons pour les eaux pluviales collectées par les excavations,
- les eaux de ruissellement seront dirigées vers les différents réseaux de bassins de collecte du site, dont les bassins terminaux seront dimensionnés de manière à conserver une capacité de stockage disponible pour la rétention d'un orage d'occurrence décennal.

Le plan page suivante présente le circuit des eaux futur.





Le synoptique suivant présente le principe de gestion futur des eaux sur le site :

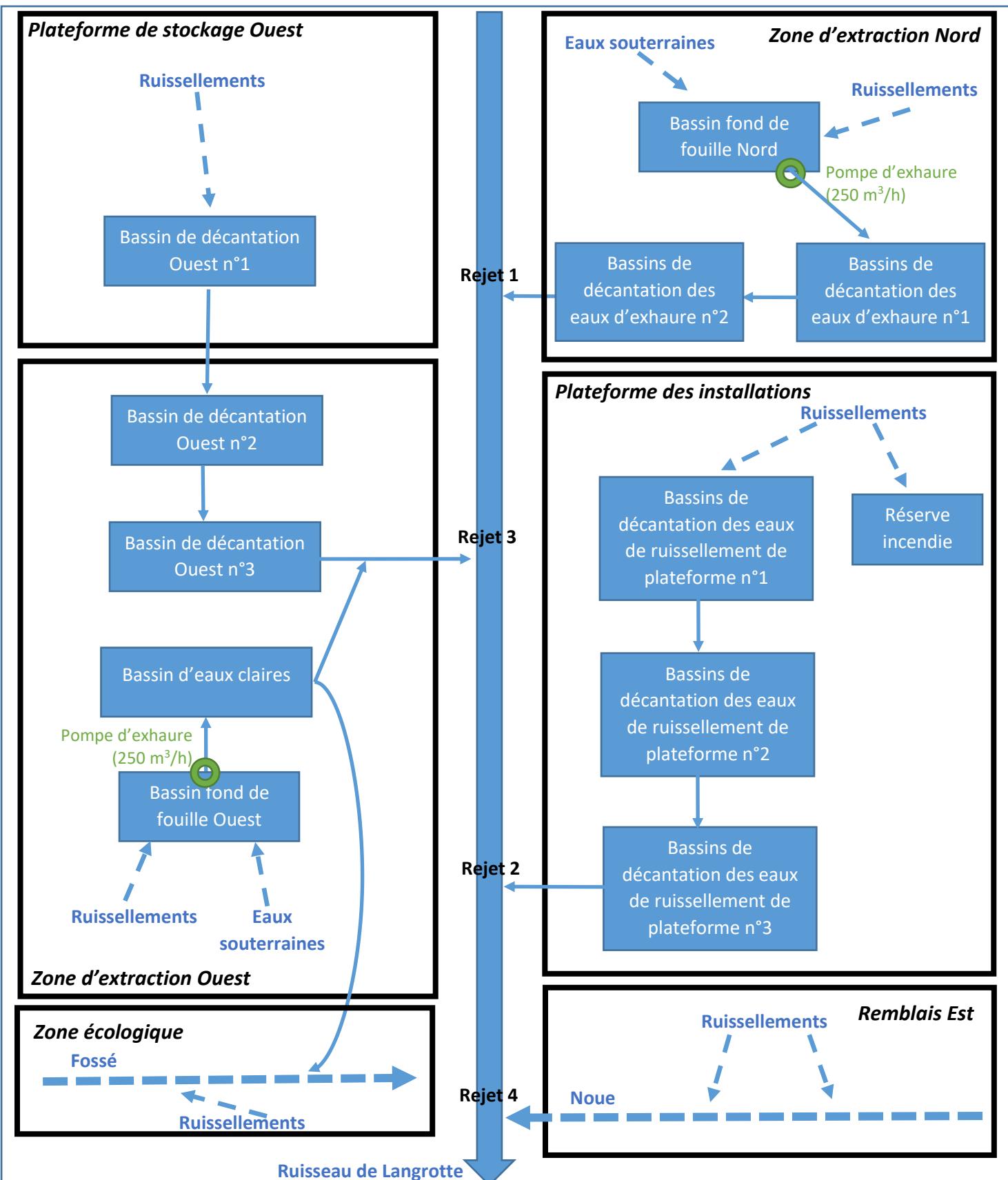


Fig. 49 : Synoptique du circuit des eaux futur



2.2. EFFETS DU PROJET SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

2.2.1. EFFETS QUANTITATIFS DE L'EXPLOITATION D'UNE CARRIERE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

2.2.1.1. Effets potentiels

L'exploitation d'une carrière nécessite le décapage des terrains et la mise à jour de surfaces minérales. L'aménagement des pistes, des zones de remblais, des plateformes de stockages et de circulation va créer des espaces semi-imperméabilisés. Par rapport à des terrains dits naturels (espaces boisés, espaces agricoles, zones humides), la part d'infiltration des eaux de pluie sera réduite et les ruissellements augmentés.

Sans régulation, le débit de ruissellement à l'aval du site serait augmenté, en particulier au cours des évènements pluvieux de forte intensité.

Par ailleurs, les extractions « à sec » dans le fond de fouille d'une carrière peuvent nécessiter un pompage d'exhaure pour assécher la fouille et permettre l'activité extractive. Le rejet issu de ce pompage vient se rajouter au débit de ruissellement.

L'augmentation des débits en aval de la carrière peut représenter un effet :

- négatif, en accroissant notamment les risques d'inondation en aval du site ou en créant des débordements du réseau hydrographique,
- positif, en générant un soutien au débit d'étiage des cours d'eau.

2.2.1.2. Effets retenus

Collecte des eaux

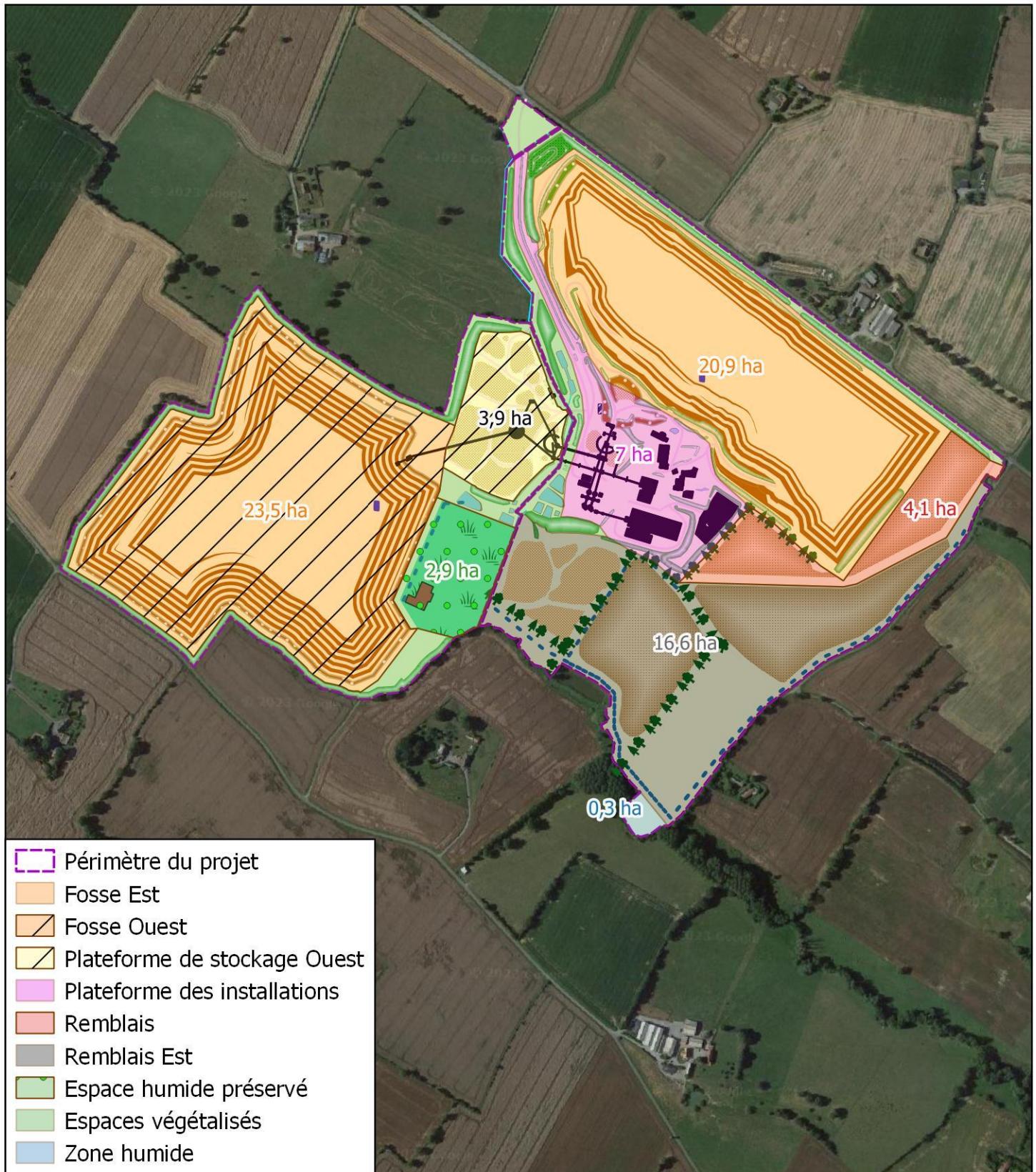
Le site de la carrière de la Hunaudière représentera une superficie totale de 87,3 ha. A l'image de la situation actuelle, les eaux pluviales de la plateforme des installations (7 ha) seront dirigées vers les bassins de décantation des eaux de ruissellement de plateforme tandis que les eaux drainées par l'excavation Nord (25 ha) seront orientées vers les bassins de décantation des eaux d'exhaure (après pompage en fond de fouille).

Sur les terrains Ouest, les eaux de ruissellement de la plateforme de stockage (3,9 ha) seront gravitairement dirigées vers un nouveau bassin de décantation qui alimentera un réseau de bassins de décantation dont le bassin terminal collectera également les eaux drainées par la nouvelle excavation (23,5 ha). Une partie de ces eaux alimentera un fossé d'infiltration situé en amont de la zone écologique préservée.

Au droit des remblais Est (16,6 ha), les eaux pluviales reçues seront dirigées vers un fossé périphérique.

Les eaux pluviales reçues sur les espaces périphériques végétalisés s'infiltreront en grande partie, le surplus d'eau ruissellera gravitairement vers les bassins du site.

Les surfaces des différents secteurs dont les ruissellements sont drainés sont présentées sur le plan page suivante, exceptés les différents espaces végétalisés périphériques.



0 200 400 600 m

COLLECTE FUTURE DES EAUX PLUVIALES



Bilan hydrique sur le site futur

Les extractions seront conduites avec la création d'une nouvelle fosse en partie Ouest du site jusqu'à une cote de fond de fouille de 23 m NGF, tandis que la fosse actuelle, en partie Est, restera à la cote actuellement autorisée, c'est-à-dire 55 m NGF. Pour extraire les deux fosses en parallèle, il serait donc nécessaire de poursuivre le pompage d'exhaure dans la fosse Nord et de mettre en place un second pompage d'exhaure dans la nouvelle excavation, pour maintenir les fouilles à sec et permettre les extractions.

Les eaux de ruissellement de la carrière orientées vers les fonds de fouille feront l'objet de pompages d'exhaure.

Les rejets de la carrière seront liés à ces pompages d'exhaure ainsi qu'aux bassins de collecte des eaux de plateforme et au fossé périphérique des remblais Est.

Sur le site de la Hunaudière, les entrées d'eaux correspondent à la collecte :

- Au niveau de l'excavation Nord :
 - o Des eaux pluviales reçues au droit de l'excavation,
 - o Des eaux pluviales reçues sur les espaces végétalisés ruisselant vers la fosse,
 - o Des eaux pluviales reçues sur les remblais,
 - o Des eaux souterraines drainées par l'excavation,
- Au niveau de la plateforme des installations :
 - o Des eaux pluviales reçues sur la plateforme,
 - o Des eaux pluviales reçues sur les espaces végétalisés ruisselant vers la plateforme,
- Au niveau des remblais Est :
 - o Des eaux pluviales reçues sur les remblais,
 - o Des eaux pluviales reçues sur la zone humide préservée,
- Au niveau de l'excavation Ouest :
 - o Des eaux pluviales reçues au droit de l'excavation,
 - o Des eaux pluviales reçues sur la plateforme de stockage,
 - o Des eaux pluviales reçues sur les espaces végétalisés dont la zone écologique préservée,
 - o Des eaux souterraines drainées par l'excavation.



