

Etude hydraulique

-

Etude du risque inondation

Projet : **Projet de serres-tunnels**

Localisation : **Lieu-dit « Les Malançons »**

84 260 Sarrians

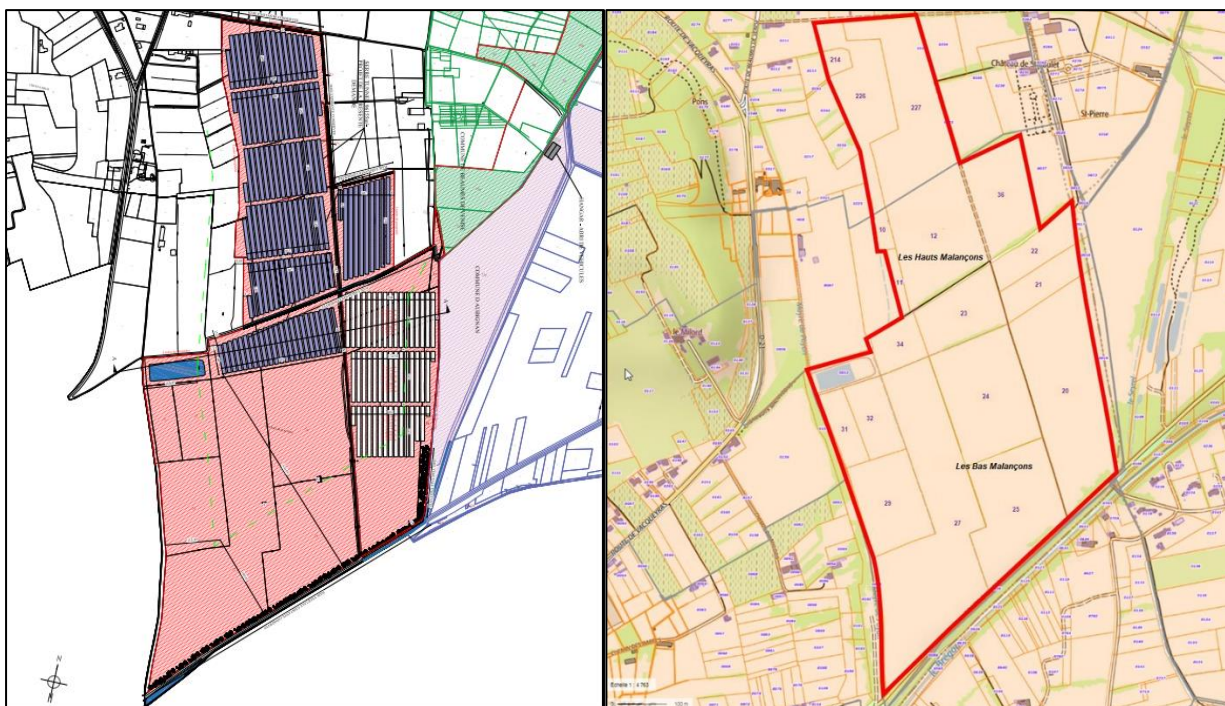


TABLE DES MATIÈRES

1	CONTEXTE ADMINISTRATIF	1
2	OBJECTIFS DE L'ÉTUDE, LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PROJET	2
2.1	Objectif de l'étude et localisation du projet	2
2.2	Présentation de la situation existante	3
2.3	Composition du projet	4
3	CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	6
3.1	Contexte global	6
3.2	Contexte local	7
4	PLAN DE PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION (PPRI)	10
5	DÉTERMINATION DES DÉBITS DE POINTE	12
5.1	Artelia : Etude hydrologique globale du bassin versant sud-ouest du Mont-Ventoux (2012)	12
5.2	BRL Ingénierie : Etude hydraulique globale du bassin sud-ouest Mont-Ventoux (2018)	13
5.3	Débits utilisés dans la modélisation AquaGeoSphere	13
6	CARACTÉRISATION DU RISQUE INONDATION	14
6.1	Construction du modèle	14
6.1.1	Méthodologie générale	14
6.1.2	Emprise du modèle utilisé	15
6.1.3	Conditions aux limites	15
6.1.4	Données topographiques	18
6.1.5	Coefficients de rugosité	19
6.1.6	Maillage du modèle	20
6.2	Résultats de la modélisation	21
6.2.1	Cartographie	21
6.2.2	Analyse de la dynamique des écoulements	22
6.3	Analyse de sensibilité du modèle	23
7	CARACTÉRISATION DE L'ALÉA RUPTURE DE DIGUE	25
7.1	Caractéristiques des digues	25
7.1.1	Ruptures historiques	25

7.1.2	Le Seyrel	26
7.1.3	Le Brégoux.....	27
7.1.4	La Mayre de Payan.....	28
7.2	Modélisation des ruptures de digues	30
7.2.1	Hypothèses générales.....	30
7.2.2	Scénario 1.....	31
7.2.3	Scénario 2.....	32
7.2.4	Scénario 3.....	34
7.3	Intégration de la digue à la modélisation	35
7.4	Résultats de modélisation de l'aléa rupture de digue.....	36
7.4.1	Résultats du modèle en cas de brèches normées	36
7.4.2	Résultats du modèle en cas de scénario pessimiste (brèches de 100 m).....	40
7.4.3	Résultats du modèle dans le cas du troisième scénario	43
8	MESURES MISES EN PLACE PAR LE PROPRIÉTAIRE	46
8.1	Gestion du risque par l'exploitant	46
8.2	Impacts du projet en matière de remblais	47
8.3	Gestion des éventuels flottants.....	48
9	CONCLUSION	49


TABLE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX

Illustration 1 : Localisation du projet	2
Illustration 2 : Schéma explicatif de la situation actuelle (source : Symbiose, 2023)	3
Illustration 3 : Présentation d'une serre-tunnel	4
Illustration 4 : Implantation des serres-tunnels (source : Symbiose, 2023)	5
Illustration 5 : Réseau hydrographique au droit du projet	6
Illustration 6 : Sens des écoulements des eaux de ruissellement	7
Illustration 7 : Localisation des digues	7
Illustration 8 : La Mayre de Payan à proximité du projet	8
Illustration 9 : Illustration du ruisseau (à gauche) et absence d'eau à la confluence entre le Seyrel et le Brégoux (à droite)	9
Illustration 10 : Zonage du PPRi au droit du projet sur la commune de Sarrians (source : PPRi du Bassin sud-ouest du Mont Ventoux, 2007)	10
Illustration 11 : Principales étapes liées à la construction d'un modèle hydraulique (source : AquaGeoSphere, 2021)	14
Illustration 12 : Emprise du modèle hydraulique	15
Illustration 13 : Présentation des deux variables D et Qd sur un évènement de crue	16
Illustration 14 : Localisation des points d'injection des hydrogrammes dans le modèle pour la crue de référence	17
Illustration 15 : Hydrogrammes injectés dans le modèle (occurrence centennale)	17
Illustration 16 : Extrait du Modèle Numérique de Terrain (MNT) utilisé pour la modélisation 2D (source : RGE Alti 1m, IGN)	18
Illustration 17 : Occupation du sol au sein du modèle (source : Corine Land Cover, 2012) ..	19
Illustration 18 : Maillage utilisé pour le modèle	20
Illustration 19 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence	21
Illustration 20 : Vitesses d'écoulement maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence	22

Illustration 21 : Points de mesures pour l'analyse de sensibilité du modèle.....	24
Illustration 22 : Analyse de sensibilité du modèle selon la variation du coefficient de rugosité	24
Illustration 23 : Localisation des brèches et des cotes des plus hautes eaux recensées pendant la crue de 1992 (source : DDT 84, 2023)	25
Illustration 24 : Topographie au droit du Seyrel	26
Illustration 25 : Profil en travers du cours d'eau du Seyrel au droit du projet	27
Illustration 26 : Profil en travers du cours d'eau du Brégoux au droit du projet.....	28
Illustration 27 : Localisation des deux profils en travers sur la Mayre de Payan.....	28
Illustration 28 : Profil en travers 1 du cours d'eau du Mayre de Payan au droit du projet ...	29
Illustration 29 : Profil en travers 2 du cours d'eau du Mayre de Payan au droit du projet ...	29
Illustration 30 : Localisation des brèches normalisées dans le cadre du premier scénario...	32
Illustration 31 : Localisation des brèches de base 100 m dans le cadre du second scénario	33
Illustration 32 : Localisation des brèches dans le cadre du troisième scénario.....	34
Illustration 33 : Exemples de brèches modélisées sur le Brégoux pour chacun des scénarios .	35
Illustration 34 : Vitesses maximales modélisées en cas de brèches normées.....	36
Illustration 35 : Comparaison des vitesses maximales au droit du profil AB entre les modélisations sans rupture et avec des brèches normées.....	37
Illustration 36 : Comparaison des vitesses maximales au droit du profil CD entre les modélisations sans rupture et avec des brèches de 100 m.....	37
Illustration 37 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en cas de brèches normées	38
Illustration 38 : Comparaison des niveaux d'eau maximum au droit du profil [AB] entre les modélisations sans rupture et avec brèches normées	39
Illustration 39 : Comparaison des niveaux d'eau maximum au droit du profil [CD] entre les modélisations sans rupture et avec brèches normées	39
Illustration 40 : Vitesses maximales modélisées en cas de brèche de 100 m.....	40
Illustration 41 : Comparaison du profil [AB] de vitesses maximales au droit du projet entre les modélisations sans rupture et avec une brèche de 100 m.....	41
Illustration 42 : Comparaison du profil [CD] de vitesses maximales au droit du projet entre les modélisations sans rupture et avec une brèche de 100 m.....	41

Illustration 43 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en cas de brèche de 100 m.....	42
Illustration 44 : Comparaison des niveaux d'eau maximum au droit du profil [AB] entre les modélisations sans rupture et avec une brèche de 100 m.....	43
Illustration 45 : Comparaison des niveaux d'eau maximum au droit du profil [CD] entre les modélisations sans rupture et avec des brèches de 100 m.....	43
Illustration 46 : Vitesses maximales modélisées dans le cas du troisième scénario	44
Illustration 47 : Hauteurs d'eau maximales modélisées dans le cas du troisième scénario..	45
Illustration 48 : Fixation de la bâche de la serre à l'aide de la terre.....	46
Illustration 49 : Haies présentes et à planter sur la zone de projet.....	48
Tableau 1 : Résultats, en débits de pointe, de l'étude d'aménagement de la zone de Belle-Ile - Les Bas Malençons (Source : Etude hydrologique globale du bassin versant sud-ouest du Mont-Ventoux, Juin 2012)	12
Tableau 2 : Extrait des principaux résultats des débits de pointe pour la crue de septembre 1992 (Source : Etude hydraulique du bassin versant sud-ouest du Mont Ventoux, 2018) ...	13
Tableau 3 : Coefficients de rugosité retenus en fonction de la couverture du sol.....	19
Tableau 4 : Taux de variation de la hauteur d'eau en fonction de la variation des coefficients de Manning.....	23

CONTEXTE ADMINISTRATIF

Commanditaire de l'étude	Rédacteur du rapport
<p>SCEA LOU MISTRAOU</p> <p>2001, Avenue Dwight Eisenhower 84 200 Carpentras</p> <p>Contact: Eric Nouveau E-mail : marine.nouveau@lejardindespapes.fr Fixe : +33 (0)4 90 67 39 97</p>	<p>AquaGeoSphere </p> <p>13, Avenue des Maquisards 13 126 Vauvenargues</p> <p>Contact : Claire Degrave E-mail : c.degrave@aquageosphere.com Fixe : +33 (0)4 42 57 69 28</p>

Version	Date	Rédaction	Relecture
V1	15/05/2023	C. Degrave	T. Rudloff
V2	11/09/2023	C. Degrave	F. Luz

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE, LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PROJET

2.1 Objectif de l'étude et localisation du projet

La société Lou Mistraou porte un projet de serres-tunnels pour la production de fraises au lieu-dit Les Malançons, localisé à l'est du territoire communal de Sarrians dans le département du Vaucluse (84). Les parcelles du projet représentent une superficie totale d'environ 48 ha localisées au nord de la route d'Aubignan.

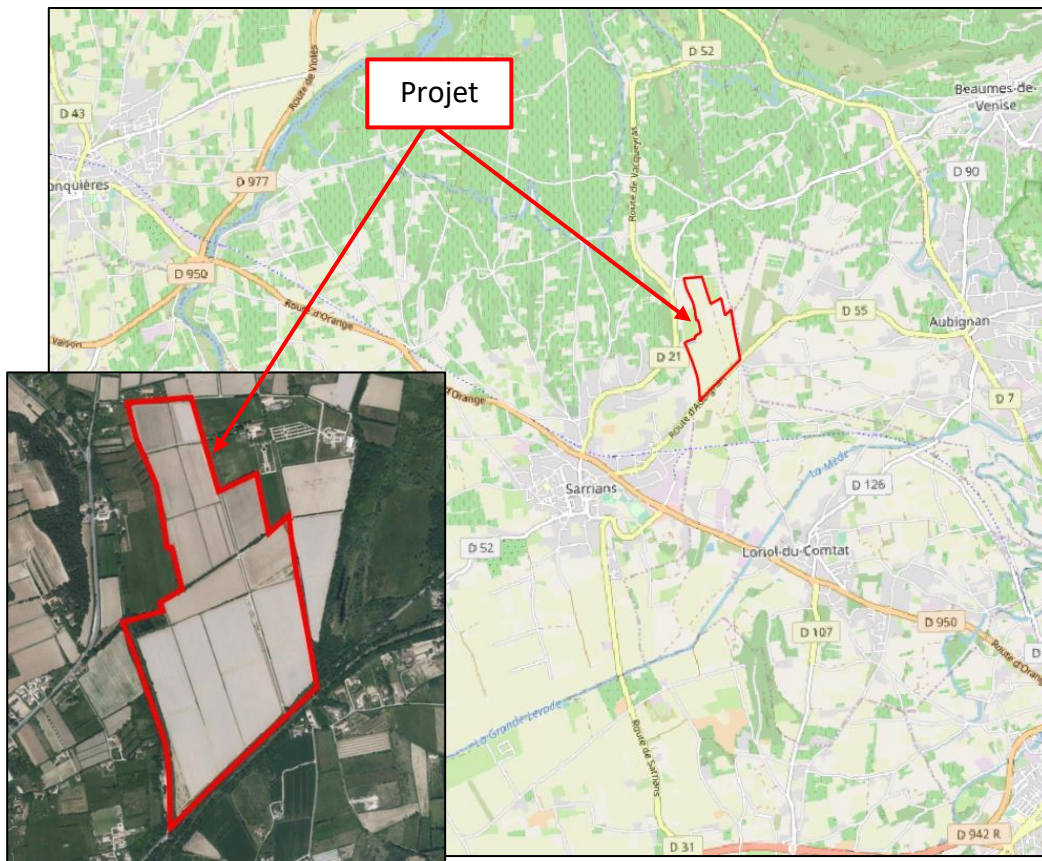


Illustration 1 : Localisation du projet

Le secteur d'étude étant repris en zone rouge selon le Plan de Prévention du Risque d'inondation (PPRi) « Bassin Sud-Ouest du Mont Ventoux » de la commune de Sarrians, le PPRi impose une transparence hydraulique aux écoulements du projet et une analyse du risque d'embâcle.

Voir partie 4 : Plan de Prévention du Risque inondation (PPRi)

La parcelle du projet étant encadrée par différents cours d'eau (le Brégoux, le Seyrel et la Mayre de Payan), une modélisation hydraulique avec scénario de rupture de digue est nécessaire afin de répondre aux attentes de la DDT. Le Seyrel et la Mayre de Payan présentent en effet des tracés perchés par rapport au projet. En cas de rupture de digue, l'étude permettra de vérifier si les vitesses générées sont susceptibles d'engendrer un emportement des bâches en direction du Brégoux.

Les résultats de la modélisation permettront en outre de définir les hauteurs d'eau au droit du projet afin de permettre de positionner les infrastructures de maraîchage hors d'eau. Les structures de cultures de fraises seront en effet accrochées en hauteur.

Le PPRi ayant été approuvé le 30 juillet 2007, la DDT a demandé que soient utilisés les débits définis dans les dernières études hydrauliques réalisées sur le secteur d'étude. Suite à la réunion du 19 juillet 2023, l'EPAGE a transmis les études suivantes :

- Etude hydrologique réalisée par Artelia en 2012 ;
- Etude hydraulique réalisée par BRL en 2018.

2.2 Présentation de la situation existante

Aujourd'hui, une partie de la parcelle du projet a déjà fait l'objet d'installations de serres-tunnels tel que représenté en rose sur l'illustration suivante.

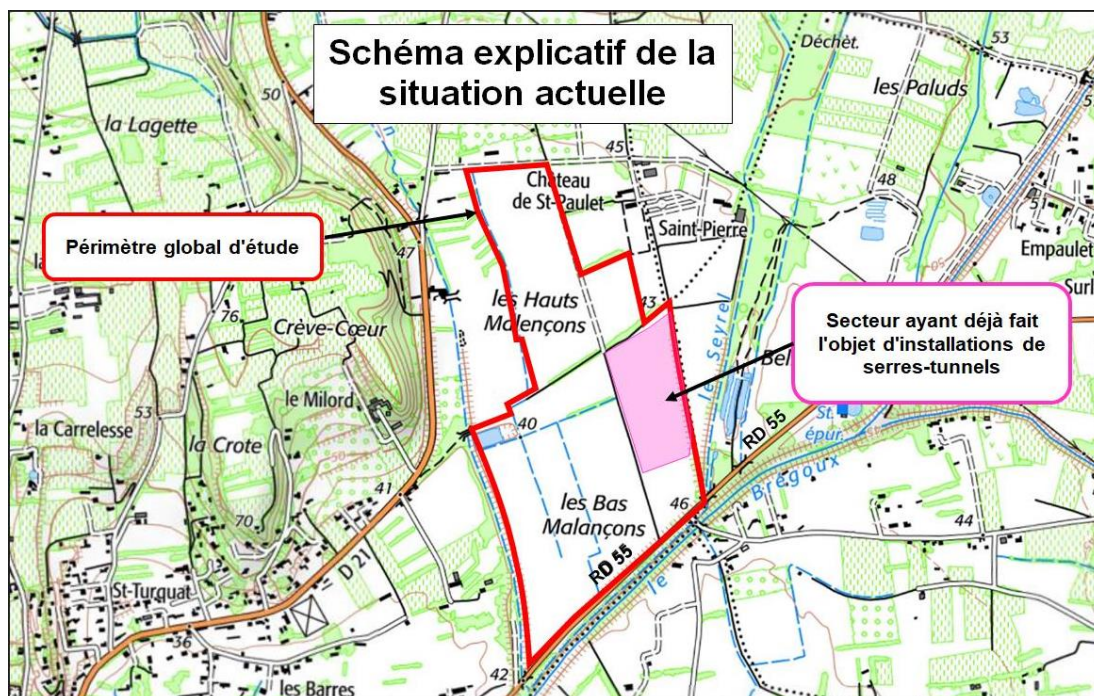


Illustration 2 : Schéma explicatif de la situation actuelle (source : Symbiose, 2023)

2.3 Composition du projet

Le projet présente une superficie de 96 155 m² de serres à construire et une superficie de 39 160 m² de serres existantes. Le projet comprend :

- Des chemins de dessertes (non imperméabilisés) qui garantiront l'accès aux serres ;
- Des zones de manœuvre ;
- Des équipements annexes : dispositifs d'arrosage (goutte à goutte) et réseaux électriques ;
- Des plantations diverses, afin de consolider/prolonger les haies existantes en limite de projet.

Le projet ne comprend aucune aire bétonnée ni aucune autre aire imperméabilisée. Dans le but de garantir la transparence hydraulique en situation d'inondation et de façon à permettre le libre écoulement des eaux, les serres seront disposées :

- de la façon la plus adaptée vis-à-vis de l'écoulement des crues (du nord-est vers le sud-ouest) ;
- à une distance minimale de 100 m du cours d'eau.

Concernant le dimensionnement des serres en elles mêmes, les points suivants sont à noter :

- les extrémités des serres présentent des grandes ouvertures, ce qui permettra de faciliter les écoulements des eaux ;
- les serres-tunnels présentent des systèmes permettant d'augmenter les ouvertures, à chaque fois que cela est nécessaire.

