



SPLM SEMEXVAL



Programmes immobiliers sur Evenos (83) Etude hydraulique



Rapport n°126285/version A – Février 2024

Projet suivi par Sophie PERET – 06 84 66 87 46 – sophie.peret@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Programmes immobiliers sur Evenos (83)

Etude hydraulique

CLIENT	SITE
SPLM SEMEXVAL	Commune d'Evenos (83)
185 Place du Général de Gaulle 83160 LA VALETTE DU VAR	
Laurent Bornet Directeur Adjoint (06) 31 75 51 62 l.bornet@splm-semexval.com	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Sophie PERET
Interlocuteur commercial	Nicolas DU BOISBERRANGER
	Implantation d'Aubagne
Implantation chargée du suivi du projet	04.42.08.70.70 secretariat.marseille-fr@anteagroup.com
Rapport n°	126285
Version n°	version A
Votre commande et date	Octobre 2023
Projet n°	PACP230345

	Nom	Fonction	Date
Rédaction	Arthur MULLER	Ingénieur d'étude	Février 2024
Approbation	Sophie PERET	Ingénieure de projet	Février 2024

Suivi des modifications

Indice Version	Nombre de pages	Date	Objet des modifications
A	57	Février 2024	Version initiale

Sommaire

1.	Contexte et objectifs du rapport	7
1.1.	Le contexte de votre projet.....	7
1.2.	L'objet de ce rapport.....	9
2.	Compatibilité avec les zonages et doctrines pluviales	10
2.1.	Plan Local d'Urbanisme (PLU)	10
2.1.1.	Zones 1AU et UB	11
2.1.2.	Zones N	11
2.2.	Risque inondation.....	12
2.2.1.	Atlas des Zones Inondables (AZI)	13
2.2.2.	Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRi)	13
2.2.3.	Espaces de Bon Fonctionnement (EBF).....	15
2.2.4.	Analyse hydrogéomorphologique.....	17
2.3.	Doctrine de gestion des eaux pluviales.....	20
2.3.1.	Préconisations du PLU.....	20
2.3.2.	Doctrine de la MISEN	22
3.	Contexte hydrologique et hydrogéologique	24
3.1.	Hydrologie	24
3.1.1.	Décomposition en sous-bassins versants.....	24
3.1.2.	Hydrologie en état actuel.....	27
3.2.	Hydrogéologie	31
3.2.1.	Nappe.....	31
3.2.2.	Usages de l'eau souterraine.....	34
3.2.3.	Perméabilité.....	36
3.3.	Réseau pluvial.....	42
4.	Gestion des eaux pluviales	43
4.1.	Incidences potentielles du projet.....	43
4.1.1.	Aspects quantitatifs	43
4.1.2.	Aspects qualitatifs.....	43
4.2.	Mesures de gestion des eaux pluviales.....	44
4.2.1.	Fossé du bassin versant amont	44
4.2.2.	Volume à compenser	46
4.2.3.	Aménagements de gestion des eaux pluviales	48
4.2.4.	Mesures qualitatives	50
5.	Cadrage réglementaire de la loi sur l'eau.....	51

6. Conclusion 52

Table des figures

Figure 1 : Périmètre du projet immobilier (source : Antea Group).....	7
Figure 2 : Site du projet (source : Antea Group, visite du 17-10-2023)	8
Figure 3 : Plan de masse des aménagements prévus (source : Atelier PIROLLET).....	8
Figure 4 : Cadastre (source : Antea Group).....	10
Figure 5 : Cours d'eau à proximité du site d'étude (source : Antea Group).....	12
Figure 6 : La Reppe (Antea Group, visite du 17-10-2023)	12
Figure 7 : Ruisseau de la Bérenguière (Antea Group, visite du 17-10-2023)	12
Figure 8 : Extrait de l'AZI PACA à Evenos.....	13
Figure 9 : Extrait du zonage du PPRi de la Reppe (source : Antea Group)	14
Figure 10 : Périmètres morphologiques et hydrauliques nécessaires et optimaux (source : CEREG)..	16
Figure 11 : Espaces de bon fonctionnement optimal et nécessaire (source : CEREG).....	17
Figure 12 : Analyse hydrogéomorphologique (source : CEREG)	18
Figure 13 : Niveaux de risque (source : CEREG)	18
Figure 14 : Principes généraux d'aménagement.....	19
Figure 15 : Ruissellement - Zoom sur le site (source : CEREG).....	20
Figure 16 : Bassin versant intercepté en état actuel – SCAN 25 (source : Antea Group).....	24
Figure 17 : Bassin versant intercepté en état actuel – LiDAR HD (source : Antea Group).....	25
Figure 18 : Localisation du fossé pluvial préconisé (source : Antea Group)	26
Figure 19 : Bassins versants considérés (source : Antea Group).....	27
Figure 20 : Bassins versant retenus (source : Antea Group)	29
Figure 21 : Implantation des sondages et piézomètres (source : ERG Géotechnique).....	31
Figure 22 : Niveau de la nappe et précipitations pour SP2 (source : ERG Géotechnique).....	32
Figure 23 : Niveau de la nappe et précipitations pour SD1 (source : ERG Géotechnique)	32
Figure 24 : Niveau de la nappe et précipitations pour SP1 (source : ERG Géotechnique).....	33
Figure 25 : Niveau de la nappe et précipitations pour PZ5 (source : ERG Géotechnique).....	33
Figure 26 : Captages AEP à proximité (source : ARS PACA, 06/02/2023)	34
Figure 27 : Ouvrages de la Banque du Sous-Sol	35
Figure 28 : Implantation des sondages (source : ABO-ERG Géotechnique).....	36
Figure 29 : Implantation des sondages (source : ABO-ERG Géotechnique).....	37
Figure 30 : Implantation des sondages (source : ABO-ERG Géotechnique).....	37
Figure 31 : Plan du réseau d'eau pluviale d'Evenos (source : CEREG).....	42
Figure 32 : Localisation du fossé du bassin versant amont BV2 (source : Antea Group).....	44
Figure 33 : Localisation de la zone à surélever (source : Antea Group – CEREG)	45
Figure 34 : Vue en plan des ouvrages de gestion des eaux pluviales (source : Atelier Pirollet Architectes)	49
Figure 35 : Schéma de principe d'une noue (source : Atelier Pirollet Architectes)	49

Table des tableaux

Tableau 1 : Zonage PLU associé à chaque parcelle	10
Tableau 2 : Hauteurs précipitées (mm) - Station Météo France du Castellet - Période 1998-2021.....	27
Tableau 3 : Coefficients de Montana retenus - Station Météo France du Castellet - Période 1998-2021	28

Tableau 4 : Coefficients de Montana retenus - Station Météo France du Castellet - Période 1997-2022	28
Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants BV1 et BV2 en état initial	29
Tableau 6 : Coefficients de ruissellement retenus pour BV1	30
Tableau 7 : Coefficients de ruissellement retenus pour BV2	30
Tableau 8 : Coefficients de ruissellement globaux en état initial	30
Tableau 9 : Débits de pointe théoriques ruisselés en état initial des BV1 et BV2	31
Tableau 10 : Résultats des essais d'infiltration	39
Tableau 11 : Lithologie des sondages SP4 et SC2-Pz (source : ERG Géotechnique)	41
Tableau 12 : Coefficients de ruissellement retenus en état projet (BV1)	43
Tableau 13 : Caractéristiques du fossé du bassin versant amont	45
Tableau 14 : Surfaces considérées pour BV1 en état projet avec la méthode du ratio	46
Tableau 15 : Surfaces et coefficients de ruissellement retenus	47
Tableau 16 : Hypothèses de dimensionnement – Méthode des pluies	48

Table des annexes

Annexe I : Plan de masse des aménagements au stade AVP

1. Contexte et objectifs du rapport

1.1. Le contexte de votre projet

La SPLM SEMEXVAL porte un projet d'aménagement de logements (programmes mixtes d'habitat locatif et/ou accession sociale et maîtrisée) sur la commune d'Evenos (83), dans le secteur des Hermites.

Le secteur des Hermites, situé en plein cœur du hameau de Sainte-Anne d'Evenos, d'une superficie d'environ 2 ha, est délimité au Nord et à l'Ouest par le ruisseau la Reppe, au Sud par la D462 dénommée Route d'Evenos. Ce secteur fait l'objet d'une OAP définie au Plan Local d'Urbanisme de la Commune.

C'est dans ce cadre que la commune a souhaité confier à la SPLM une concession d'aménagement, faisant suite aux premières acquisitions foncières menées par l'EPF PACA pour mettre en œuvre l'opération d'aménagement et de construction du secteur des Hermites.



Figure 1 : Périmètre du projet immobilier (source : Antea Group)



Figure 2 : Site du projet (source : Antea Group, visite du 17-10-2023)

Une équipe de projet a été retenue. Le projet est au stade AVP (cf. plan Figure 3, version 3 retenue).

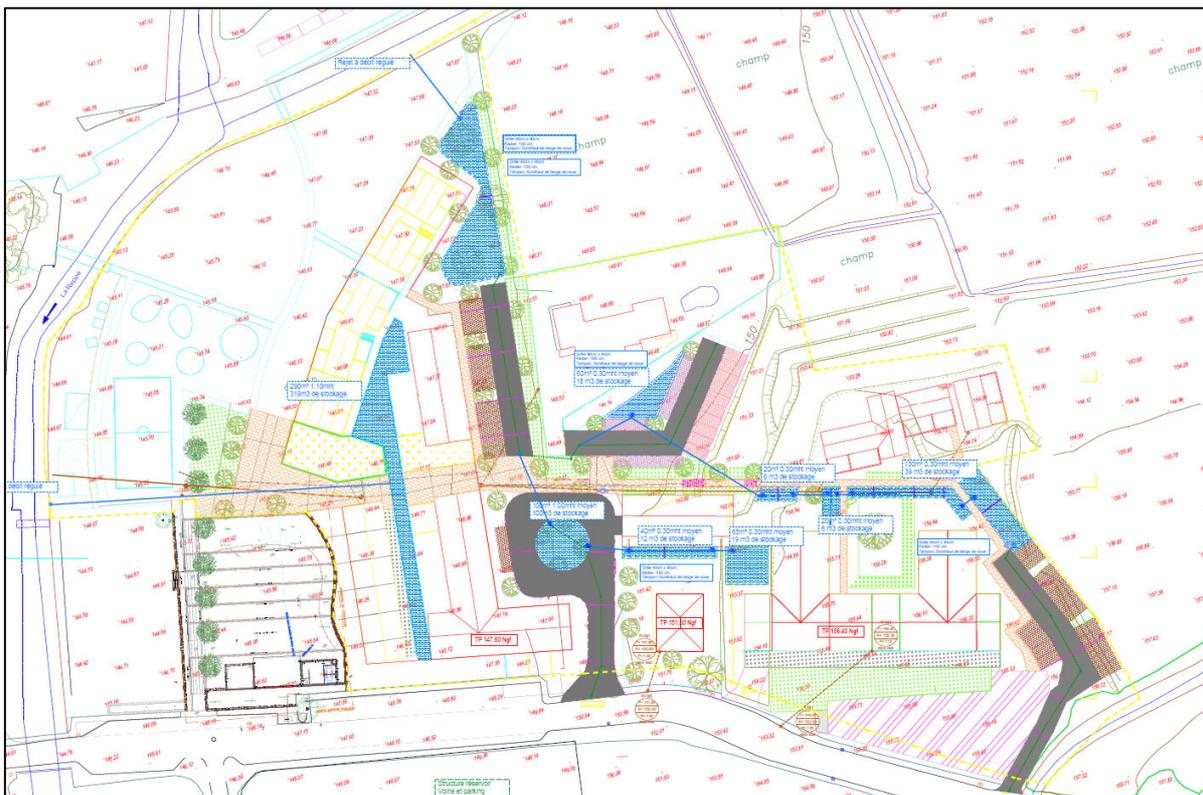


Figure 3 : Plan de masse des aménagements prévus (source : Atelier PIROLLET)

Le projet comprend la création de plusieurs bâtiments de logements, parkings, voiries, cheminements piétons, espaces verts et le réaménagement de l'esplanade et du parc à l'Ouest (City Stade, aire de jeux pour enfants, restaurant, etc.).

Une partie du site est concerné par un risque d'inondation par débordement et par ruissellement.

1.2. L'objet de ce rapport

Ce rapport a pour objectif de réaliser le diagnostic hydraulique du site et la gestion des eaux pluviales.

Il s'organise de la manière suivante :

- Analyse bibliographique du risque inondation, du ruissellement et des prescriptions de gestion des eaux pluviales,
- Analyse hydrologique,
- Un calcul du volume global de compensation à mettre en œuvre sur la base des informations disponibles à ce stade,
- Une proposition d'aménagements de gestion des eaux pluviales.

2. Compatibilité avec les zonages et doctrines pluviales

2.1. Plan Local d'Urbanisme (PLU)

Le plan local d'Urbanisme (PLU) de la commune d'Evenos a été approuvé le 12/05/2012 puis modifié et approuvé le 13/06/2013, le 04/03/2015 et le 03/04/2017.

Les parcelles concernées par le projet sont : **A235, A234, A1974, A1328, A2737 et A2738**. La parcelle A1545 est occupée par une habitation privée. Elle fait partie du périmètre d'étude mais ne fait pas partie des parcelles aménagées, elle restera en l'état.

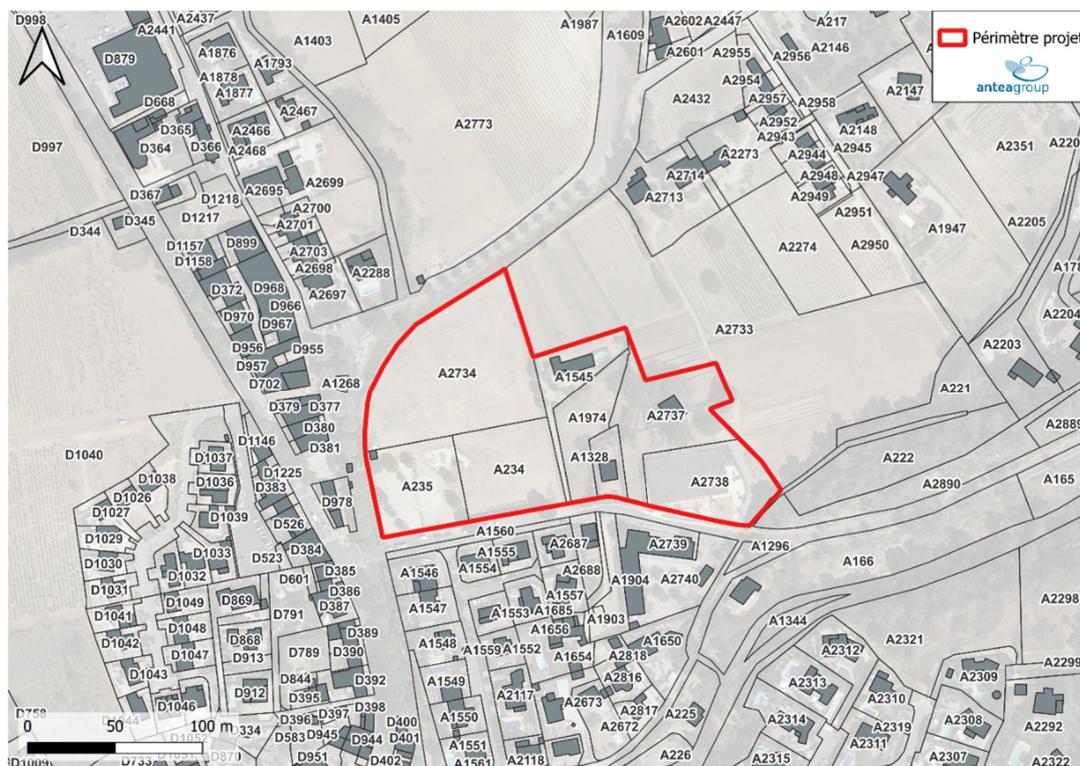


Figure 4 : Cadastre (source : Antea Group)

Parcelle	Propriété	Zonage PLU
A235	Commune d'Evenos	Ni
A234	Commune d'Evenos	N, 1AUa
A1974	Privée	UBa
A1328	Privée	UBa, ER n°8
A2737	Privée	1AUa, UBa, ER n°8
A2738	Commune d'Evenos	1AUa, ER n°8

Tableau 1 : Zonage PLU associé à chaque parcelle

2.1.1. Zones 1AU et UB

Les zones 1AU correspondent à des zones d'urbanisation future à court et moyen terme. Elles seront ouvertes à l'urbanisation au fur et à mesure de la réalisation des équipements nécessaires à leur fonctionnement. Ces zones ont une vocation résidentielle.

Le secteur 1AUa correspond au secteur des Hermites qui marque l'appartenance de cet espace au centre village.

Les aménagements doivent être tels qu'ils garantissent **l'écoulement des eaux pluviales dans le réseau collectif d'évacuation**. A défaut de réseau public, la collecte et le traitement des eaux en provenance des surfaces artificialisées seront prévus de manière à ne pas évacuer les polluants dans le milieu naturel.

Les eaux de pluie reçues par les toitures doivent être dirigées vers un dispositif favorisant leur **infiltration vers le sous-sol et ralentissant leur évacuation vers les exutoires**.

Les dispositifs seront constitués soit d'une **citerne** pouvant servir de réserve d'eau brute pour la maison ou le jardin soit d'un **puisard d'infiltration**. L'aménagement de **bassins de rétention paysagers** peut également être accepté. Les aménagements réalisés sur tout terrain ne doivent pas faire obstacle au libre écoulement des eaux pluviales.

Les **affouillements et exhaussements du sol sont autorisés** s'ils sont exclusivement liés à la réalisation des opérations autorisées dans la zone.

2.1.2. Zones N

Les zones N correspondent aux espaces naturels à protéger en raison de leur intérêt écologique, patrimonial et paysager. La zone Ni correspond quant à elle à un secteur classé inondable pour lequel l'aléa est fort à très fort pour la crue d'occurrence centennale.

Les aménagements doivent être tels qu'ils garantissent l'écoulement des eaux pluviales dans le réseau collectif d'évacuation. A défaut de réseau public, la collecte et le traitement des eaux en provenance des surfaces artificialisées seront prévus de manière à ne pas évacuer les polluants dans le milieu naturel.