Le schéma suivant illustre ce bilan hydrique :

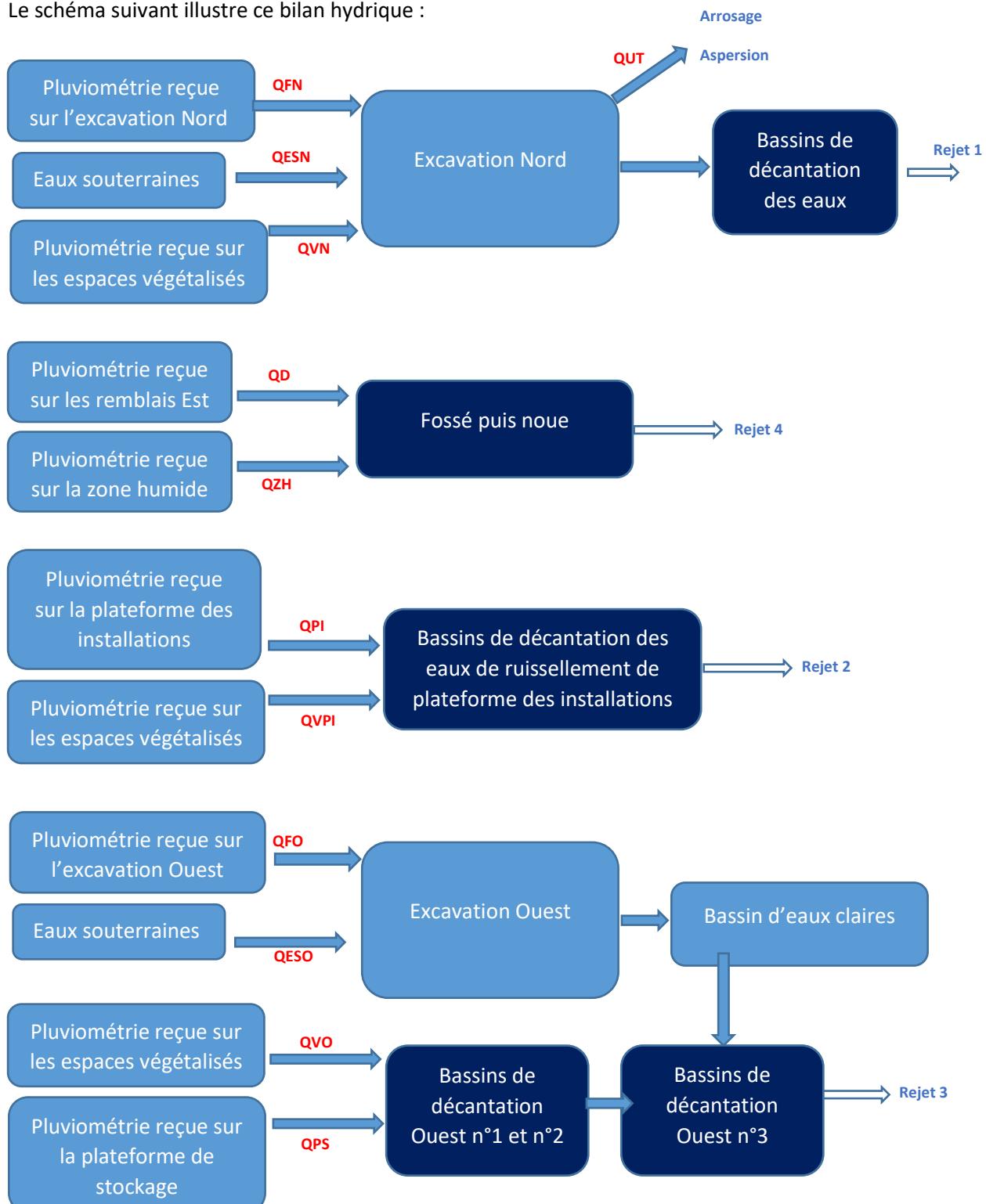


Fig. 51 : Synoptique du bilan hydrique sur la carrière



En considérant les débits suivants :

- QFN = Pluviométrie reçue sur l'excavation Nord
- QESN = Débit d'eaux souterraines drainées par l'excavation Nord
- QVN = Pluviométrie reçue sur les espaces végétalisés interceptés par la fouille Nord
- QUT = Débit d'eaux réutilisées sur le site
- QD = Pluviométrie reçue sur les remblais
- QZH = Pluviométrie reçue sur la zone humide
- QPI = Pluviométrie reçue sur la plateforme des installations
- QVPI = Pluviométrie reçue sur les espaces végétalisés interceptés par la plateforme des installations
- QFO = Pluviométrie reçue sur l'excavation Ouest
- QESO = Débit d'eaux souterraines drainées par l'excavation Ouest
- QVO = Pluviométrie reçue sur les espaces végétalisés Ouest
- QPS = Pluviométrie reçue sur la plateforme de stockage

Ce synoptique peut se traduire par les équations suivantes :

$$R1 = QFN + QESN + QVN - QUT$$

$$R2 = QPI + QVPI$$

$$R3 = QFO + QESO + QVO + QPS$$

$$R4 = QD + QZH$$

En estimant ces différents débits, ces équations vont permettre de connaître les débits de rejet.



Calcul du bilan hydrique

Pour une année moyenne, les valeurs retenues sont les suivantes :

- Pluviométrie : 693,4 mm
- Ruissellement sur le bassin versant : 930 m³/ha, appliqué aux espaces périphériques végétalisés de la carrière, à la zone écologique préservée et à la zone humide préservée
- Coefficient de ruissellement sur les fosses et les plateformes : 0,8
- Coefficient de ruissellement sur les remblais : 0,4

$$\begin{aligned} QFN &= \text{Surface fosse Nord} \times \text{Pluviométrie} \times \text{Coefficient de ruissellement sur la fosse} + \text{Surface remblais} \\ &\quad \text{alimentant la fosse Nord} \times \text{Pluviométrie} \times \text{Coefficient de ruissellement sur les remblais} \\ &= [20,9 \text{ ha} \times 693,4 \text{ mm} \times 0,8 + 4,1 \text{ ha} \times 693,4 \text{ mm} \times 0,4] \times 10 \text{ (conversion en m}^3\text{/an)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QVN &= \text{Surface végétation Est} \times \text{Ruissellement sur le bassin versant} \\ &= 1,9 \text{ ha} \times 930 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QPI &= \text{Surface plateforme installations} \times \text{Pluviométrie} \times \text{Coefficient de ruissellement sur la plateforme} \\ &= 7 \text{ ha} \times 693,4 \text{ mm} \times 0,8 \times 10 \text{ (conversion en m}^3\text{/an)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QVPI &= \text{Surface végétation plateforme installations} \times \text{Ruissellement sur le bassin versant} \\ &= 0,8 \text{ ha} \times 930 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QFO &= \text{Surface fosse Ouest} \times \text{Pluviométrie} \times \text{Coefficient de ruissellement sur la fosse} \\ &= 23,5 \text{ ha} \times 693,4 \text{ mm} \times 0,8 \times 10 \text{ (conversion en m}^3\text{/an)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QPS &= \text{Surface plateforme stockage} \times \text{Pluviométrie} \times \text{Coefficient de ruissellement sur la plateforme} \\ &= 3,9 \text{ ha} \times 693,4 \text{ mm} \times 0,8 \times 10 \text{ (conversion en m}^3\text{/an)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QVO &= \text{Surface végétation Ouest} \times \text{Ruissellement sur le bassin versant} \\ &= 8,3 \text{ ha} \times 930 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QD &= \text{Surface remblais} \times \text{Pluviométrie} \times \text{Coefficient de ruissellement sur les remblais} \\ &= 16,6 \text{ ha} \times 693,4 \text{ mm} \times 0,4 \times 10 \text{ (conversion en m}^3\text{/an)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QZH &= \text{Surface Zone Humide} \times \text{Ruissellement sur le bassin versant} \\ &= 0,3 \text{ ha} \times 930 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$



Calcul du débit de rejet

Les débits moyens de rejet liés à l'exploitation sont présentés dans le tableau suivant

Débit	Surface de ruissellement drainée (ha)	m ³ /an	m ³ /h
QFN	20,9 + 4,1	127 300	14,5 en fin de phase 3 0 ensuite
QESN*	/	/	90 (au maximum en fin de phase 3) 0 ensuite
QVN	1,9	1 750	0,2 en fin de phase 3 0 ensuite
QUT	/	43 800	- 5
R1	26,9	/	99,7 en fin de phase 3 0 ensuite
QPI	7	38 800	4,4
QVPI	0,8	750	0,1
R2	7,8	/	4,5
QFO	23,5	130 300	14,9
QESO*	/	/	92 en fin de phase 3 206 (au maximum en fin de phase 6)
QVO	8,3	7 720	0,9
QPS	3,9	21 600	2,5
R3	35,7	/	110,3 en fin de phase 3 224,3 en fin d'exploitation
QD	16,6	46 000	5,3
QZH	0,3	930	0,03
R4	16,9	/	5,3

*calculs présentés au chapitre 2.3.1.3

Fig. 52 : Tableau présentant le calcul du débit infiltré

Les débits moyens rejetés sont donc de l'ordre de :

- 4,5 m³/h au droit de la plateforme de stockage (R2)
- 5,3 m³/h au droit des remblais Est (R4)
- un maximum de 104,7 m³/h par pompage d'exhaure de la fosse Nord (R1) atteint en fin de phase 3,
- et un maximum de 224,3 m³/h par pompage d'exhaure de la fosse Ouest (R3) atteint en fin de phase 6.

Le débit moyen total de rejet issu de la carrière est estimé à :

- 99,7 + 4,5 + 110,3 + 5,3 = 219,8 m³/h en fin de phase 3,
- 4,5 + 224,3 + 5,3 = 234,1 m³/h en fin d'exploitation.

Ainsi, le débit moyen total de rejet issu de la carrière restera inférieur à 250 m³/h.



Le débit de rejet moyen et le débit de rejet instantané maximal sont récapitulés ainsi :

Rejet	Espaces générant le rejet	Rejet autorisé selon SDAGE (base 3 l/s/ha)			Rejet moyen du site en m ³ /h	Rejet maximal du site en m ³ /h
		Superficie (ha)	l/s	m ³ /h		
R1	Fosse Nord	26,9	81	291	99,7 (jusqu'en phase 3) 0 ensuite	250
R2	Plateforme des installations	7,8	23,4	84	4,5	84
R3	Fosse Ouest	23,5	107	385	92 (en fin de phase 3) 224,3 (en fin d'exploitation)	250
	plateforme de stockage	12,2				135
R4	Remblais Est	16,9	51	183	5,3	183
Total	Site	87,3	262	943	< 250	902

Le débit de rejet instantané sera lié à la capacité des pompes de fonds de fouille (250 m³/h dans chaque fosse) ainsi qu'au débit admissible au regard du SDAGE (3 l/s/ha) appliqué aux différents espaces de ruissellement.

Le débit de rejet issu de la carrière :

- représentera une moyenne annuelle inférieure à 250 m³/h,
- pourra atteindre un débit maximal instantané de 902 m³/h,

et restera ainsi inférieur au débit maximal préconisé par le SDAGE (3 l/s/ha, soit 262 l/s ou 943 m³/h à l'échelle du site global).

La régulation de ce débit notamment en période de crue, se basera :

- pour les fosses d'extraction : sur le fonctionnement des pompes d'exhaure qui brideront les débits de rejet. Les fonds de fouille joueront le rôle de bassins tampon,
- Pour les plateformes et zones de remblais : sur la mise en place de bassins avec débits de fuite imposés (cf dimensionnement au paragraphe 3.1).

Ces rejets permettront d'alimenter le ruisseau de Langrotte tout au long de l'année et notamment durant la période estivale. Ils assureront ainsi un soutien d'étiage au cours d'eau.



2.2.2. EFFETS QUALITATIFS DE L'EXPLOITATION D'UNE CARRIERE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

2.2.2.1. Effets potentiels

Le rejet des eaux de ruissellement et des eaux d'exhaure en aval d'une carrière peut avoir une incidence sur la qualité de l'eau du milieu récepteur.

Cette incidence peut être liée :

- au risque de **déversement accidentel** d'un produit polluant. Sur les carrières seuls les hydrocarbures utilisés comme carburant peuvent présenter ce type de risque,
- au risque de **relargage de Matières en Suspensions** dû au ruissellement des eaux pluviales sur des espaces dénudés,
- au risque de **pollution des eaux par ruissellement sur des matériaux inertes** si ceux-ci n'étaient pas parfaitement inertes,
- au risque **d'acidification des eaux du milieu récepteur** en cas de présence d'eaux acides sur le site.

2.2.2.2. Effets retenus

Sur le site de la Hunaudière, les risques d'altération de la qualité des eaux retenus correspondent aux deux premiers risques potentiels évoqués précédemment :

- **déversement accidentel** d'hydrocarbures,
- **relargage de Matières en Suspensions** dû au ruissellement des eaux pluviales.

Pour mémoire :

- il n'est pas prévu d'accueil de matériaux inertes extérieurs sur le site,
- la nature géologique des terrains exploités (calcaires) ne génère aucun risque d'acidification des eaux sur le site.

Les mesures de limitation de ces risques sont présentées au chapitre 3.



2.3. EFFETS DU PROJET SUR LES EAUX SOUTERRAINES

2.3.1. EFFETS QUANTITATIFS DE L'EXPLOITATION D'UNE CARRIERE SUR LES EAUX SOUTERRAINES

2.3.1.1. Effets potentiels

L'exploitation d'une carrière peut modifier les écoulements souterrains dans sa périphérie, en raison du drainage de la nappe induit par l'excavation créée, à l'image d'un vaste puits. Cela peut créer un cône de rabattement en périphérie de l'excavation.

Le rayon d'influence de cet effet dépend :

- des caractéristiques hydrodynamiques des terrains (perméabilité, importance de la fracturation),
- de la profondeur de l'excavation,
- de la distance à l'excavation,
- de la direction par rapport aux écoulements souterrains (rabattement en amont de l'excavation et faible impact en aval).

Le schéma joint page suivante explicite cet impact potentiel.