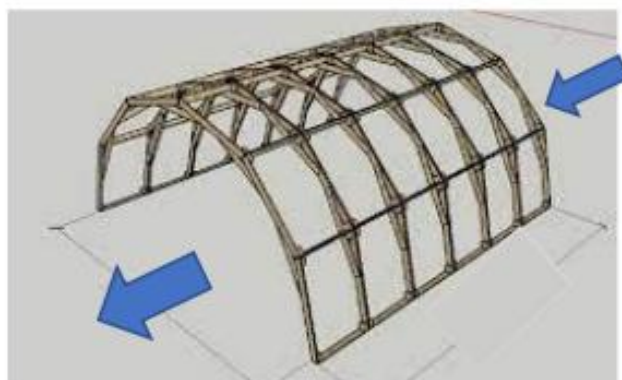


Illustration 3 : Présentation d'une serre-tunnel

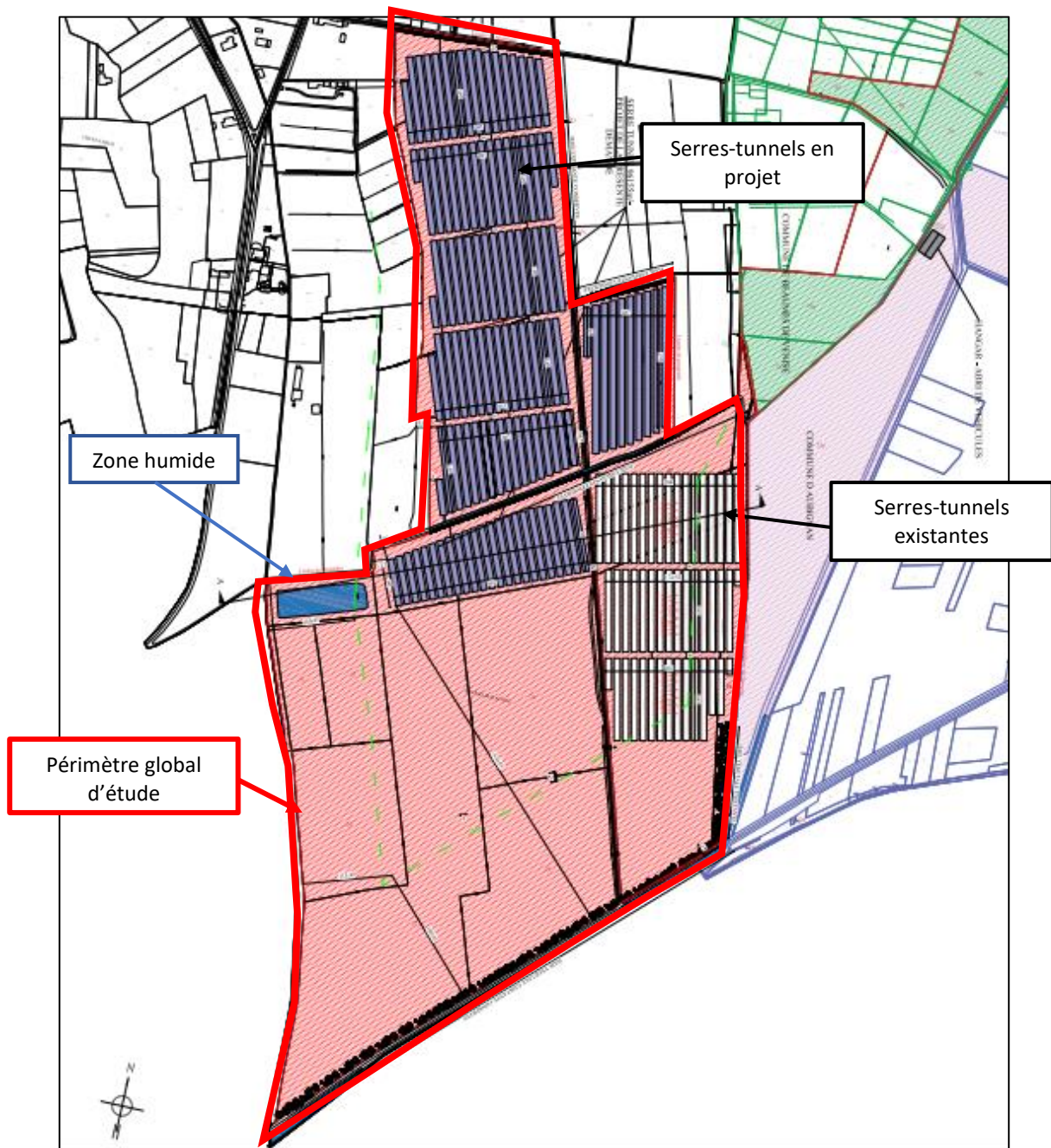


Illustration 4 : Implantation des serres-tunnels (source : Symbiose, 2023)

CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

3.1 Contexte global

Le projet se situe aux abords des cours d'eau de la Mayre de Payan et du Seyrel, affluents du Brégoux. Ce dernier draine le territoire nord-ouest du bassin versant sud-ouest du Mont Ventoux, il a la particularité d'être suspendu au-dessus de la plaine entre de hautes digues.

D'après l'étude hydrogéomorphologique du bassin du sud-ouest du Mont Ventoux : « A l'aval d'Aubignan, le Brégoux est endigué et sur-élevé à partir du lieu-dit Pierre Fiche. Il s'écoule dans une vaste plaine alluviale agricole inondable. Dans ce secteur, les canaux sur-élevés sont nombreux (Salette, Seyrel, Lauchun, Payan et Mède) et leur confluence avec le Brégoux forment de véritables casiers ou zones de rétention retenant les écoulements en cas de débordement ou de rupture de digue ».

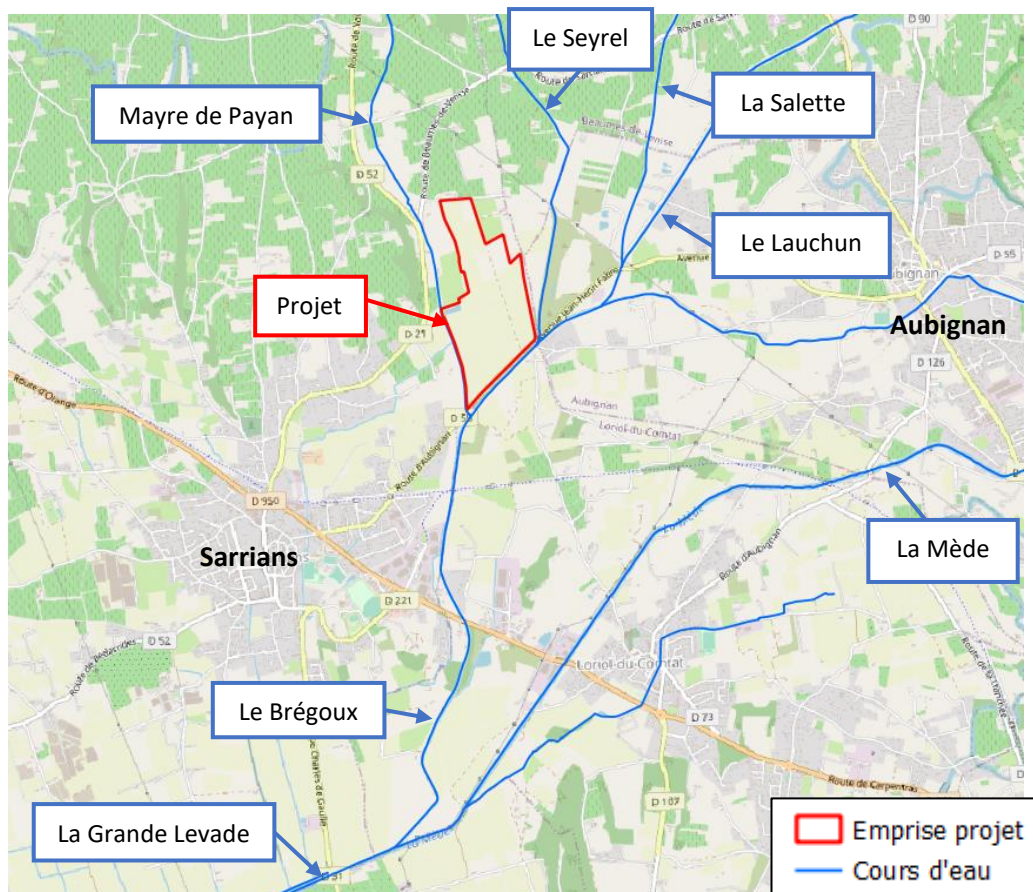


Illustration 5 : Réseau hydrographique au droit du projet

3.2 Contexte local

De manière générale au droit du projet, les eaux s'écoulent du nord vers le sud. Le projet est ceinturé par des digues qui longent les cours d'eau.

Le sens des écoulements des eaux de ruissellement ainsi que les digues présentes au droit du projet sont mis en évidence sur les illustrations suivantes.

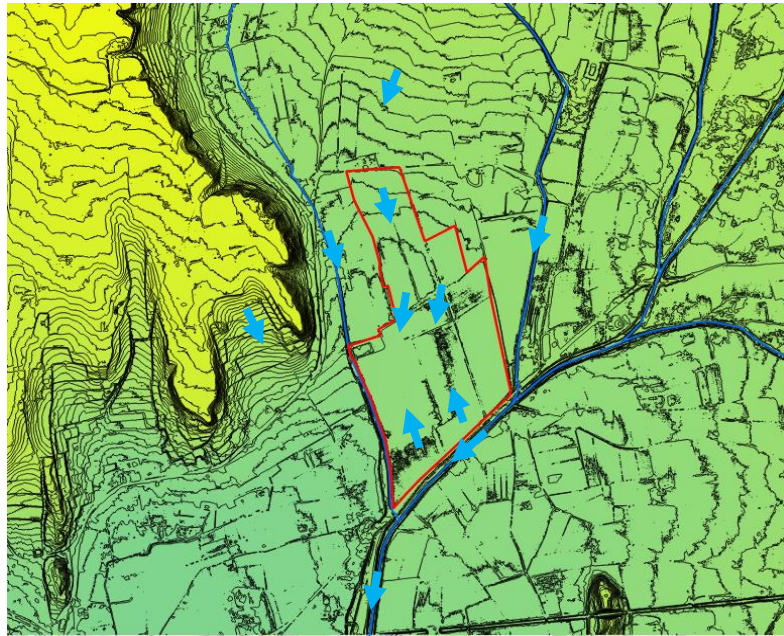


Illustration 6 : Sens des écoulements des eaux de ruissellement

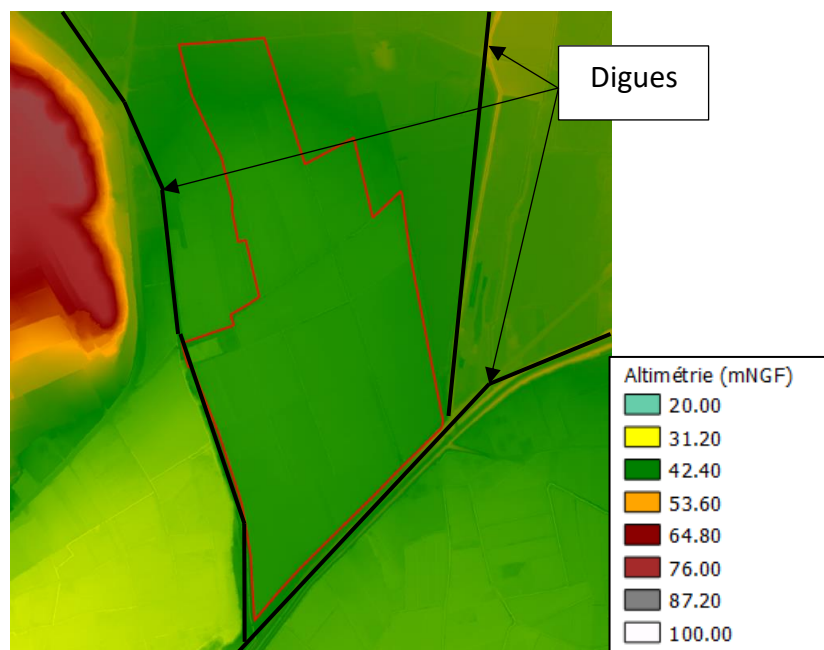


Illustration 7 : Localisation des digues

La Mayre de Payan est un cours d'eau canalisé qui borde la partie ouest de la parcelle du projet. Entre le cours d'eau et les serres, un terre-plein avec de la végétation est présent ce qui permet de limiter les débordements de la Mayre de Payan vers les parcelles du projet.



Illustration 8 : La Mayre de Payan à proximité du projet

Entre le Brégoux et les parcelles du projet, une route de même qu'une zone de végétation toutes deux surélevées par rapport au cours d'eau sont présentes, empêchant alors les débordements du Brégoux vers le projet.

Ainsi, le projet est entouré de digues aux abords des cours d'eau.

Voir Partie 8.2 : Impacts du projet en matière de remblais

Lors de la visite de terrain réalisée par AquaGeoSphere en mai 2023, un ruisseau se rejetant dans le Brégoux a été observé entre la Salette et le Seyrel. Ce dernier a d'ailleurs été observé à sec. Les illustrations suivantes présentent ce ruisseau ainsi que la confluence du Seyrel avec le Brégoux.



Illustration 9 : Illustration du ruisseau (à gauche) et absence d'eau à la confluence entre le Seyrel et le Brégoux (à droite)

PLAN DE PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION (PPRi)

Le Plan de Prévention du Risque d'inondation (PPRi) du Bassin sud-ouest du Mont Ventoux sur la commune de Sarrians a été approuvé le 30 juillet 2007 par la préfecture du Vaucluse. Sur la commune de Sarrians, l'aléa de référence dans le cadre de la réalisation du PPRi correspond à la crue centennale.

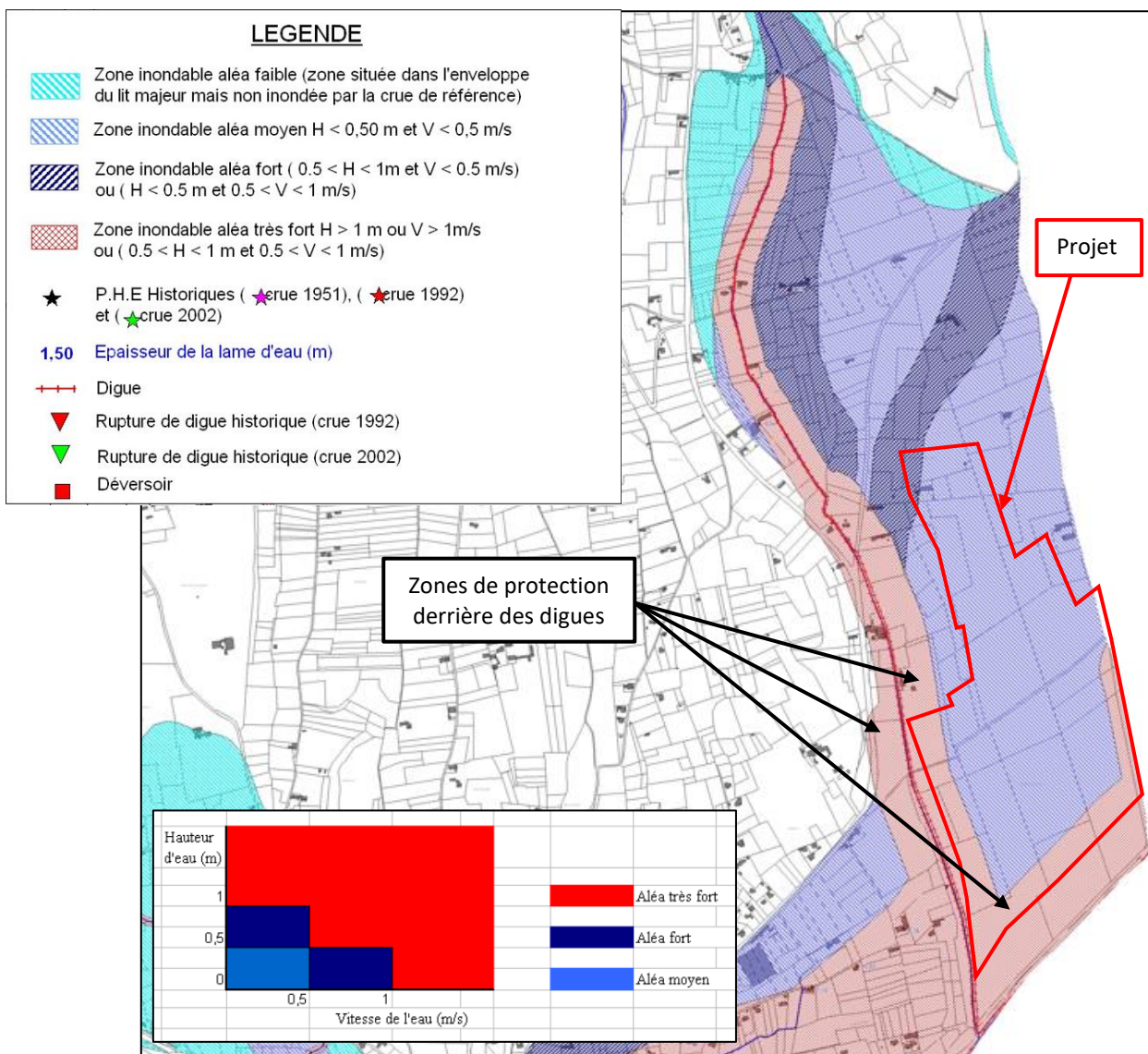


Illustration 10 : Zonage du PPRi au droit du projet sur la commune de Sarrians
(source : PPRi du Bassin sud-ouest du Mont Ventoux, 2007)

D'après ce document, **le projet est majoritairement repris en zone d'aléa moyen** mais est aussi repris en zone d'aléa très fort. Les parcelles du projet forment de véritables casiers ou zones de rétention des écoulements en cas de débordement ou de rupture de digue.

L'aléa très fort désigne les zones suivantes :

- Zones situées derrière les digues de protection (zone de sécurité) ;
- Zones situées dans le lit mineur et dans le lit moyen (zones d'écoulement des crues fréquentes) ;
- Zones situées dans une bande forfaitaire de part et d'autre des vallats (zones d'érosion latérale ou de fort écoulement) ;
- Zones situées dans le lit majeur :
 - dont les hauteurs d'eau sont supérieures à 1 m ;
 - dont les vitesses d'écoulement sont supérieures à 1 m/s ;
 - dont les vitesses d'écoulement sont comprises entre 0,5 et 1 m/s et dont les hauteurs d'eau sont comprises entre 0,5 m et 1 m.

Au zonage réglementaire du PPRi, les parcelles du projet sont classées en zone rouge. Ce zonage est appliqué aux zones de risque maximum :

- Axes et fuseaux d'écoulement ainsi que zones d'étalement des crues soumis à un aléa très fort et fort dans les secteurs urbanisés, agricoles ou naturels ;
- Fuseaux d'écoulement torrentiel des ravins et vallats ;
- Zones de rétention prévues au schéma d'aménagement hydraulique du bassin ;
- Zones situées à l'arrière et à proximité des digues ;
- Zones de divagation et d'érosion le long des berges des cours d'eau, mayres, vallats et autres axes d'écoulement.

DÉTERMINATION DES DÉBITS DE POINTE

5.1 Artelia : Etude hydrologique globale du bassin versant sud-ouest du Mont-Ventoux (2012)

En juin 2012, Artelia a remis son rapport définitif concernant l'Etude hydrologique globale du bassin versant sud-ouest du Mont-Ventoux. Cette étude a notamment permis la mise à jour des débits de pointe pour différentes occurrences de crue. Les résultats, en débit de pointe, de l'étude d'aménagement de la zone de Belle-Ile – Les Bas Malençons sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

Bassin versant	Superficie (km ²)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Mayre de Payan	5,7	11	28
Seyrel	6,1	12	30
Lauchun	5,7	11	28
Salette	30,6	60	150
Brégoux	39,4	76	190

Tableau 1 : Résultats, en débits de pointe, de l'étude d'aménagement de la zone de Belle-Ile - Les Bas Malençons

(Source : Etude hydrologique globale du bassin versant sud-ouest du Mont-Ventoux, Juin 2012)

Cette étude remet en cause les débits de crue évalués par le SPERA (Schéma Programme d'Entretien de Restauration et d'Aménagement). En effet, ces derniers semblaient sous-estimés et incohérents avec le ressenti du secteur vis-à-vis des inondations reconnues et des observations des derniers épisodes de 2002 et 2003.

Selon le rapport d'Artelia, les résultats présentés dans le tableau ci-dessus sont corroborés par les observations de terrain et traduisent la forte problématique inondation sur le secteur (fortes crues en 1992, 2002 et 2003 notamment).

5.2 BRL Ingénierie : Etude hydraulique globale du bassin sud-ouest Mont-Ventoux (2018)

Les principaux résultats des débits de pointe, pour la crue de septembre 1992, d'après l'étude hydraulique de BRL sont les suivants :

Cours d'eau	Qmax (m ³ /s)	Tpointe
Mayre de Payan	35	1h30
Seyrel	47	1h35
Lauchun	35	1h30
Salette	170	3h15
Brégoux	88	5h00

Tableau 2 : Extrait des principaux résultats des débits de pointe pour la crue de septembre 1992
(Source : Etude hydraulique du bassin versant sud-ouest du Mont Ventoux, 2018)

5.3 Débits utilisés dans la modélisation AquaGeoSphere

A l'exception des débits observés sur le Brégoux, les débits estimés en crue centennale pour les autres cours d'eau du secteur sont du même ordre de grandeur que ceux observés lors de la crue historique de 1992. Le débit du Brégoux présente par contre un débit centennal deux fois supérieur à celui observé lors de la crue de 1992.

A ce titre et en accord avec les services de la DDT, les **débits centennaux** présentés dans l'étude hydrologique globale du bassin versant sud-ouest du Mont-Ventoux d'Artelia seront utilisés dans le cadre de cette étude.

CARACTERISATION DU RISQUE INONDATION

6.1 Construction du modèle

6.1.1 Méthodologie générale

Afin de caractériser plus précisément les écoulements en crue au droit du projet, une modélisation 2D sous HEC-RAS a été réalisée dans le cadre de la présente étude.

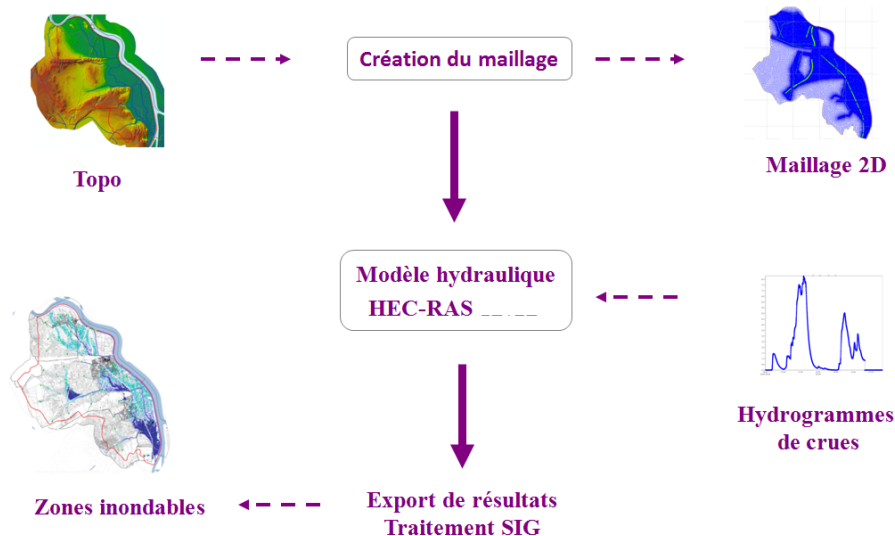


Illustration 11 : Principales étapes liées à la construction d'un modèle hydraulique (source : AquaGeoSphere, 2021)

Le logiciel HEC-RAS 2D permet de modéliser toute zone assujettie à des écoulements multidirectionnels. Il simule les variations du niveau d'eau et des débits en réponse à une quantité de variables (précipitation, évaporation, rugosité du lit...). HEC-RAS 2D est particulièrement adapté aux milieux tels que les plaines inondables ou les zones urbaines dispose d'un domaine d'application vaste (risque d'inondation et analyse détaillée des champs d'expansion, rupture de barrage et de digue).

La propagation des ondes de crue s'appuie sur un maillage créé à partir de données topographiques surfaciques. La création de ce maillage est une étape importante pour la modélisation. Les cotes des points du maillage sont obtenues à partir du MNT utilisé. Les simulations permettent d'obtenir les cotes, les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement sur le secteur étudié.