Les eaux de condensation des blocs de climatisation doivent être déversées dans le réseau des eaux pluviales ou dans un réservoir de collecte. En aucun cas, leur écoulement ne peut être laissé libre sur les façades.

2.2. Risque inondation

Le secteur d'étude est situé à proximité de 3 cours d'eau : la Reppe, le ruisseau de Cimai et le ruisseau de la Bérenguière.

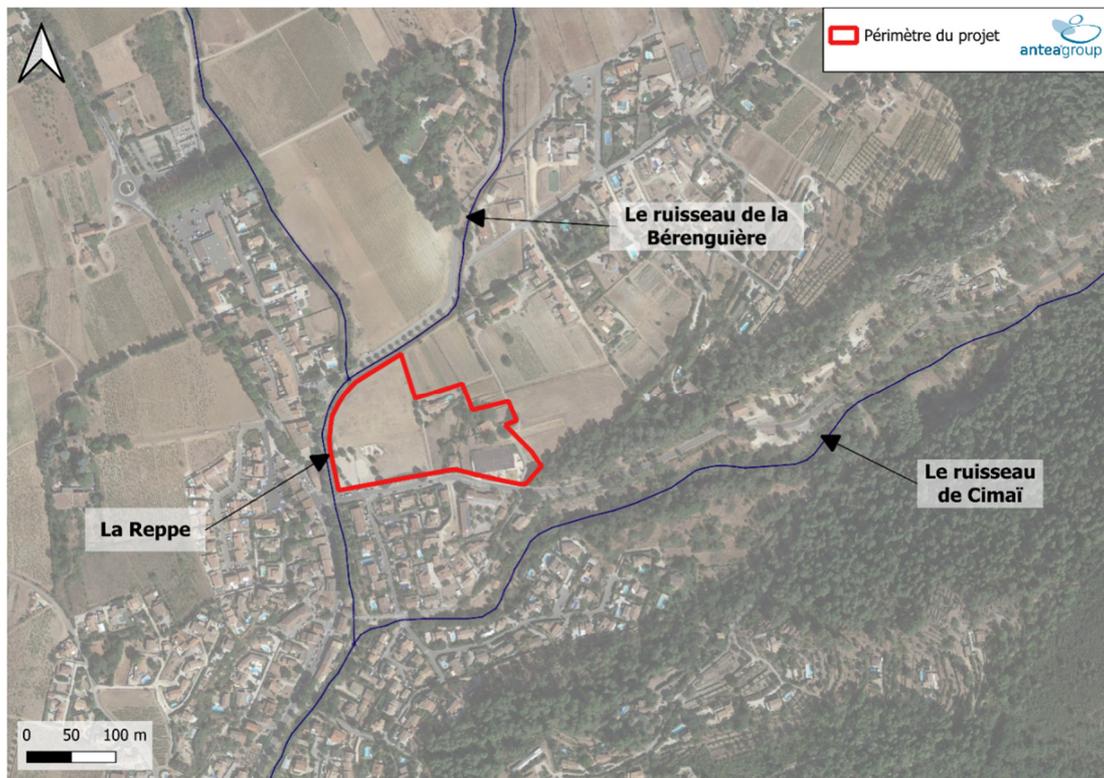


Figure 5 : Cours d'eau à proximité du site d'étude (source : Antea Group)



Figure 6 : La Reppe (Antea Group, visite du 17-10-2023)



Figure 7 : Ruisseau de la Bérenguière (Antea Group, visite du 17-10-2023)

Le risque inondation par débordement de cours d'eau sur la zone est principalement lié à la Reppe, qui présente un linéaire de 4,5 kilomètres sur la commune d'Évenos.

2.2.1. Atlas des Zones Inondables (AZI)

L'atlas des zones inondables (AZI) est issu de l'analyse hydrogéomorphologique des cours d'eau qui repose sur l'observation de terrain (à partir du relief, de la géologie du site) à une échelle de l'ordre du 1/25 000ème. Elle recense les éléments susceptibles d'influer sur l'écoulement des eaux : les remblais, les talus, les ouvrages. Elle met aussi en évidence les axes préférentiels d'écoulement, l'emprise des lits mineurs, moyens, et majeurs.

Elle ne traduit pas une modélisation hydraulique et ne donne donc pas les caractéristiques de l'aléa, notamment les paramètres de hauteur et de vitesse de l'eau.

L'information fournie par un atlas est donc intéressante pour identifier les zones inondables pour des crues fréquentes ou rares, les axes préférentiels d'écoulement et les éléments principaux susceptibles de les influencer.

L'AZI PACA est disponible et date de 2004.

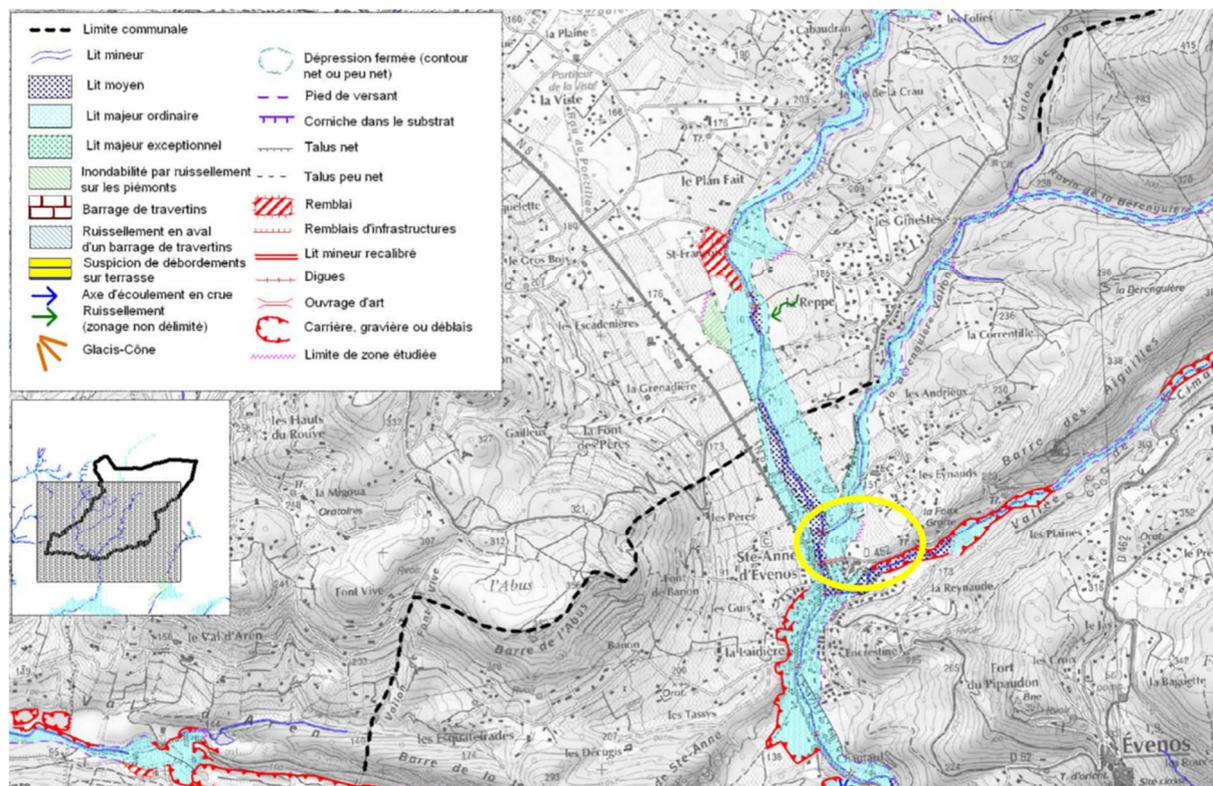


Figure 8 : Extrait de l'AZI PACA à Evenos

Une partie de la zone d'étude, y compris des aménagements projetés, est concernée par l'enveloppe de lit majeur ordinaire de la Reppe. C'est cependant le zonage du PPRi qui fait foi.

2.2.2. Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRi)

Le Plan de Prévention des Risques Naturels d'Inondation de la Reppe a été approuvé le 25 mars 2010.

La crue de référence considérée par le PPRNi est la crue centennale et le modèle numérique utilisé est un modèle à casiers. Le PPRNi divise le territoire en trois zones :

- La zone rouge : zone estimée très exposée et dans laquelle il ne peut y avoir de mesure de protection efficace,
- La zone bleue : zone estimée exposée à des risques moindres dans laquelle des parades peuvent être mises en œuvre,
- La zone blanche : zone dans laquelle il n’y a pas de risque prévisible ou pour laquelle la probabilité d’occurrence est inférieure à celle de la crue de référence centennale.

La partie Ouest de la zone d’étude est concernée par le risque inondation de la Reppe et est classée en **zone R2 (zone rouge), B1(zone bleue) et B2 (zone bleue)**.

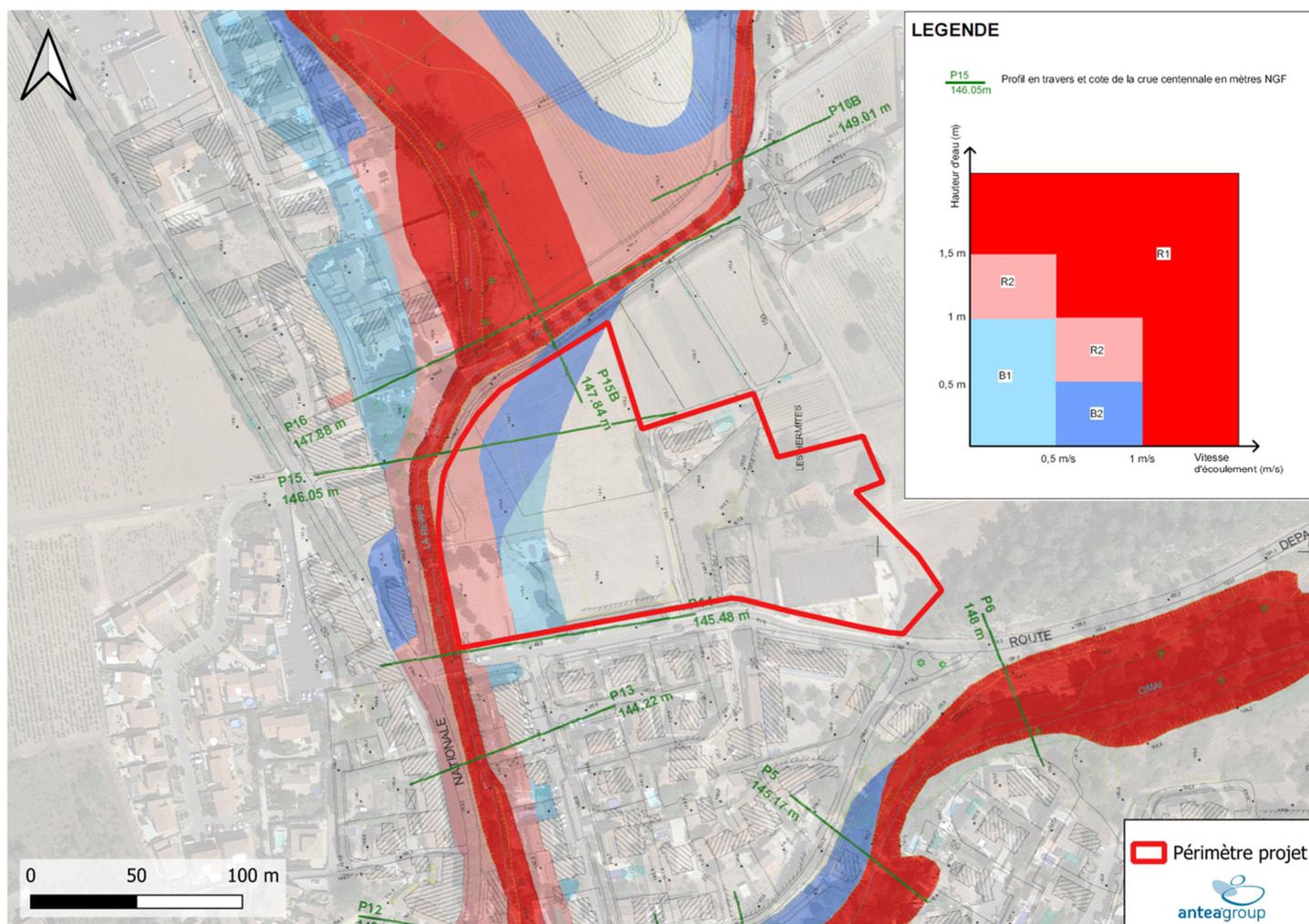


Figure 9 : Extrait du zonage du PPRi de la Reppe (source : Antea Group)

La zone R2 correspond aux zones où :

- La hauteur d’eau est comprise entre 1 et 2 m avec des vitesses inférieures à 0,5 m/s,
- La hauteur d’eau est comprise entre 0,5 et 1 m avec des vitesses comprises entre 0,5 m/s et 1 m/s, ainsi que les zones d’expansion des crues où la hauteur d’eau est inférieure à 1 m avec des vitesses inférieures à 0,5 m/s, mais où la crue peut stocker un volume d’eau important.

La zone B1 correspond aux zones où la hauteur d’eau est inférieure ou égale à 1 m et où la vitesse est inférieure à 0,5 m/s.

La zone B2 correspond aux zones où la hauteur d'eau est inférieure ou égale à 0,5 m et où la vitesse de l'eau est comprise entre 0,5 et 1 m/s.

Le PPRNi fait notamment les prescriptions suivantes pour toutes les zones inondables :

- Le niveau de plancher habitable et/ou aménageable doit être situé au moins à 0,20 m au-dessus de la cote de la crue de référence.
- Le soubassement des constructions doit permettre la libre circulation des eaux :
 - Cas général : vide sanitaire (constructions orientées dans leur plus grande largeur dans le sens du courant ; rapport entre la largeur inondable de la construction et la largeur totale du terrain inférieure ou égale à 0,4, les largeurs étant mesurées perpendiculairement à l'écoulement).
 - Zones urbaines denses : mise en œuvre de structures sur piliers protégés des affouillements.
- Les remblaiements, affouillements (sauf piscines) et endiguements sont interdits, à l'exception des cas où ils sont destinés à protéger des lieux densément urbanisés existants.

Le projet d'aménagement a intégré cette contrainte : les constructions ont été placées hors zone inondable. Dans la zone inondable, les aménagements consistent en la mise en place de passerelles et en le réaménagement de l'esplanade.

2.2.3. Espaces de Bon Fonctionnement (EBF)

Le bureau d'études CEREG a mené une délimitation des espaces de bon fonctionnement de la Reppe pour le compte du Syndicat Mixte de la Reppe et du Grand Vallat de 2020-2023.

Différents périmètres ont été définis :

- *Morphologiques*, pour garantir un équilibre sédimentaire longitudinal, des érosions latérales, une régulation des apports solides et un bon fonctionnement écologique,
- *Hydrauliques*, pour garantir dans le lit mineur des écoulements de l'étiage au débit de plein bord sans contraintes et en lit majeur, des écoulements également sans contraintes, et des capacités naturelles de ralentissement des crues conservées.

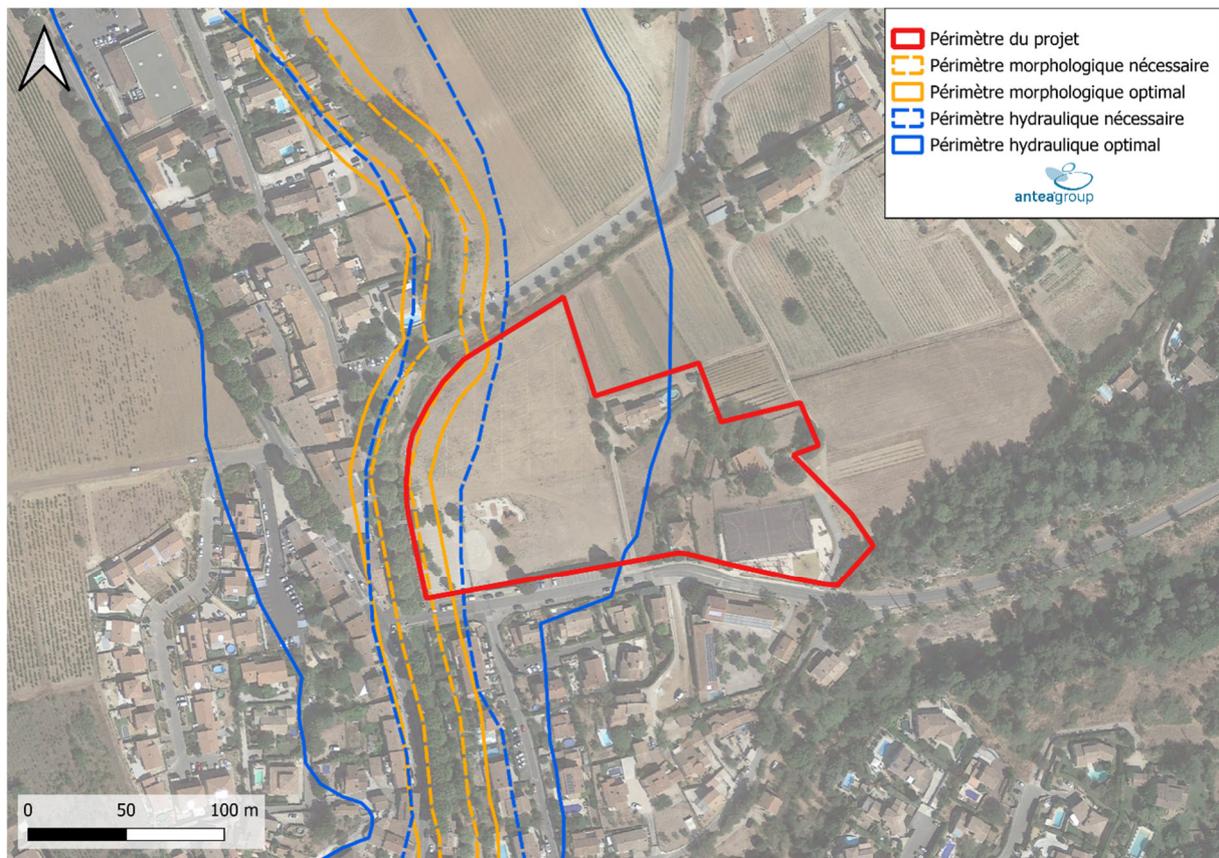


Figure 10 : Périmètres morphologiques et hydrauliques nécessaires et optimaux (source : CEREG)

Chacun de ces périmètres permet d'obtenir les EBF nécessaire et optimal :

- *Nécessaire* : espace minimal permettant au cours d'eau d'atteindre son bon état écologique. Il se construit par combinaison des périmètres morphologique et hydraulique nécessaires puis remodelé par l'ajout du contexte biologique.
- *Optimal* : espace nécessaire permettant au cours d'eau de réaliser ses fonctions écologiques, afin de se rapprocher le plus possible d'un état de fonctionnement sans contraintes. Il se construit par la combinaison des périmètres morphologique et hydraulique optimaux.