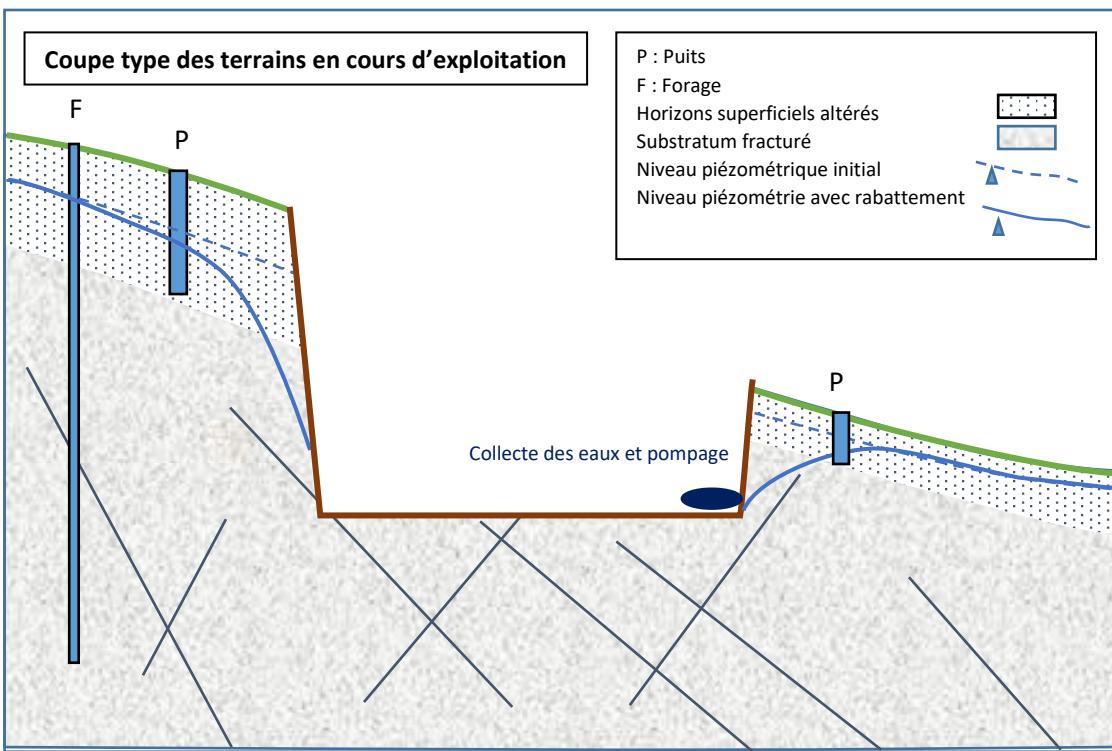
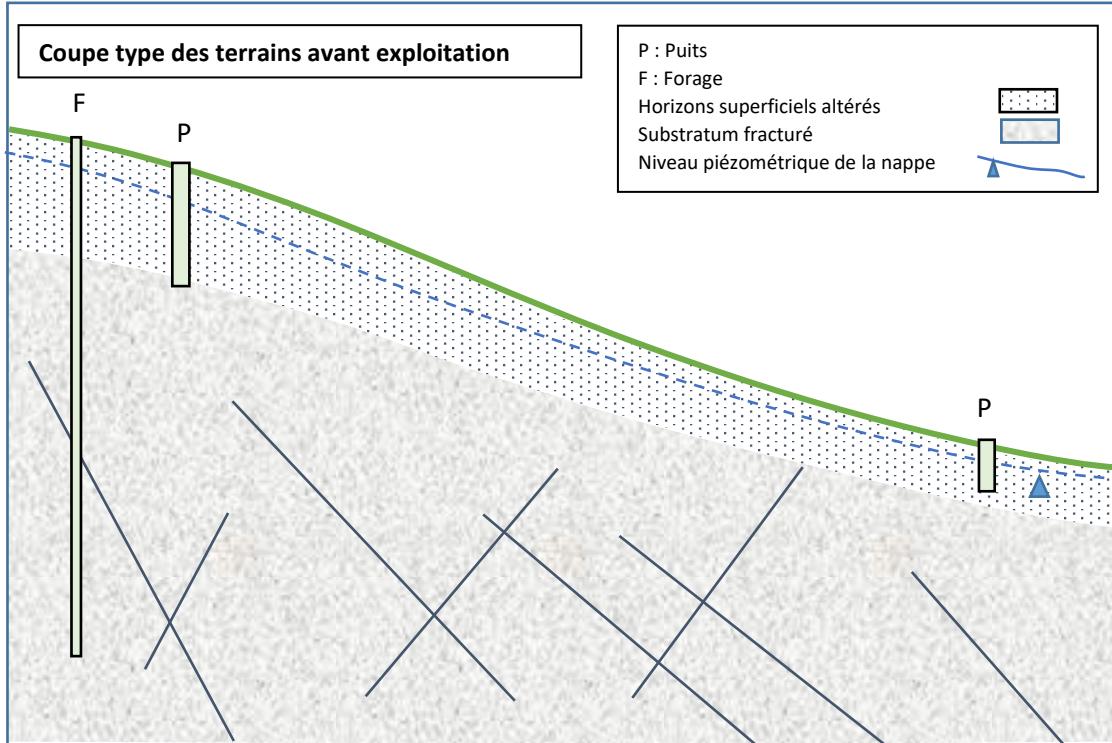


Fig. 53 : Schéma de principe des rabattements induits par une carrière de roche massive



2.3.1.2. Effets retenus sur les ouvrages périphériques

Ouvrages particuliers

Le rabattement périphérique de la nappe est susceptible d'abaisser le niveau de certains puits ou forages périphériques. Comme présenté sur le plan précédent, cet effet est directement lié :

- à la nature géologique des terrains et à leur degré de fracturation,
- à la localisation et à la profondeur de ces ouvrages par rapport à l'excavation.

Depuis 2019, certains ouvrages recensés en périphérie du site et localisés dans l'aquifère calcaire sont à secs lors de mesures réalisées en période de basses eaux. Les autres ouvrages et l'ensemble des piézomètres, implantés dans le gisement calcaire, ne sont pas impactés par l'évolution de l'excavation actuelle de la carrière. **En effet, les piézomètres faisant l'objet d'un suivi piézométrique en périphérie de la carrière n'ont pas montré de baisse de niveau significative depuis 2019.**

Le projet prévoit l'extension de l'excavation Nord vers l'Est et la création d'une nouvelle fosse en partie Ouest du site, avec une côte du fond de fouille à 23 m NGF.

Le suivi du niveau des piézomètres et des puits riverains présenté au chapitre 3 sera maintenu et permettra de confirmer (ou non) l'absence d'impact de la carrière sur les puits périphériques.

Le tableau suivant reprend les caractéristiques des ouvrages recensés et présente l'impact attendu du projet sur le niveau d'eau de ces ouvrages :

Référence sur le plan	Type	Distance / excavation actuelle (m)	Distance / excavation future (m)	Situation / site (amont-aval)	Aquifère	Impact attendu
P1	Puits	495	495	Amont	Dévonien	Nul
P2	Puits	540	540	Amont	Dévonien	Nul
P3	Puits	475	125	Amont	Calcaire	Fort
P4	Puits	425	135	Amont	Calcaire	Fort
P5	Puits	285	285	Amont	Dévonien	Nul
P6	Puits	120	100	Amont	Calcaire	Fort
P7	Puits	385	370	Amont	Dévonien	Nul
P8	Puits	455	420	Aval	Calcaire	Faible
P9	Puits	530	15	Aval	Calcaire	Fort
P10	Puits	1 130	220	Latéral	Calcaire	Fort
BSS004CHYN	Forage	545	335	Aval	Calcaire	Faible
BSS000ZSRL	Forage	160	160	Amont	Dévonien	Fort

Fig. 54 : Impacts quantitatifs attendus du projet sur le niveau des ouvrages périphériques

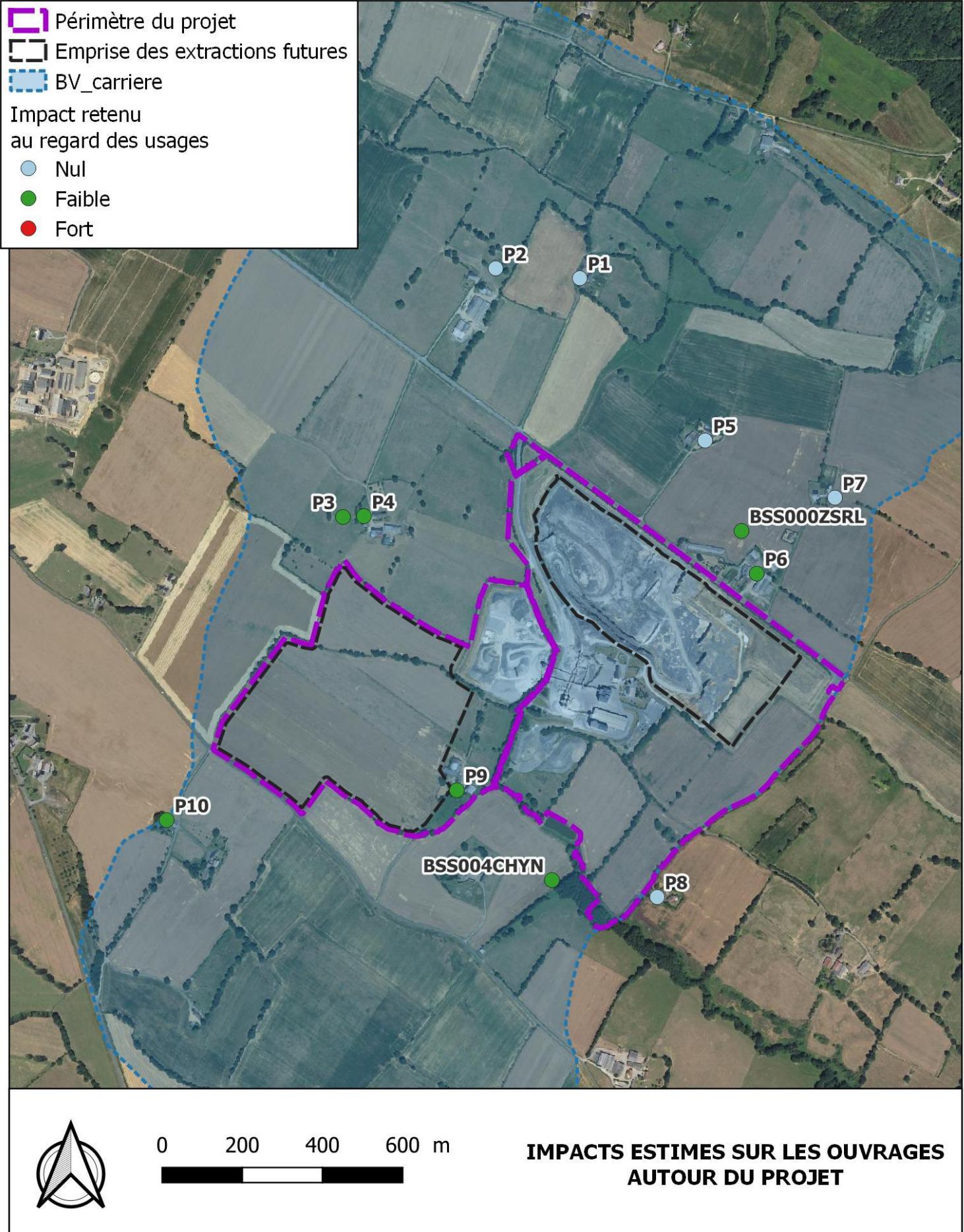


Référence sur le plan	Type	Impact attendu	Usage	Impact retenu Au regard des usages de l'ouvrage
P1	Puits	Nul	Jardin	Nul
P2	Puits	Nul	Agricole et AEP privé	Nul
P3	Puits	Fort	Aucun	Faible
P4	Puits	Fort	Aucun	Faible
P5	Puits	Nul	Aucun	Nul
P6	Puits	Fort	Aucun, sec	Faible
P7	Puits	Nul	Chiens et jardin	Nul
P8	Puits	Faible	Aucun, non trouvé	Nul
P9	Puits	Fort	Aucun	Faible
P10	Puits	Fort	Aucun	Faible
BSS004CHYN	Forage	Faible	Irrigation	Faible
BSS000ZSRL	Forage	Fort	Aucun	Faible

En conclusion, les impacts attendus du projet sur les ouvrages périphériques au regard de leurs usages, concernent les ouvrages :

- Impact attendu fort sur le niveau de P3, P4, P6, P9, P10 et BSS000ZSRL, mais un impact retenu faible au regard de l'absence d'usages de ces ouvrages,
- Impact faible à nul pour les autres ouvrages.

La carte jointe page suivante illustre les impacts attendus pour l'ensemble des ouvrages recensés.





Captages AEP

Les captages de la Fortinière et du Moulin de Rousson sont situés à une distance conséquente du projet (plus de 2,5 km) et se situent hors du rayon d'influence des excavations du projet.

Le captage de l'Ecrillé est quant à lui situé à 1,7 km à l'Ouest du projet, sur un autre bassin versant topographique. Le projet se trouve ainsi en dehors des périmètres de protection du captage. (Pour mémoire, selon l'article 7.C de l'Arrêté Préfectoral de l'ouvrage, l'exploitation de carrière au sein du secteur complémentaire n'est pas interdite.)

Les mesures piézométriques ont montré :

- que l'incidence de l'excavation sur le niveau des eaux souterraines se limite aux ouvrages les plus proches (cf paragraphe 1.2.3.1 / influence marquée de l'excavation actuelle sur PZ8 situé à 120 mètres mais absence d'influence sur PZ7, P3 ou P4 depuis 2014 situés entre 430 et 530 mètres à l'Ouest)
- confirmé le sens des écoulements souterrains du Nord-Ouest (PZ7, P3, P4) vers le Sud (PZ, P10) et le Sud-Est (P9, PZ11), c'est-à-dire à l'opposé de la direction du captage de l'Ecrillé.

Ainsi, étant donné la position du captage au regard des sens d'écoulements souterrains et la distance entre le captage et la carrière, il n'est pas attendu d'impact du projet sur le niveau de la nappe sur le secteur du captage.



2.3.1.3. Effets retenus : estimation du débit d'exhaure futur

L'évaluation de l'apport en eau souterraine en fond de fouille peut être réalisée à partir de différentes méthodes de calcul présentées dans ce paragraphe.

Estimation « théorique » par la méthode de Schneebeli

Le débit futur des eaux souterraines drainées par l'excavation peut être estimé au moyen de la formule empirique de Schneebeli qui utilise les caractéristiques géométriques de la fouille et les propriétés hydrodynamiques de l'aquifère :

$$Q = 2,5 \times k \times H \times \sqrt{S}$$

Avec

- Q débit d'épuisement en m^3/s
- k perméabilité de l'aquifère en m/s (dans le type de roche exploité par la carrière, la perméabilité des terrains peut être évaluée à environ $10^{-6} m/s$)
- H hauteur mouillée interceptée par la fouille en m
- S superficie mouillée interceptée par la fouille en m^2

Fosse Nord

Dans sa configuration finale, l'excavation Nord de la carrière aura :

- Une hauteur maximale cumulée de fronts de 45 m,
- Une profondeur de nappe de 6 m/sol environ,
- Un linéaire de fronts exposé aux arrivées d'eaux souterraines de 720m,

conduisant à l'estimation maximaliste suivante des paramètres $H = 39 m$ et $S = 28\,080 m^2$.

* le remblaiement partiel de la fosse par le Nord (avec des matériaux de faible perméabilité comparativement aux calcaires en place) limite le linéaire de fronts exposé aux arrivées d'eaux souterraines

Ainsi, en première approche, le débit moyen d'eaux souterraines drainées de l'excavation de la carrière peut être estimé à environ $0,016 m^3/s$ soit **58,8 m³/h**.