6.1.2 Emprise du modèle utilisé

L'emprise du modèle est présentée en figure suivante et présente une superficie de l'ordre de 575 ha. Le modèle s'étend sur les communes de Sarrians et d'Aubignan. Il inclut notamment les différents cours d'eau présents aux abords du projet, à savoir la Mayre de Payan, le Seyrel, la Salette, le Lauchun et le Brégoux.

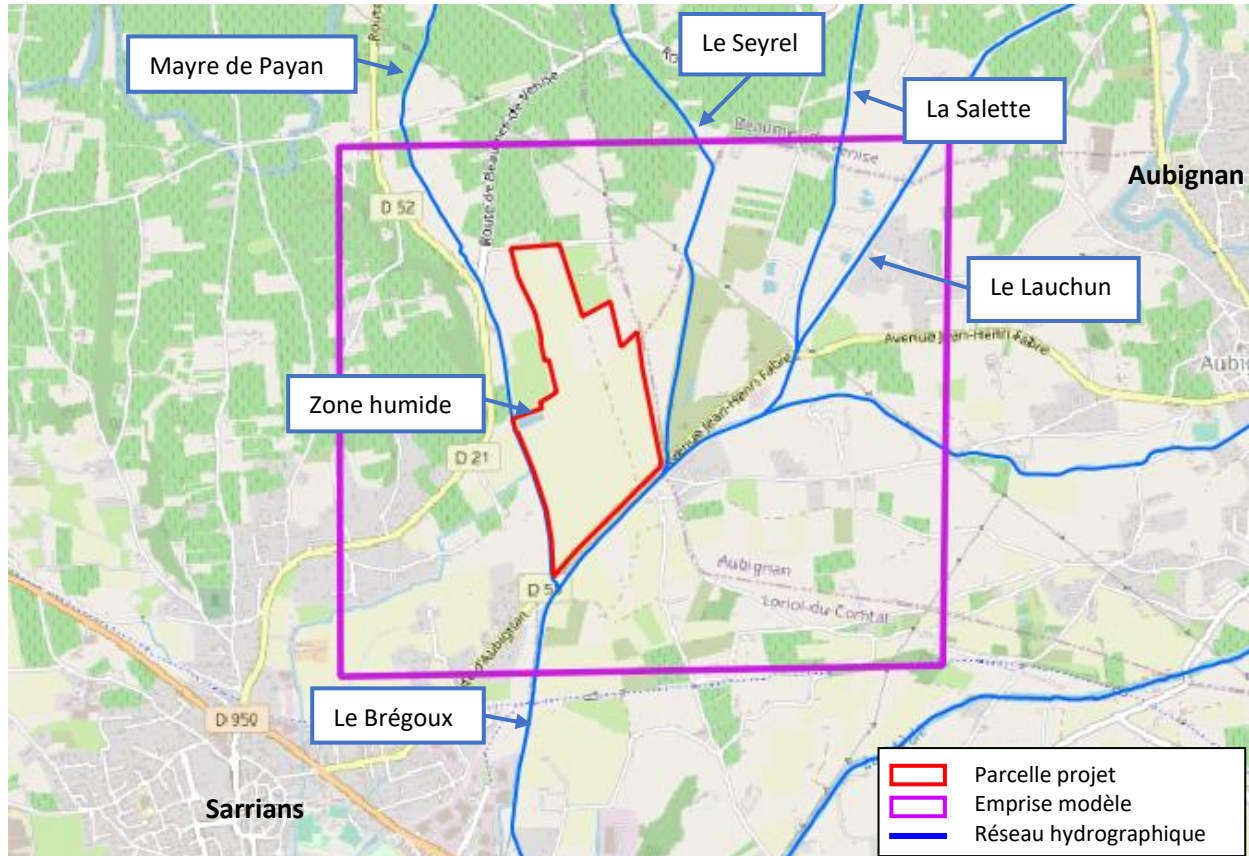


Illustration 12 : Emprise du modèle hydraulique

6.1.3 Conditions aux limites

A- Conditions limites amont

Comme précisé précédemment dans le rapport, les débits de pointe déterminés dans le cadre de l'étude hydrologique d'Artelia en 2012 seront repris dans cette étude.

Voir Partie 5 : Détermination des débits de pointe

Les conditions limites amont ont été déterminées en suivant la méthodologie utilisée dans l'étude hydrologique d'Artelia.

Les hydrogrammes ont été réalisés suivant la méthode de Socose. Cette dernière considère uniquement des crues simples (pic unique) et uniquement la pointe de crue durant laquelle le débit est maximal pour des crues complexes (plusieurs pics). La méthode de Socose a pour but de déterminer les variables suivantes, qui caractérisent l'évènement :

- le débit maximal instantané Q_d (m^3/s) ;
- la durée caractéristique de crue D (h) pendant laquelle le débit dépasse $Q_d/2$.

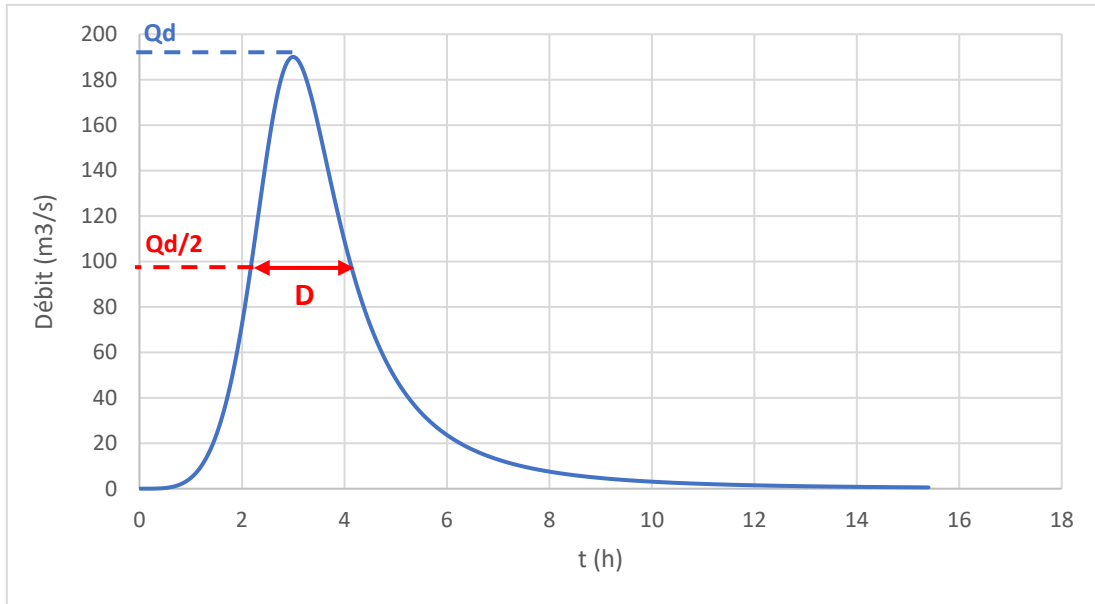


Illustration 13 : Présentation des deux variables D et Q_d sur un évènement de crue

Les débits de pointe ont été fournis par l'étude hydrologique d'Artelia et selon cette dernière la durée caractéristique est déterminée selon la formule suivante :

$$D = 0,051 \times S$$

Avec :

- D : Durée caractéristique en h
- S : Superficie du bassin versant en km^2

L'hydrogramme peut être représenté par l'équation suivante :

$$Q = 2 \times Q_d \times \frac{\left(\frac{0.67 \times t}{D}\right)^4}{1 + \left(\frac{0.67 \times t}{D}\right)^8}$$

Avec :

- Q_d : le débit de pointe en m^3/s
- S : Superficie du bassin versant en km^2
- T : Durée en h

Les conditions limites amont sont constituées par les hydrogrammes d'apport pour l'évènement de période de retour 100 ans.

La figure suivante localise les points d'injection dans le modèle hydraulique.

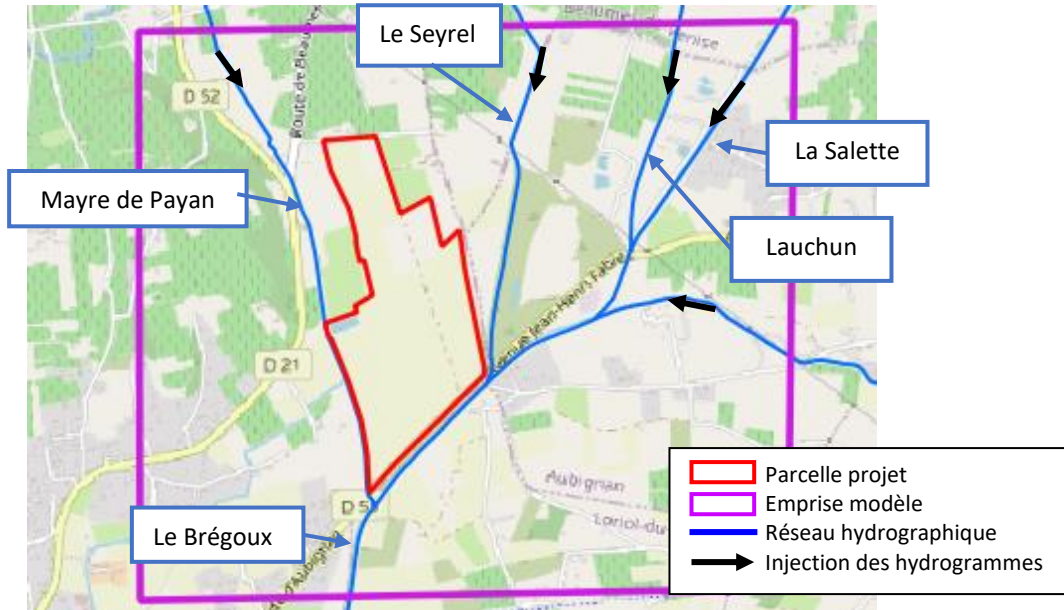


Illustration 14 : Localisation des points d'injection des hydrogrammes dans le modèle pour la crue de référence

Les hydrogrammes injectés dans le modèle sont présentés sur la figure ci-dessous.

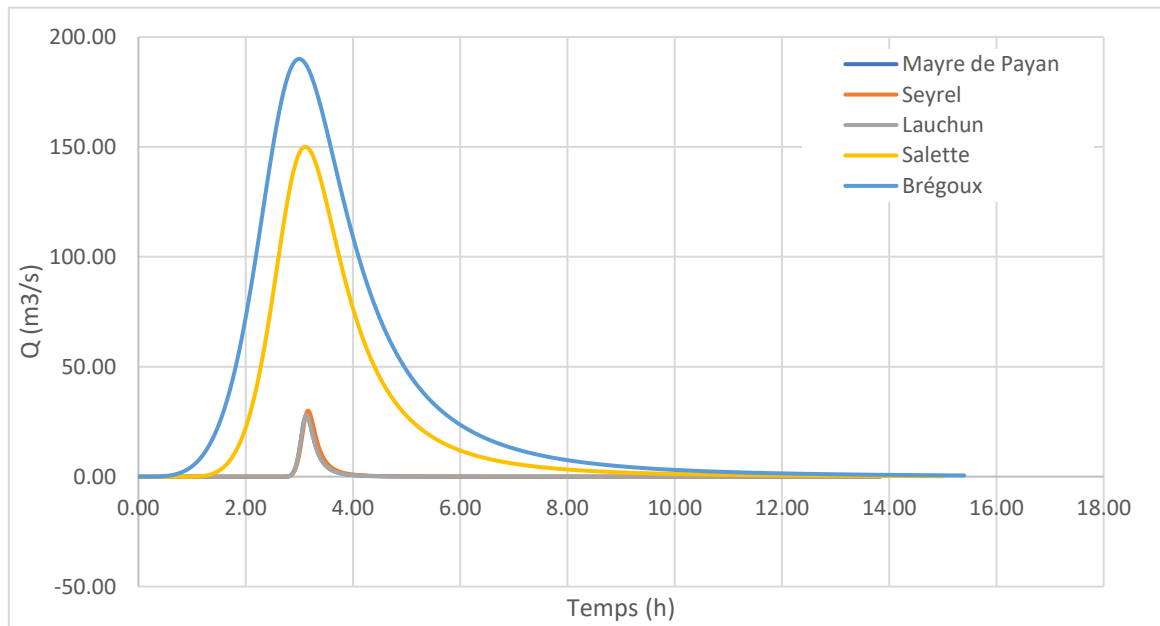


Illustration 15 : Hydrogrammes injectés dans le modèle (occurrence centennale)

B- Conditions limites aval

En absence de contraintes particulières, les conditions limites aval du modèle sont définies par la topographie du MNT observée à l'aval de la zone modélisée (pente moyenne).

6.1.4 Données topographiques

Le choix d'une modélisation 2D a été arrêté pour l'étude. Le PPRi datant de 2007, la DDT ne dispose plus des relevés topographiques ayant servis à l'élaboration de l'étude. C'est pourquoi le choix a été fait d'utiliser les seules données à notre disposition, soit le RGE Alti de l'IGN. Ce modèle numérique de terrain (MNT) a vocation à décrire le relief au pas de 1 m.

La figure suivante présente le MNT utilisé sur la zone d'étude.

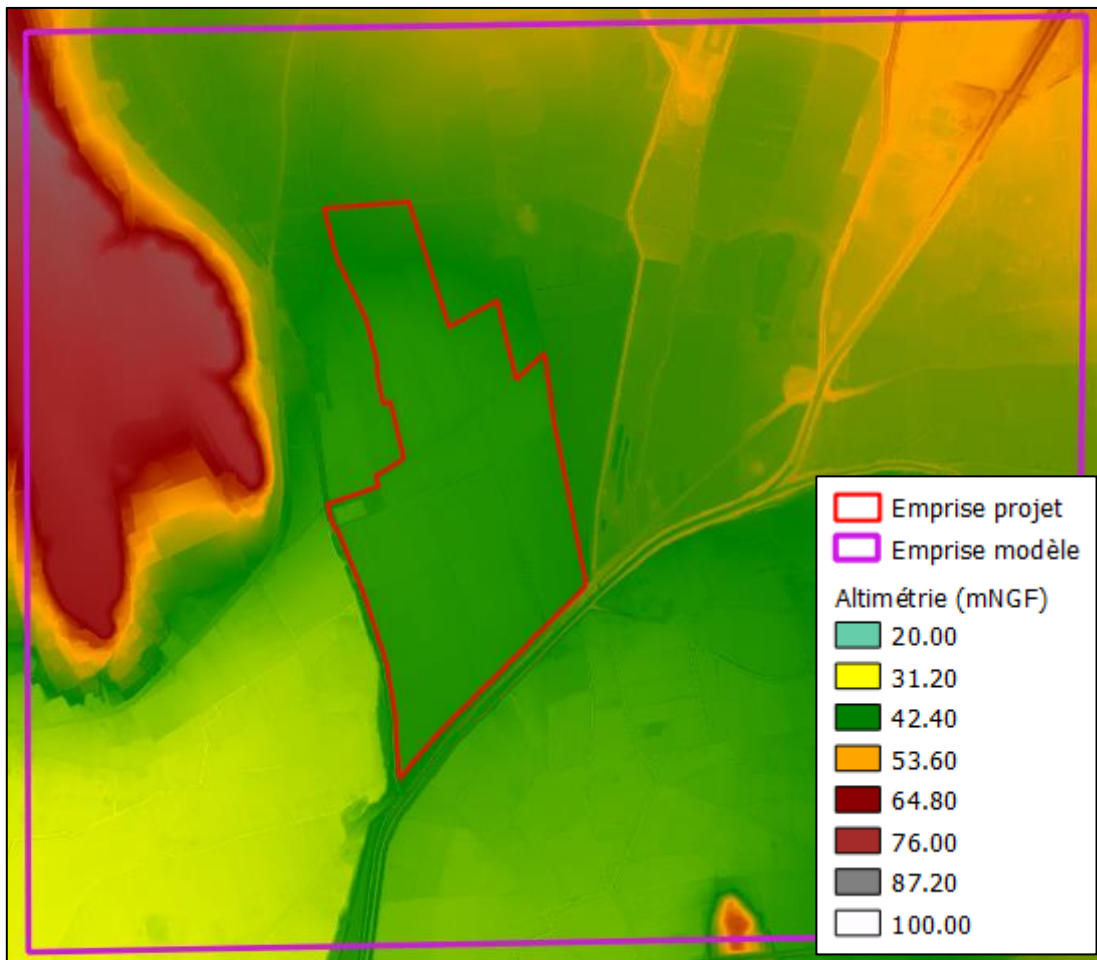


Illustration 16 : Extrait du Modèle Numérique de Terrain (MNT) utilisé pour la modélisation 2D (source : RGE Alti 1m, IGN)

6.1.5 Coefficients de rugosité

Le coefficient de rugosité est un paramètre essentiel du modèle hydraulique. Il est directement lié à l'occupation des sols du secteur d'étude. De manière générale, une augmentation du coefficient de rugosité (coefficient de Manning) induit une diminution de la vitesse d'écoulement et parallèlement une augmentation des lignes d'eau. A contrario, une diminution de ce coefficient accélère l'écoulement, ce qui entraîne une diminution des lignes d'eau. Le coefficient de Manning dépend donc du type de sol. En se basant sur la répartition des surfaces définies par la base de données Corine Land Cover de 2012, un coefficient a été attribué à chaque surface.

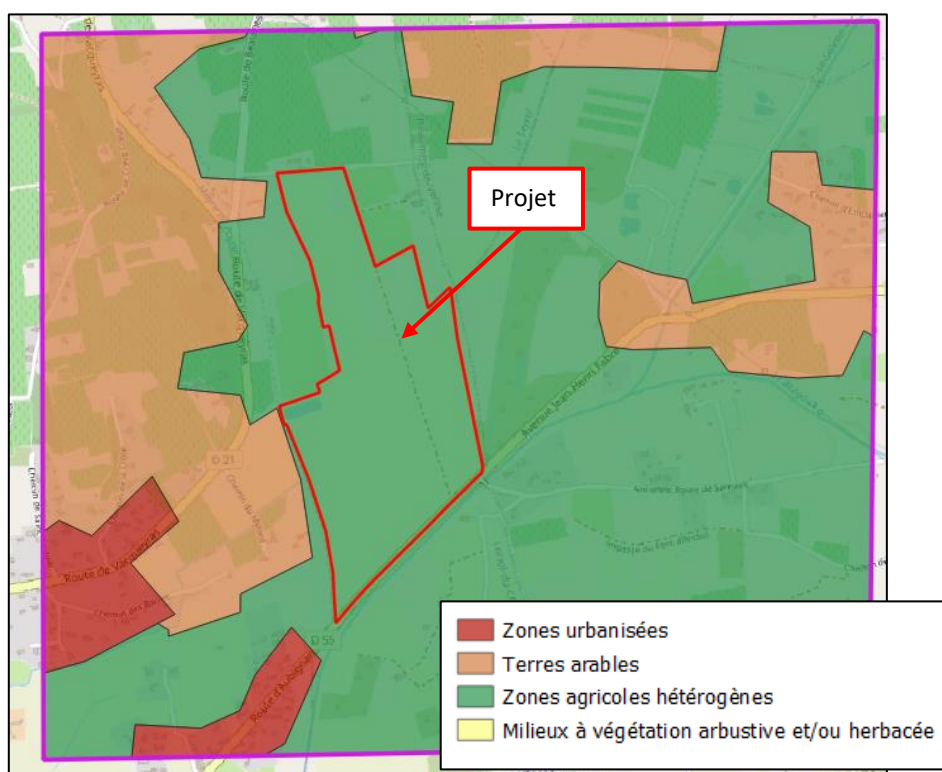


Illustration 17 : Occupation du sol au sein du modèle (source : Corine Land Cover, 2012)

Le tableau ci-contre indique les valeurs des coefficients de Manning pour chacune des occupations du sol considérées.

Couverture du sol	Coefficient de Manning ($s/m^{1/3}$)
Zones urbanisées	0,120
Terres arables	0,030
Zones agricoles hétérogènes	0,040
Milieus à végétation arbustive et/ou herbacée	0,080

Tableau 3 : Coefficients de rugosité retenus en fonction de la couverture du sol

6.1.6 Maillage du modèle

La construction d'un modèle hydraulique passe par la création d'un maillage. Chaque maille intègre une information topographique et un coefficient de rugosité. Après modélisation, des valeurs de débits, de hauteurs d'eau et de vitesses viennent compléter les données topographiques de base.

Dans le cadre de la présente modélisation, la discrétisation de la zone d'étude se fait par la génération d'un maillage recouvrant l'emprise du modèle. Le maillage peut avoir une résolution variable (par exemple, il est possible de densifier le maillage au droit de secteurs où les enjeux sont plus importants). Des lignes de structure permettent de forcer le maillage à suivre les contours naturels du terrain (route, digue, etc.). HEC-RAS enregistre l'information topographique des bords de chaque maille ainsi qu'une courbe de remplissage pour l'intérieur de celle-ci. Un coefficient de rugosité moyen est associé à chaque maille.

Une taille de maille variable a été retenue pour la modélisation :

- **un maillage fin de 1 m** dans le lit mineur des cours d'eau ;
- **un maillage de 5 m** pour le reste de la zone d'étude.

Il convient de noter que le logiciel HEC-RAS 2D fonctionne à une échelle plus fine que la maille en conservant une trace de l'information initiale apportée par le MNT. A cet égard, chaque maille possède une information détaillée et peut produire des résultats encore plus précis que la résolution du maillage.