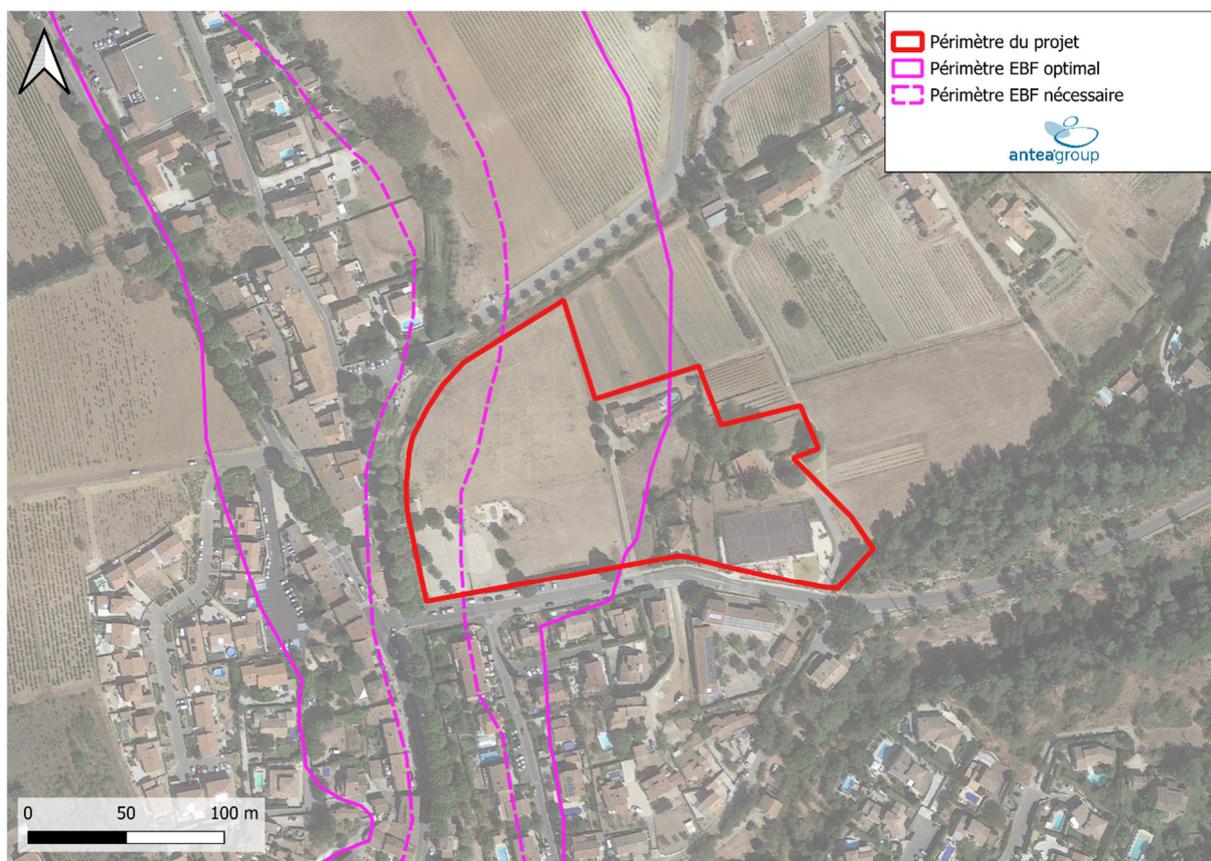


Figure 11 : Espaces de bon fonctionnement optimal et nécessaire (source : CEREG)

A l'issue de son étude, CEREG a proposé la modification du PLU pour tenir compte de ces EBF. Seraient notamment interdits dans l'EBF tout travaux, aménagements, constructions, installations non liées à l'amélioration de l'hydromorphologie ou non liés à une valorisation dans le cadre de l'ouverture au public. A ce jour, ces propositions n'ont pas été intégrées, que ce soit pour l'EBF optimal ou nécessaire.

A noter que les constructions du projet des Hermites sont situées hors de l'EBF nécessaire, qui serait le plus à même d'être effectivement concerné par ces mesures.

2.2.4. Analyse hydrogéomorphologique

Le bureau d'études CEREG a mené une analyse hydrogéomorphologique sur la commune d'Evenos pour le compte de la Communauté d'Agglomération Sud Sainte-Baume en 2021.

L'approche géomorphologique se fonde principalement sur l'observation et l'interprétation du terrain naturel, pour le débordement de cours d'eau comme pour le ruissellement.

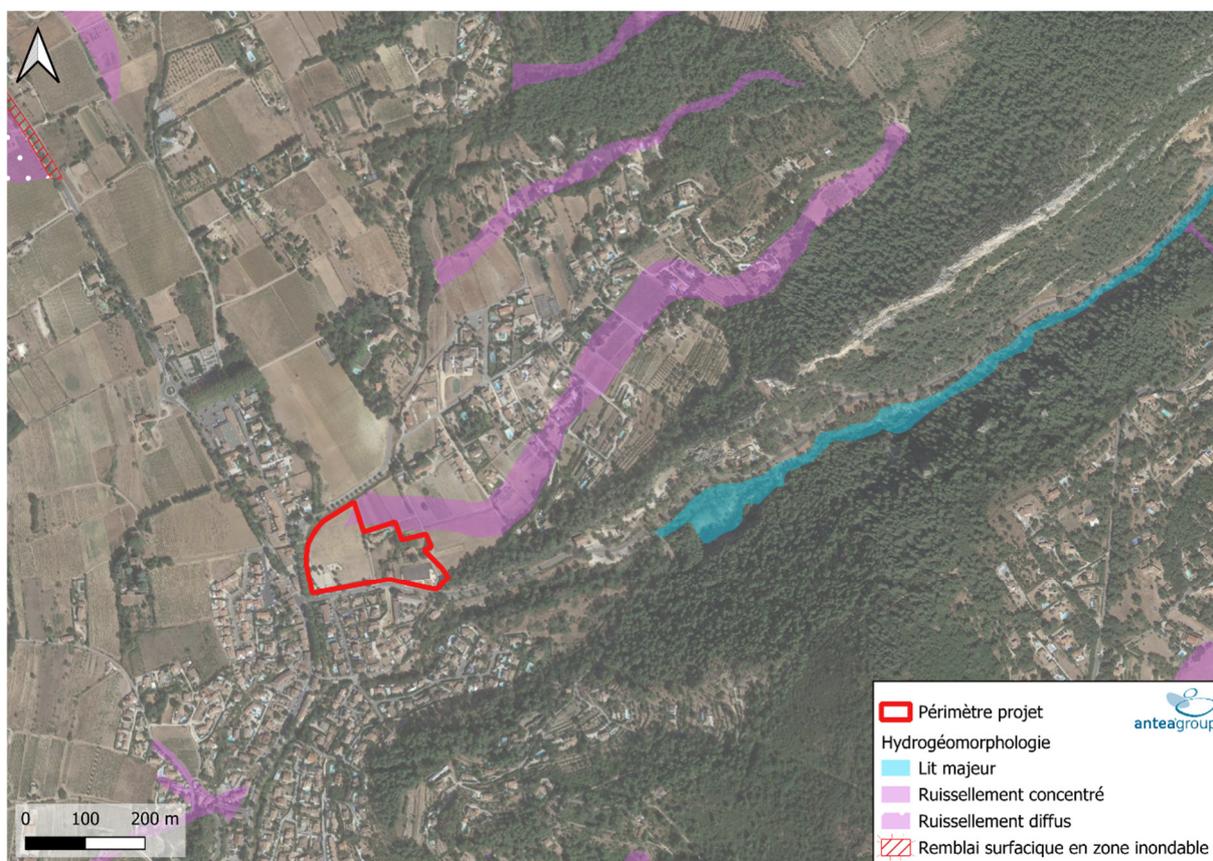


Figure 12 : Analyse hydrogéomorphologique (source : CEREG)

L'analyse hydrogéomorphologique montre que le site du projet est concerné par un axe de ruissellement concentré provenant du bassin versant amont. La topographie disponible et notre visite de terrain confirment bien la présence de cet axe de ruissellement.

Le bureau d'étude CEREG a proposé un règlement pour la prise en compte du risque suite à l'analyse hydrogéomorphologique.

Ruissellement non quantifié		Zones Urbaines U	Zones Non Urbanisées
		Ru- U	Ru - NU
Débordement de cours d'eau (non quantifié)	Résiduel	ReU (utilisation du règlement de la zone RU du PPRI)	ReNU (utilisation du règlement de la zone RNU du PPRI)
	Débordement Indifférencié (DI)	DI (utilisation du règlement de la zone FU du PPRI, car assimilé à aléa fort selon la doctrine)	

Figure 13 : Niveaux de risque (source : CEREG)

Les principaux généraux retenus sont les suivants :

	Urbanisé - U	Non urbanisé - NU
Ruissellement Ru	<p>RuU</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constructible avec calage à TN+40 cm - Pas d'établissement stratégique ou accueillant des populations vulnérables - Adaptations possibles en centre urbain 	<p>RuNU</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inconstructibles sauf les bâtiments agricoles sous conditions - Extensions limitées des bâtiments existants sous conditions
Résiduel Re	<p>ReU</p> <ul style="list-style-type: none"> - constructibles avec calage à TN+30cm - pas d'établissements stratégiques - adaptations possibles en centre urbain 	<p>ReNU</p> <ul style="list-style-type: none"> - inconstructibles sauf bâtiments agricoles et logements agricoles sous conditions - extensions limitées des bâtiments existants sous conditions
Débordement Indifférencié DI	<p>DI</p> <ul style="list-style-type: none"> - inconstructibles - extensions limitées des bâtiments existants sous conditions (TN+40 cm) - adaptations possibles en centre urbain 	
Secteurs exondés pour une pluie historique de référence ou une pluie centennale	<ul style="list-style-type: none"> - Constructible avec calage à TN+30 cm - Pas d'établissement stratégique ou accueillant des populations vulnérables 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensions limitées des bâtiments existants sous conditions - Calage à TN+ 30 cm - Pas d'établissements stratégiques

Figure 14 : Principes généraux d'aménagement

A ce stade, il semble que ces propositions n'aient pas été intégrées au règlement officiel (PLU ou PPRI). En conséquence, les principes donnés ne font pas loi. En revanche, il est conseillé de prendre en considération les préconisations formulées de manière à éviter tout écueil à l'avenir.

L'étude de gestion des eaux pluviales menée au chapitre 3 propose des aménagements permettant d'exonder le site du projet. Les constructions situées dans l'axe de ruissellement identifié devront donc être calées à TN + 30 cm. Il s'agit finalement d'une partie assez restreinte du site (cf. figure 15).

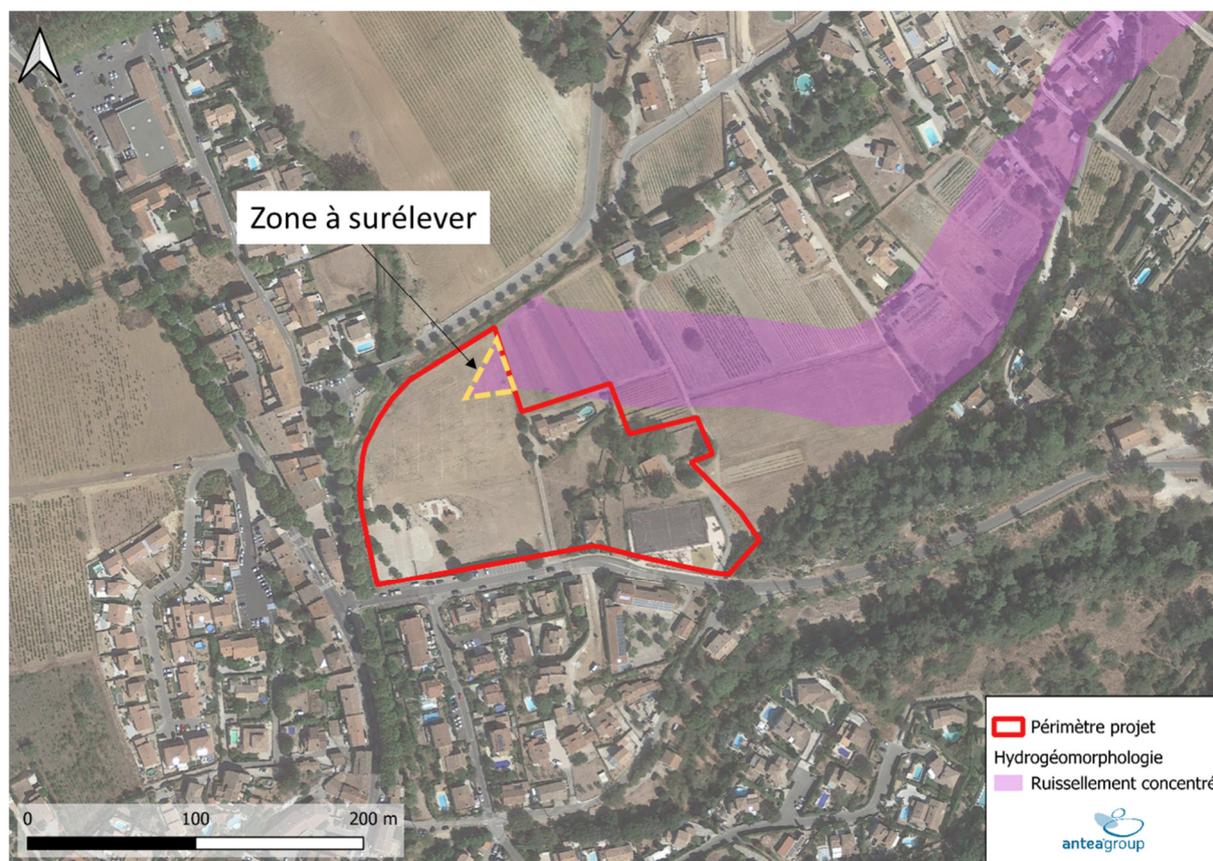


Figure 15 : Ruissellement - Zoom sur le site (source : CEREG)

2.3. Doctrine de gestion des eaux pluviales

Deux documents sont disponibles concernant la gestion des eaux pluviales pour le projet :

- Les recommandations du PLU, explicitées au chapitre 2.1,
- Les directives de la doctrine « conception et mise en œuvre des réseaux et ouvrages de gestion des eaux pluviales » de 2022 (MISEN). Cette doctrine pose les règles générales à adopter pour les projets concernés par la rubrique 2.1.5.0.

2.3.1. Préconisations du PLU

Le PLU précise que les dispositifs de gestion des eaux pluviales pourront être constitués soit d'une citerne pouvant servir de réserve d'eau brute pour la maison ou le jardin soit d'un puisard d'infiltration. L'aménagement de bassins de rétention paysagers peut également être accepté.

Le PLU comporte des conseils pour la gestion des eaux pluviales, énoncés ci-après.

Calcul des surfaces imperméabilisées

- Prendre la surface des toitures avec un coefficient de majoration de 5 %
- Ajouter les surfaces des terrasses
- Multiplier le total par 100 L par m² (pluviométrie régionale)
- Vous obtenez le volume à stocker en m³
- Vous pouvez ensuite calculer le volume du bassin de rétention en tenant compte que le ballast (cailloux) a une capacité de rétention de 30 % de son volume

$$\frac{\text{volume d'eau} \times 100}{30} = \text{volume du bassin}$$

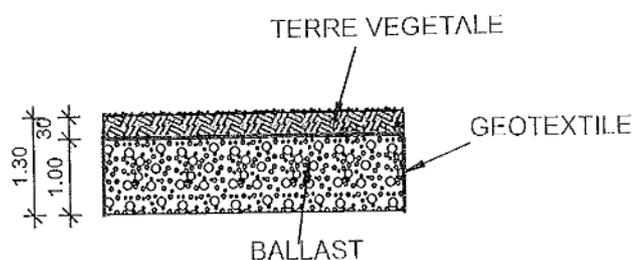
- Ensuite conformément à la coupe du bassin ci-jointe vous pourrez calculer sa surface

Profondeur total du bassin 1.30 m

- pose d'un géotextile de protection des fines
- pose de drain
- pose de ballast (80/100) sur 1.00m
- complément de terre végétale en surface sur 30cm

Le ballast est un matériau ayant une capacité de rétention égale à 30% de son volume

COUPE DE PRINCIPE



2.3.2. Doctrine de la MISEN

Calcul du volume de compensation

La doctrine demande le calcul du volume de compensation par 3 méthodes différentes, la valeur retenue étant la valeur maximale de ces trois méthodes :

- Ratio d'au moins 100 litres / m² imperméabilisé,
- Préconisations locales prévues par un plan local d'urbanisme, un schéma directeur de gestion des eaux pluviales, etc. (si elles existent),
- Calcul hydraulique pour une pluie d'occurrence centennale, avec un rejet correspondant au débit biennal avant aménagement.

Type de rétention possible

Les ouvrages de rétention pourront être :

- Des ouvrages à l'air libre (bassins, noues),
- Des ouvrages enterrés, sous voirie ou sous bâtiments (bassins en béton coulés en place, réservoirs préfabriqués, bassins en éléments alvéolaires, etc.), sous réserve qu'ils soient parfaitement visitables et curables.