NB : Un calcul équivalent mené sans incidence des remblais conduit à estimer un débit de 85 m³/h, montrant ainsi le rôle de ces remblais dans la limitation des apports en eau souterraines



Fosse Ouest

Dans sa configuration la plus étendue, l'excavation Ouest de la carrière aura :

- Une hauteur maximale cumulée de fronts de 70 m,
- Une profondeur de nappe de 6 m/sol environ,
- Un linéaire de fronts exposé aux arrivées d'eaux souterraines depuis le bassin versant de la carrière (fronts Nord, Ouest et Sud pour partie) de 850 m,

conduisant à l'estimation maximaliste suivante des paramètres $H = 64 \text{ m}$ et $S = 54\,400 \text{ m}^2$.

Ainsi, en première approche, le débit moyen d'eaux souterraines drainées de l'excavation de la carrière peut être estimé à environ $0,037 \text{ m}^3/\text{s}$ soit **$134 \text{ m}^3/\text{h}$** .

Estimation « empirique » par rapport au débit d'exhaure actuel et au volume de fouille

Pour mémoire (cf paragraphe 1.2.5), sur l'année 2021 (légèrement plus pluvieuse qu'une année moyenne), il a été estimé un débit d'exhaure de $76,5 \text{ m}^3/\text{h}$, **dont $63,9 \text{ m}^3/\text{h}$ issus de l'apport par les eaux souterraines.**

En considérant que le débit est proportionnel au volume de la fouille qui intercepte les écoulements souterrains, il est possible d'extrapoler le débit d'eau souterraine drainé selon la géométrie de la fosse, par comparaison au débit d'exhaure actuel de la carrière :

Paramètre	Etat actuel	Fosse Nord Etat final sans remblais	Fosse Nord Etat final avec remblais	Fosse Ouest
Volume de la fosse (Mm ³)	2,6	6	3,66	8,38
Q (m ³ /h)	63,9	147	90	206

Fig. 56 : Tableau présentant les débits d'eaux souterraines estimés (méthode empirique)

Le débit moyen d'eaux souterraines drainées par les excavations de la carrière, dans leur extension maximale, peut être estimé à environ **$147 \text{ m}^3/\text{h}$ pour la fosse Nord (90 m³/h en considérant les remblais) et $206 \text{ m}^3/\text{h}$ pour la fosse Ouest.**



Comparaison des estimations / discussion

Ces calculs ne sont que des estimations et il est difficile de prévoir de façon précise, notamment en domaine calcaire karstique, l'importance des écoulements souterrains.

Les modèles théoriques s'appuient sur des hypothèses pas toujours vérifiables. Par exemple, la perméabilité prise est une perméabilité moyenne, mais peut être sujette à des variations liées au degré de fracturation de la roche.

Le modèle empirique par extrapolation du débit d'exhaure actuel au regard du volume de fouille futur présente aussi des limites relatives aux variations de la roche, mais aussi aux quantités d'alimentation en eau produite par le bassin versant.

Les résultats des deux estimations réalisées sont résumés ici :

Méthode	Débit d'eaux souterraines (m ³ /h)	
	Fosse Nord Etat final avec remblais	Fosse Ouest Etat final
Théorique (Schneebeli)	58,8	134
		193 m ³ /h
Empirique (au prorata du débit d'exhaure actuel)	90	206
		296 m ³ /h

Fig. 57 : Tableau synthétique des débits d'eaux souterraines estimés

Le débit d'exhaure réel est sans doute entre ces deux valeurs :

- Le débit théorique paraît peu élevé, notamment au regard du pompage actuel sur la fosse Nord,
- Le débit empirique est quant à lui sans doute surévalué, car ne tenant pas compte de la limitation liée à l'alimentation du bassin versant, ni de l'effet d'un pompage sur l'autre.

On retiendra néanmoins ces débits empiriques, qui placent l'analyse des impacts dans la situation la plus pénalisante.

Ces débits se rajouteront aux débits d'eau pluviale collectés en fonds de fouille pour constituer les débits de pompage d'exhaure et dont les incidences sont traitées avec les eaux superficielles.



Prise en compte du phasage d'exploitation

Au cours des 6 phases quinquennales d'exploitation prévues, le pompage des eaux d'exhaure variera en fonction de l'avancée des extractions et du volume de fouille générée.

A noter en particulier qu'à partir de la 4^{ème} phase d'exploitation, les extractions de la fosse Nord seront stoppées. A cette date, le pompage d'exhaure de la fosse Nord sera donc stoppé. Le phasage d'exploitation a été volontairement conçu ainsi pour limiter la période de coexistence des pompages d'exhaure des deux fosses et baisser les volumes d'eau souterraines pompés.

Pour chaque phase quinquennale, le volume de chaque fosse a été estimé, pour estimer le débit d'eau souterraine collecté par chaque fosse au cours de chaque phase. Le résultat de ces calculs est présenté dans le tableau suivant.

Etat actuel	Etat actuel	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6
Volume fosse Nord (Mm ³)	2,6	2,5	2,5	3,66	Arrêt du pompage		
Débit fosse Nord (m ³ /h)	63,9	61	61	90	0	0	0
Volume fosse Ouest (Mm ³)	0	1,6	2,2	3,8	5,9	7,5	8,4
Débit fosse Ouest (m ³ /h)	0	39	55	92	144	185	206
Débit cumulé (m ³ /h)	63,9	100	116	182	144	185	206

Si on avait exploité conjointement les deux fosses durant les 30 années d'exploitation, le débit maximal pompé aurait représenté 296 m³/h selon la même méthode de calcul empirique.

Ce calcul décomposé par phase montre que ce débit ne dépasserait pas 206 m³/h.

Ainsi, on retiendra une valeur d'apport moyen en eaux souterraines de 200 m³/h.



2.3.2. EFFETS QUALITATIFS DE L'EXPLOITATION D'UNE CARRIERE SUR LES EAUX SOUTERRAINES

2.3.2.1. Effets potentiels

Comme pour les eaux superficielles, les incidences du projet sur les eaux souterraines peuvent provenir :

- du risque de **déversement accidentel** d'un produit polluant et leur infiltration dans les sols vers la nappe souterraine. Sur les carrières seuls les hydrocarbures utilisés comme carburant peuvent présenter ce type de risque,
- du risque de **pollution des eaux par percolation à travers des matériaux inertes** (si ceux-ci n'étaient pas parfaitement inertes) et infiltration vers les eaux souterraines.

2.3.2.2. Effets retenus

Sur le site de la Hunaudière, les risques d'altération retenus de la qualité des eaux correspondent aux risques potentiels évoqués précédemment lié au **déversement accidentel** d'hydrocarbures.

A noter qu'en cas de pollution accidentelle des eaux souterraines, elles seront confinées au fond de fouille avec un arrêt du pompage d'exhaure le temps de procéder à la dépollution.

Les mesures de limitation de ces risques de pollution sont présentées au chapitre 3.

2.4. IMPACTS DU PROJET SUR LES ZONES HUMIDES

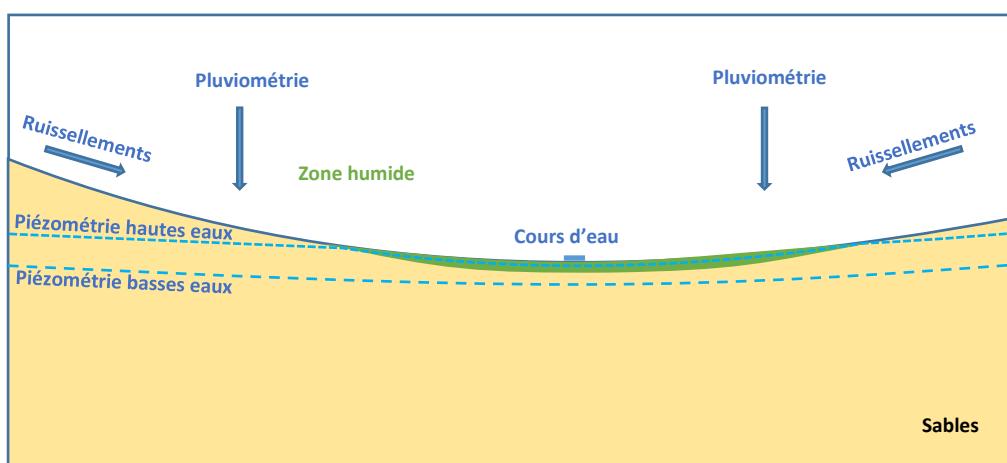
2.4.1. NOTIONS SUR LES ZONES HUMIDES ET IMPACTS POTENTIELS

De façon générale, il existe deux types principaux de zones humides :

- **Les zones humides dites « d'affleurement de nappe »**

Ce type de zone humide se présente quand la nappe d'eau souterraine vient tangenter la surface des sols, notamment en période de hautes eaux.

Ce type de zone humide s'observe généralement en bordure de cours d'eau, essentiellement en présence de nappe alluviale.



Zone humide par affleurement de nappe

La zone humide est alimentée par les remontées de nappe en priorité mais également par la pluviométrie, les cours d'eau et les ruissellements.

La remontée de la nappe à faible profondeur entretient une humidité des sols, à l'origine de la genèse de la zone humide.

La zone humide fonctionne en corrélation avec la nappe des sables sous-jacente.

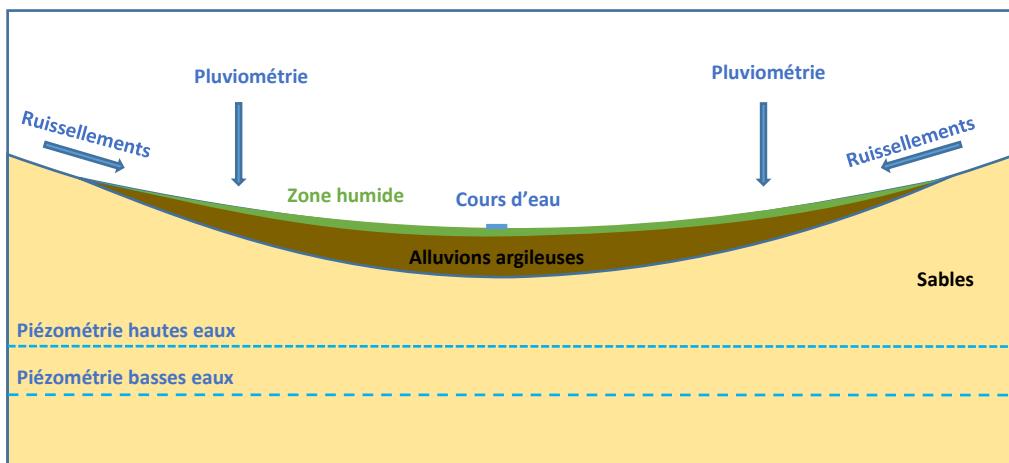
Fig. 58 : Principe de fonctionnement d'une zone humide par affleurement de nappe
(Source : IGC Environnement)

Les atteintes potentielles de l'exploitation d'une carrière sur ce type de zones humides sont liées au rabattement de la nappe qui alimente la zone humide.

En cas d'abaissement du niveau de la nappe, il peut être observé un effet d'assèchement de la zone humide.

- Les zones humides liées à un « défaut d'infiltration ».

Dans ce cas, ce n'est pas la nappe qui alimente la zone humide, mais les précipitations ou les ruissellements, qui s'accumulent dans les horizons superficiels des sols sans s'infiltrer en profondeur en raison d'un substratum imperméable et à la faveur d'une topographie en cuvette qui retient les eaux.



Zone humide par défaut d'infiltration

La zone humide est alimentée par la pluviométrie, les cours d'eau et les ruissellements.
La nature imperméable des terrains superficiels crée une rétention de l'eau à l'origine de la genèse de la zone humide.
La zone humide fonctionne indépendamment de la nappe des sables sous-jacente.

Fig. 59 : Principe de fonctionnement d'une zone humide par défaut d'infiltration
(Source : IGC Environnement)

Les atteintes potentielles de l'exploitation d'une carrière sur ce type de zones humides peuvent être liées à une modification des conditions d'alimentation de la zone humide, à savoir donc en cas de détournement des ruissellements alimentant la zone humide en amont.

En cas de détournement des ruissellements alimentant la zone humide, il peut être observé un effet d'assèchement de la zone humide.



2.4.2. APPLICATION AU SITE DE LA HUNAUDIERE

Comme présenté au paragraphe 1.1.5, l'inventaire des zones humides réalisé par ExEco Environnement a montré que le périmètre envisagé pour l'extension présente deux zones humides, correspondant :

- ZH1 : à des boisements humides au Sud-Est du projet (5 289 m²),
- ZH2 : et à des prairies humides bordant le ruisseau de Langrotte au Sud du site (4 076 m²).

Les mesures de niveau d'eau dans le puits P9 (proche de la zone humide ZH1) et dans le piézomètre PZ11 (proche de la zone humide ZH2) ont montré que la nappe est à une profondeur de plusieurs mètres. Les zones humides inventoriées ne peuvent donc pas être liée à un affleurement de nappe.

Ces zones humides fonctionnent donc par défaut d'infiltration, c'est-à-dire qu'elles sont alimentées par les ruissellements de surface liés aux épisodes pluvieux.

Le projet prévoit la préservation de l'intégralité des zones humides recensées (mesures d'évitement). Néanmoins, la création d'une nouvelle fosse en amont des prairies humides (ZH1) va engendrer une baisse d'alimentation de cette zone humide, de par les ruissellements interceptés dans l'excavation. Une mesure de réduction est ainsi prévue et détaillée au chapitre 3.1.3.



