



BASSE VALLEE DU VIDOURLE COMMUNE D'AIMARGUES CREATION D'UNE DIGUE DE SECOND RANG

NOTE TECHNIQUE – AMENAGEMENT SUD

11 juillet 2024



Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s)	Romain DALISSON / Mathieu NORMAND
Fonction	Chargé d'étude / Chef de Projet
Version	V4
Numéro CRM	SUD0032

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Vérifié par	Fonction	Commentaire(s)
V1	03/01/2024	Mathieu NORMAND	Chef de Projet	
V2	28/02/2024	Mathieu NORMAND	Chef de Projet	Intégration d'un second scénario alternatif proposé au Sud
V3	15/05/2024	Mathieu NORMAND	Chef de Projet	Intégration d'un troisième scénario proposé au nord de la voie
V4	11/07/2024	Mathieu NORMAND	Chef de Projet	Intégration d'une variante au troisième scénario intégré en V3

DESTINATAIRES

Nom	Entité
Jérémy ETCHEPARE	SNCF
Serge ROUVIERE	EPTB Vidourle
Clément OYON	EPTB Vidourle

SOMMAIRE

1 - PREAMBULE.....	4
1.1 - Contexte du projet	4
1.2 - Objectif de la présente note	4
1.3 - Présentation du secteur d'étude.....	4
2 - MODELISATION HYDRAULIQUE A L'ETAT INITIAL.....	6
2.1 - Présentation des résultats à l'échelle de la commune.....	6
2.2 - Présentation des résultats hydraulique à proximité de la voie ferrée au sud d'Aimargues.....	10
2.2.1 - Hauteurs d'eau	10
2.2.2 - Vitesses d'écoulement	12
3 - PRESENTATION DES AMENAGEMENTS PROJETES AU SUD D'AIMARGUES	15
3.1 - Scénario 1 – Rideau de palplanche longeant la voie ferrée	15
3.1.1 - Principe général de l'aménagement projeté.....	15
3.1.2 - Dimensionnement de l'écran en palplanche projeté.....	16
3.1.3 - Impacts hydrauliques du projet	16
3.1.3.1 - Présentation des résultats à l'échelle de la commune	16
3.1.3.2 - Présentation des résultats à proximité de la voie ferrée au sud d'Aimargues	18
3.1.3.3 - Impacts du projet sur le fonctionnement hydraulique du secteur d'étude.....	26
3.1.4 - Avantages et inconvénients de l'aménagement projeté	29
3.3 - Scénario 2 – Contournement de la voie ferrée par une digue en remblai.....	31
3.3.1 - Principe général de l'aménagement projeté.....	31
3.3.2 - Impacts hydrauliques du projet	32
3.3.2.1 - Présentation des résultats à l'échelle de la commune	32
3.3.2.2 - Présentation des résultats à proximité de la voie ferrée au sud d'Aimargues	33
3.3.2.3 - Impacts du projet sur le fonctionnement hydraulique du secteur d'étude.....	35
3.3.3 - Traversées de la voie ferrée.....	37
3.3.4 - Avantages et inconvénients de l'aménagement projeté	40
3.4 - Scénario 3 – Tracé limitant les interactions avec la voie ferrée	41
3.4.1 - Principe général de l'aménagement projeté.....	41
3.4.2 - Impacts hydrauliques du projet	42
3.4.3 - Avantages et inconvénients de l'aménagement projeté	42
3.4.4 - Variante de tracé permettant l'intégration de la cave coopérative à la zone protégée	43
4 - CONCLUSION	44

1 - PREAMBULE

1.1 - Contexte du projet

Le Vidourle est un fleuve côtier connu pour ses crues d'une rare violence, qui répondent rapidement aux épisodes pluvieux. La crue qui a résulté des épisodes pluvieux des 8 et 9 septembre 2002 a notamment marqué l'histoire du bassin versant. La crue de référence se base aujourd'hui sur cette crue, dont le débit est estimé à 2400 m³/s au niveau de l'autoroute A9, et le débit de plein bord estimé de 800 à 1000 m³/s.

La configuration du Vidourle en toit dans la basse vallée, accentuée par la présence d'ouvrages en traversée de plaine situés entre l'autoroute A9 et la nationale 113 tels que voie SNCF et canal BRL, a pour conséquence un écrêtement du surplus de débit par déversement des digues en rive gauche puis en rive droite, et ce quel que soit le débit arrivant de l'amont du bassin versant, si celui-ci dépasse un seuil compris entre 900 et 1000 m³/s.

De nombreuses brèches sont occasionnées à chaque crue, le long des tronçons endigués (environ 35 brèches recensées en septembre 2002).

A la suite des nombreuses inondations du Vidourle, l'EPTB Vidourle a engagé un projet de protection rapprochée des centres-villes de Gallargues-le-Montueux et d'Aimargues par la création de deux digues de second rang implantées dans la plaine à l'Ouest des communes respectivement entre l'autoroute A9 et le pont SNCF et entre la RN113 et le D979.

Une modélisation hydraulique a permis de définir différents scénarii d'implantation des ouvrages. Après plusieurs itérations et échanges avec le maître d'ouvrage, un tracé a été retenu et validé en décembre 2019 pour les deux communes. **Cependant, certains tronçons font encore l'objet de discussions et doivent faire l'objet d'une validation en concertation avec les différentes parties prenantes.**

1.2 - Objectif de la présente note

La présente note technique fait suite à la rencontre et aux échanges réalisés à Aimargues le 23/11/2023 entre l'EPTB Vidourle, EGIS et plusieurs représentants de la SNCF.

Elle a pour but de présenter les trois scénarios d'aménagement proposés à proximité de la voie ferrée, sur la partie sud du système d'endiguement d'Aimargues, et de recueillir l'avis de la SNCF concernant ces propositions.

1.3 - Présentation du secteur d'étude

Le système d'endiguement projeté sur la commune d'Aimargues se situe entre la RN113 au nord et la voie SNCF au sud de la commune.

Le tracé intercepte majoritairement des parcelles agricoles privées et quelques voiries. Il ceinture la quasi-totalité des bâtis sur la commune d'Aimargues jusqu'à la cave coopérative au Sud, au pied de laquelle se situe la voie SNCF.

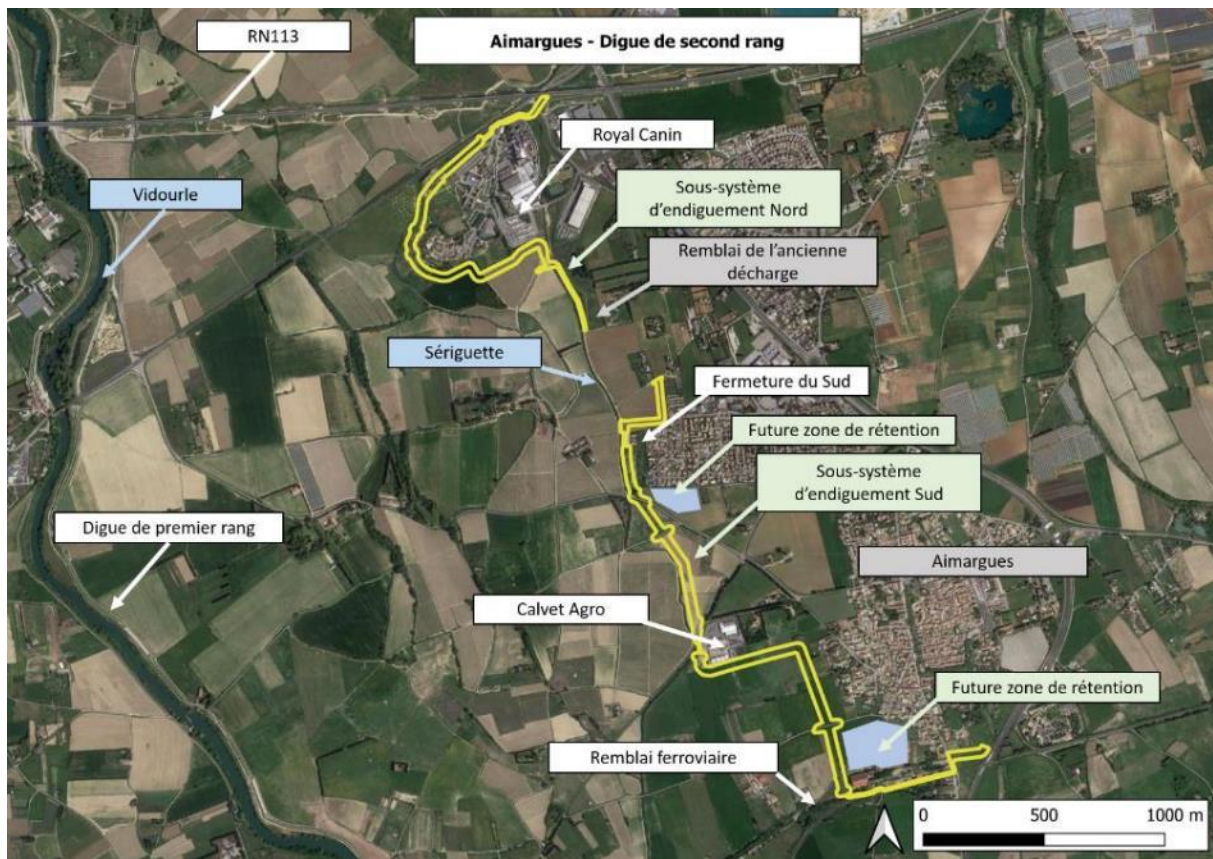


FIGURE 1 : PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

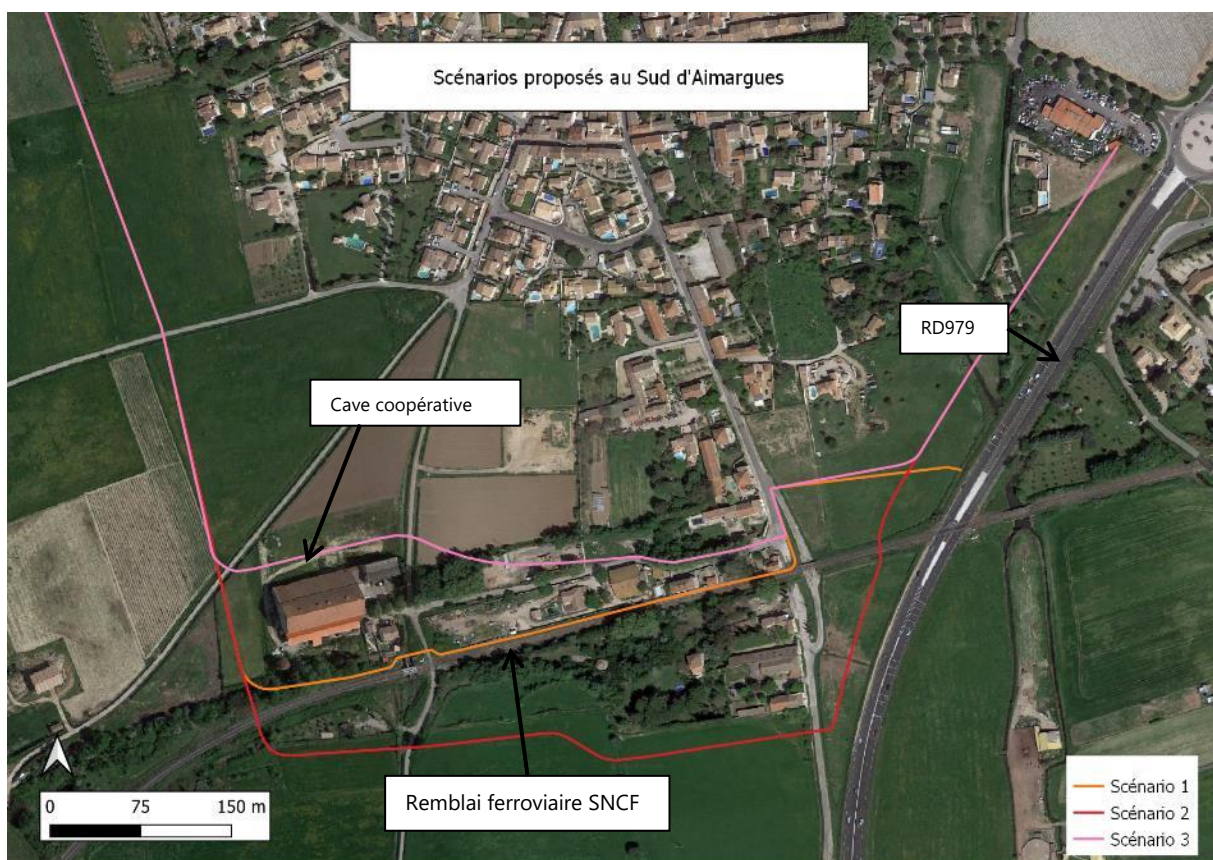


FIGURE 2 : FOCUS SUR LES TRACES PROPOSES AU SUD D'AIMARGUES A PROXIMITE DE LA VOIE SNCF

2 - MODELISATION HYDRAULIQUE A L'ETAT INITIAL

Une étude hydraulique a été réalisée par EGIS en 2019 et mise à jour en 2022. Ce chapitre résume les principales conclusions de cette étude.

La modélisation hydraulique a pour but de qualifier le fonctionnement hydraulique du Vidourle en tout point du secteur d'étude, afin de permettre le dimensionnement des digues de 2nd rang et de valider leur impact sur l'écoulement des crues.

L'étude réalisée doit permettre de réaliser un **diagnostic hydraulique du fonctionnement du Vidourle au droit des digues de 2nd rang** :

- Sur tout le territoire de la plaine du Vidourle,
- Pour toutes les crues, fréquentes à exceptionnelles,
- En prenant en compte les travaux récents des digues de 1^{er} rang et les projets en cours (étude EGIS de la plaine rive droite).

2.1 - Présentation des résultats à l'échelle de la commune

Une modélisation fine 2D de la plaine rive gauche du Vidourle a été réalisée sur le linéaire de la digue de 2nd rang de Gallargues Le Montueux et d'Aimargues avec des données topographiques récentes.

Ces modèles 2D permettent d'une part d'affiner **les caractéristiques hydrauliques des digues** à aménager, et d'autre part de quantifier avec précision **les impacts hydrauliques du projet** au droit des enjeux.