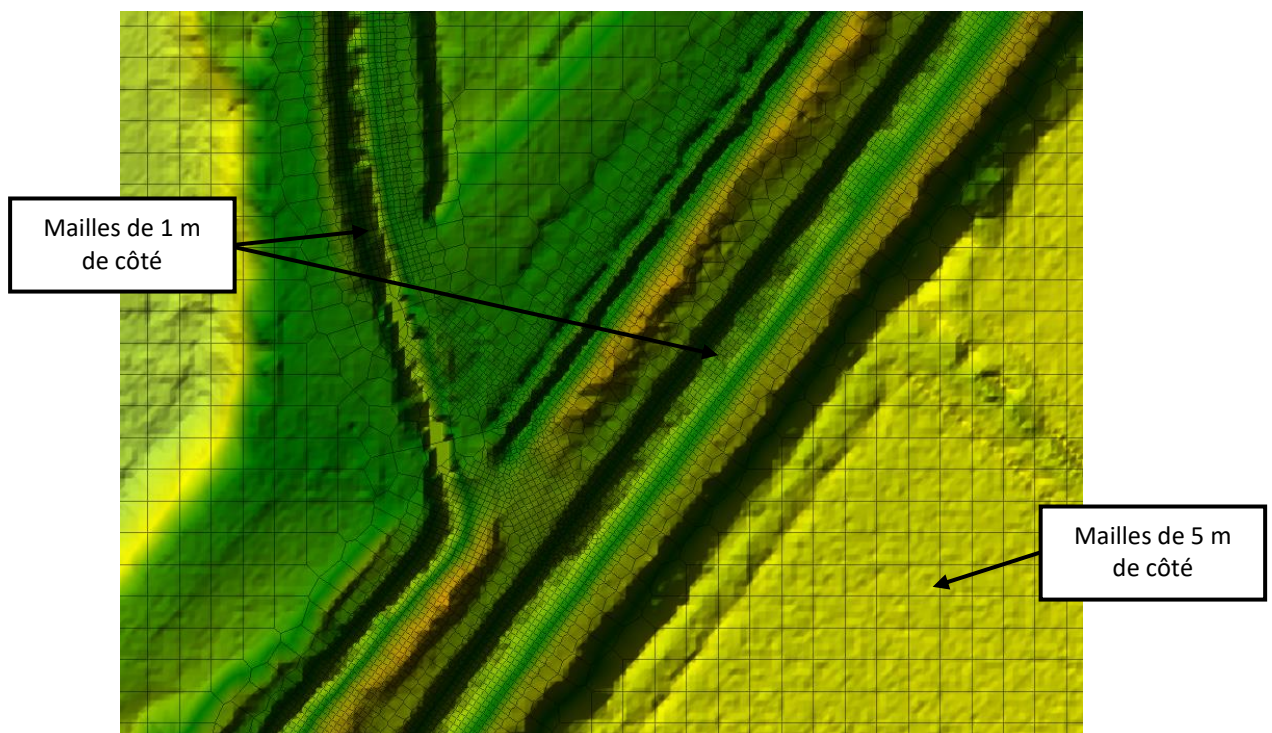


Illustration 18 : Maillage utilisé pour le modèle

6.2 Résultats de la modélisation

6.2.1 Cartographie

A- Hauteurs d'eau maximales

La carte ci-contre présente les hauteurs d'eau et les sens d'écoulement modélisés dans le cadre de la présente étude pour la crue de référence, à savoir la crue centennale. Le projet est majoritairement inondé par les débordements de la Mayre de Payan.

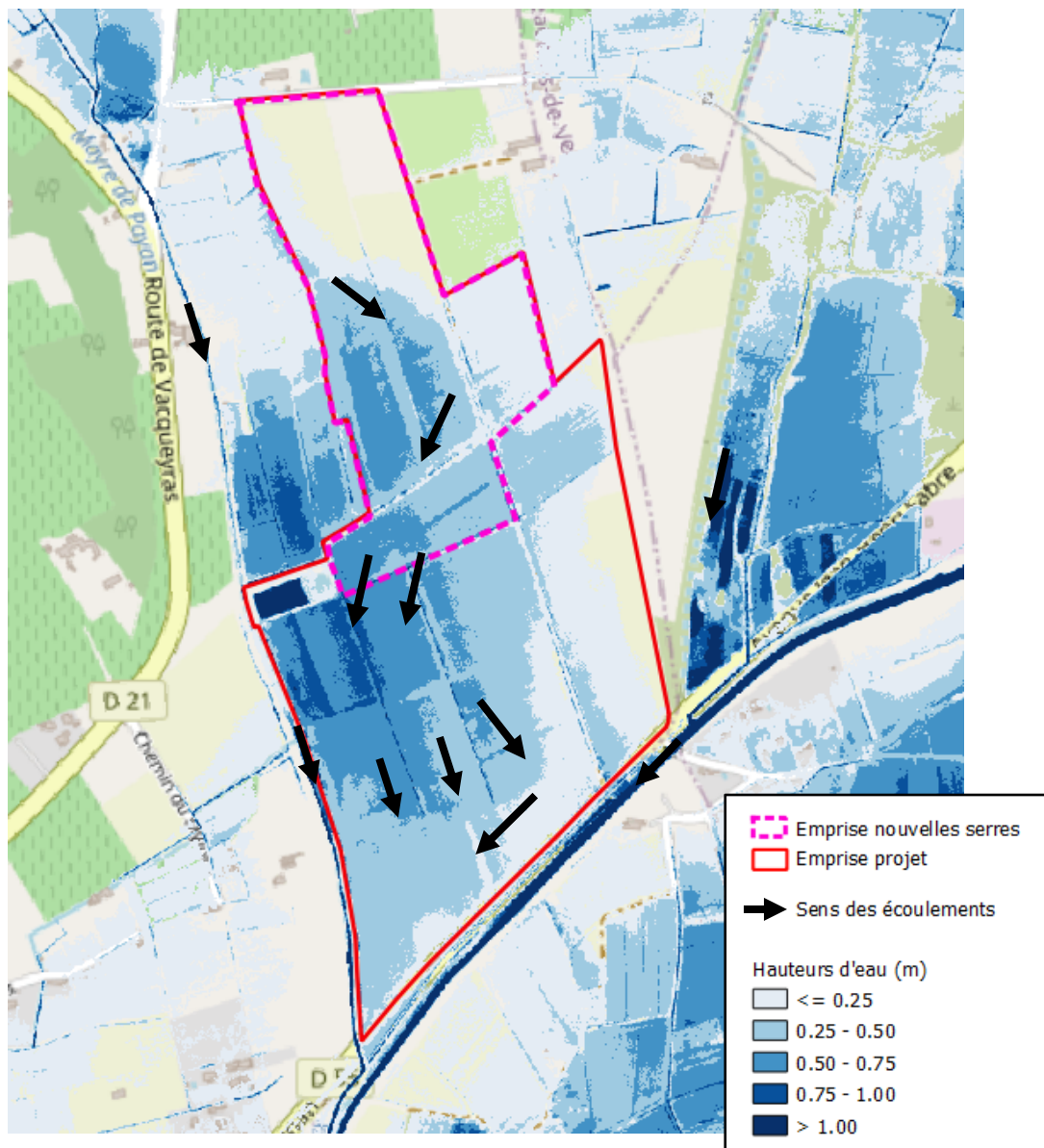


Illustration 19 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence

B- Vitesses d'écoulement des eaux maximales

Sur la parcelle du projet, les vitesses d'écoulement des eaux sont majoritairement inférieures à 0,50 m/s.

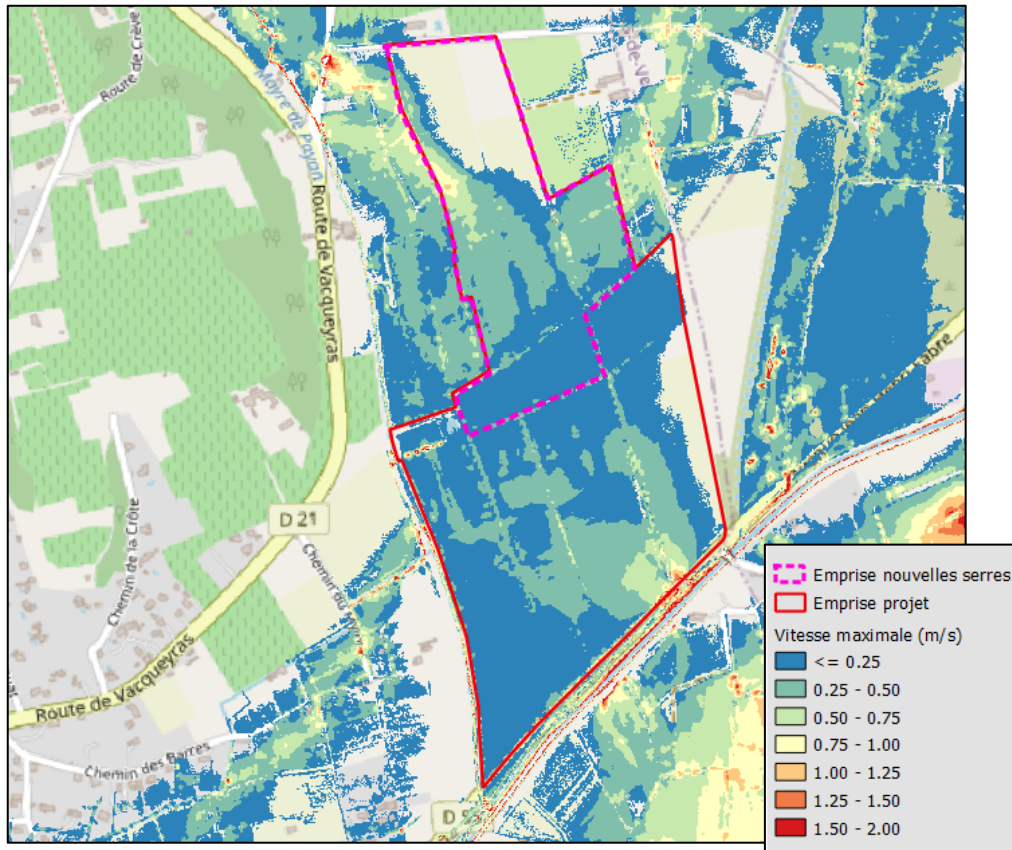


Illustration 20 : Vitesses d'écoulement maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence

6.2.2 Analyse de la dynamique des écoulements

Le projet est localisé entre les cours d'eau du Seyrel, de la Mayre de Payan et du Brégoux. D'après l'étude hydrogéomorphologique du bassin du sud-ouest du Mont Ventoux, la zone d'étude correspond à une zone de rétention retenant les écoulements en cas de débordement ou de rupture de digue.

Comme identifié après analyse de la topographie, le modèle met en évidence les écoulements du nord-est vers le sud-ouest. Premièrement, les eaux s'écoulent vers les fossés présents sur les parcelles du projet avant de rejoindre la zone humide. En cas de débordement, étant donné que le projet est localisé en contre-bas du Brégoux et de la Mayre de Payan, l'eau stagne sur les parcelles. On observe des hauteurs d'eau principalement inférieures à 75 cm et des vitesses relativement faibles (inférieures à 0,5 m/s) sur la grande majorité de l'emprise du projet. Le risque d'empatement des serres est donc relativement

faible. D'autre part, le risque d'embâcle et de transport de bois à l'amont du projet est faible également en raison des faibles vitesses observées.

6.3 Analyse de sensibilité du modèle

L'objectif d'une analyse de sensibilité est de permettre à l'utilisateur d'évaluer l'impact relatif des paramètres d'entrée sur les résultats de la simulation. L'analyse de sensibilité est définie comme étant la quantification de l'effet d'une ou de plusieurs variables d'entrée sur la ou les variables de sortie.

Dans le cadre de ce modèle, l'analyse a pour but de quantifier l'influence du coefficient de rugosité du sol (coefficient de Manning) sur les hauteurs d'eau maximales simulées au droit du projet.

Pour ce paramètre, l'étude de sensibilité a été établie pour 3 valeurs : la première étant la valeur de référence calculée, les 2 autres constituant les marges de sensibilité allant de - 10% à +10%.

Le taux de variation (Ts) est alors calculé en pourcentage :

$$T_s = (V_E - V_{E \text{ réf}}) / V_{E \text{ réf}} \times 100$$

Où : $V_{E \text{ réf}}$: Valeur de référence de la variable analysée ;

V_E : Valeur correspondant à une variation donnée de la variable analysée.

Le test de sensibilité est réalisé dans le cadre de la modélisation de la crue de référence. L'analyse est réalisée en 3 points situés à proximité de la zone du projet impactée par les écoulements, représentés sur l'illustration suivante.

Les résultats obtenus montrent qu'une diminution ou une augmentation de 10 % des coefficients de rugosité sur la zone d'étude induisent des variations de hauteurs d'eau de l'ordre de 0 à 7 %. Ces variations se traduisent par une différence inférieure à 10 cm et limitée à 3 cm au droit du projet.

Point de comparaison	Hauteur d'eau (m) Manning initial	Hauteur d'eau (m) Manning -10%	Différence (%)	Hauteur d'eau (m) Manning +10%	Différence (%)
Point 1	3,206	3,098	- 3,4 %	3,300	+ 2,9 %
Point 2	0,505	0,472	- 6,6 %	0,527	+ 4,2 %
Point 3	3,621	3,619	- 0,1 %	3,622	+ 0,0 %

Tableau 4 : Taux de variation de la hauteur d'eau en fonction de la variation des coefficients de Manning

La faible variation de la hauteur d'eau maximale modélisée induite par le test de sensibilité valide les coefficients choisis initialement. Ils ont donc été validés dans le cadre de l'étude.

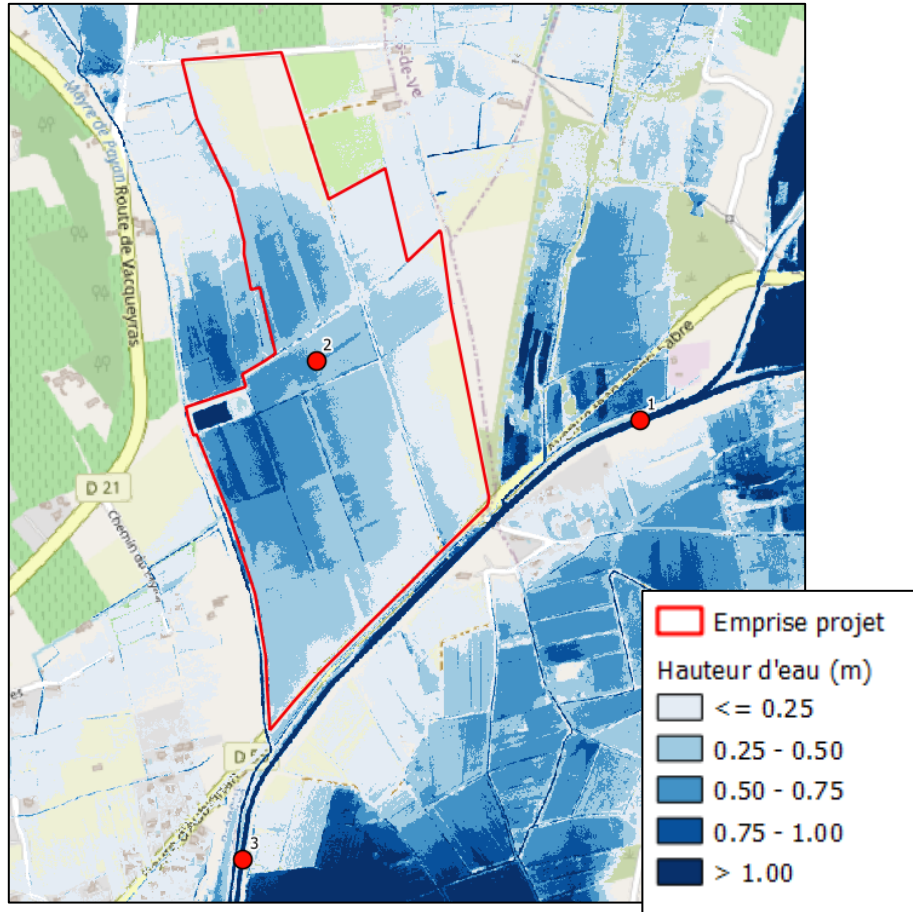


Illustration 21 : Points de mesures pour l'analyse de sensibilité du modèle

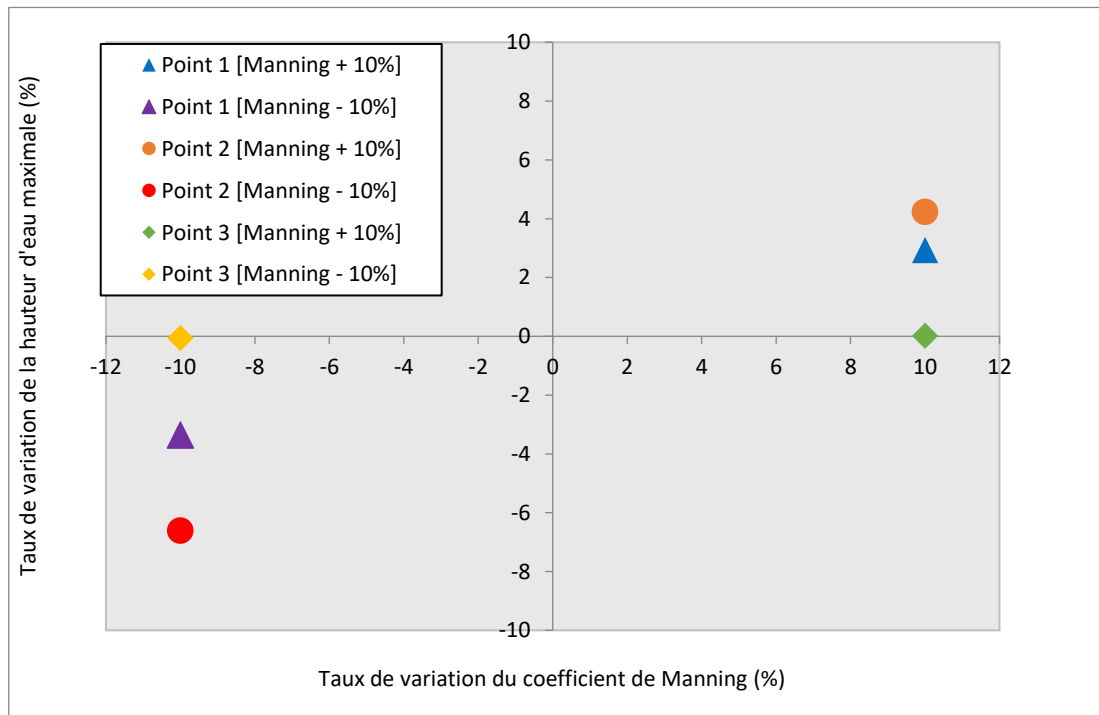


Illustration 22 : Analyse de sensibilité du modèle selon la variation du coefficient de rugosité

CARACTERISATION DE L'ALEA RUPTURE DE DIGUE

7.1 Caractéristiques des digues

7.1.1 Ruptures historiques

Le Seyrel et la Mayre de Payan présentent des tracés perchés par rapport au projet. En cas de rupture de digue, l'étude permettra de vérifier si les vitesses générées sont susceptibles d'engendrer un emportement des bâches en direction du Brégoux.

En cas d'inondation, des brèches peuvent apparaître le long de ces cours d'eau. Les brèches ainsi que les cotes des plus hautes eaux recensées lors de la crue de 1992 sont présentées sur l'illustration suivante.

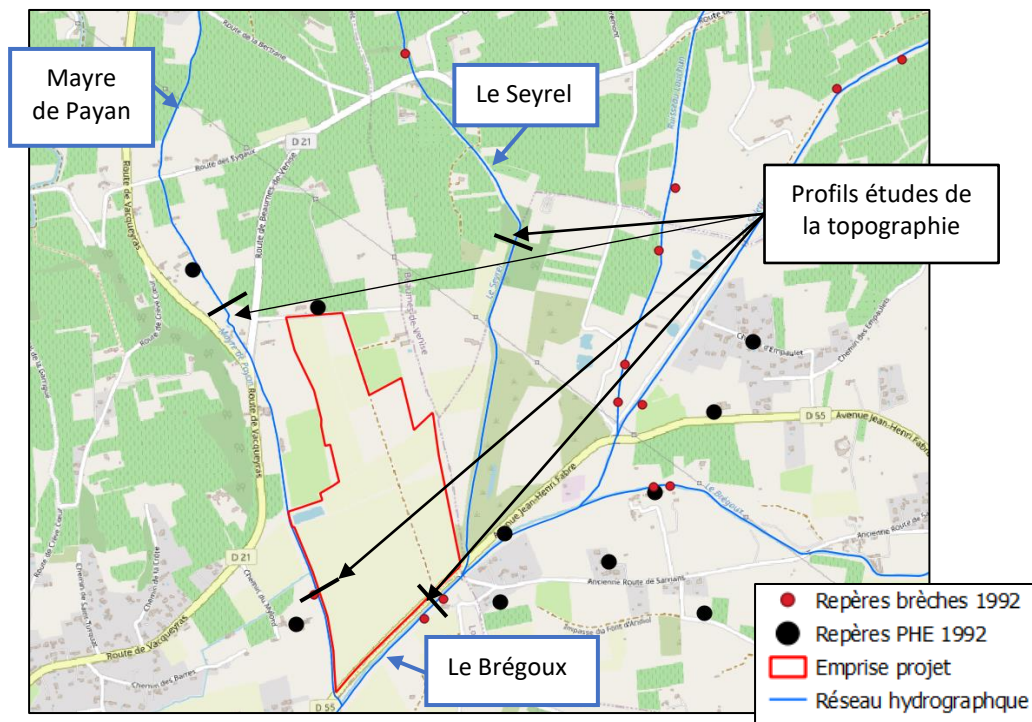


Illustration 23 : Localisation des brèches et des cotes des plus hautes eaux recensées pendant la crue de 1992 (source : DDT 84, 2023)

7.1.2 Le Seyrel

Le projet est situé en rive droite du Seyrel sur la digue duquel une brèche a été observée en 1992.

A ce jour, aucun dossier technique de l'ouvrage, ni aucune étude de diagnostic initial, géotechnique, ou étude de danger ne semblent avoir été réalisés sur la digue. Le RGE ALTI de résolution 1 m de l'IGN est la source utilisée pour définir les caractéristiques générales de la digue qui peuvent être décrites comme suit :

- Digue en remblai ;
- Hauteur moyenne de 2,5 m ;
- Largeur en pied d'environ 12 m et largeur en crête d'environ 2 m ;
- Linéaire d'environ 1 km jusqu'à sa confluence avec le Brégoux.

Lors de la visite de terrain, la partie aval du Seyrel était à sec. En effet, en observant la topographie du terrain, à un certain point sur le Seyrel, le cours d'eau n'est plus aussi bien défini. Ainsi les écoulements se dirigent à l'est de ce dernier, vers l'Espace Naturel Sensible de Belle-Ile. Ceci explique l'absence d'eau dans les résultats de la modélisation en situation existante et lors de la visite terrain. Ainsi, en plaçant la brèche en amont de cette zone, l'impact sur la zone du projet sera plus important.