2.5. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE SAGE ET LE SDAGE

2.5.1. SDAGE

La compatibilité du projet par rapport au SDAGE Loire-Bretagne est présentée dans le tableau ci-dessous :

Les grandes orientations du SDAGE Loire-Bretagne	Impacts du projet et mesures prises
1- Repenser les aménagements des cours d'eau	Le projet n'impacte le tracé d'aucun cours d'eau
2- Réduire la pollution par les nitrates	Ce type d'exploitation ne peut être à l'origine de pollution par les nitrates, les matériaux exploités étant minéraux.
3- Réduire la pollution organique et bactériologique	Ce type d'exploitation ne peut être à l'origine de pollution organique ou bactériologique, les matériaux exploités étant minéraux.
4- Maîtriser et réduire la pollution par les pesticides	Ce type d'exploitation ne peut être à l'origine de pollution par les pesticides.
5- Maîtriser et réduire les pollutions dues aux micropolluants	Le plein des engins se fait sur aire étanche équipée d'un séparateur à hydrocarbures. Aucune autre substance dangereuse pour l'environnement ne sera employée pour l'exploitation.
6- Protéger la santé en protégeant la ressource en eau	Le site est localisé en dehors de tout périmètre de protection relatif à l'eau potable. Le captage le plus proche de la carrière est situé à 1,7 km à l'Ouest et sur un autre bassin versant. De plus, des mesures de protection pour éviter la pollution des eaux sont prises sur la carrière (aires étanches, séparateurs HC,...)
7- Maîtriser les prélevements d'eau	L'exploitation sera menée sans prélevement d'eau (hors eaux d'exhaure).
8- Préserver les zones humides	Les inventaires réalisés par ExEco Environnement ont permis d'identifier 0,9 ha de zones humides au droit du périmètre sollicité. Ces zones humides seront préservées dans le cadre du projet.
9- Préserver la biodiversité aquatique	Les rejets aqueux feront l'objet d'un suivi quantitatif et qualitatif, présenté au chapitre 3.
10- Préserver le littoral	Sans lien avec le projet
11- Préserver les têtes de bassin versant	Le projet n'a pas d'impact nouveau sur le tracé des cours d'eau.
12- Faciliter la gouvernance locale et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques	Pas de la responsabilité du porteur de projet
13- Mettre en place des outils réglementaires et financiers	Sans lien avec le projet
14- Informer, sensibiliser, favoriser les échanges	Un comité de suivi existe actuellement sur le site et sera maintenu.



Les effets du projet de la carrière de la Hunaudière vis-à-vis de ces 14 orientations et les mesures prises pour les limiter sont présentés dans la colonne de droite et mettent en évidence la compatibilité du projet par rapport au SDAGE Loire Bretagne 2022/2027.

2.5.2. SAGE SARTHE AVAL

La compatibilité du projet par rapport au Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux « Sarthe aval » est présentée dans le tableau ci-dessous :

Les articles du règlement du SAGE	Impacts du projet et mesures prises
1- Obligation d'ouverture des ouvrages hydrauliques situés sur les cours d'eau classés en liste 2	Sans lien avec le projet
2- Interdire la destruction de zones humides	Les inventaires réalisés par ExEco Environnement ont permis d'identifier 0,9 ha de zones humides au droit du périmètre sollicité. Ces zones humides seront préservées dans le cadre du projet.
3- Interdire le remplissage des plans d'eau en période d'étiage	A l'issue de la remise en état, il subsistera un plan d'eau résiduel. Il ne sera pas rempli artificiellement (pompage ou prélèvement dans le réseau hydrographique superficiel) mais par la mise à nu de la nappe.
4- Limiter la création de nouveau plan d'eau	Les plans d'eau résiduel seront liés à la remise en état de la carrière de la Hunaudière. A ce titre, le projet n'est pas concerné la règle n°4.

Les effets du projet de la carrière de la Hunaudière vis-à-vis de ces 4 articles du règlement et les mesures prises pour les limiter sont présentés dans la colonne de droite et mettent en évidence la compatibilité du projet par rapport au SAGE Sarthe aval.



2.6. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

Le projet est localisé dans un secteur rural. L'activité du secteur est à dominance agricole, l'habitat y est dispersé.

Au sein du périmètre du projet, et à l'image de la situation actuelle, se trouvent les fours à chaux de la société Pigeon Chaux et l'usine fillers de la société FACO. Ils sont localisés sur la plateforme des installations.

Le circuit des eaux est dimensionné en intégrant ces activités, notamment pour la collecte des eaux pluviales ruisselant sur ces espaces, tenant compte ainsi des effets cumulés de ces activités sur les eaux.

Ces activités ne génèrent pas de risques supplémentaires de dégradation de la qualité des eaux. Le suivi qualitatif des rejets de la carrière intégrera les eaux issues de ces activités.

Il n'a pas été recensé d'autres projets ou sites susceptibles d'avoir des effets cumulés relatifs aux eaux avec la carrière.



2.7. SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET SUR LES EAUX

2.7.1. CARACTERISATION DES EFFETS DU PROJET SUR LES EAUX

Les différents effets du projet sur les eaux, identifiés dans le présent chapitre, peuvent être classés selon leur caractère direct ou indirect, temporaire ou permanent.

	Effet retenu	Direct	Indirect	Temporaire	Permanent	Commentaires
Eaux superficielles	Effet qualitatif	O	N	O	N	La qualité de l'eau peut être impactée par les rejets de la carrière durant l'exploitation.
	Effet quantitatif	O	N	O	N	Les débits des rejets de la carrière peuvent impacter le réseau hydrographique en aval, durant l'exploitation.
Eaux souterraines	Effet qualitatif	O	N	O	N	La qualité des eaux souterraines peut être altérée par une pollution accidentelle (effet temporaire et à court terme).
	Effet quantitatif	O	N	O	N	La piézométrie de la nappe peut être impactée par drainage des eaux souterraines par l'excavation (effet direct et temporaire).

O : Oui / N : Non

Fig. 60 : Tableau de synthèse des effets du projet sur les eaux



2.7.2. FOCUS SUR LES POTENTIALITES DU SITE AU REGARD DE L'EAU POTABLE

En cas d'arrêt de pompage, la création d'un plan d'eau est inévitable, à l'image du projet de remise en état défini dans l'Arrêté en cours de validité.

La mise à jour de la nappe accroît certes sa sensibilité à des pollutions potentielles et peut entraîner un phénomène d'évaporation, mais elle présente aussi des avantages dont la principale est la constitution d'une réserve en eau de grande quantité et facilement mobilisable.

Ces effets sont exposés en fin de paragraphe 2.8.

Dans ce contexte, la société FACO s'est rapproché du Conseil Départemental de la Mayenne qui pilotait en 2023 une étude « *Diagnostic du potentiel des carrières et des mines comme une ressource alternative en eau* » pour identifier les potentialités de l'usage des eaux du site pour l'eau potable.

Cette étude a permis de recenser un total de 1266 carrières en Mayenne, dont 26 en activité. Plusieurs critères (proximité de captage, volumes disponibles etc..) ont été retenus pour sélectionner les sites présentant le plus d'intérêt pour la production d'eau potable. La carrière de la Hunaudière fait partie des 14 sites retenus (dont 4 en activité) qui présentent le plus gros potentiel.

Suite à ce travail, le Conseil Départemental de la Mayenne s'est déplacé sur le site de la carrière de Vaiges, pour affiner sa connaissance du site et mieux appréhender les potentialités du site pour l'eau potable. Un prélèvement d'eau (à la demande de Mr Alexis ROBERT, hydrogéologue agréé et contact actuel du Conseil Départemental de la Mayenne) a notamment été réalisé qui a montré une bonne qualité des eaux (au regard du paramètre nitrates). Le bordereau d'analyses correspondant est joint en page suivante.

Cette démarche confirme l'intérêt potentiel du site pour l'eau potable :

- après remise en état : utilisation des plans d'eau,
- en cours d'exploitation : possibilité de réutiliser les eaux d'exhaure rejetées au ruisseau de Langrotte.

Au stade actuel des études, la possibilité de réutiliser les eaux de la carrière pour l'eau potable n'est évoquée qu'en terme de potentiel. L'analyse seule des nitrates n'est bien sûr pas suffisante pour assurer la faisabilité de ce projet. C'est en revanche un préalable qu'il convenait de vérifier et dont les résultats favorables viennent conforter la volonté de poursuivre la réflexion sur le sujet, en concertation avec les services compétents.



LDA 53
LABORATOIRE DÉPARTEMENTAL
D'ANALYSES DE LA MAYENNE

RAPPORT D'ANALYSES

n° 2308020 14423-01

Echantillon reçu le : 02/08/2023 10:20

Validé le : 11/08/2023

Direction du développement durable et de la mobilité

Client
Nom : DDDM - DE - RESEAU QUALITE
Commune : LAVAL CEDEX
Code client : 3 623
Autre(s) destinataire(s) des résultats

DDDM - DE - RESEAU QUALITE

HOTEL DU DEPARTEMENT
39 RUE MAZAGRAN - CS 21429
53014 LAVAL CEDEX

Informations fournies par le client

Motif : Qualité consommation	Lieu de prélèvement :
Nature : Eau brute superficielle	Localisation : La Hunaudière, Vauges

Echantillon prélevé le : 02/08/2023 à 09:42 par le client

Informations du LDA53

Date de début d'analyse : 07/08/2023	Référence échantillon : 204433
--------------------------------------	--------------------------------

Paramètre	Résultat	Unité	Méthode	Critères de qualité			
				Limite	Référence	Mini	Maxi
Paramètres physico-chimiques							
(c)Nitrates	25	mg/l NO3	NF EN ISO 10304-1		50		

Précisions sur les résultats :

e.c. : en cours d'analyse / (ne) = nombre estimé

Si 1 ou 2 (UFC/ml ou UFC/100 ml) = Non fiable statistiquement

Le prélèvement n'a pas été réalisé par le LDA53. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Texte réglementaire (critères) : Code de la santé publique pour une eau destinée à la consommation humaine



ACCREDITATION
N°1-0674
PORTEE
DISPONIBLE
SUR

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à essai ou déchantillonnés.
Pour déclarer, ou non, la conformité aux critères, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude liée aux résultats d'analyse et/ou d'échantillonnage.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole (c).

Le technicien Chimie

Frédéric BROUILHET

LDA 53 - 224 Rue du Bas des Bois - CS 91427 - 53014 LAVAL Cedex
02 43 56 36 81 - 02 43 56 49 10 - Lda53@lumayenne.fr - www.Lda53.fr

Page 1 / 1

Fig. 61 : Bordereau d'analyses du Conseil Départemental de la Mayenne



2.8. CONDITIONS DE LA REMISE EN ETAT : PLANS D'EAU RESIDUELS

Création de plans d'eau résiduel

A la fin des extractions, les pompages d'exhaure seront stoppés (fin de phase 3 pour la fosse Nord, fin de phase 6 pour la fosse Ouest) et deux plans d'eau prendront place dans les excavations. Dans l'excavation Nord, le plan d'eau résiduel aura une surface de 11,4 ha tandis que dans l'excavation Ouest, le plan d'eau résiduel aura une surface de 19,4 ha.

La création de plans d'eau ne peut être évitée en raison de l'impossibilité d'accueillir autant de matériaux de remblais que de matériaux extraits.

Le choix a été fait de concentrer une partie des remblais en partie Nord-Ouest de l'excavation Nord pour limiter la surface résiduelle en eau. Si les remblais avaient été répartis sur l'intégralité du fond de fouille, le plan d'eau aurait été moins profond mais plus étendu. Ainsi, en l'absence de remblaiement sur cette fosse, le plan d'eau résiduel Est aurait une surface d'environ 16,9 ha.

A noter que l'autorisation actuelle de la carrière présente un plan d'eau de l'ordre de 18 ha à l'issue de la remise en état.

Caractéristiques des plans d'eau

Fosse Nord

Ce plan d'eau présentera les caractéristiques suivantes (cf. plan page suivante) :

- cote de l'eau d'environ 96 m NGF (piézométrie moyenne de PZ5),
- surface de 11,4 ha environ,
- profondeur maximale de 41 m.

Il sera entouré par les anciens fronts d'extraction purgés de leurs masses instables et une plateforme de remblais à l'Ouest.

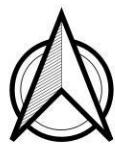
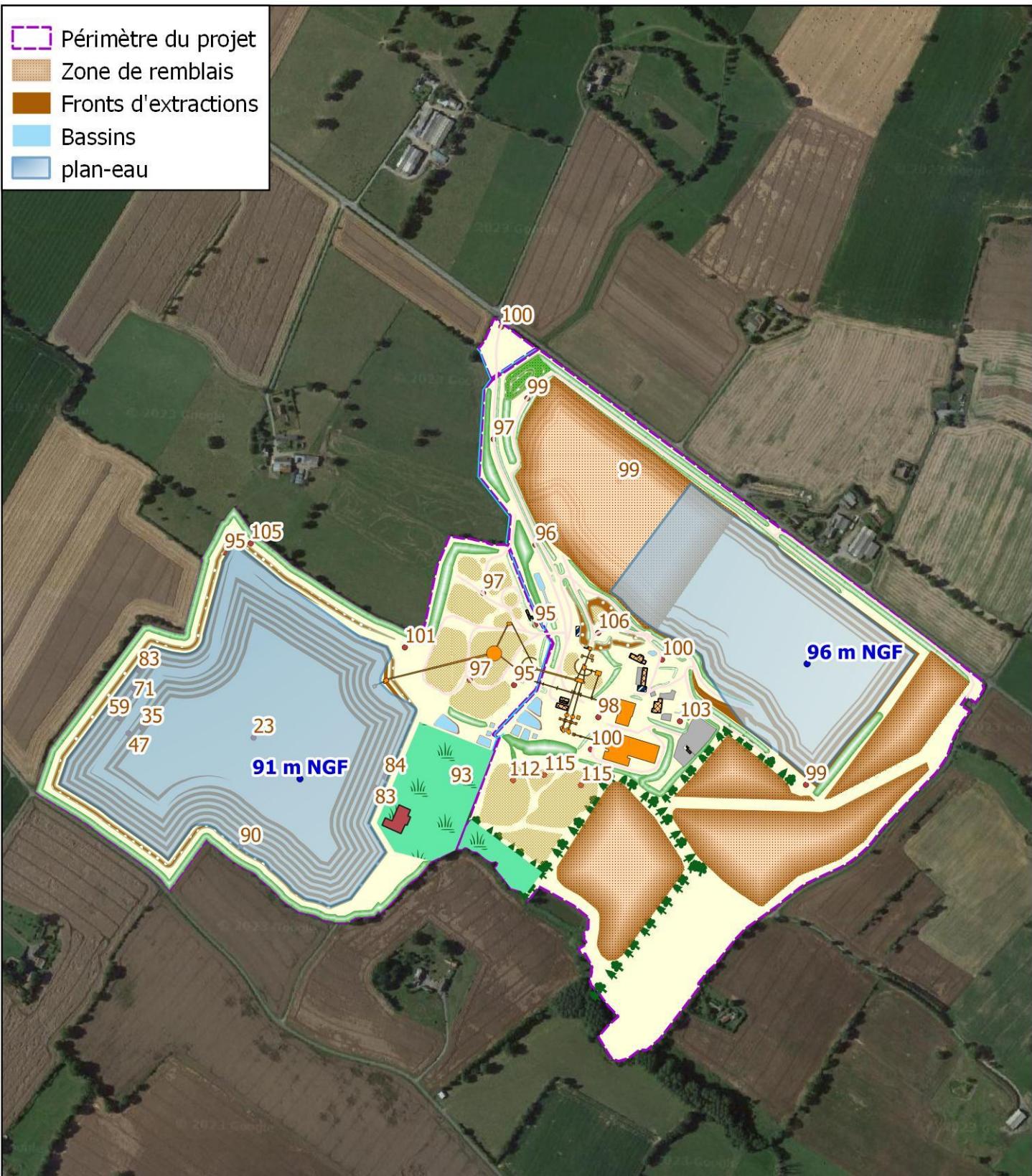
Fosse Ouest

Ce plan d'eau présentera les caractéristiques suivantes (cf. plan page suivante) :

- cote de l'eau d'environ 91 m NGF (piézométrie moyenne de P9),
- surface de 19,4 ha environ,
- profondeur maximale de 68 m.