Les différents scénarios modélisés à l'état initial mènent aux conclusions suivantes :

- Pour la **crue décennale**, les surverses du Vidourle sur les digues transitent sur Aimargues principalement par la dépression de la Cubelle, et commencent à déborder dans les enjeux bâtis de la partie sud du centre-ville du fait du blocage par l'ancienne voie ferrée (avec des hauteurs d'eau inférieures à 50 cm). Dans le secteur de Royal Canin, les débits du Vidourle et du Razil transitent par la Seriguette à l'est de Royal Canin qui commence à déborder sans toucher d'enjeu bâti. Les vitesses sont faibles dans la plaine, de l'ordre de 10 cm/s sauf dans la Seriguette et la Cubelle, où elles sont supérieures à 0.5 m/s

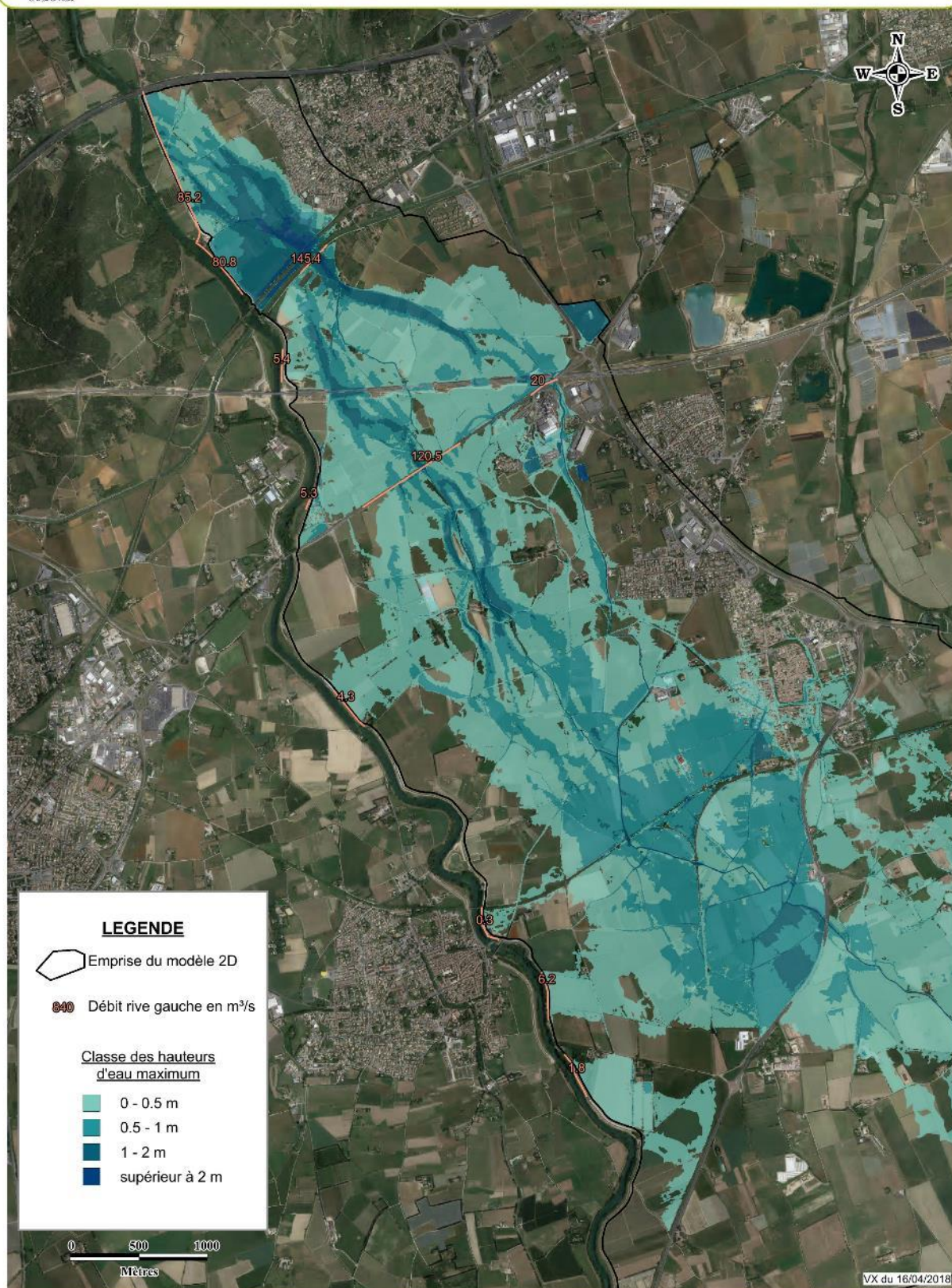


FIGURE 3 : ETENDUE DE L'INONDATION POUR UNE CRUE Q10 A L'ETAT INITIAL

- Pour la **crue 20 ans**, les cotes d'eau sont supérieures par rapport à la crue 10 ans, d'environ 10 cm sur le secteur Royal Canin et 30 cm sur le centre d'Aimargues. La Seriguette commence à déborder au sud de Royal Canin. Le sud du centre urbain d'Aimargues est inondé avec localement plus de 1 m dans le lotissement rue Rémy Valez et avenue de Marsillargues, et dans les maisons au sud des boulevards des Candinières et Sallebardine. Le secteur de l'entreprise Calvet est aussi inondé avec moins de 50 cm.

Les vitesses sont faibles dans la plaine, de l'ordre de 10 cm/s sauf dans la Seriguette et la Cubelle, où elles sont supérieures à 0.5 m/s.

- Pour la crue de **référence type septembre 2002**, les cotes d'eau sont supérieures par rapport à la crue 100 ans, d'environ 20 cm sur le secteur Royal Canin et 20 cm sur Aimargues. La Seriguette déborde au sud de Royal Canin et en rive gauche vers la route de Sommières et l'avenue de la Petite Camargue, mais avec des débits et des hauteurs d'eau faibles (environ 20 cm). Les débordements de la Sériguette dans le secteur Royal Canin touchent des bâtiments avec des hauteurs d'eau en générale inférieures à 50 cm, localement plus. Les premières maisons à côté de la Seriguette dans le lotissement les Oliviades et l'entreprise Fermetures du sud, sont inondées avec moins de 50 cm. Le sud du centre urbain d'Aimargues est inondé avec plus de 1 m dans le lotissement rue Rémy Valez et l'avenue de Marsillargues, et dans les maisons au sud des boulevards des Candinières et Sallebardine. Le nord du centre-ville, secteur mas d'Andron, est touché avec des hauteurs comprises entre 50 cm et 1 m. Le secteur de l'entreprise Calvet est aussi inondé avec un peu plus de 1m. Les maisons au nord de la voie ferrée, dans le secteur de la cave coopérative, sont touchées avec moins de 50 cm, celles au sud de la voie ferrée avec 1 m ou plus. La voie ferrée est submersible avec moins de 50 cm.

Les vitesses dans la plaine sont de l'ordre de 0.3 à 0.5 m/s sauf aux abords de la Seriguette et la Cubelle, où elles sont comprises entre 0.5 et 1 m/s.

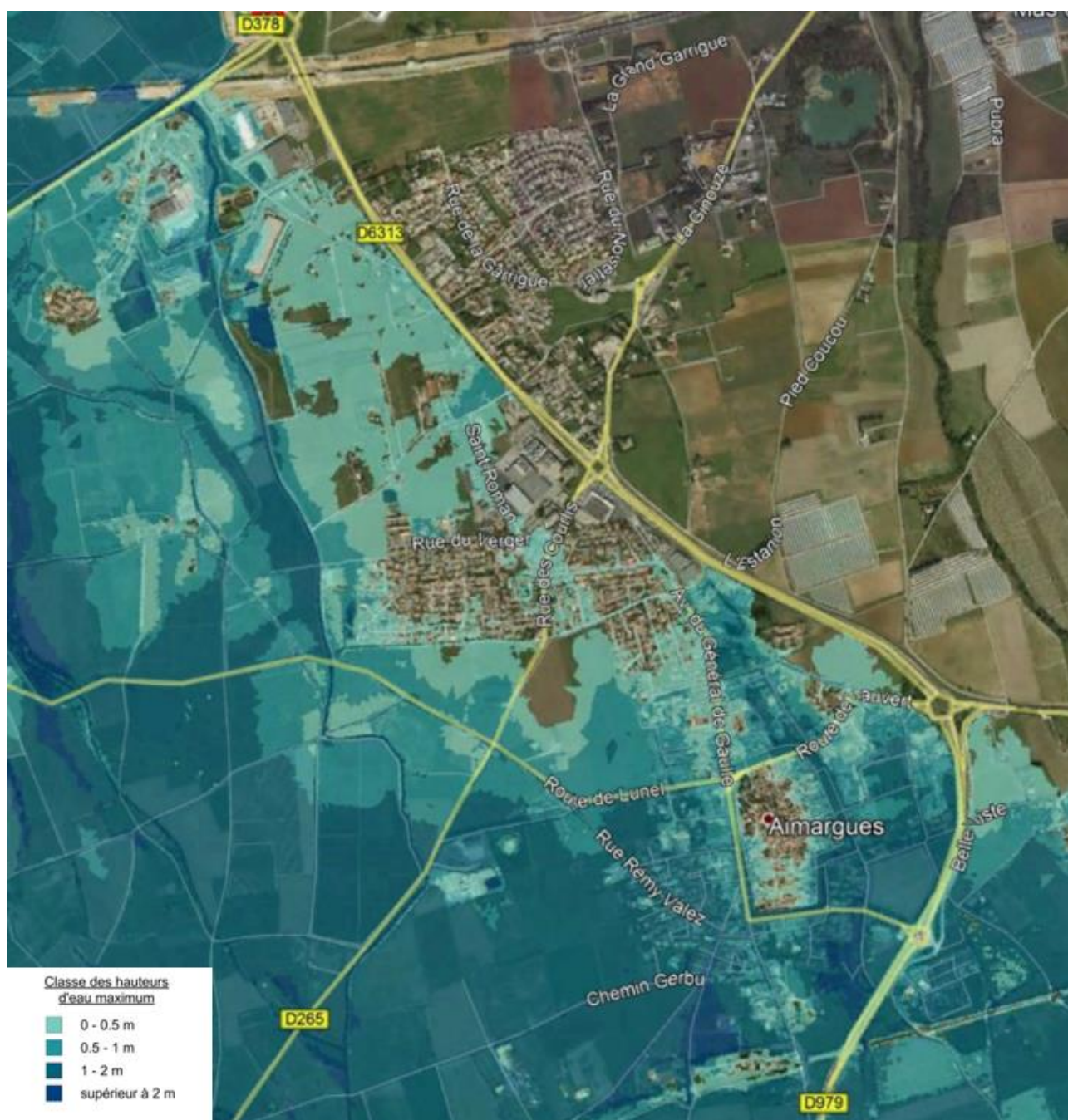


FIGURE 4 : INONDATION D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L'ETAT INITIAL (EGIS, 2019)

- Pour **la crue exceptionnelle de 3000 m³/s**, les cotes d'eau sont supérieures par rapport à la crue de référence d'environ 20 cm sur le secteur Royal Canin et environ 10 à 20 cm sur Aimargues. Par rapport à la crue de référence, de nouveaux secteurs inondables apparaissent dans des enjeux bâtis (lotissement St Roman). Pratiquement toute la commune, sauf la partie la plus haute du centre-ville est inondée.

Les vitesses dans la plaine sont inférieures à 0.5 m/s sauf aux abords de la Sériguette et la Cubelle, où elles sont comprises entre 0.5 et 1 m/s, et entre 1 et plus de 1.5 m/s dans les ruisseaux.

2.2 - Présentation des résultats hydraulique à proximité de la voie ferrée au sud d'Aimargues

2.2.1 - Hauteurs d'eau

Les conclusions des modélisations hydrauliques sont les suivantes concernant les hauteurs d'eau à proximité de la voie ferrée :

- Aucun débordement n'a lieu sur la voie ferrée pour la crue 10 ans. Les ouvrages hydrauliques situés sous la voie ferrée au droit de la cave coopérative et de l'avenue de la gare sont mis en charge,
- Les premiers débordements sur la voie ferrée ont lieu entre la crue 10 (Q10) ans et la crue 20 ans (Q20). Ces débordements ont lieu à l'ouest de la cave coopérative,
- A partir de la crue 50 ans (Q50), la quasi-totalité de la voie ferrée est submergée sur notre secteur d'étude, à l'exception d'un tronçon situé au droit de la gare d'Aimargues.
- Quelle que soit la crue considérée, un différentiel de niveau d'eau d'environ 60cm est observé de part et d'autre du remblai ferroviaire (entre les pieds de remblai amont et aval).

Les figures suivantes illustrent les différentes étendues d'inondation sur le secteur d'étude à l'état initial :

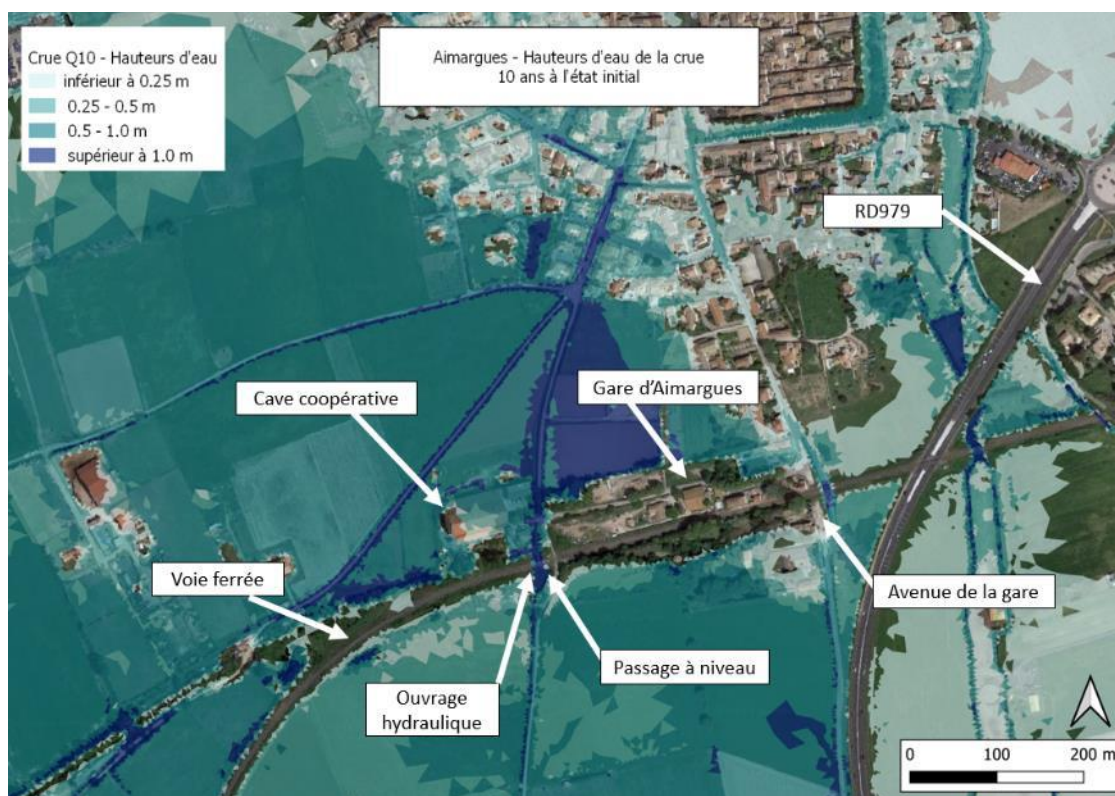


FIGURE 5 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 10 ANS A L'ETAT INITIAL

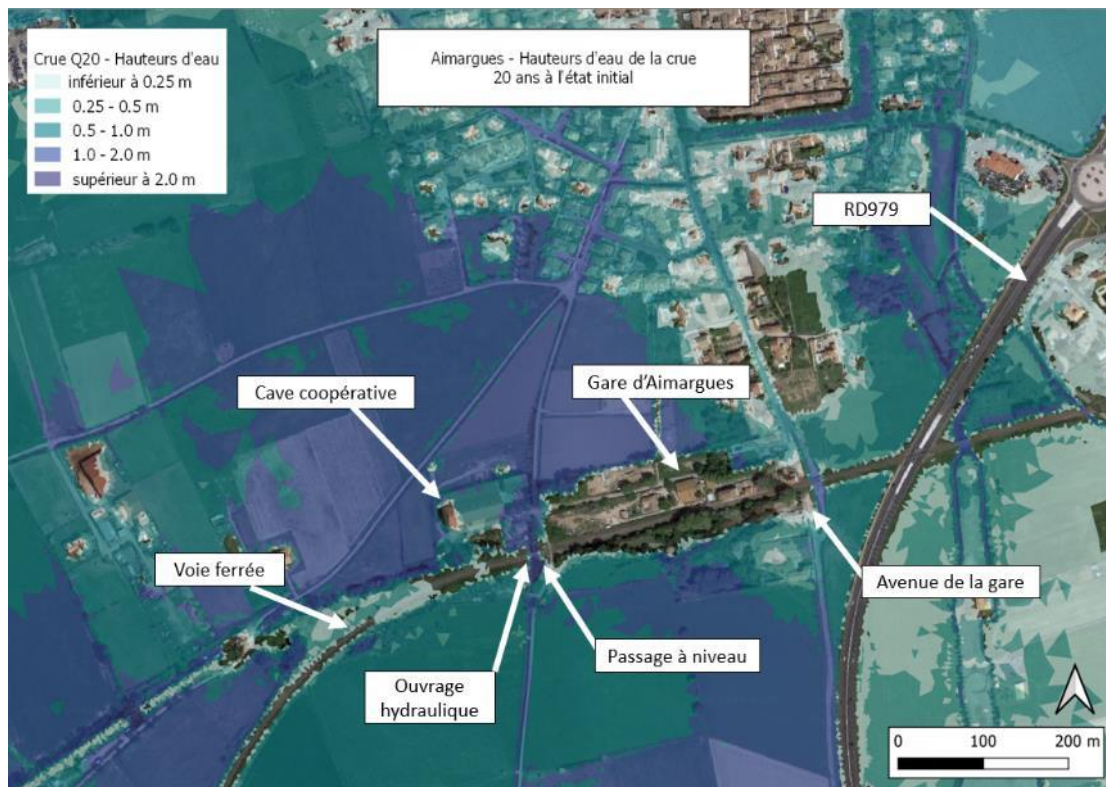


FIGURE 6 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 20 ANS A L'ETAT INITIAL



FIGURE 7 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 100 ANS A L'ETAT INITIAL