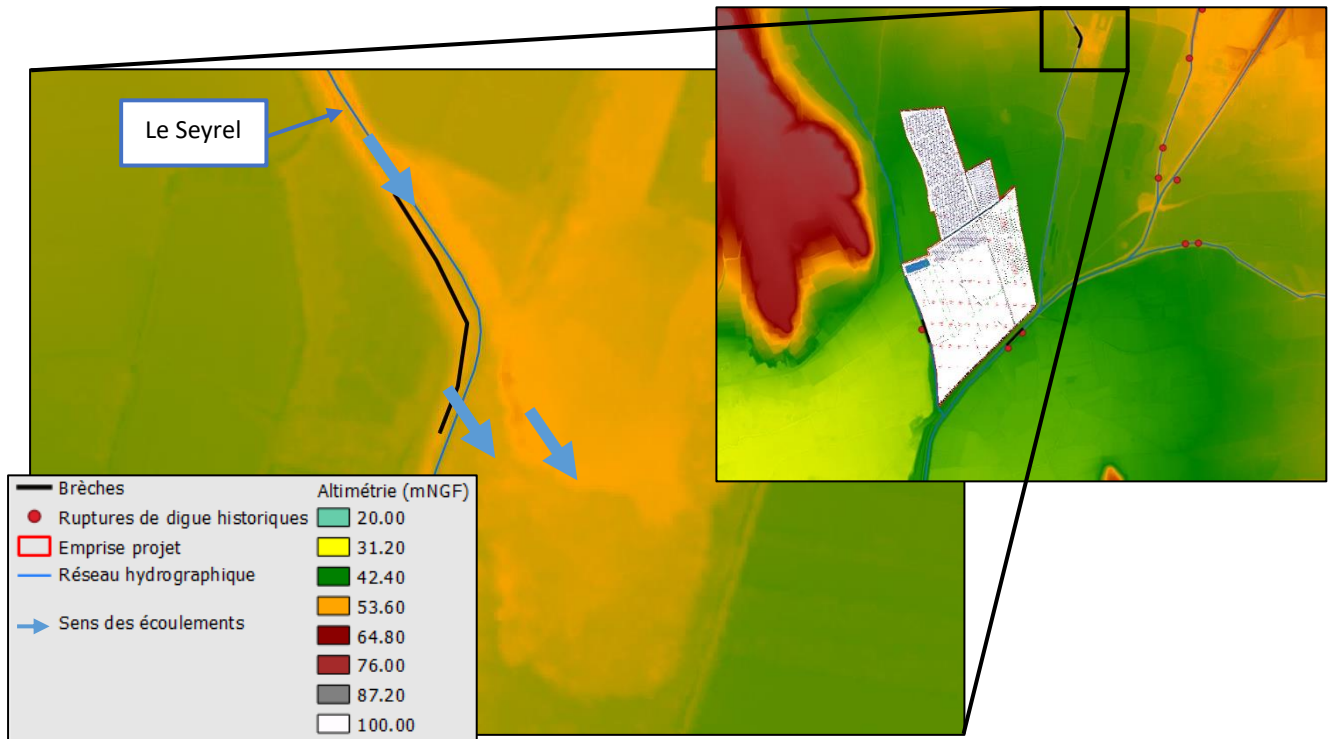


Illustration 24 : Topographie au droit du Seyrel

Voir partie 3 : Contexte hydrographique

Voir partie 6.2 : Résultats de la modélisation

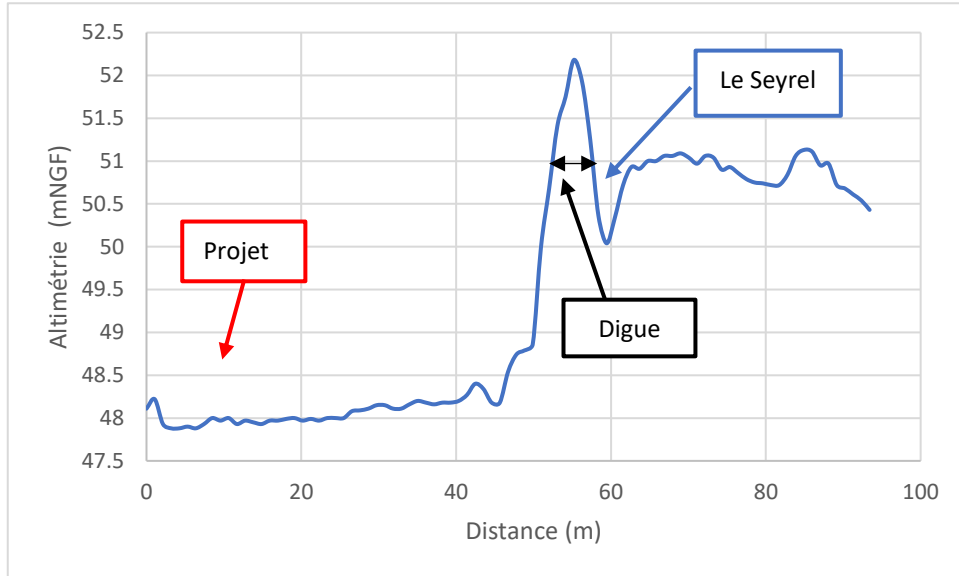


Illustration 25 : Profil en travers du cours d'eau du Seyrel au droit du projet

7.1.3 Le Brégoux

Le Brégoux s'écoule au sud du projet, de l'autre côté de la route. Aucun dossier technique de l'ouvrage, ni aucune étude de diagnostic initial, géotechnique, ou étude de danger ne semblent avoir été réalisés sur la digue. Le RGE ALTI de résolution 1 m de l'IGN est la source utilisée pour définir les caractéristiques générales de la digue qui peuvent être décrites comme suit :

- Digue en remblai ;
- Hauteur moyenne de 3,5 m ;
- Largeur en pied d'environ 18 m et largeur en crête d'environ 10 m.

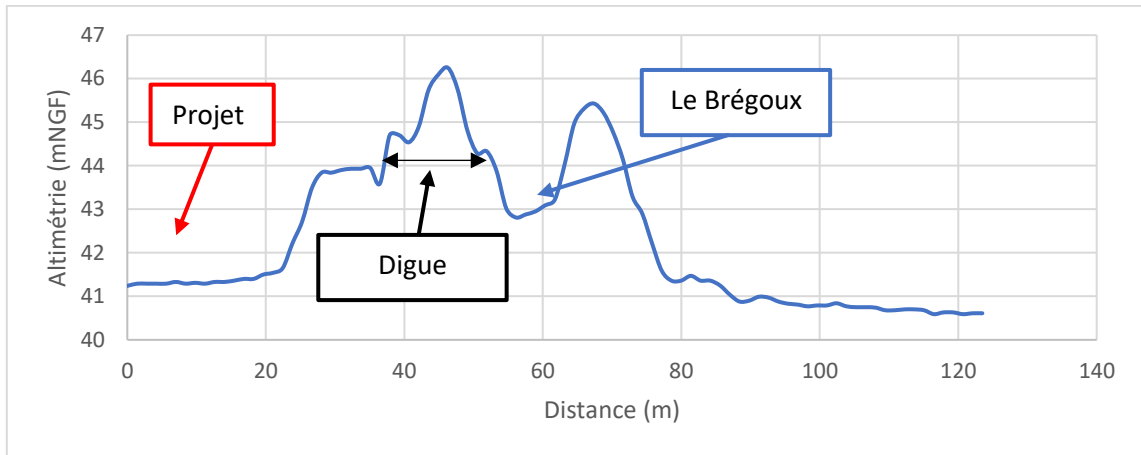


Illustration 26 : Profil en travers du cours d'eau du Brégoux au droit du projet

7.1.4 La Mayre de Payan

Le projet est localisé en rive gauche de la Mayre de Payan, affluent du Brégoux. Le RGE ALTI de résolution 1 m de l'IGN est la source utilisée pour définir les caractéristiques générales de la digue qui peuvent être décrites comme suit.

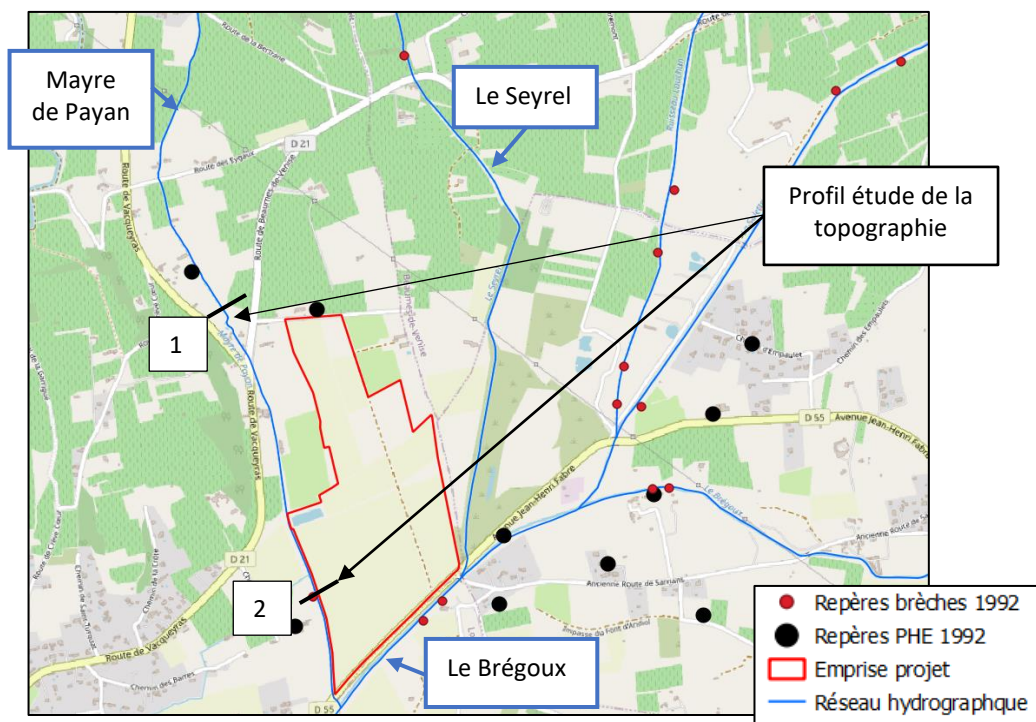


Illustration 27 : Localisation des deux profils en travers sur la Mayre de Payan

Profil 1 :

- Digue en remblai ;
- Hauteur moyenne de 0,5 m ;
- Largeur en pied d'environ 10 m et largeur en crête d'environ 2 m.

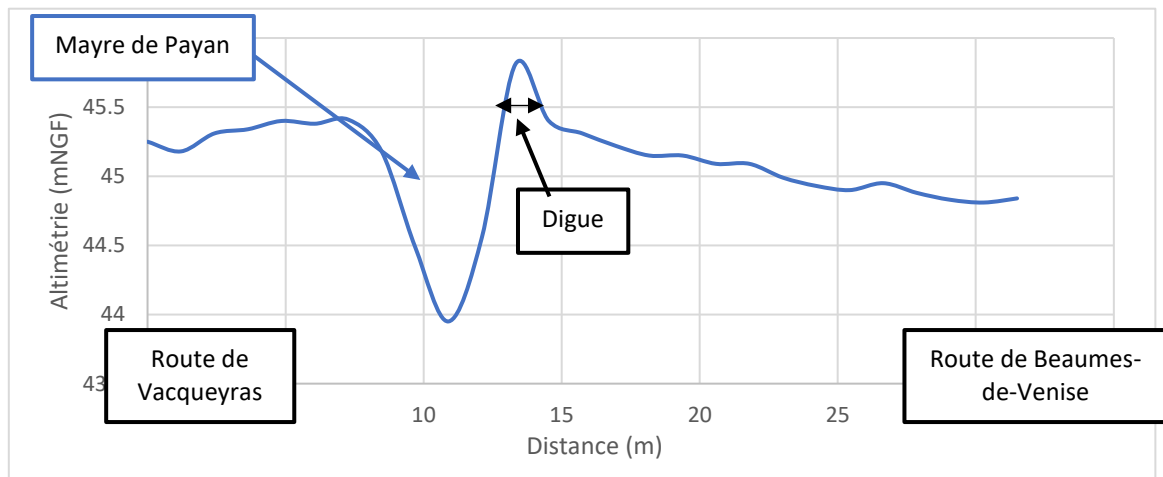


Illustration 28 : Profil en travers 1 du cours d'eau du Mayre de Payan au droit du projet

Profil 2 :

- Digue en remblai ;
- Hauteur moyenne de 1,5 m ;
- Largeur en pied d'environ 10 m et largeur en crête d'environ 5 m.

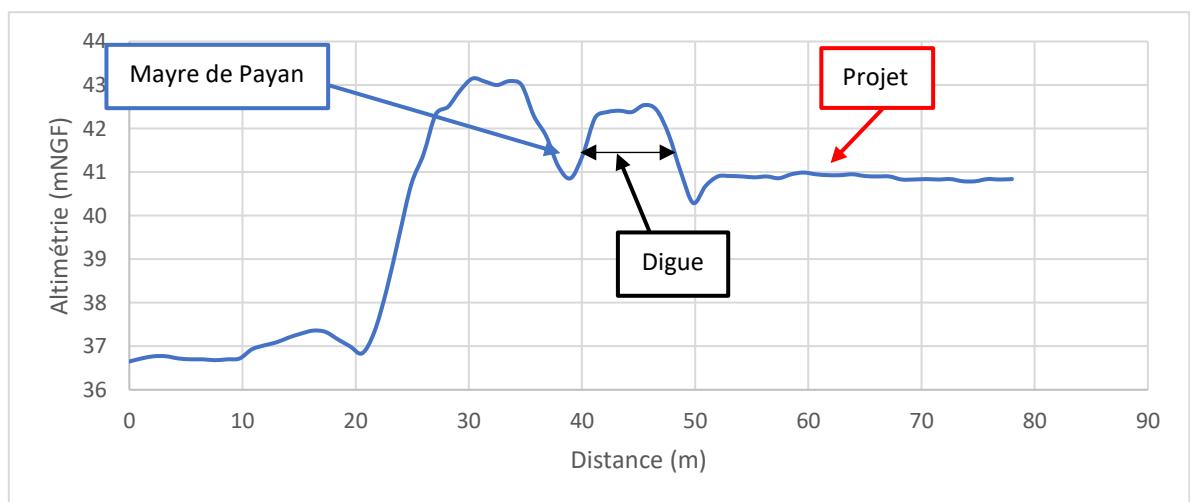


Illustration 29 : Profil en travers 2 du cours d'eau du Mayre de Payan au droit du projet

7.2 Modélisation des ruptures de digues

7.2.1 Hypothèses générales

La localisation des scénarios de rupture est habituellement étudiée selon trois approches :

- historique ;
- basée sur l'état des digues ;
- présence de zone d'enjeux.

Il convient de rappeler que l'objet de l'étude n'est pas de réaliser une étude de danger complète.

Les brèches modélisées seront positionnées au niveau des repères historiques, à l'exception de celle sur le Seyrel qui sera présente plus à l'aval et donc plus proche du projet afin d'être dans une situation plus pessimiste.

L'apparition des trois brèches sera simulée de manière concomitante sur le Seyrel, le Brégoux et la Mayre de Payan. La brèche sur le Seyrel est destinée à étudier son impact sur le projet en termes de vitesses et de hauteurs d'eau. Les brèches du Brégoux et de la Mayre de Payan permettent d'évaluer les risques d'emport d'embâcles à l'aval du projet.

Un premier scénario prendra pour hypothèse des **brèches normées**, un second présentera des **brèches de 100 m de large** et le dernier scénario reprendra le second avec une **brèche sur la Mayre de Payan plus à l'amont**.

Partant du principe de maximum de précaution, les brèches sont simulées en ouverture quasi-instantanée, au pic de crue ou au maximum de niveau d'eau en lit mineur pour la crue de référence (ce qui implique le maximum de vitesse et de hauteur d'eau de l'onde de propagation). Le mode de rupture par surverse est considéré pour la présente étude.

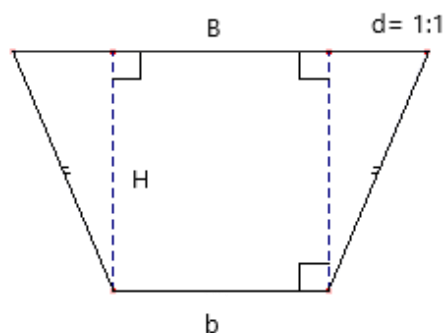
Pour simuler la formation de brèches sur les cours d'eau du Seyrel, du Brégoux et la Mayre de Payan dans les conditions d'élévation d'eau adéquates, les paramètres suivants sont également considérés :

- la création des brèches se produit au moment où la simulation atteint le pic de crue ;
- le temps de formation des brèches est de courte durée (15 minutes) ;
- l'érosion des digues se produit jusqu'à leurs bases.

7.2.2 Scénario 1

Le premier scénario correspond à des ruptures de digues selon une géométrie normalisée, simultanément sur le Brégoux, le Seyrel et la Mayre de Payan (brèche n°2, soit la brèche la plus en aval).

Les critères géométriques de la brèche considérés sont basés sur les travaux de Claude Marche (*Barrages : crues de rupture et protection civile, 2008*). Cet ouvrage est repris dans de nombreuses études de cas similaires au nôtre. Il préconise de simuler une brèche trapézoïdale dont la largeur ultime de la base doit être égale à 4 fois la hauteur de l'ouvrage et dont les côtés présentent une pente de 1 : 1.



Pour le Seyrel, l'ouvrage ayant une hauteur moyenne de 2,5 m, la brèche considérée présentera les caractéristiques suivantes :

- Une base de 10 m (b) ;
- Une longueur en haut de brèche de 15 m (B).

Pour le Brégoux, l'ouvrage ayant une hauteur moyenne de 3,5 m, la brèche considérée présente les caractéristiques suivantes :

- Une base de 14 m (b) ;
- Une longueur en haut de brèche de 21 m (B).

Pour la Mayre de Payan, l'ouvrage ayant une hauteur moyenne de 1,5 m, la brèche considérée présente les caractéristiques suivantes :

- Une base de 6 m (b) ;
- Une longueur en haut de brèche de 9 m (B).

L'illustration de la page suivante présente la localisation des brèches dans le cadre du premier scénario.

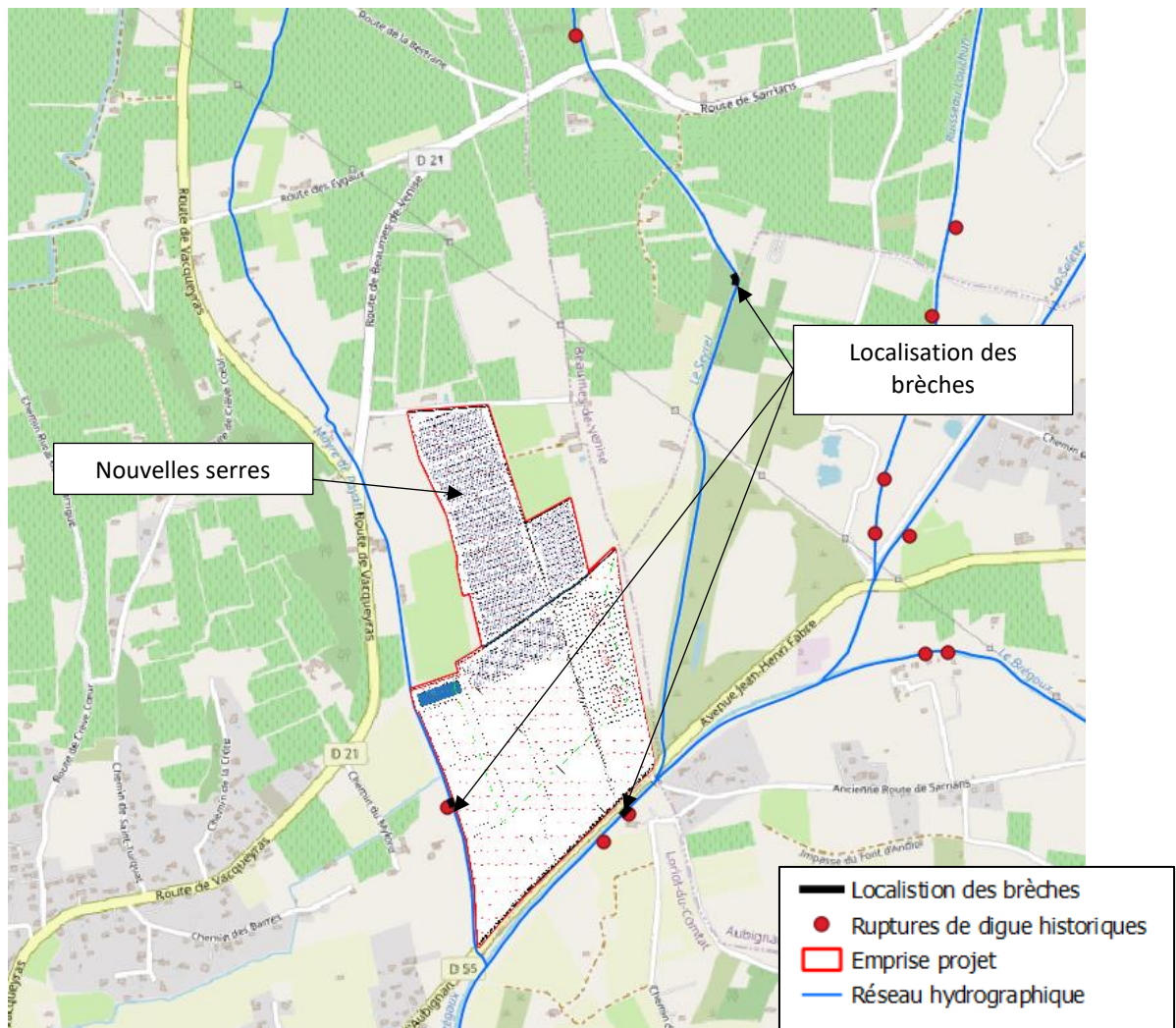


Illustration 30 : Localisation des brèches normalisées dans le cadre du premier scénario

7.2.3 Scénario 2

Le second scénario présente des **hypothèses plus pessimistes avec trois brèches de 100 m en base**. Cette simulation permet notamment de mieux comprendre les dynamiques d'écoulements et de débordements sur l'emprise du modèle.