Type de gestion des eaux pluviales

Pour les opérations qui seront ultérieurement subdivisées en plusieurs lots (lotissements d'habitat ou de zones d'activités, opérations d'ensemble sur un quartier...), la gestion des eaux pluviales devra, en règle générale, être prévue collectivement, à l'échelle de l'ensemble de l'opération.

Orifice de fuite

Si la fuite s'effectue par un orifice simple et, afin de minimiser le risque de colmatage par les Matières En Suspension (MES) ou d'obstruction par les feuilles mortes et autres débris, le diamètre de l'orifice sera de 80 mm minimum. Si le débit de fuite autorisé est faible et correspond à un diamètre d'orifice inférieur à 80 mm, une autre solution que l'orifice simple devra alors nécessairement être mise en œuvre. Les rejets gravitaires sont toujours à privilégier aux rejets non gravitaires.

Infiltration

L'infiltration des eaux pluviales, favorable au rechargement des nappes, est encouragée par le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux Rhône-Méditerranée.

Qualité

La qualité du rejet des eaux pluviales à l'aval de l'opération devra être compatible avec :

- la préservation de la qualité des cours d'eau et milieux aquatiques pour la vie des espèces,
- la préservation des ressources en eau susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation en eau potable.

Rétention zone inondable

Les bassins de rétentions en zone inondable ne peuvent jouer leur rôle régulateur des rejets pluviaux s'ils sont submergés par des crues du cours d'eau récepteur. **L'implantation de bassins de rétentions en zone inondable est donc en principe interdite.**

Lorsqu'un projet est situé en zone inondable, la partie aval du projet est forcément la plus touchée par les crues ; et il n'est pas possible d'y implanter le bassin de rétention qu'elle devrait normalement recevoir. **Une localisation du bassin en partie amont du projet, voire hors projet si celui-ci est situé en totalité en zone inondable, doit alors être recherchée.** Ce bassin de rétention régulera des eaux provenant du bassin versant amont intercepté et non les eaux produites sur la surface de projet, l'équivalence d'efficacité devant être démontrée.

Si une telle solution est impossible à mettre en œuvre hors zone inondable, la réalisation d'un bassin de rétention peut être tolérée sous certaines conditions :

- s'il est prouvé que la zone de localisation du bassin n'est inondée que par des crues rares, supérieures à la trentennale ;
- si le bassin est conçu pour ne pas être lui-même inondé par les crues (enterré, cote de remplissage réglée hors crue, etc.) ;
- **le point de rejet étant forcément immergé sous la cote de crue, si son dimensionnement est majoré par la prise en compte d'une fuite nulle pendant la durée de la pluie.**

Gestion par l'amont

Lorsqu'une implantation à l'aval hydraulique de l'opération ne peut être respectée (configuration du terrain ne permettant pas physiquement l'implantation d'un bassin à l'aval hydraulique) et que la surface de projet peut intercepter les eaux d'un bassin versant amont, l'ouvrage de rétention pourra être positionné en un autre point de la zone du projet.

La compensation, s'effectuant en tout ou partie sur les eaux du bassin versant amont au lieu de s'effectuer sur les eaux ruisselées de la surface aménagée, devra avoir une efficacité au moins égale à celle d'un ouvrage classiquement implanté à l'aval hydraulique de l'opération : collecte d'un volume équivalent au volume calculé pour la pluie de projet centennale sur la surface de projet, et même débit de rejet à l'aval. **L'équivalence de fonctionnement entre les deux dispositifs devra être justifiée.**

Les dispositifs de gestion des eaux pluviales proposés au chapitre 4 prennent en compte l'ensemble des préconisations de la doctrine.

3. Contexte hydrologique et hydrogéologique

3.1. Hydrologie

3.1.1. Décomposition en sous-bassins versants

Le bassin versant intercepté par le projet s'étend vers le Nord-Est, vers « les Eynauds » et la barre des Aiguilles. En effet, la topographie concentre les eaux ruisselées dans un vallon en direction de la Reppe. Ce bassin versant présente une superficie de 37,3 ha et est partagé entre champs, zones urbaines et forêts.

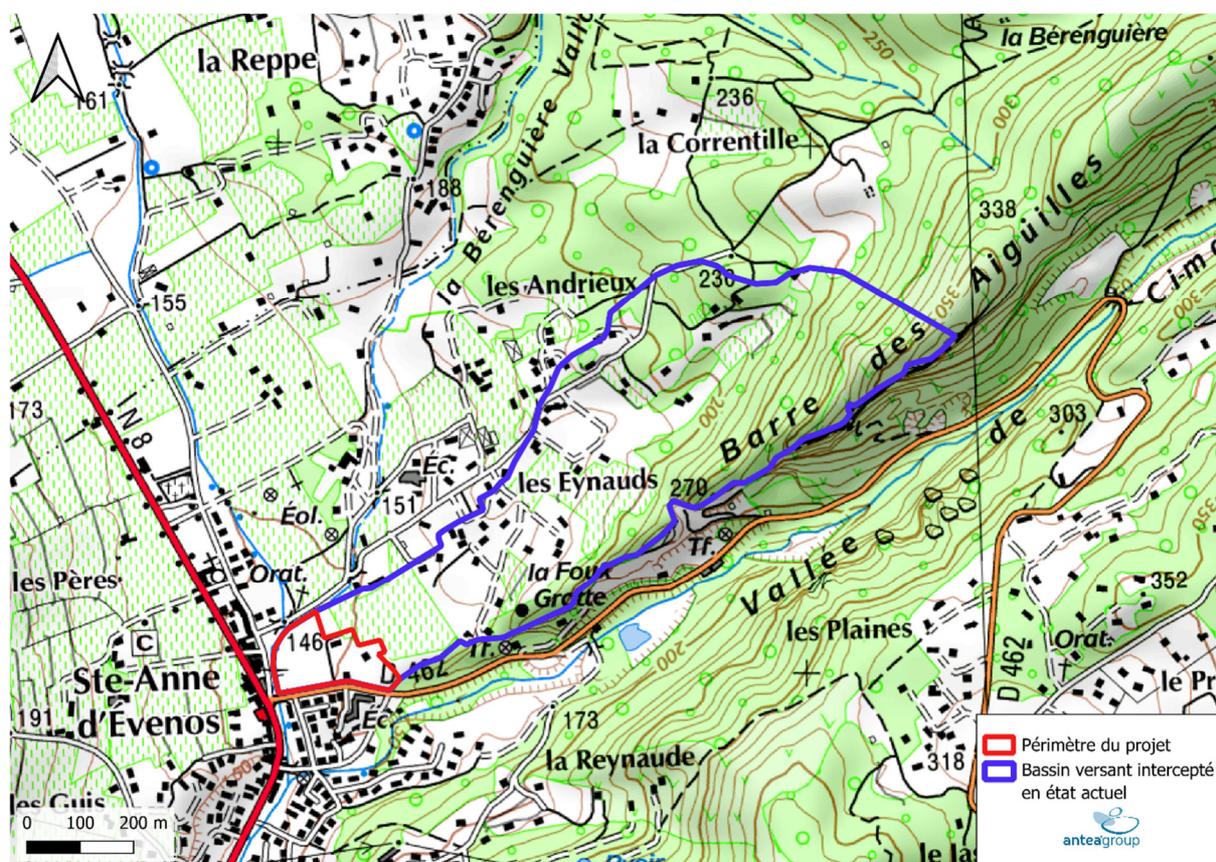


Figure 16 : Bassin versant intercepté en état actuel – SCAN 25 (source : Antea Group)

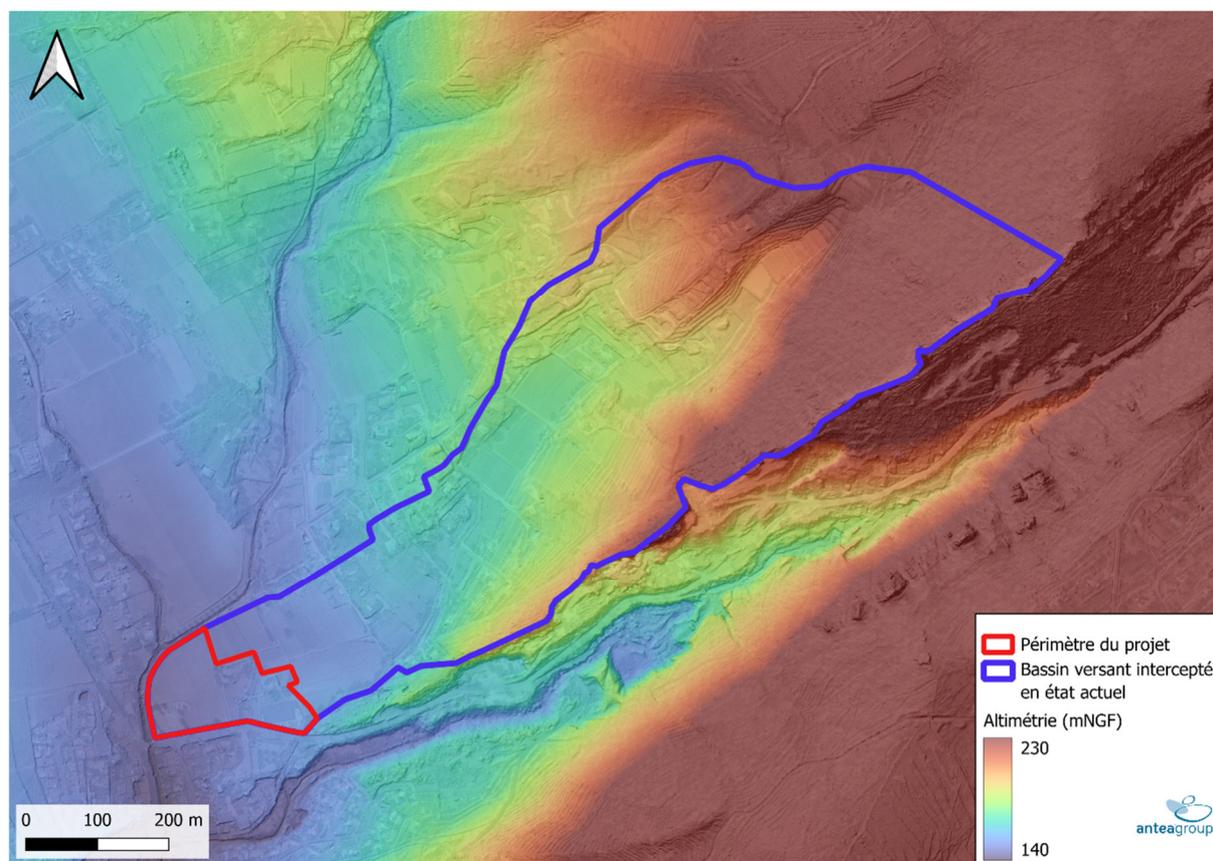


Figure 17 : Bassin versant intercepté en état actuel – LiDAR HD (source : Antea Group)

Afin d'exonder le site du projet, il est proposé de mettre en place un fossé pluvial le long de la limite parcellaire au Nord du site (cf. figure 18). Ce fossé permettra de court-circuiter les apports amont jusqu'à une occurrence centennale et donc de s'assurer que les eaux pluviales provenant du bassin versant amont ne pénètrent pas dans le site et s'écoulent directement vers le ruisseau de la Bérengière.

La mise en place de ce fossé est importante pour trois aspects :

- il permet d'éviter l'aléa ruissellement au droit des bâtiments au Nord jusqu'à la crue centennale,
- il permet d'éviter une saturation des dispositifs de gestion des eaux pluviales à mettre en œuvre dans le cadre du projet,
- il permet de rester en régime de déclaration pour la rubrique 2.1.5.0. de la nomenclature loi sur l'eau (cf. cadrage réglementaire).

Le fossé est dimensionné dans la suite de ce rapport.

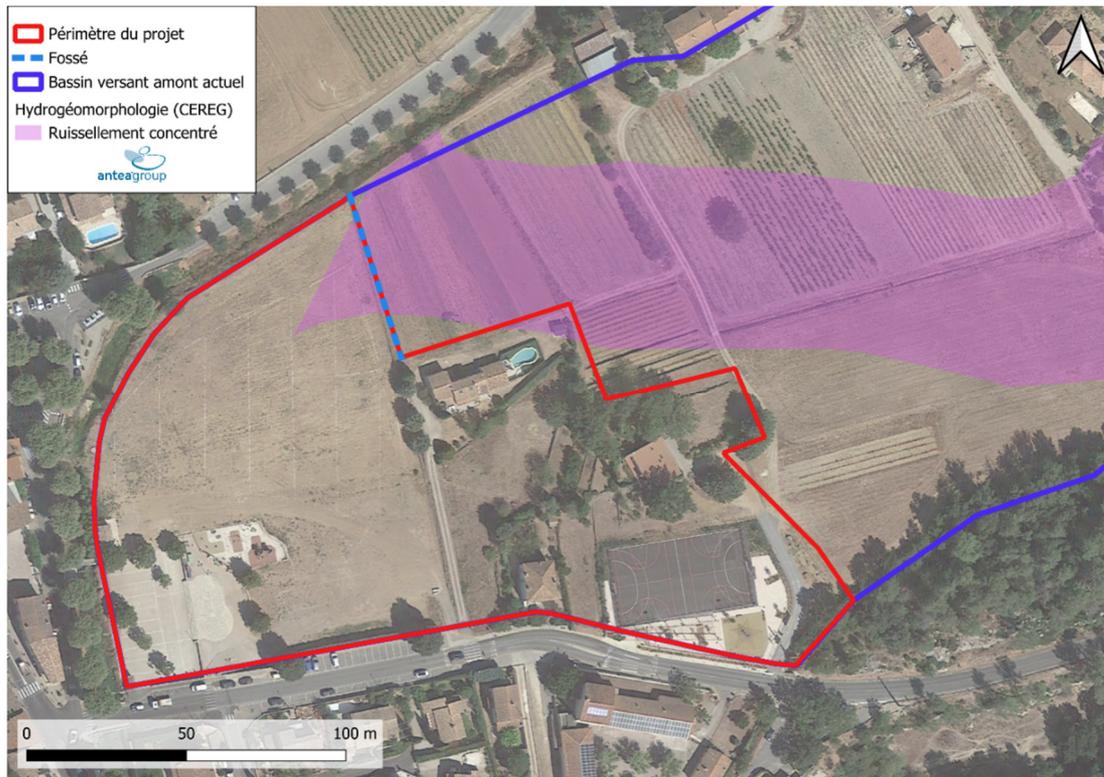


Figure 18 : Localisation du fossé pluvial préconisé (source : Antea Group)

Le fossé conduit à considérer un nouveau bassin versant intercepté par le projet et sépare le bassin versant amont des parcelles concernées par le projet.

Le bassin versant à considérer pour le dimensionnement du fossé est donc le bassin versant amont (appelé par la suite BV2) tandis que le bassin versant à considérer pour la gestion des eaux pluviales du projet est le bassin versant en orange sur la figure 19, présentant une superficie d'environ 2 ha, appelé par la suite BV1.

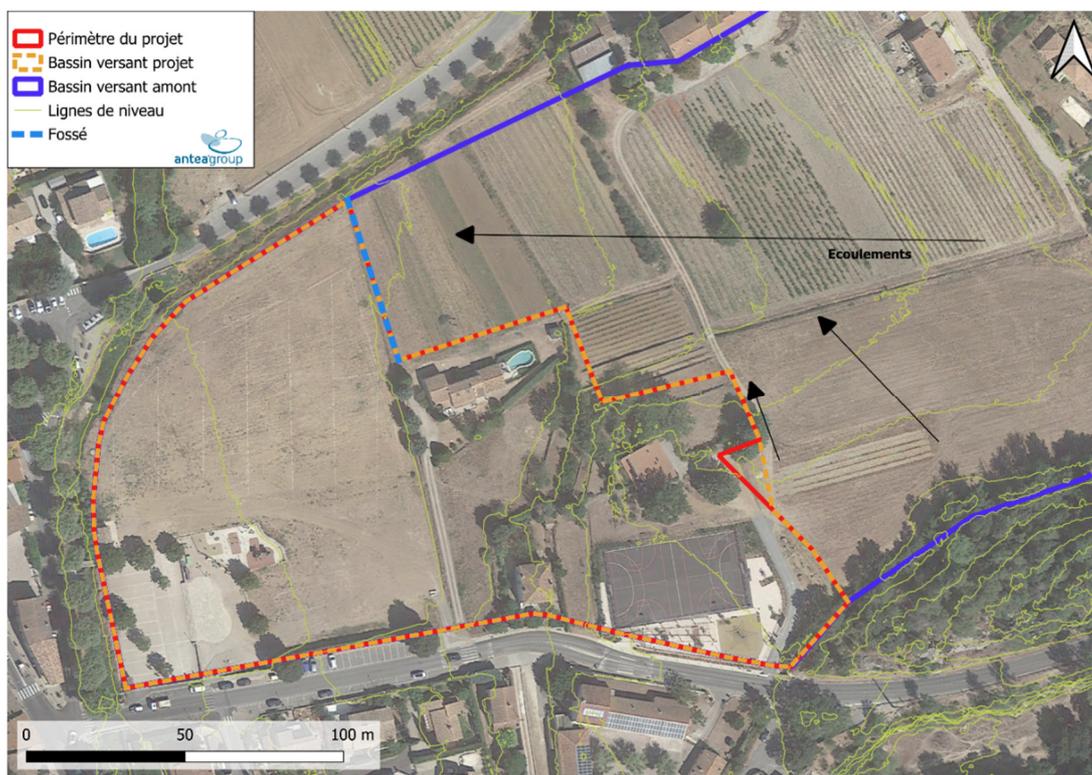


Figure 19 : Bassins versants considérés (source : Antea Group)

3.1.2. Hydrologie en état actuel

3.1.2.1. Pluviométrie

La station pluviométrique Météo France du Castellet donne accès aux hauteurs précipitées en fonction de la période de retour de la pluie et de sa durée. Ces données ont été acquise dans le cadre du présent projet. Elles ont été calculées sur la période 1998-2021 et sont présentées dans le tableau 2.