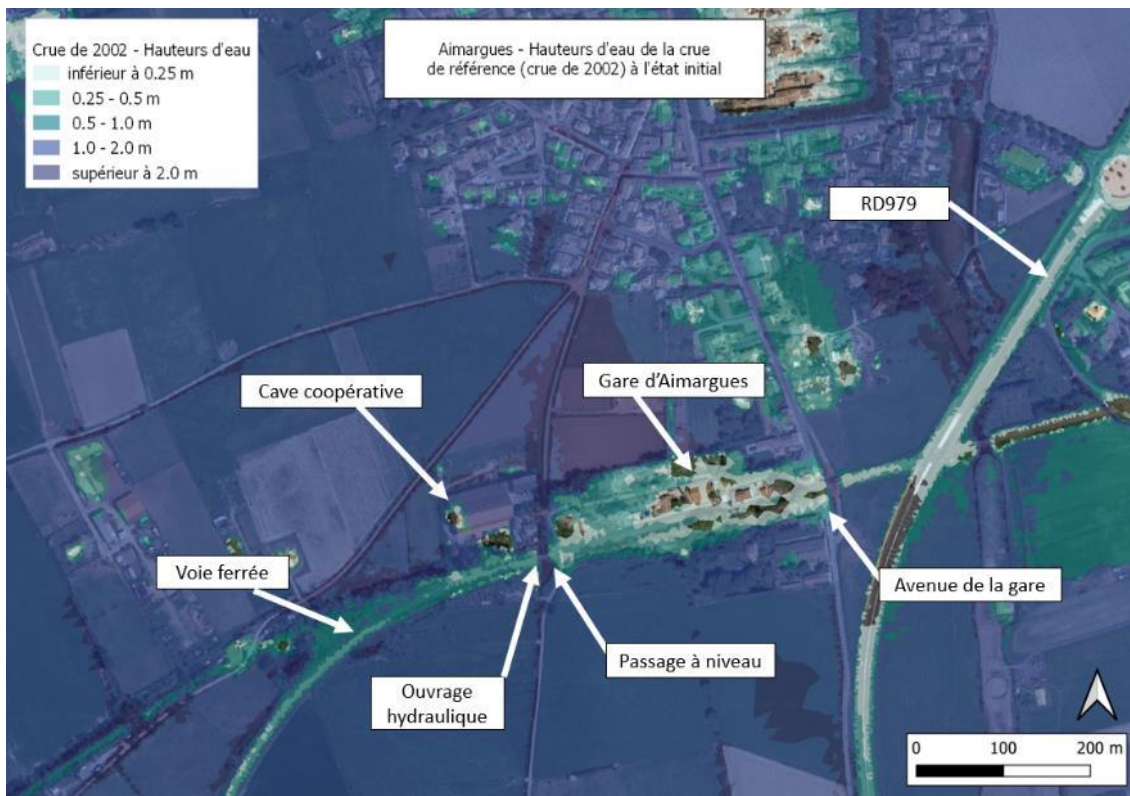


FIGURE 8 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L'ETAT INITIAL

2.2.2 - Vitesses d'écoulement

Les conclusions des modélisations hydrauliques sont les suivantes concernant les vitesses d'écoulement à proximité de la voie ferrée :

- Les ouvrages hydrauliques situés sous la voie ferrée au droit de la cave coopérative et de l'avenue de la gare sont mis en charge avec des vitesses importantes supérieures à 1 m/s,
- Les premiers débordements sur la voie ferrée ont lieu entre la crue 10 (Q10) ans et la crue 20 ans (Q20). Des vitesses d'écoulement pouvant atteindre 0,5 m/s sont observées sur ces zones de débordement,
- A partir de la crue 50 ans (Q50), la quasi-totalité de la voie ferrée est submergée sur notre secteur d'étude, à l'exception d'un tronçon situé au droit de la gare d'Aimargues. Des vitesses d'écoulement comprises entre 0,5 m/s et 1 m/s sont observées à l'ouest du Chemin du Mas de Mourgue, et des vitesses comprises entre 0,2 m/s et 0,5 m/s sont observées entre ce chemin et la RD979.

Les figures suivantes illustrent les vitesses d'écoulement sur le secteur d'étude à l'état initial :

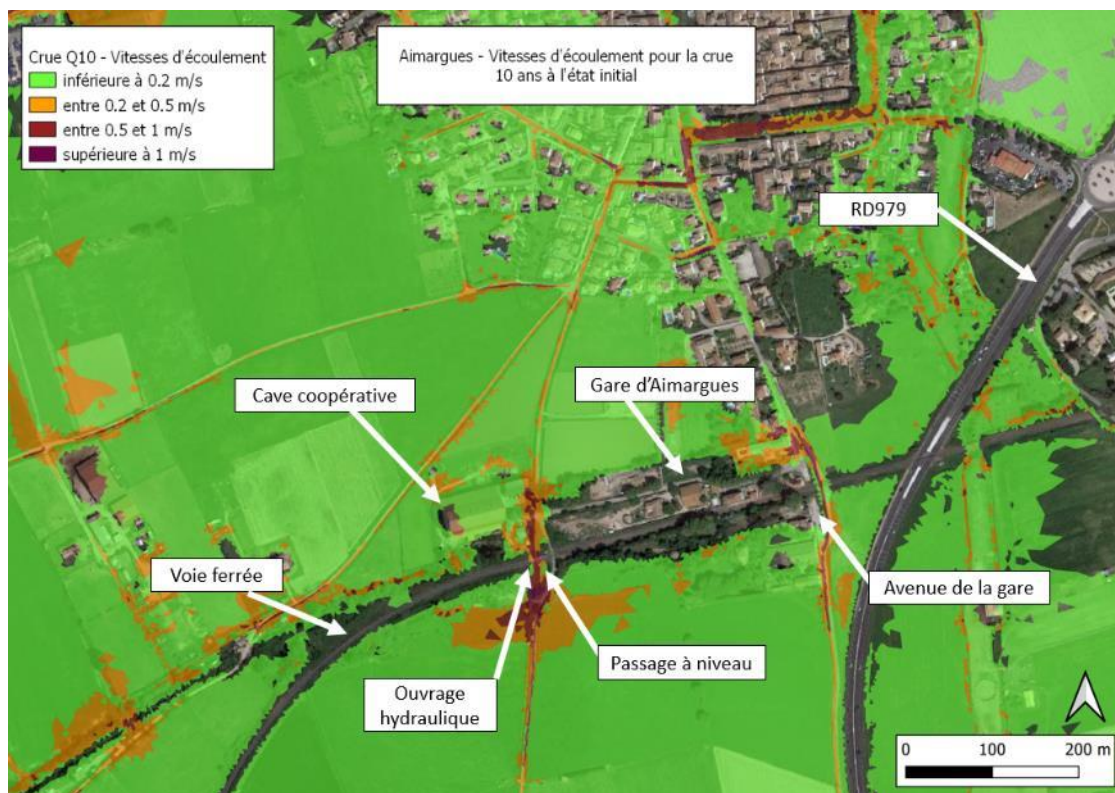


FIGURE 9 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERRÉE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 10 ANS À L'ÉTAT INITIAL

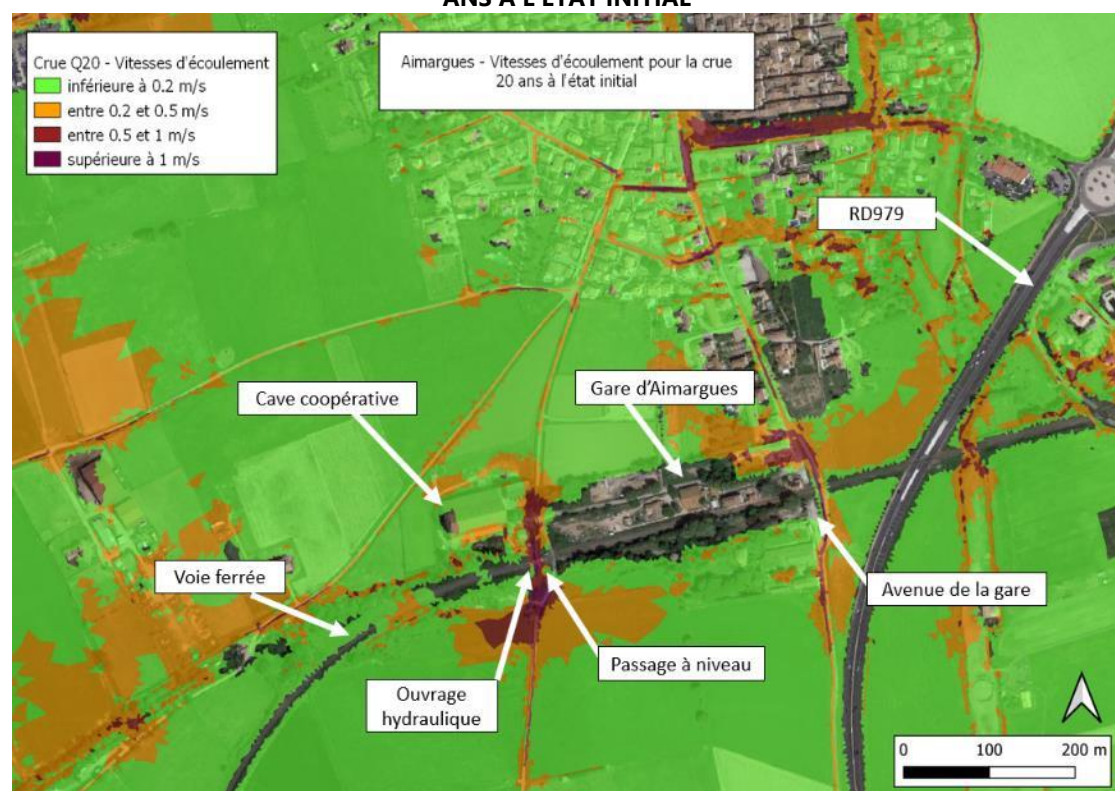


FIGURE 10 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERRÉE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 20 ANS À L'ÉTAT INITIAL

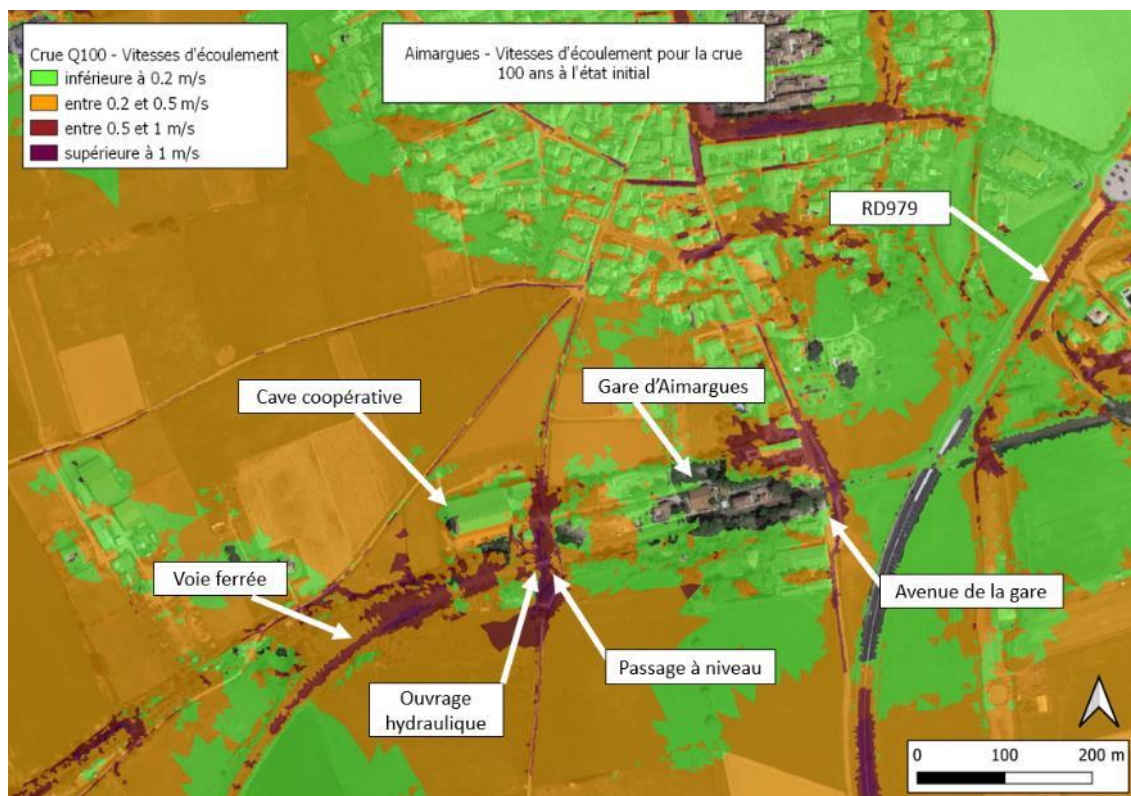


FIGURE 11 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 100 ANS A L'ETAT INITIAL

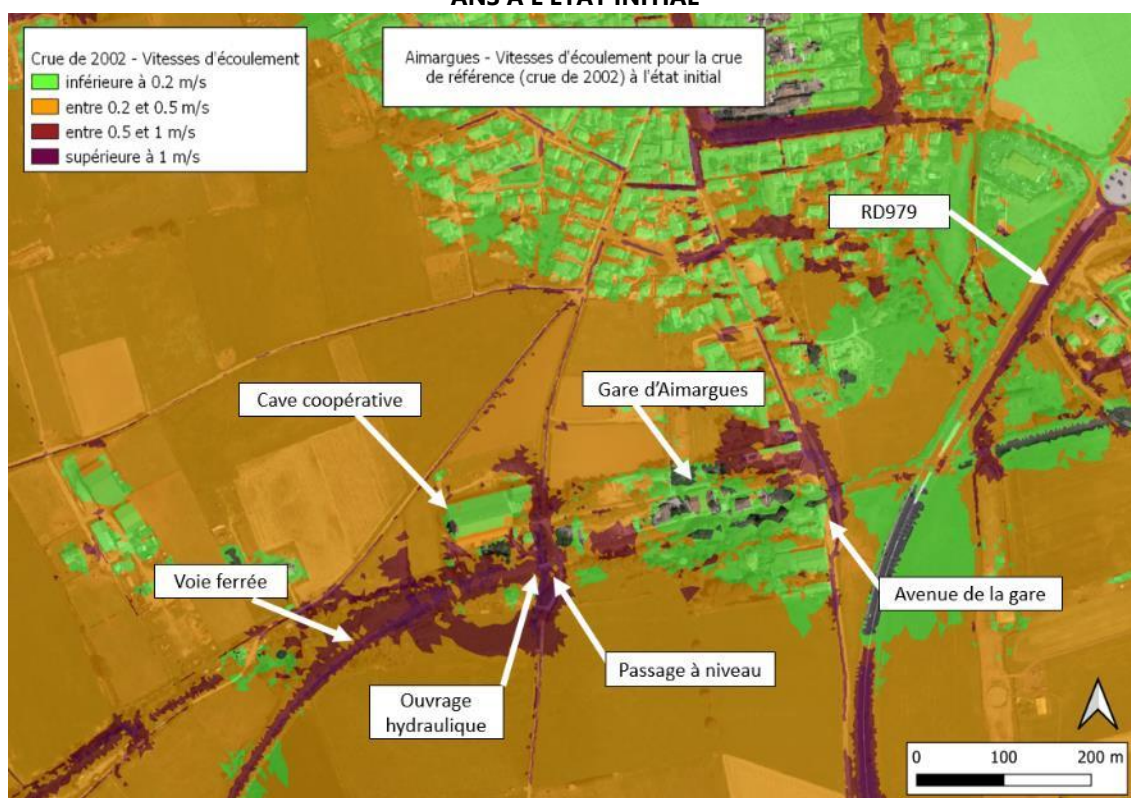


FIGURE 12 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L'ETAT INITIAL

3 - PRESENTATION DES AMENAGEMENTS PROJETES AU SUD D'AIMARGUES

3.1 - Scénario 1 – Rideau de palplanche longeant la voie ferrée

3.1.1 - Principe général de l'aménagement projeté

Le scénario retenu à l'issue de la phase AVP (BRL, 2008) et des premières études EGIS, illustré par la figure ci-avant, consiste en l'utilisation du remblai ferroviaire pour assurer la protection, rehaussé par la mise en place d'un écran étanche (rideau de palplanches) naissant à l'angle de la cave coopérative et longeant la voie ferrée en direction de l'Est, jusqu'à rejoindre l'avenue de la gare.

A l'est de l'avenue de la gare, le tracé s'éloigne de la voie ferrée et se poursuit dans les parcelles agricoles avant de s'ancrer dans le remblai routier de la RD979.