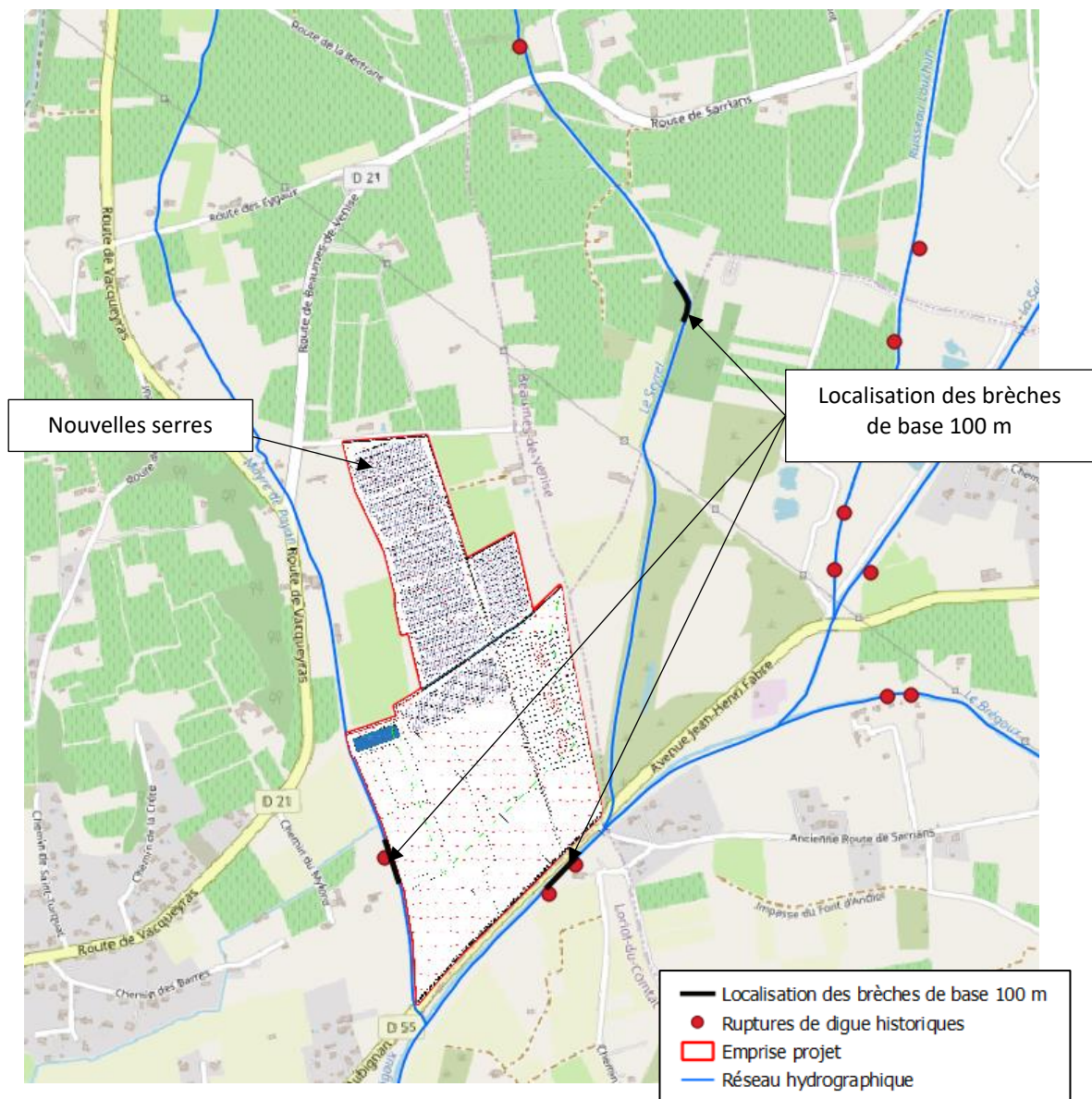


Illustration 31 : Localisation des brèches de base 100 m dans le cadre du second scénario

7.2.4 Scénario 3

Le troisième scénario reprend le second avec pour différence la brèche sur la digue le long de la Mayre de Payan. Dans ce scénario la brèche est localisée à l'amont du croisement des routes de Vacqueyras et de Beaumes-de-Venise. En effet, d'après les résultats de la modélisation en situation existante, les vitesses sont plus fortes à ce niveau-là, il se pourrait donc qu'une brèche apparaisse. Cette simulation permet notamment de mieux comprendre les dynamiques d'écoulements et de débordements sur l'emprise du modèle.

Etant donné la longueur de la digue localisée sur le plan ci-dessous, il n'était pas possible de modéliser une brèche de 100 m de long. Cette dernière présentant une hauteur de 0,5 m en moyenne, elle a été modélisée sur une base de 2 m (géométrie normalisée).

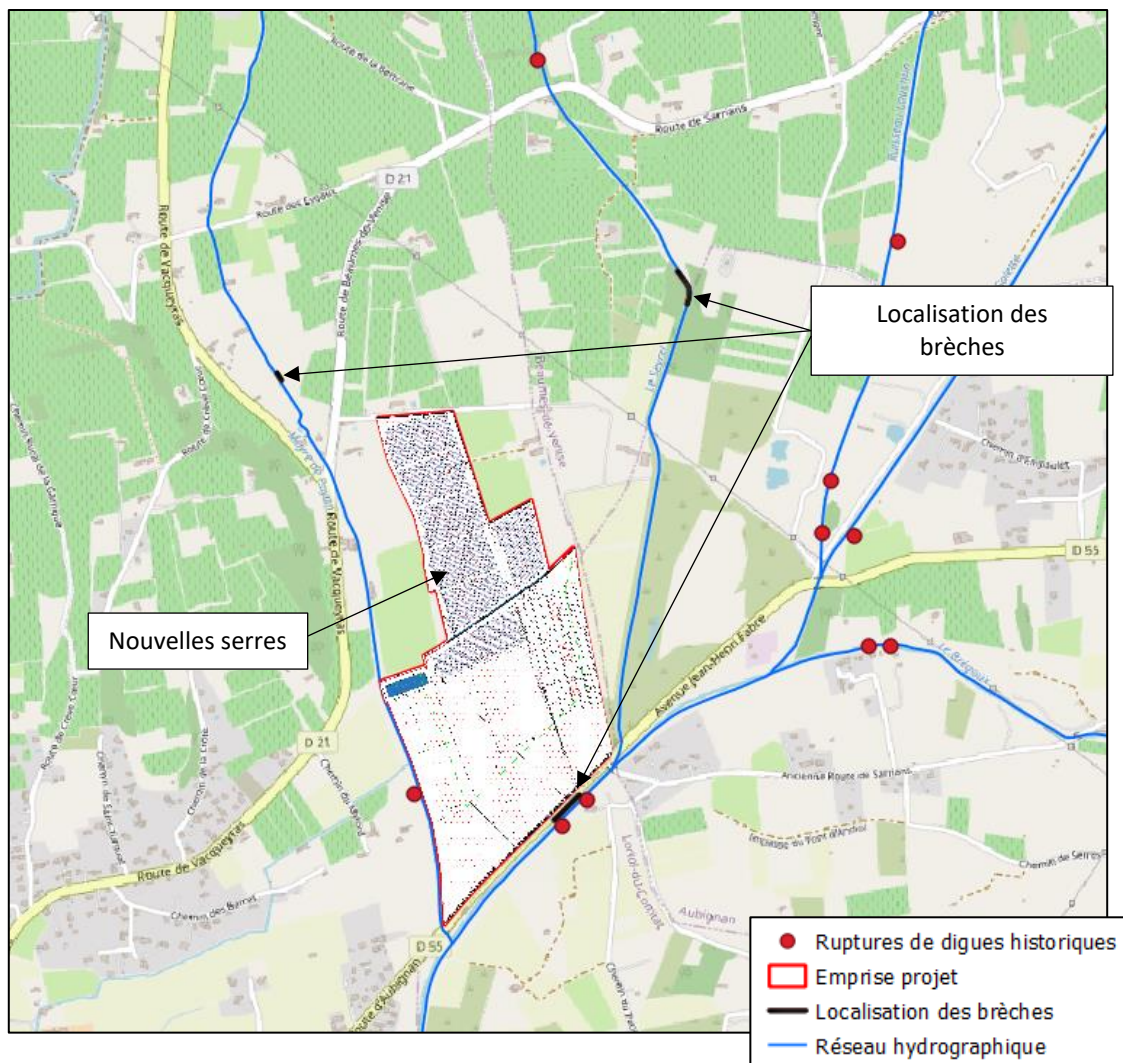


Illustration 32 : Localisation des brèches dans le cadre du troisième scénario

7.3 Intégration de la digue à la modélisation

Afin de modéliser le phénomène de rupture, la digue a été intégrée au modèle sous la forme d'un ouvrage longitudinal. Cet ouvrage reprend la topographie du RGE ALTI pour le profil en long de la digue.

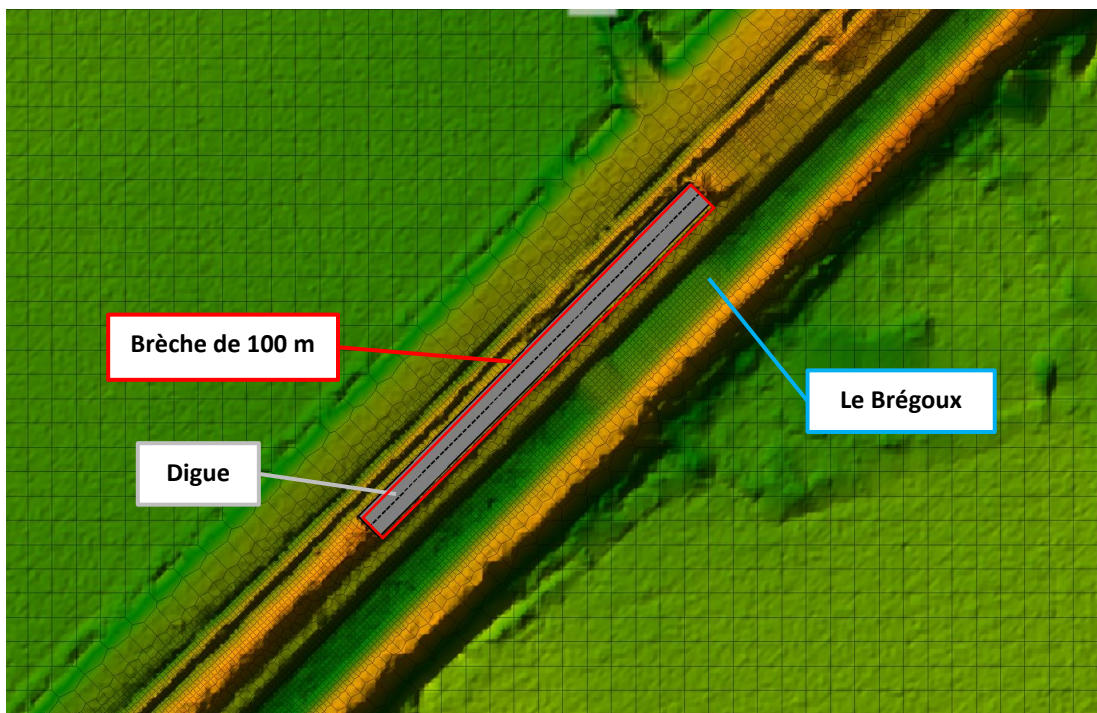
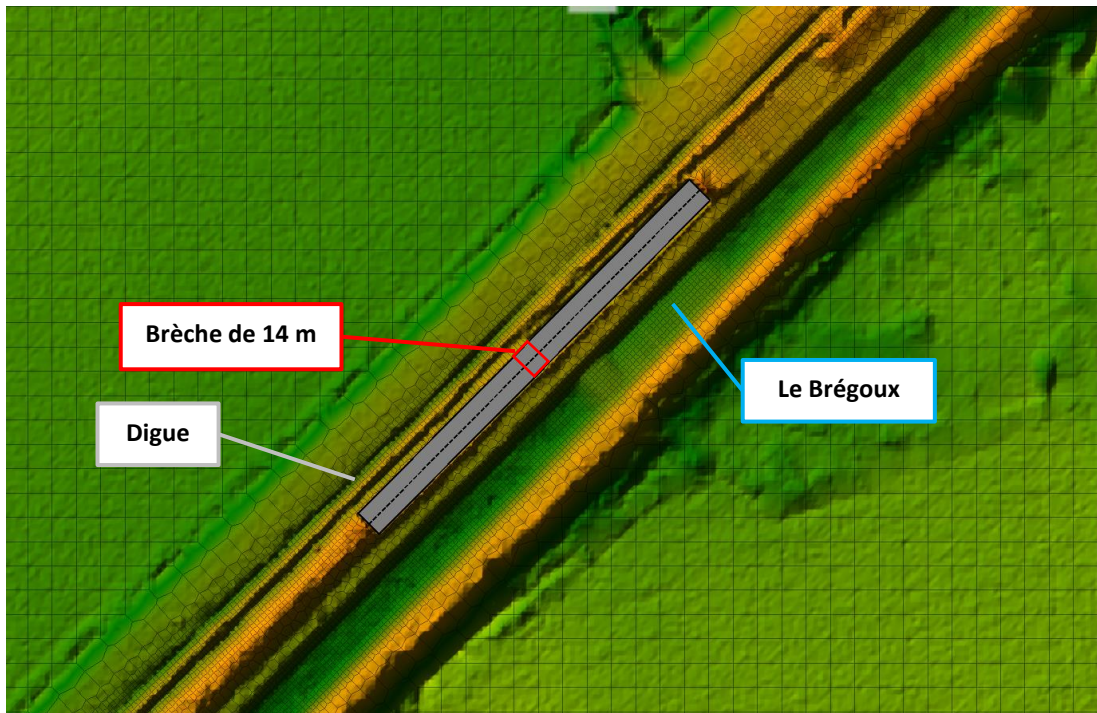


Illustration 33 : Exemples de brèches modélisées sur le Brégoux pour chacun des scénarios

7.4 Résultats de modélisation de l'aléa rupture de digue

7.4.1 Résultats du modèle en cas de brèches normées

A- Vitesses d'écoulement

Les vitesses maximales d'écoulement modélisées en cas de brèches normées sont représentées sur l'illustration ci-dessous.

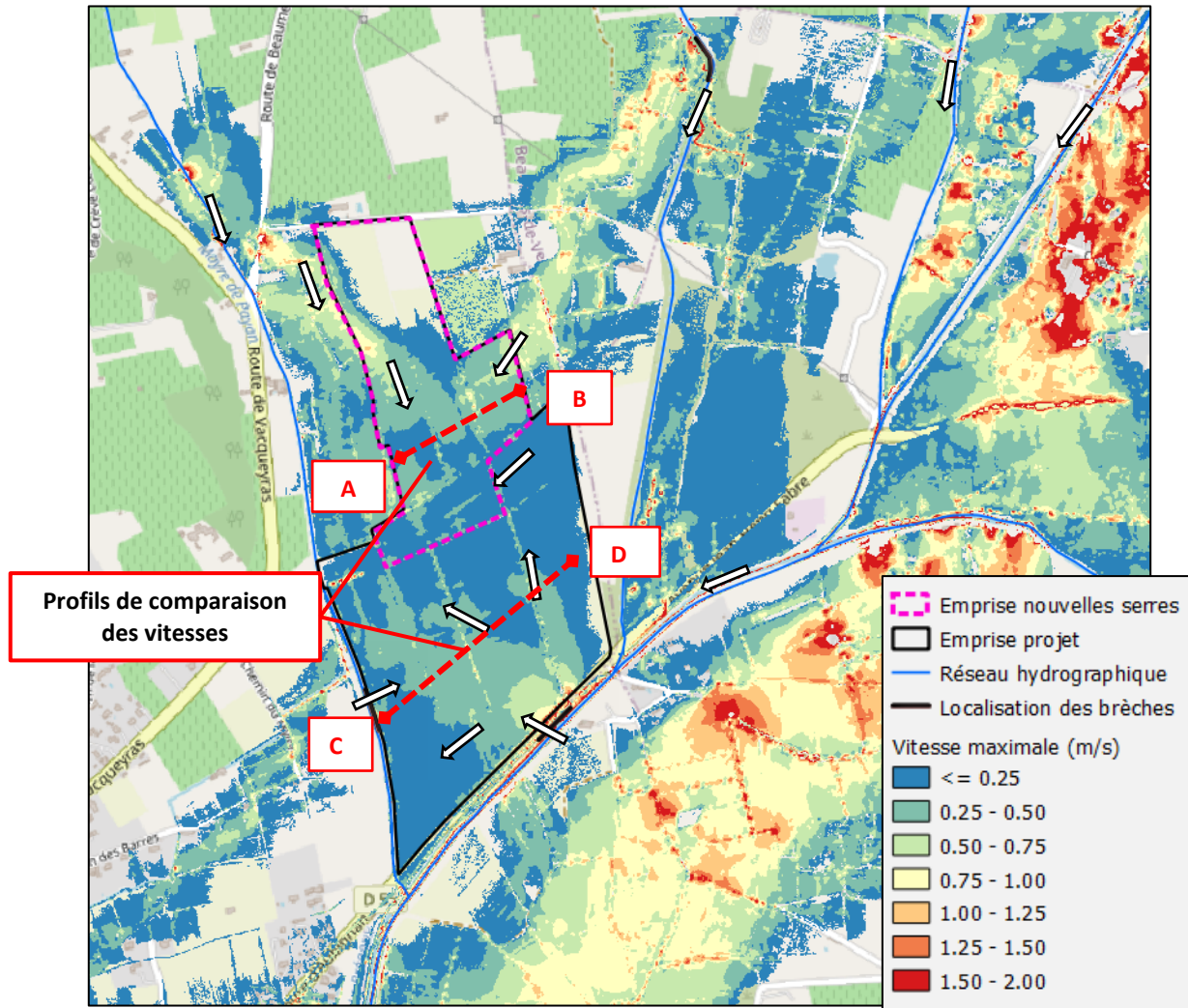


Illustration 34 : Vitesses maximales modélisées en cas de brèches normées

Du fait de la configuration du terrain, la modélisation ne met pas en évidence d'engouffrement des eaux du casier en direction du Brégoux. Celles-ci ont plutôt tendance à se diriger vers la zone humide.

La zone du projet étant déjà inondée pour la crue de référence lorsque la digue est intacte, une rupture avec des brèches de l'ordre de 10 m n'impacte pas significativement les vitesses d'écoulement. En effet, pour de telles ruptures de digue, les vitesses au sein de l'emprise du

projet n'excèdent pas, en moyenne, 0,4 m/s, excepté sur des zones très locales ou aux abords des ruptures de digue. Cependant, aucune serre ne sera positionnée sur ces zones.

Le graphique suivant compare les vitesses maximales modélisées au droit du projet entre les simulations sans rupture et avec les brèches normées. Les profils [AB] et [CD] de comparaison des vitesses sont mis en évidence sur la figure précédente, ils sont localisés au sein du projet.

Au droit du profil [AB], la vitesse maximale modélisée est en moyenne de 0,36 m/s, contre 0,33 m/s pour la modélisation de la crue de référence sans rupture. Cette variation représente une augmentation de 8 %. Néanmoins, les vitesses restent dans le même ordre de grandeur et relativement faibles.

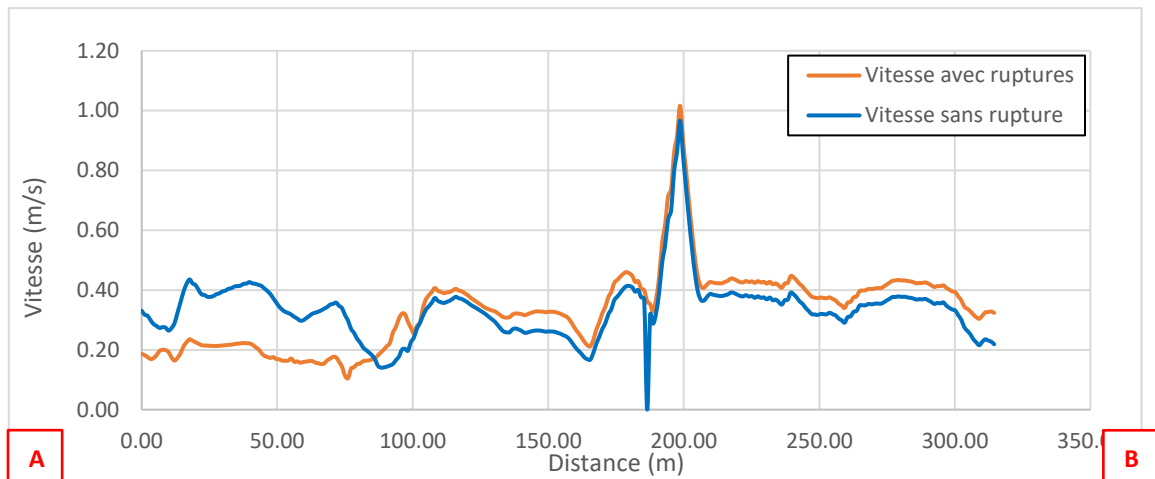


Illustration 35 : Comparaison des vitesses maximales au droit du profil AB entre les modélisations sans rupture et avec des brèches normées

Au droit du profil [CD], la vitesse maximale modélisée est en moyenne de 0,31 m/s, contre 0,28 m/s pour la modélisation de la crue de référence sans rupture. Cette variation représente une augmentation de 12 %. Néanmoins, les vitesses restent dans le même ordre de grandeur et relativement faibles.

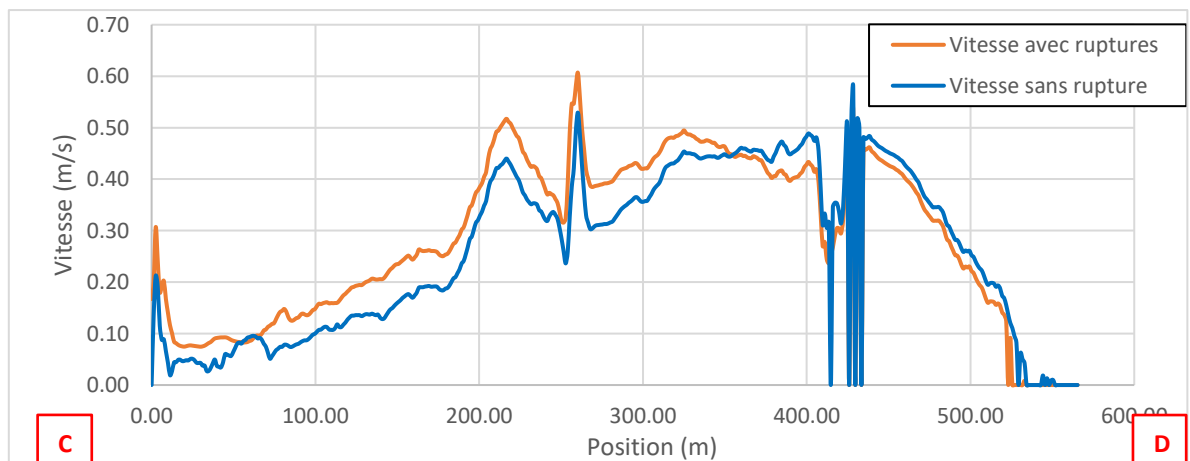


Illustration 36 : Comparaison des vitesses maximales au droit du profil CD entre les modélisations sans rupture et avec des brèches de 100 m

L'augmentation des vitesses modélisées au droit du projet en cas de rupture de digue avec des brèches normées reste faibles. Ces vitesses ne seront pas de nature à mettre en péril la tenue des serres tunnels par rapport à la situation sans brèches.