Durée (mn)	Période de retour					
	T = 5 ans	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 30 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
6	11,3	13,2	14,9	15,9	17,1	18,7
15	21,2	24,7	28,0	29,8	32,0	34,8
30	31,0	36,7	42,2	45,4	49,4	54,8
1440	94,7	111,0	126,3	134,9	145,4	159,4

Tableau 2 : Hauteurs précipitées (mm) - Station Météo France du Castellet - Période 1998-2021

Les coefficients de Montana retenus sur la base de ces données sont présentés ci-dessous.

Montana Le Castellet			
Période de retour	Pas de temps	a	b
5 ans	6 min – 15 min	3,30	0,31
10 ans	6 min – 15 min	3,88	0,32
20 ans	6 min – 15 min	4,34	0,31
30 ans	6 min – 15 min	4,65	0,31
50 ans	6 min – 15 min	5,02	0,32
100 ans	6 min – 15 min	5,55	0,32

Tableau 3 : Coefficients de Montana retenus - Station Météo France du Castellet - Période 1998-2021

Pour la période de retour bisannuelle, les coefficients de Montana ont directement été acquis auprès de Météo France.

Montana Le Castellet			
Période de retour	Pas de temps	a	b
2 ans	6 min – 30 min	3,902	0,466

Tableau 4 : Coefficients de Montana retenus - Station Météo France du Castellet - Période 1997-2022

3.1.2.2. Caractéristiques des bassins versants retenus

Les bassins-versants étudiés (cf. chapitre 3.1.1) sont :

- Le bassin versant du projet, BV1,
- Le bassin versant amont, BV2, indépendant de BV1 grâce au fossé envisagé.



Figure 20 : Bassins versant retenus (source : Antea Group)

Compte tenu de la démolition-reconstruction prévue pour les bâtiments de BV1, en état initial, le bassin versant a été considéré comme étant non aménagé (type prairie – champs) soit un état naturel, sauf pour la propriété de la parcelle A1545 qui, bien qu'étant dans le périmètre du projet, n'est pas concernée par les aménagements.

Les caractéristiques des bassins versants en état initial sont détaillées dans le tableau 5.

Bassin versant	Superficie (m ²)	Pente (%)	Thalweg (m)
BV1	19 600	5	220
BV2	351 000	13	1 500

Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants BV1 et BV2 en état initial

3.1.2.3. Coefficients de ruissellement

En état initial, l'occupation du sol peut être divisée en trois catégories : les forêts, les champs à tendance perméable et les toitures. Conformément aux préconisations de la MISEN, en fonction de la pente moyenne du bassin versant et de la durée de retour des pluies considérées, le coefficient de ruissellement varie.

Les coefficients de ruissellement considérés pour chaque cas de figure sont résumés dans les tableaux suivants.

	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100
Toitures	0,95	0,98	1	1	1	1	1
Champs	0,12	0,17	0,2	0,23	0,25	0,27	0,3
Forêt	0,08	0,12	0,15	0,18	0,2	0,22	0,25

Tableau 6 : Coefficients de ruissellement retenus pour BV1

	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100
Toitures	0,95	0,98	1	1	1	1	1
Champs	0,2	0,27	0,3	0,34	0,36	0,38	0,4
Forêt	0,15	0,22	0,25	0,28	0,3	0,32	0,35

Tableau 7 : Coefficients de ruissellement retenus pour BV2

Les coefficients de ruissellement globaux retenus en état initial pour chaque bassin versant sont les suivants.

Coefficients de ruissellement globaux							
Période de retour	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
BV1	0,13	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,31
BV2	0,20	0,27	0,30	0,34	0,36	0,38	0,40

Tableau 8 : Coefficients de ruissellement globaux en état initial

3.1.2.4. Débits de pointe

Les bassins versants du projet ayant une superficie inférieure à 1 km², les débits de pointe générés sont déterminés par la méthode rationnelle.

La méthode rationnelle est traduite par la formule suivante :

$$Q(F) = C(F) \times i(F, t) \times A, \text{ avec :}$$

- C (F) : coefficient de ruissellement moyen du bassin versant en fonction de la fréquence de la pluie,
- i(F,t) : intensité moyenne de la pluie en fonction de sa durée t et de sa fréquence F,
- A : surface du bassin versant,
- Q : débit de pointe de fréquence F.

Le tableau ci-dessous expose les résultats hydrologiques obtenus.

		Q2 (m ³ /s)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q30 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Débits de pointe théoriques ruisselés	BV1	0,07	0,12	0,16	0,21	0,24	0,27	0,34
	BV2	1,32	2,28	2,89	3,70	4,19	4,65	5,46

Tableau 9 : Débits de pointe théoriques ruisselés en état initial des BV1 et BV2

3.2. Hydrogéologie

3.2.1. Nappe

Les études précédentes ont permis de mettre en place des piézomètres et d'établir un suivi du niveau de la nappe depuis 2021.

L'implantation des sondages et des piézomètres est donnée sur les figures suivantes.

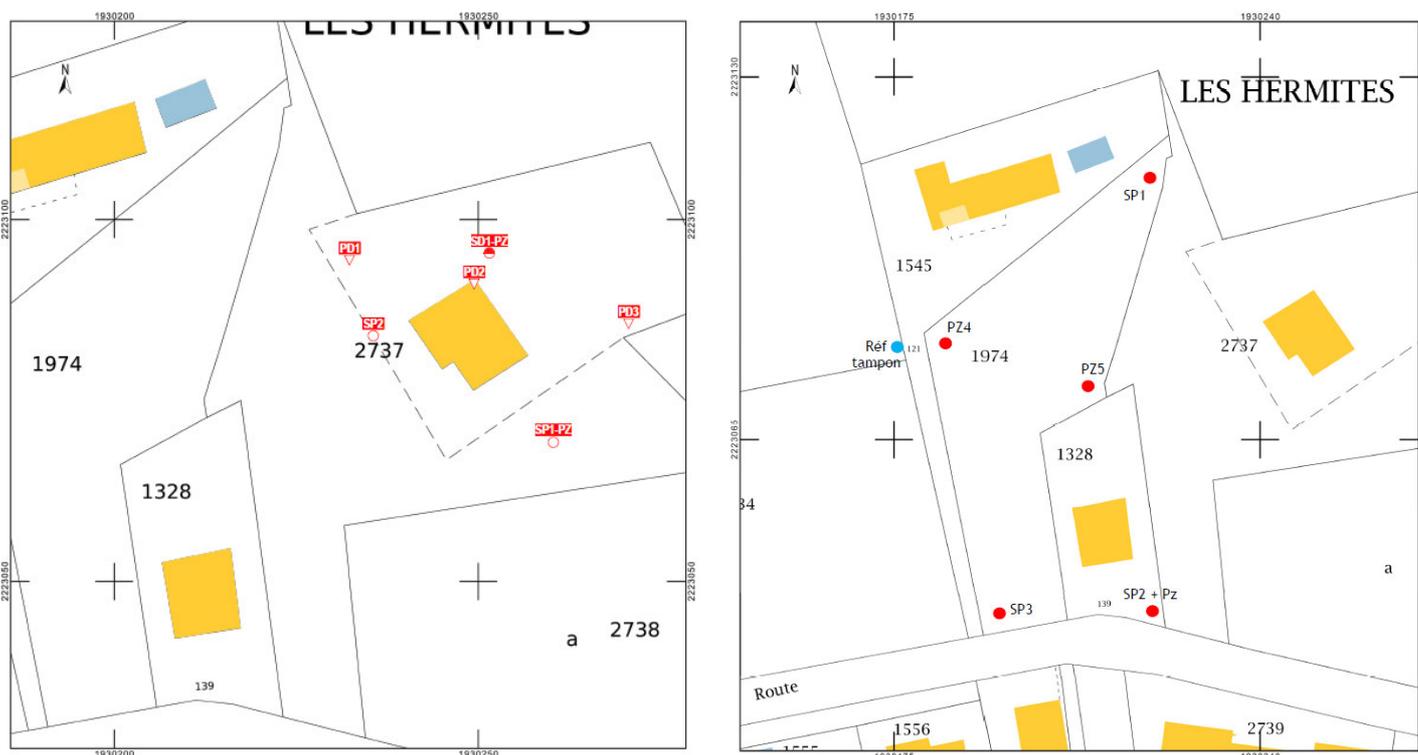


Figure 21 : Implantation des sondages et piézomètres (source : ERG Géotechnique)

Le suivi du niveau de la nappe pour SD1, SP1, SP2, et PZ5 est donné sur les figures suivantes.

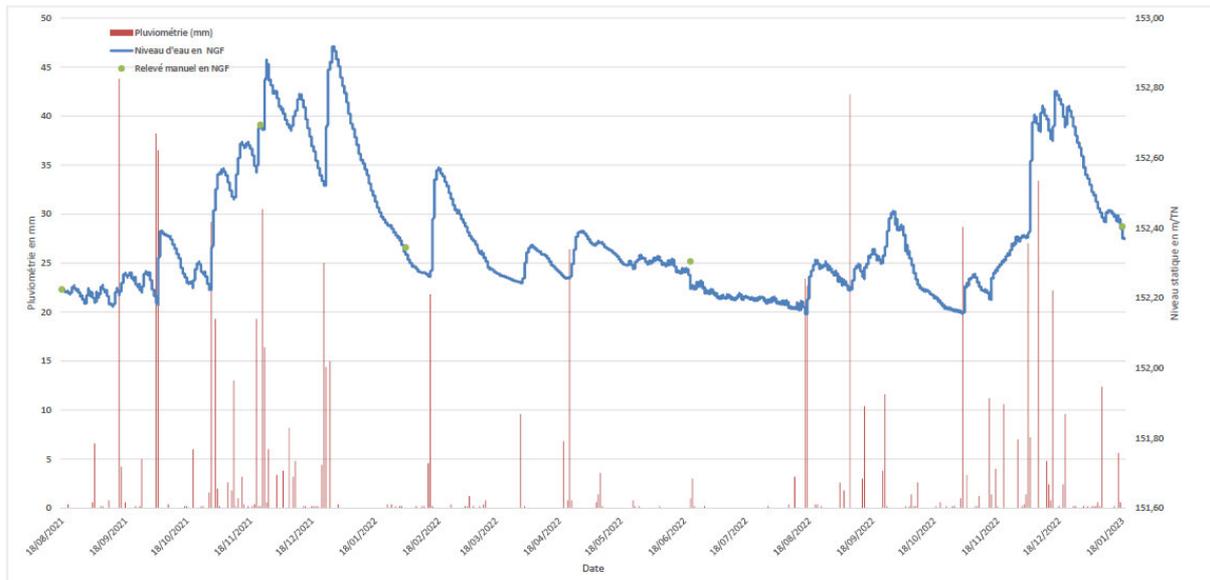


Figure 22 : Niveau de la nappe et précipitations pour SP2 (source : ERG Géotechnique)

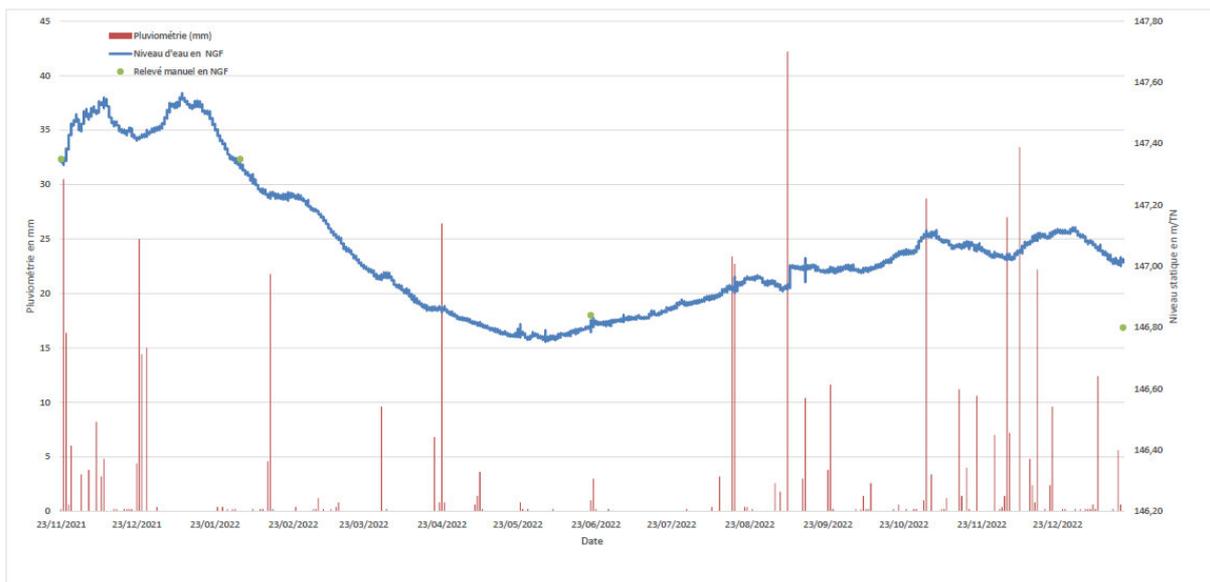


Figure 23 : Niveau de la nappe et précipitations pour SD1 (source : ERG Géotechnique)



Figure 24 : Niveau de la nappe et précipitations pour SP1 (source : ERG Géotechnique)

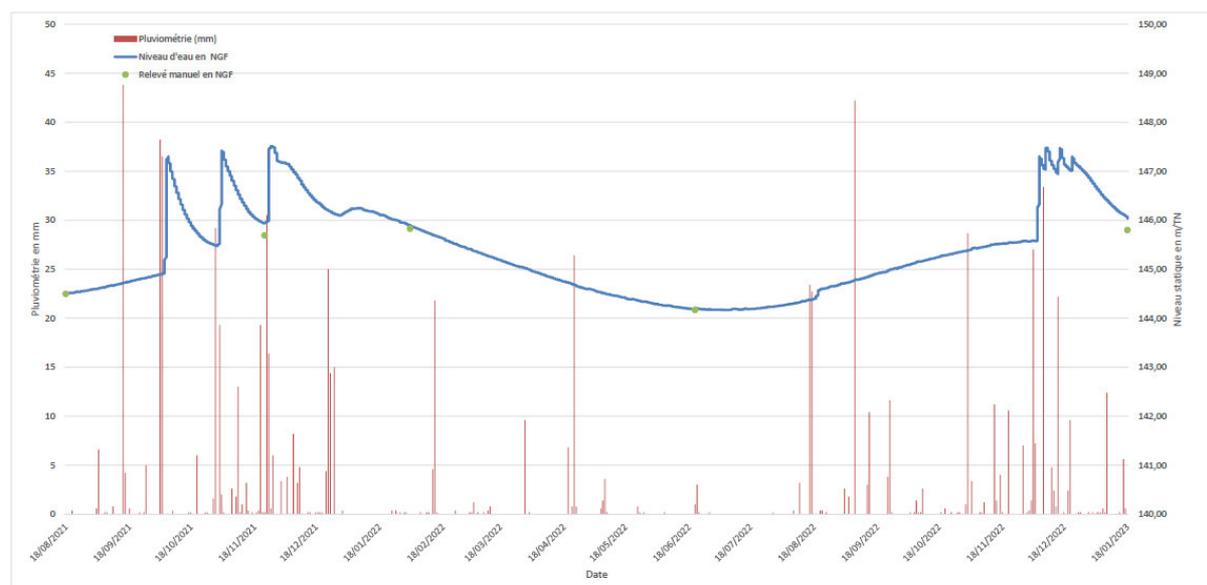


Figure 25 : Niveau de la nappe et précipitations pour PZ5 (source : ERG Géotechnique)

Ces suivis montrent que la nappe réagit très vite aux précipitations, parfois de manière quasi-instantanée sur PZ5, SD1 et SP2. Le niveau redescend également très rapidement laissant supposer un écoulement souterrain pouvant être drainé par les ruisseaux adjacents.

Sur SP1, on observe une nappe se chargeant fortement suite à des épisodes pluvieux puis se déchargeant lentement, sans réagir aux pluies.

La nappe varie globalement entre 9 m/TN et 2,5 m/TN.

Il s'agit d'un point de vigilance pour le projet qui a bien été identifié dans le cadre de l'étude G2-AVP de février 2024 qui indique que : « d'un point de vue de l'hydrogéologie, le site est concerné par des circulations d'eaux souterraines (aquifère), pouvant a priori remonter à faible profondeur en période

défavorable. A ce titre, il faut mentionner à nouveau que le site se situe dans une zone potentiellement sujette aux inondations de nappe ».

Il est ainsi préconisé de réaliser une étude hydrogéologique : « on rappelle ainsi que la réalisation d'un suivi piézométrique sur site sur une période représentative, poursuivi par une étude hydrogéologique permettra :

- De préciser des niveaux d'eau remarquables (HE, EE, EB),
- De déterminer le comportement des eaux souterraines (dont la profondeur du niveau de la nappe et de ses fluctuations),
- De pouvoir définir puis dimensionner les dispositions constructives à mettre en œuvre vis-à-vis de l'influence de l'eau sur le projet (drainage périphérique et en sous-face, reprise de sous-pressions interstitielles, rabattement de nappe en phase provisoire...). »

Cette étude hydrogéologique (notamment la détermination des niveaux de hautes eaux et la détermination du comportement de la nappe), sera également nécessaire pour valider la faisabilité du système de gestion des eaux pluviales tel qu'il a été conçu. En effet, les ouvrages d'infiltration devront être situés au-dessus du niveau de nappe.

3.2.2. Usages de l'eau souterraine

3.2.2.1. Captages AEP

Aucun captage AEP ni périmètre de protection n'est présent au sein du périmètre du projet.