FIGURE 13 : RIDEAU DE PALPLANCHE ENVISAGE LE LONG DE LA VOIE FERREE

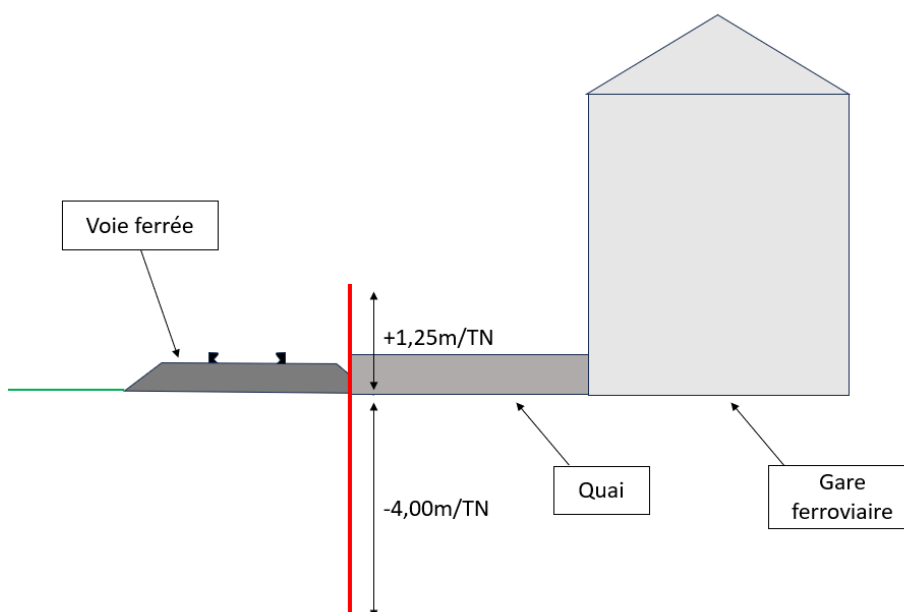


FIGURE 14 : COUPE SCHEMATIQUE DE L'AMENAGEMENT PROJETE AU DROIT DE LA GARE D'AIMARGUES

3.1.2 - Dimensionnement de l'écran en palplanche projeté

Une étude G2PRO a été réalisée par GINGER en 2022 afin d'apporter les justifications géotechniques nécessaires au dimensionnement du système d'endiguement d'Aimargues.

Le long de la voie SNCF, l'étude a conduit à la définition de deux profils d'écran en palplanche :

- **Ecran en palplanche n°1 – Depuis la cave coopérative jusqu'au chemin du mas de Mourgue :**
écran en palplanche PU22, d'une hauteur de +2.5m/TN avec une fiche à -5.0m/TN (longueur 7.5m, ancrage de 1.5m dans les alluvions grossières H3). Les déplacements maximums obtenus en tête sont inférieurs à 2cm ;
- **Ecran en palplanche n°2 – Depuis le chemin du mas de Mourgue jusqu'à l'avenue de la gare :**
écran en palplanche PU12, d'une hauteur de +1.25m/TN et une fiche à -4.0m/TN (longueur 6.25m, ancrage de 1.0m dans les alluvions fines H2). Les déplacements maximums obtenus en tête sont inférieurs à 5mm.

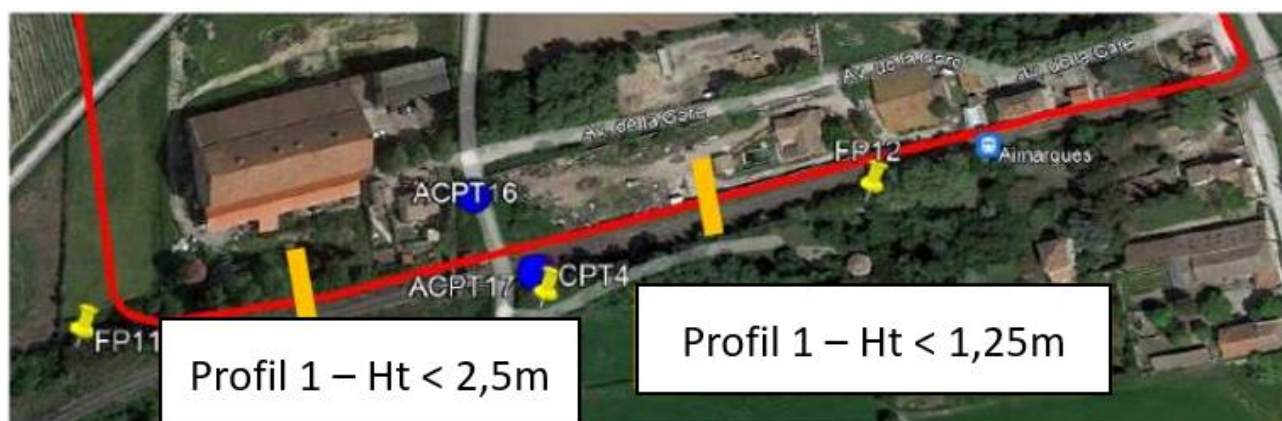


FIGURE 15 : DIMENSIONNEMENT DES ECRANS EN PALPLANCHES (G2PRO, GINGER, 2022)

3.1.3 - Impacts hydrauliques du projet

Une modélisation hydraulique à l'état projet a été réalisée avec l'ajout de la digue de second rang, afin d'évaluer son impact sur les différentes crues. **L'aménagement d'un rideau de palplanche le long de la voie ferrée, décrit dans les deux chapitres précédents, a été intégré au modèle.**

3.1.3.1 - Présentation des résultats à l'échelle de la commune

Les figures suivantes permettent de visualiser l'étendue de l'inondation pour les crues Q_{2002} (crue de référence), et Q_{3000} m³/s.

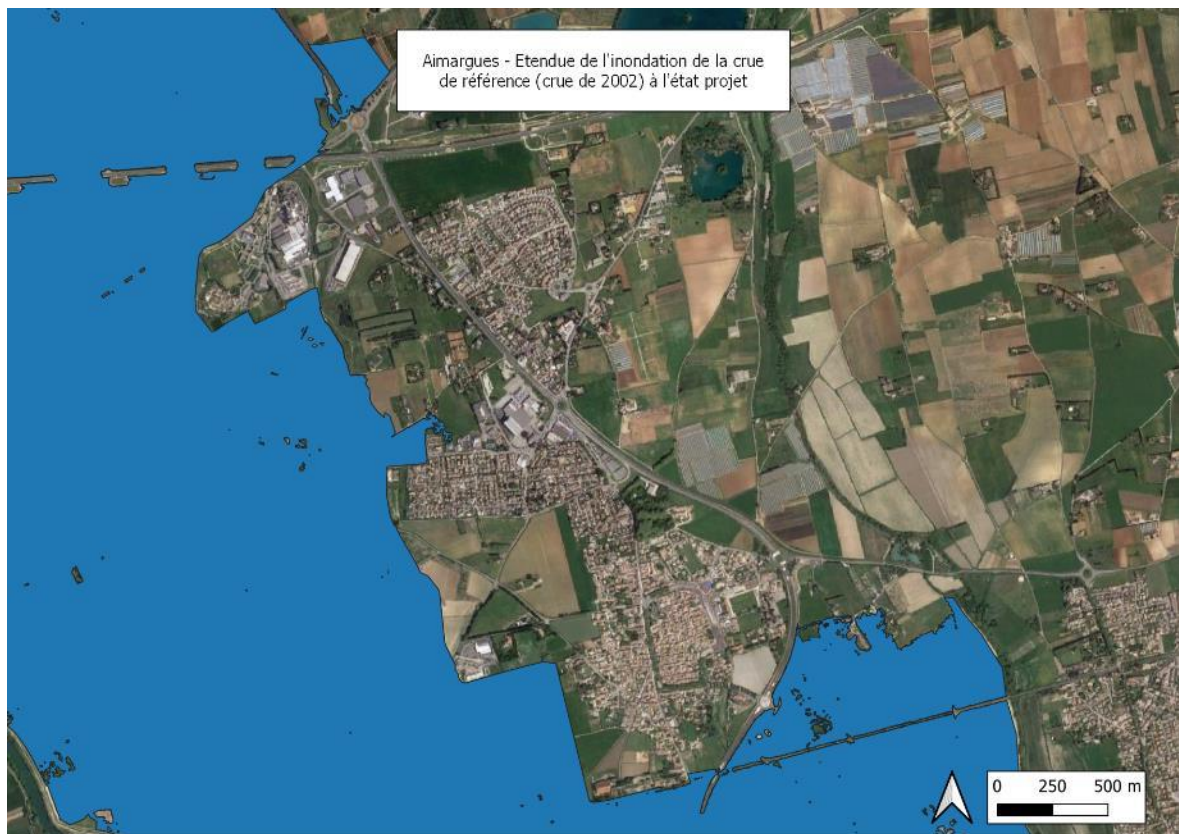


FIGURE 16 : ETENDUE DE L'INONDATION POUR UNE CRUE Q_{2002} A L'ETAT PROJET (EGIS, 2019)

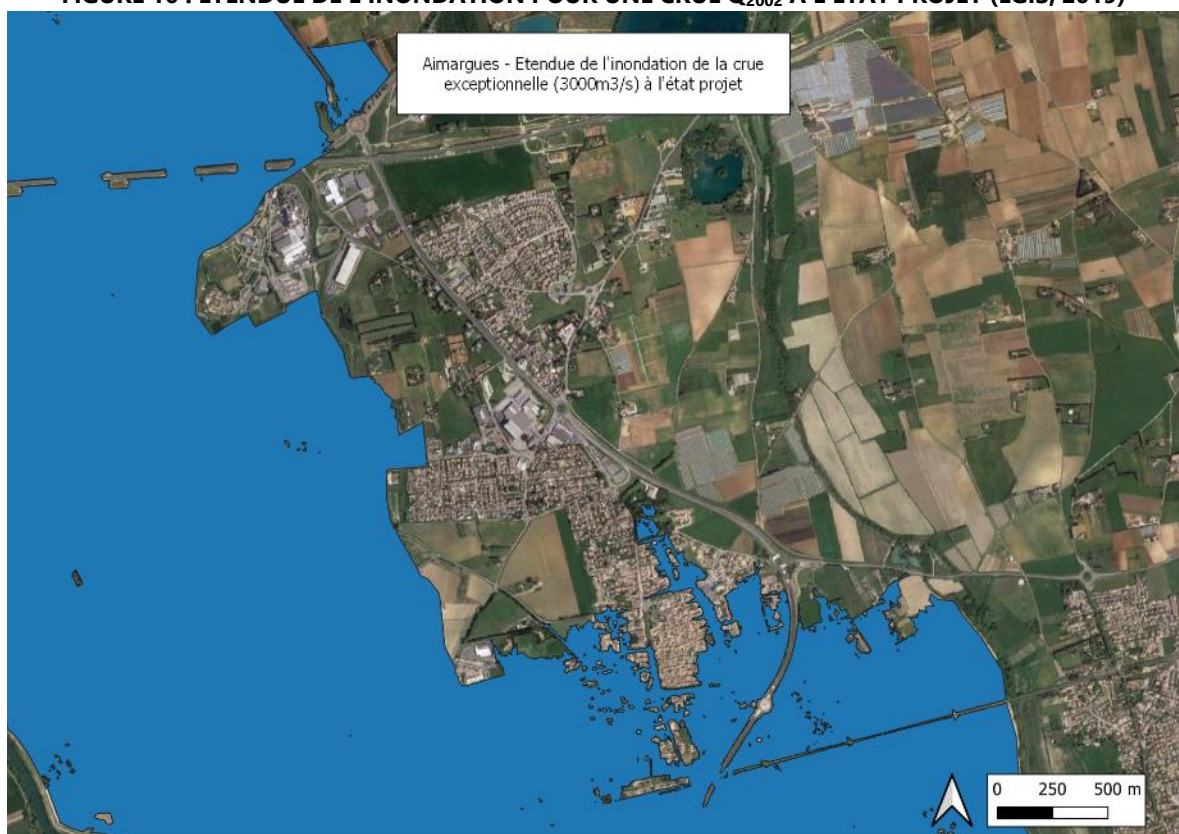


FIGURE 17 : ETENDUE DE L'INONDATION POUR UNE CRUE Q_{3000} M3/S A L'ETAT PROJET (EGIS, 2019)

Les figures précédentes démontrent le rôle protecteur de la digue de second rang jusqu'à la crue de 2002 (crue de référence). Par ailleurs, elles mettent en avant le rôle du déversoir dont la cote est calée sur la crue de 2002 : pour une crue supérieure à la crue de 2002, les inondations se font par le sud grâce au déversoir et le remplissage de l'emprise inondée est contrôlé.

3.1.3.2 - Présentation des résultats à proximité de la voie ferrée au sud d'Aimargues

3.1.3.2.1 - Hauteurs d'eau

Les figures suivantes illustrent les différentes étendues d'inondation sur le secteur d'étude à l'état projet !

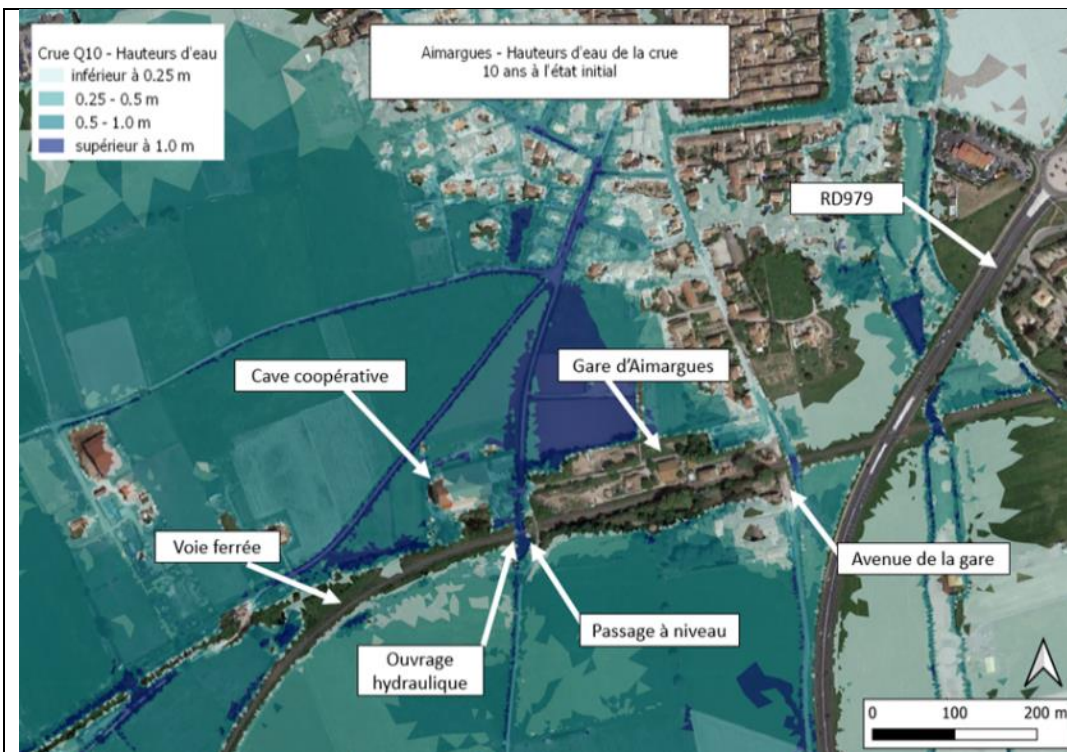


FIGURE 18 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 10 ANS A L'ETAT INITIAL

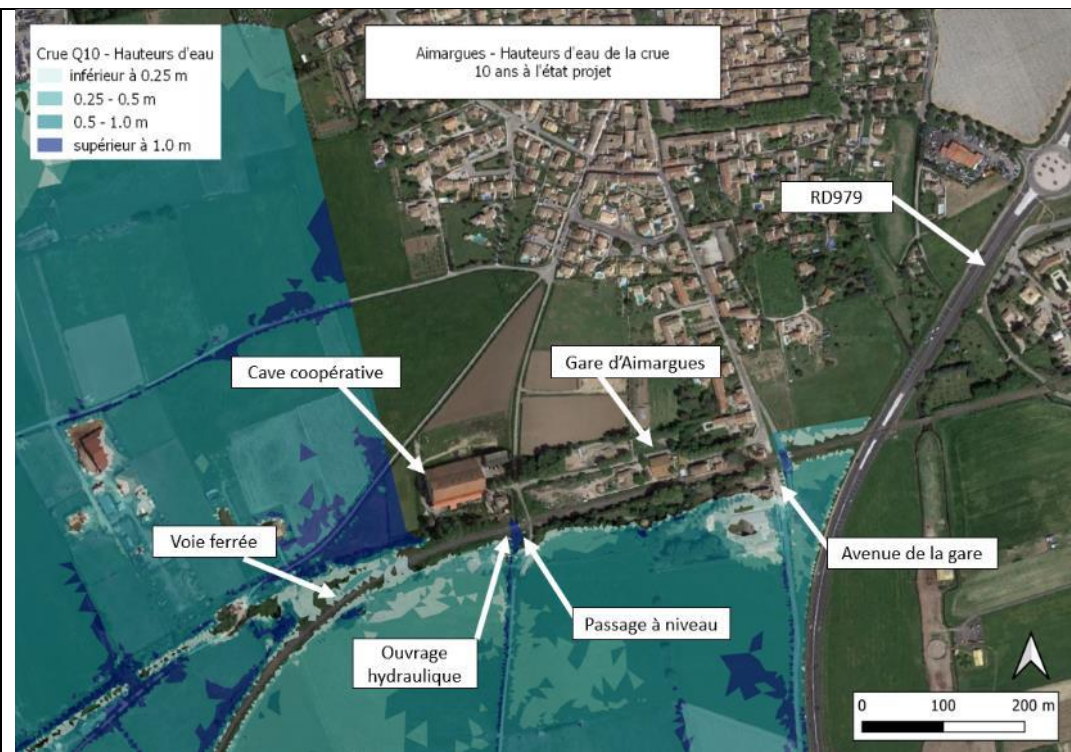


FIGURE 19 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 10 ANS A L'ETAT PROJET