B- Hauteurs d'eau

Les hauteurs d'eau maximales modélisées en cas de brèches normées sont représentées sur l'illustration suivante.

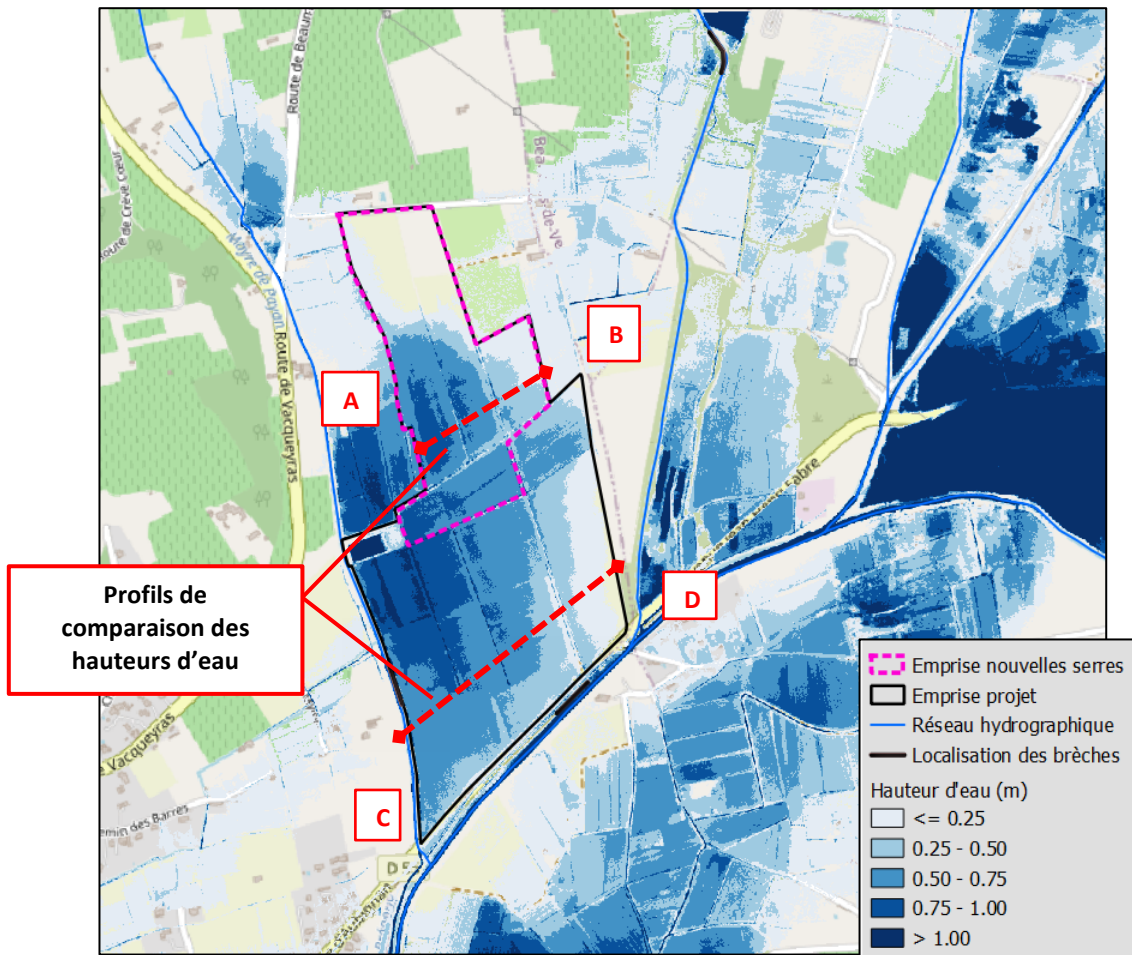


Illustration 37 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en cas de brèches normées

Les résultats de modélisation mettent en évidence une cote PHE au droit du projet de 41,57 m NGF pour les brèches normées. La modélisation de la crue de référence sans rupture estime une PHE de 41,35 m NGF, ce qui représente ainsi une augmentation de 22 cm des niveaux d'eau.

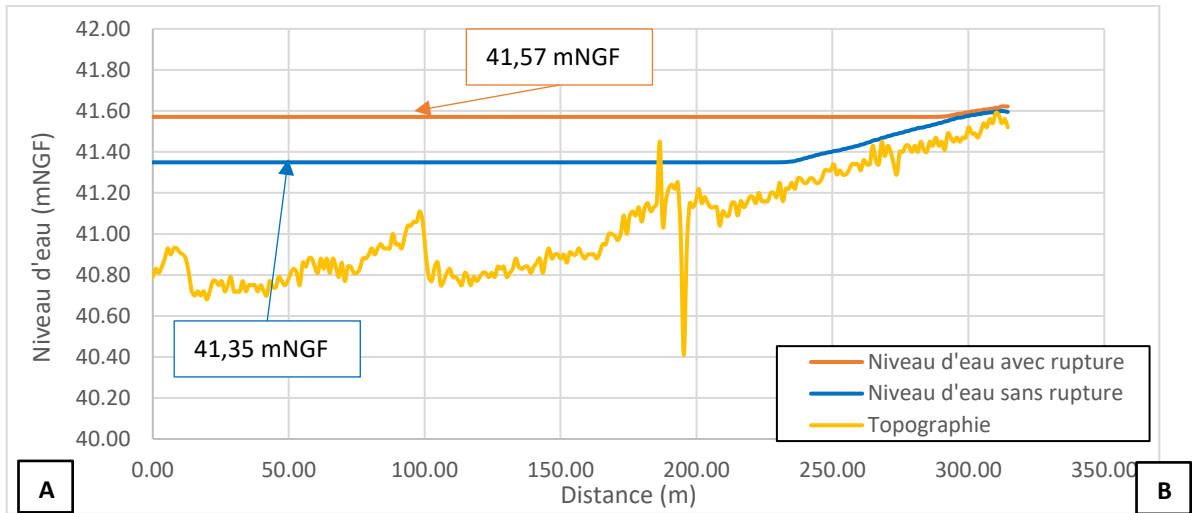


Illustration 38 : Comparaison des niveaux d'eau maximum au droit du profil [AB] entre les modélisations sans rupture et avec brèches normées

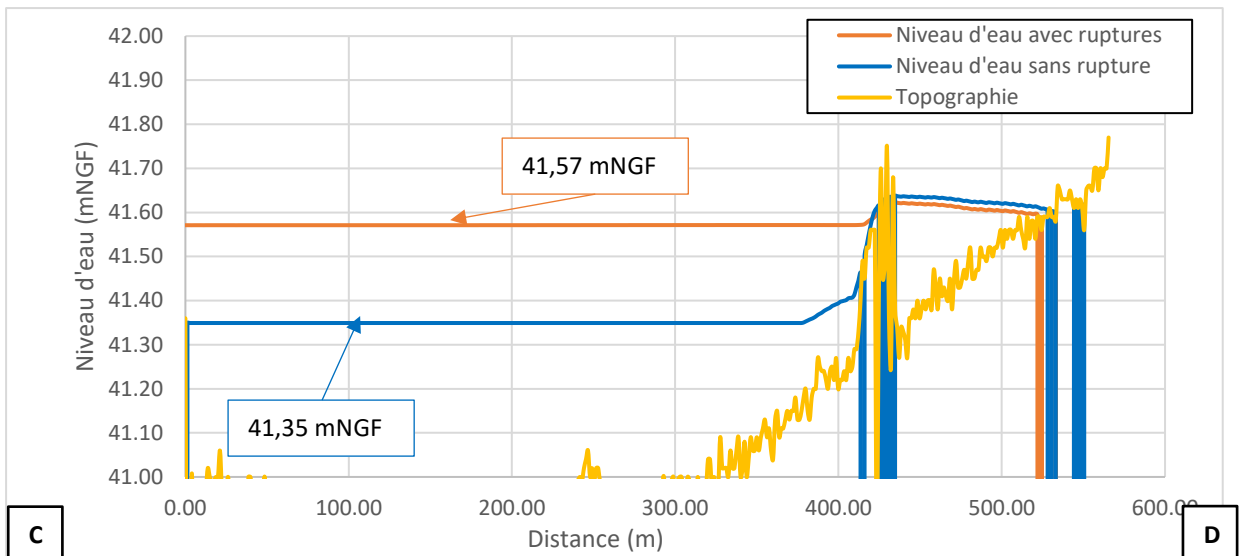


Illustration 39 : Comparaison des niveaux d'eau maximum au droit du profil [CD] entre les modélisations sans rupture et avec brèches normées

7.4.2 Résultats du modèle en cas de scénario pessimiste (brèches de 100 m)

A- Vitesses d'écoulement

Les vitesses maximales d'écoulement modélisées en cas de brèche de 100 m sont représentées sur l'illustration ci-dessous.

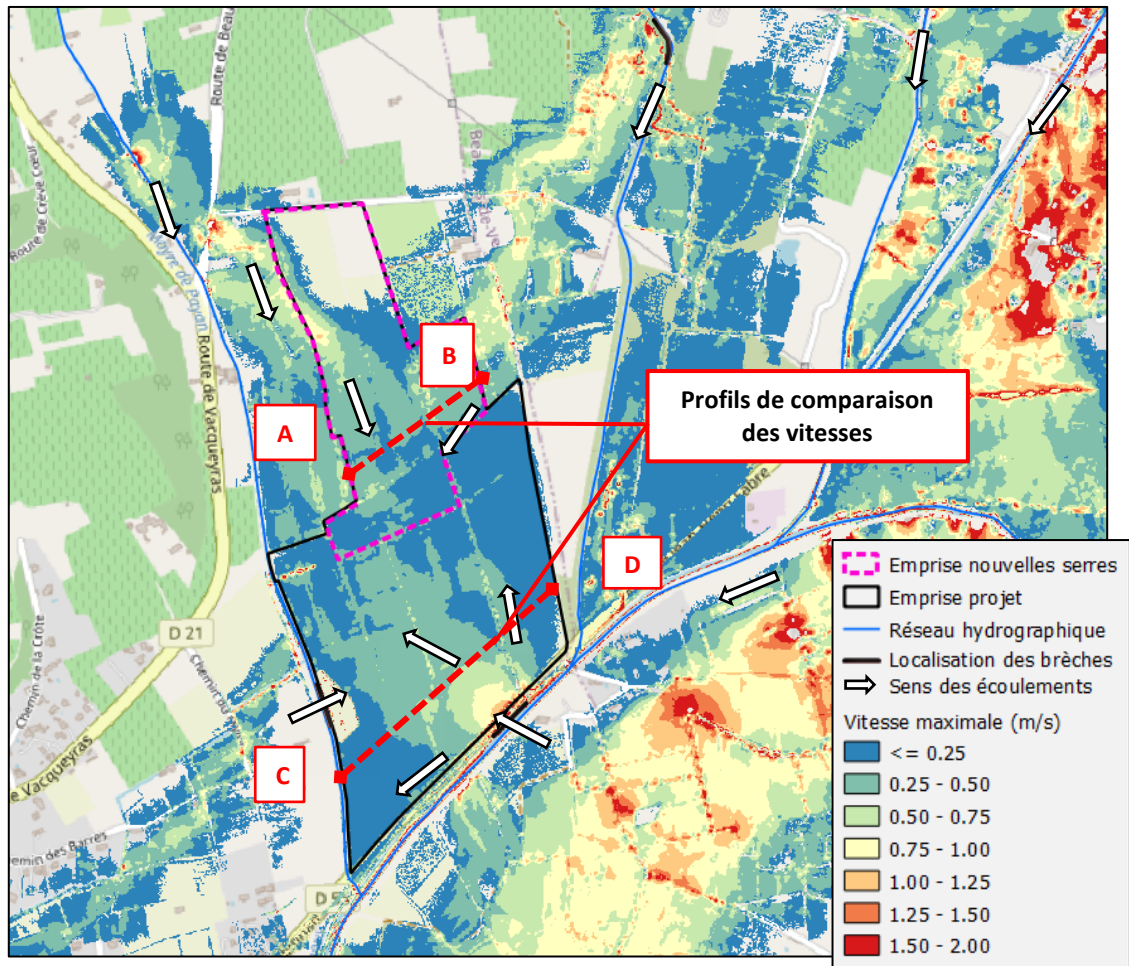


Illustration 40 : Vitesses maximales modélisées en cas de brèche de 100 m

Comme pour les brèches normées, des ruptures avec des brèches de 100 m n'impactent pas significativement les vitesses d'écoulement. En effet, pour de telles ruptures de digue, les vitesses au sein de l'emprise des futurs panneaux n'excèdent pas 0,50 m/s, excepté sur des zones très locales ou aux abords des ruptures de digue. Cependant, aucune serre ne sera positionnée sur ces zones.

Les graphiques suivants comparent les vitesses maximales modélisées au droit du projet entre les simulations sans rupture et avec la brèche de 100 m.

Au droit du profil [AB], la vitesse maximale modélisée est en moyenne de 0,38 m/s, contre 0,33 m/s pour la modélisation de la crue de référence sans rupture. Cette variation représente une augmentation de 14 %. Néanmoins, les vitesses restent également dans le même ordre de grandeur et relativement faibles.

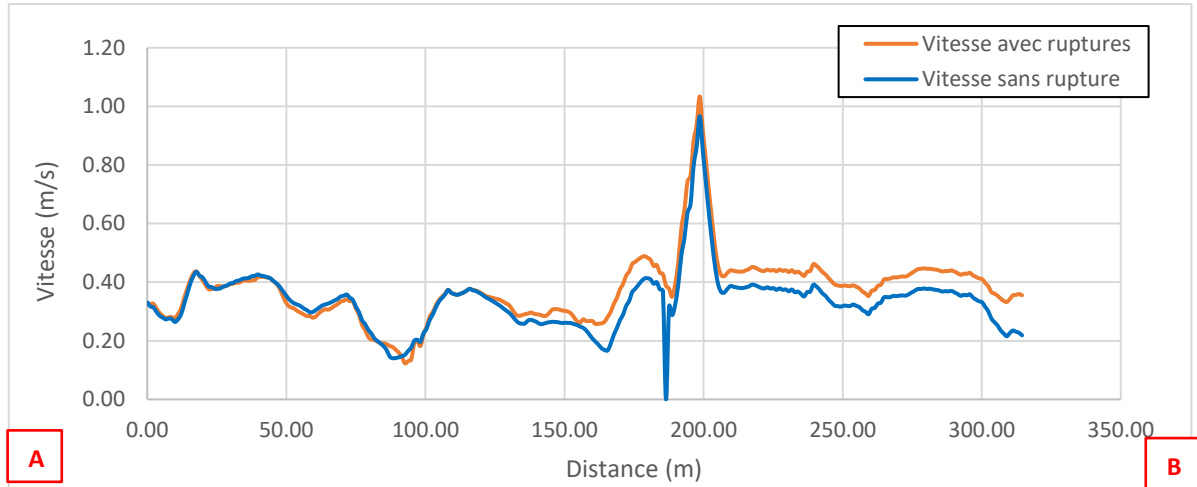


Illustration 41 : Comparaison du profil [AB] de vitesses maximales au droit du projet entre les modélisations sans rupture et avec une brèche de 100 m

Au droit du profil [CD], la vitesse maximale modélisée est en moyenne de 0,33 m/s, contre 0,28 m/s pour la modélisation de la crue de référence sans rupture. Cette variation représente une augmentation de 19 %. Néanmoins, les vitesses restent également dans le même ordre de grandeur et relativement faibles.

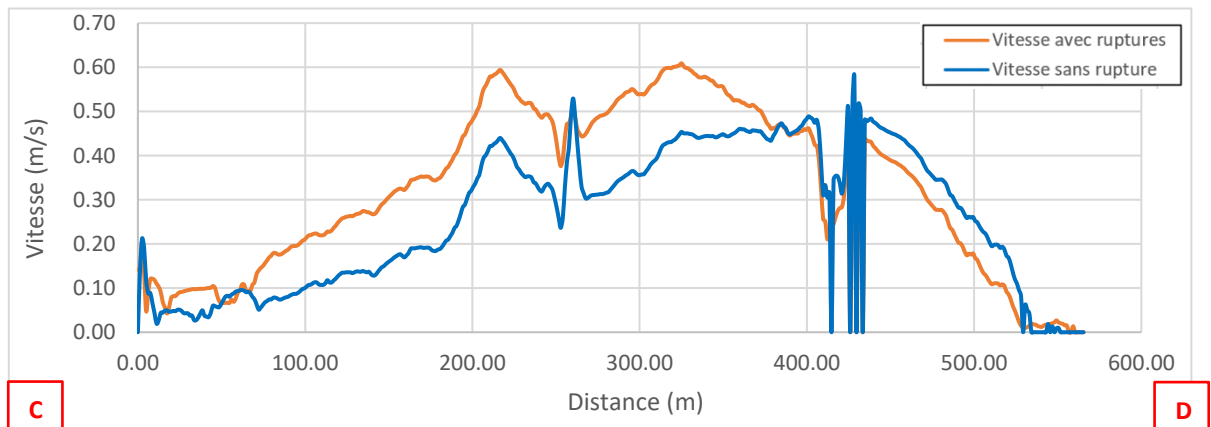


Illustration 42 : Comparaison du profil [CD] de vitesses maximales au droit du projet entre les modélisations sans rupture et avec une brèche de 100 m

Les vitesses estimées au droit du projet en cas de ruptures de digue avec des brèches de 100 m restent faibles. Ces vitesses ne seront pas de nature à mettre en péril la tenue des serres tunnels par rapport à la situation sans brèches.

B- Hauteurs d'eau

Les hauteurs d'eau maximales modélisées en cas de brèches de 100 m sont représentées sur l'illustration suivante.

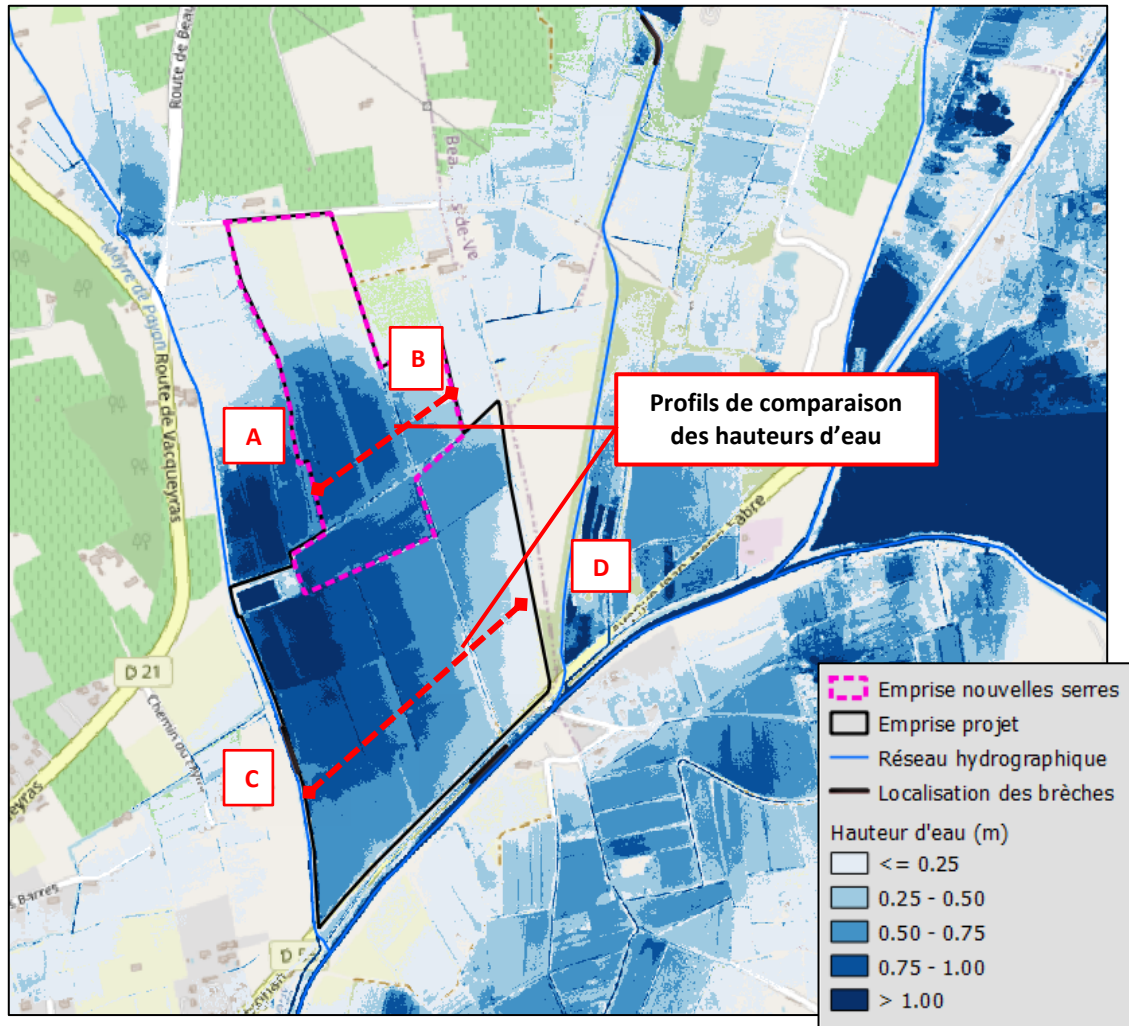


Illustration 43 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en cas de brèche de 100 m

La zone du projet étant déjà inondée pour la crue de référence lorsque que la digue est intacte, des ruptures avec des brèches de l'ordre de 100 m de large n'impactent également pas significativement les niveaux d'eau.

Les résultats de modélisation mettent en évidence une cote PHE au droit du projet de 41,68 m NGF pour les brèches de 100 m. Cela représente une augmentation de 33 cm par rapport à la modélisation de la crue de référence sans rupture.