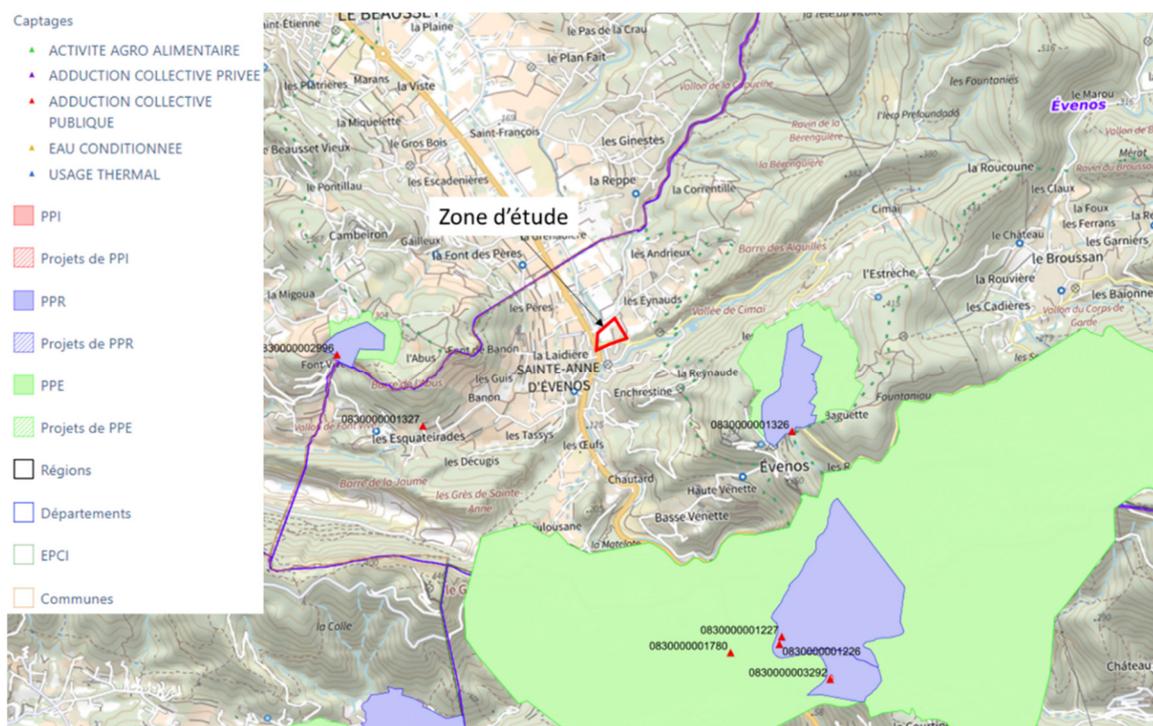


Figure 26 : Captages AEP à proximité (source : ARS PACA, 06/02/2023)

3.2.2.2. Autres

La Banque du Sous-Sol recense quelques ouvrages souterrains à proximité du périmètre d'étude :

- Sondages et cavités, sans spécificités hydrogéologiques particulières,
- Puits, au niveau du ruisseau de la Bérenguière et de la Reppe.

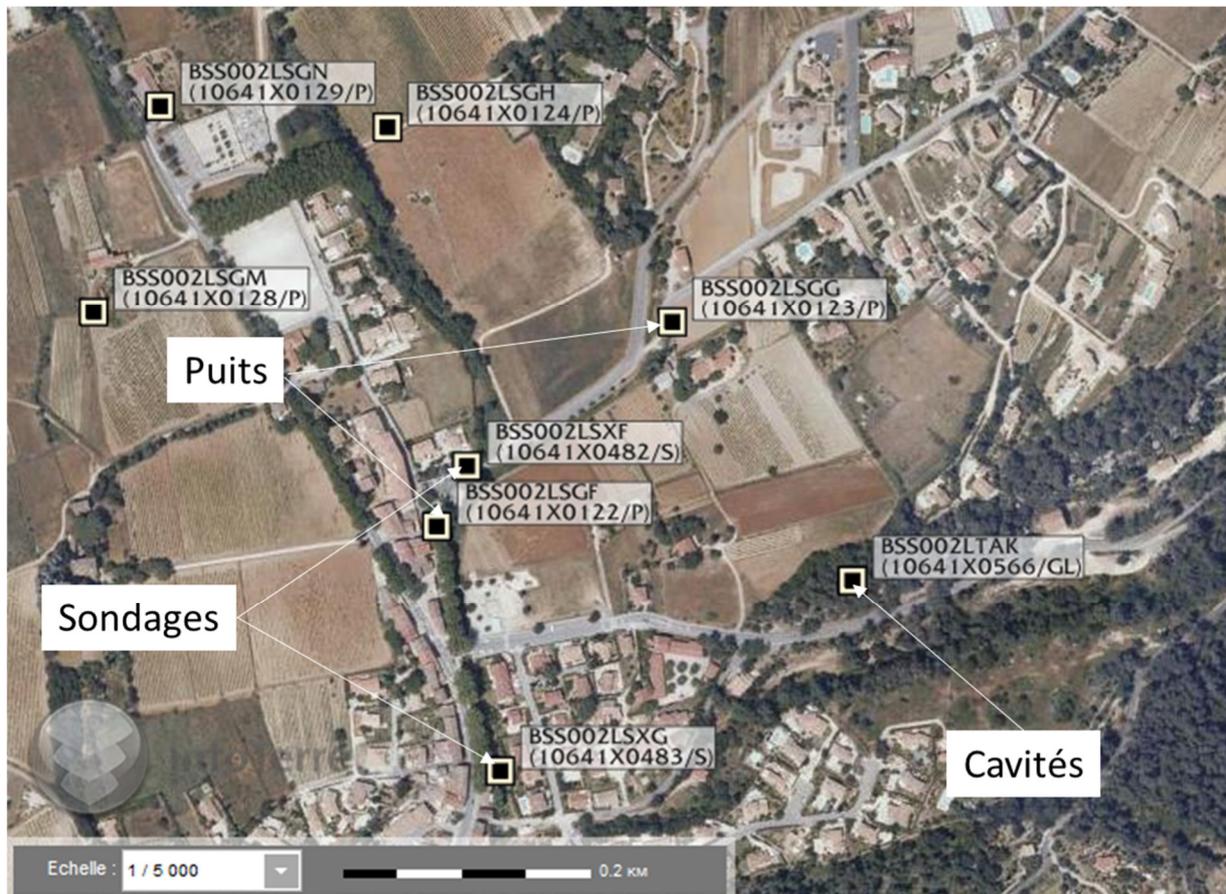


Figure 27 : Ouvrages de la Banque du Sous-Sol

3.2.3. Perméabilité

La gestion des eaux pluviales devant favoriser l'infiltration si possible, des essais d'infiltration (essais Matsuo) ont été réalisés : PM4, PM9, PM14, PM15 et PM19. La localisation de ces essais est donnée dans la figure 28, la figure 29 et la figure 30.

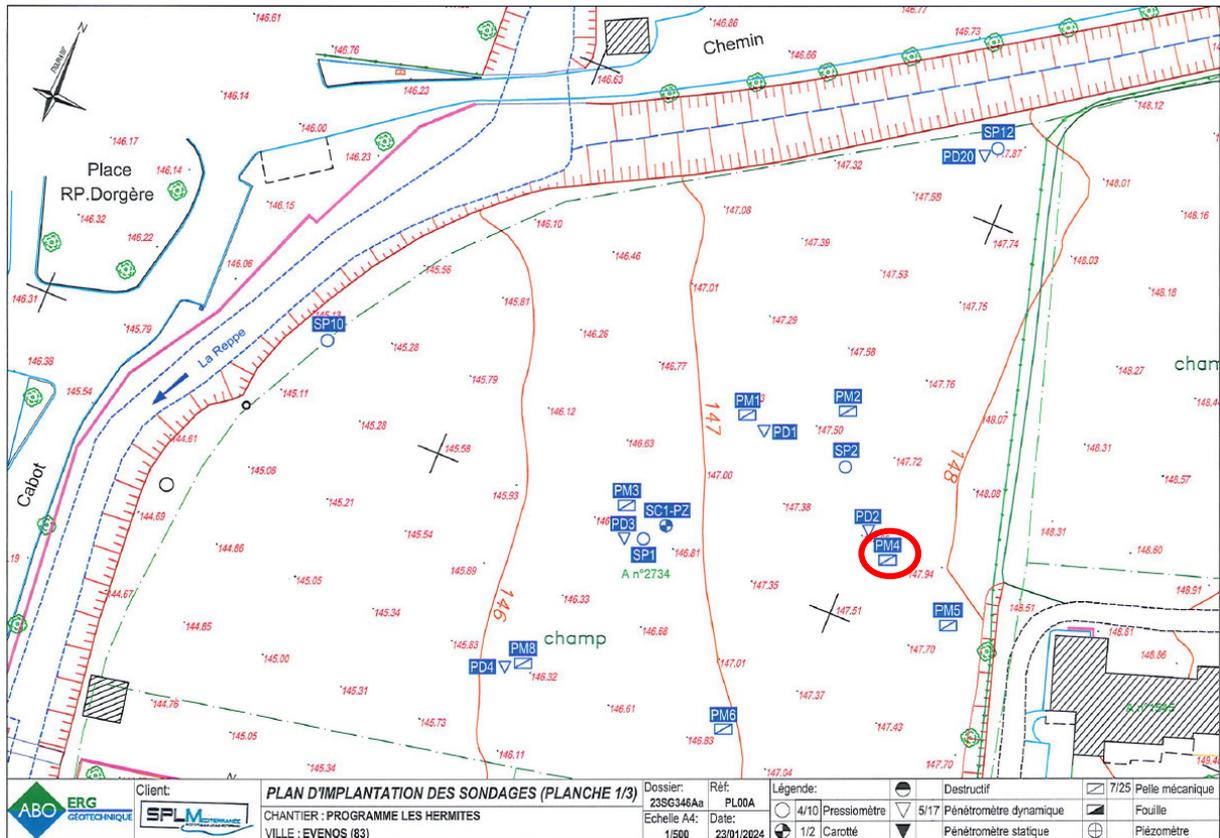


Figure 28 : Implantation des sondages (source : ABO-ERG Géotechnique)

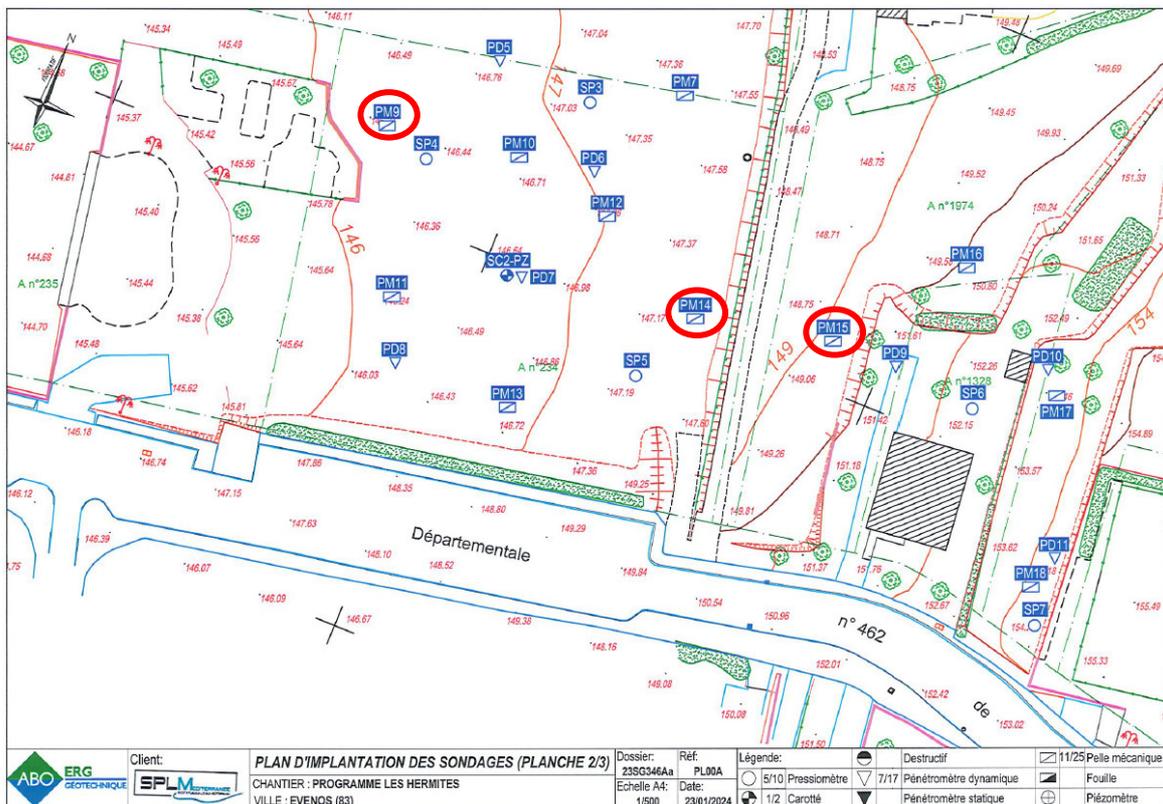


Figure 29 : Implantation des sondages (source : ABO-ERG Géotechnique)

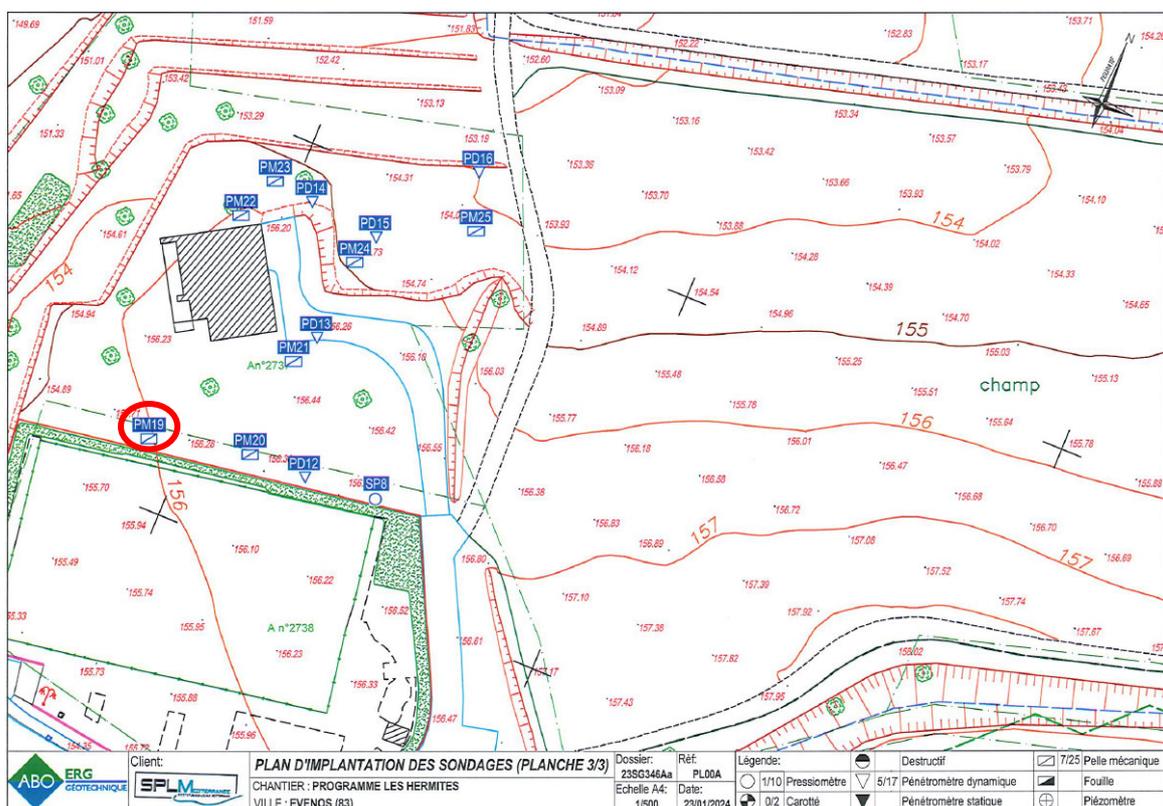
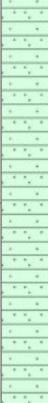
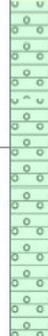


Figure 30 : Implantation des sondages (source : ABO-ERG Géotechnique)

Les résultats des essais sont donnés dans le tableau 10.

Sondage	Perméabilité (m/s)	Lithologie			
		Élévation	Prof.	Lithologie	
PM4	3,1x10 ⁻⁵	147,63	0	 limon sableux marron 0,2 m	 argile sableuse marron REFUS 1,8 m
		147,43			
			1		
		145,83			
PM9	2,1x10 ⁻⁵	146,25	0	 limon sableux marron ; présence de racines 0,4 m	 argile sableuse marron à graviers moyens et grossiers anguleux 0,8 m argile sableuse brune à graviers et cailloux anguleux REFUS 1,8 m
		145,85			
		145,45			
			1		
		144,45			

Sondage	Perméabilité (m/s)	Lithologie			
PM14	6,7x10 ⁻⁶	Élévation	Prof.	Lithologie	
		147,4	0	limon sableux marron ; présence de racines	0,3 m
		147,1		argile sableuse marron à graviers moyens et grossiers anguleux	1,2 m
		146,2	1	sable argileux marron-brun à graviers et cailloux anguleux REFUS	1,6 m
		145,8			
PM15	3,5x10 ⁻⁵	Élévation	Prof.	Lithologie	
		149	0	limon sableux marron ; présence de racines REFUS sur calcaire marneux	0,65 m
		148,35			
PM19	1,3x10 ⁻⁶	Élévation	Prof.	Lithologie	
		155,76	0	limon sableux marron ; présence de racines	0,5 m
		155,26		argile beige-blanc à graviers fins, moyens et grossiers anguleux REFUS	1,4 m
			1		
		154,36			

Tableau 10 : Résultats des essais d'infiltration

Globalement, on observe une lithologie cohérente entre les fouilles avec une couche de limons sableux de quelques dizaines de centimètres en surface puis des argiles sableuses marron. Il existe cependant une particularité sur l'essai PM19 qui rencontre des argiles beiges-blancs. Cela pourrait expliquer la différence de perméabilité observée pour cet essai (environ 10 fois plus imperméable que les autres).

La perméabilité obtenue permet de pouvoir envisager des ouvrages de gestion des eaux pluviales par infiltration au niveau du TN. La valeur alors retenue est la moyenne des différents essais : $1,9 \times 10^{-5}$ m/s.

Il n'a pas été réalisé d'essai d'infiltration à plus de 1,8 m de profondeur. Il demeure donc une incertitude quant à la perméabilité des terrains à une profondeur plus importante, en particulier pour ce qui concerne la noue prévue au sein du parking enterré. Les coupes lithologiques des sondages SP4 et SC2-Pz, les plus proches de cet ouvrages sont présentés en tableau 11.