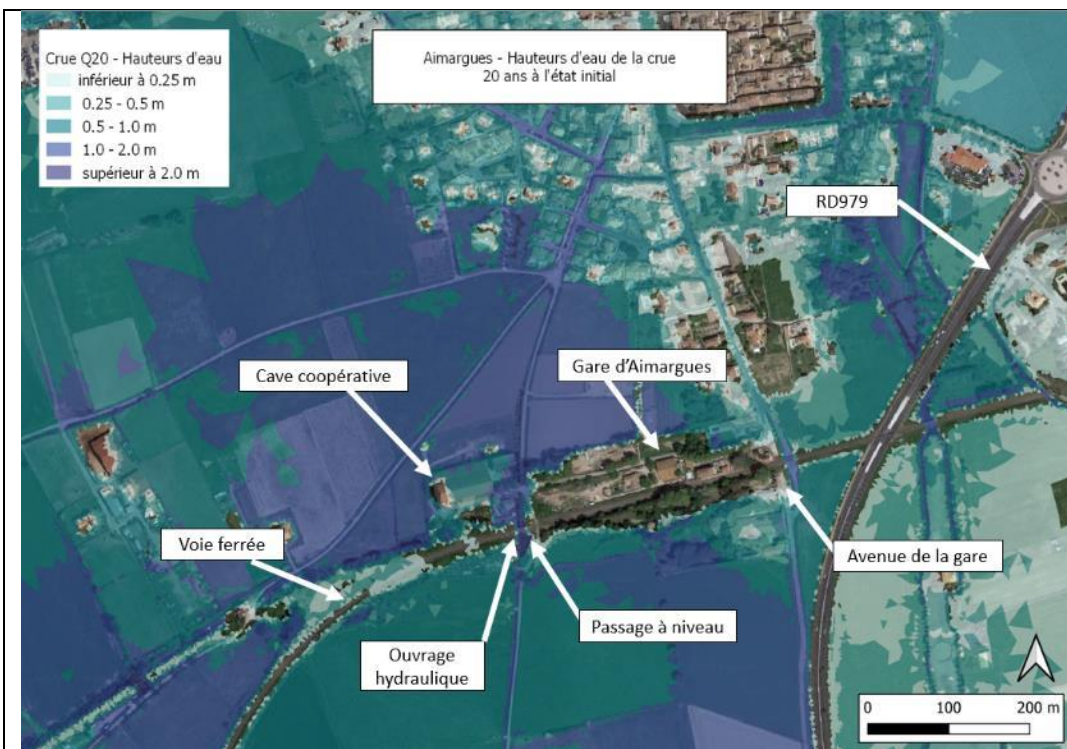


FIGURE 20 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 20 ANS A L'ETAT INITIAL

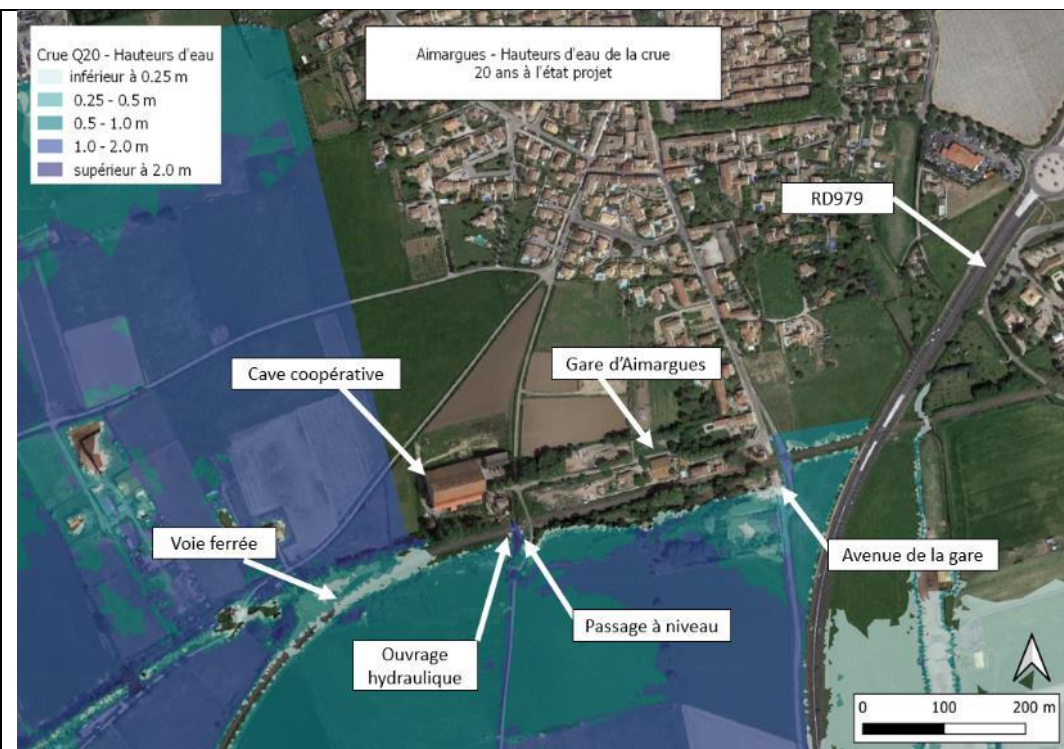


FIGURE 21 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 20 ANS A L'ETAT PROJET

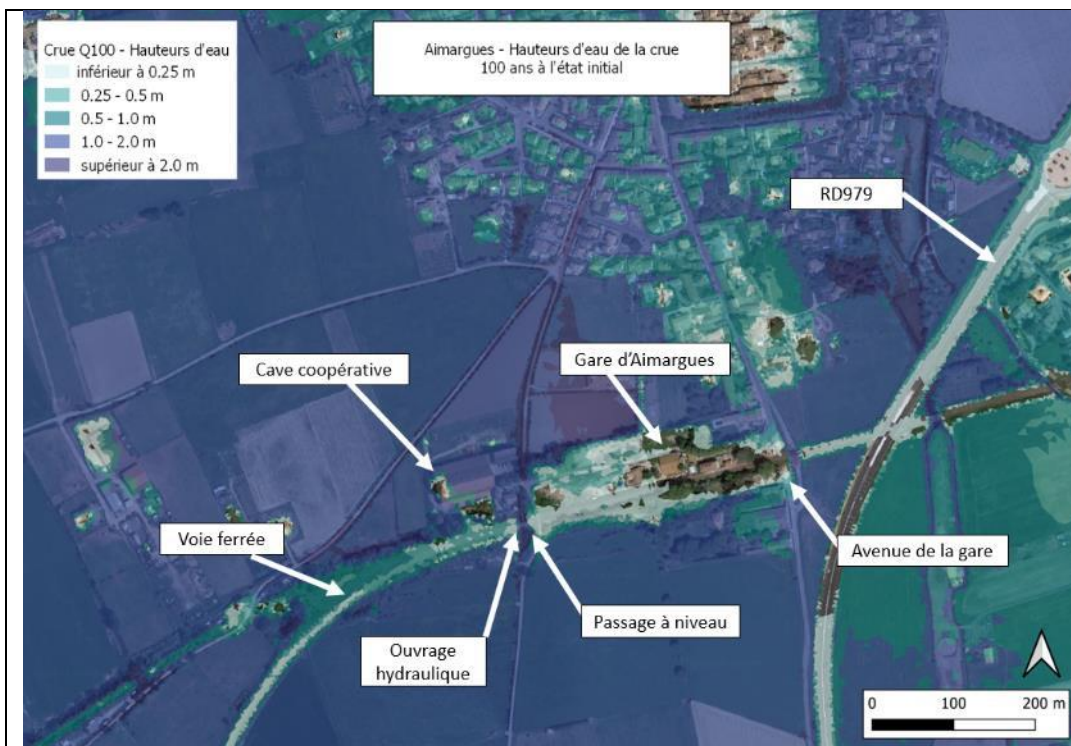


FIGURE 22 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 100 ANS A L'ETAT INITIAL

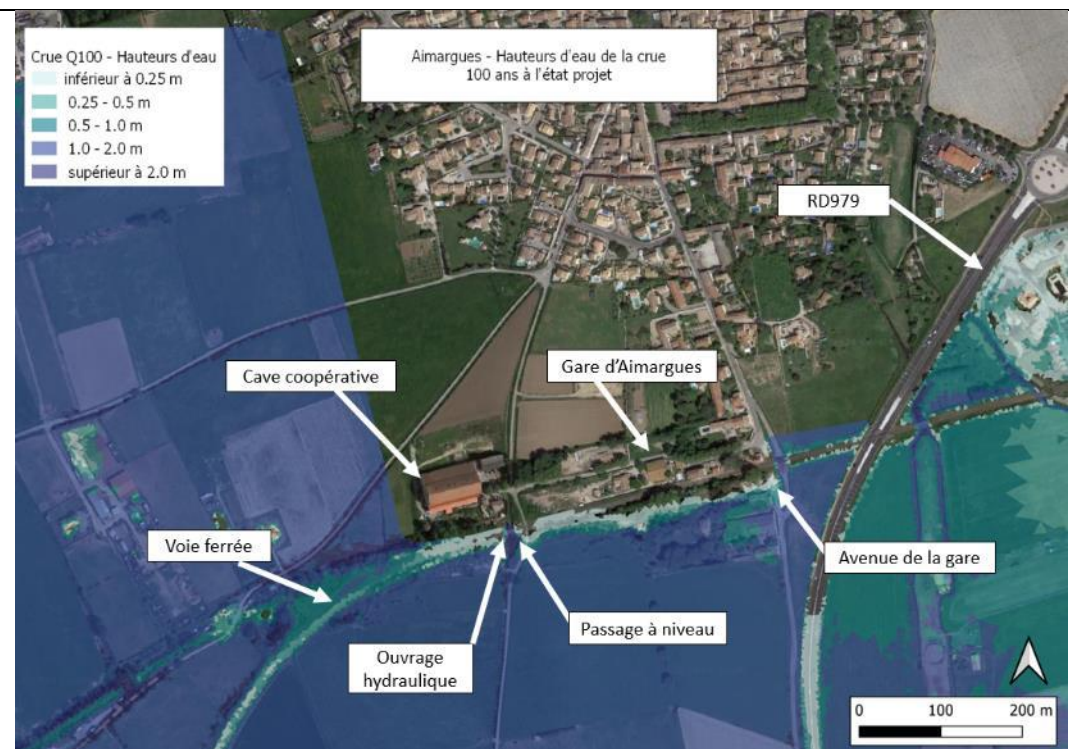


FIGURE 23 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 100 ANS A L'ETAT PROJET

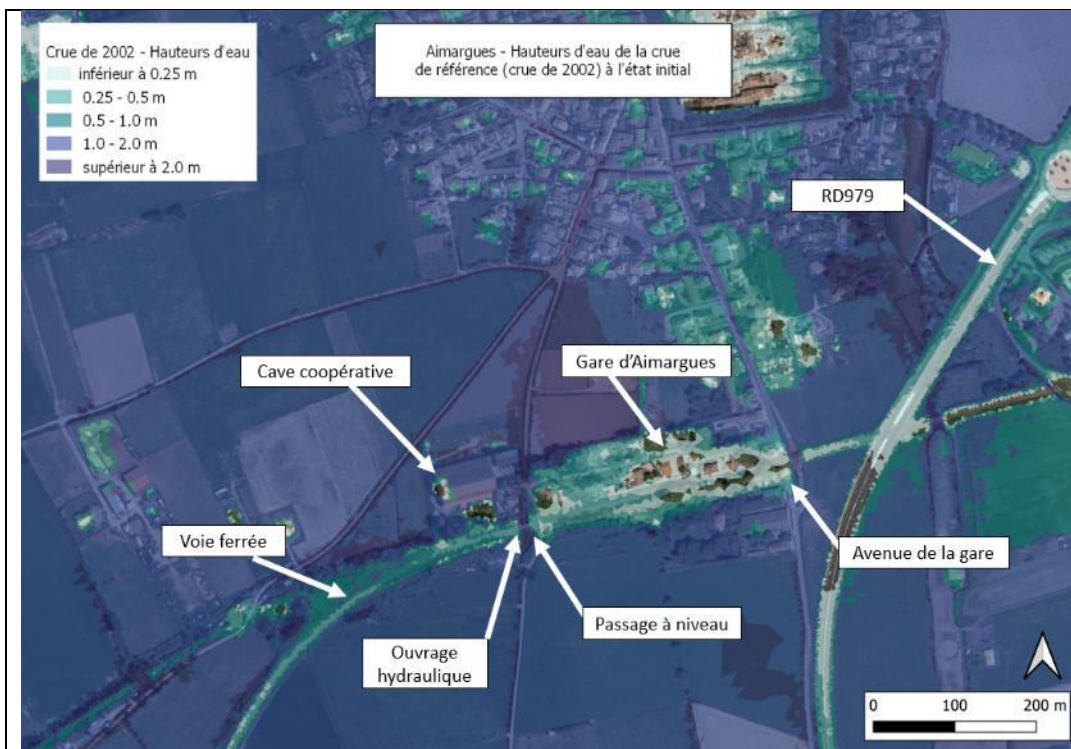


FIGURE 24 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L'ETAT INITIAL

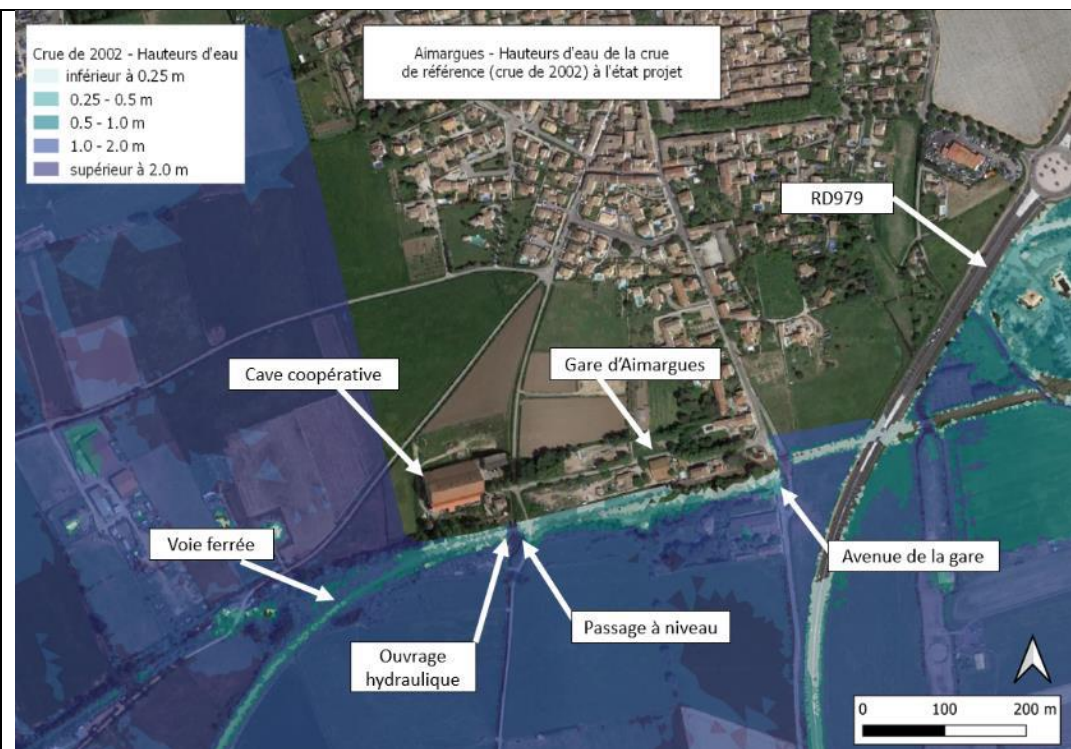


FIGURE 25 : HAUTEURS D'EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L'ETAT PROJET