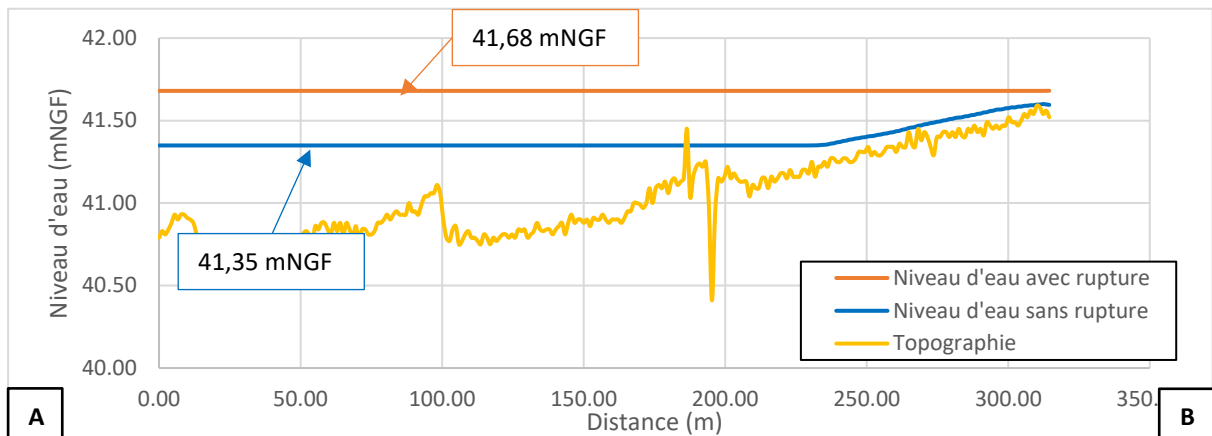


Illustration 44 : Comparaison des niveaux d'eau maximum au droit du profil [AB] entre les modélisations sans rupture et avec une brèche de 100 m

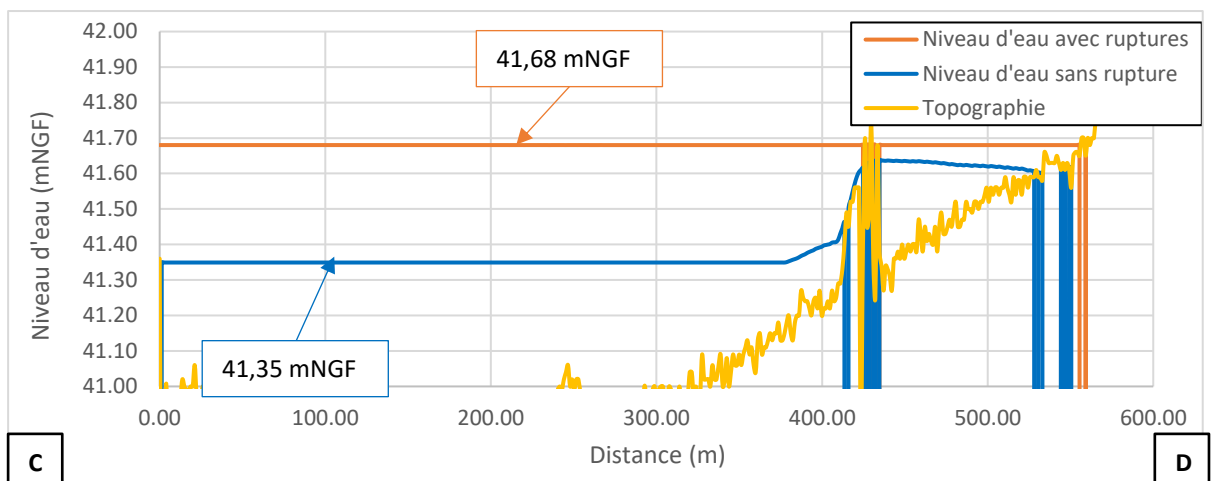


Illustration 45 : Comparaison des niveaux d'eau maximum au droit du profil [CD] entre les modélisations sans rupture et avec des brèches de 100 m

7.4.3 Résultats du modèle dans le cas du troisième scénario

A- Vitesses d'écoulement

Les vitesses maximales d'écoulement modélisées dans le cas du troisième scénario sont représentées sur l'illustration de la page suivante.

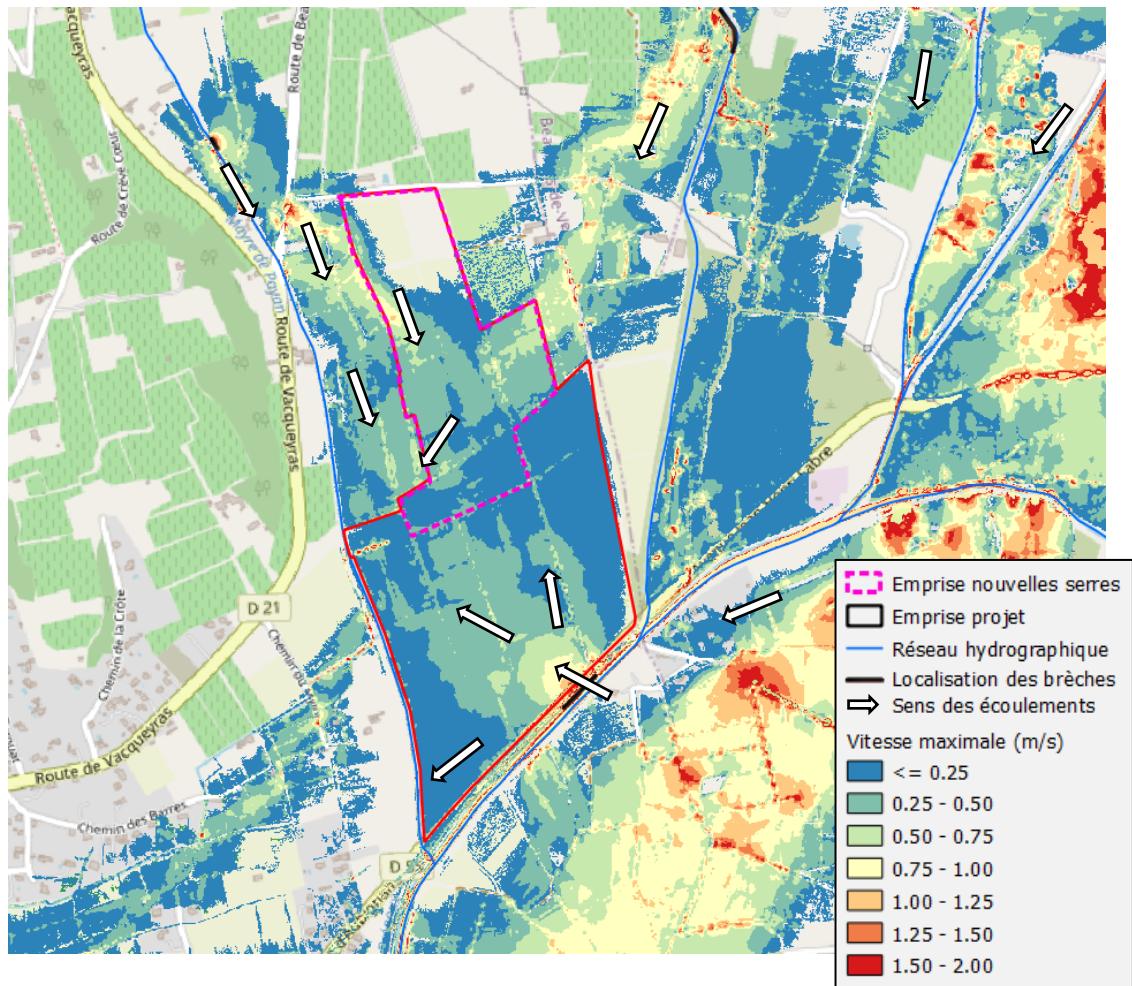


Illustration 46 : Vitesses maximales modélisées dans le cas du troisième scénario

Comme décrit précédemment dans le rapport, la digue sur la Mayre de Payan (dont la rupture est représentée ici) n'est pas aussi haute que celle déjà modélisée. Ainsi, la rupture sera moins conséquente. Sur le site, les résultats sont donc similaires avec les vitesses observées lors des ruptures de digues de base 100 m.

Partie 7.4.2 : Résultats du modèle en cas de scénario pessimiste (brèches de 100 m)

En effet, les vitesses au sein de l'emprise des futurs panneaux n'excèdent pas 0,50 m/s, excepté sur des zones très locales ou aux abords des ruptures de digue. Cependant, aucune serre ne sera positionnée sur ces zones.

B- Hauteurs d'eau

Les hauteurs d'eau maximales modélisées dans le cadre de ce troisième scénario sont représentées sur l'illustration suivante.

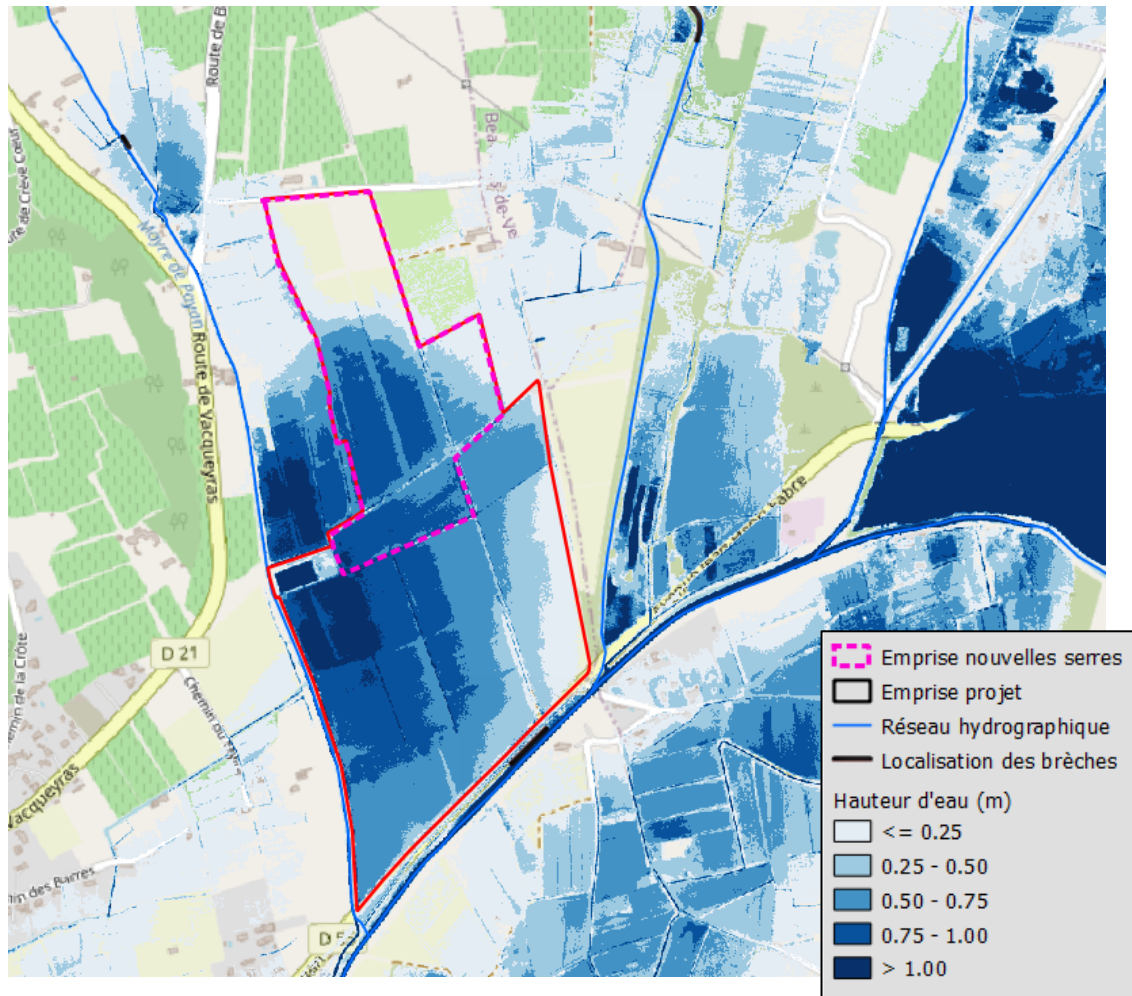


Illustration 47 : Hauteurs d'eau maximales modélisées dans le cas du troisième scénario

Les résultats de la modélisation, concernant les hauteurs d'eau, restent similaires à ceux observés lors de la modélisation du cas avec les brèches de base 100 m. Ceci s'explique de nouveau par la faible hauteur de la digue.

MESURES MISES EN PLACE PAR LE PROPRIETAIRE

8.1 Gestion du risque par l'exploitant

Ce projet concerne la production de fraises s'étalant principalement sur la période des mois d'avril à septembre. Ainsi, il y a une forte probabilité pour que les serres soient vides ou presque au moment des périodes présentant les plus importants risques de crues (octobre/novembre). Le risque de pertes agricoles en est ainsi fortement réduit.

Les plants de fraises seront **positionnés à hauteur d'homme**, donc au dessus de la cote des plus hautes eaux, ce qui permettra de **limiter les dégâts en cas d'inondation**.

Les vitesses étant faibles, le risque de voir les bâches être emportées en cas de crue est fortement réduit. Les bâches seront fixées par enfouissement des bordures sous une épaisseur de 40 cm de terre de part et d'autre des serres et sur l'ensemble de leur linéaire. Des attaches permettront également la fixation des baches aux barres métalliques soutenant la serre.

Voir Partie 6.2.2 : Analyse de la dynamique des écoulements

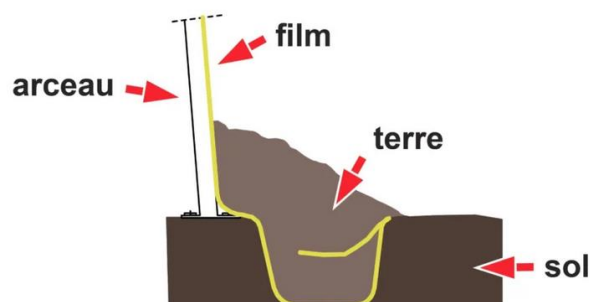


Illustration 48 : Fixation de la bâche de la serre à l'aide de la terre

Le risque d'emportement de la bâche est principalement lié à la vitesse de l'eau pouvant s'écouler contre la bâche. Le poids de la terre recouvrant la bâche génèrera une force permettant le maintien de cette dernière. Si le poids de la terre est supérieur à la force des écoulements alors la bâche ne présente pas le risque d'être emportée.

Pour la réalisation des calculs des différentes forces, les hypothèses suivantes sont émises :

- Terre recouvrant la bâche sur une hauteur de 40 cm et une largeur de 40 cm ;
- Poids de la terre mouillée : $1,7 \text{ kg/dm}^3$;

- Considération des forces du poids de la terre sur la bâche et de la poussée des écoulements sur la bâche, les autres forces sont considérées comme négligeables.

Détermination du poids :

$$P = m \times g$$

avec :

- P : le poids en N
- m : la masse en kg
- g : l'accélération de pesanteur terrestre de 9,81 m/s²

Le volume de terre mouillée pris en compte sera de 0,16 m³/m de bâche, soit une masse de 2 72 kg/m de bâche. Le poids représentera donc une force de **2,7*10³ N/m**.

Détermination de la force exercée par les eaux sur la paroi :

$$F_v = q_m \times v \quad \text{avec} \quad q_m = \rho \times S \times v$$

Avec :

- q_m : Débit massique en kg/s
- ρ : Masse volumique en kg/m³
- S : Section en m²
- v : Vitesse moyenne du fluide à travers S en m/s

D'après les résultats des modélisations présentées précédemment dans le rapport, la hauteur d'eau maximale observée est en d'environ 0,8 m et la vitesse maximale de 1,03 m/s. Afin de se placer dans la situation la plus pessimiste, nous considérons les écoulements perpendiculaires à la bâche.

Dans ce cas, la force exercée par les écoulements sur la bâche est de **8,5*10² N/m**.

Le poids de la terre générant une force supérieure à celle du fluide sur la bâche, le risque d'emportement de cette dernière est fortement réduit.

8.2 Impacts du projet en matière de remblais

Les serres n'augmenteront pas l'imperméabilisation du secteur et ne sont pas à considérer comme des remblais qui bloqueraient les écoulements. De l'eau pourra en effet se répandre et s'écouler à l'intérieur de celles-ci. Des ouvertures seront présentes entre les serres ce qui permettra l'écoulement des eaux ainsi **l'aménagement sera transparent hydrauliquement. Les serres ne réduiront donc pas le volume de rétention de la zone et n'auront pas d'impact néfaste sur les hauteurs d'eau en cas de crue.**

8.3 Gestion des éventuels flottants

Au vu des sens des écoulements, des flottants seraient susceptibles d’être emmenés sur la zone du projet, notamment en cas de ruptures de digues. Afin que ces derniers n’impactent pas les serres et ne provoquent des dégâts, des haies seront mises en place (lorsqu’elles ne sont pas déjà existantes) autour de la zone du projet.

Actuellement des haies sont déjà présentes au nord, au sud et à l’est de la zone du projet. La création d’une haie au nord-ouest de la zone du projet est donc à envisager afin protéger le site d’éventuels flottants en provenance de la Mayre de Payan. Au sud-ouest de la parcelle, la haie sera à consolider.

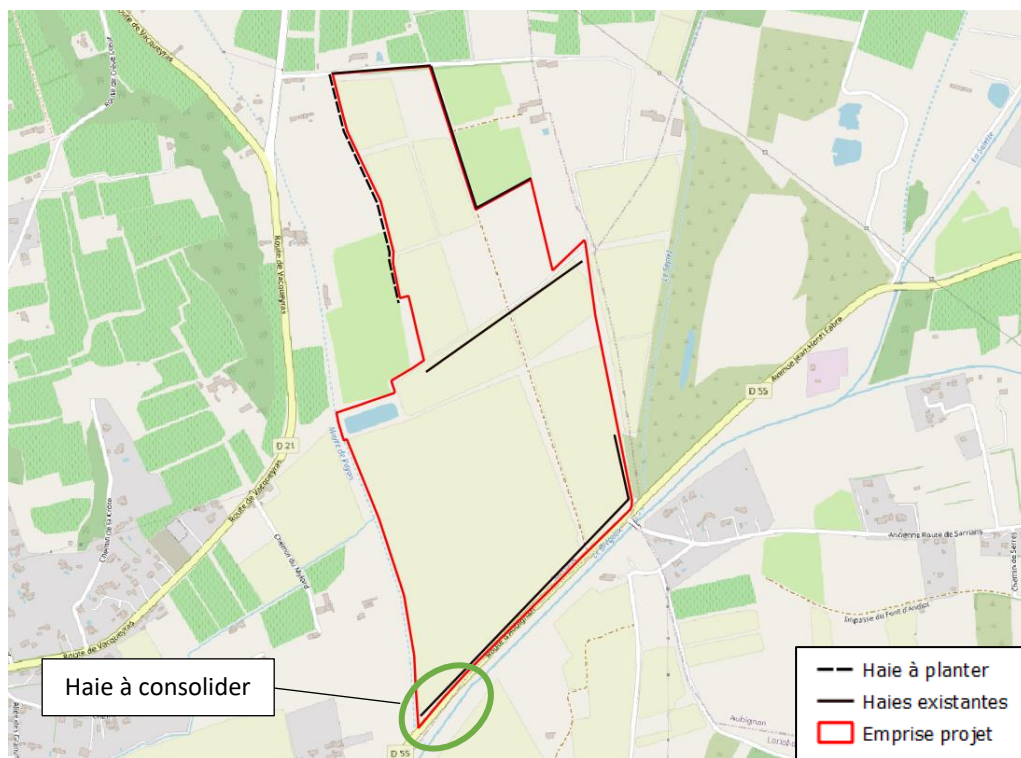


Illustration 49 : Haies présentes et à planter sur la zone de projet

CONCLUSION

La société Lou Mistraou porte un projet de serres-tunnels pour la production de fraises au lieu-dit Les Malançons, localisé à l'est du territoire communal de Sarrians, dans le département du Vaucluse (84). Les parcelles du projet représentent une superficie totale d'environ 48 ha localisées au nord de la route d'Aubignan.

D'un point de vue hydrographique, le projet se situe à proximité de 3 cours d'eau : Le Seyrel, Le Brégoux et La Mayre de Payan. Le secteur d'étude est repris en zone inondable selon le Plan de Prévention du Risque d'inondation (PPRi) « Bassin sud-ouest du Mont Ventoux » de la commune de Sarrians, approuvé en juillet 2007. D'après ce document, le projet est majoritairement repris en zone d'aléa moyen mais est aussi repris en zone d'aléa très fort. Les zones d'aléa très fort au sein du projet correspondent à des zones de sécurité de 20 m de large positionnées derrière les digues. Les parcelles du projet forment de véritables casiers de rétention des écoulements en cas de débordement ou de rupture de digue.

En termes d'aléa inondation, la modélisation hydraulique a permis de préciser l'aléa défini au PPRi, tant en termes de hauteurs de submersion que de vitesses d'écoulement. Le projet est majoritairement inondé par le débordement de la Mayre de Payan. On observe qu'au droit du projet l'aléa est majoritairement moyen, avec des zones d'aléa fort plus restreintes en superficie. Cependant, les vitesses d'écoulements des eaux traversant le projet sont faibles (inférieures à 0,5 m/s).

Des modélisations hydrauliques avec simulations de ruptures de digues ont été menées. Les hauteurs d'eau et les vitesses maximales des écoulements présentent certes une très légère augmentation par rapport à la situation existante, mais globalement, les valeurs restent dans le même ordre de grandeur.

Les bâches seront fixées par enfouissement des bordures sous une épaisseur de 40 cm de terre de part et d'autre des serres et sur l'ensemble de leur linéaire. **En comparant les forces s'appliquant sur les bâches en cas de crue, il en a été conclu que le risque d'emportement des bâches était fortement réduit.**

Le propriétaire s'engage par ailleurs à être disponible et à mettre en place différents moyens afin d'améliorer au mieux la situation suite à l'implantation des serres : nettoyage en cas de débris plastique, ouverture des serres en cas d'annonce de crue afin de ne pas créer d'obstacles aux écoulements.

Les serres n'augmenteront pas l'imperméabilisation du secteur et ne sont pas à considérer comme des remblais qui bloqueraient les écoulements des eaux. De l'eau pourra en effet se répandre et s'écouler à l'intérieur de celles-ci.

Le projet ne présente donc pas de risque particulier d'aggravation du risque inondation au droit des parcelles du projet et en aval de celui-ci.