Il sera entouré par les anciens fronts d'extraction purgés de leurs masses instables et la zone écologique préservée à l'Est.

Les conditions de remise en état du site sont détaillées dans le volet paysager de l'étude d'impact.



0 200 400 600 m

EMPRISE DES PLANS D'EAU FINAUX



Temps de remontée des plans d'eau

Le débit de remplissage d'un plan d'eau est égal au débit d'eau souterraine additionnée au débit d'eau pluviale intercepté par l'excavation.

La présence de plan d'eau augmente les ruissellements, en considérant donc un coefficient de ruissellement égal à 1 sur les plans d'eau contre 0,6 sur les espaces périphériques.

Fosse Nord

Le débit de remontée aura 2 origines :

- Les eaux souterraines issues du drainage de la nappe par l'excavation, avec un débit estimé à 90 m³/h, soit 788 400 m³/an,
- Les eaux pluviales issues du ruissellement sur la surface drainée par l'excavation (26,9 ha) :
 - o 11,4 ha correspondant au plan d'eau avec un coefficient de ruissellement de 1, le débit pluvial drainé peut être évalué à 11,4 ha x 693,4 mm/an = 79 000 m³/an
 - o 15,5 ha correspondant aux espaces périphériques avec un coefficient de ruissellement de 0,6, le débit pluvial drainé peut être évalué à 15,5 ha x 693,4 mm/an x 0,6 = 107 500 m³/an

$$\Rightarrow Q_{\text{remontée}} (\text{m}^3/\text{an}) = 788\,400 + 79\,000 + 107\,500 = 974\,900 \text{ m}^3/\text{an}$$

Etant donné le débit de remontée d'environ 974 900 m³/an, et le volume global du plan d'eau (environ 2,5 Mm³), le temps de remplissage peut être estimé à moins de 2,5 années.

Fosse Ouest

Le débit de remontée aura 2 origines :

- Les eaux souterraines issues du drainage de la nappe par l'excavation, avec un débit estimé à 206 m³/h, soit 1 804 560 m³/an,
- Les eaux pluviales issues du ruissellement sur la surface drainée par l'excavation (27,6 ha) :
 - o 19,4 ha correspondant au plan d'eau avec un coefficient de ruissellement de 1, le débit pluvial drainé peut être évalué à 19,4 ha x 693,4 mm/an = 134 500 m³/an
 - o 8,2 ha correspondant aux espaces périphériques avec un coefficient de ruissellement de 0,6, le débit pluvial drainé peut être évalué à 8,2 ha x 693,4 mm/an x 0,6 = 34 100 m³/an

$$\Rightarrow Q_{\text{remontée}} (\text{m}^3/\text{an}) = 1\,804\,560 + 134\,500 + 34\,100 = 1\,973\,160 \text{ m}^3/\text{an}$$

Etant donné le débit de remontée d'environ 1 973 160 m³/an, et le volume global du plan d'eau (environ 8 Mm³), le temps de remplissage peut être estimé à environ 4 ans.



Effets des plans d'eau sur les eaux superficielles

L'arrêt des pompages d'exhaure va induire la création de plans d'eau et stopper les rejets d'exhaure issus des pompages en fond de fouille vers le ruisseau.

La surface interceptée par les plans d'eau de la carrière est de 54,5 ha. A terme les plans d'eau intercepteront :

- une surface inférieure à 4,2 % de la surface totale du bassin versant du ruisseau du Langrotte,
- une surface inférieure à 0,15 % de la surface totale du bassin versant de l'Erve.

Ainsi les plans d'eau résiduels n'impacteront pas une surface de bassin versant pouvant handicaper le renouvellement des ressources naturelles en eau.

Effets des plans d'eau sur les eaux souterraines

L'arrêt des pompages d'exhaure va stopper l'effet de cône de rabattement de nappe en périphérie de la carrière. Cela va induire une remontée de la nappe aux abords des excavations. La nappe viendra alors s'équilibrer avec les niveaux des plans d'eau, limitant ainsi les effets de rabattement de la nappe à l'extérieur du site et en particulier au droit des ouvrages (puits et forages) périphériques.

Les impacts éventuels sur les eaux souterraines par les plans d'eau résiduels à l'issue de l'exploitation de la carrière pourront concerter :

- L'augmentation de la température du plan d'eau,
- L'évaporation,
- Une pollution par les pratiques agricoles.

De plus, l'importante profondeur des plans d'eau (41 et 68 m au maximum) n'induira pas d'augmentation de température de la nappe, seule la partie superficielle des plans d'eau étant soumise aux variations de température.

Les volumes en eau ainsi stockés pourraient constituer, à long terme, des ressources en eau mobilisables pour différents usages, comme par exemple l'eau potable.



3. MESURES PREVUES PAR LE PETITIONNAIRE OU LE MAITRE DE L'OUVRAGE POUR EVITER, REDUIRE OU COMPENSER LES EFFETS NEGATIFS NOTABLES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

3.1. MESURES PREVUES POUR LES EAUX SUPERFICIELLES

3.1.1. MESURES RELATIVES AUX IMPACTS QUANTITATIFS

3.1.1.1. Ruisseaulement des eaux extérieures

Les merlons mis en place en périphérie de la carrière limiteront l'arrivée des eaux de ruissellement extérieures au site. Ces dernières seront drainées par des fossés et rejoindront les thalwegs et cours d'eau périphériques au site.

Le maintien de ces fossés périphériques et la création des merlons constitue **une mesure d'évitement**, en empêchant les eaux de ruissellement extérieures de transiter par le site.

3.1.1.2. Rejet des eaux

Parmi les effets du projet évoqués précédemment, l'imperméabilisation partielle des terrains va générer une modification du bilan hydrique avec en particulier une augmentation des ruissellements.

Le débit moyen annuel total de rejet issu de la carrière est estimé à moins de 250 m³/h.

Zones d'extraction

Le débit de la pompe actuelle (250 m³/h) et l'ajout d'une seconde pompe dans la nouvelle excavation (250 m³/h) permettront d'assurer les pompages d'exhaure.

La régulation de ces débits notamment en période de crue, se basera sur le fonctionnement des pompes d'exhaure qui brideront les débits de rejet à leurs débits unitaires. Les fonds de fouille joueront le rôle de bassins tampons.

La gestion quantitative des rejets d'eau des zones d'extraction sera donc basée sur :

- L'orientation des ruissellements des zones d'extraction vers les fonds de fouille, qui joueront un rôle de tampon lors des épisodes pluvieux de forte intensité et de décantation des eaux de ruissellement,
- La collecte de ces eaux de ruissellements et des eaux souterraines dans un bassin localisé au point le plus bas des fonds de fouille,
- L'exhaure de ce bassin au moyen de pompes de 250 m³/h dans chacune des fosses,
- La possibilité d'arrêter les pompes en cas de pollution accidentelle, permettant de confiner une pollution accidentelle dans l'emprise des bassins de fonds de fouille en vue de son traitement.



Plateformes

Les eaux de ruissellement de plateforme sont orientées vers des réseaux de bassins de décantation (bassins Ouest pour la plateforme de stockage et bassins de ruissellement existants pour la plateforme des installations). Ces bassins sont dimensionnés (cf. infra) pour contenir une pluie d'orage d'occurrence décennale.

La gestion quantitative des rejets d'eau de ruissellement sur les plateformes sera donc basée sur :

- L'orientation des ruissellements vers des réseaux de bassins de décantation, qui joueront un rôle de tampon lors des épisodes pluvieux décennaux et de décantation des eaux de ruissellement,
- La possibilité d'arrêter les rejets en fermant les vannes en cas de pollution accidentelle, permettant de confiner une pollution accidentelle dans l'emprise des bassins en vue de son traitement.

Plateforme des installations

Les eaux de ruissellement issues de la plateforme des installations (7 ha) seront, à l'image de la situation actuelle, décantées dans les bassins situés au Sud-Ouest du site actuel. Il n'est pas prévu de modification de ces bassins.

Plateforme de stockage Ouest

Les eaux de ruissellement issues de la plateforme de stockage (4,5 ha) seront décantées dans les bassins de décantation Ouest. En cas de forts épisodes pluvieux, l'excès d'eau sera stocké dans le bassin terminal qui sera aménagé afin de maintenir un niveau bas.

Le volume nécessaire pour le stockage des eaux de ruissellement liées à un orage de fréquence décennale a été calculé en fonction d'un débit de fuite fixé à 3 l/s/ha par la formule suivante, issue de l'instruction technique du 22 juin 1977 :

$$V = 10 \times Sa \times Ha$$

Avec :

V = volume du bassin de rétention en m³

Sa = Surface active en ha = S x Cr

S = superficie du bassin versant de l'ouvrage en ha

Cr = coefficient de ruissellement du bassin versant

Ha = hauteur spécifique de stockage en mm

Les valeurs couramment admises pour ce coefficient de ruissellement sont les suivantes :

- S1 : Terre végétale (pleine terre) : 0,2
- S2 : Pistes, stocks, aires de circulation : 0,4
- S3 : Espaces enrobés : 1
- S4 : Roches dénudées : 0,8

Sur la plateforme de stockage Ouest, le coefficient global de ruissellement retenu sera de 0,4.



La fiche de calcul jointe ci-dessus permet de déterminer que le volume nécessaire de rétention des eaux pluviales pour un orage de fréquence décennale est d'environ 440 m³.

FICHE STATION		PARAMETRES DE CALCUL	
Station Météofrance retenue		Le Mans	
Période statistique		1962 - 2014	
Durée de retour		10 ans	
Lieu-dit station		La Hunaudière	
Commune station		Vauges	
Données Meteofrance et ajustement			
Données méteofrance		Le Mans	
Période		1962 - 2014	
Temps (h)	P (mm)	Droite de projet	Droite tangentielle
0	0	0,00	26,00
0,5	22,8	1,45	27,45
2	32	5,79	31,79
6	37,5	17,36	43,36
12	42,5	34,71	60,71
24	52,3	69,43	95,43
48	63,2	138,86	164,86
96	74,6	277,71	303,71

calcul du coefficient de ruissellement			
	occupation des sols	surface (ha)	Cr
Surface 1	terrain naturel	0,6	0,2
Surface 2	infrastructures	3,9	0,4
Surface 3	enrobés	0	1
Surface 4	roche dénudée	0	0,8
Surface drainée par bassin de rétention		4,5	0,4

Débit de fuite unitaire (SDAGE LB 2016)	3	l/s/ha
Surface de la plateforme	4,5	ha
Débit de fuite du bassin de rétention	13,5	l/s
Surface active Sa	1,7	ha
Hauteur spécifique de stockage Ha	26	mm

calcul du volume de rétention		
V =	437	m ³

Fig. 63 : Fiche de calcul du volume disponible pour la rétention d'un orage décennal

La superficie du bassin terminal Ouest est de 290 m². Afin d'accepter un orage d'occurrence décennale, il aura les caractéristiques suivantes :

- Surface = 290 m²,
- Hauteur de la vanne = 1,5 m sous la cote de plein bord,
- Cote de l'eau à maintenir = 91,5 m NGF,
- Cote à plein bord = 93 m NGF.

Le volume disponible pour la rétention sera donc de 440 m³, permettant de réguler des écoulements d'occurrence décennale.

En résumé, le bassin de rétention présentera le profil type suivant :

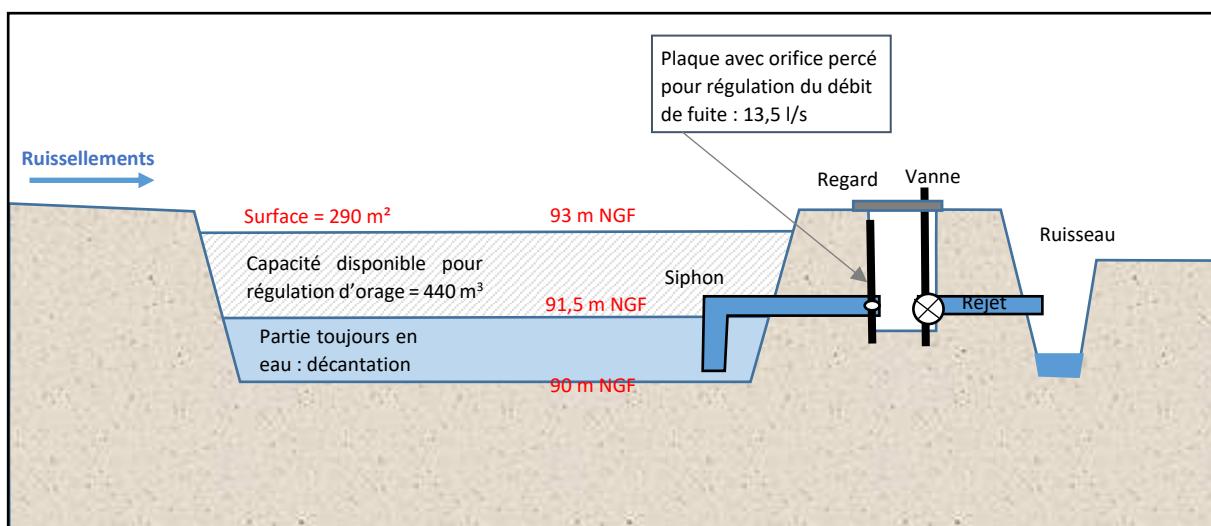


Fig. 64 : Coupe type du bassin de décantation terminal Ouest



Zone de remblais Est

Les eaux de ruissellement issues des remblais (16,6 ha) seront décantées dans la noue longeant le Sud-Est du site. En cas de forts épisodes pluvieux, l'excès d'eau sera stocké dans cette noue.