Selon ces sondages, les argiles sableuses marrons sont rencontrés jusqu'à une profondeur de 2 m (pour SP4) et de 2,9 m (pour SC2- Pz). Au-delà, sont rencontrés des argiles marneuses marrons, puis des marnes calcaires gris claires pour SP4, et des argiles beiges à gravier pour SC2-Pz. Compte tenu de ce qui précède, la perméabilité de ces horizons est probablement moindre que la perméabilité moyenne observée.

Aussi, sur la base des éléments disponibles, il apparait que la perméabilité au droit de la noue enterrée sera vraisemblablement inférieure à la perméabilité moyenne observée.

Sondage		Lithologie			
SP4		Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions
		146,48	0		limon sableux marron 0,6 m
		145,88	1		argile sableuse marron à graviers 2 m
		144,48	2		
			3		
			4		argile marneuse marron à cailloutis et cailloux
			5		5,7 m
		140,78	6		
			7		
			8		marne calcaire gris clair
			9		
		136,48	10		10 m

Sondage		Lithologie		
SC2-Pz	Elevation	Prof.	Lithologie	
	146,73	0		limon sableux marron à graviers
	146,43			0,3 m
		1		argile marron à quelques graviers fins arrondis
		2		2,9 m
	143,83	3		argile marneuse beige à graviers fins arrondis
	143,43			3,3 m argile marron (retombée au changement de passe)
	143,28			3,45 m
				argile marneuse beige à graviers fins arrondis
	142,73	4		4 m

Tableau 11 : Lithologie des sondages SP4 et SC2-Pz (source : ERG Géotechnique)

3.3. Réseau pluvial

Des réseaux d'eaux pluviales sont présents au sud du projet. En revanche, au Nord, aucun réseau n'est existant, la Reppe marquant une délimitation.

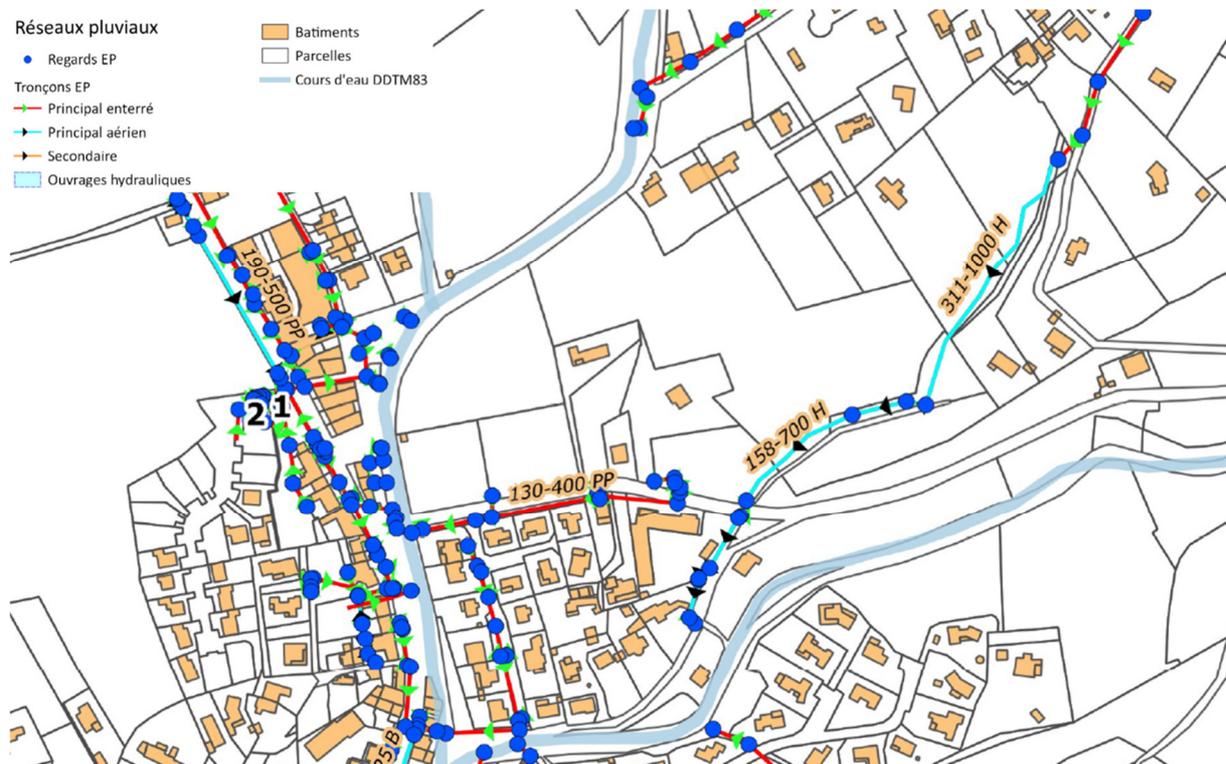


Figure 31 : Plan du réseau d'eau pluviale d'Evenos (source : CEREG)

4. Gestion des eaux pluviales

4.1. Incidences potentielles du projet

4.1.1. Aspects quantitatifs

4.1.1.1. Coefficients de ruissellement

En état projet, l'occupation du sol au sein du BV1 (le BV2 n'étant pas aménagé en état projet) peut être divisée en six catégories :

- Champs et espaces verts,
- Toitures, escaliers, terrasses,
- Aménagements minéraux (dans le parc),
- Stationnements perméables,
- Revêtements piétons en béton perméable,
- Voiries en enrobé perméable.

	Q100
Champs et espaces verts	0,3
Toitures, escaliers, terrasses	1,0
Aménagements minéraux	1,0
Stationnements perméables	0,5
Revêtements piétons en béton perméable	0,5
Voiries en enrobé perméable	0,3

Tableau 12 : Coefficients de ruissellement retenus en état projet (BV1)

4.1.1.2. Débit de pointe

Le bassin versant ayant une superficie inférieure à 1 km², les débits de pointe générés sont déterminés par la méthode rationnelle.

Le projet entraîne une augmentation des débits théoriques ruisselés du fait de l'imperméabilisation induite. Ainsi, pour une durée de retour 100 ans, le débit augmente de 56 % par rapport à l'état initial.

Sans mesures compensatoires, le projet aurait potentiellement des conséquences importantes sur le milieu naturel récepteur.

4.1.2. Aspects qualitatifs

En phase travaux, les déplacements d'engins, les démolitions ou encore les laitances de béton sont susceptibles d'engendrer une pollution des eaux superficielles et souterraines.

Le projet implique la création de places de stationnement (autour de 130 places). En phase exploitation, cela implique un risque faible de pollution chronique mais un risque de pollution accidentelle aux hydrocarbures.

4.2. Mesures de gestion des eaux pluviales

4.2.1. Fossé du bassin versant amont

Comme explicité au chapitre 3.1.1, les eaux provenant de l'écoulement concentré du bassin versant amont seront déviées par un fossé vers le ruisseau de la Bérengière, exutoire naturel de ces eaux.

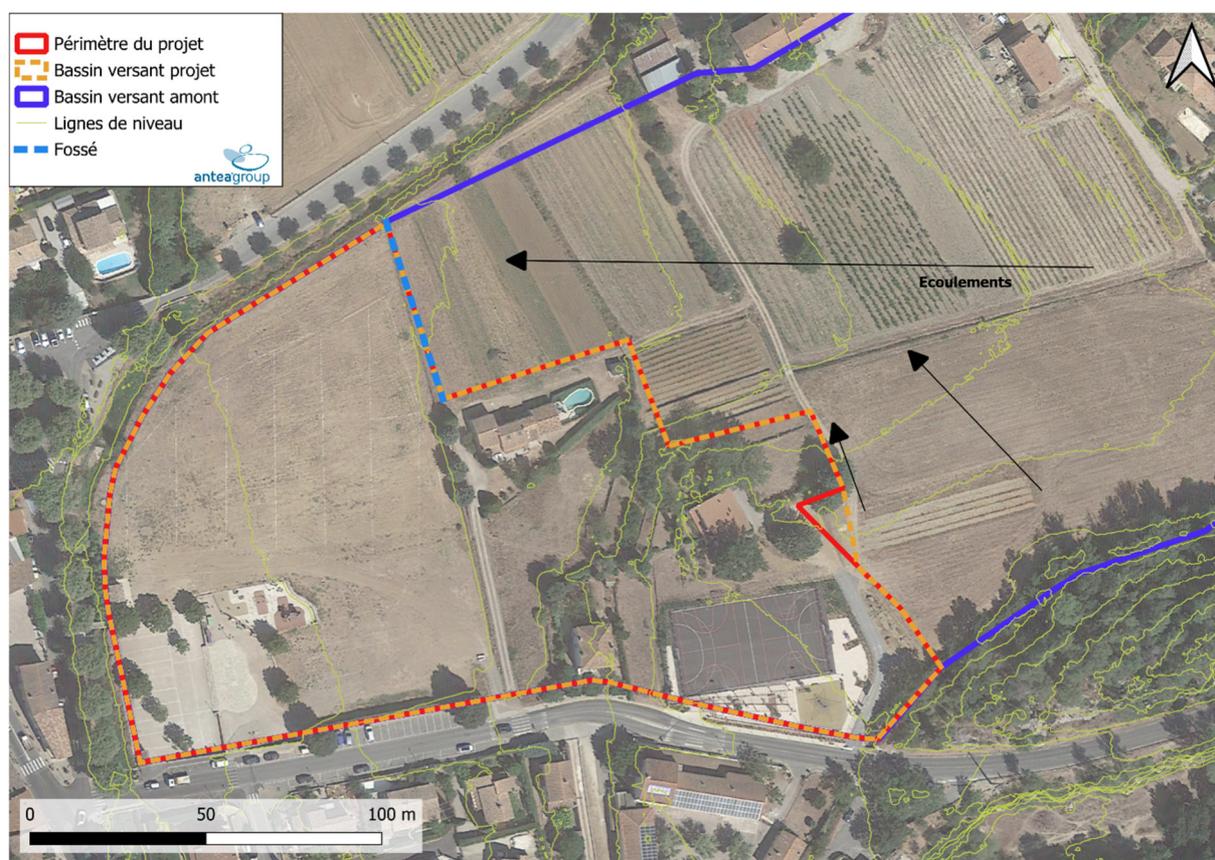


Figure 32 : Localisation du fossé du bassin versant amont BV2 (source : Antea Group)

Le fossé est dimensionné pour faire transiter les eaux jusqu'à une pluie centennale ($Q_{100} = 5,46 \text{ m}^3/\text{s}$). Il est proposé un fossé trapézoïdal présentant les caractéristiques résumées dans le tableau suivant.

Longueur (m)	53
Pente longitudinale (m/m)	0,01
Pente des talus	1H/1V
Largeur au miroir (m)	3,80

Largeur en fond (m)	2,00
Profondeur (m)	0,90
Rugosité de Strickler	40,0

Tableau 13 : Caractéristiques du fossé du bassin versant amont

De plus, le fossé devra comporter une revanche de 10 cm. L'exutoire sera aménagé avec des enrochements pour limiter l'érosion dans le ruisseau.

Il est nécessaire de faire figurer ce fossé avec les caractéristiques énoncés sur le plan masse du projet en vérifiant que la pente proposée et le gabarit sont compatibles avec le projet.

Par ailleurs, la zone étant exondée des eaux de ruissellement amont, nous conseillons de suivre les recommandations du bureau d'étude CEREG impliquant une surélévation de 30 cm par rapport au terrain naturel des bâtiments situés dans la zone concernée. Cela permet d'éviter les inondations en cas de dépassement de la crue de dimensionnement ou d'obstruction du fossé durant l'évènement.

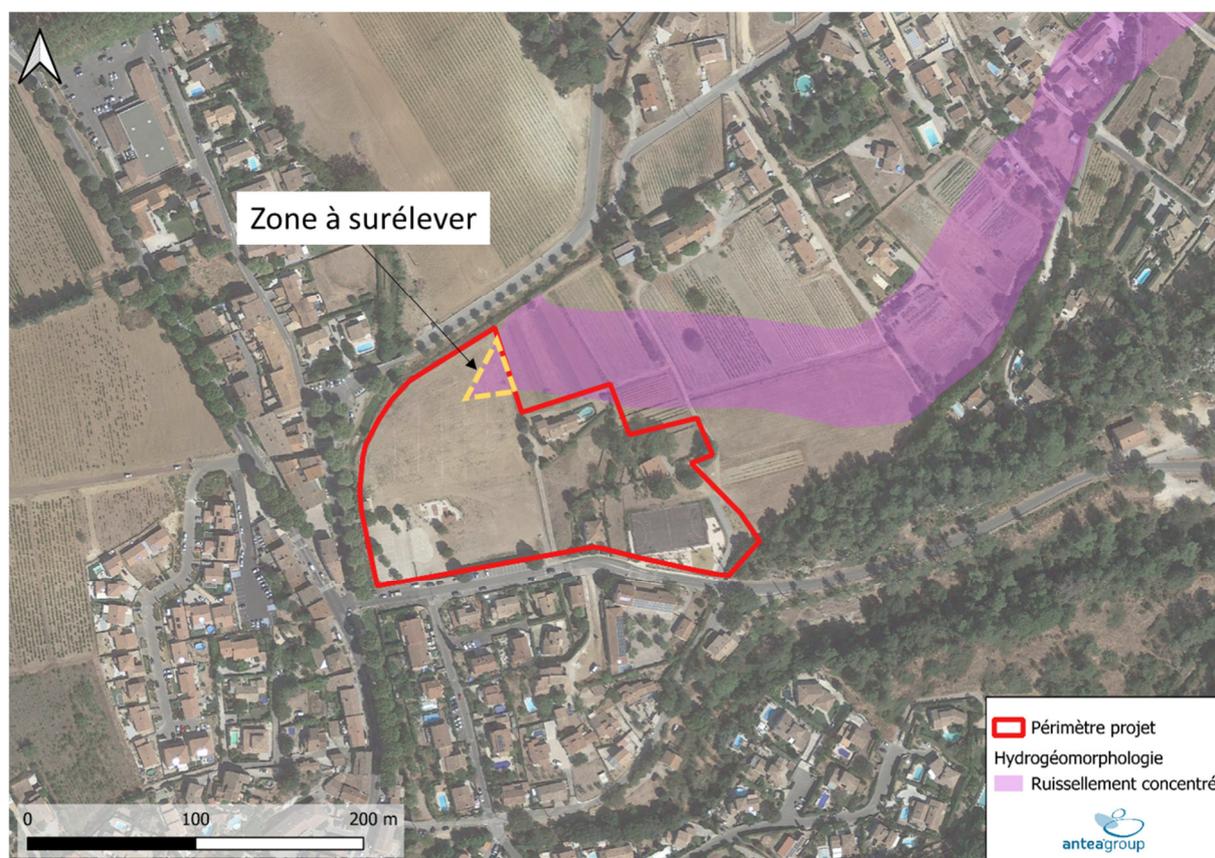


Figure 33 : Localisation de la zone à surélever (source : Antea Group – CEREG)

4.2.2. Volume à compenser

Conformément aux préconisations du MISEN, trois méthodes sont comparées et les résultats de la méthode aboutissant au volume le plus important sont retenus.

Concernant la parcelle à l'Ouest du périmètre du projet, située en zone inondable et à l'aval du site :

- La partie Nord verra en état projet l'implantation d'un terrain de sport et le déplacement du parc de jeux pour enfants,
- La partie Sud comportera toujours le terrain de boules mais verra également l'implantation d'une estrade.

Les eaux pluviales sur ces surfaces en zone inondable ne pourront être dirigées vers un système de rétention (car elles sont à l'aval hydraulique du site) mais les surfaces imperméabilisées feront l'objet d'une surcompensation à l'amont (500 m² de surface active compensée dans les aménagements amont).

4.2.2.1. Méthode du ratio

La méthode du ratio consiste à calculer le volume en appliquant 100 L/m² imperméabilisé.

Les mètres carrés imperméabilisés entrant dans le calcul du volume de rétention sont :

- Les mètres carrés totalement imperméabilisés (ayant un coefficient de ruissellement égal à 1) ;
- Les mètres carrés semi-perméables, c'est-à-dire qui ne sont pas des espaces verts mais qui ont un ruissellement intermédiaire (par exemple : chaussées drainantes, stationnements perméables, etc.). Ces derniers sont intégrés à la surface à compenser pour leur part de ruissellement.

Les surfaces considérées pour BV1 sont présentées dans le tableau suivant.

	Surfaces (m ²)	Coefficient de ruissellement Q100
Toitures, escaliers, terrasses	4 470	1
Aménagements minéraux	850	1
Stationnements perméables	640	0,5
Revêtements piétons en béton perméable	700	0,5
Voiries en enrobé perméable	1 380	0,3

Tableau 14 : Surfaces considérées pour BV1 en état projet avec la méthode du ratio

D'après les préconisations de la doctrine MISEN, les espaces verts/champs ne sont pas à prendre en compte dans la surface imperméabilisée. En revanche, les stationnements et revêtements semi-perméables sont pris en compte au prorata de leur imperméabilisation.

La surface imperméabilisée considérée est finalement de 6 400 m².
Le volume à compenser selon cette méthode est donc de **640 m³**.

4.2.2.2. Préconisations locales

Le PLU fait des recommandations pour la gestion des eaux pluviales (cf. chapitre 2.3.1).

Les surfaces à considérer sont les toitures, les terrasses et autres aménagements complètement imperméables, majorées d'un coefficient de 5 %. Un ratio de 100 L/m² est ensuite appliqué. La surface imperméabilisée considérée est de 5 320 m².

Le volume à compenser selon cette méthode est donc de **559 m³**.

4.2.2.3. Méthode des pluies

Le volume utile de rétention est dimensionné pour un évènement de période de retour 100 ans à partir de la méthode des pluies. Cette méthode confronte pour un épisode pluvieux théorique, l'apport par les pluies selon la loi de Montana (intensité ou hauteur de pluie en fonction de la durée de l'épisode) et la vidange par le débit de fuite (qui correspond ici au débit infiltré) et permet ainsi d'en déduire le volume utile nécessaire de stockage.