3.1.3.2.2 - Vitesses d'écoulement

Les figures suivantes illustrent les vitesses d'écoulement sur le secteur d'étude à l'état projet :

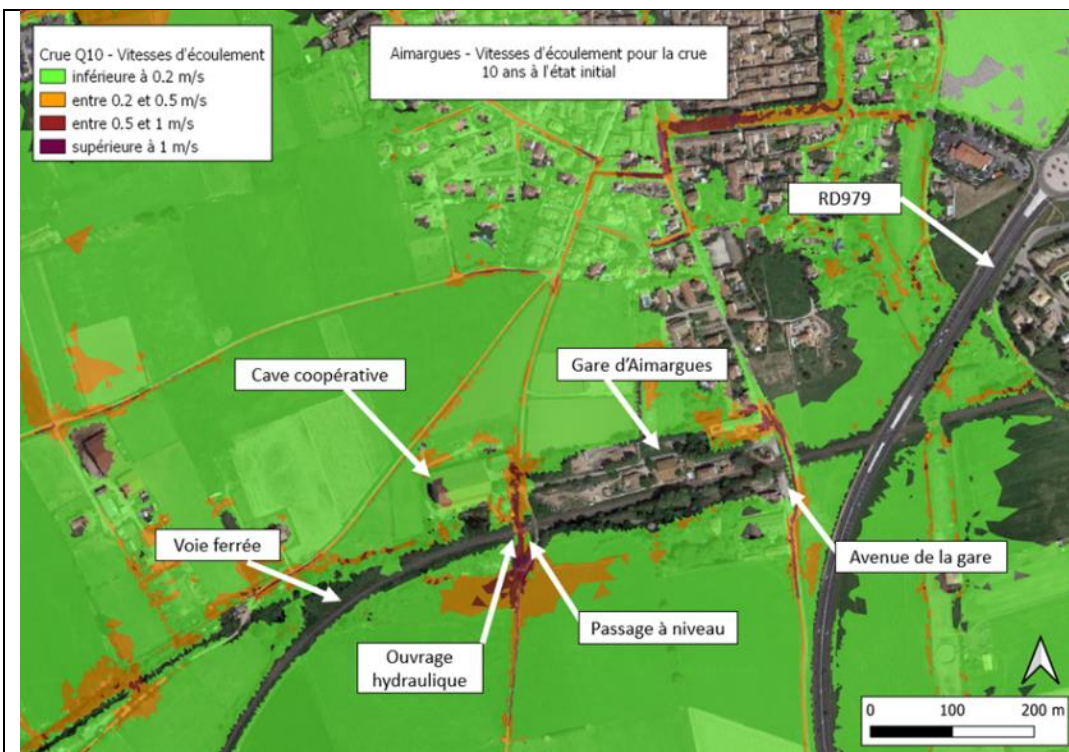


FIGURE 26 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 10 ANS A L'ETAT INITIAL

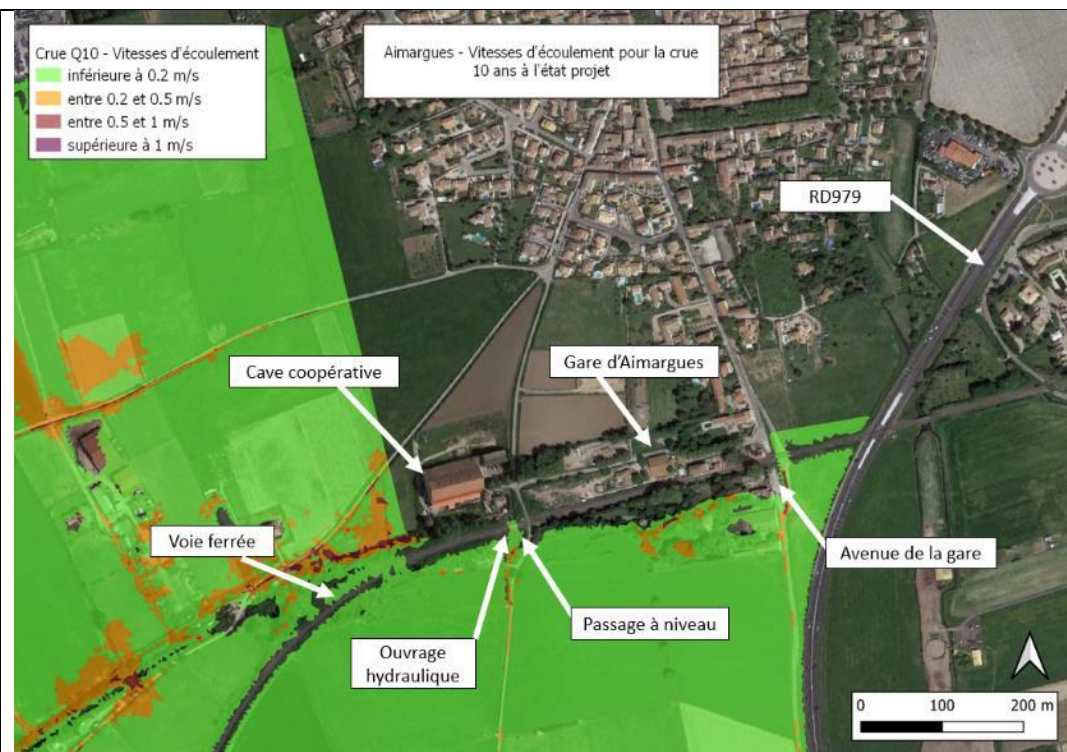


FIGURE 27 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 10 ANS A L'ETAT PROJET

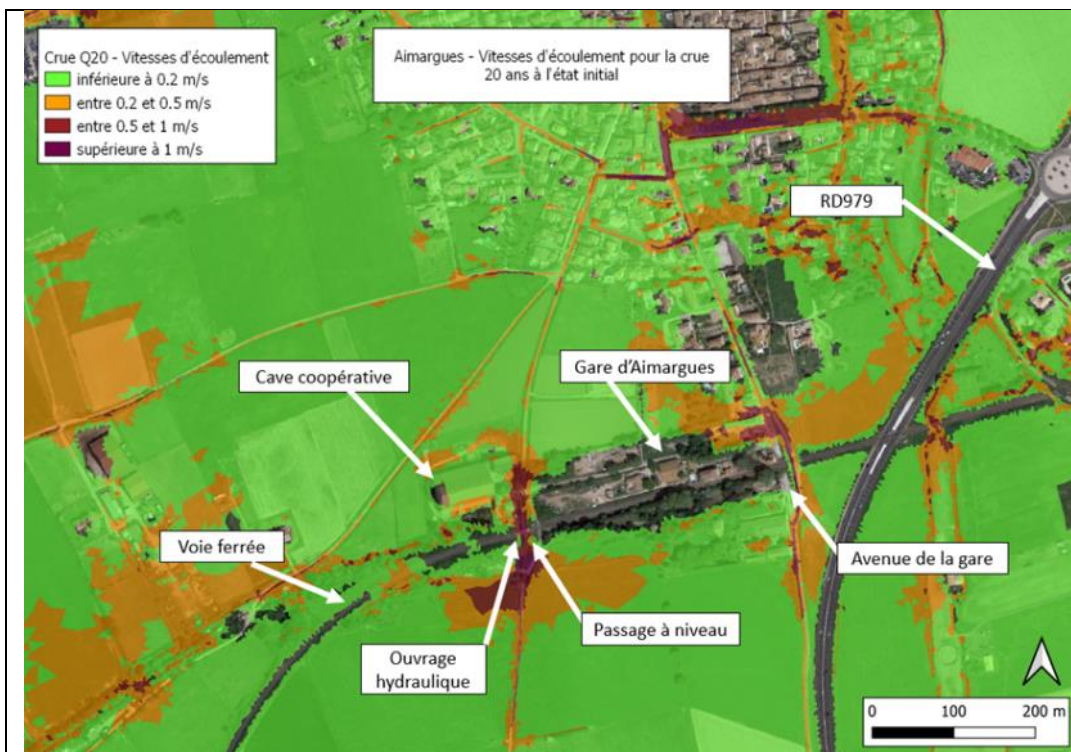


FIGURE 28 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 20 ANS A L'ETAT INITIAL

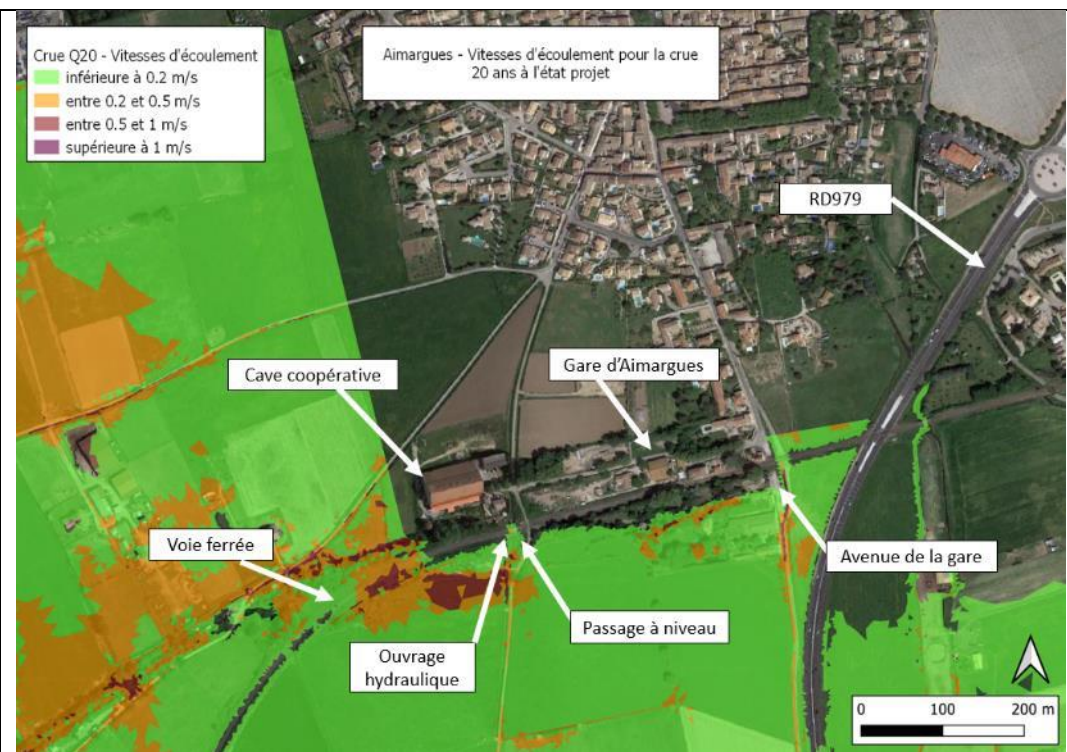


FIGURE 29 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 20 ANS A L'ETAT PROJET

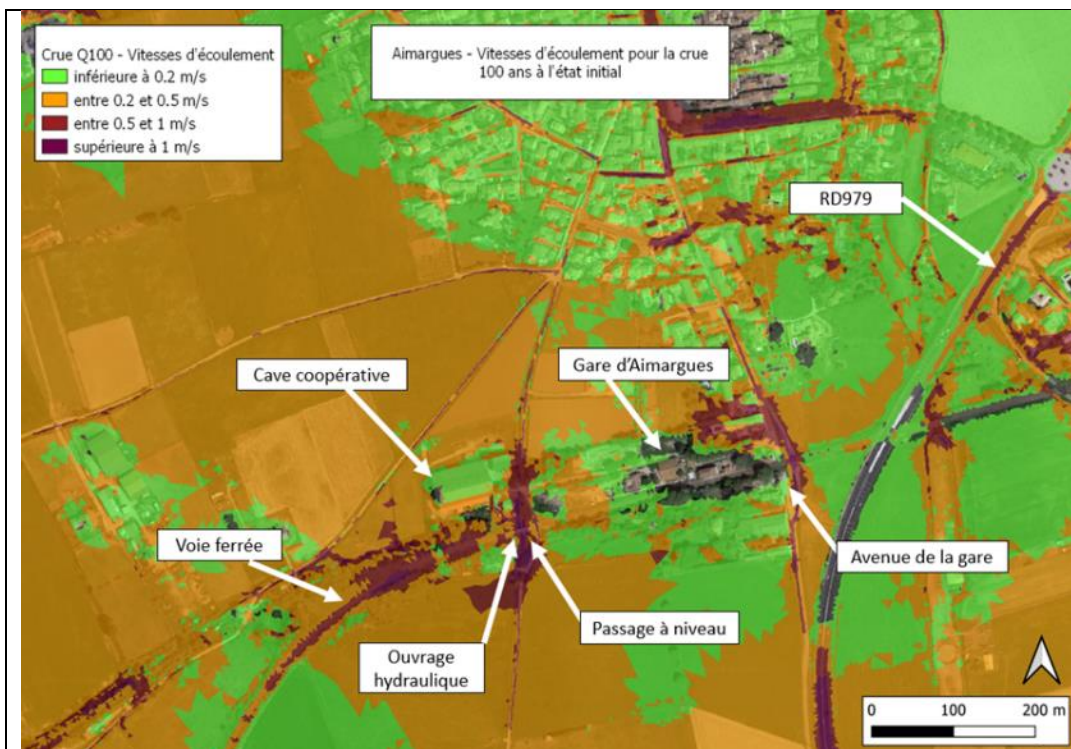


FIGURE 30 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERRÉE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 100 ANS À L'ÉTAT INITIAL

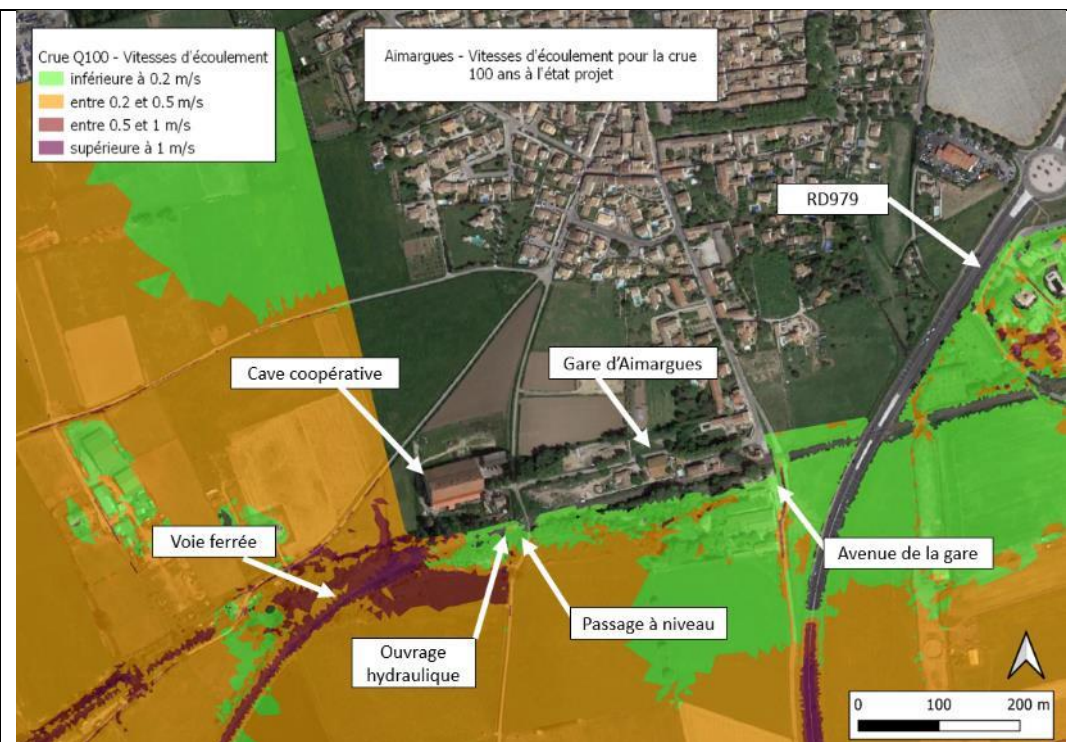


FIGURE 31 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERRÉE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE 100 ANS À L'ÉTAT PROJET