Le volume nécessaire pour le stockage des eaux de ruissellement liées à un orage de fréquence décennale a été calculé en fonction d'un débit de fuite fixé à 3 l/s/ha

Sur les remblais végétalisés, le coefficient global de ruissellement retenu sera de 0,2.

La fiche de calcul jointe ci-dessus permet de déterminer que le volume de rétention nécessaire des eaux pluviales pour un orage de fréquence décennale est d'environ 765 m³.

FICHE STATION				PARAMETRES DE CALCUL			
Station Météofrance retenue				calcul du coefficient de ruissellement			
Période statistique				occupation des sols	surface (ha)	Cr	
Durée de retour				Surface 1	terrain naturel	16,6	0,2
Lieu-dit station				Surface 2	infrastructures	0	0,4
Commune station				Surface 3	enrobés	0	1
				Surface 4	roche dénudée	0	0,8
				Surface drainée par bassin de rétention	16,6	0,2	
Données Météofrance et ajustement				Débit de fuite unitaire (SDAGE LB 2016)			
Données météofrance		Le Mans		3		I/s/ha	
Période		1962 - 2014		Surface des remblais	16,6	ha	
Temps (h)	P (mm)	Droite de projet	Droite tangentielle	Débit de fuite du bassin de rétention	49,8	I/s	
0	0	0,00	23,00	Surface active Sa			
0,5	22,8	2,70	25,70	Hauteur spécifique de stockage Ha	23	mm	
2	32	10,80	33,80	calcul du volume de rétention			
6	37,5	32,40	55,40	V =	764	m ³	
12	42,5	64,80	87,80				
24	52,3	129,60	152,60				
48	63,2	259,20	282,20				
96	74,6	518,40	541,40				

Fig. 65 : Fiche de calcul du volume disponible pour la rétention d'un orage décennal dans la noue

La longueur de la noue est de 650 mètres. Afin d'accepter un orage d'occurrence décennale, elle aura les caractéristiques suivantes :

- Profondeur de la noue : 0,5 m sous la cote de plein bord,
- Largeur de la noue à plein bord : 3 m,
- Largeur de la noue au fond : 2 m,
- Section de la noue : 1,25 m²

Le volume ainsi disponible pour la rétention sera donc de $650 \times 1,25 = 812 \text{ m}^3$, (supérieur donc aux 770 m³ nécessaires) et permettant de réguler des écoulements d'occurrence décennale.

En résumé, la noue présentera le profil type suivant :

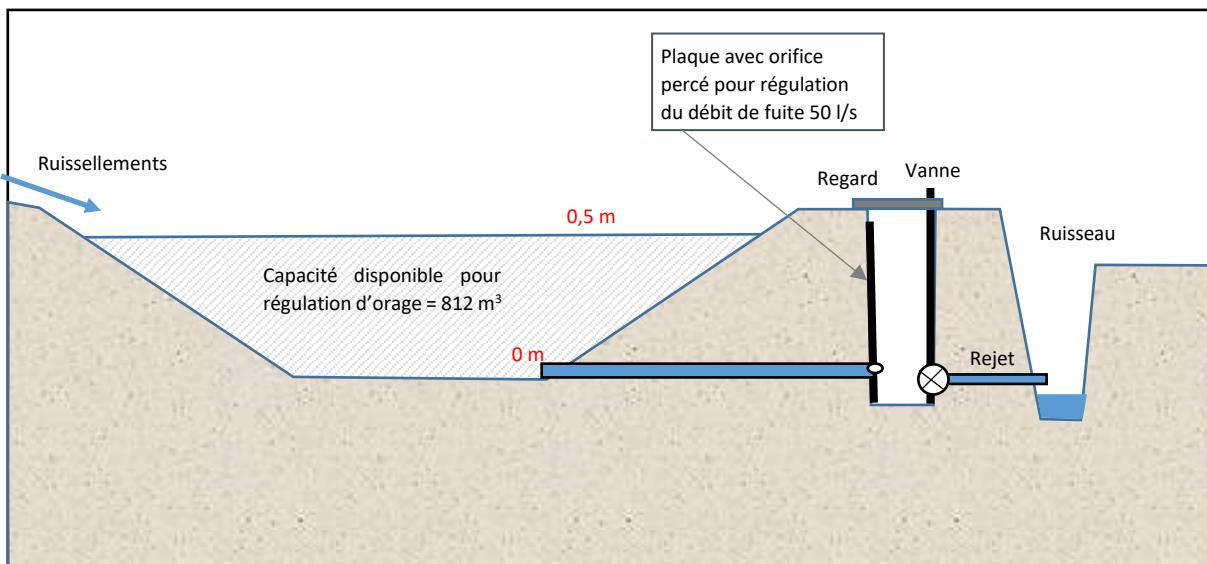


Fig. 66 : Coupe type de la noue

Le circuit des eaux de la carrière inclut cet aménagement (cf paragraphe 2.1.1.3).

Synthèse sur le respect du débit de rejet imposé par le SDAGE

La valeur du débit de rejet de la carrière est imposée par le SDAGE 2022 qui préconise un débit de 3 l/s/ha.

3D-2 : Limiter les apports d'eaux de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales et le milieu naturel dans le cadre des aménagements

Si les possibilités de gestion à la parcelle sont insuffisantes (infiltration, réutilisation...), le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs des eaux pluviales puis dans le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits acceptables par ces derniers et de manière à ne pas aggraver les écoulements par rapport à la situation avant aménagement.

[...]

À défaut d'une étude spécifique précisant la valeur de ce débit de fuite, le débit de fuite maximal sera de 3 l/s/ha pour une pluie décennale et pour une surface imperméabilisée raccordée supérieure à 1/3 ha.

Fig. 67 : Extrait du SDAGE Loire Bretagne 2022-2027

Cette valeur correspond au débit moyen de ruissellement décennal observé sur une zone non aménagée. Après extension, le rejet de la carrière de la Hunaudière drainera une superficie totale de 87,3 ha. Réglementairement, son débit de rejet ne devrait donc pas dépasser 262 l/s soit environ 943 m³/h.

Le débit total de rejet moyen (< 250 m³/h) et instantané (902 m³/h) sont inférieurs au débit acceptable au regard du SDAGE (943 m³/h).



3.1.2. MESURES RELATIVES AUX IMPACTS QUALITATIFS

Les prélèvements d'eau réalisés ont montré une bonne qualité des eaux d'exhaure de la carrière.

Afin de maintenir cette qualité des eaux, il est prévu de mettre en place les mesures suivantes :

- Sur le risque de pollution par un déversement accidentel d'hydrocarbures :
 - Présence de kit anti-pollution au bureau de la carrière.
 - Utilisation de deux aires étanches équipées chacune d'un séparateur à hydrocarbures pour le plein et l'entretien courant des engins (lavage, graissage...)
 - Possibilité de stopper les pompes d'exhaure en cas de pollution accidentelle et de contenir ainsi la pollution en fonds de fouille en vue de son traitement,
 - Possibilité de stopper les vannes du bassin terminal Ouest de décantation, du bassin terminal de décantation des eaux de ruissellement de plateforme des installations, et de la noue, en cas de pollution accidentelle sur les plateformes ou les remblais et de contenir ainsi la pollution dans un bassin en vue de son traitement,
- Sur le risque de transfert de MES vers le réseau hydrographique :
 - Décantation systématique des eaux de ruissellement dans les bassins de fond de fouille et bassins de décantation des eaux de plateforme avant rejet au milieu naturel,
 - Maintien du futur circuit de lavage des matériaux en circuit fermé, alimenté en appont par des eaux claires, mais sans rejet au milieu récepteur.

Ces différents impacts potentiels ne pouvant être évités, l'ensemble de ces mesures sont des mesures de réduction. Il n'y a pas lieu de prévoir de mesures compensatoires.

Afin de contrôler l'efficacité future de ces mesures, un suivi de la qualité des eaux est proposé. Il est présenté au paragraphe 3.3.

3.1.3. MESURES RELATIVES AUX ZONES HUMIDES

ZH2 : prairies humides situées entre les stockages Est et le ruisseau de Langrotte

Afin de préserver les zones humides et leurs fonctionnalités, une bande de 20 m sera conservée (mesure d'évitement) au Sud-Est entre la zone humide et les stockages de stériles et découvertes.

Pour la zone humide au Sud, une plantation de haie perpendiculaire à la pente avec une mise en défens de la zone sera effectuée, combinée au prolongement de la zone de quiétude écologique prévue sur l'autre rive du Langrotte.

La création de la noue (proposée pour réguler les ruissellements sur les stockages au Nord de ce secteur humide) participera à la rétention des eaux sur ce secteur et favorisera ainsi la pérennité de cette zone humide (mesure d'accompagnement).



ZH1 : prairies humides situées entre la fosse d'extraction future Ouest et le ruisseau de Langrotte

Le projet induira un déficit d'alimentation des prairies humides situées entre la fosse d'extraction future Ouest et le ruisseau de Langrotte (ZH1).

Ces prairies humides seront évitées dans le cadre du projet (mesure d'évitement), et pourront être réaménagées afin d'améliorer leurs fonctionnalités (mesure d'accompagnement). Dans le but de prévenir un éventuel impact indirect du fait de la création de la fosse, sur l'alimentation de la zone humide, une partie des futures eaux d'exhaure de la nouvelle fosse (à hauteur des ruissellements actuels sur la zone) sera redirigée vers la zone humide (mesure de réduction).

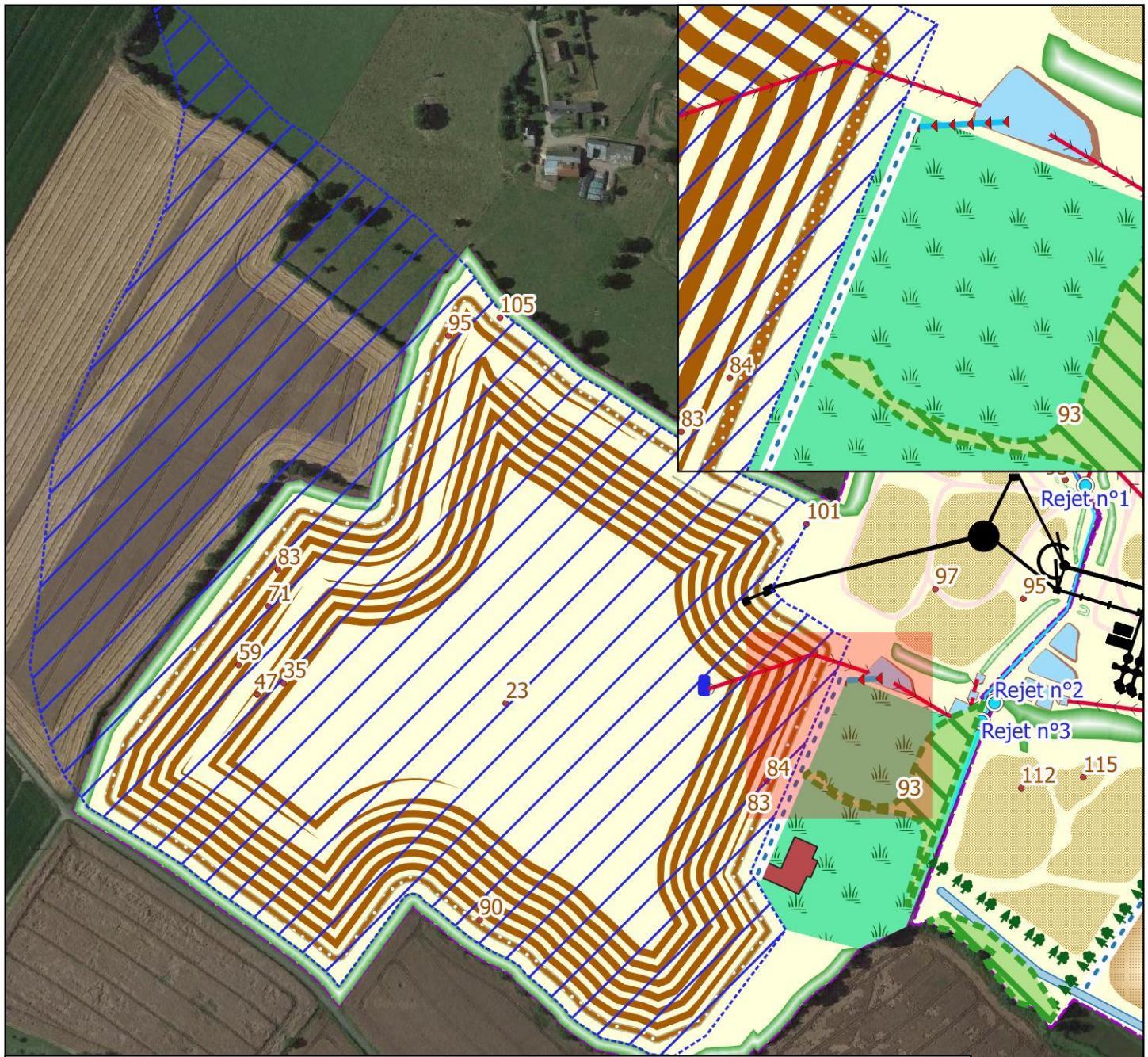
La surface de bassin versant interceptée par la fosse Ouest représente environ 34,2 ha (cf plan joint en page suivante). Le bilan hydrique présenté au chapitre 1.3.2, donne pour un terrain naturel les valeurs de ruissellement mensuelles suivantes :

Valeurs moyennes de 1991 à 2020	Pluie brute (mm)	Ruisseaulement (mm)	Ruisseaulement (m ³ /h pour 34,2 ha)
septembre	50,8	0,0	0,0
octobre	65,5	0,0	0,0
novembre	67,1	3,8	1,8
décembre	75,0	39,1	18,6
janvier	65,9	33,2	15,6
février	49,1	16,3	7,7
mars	52,2	0,6	0,3
avril	51,1	0,0	0,0
mai	63,2	0,0	0,0
juin	55,1	0,0	0,0
juillet	49,4	0,0	0,0
août	49,0	0,0	0,0
Total	693,4	93,0	93,0

Fig. 68 : Pluie et ruissellement mensuels selon bilan hydrique sur sol naturel

Les ruissellements sont nuls d'avril à octobre et varient entre 0,6 et 39,1 mm par mois ensuite. Pour une surface de 34,2 ha, cela représente un volume maximal mensuel de 13400 m³, 18 m³/h.