Ce calcul est réalisé pour toutes les durées de pluies entre 5 minutes et 24 heures. La pluie la plus pénalisante en termes de volume de rétention est retenue. Un coefficient correcteur de 1,2 est appliqué sur le volume obtenu pour prendre en compte la variabilité du débit de fuite.

Le débit infiltré a été obtenu par multiplication de la valeur moyenne de la vitesse d'infiltration mesurée par la surface infiltrante. Il est ainsi de 55,1 L/s.

Par ailleurs, les surfaces et coefficients de ruissellement retenus en état projet sont les suivants :

	Cr	Surface (m ²)
Voirie et enrobé perméable	0,3	1 381
Revêtements béton et piéton perméables	0,5	700
Stationnements perméables	0,5	638
Aménagements minéraux, parc	1,0	850
Espaces verts	0,3	11 533
Toitures des logements, escaliers, terrasses, etc.	1,0	4 470

Tableau 15 : Surfaces et coefficients de ruissellement retenus

Sur cette base, le coefficient de ruissellement global retenu est de 0,50.

Le tableau suivant récapitule les hypothèses de dimensionnement.

Surface considérée (m ²)		19 572
Coefficient de ruissellement		0,50
Débit de fuite (L/s)		55,1
Coefficients de Montana (période 1998-2021)	a	21,45
	b	0,72
	Période de retour	100 ans
	Durée de pluie	30 min – 24 h
Coefficient majorateur		1,2
Volume de rétention (m ³)		555

Tableau 16 : Hypothèses de dimensionnement – Méthode des pluies

Le volume à compenser selon cette méthode est donc de **555 m³**.

4.2.2.4. Conclusion

La méthode donnant le plus grand volume de rétention doit être sélectionnée. Il s'agit ici de la méthode du ratio de 100 L/m² imperméabilisé.

Le volume à compenser est donc de **640 m³**.

4.2.3. Aménagements de gestion des eaux pluviales

Un système de gestion des eaux pluviales a été dimensionné au stade AVP. Il comprend des noues, bassins, roubines et stockage sous voirie. Tous ces aménagements permettent l'infiltration des eaux. Aucun débit de fuite autre que l'infiltration n'a été considéré pour ces ouvrages.

Le plan en figure 34 localise les ouvrages. Le plan de masse au stade AVP est donnée en Annexe I.

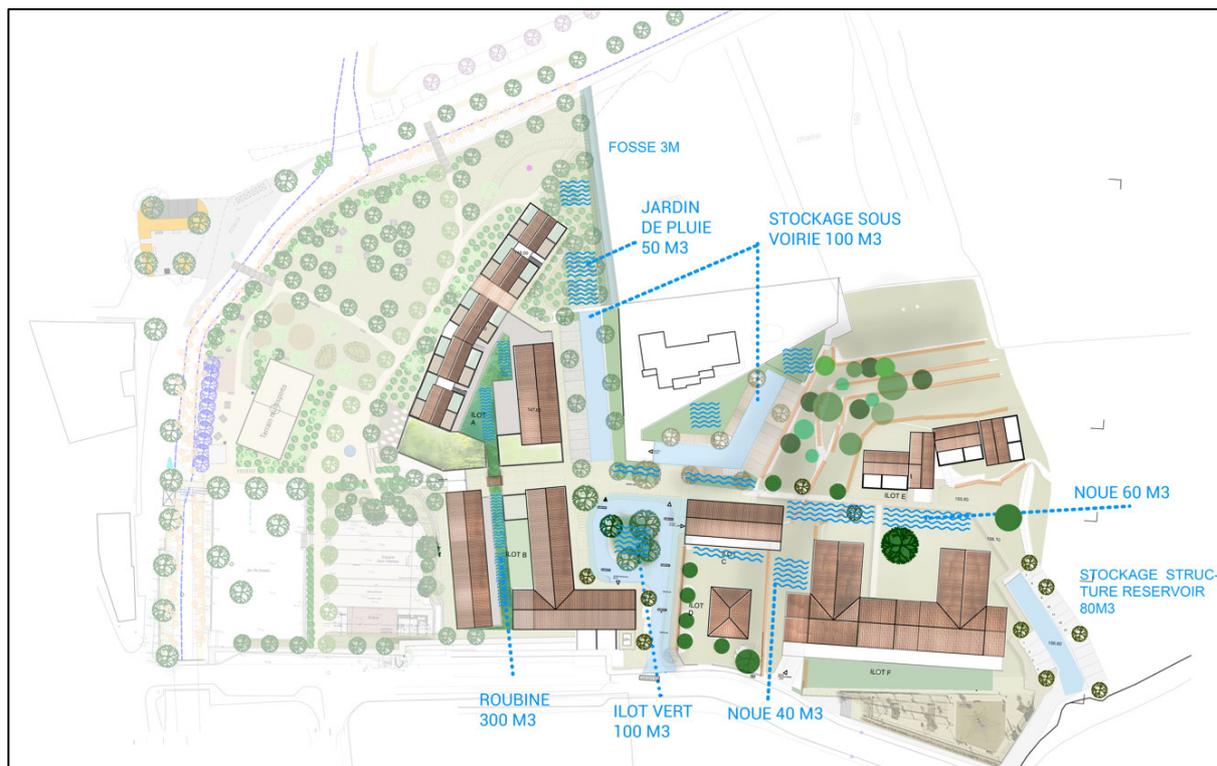


Figure 34 : Vue en plan des ouvrages de gestion des eaux pluviales (source : Atelier Pirollet Architectes)

Le site présente une pente globalement orientée de l'Est vers l'Ouest. Les ouvrages sont conçus pour surverser en cascade dans l'ouvrage en aval hydraulique. Des rejets sont prévus au Nord dans le ruisseau de la Bérenguière et à l'Est dans la Reppe (pour la noue dans le parking souterrain) en cas d'événements pluvieux de période de retour supérieure à la centennale.

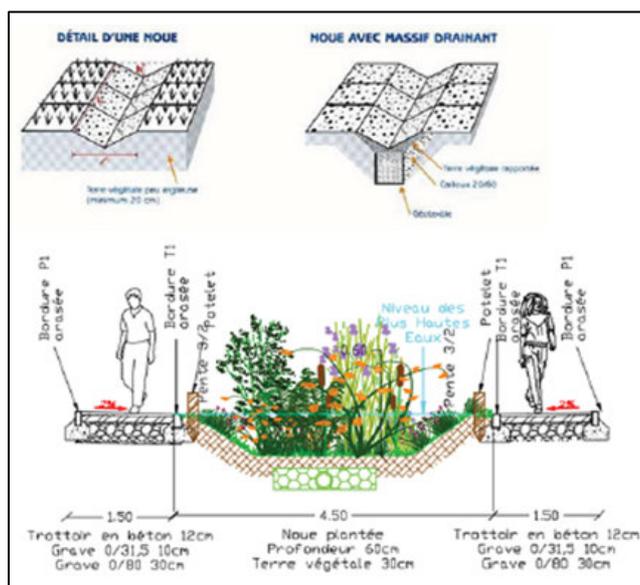


Figure 35 : Schéma de principe d'une noue (source : Atelier Pirollet Architectes)

Le volume total de stockage estimé avec ces aménagements s'élève à environ 730 m³, ce qui permet de gérer le volume à compenser de 640 m³ calculé plus haut.

Le calage altimétrique de ces réseaux et les surfaces collectées devront être précisés pour vérifier le fonctionnement hydraulique et permettre la réalisation du dossier loi sur l'eau. Un certain nombre de préconisations formulées en conclusions sont à prendre en compte. **A ce stade, la faisabilité de la réalisation de ce système de gestion des eaux pluviales (en particulier concernant la noue prévue dans le parking souterrain) n'est pas garantie.**

4.2.4. Mesures qualitatives

Le risque de pollution accidentelle aux hydrocarbures occasionné par la mise en place de stationnements conduit à préconiser la mise en œuvre de vannes permettant de stopper le débit de fuite des bassins de rétention pour piéger la pollution puis l'évacuer en filière appropriée.

5. Cadrage réglementaire de la loi sur l'eau

Les articles L214.1 et suivants du Code de l'Environnement soumettent au régime *d'autorisation ou de déclaration* les projets d'installations, d'ouvrages, de travaux ou d'activités ayant une certaine incidence sur le milieu aquatique superficiel et/ou souterrain.

Nota : Il n'a pas été considéré ici de reprofilage des berges de la Reppe.

Le projet d'aménagement est concerné par les rubriques suivantes :

n°		Intitulé	Régime	Justification	Projet soumis à
2.1.5.0		Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :	Supérieure ou égale à 20 ha : Autorisation	La doctrine de la MISEN précise : « Lorsqu'un écoulement concentré traverse ou borde l'emprise d'un projet, son bassin versant n'est pas à considérer vis-à-vis des seuils de procédures de 1 ha ou 20 ha si le projet est transparent pour cet écoulement. » La mise en place du fossé permet de dévier les eaux du ruissellement concentré identifié vers le ruisseau de la Bérenguière (exutoire naturel de l'écoulement concentré). Le projet est donc transparent pour cet écoulement. La superficie du bassin versant retenu est de 2 ha.	Déclaration
			Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha : Déclaration		
3.2.2.0		Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau. Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.	Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ² : Autorisation	Les aménagements dans le parc en zone inondable vont conduire à soustraire une surface inférieure à 10 000 m ² à la crue. Si la surface soustraite à la crue est supérieure à 400 m ² , cette rubrique sera à prendre en compte en régime de déclaration et il sera nécessaire de compenser le volume soustrait. La surface exacte sera déterminée dans le DLE du projet.	Non concerné ou Déclaration
			Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10 000 m ² : Déclaration		

Le projet est donc soumis à *déclaration* au titre des articles L214.1 et suivants du Code de l'Environnement.

6. Conclusion et préconisations

Un état initial a été réalisé. Il a permis de préciser les contraintes concernant le risque inondation fluviale et ruissellement, les niveaux de nappe, les bassins versants du projet et les débits ruisselés pour différentes périodes de retour à l'état initial et à l'état projet.

Les aménagements prévus entraînent une augmentation du débit ruisselé qui est susceptible de porter atteinte au milieu récepteur. C'est pourquoi il est nécessaire de mettre en place des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

Il est préconisé de mettre en œuvre un fossé pour court-circuiter les apports concentrés du bassin versant amont. La mise en place de ce fossé permet :

- d'éviter l'aléa ruissellement au droit des bâtiments au Nord jusqu'à la crue centennale,
- d'éviter une saturation des dispositifs de gestion des eaux pluviales à mettre en œuvre dans le cadre du projet,
- de rester en régime de déclaration pour la rubrique 2.1.5.0. de la nomenclature loi sur l'eau.

Par ailleurs, la compensation des surfaces imperméabilisées sera réalisée par la mise en place de noues, bassins, roubines et stockages sous voirie sur la partie amont du projet (hors zone inondable). Les eaux seront gérées par infiltration dans les ouvrages. Le volume à compenser (les bassins / noues étant placés hors zone inondable) est de **640 m³**.

Les préconisations suivantes sont à prendre en compte par la maîtrise d'œuvre concernant la gestion des eaux pluviales pour permettre de vérifier le bon fonctionnement hydraulique et débiter la réalisation du dossier loi sur l'eau :

Les plans finaux réalisés par la MOE (AVP et PRO) devront représenter le **fossé** du bassin versant amont (cf. chapitre 4.2.1) en respectant le gabarit et la pente proposés.

Une **étude hydrogéologique** a été préconisée dans la G2 AVP pour déterminer les niveaux de nappe. Les résultats de cette étude seront nécessaires pour **vérifier la faisabilité du système de gestion des eaux pluviales** tel qu'il est prévu actuellement. En effet, **les ouvrages d'infiltration doivent être situés au-dessus du niveau de plus hautes eaux**. Ce point concerne en premier lieu la noue d'infiltration prévue dans le parking souterrain. Il est probable que le niveau de nappe soit plus haut que l'ouvrage prévu, auquel cas, il faudra envisager de déplacer cet ouvrage ou de l'agrandir et le rendre étanche.

De plus, d'après notre interprétation des éléments issus de la G2, il est probable que les terrains en profondeur aient une perméabilité faible. **Le coefficient d'infiltration pris en compte pour le dimensionnement ne serait pas représentatif pour ce qui concerne la noue dans le parking enterré.**

Les interconnexions entre les différents ouvrages de rétention/infiltration devront permettre un remplissage optimal des ouvrages, **sans débordement pour la crue centennale** (calage adéquat des fils d'eau, dimensionnement adapté).

Les surfaces collectées par les différents ouvrages devront être précisées. Il s'agira de faire en sorte que **les surface actives collectées soient proportionnelles aux volumes mis en place dans chaque zone.**

Par ailleurs, la Doctrine du MISEN préconise de mettre en place **des surverses** dimensionnées pour la crue Q500 :

- Une fois le point précédent déterminé, il s'agira de calculer le débit Q500 ($=1,8 \times Q_{100}$ d'après la MISEN) de chaque zone pour le dimensionnement de chacune des surverses,
- Concernant la noue enterrée, à ce stade, la surverse a été envisagée sous la forme d'une canalisation entre cet ouvrage et la Reppe :
 - le calage altimétrique de la surverse dessinée sera à préciser,
 - si cet ouvrage était conservé, il devra être muni d'un clapet anti-retour,
 - de plus, l'évacuation des eaux de la noue ne sera pas possible en cas de concomitance avec une crue de la Reppe. Aussi, il faut envisager que pour un évènement engendré par une pluie de période de retour supérieure à la centennale (pluie de dimensionnement), cet ouvrage déborde dans le parking. La hauteur d'eau générée dans le parking par le volume qui déborderait pour la Q500 devra alors être estimée.
- Au niveau du bassin Nord (qui se rejette dans le ruisseau de la Bérenguière), à ce stade, la surverse a été envisagée sous la forme d'une canalisation entre cet ouvrage et la Reppe. L'évacuation des eaux de la noue ne sera pas possible en cas de concomitance avec une crue de la Reppe. Il semblerait plus pertinent de réaliser une encoche dans le bassin pour que les eaux soient dirigées vers le cours d'eau sur une surverse prévue à cet effet et éviter des débordements vers les bâtiments en cas de crue Q500.

Enfin, il faudra **évaluer la surface concernée par des remblais en zone inondable**. Si cette surface dépassé 400 m², le projet est concerné par la rubrique 3.2.2.0. et il sera nécessaire de trouver un équilibre entre les déblais et les remblais en zone inondable (compensation des volumes soustraits à la crue).

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>

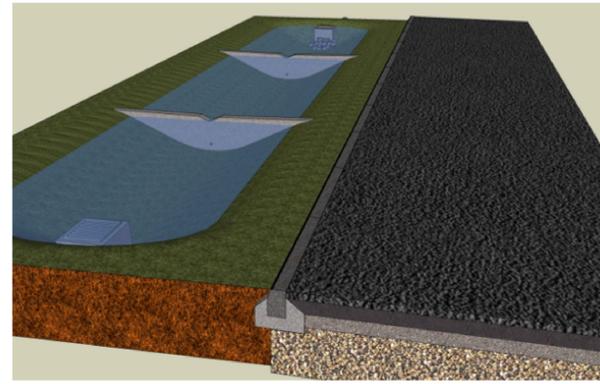
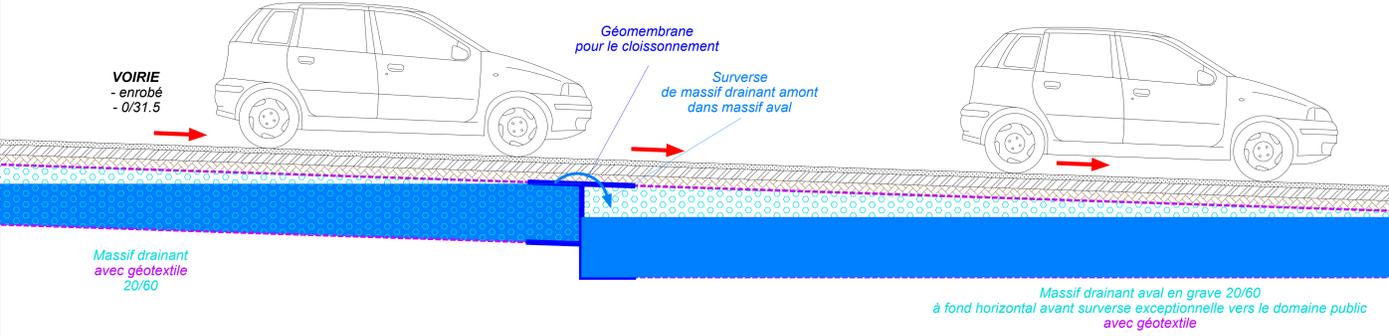


ANNEXES

Annexe I : Plan de masse des aménagements au stade AVP

Annexe I : Plan de masse des aménagements au stade AVP

Coupe de principe de massif drainant sous une voirie en pente
Echelle: 1/25



Légende des eaux usées :

- Canalisation 200 PVC EU
- Canalisation 160 PVC Branchement
- Regard de visite
- Boite de branchement - 315 - Fe: -0.6m/RDC

Légende des eaux pluviales :

- Massif drainant sous voirie et parking - GNT 307m³ de stockage
- Drain 160
- Boite de visite 30x30
- Redan de surverse en terre
- Espace vert hydraulique planté - 594 m³ de stockage
- Fil d'eau de Noue
- Géomembrane de cloisonnement pour chaussée réservoir
- Grille fonte 40 x 40 regard avec décantation
- Canalisation PVC 200
- Enrochements 300 litres-1m²

Légende des revêtements :

- Voirie enrobé perméable +40cm de GNT 20/60
- Piétonnier béton
- Stationnement perméables +40cm de GNT 20/60
- Stationnement mélange terre pierre

Département du Var (83)

EVENOS

Plan voirie assainissement

Date	Modification	Indice	AVP
FEV 2024	Edition Originale	A	

N° Dossier : 2023-EVENOS-SPLM

Echelle : 1/200

Bureau d'étude en maîtrise d'œuvre de conception et exécution.
LANGUEDOC-ROUSSILLON,
PACA, RHÔNE-ALPES

134 A Imp. des Chardons NIMES
TEL : 04 75 82 02 97
e-mail : smart@innovat.fr
www.innovat.fr





Références :



Portées
communiquées
sur demande