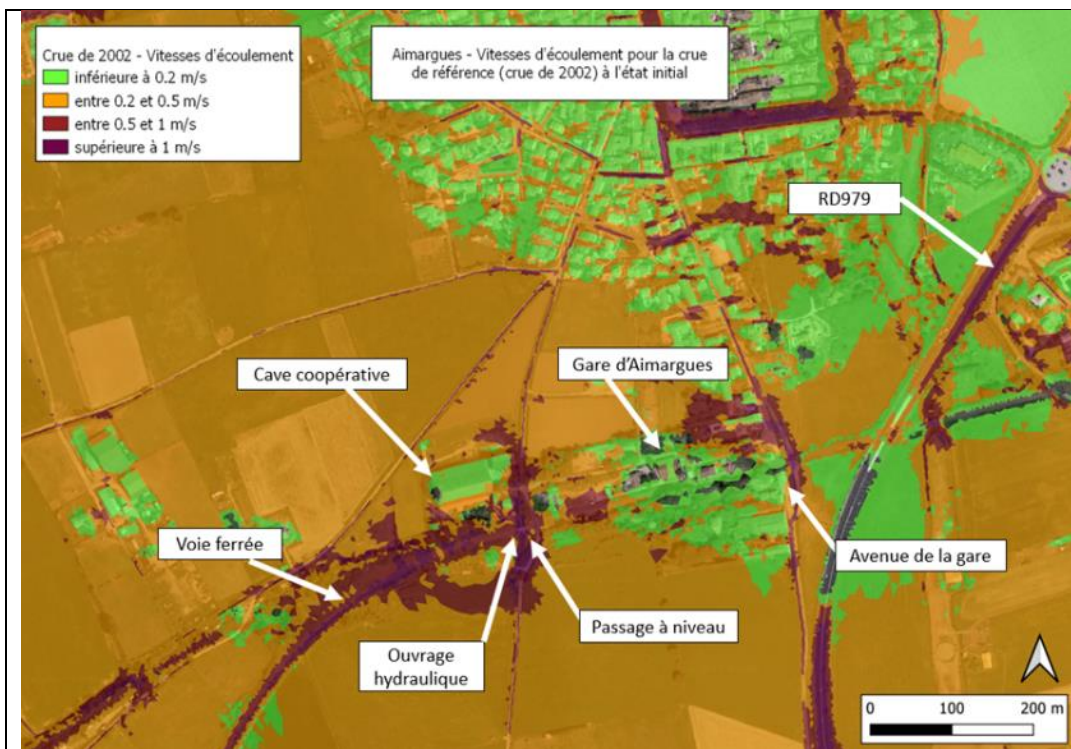


FIGURE 32 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L'ETAT INITIAL

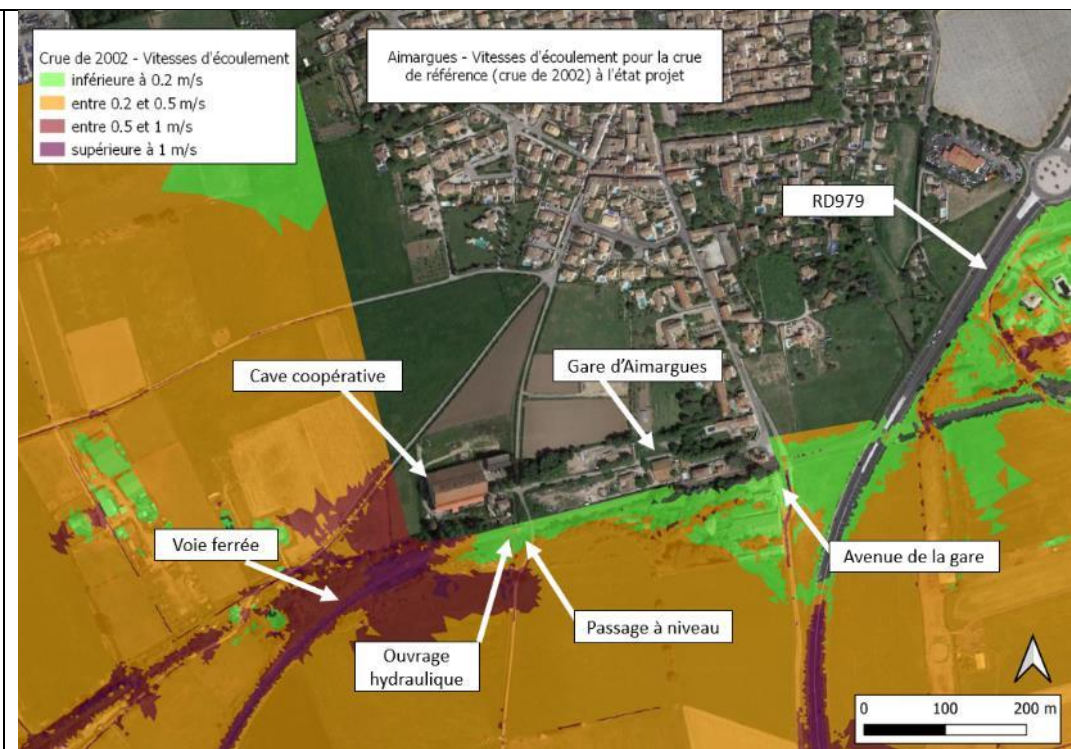


FIGURE 33 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L'ETAT PROJET

3.1.3.3 - Impacts du projet sur le fonctionnement hydraulique du secteur d'étude

La figure suivante compare les cotes d'eau en état projet par rapport à l'état initial pour la crue de référence : le projet de digue de 2nd rang entraîne une surcote maximale supérieure à +25 cm en pied de digue sur un petit tronçon situé entre le chemin de St Roman et le chemin Gerbu.

Concernant la voie ferrée située au sud d'Aimargues, il ressort que :

- Sur le tronçon de voie ferrée situé entre la cave coopérative et la RD979, qui longe le système d'endiguement projeté, une surcote d'environ 2cm est engendrée par le système d'endiguement au sud de la voie ferrée par rapport à l'état initial,
- Sur le tronçon de voie ferrée situé à l'ouest du système d'endiguement,
 - Une surcote d'environ 23cm est engendrée par le système d'endiguement en amont (au nord) de la voie ferrée par rapport à l'état initial,
 - Une surcote d'environ 15cm est engendrée par le système d'endiguement en aval (au sud) de la voie ferrée par rapport à l'état initial.

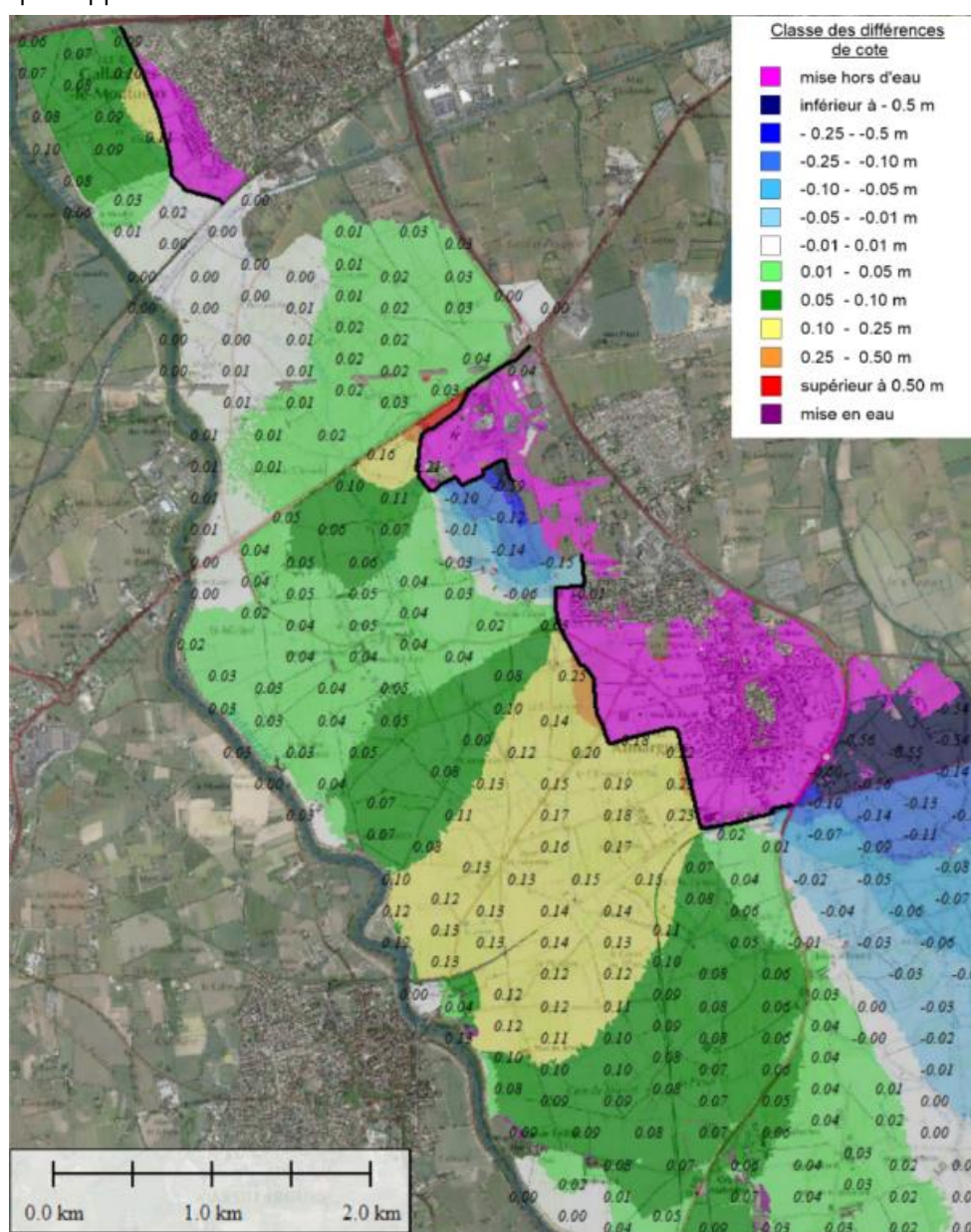


FIGURE 34 : CARTE D'IMPACT SUR LES COTES D'EAU DU SCENARIO 1 PAR RAPPORT A L'ETAT INITIAL, POUR LA CRUE TYPE 2002 (EGIS, 2019)

L'analyse hydraulique détaillée dans les chapitres précédents et ci-dessus permet de montrer que la réalisation de la digue de second rang :

- **Ne modifie que très peu la première occurrence de crue à partir de laquelle les premiers débordements ont lieu sur la voie ferrée** : en état initial (sans digue) comme en état projet (avec digue), les premiers débordements ont lieu pour des crues d'occurrence supérieure à la crue décennale,
- **Augmente légèrement et localement les vitesses d'écoulement observées aux abords de la voie SNCF** par rapport à l'état actuel (en pied de remblai ainsi qu'en crête de remblai en cas de surverse),
- **Ne modifie pas les débordements sur la voie ferrée pour la crue de référence** (crue de 2002) : en état initial comme en état projet, la quasi-totalité de la voie ferrée est submergée avec une lame d'eau de l'ordre de 20cm à 30cm de hauteur.

Concernant le différentiel de niveau d'eau observé en période de crue de part et d'autre du remblai ferroviaire (entre les pieds de remblai amont et aval) :

- Sur le tronçon SNCF situé à l'ouest de la cave coopérative, la réalisation de la digue de second rang ne modifie pas le différentiel de niveau d'eau observé à l'état initial : quelle que soit la crue considérée, ce différentiel reste environ égal à 60cm.
- **Sur le tronçon SNCF situé au droit du système d'endiguement projeté, entre la cave coopérative et la RD979, la réalisation de la digue de second rang supprime les différentiels de niveaux d'eau observés à l'état initial, limitant ainsi l'initiation de phénomènes d'érosion interne sur l'ouvrage SNCF.**

La figure suivante présente le profil en long :

- De la ligne d'eau pour la crue de référence,
- De la ligne d'eau pour la crue exceptionnelle,
- Du terrain naturel au droit du tracé de digue projeté dans le cas du scénario 1, qui ne correspond donc pas à la crête du remblai ferroviaire mais plutôt à celle d'un tracé parallèle à celui-ci côté ville et qui intègre donc plusieurs singularités : ouvrage hydraulique passant sous la voie ferrée, chemin du Mas de Mourgue en remblai, quai de la gare en surélévation, etc.
- De la crête de digue dans le cas du scénario 1.

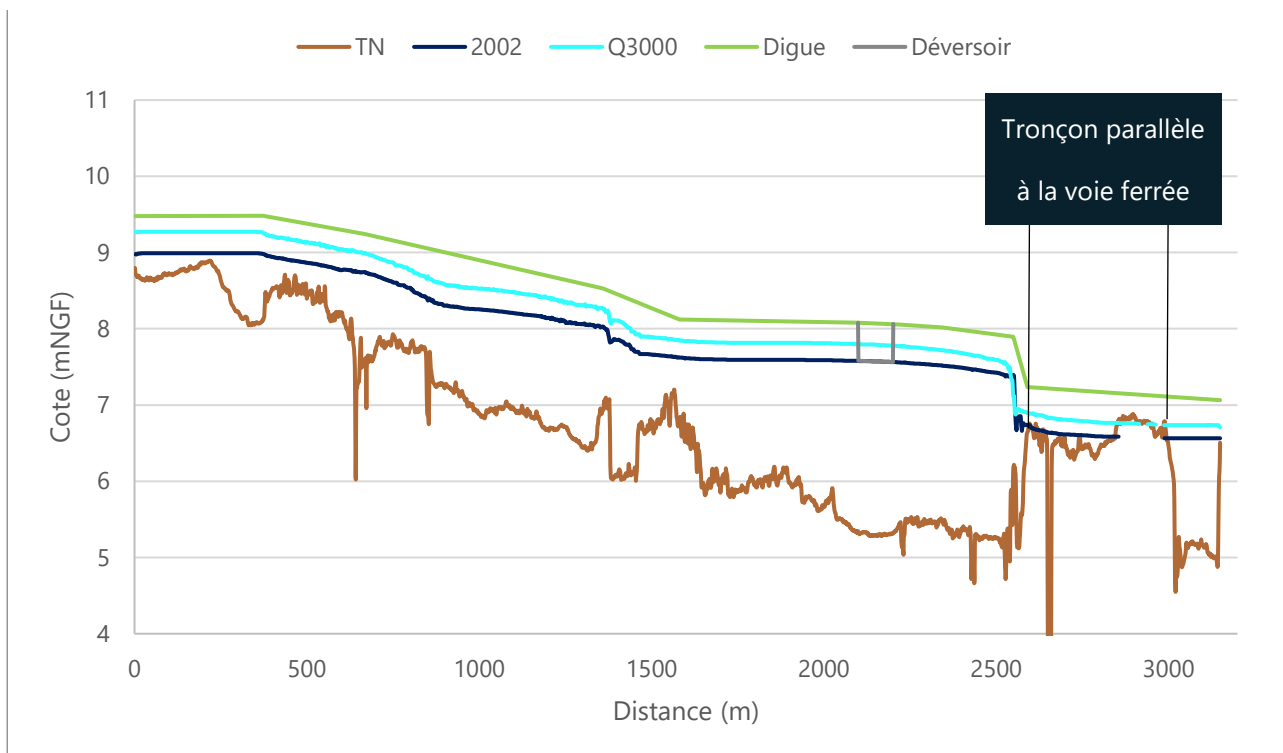


FIGURE 35 : PROFIL EN LONG DES LIGNES D'EAU MODELISEES AU DROIT DU SOUS-SYSTEME D'ENDIGUEMENT « SUD » A L'ETAT PROJET (EGIS, 2019)

Pour la crue de référence, les hauteurs d'eau au pied du remblai ferroviaire avoisinent 1,50m, **résultant en une lame d'eau environ 20cm à 30cm en crête de l'ouvrage SNCF, en état initial comme en état projet :**

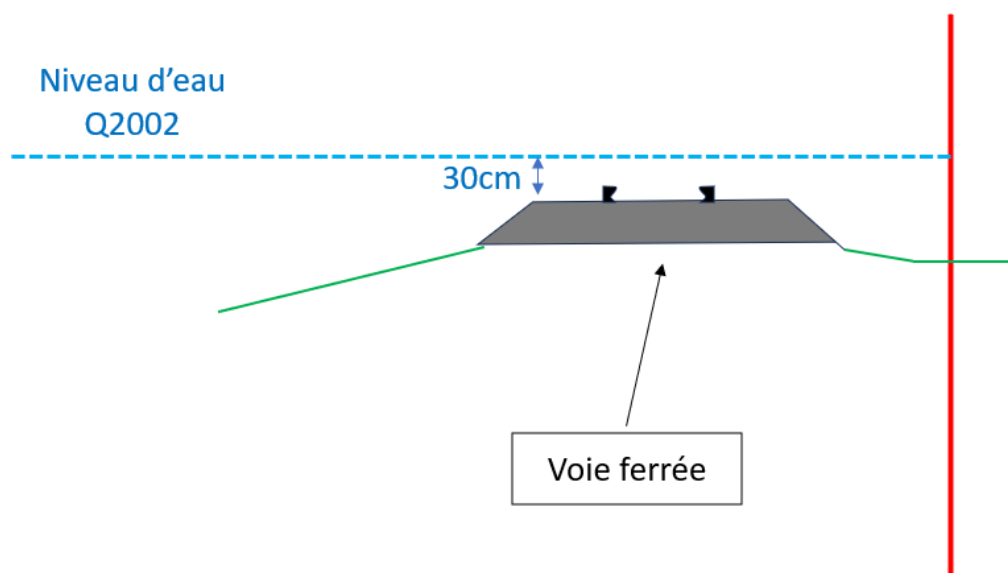


FIGURE 36 : COUPE SCHEMATIQUE DE L'OUVRAGE PROJETE POUR UNE CRUE DE REFERENCE

3.1.4 - Avantages et inconvénients de l'aménagement projeté

Comme démontré ci-avant, l'aménagement projeté dans le cadre du scénario 1 ne modifie pas le fonctionnement hydraulique du secteur d'étude.