La réalimentation de la zone humide sera réalisée à hauteur de 20 m³/h de novembre à mars et 10 m³/h d'avril à octobre, ce qui permettra d'assurer un apport en eau supérieur aux ruissellements actuels.



□ Périmètre du projet
■ Bassin de fond de fouille
■ Zone de quiétude à vocation écologique
■ Bassin versant ZH1
■ Zone humide identifiée sur site

→ Sens des écoulements (canalisations, fossés)
● Points de rejet
--- Fossé de réalimentation de ZH1
— Noue
→ Pompage en direction du fossé de réalimentation de ZH1



MESURE DE REALIMENTATION DE ZH1



3.1.4. SYNTHESE DES MESURES PRISES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES ET LES ZONES HUMIDES

Thème	Qualification de l'impact	Mesures prévues			Qualification de l'impact résiduel après mise en œuvre des mesures ERC
		Evitement (E) / Réduction (R) / Compensation (C)			
Effet quantitatif sur les eaux superficielles	Modéré	E	/		Faible
		R	Modification du circuit des eaux avec dimensionnement des nouveaux bassins pour la régulation d'orage, Mesures des débits de rejet dans le ruisseau de Langrotte, Débit de rejet issu de la carrière inférieur au débit maximal imposé par le SDAGE, Rejet limité par le débit des pompes, En période de fortes précipitations, le fond de fouille jouera le rôle de bassin tampon et il ne sera pas nécessaire d'augmenter le débit de rejet.		
		C	/		
Altération de la qualité des eaux superficielles	Modéré	E	/		Faible
		R	Suivi de la qualité du ruisseau de Langrotte en amont et en aval du site, Suivi de la qualité des eaux de rejet, Décantations successives avant rejet, Possibilité de stopper les vannes de rejet si pollution constatée, Arrêt du pompage d'exhaure si pollution constatée, Présence de kit anti-pollution sur site, Plein des engins en bord à bord sur deux aires étanches équipées chacune d'un séparateur à hydrocarbures		
		C	/		
Zones humides	Modéré	E	Evitement systématique des zones humides (ZH1 et ZH2) Bande de 20 m conservée au Sud-Est entre la zone humide ZH2 et les stockages de stériles et découvertes		Faible
		R	Dans le but de prévenir un éventuel impact indirect du fait de la création de la fosse, sur l'alimentation de la zone humide ZH1, une partie des futures eaux d'exhaure de la nouvelle fosse (20 m ³ /h de novembre à mars et 10 m ³ /h d'avril à octobre) sera redirigée vers la zone humide Création de noue (proposée pour réguler les ruissellements sur les stockages au Nord de ce secteur humide) participant à la rétention des eaux sur ce secteur et favorisant ainsi la pérennité de la zone humide ZH2		
		C	/		

E : Evitement, R : Réduction, C : Compensation, NC : Non Concerné



3.2. MESURES PREVUES POUR LES EAUX SOUTERRAINES

3.2.1. MESURES RELATIVES AUX IMPACTS QUANTITATIFS

Les impacts quantitatifs potentiels du projet sur les eaux souterraines concernent la modification de la piézométrie autour de l'excavation.

Impacts sur la nappe au sens large

Le remblaiement progressif de la fosse Nord par des stériles et matériaux de découvertes depuis le Nord (amont hydrogéologique) limitera les entrées d'eau dans la fosse Nord, dès le début de la seconde phase quinquennale d'exploitation.

De plus, le phasage d'exploitation a été adapté pour limiter la période de coexistence des pompages d'exhaure des deux fosses.

Au cours de ces 3 premières phases d'exploitation :

- l'exploitation de la fosse Nord sera privilégiée, de manière à pouvoir stopper le pompage d'exhaure à la fin de la troisième phase d'exploitation,
- le pompage dans la fosse Ouest sera présent, mais limité du fait de la limitation de la profondeur à 71 m NGF (contre 23 m NGF en fin d'exploitation).

A compter donc de la quatrième phase quinquennale :

- la fosse Ouest de développera (extension et approfondissement plus important), augmentant le débit d'eaux souterraines pompées,
- en revanche, durant cette période, le pompage de la fosse Nord sera stoppé.

Ces mesures de réduction (remblaiement de l'excavation Nord depuis le Nord et fin du pompage d'exhaure en fosse Nord dès le début de la quatrième phase quinquennale) limiteront les effets des pompages sur les rabattements de la nappe.

Impacts sur les ouvrages périphériques

Bien que des effets de rabattement soient attendus sur certains ouvrages (cf. paragraphe 2.3.1.2), les impacts retenus du projet sur ces ouvrages périphériques apparaissent faibles au regard de leur absence d'usages.

Le suivi de certains ouvrages périphériques sera cependant maintenu (cf. paragraphe 3.3).



Impacts sur les captages d'eau potable

Etant donné que :

- le captage de l'Ecrillé se situe à plus de 1,5 km à l'Ouest du projet,
- Le projet d'extension de la carrière est situé en dehors des périmètres de protection du captage de l'Ecrillé (le périmètre de protection complémentaire se trouve à 320 m des limites Ouest du projet),
- Les écoulements souterrains montrent que la carrière n'est pas située en amont de ce captage (elle n'intercepte donc pas les eaux qui alimentent le captage et n'est pas susceptible d'avoir une incidence sur la qualité des eaux pompées par le captage)
- Des mesures ont été prises pour limiter les quantités d'eau souterraines pompées en fond de fouille,

Il n'est pas attendu d'effet direct du projet d'extension de la carrière sur le captage de l'Ecrillé et donc de mesures spécifiques.

Cependant, comme évoqué au paragraphe 2.7.2, le site présente une potentialité élevée pour la production d'eau potable, identifiée dans le cadre de l'étude « Diagnostic du potentiel des carrières et des mines comme une ressource alternative en eau » pilotée par le Conseil Départemental de la Mayenne en 2023.

Dans ce contexte, la société FACO reste ouvert à toute réflexion qui pourrait être menée sur l'optimisation de cette potentialité, notamment au regard de la présence proche du captage de l'Ecrillé.

A ce titre, il pourrait être prévu que l'exploitant du captage, tout comme le service « eau potable » du Conseil Départemental, intègre le Comité de Suivi de la carrière.

3.2.2. MESURES RELATIVES AUX IMPACTS QUALITATIFS

Les risques d'altération de la qualité des eaux ont les mêmes origines que pour les eaux superficielles. Les mesures préventives envisagées pour réduire ces risques recoupent celles prises pour les eaux superficielles.

A noter qu'en cas de pollution accidentelle des eaux souterraines, celles-ci seront confinées en fonds de fouille avec un arrêt du pompage d'exhaure le temps de procéder à la dépollution.



3.2.3. SYNTHESE DES MESURES PRISES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Thème	Qualification de l'impact	Mesures prévues			Qualification de l'impact résiduel après mise en œuvre des mesures ERC
		Evitement (E) / Réduction (R) / Compensation (C)			
Piézométrie	Modéré sur la nappe au sens large Faible sur les ouvrages périphériques	E	/		Modéré sur la nappe au sens large Faible sur les ouvrages périphériques
		R	Phasage d'exploitation adapté pour limiter la coexistence des pompages d'exhaure des deux fosses. Remblaiement partiel de l'excavation Nord pour limiter les entrées d'eau. Suivi des niveaux piézométriques sur les puits et forages périphériques		
		C	/		
Altération de la qualité des eaux souterraines	Modéré	E	/		Faible
		R	Matériaux inertes (stériles d'exploitation et découvertes) mis en remblais, Présence de Kit anti-pollution sur site, Plein des engins en bord à bord sur deux aires étanches équipées chacune d'un séparateur à hydrocarbures		
		C	/		
Eau potable (Captage de l'Ecrillé)	Faible	E	Projet en dehors des périmètres de protection et de la Zone de Protection de l'Aire d'Alimentation de Captage de l'Ecrillé		Faible
		R	Réflexion lancée avec le Conseil Départemental de la Mayenne sur les potentialités du site pour l'eau potable Proposition d'intégration de l'exploitant du captage et du service eau potable du Conseil Départemental de la Mayenne au Comité de Suivi de la Carrière		
		C	/		

E : Evitement, R : Réduction, C : Compensation, NC : Non Concerné



3.3. SUIVI DES EAUX

Le tableau suivant récapitule le suivi proposé pour les eaux superficielles et souterraines :

Point de suivi	Fréquence	Paramètres suivis
4 points de rejets	Trimestrielle	pH, MES, DCO, HC, température (in situ)
Amont/aval du périmètre autorisé	Tous les 3 ans	IBGN
Ruisseau de Langrotte aval du site	Trimestrielle	pH, MES, DCO, HC, température (in situ)
Puits ⁽¹⁾ P1 à P10	Annuelle (période de basses eaux)	Piézométrie
Piézomètres (PZ2, PZ3, PZ4bis, PZ5, PZ7, PZ8, PZ9 et PZ11)	Trimestrielle	Piézométrie
	Annuelle	pH, DCO, HC, température (in situ) et conductivité

(1) : Après obtention de l'accord des riverains concernés

3.4. CARTOGRAPHIE DES MESURES

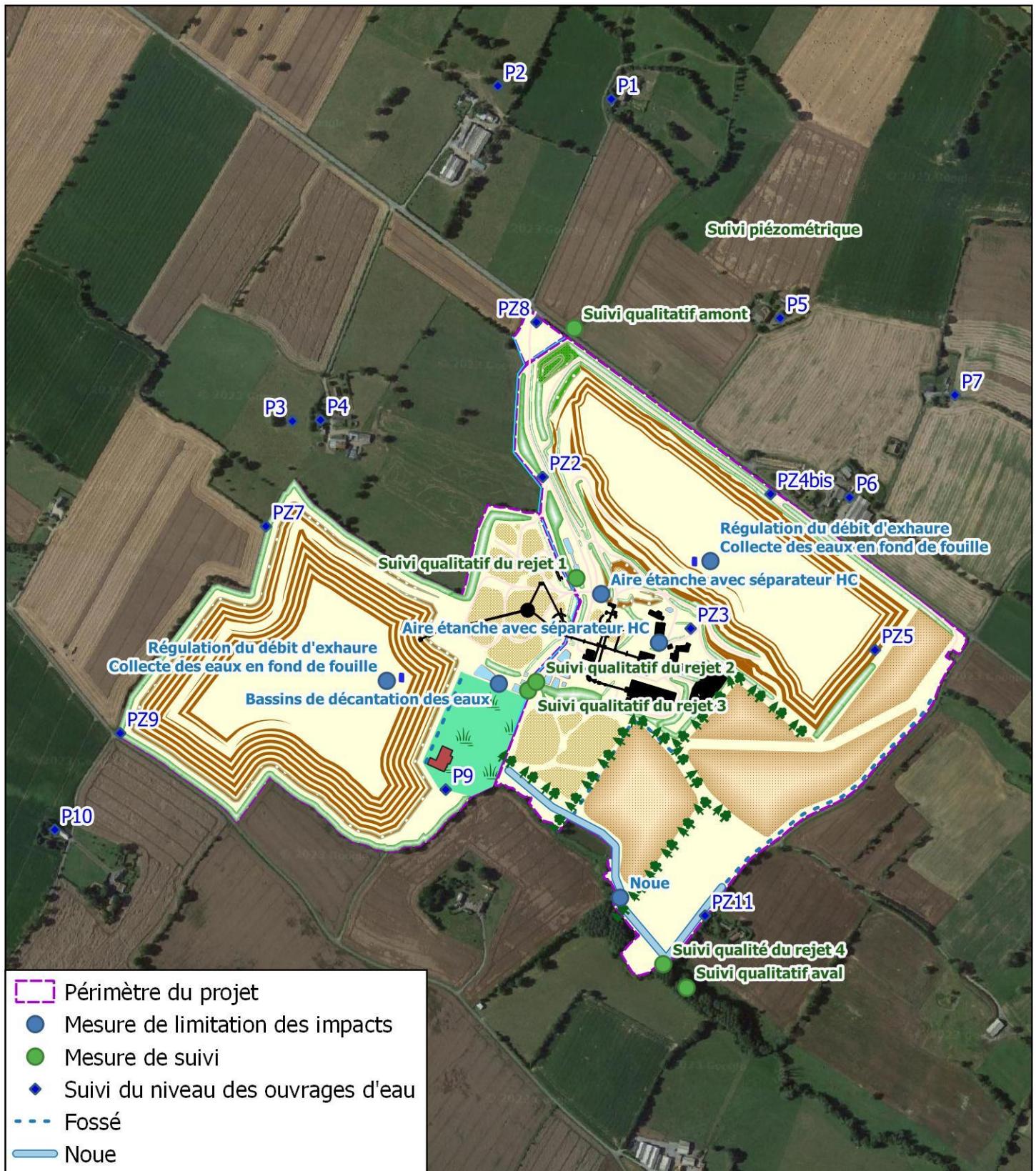
Le plan joint page suivante synthétise pour les eaux superficielles et souterraines :

- l'ensemble des mesures prises pour éviter, réduire ou compenser les impacts du projet,
- le nouveau circuit des eaux proposé,
- le réseau de suivi proposé.

3.5. ESTIMATION DES DEPENSES

Le tableau suivant récapitule le montant des dépenses prévues pour limiter les impacts sur les eaux.

Mesure	Dépense	Fréquence
Aménagement du circuit des eaux	50 000 €	Au lancement de l'activité
Suivi qualité du ruisseau amont et aval	500 € / campagne	Trimestrielle
Suivi qualité des eaux de rejet	500 € / campagne	Trimestrielle
Suivi piézométrique P1 à P7, P9, P10, PZ2, PZ3, PZ5, PZ4bis, PZ7, PZ8, PZ9, PZ11	500 € / campagne	Trimestrielle
Suivi qualité des eaux souterraines	500 € / campagne	Annuelle
IBGN	850 € / campagne	Tous les 5 ans



0 200 400 600 m

MESURES DE LIMITATION DES IMPACTS SUR LES EAUX