Compte-tenu des faibles emprises disponibles entre les bâtiments existants et la voie ferrée, un écran mince a été retenu au droit du linéaire étudié. Contrairement à la réalisation de murs béton, la mise en place d'un rideau de palplanche ne requiert pas de travaux de terrassement spécifiques pour la fondation nécessitant de larges fouilles et l'utilisation de systèmes de blindage à proximité des rails.

Cependant, la mise en place d'un tel aménagement semble complexe pour différentes raisons :

- Faible espace disponible entre la voie ferrée et les habitations, engendrant des difficultés et des risques liés à la mise en place d'un rideau de palplanches, et ne permettant pas un accès continu pour la maintenance de l'ouvrage ;
- Problème de drainage pluvial de l'arase du remblai ferroviaire engendré par la mise en place d'un rideau étanche le long des rails,
- Présence d'un ouvrage hydraulique ferroviaire conséquent devant être traversé, nécessitant la mise en place d'un rideau de palplanche relativement haut pour écarter la protection au droit de l'ouvrage en maçonnerie existant, avec ajout d'un ouvrage vanné pour éviter les retours d'eau ;
- Présence d'un passage à niveau, nécessitant la mise en place d'un batardeau pour assurer la continuité de protection ;
- Accès aux quais de la gare mis en difficulté par un tel aménagement ;
- Présence de nombreux réseaux au croisement de la voie ferrée avec l'avenue de la gare, nécessitant de nombreux dévoiements.



FIGURE 37 : CONTRAINTES RENCONTREES SUR LE SECTEUR D'ETUDE



FIGURE 38 : FAIBLE ESPACE DISPONIBLE POUR LA MISE EN PLACE DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT



FIGURE 39 : OUVRAGE HYDRAULIQUE TRAVERSANT LA VOIE FERREE



FIGURE 40 : PASSAGE A NIVEAU NECESSITANT LA MISE EN PLACE D'UN BATARDEAU



FIGURE 41 : ACCES A LA GARE DEVANT ETRE CONSERVE



FIGURE 42 : PRESENCE DE NOMBREUX RESEAUX AU CROISEMENT ENTRE LA VOIE FERREE ET L'AVENUE DE LA GARE

3.3 - Scénario 2 – Contournement de la voie ferrée par une digue en remblai

3.3.1 - Principe général de l'aménagement projeté

La seconde solution proposée consiste à contourner la voie ferrée par le Sud avant de revenir ceinturer l'est de la commune et fermer le système d'endiguement à proximité de la RD979.

La figure suivante illustre ce tracé :

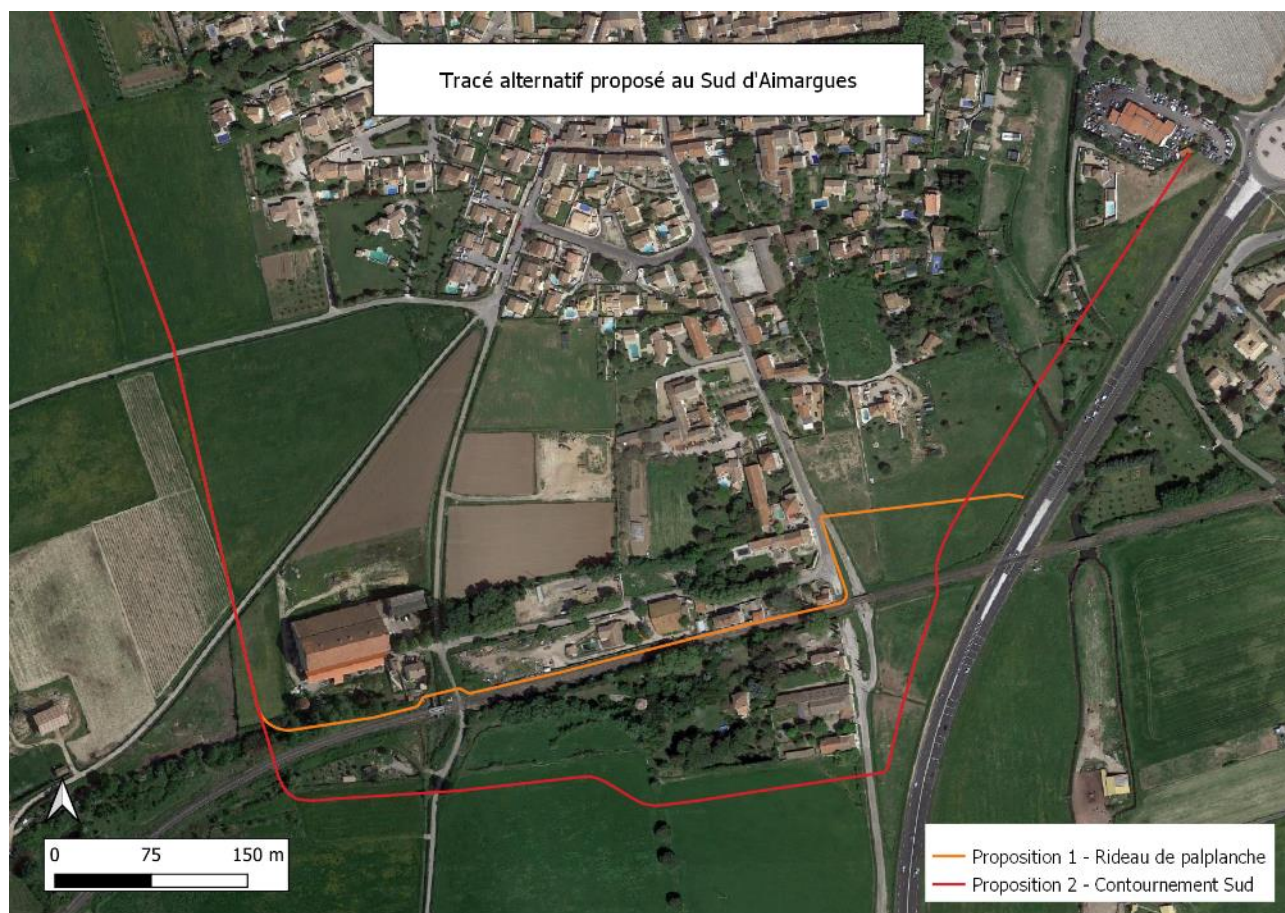


FIGURE 43 : TRACES DES DEUX SOLUTIONS PROPOSEES POUR LA FERMETURE DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT

Contrairement au premier scénario, aucune contrainte d'espace nécessite la mise en œuvre d'un rideau mince le long de ce tracé. Ainsi, l'aménagement contournant la voie ferrée sera ici réalisé au moyen d'une digue en remblai selon le même profil que le profil courant, avec une hauteur variable entre 2,0 et 2,5m :

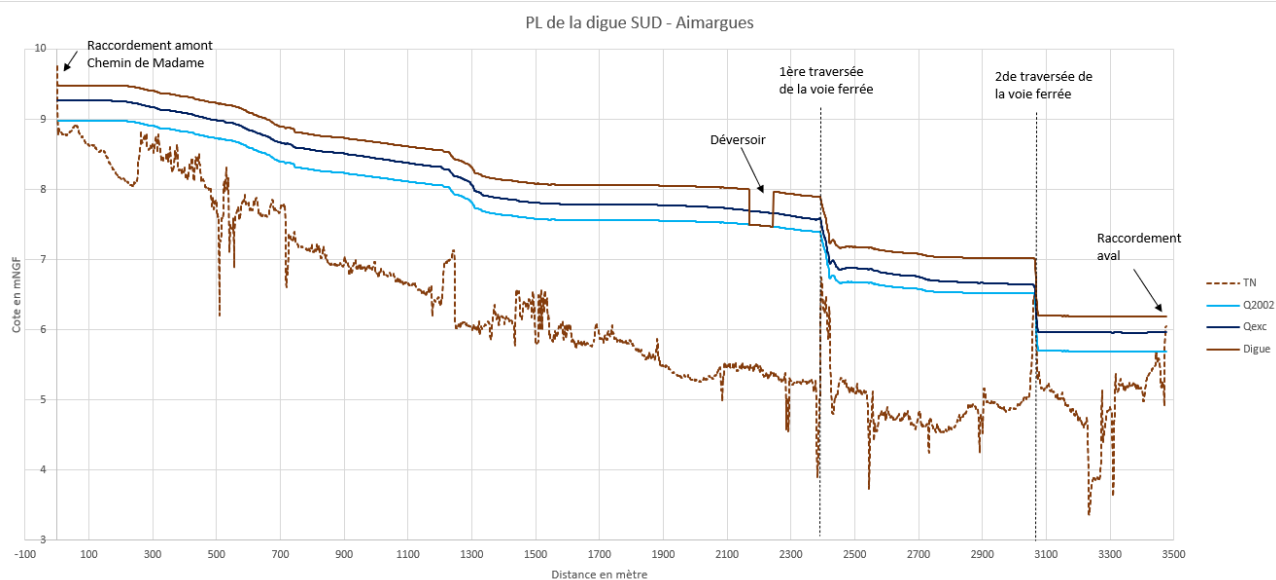


FIGURE 44 : SOLUTION 2 - PROFIL EN LONG DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT (EGIS, 2024)

3.3.2 - Impacts hydrauliques du projet

Une nouvelle modélisation hydraulique à l'état projet a été réalisée en 2024 **en considérant le système d'endiguement projeté dans le cadre du scénario 2**, afin d'évaluer son impact en période de crue.

3.3.2.1 - Présentation des résultats à l'échelle de la commune

La figure suivante permet visualiser l'étendue de l'inondation pour la crue Q_{2002} (crue de référence).



FIGURE 45 : ETENDUE DE L'INONDATION POUR UNE CRUE Q_{2002} A L'ETAT PROJET (EGIS, 2024)

3.3.2.2 - Présentation des résultats à proximité de la voie ferrée au sud d’Aimargues

3.3.2.2.1 - Hauteurs d’eau

Les figures suivantes illustrent les différentes étendues d’inondation sur le secteur d’étude à l’état projet :



FIGURE 46 : HAUTEURS D’EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D’AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L’ETAT INITIAL

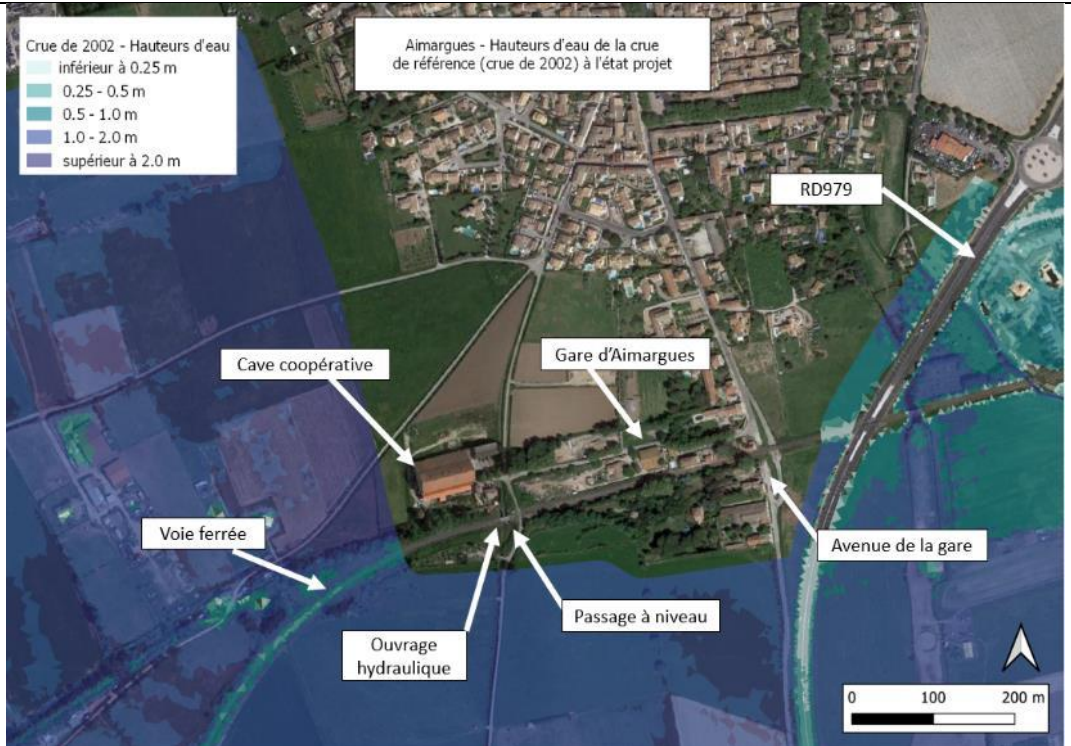


FIGURE 47 : HAUTEURS D’EAU AU DROIT DE LA VOIE FERREE AU SUD D’AIMARGUES POUR LA CRUE DE REFERENCE A L’ETAT PROJET

3.3.2.2.2 - Vitesses d’écoulement

Les figures suivantes illustrent les vitesses d’écoulement sur le secteur d’étude à l’état projet :

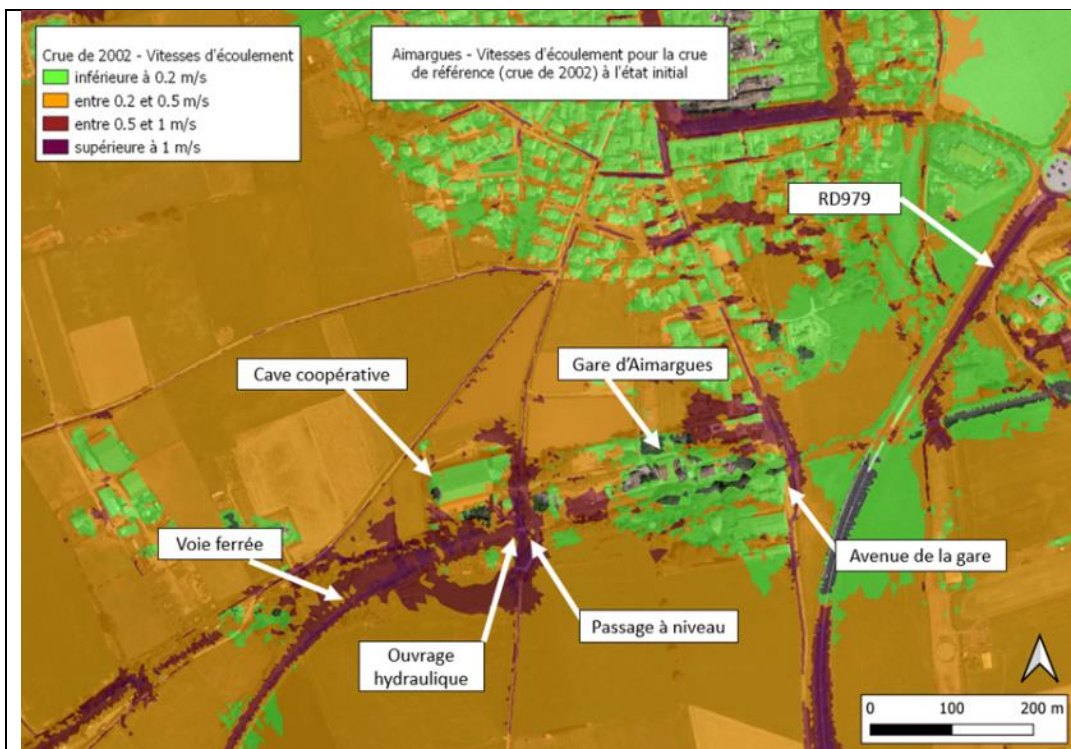


FIGURE 48 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERRÉE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE RÉFÉRENCE À L'ÉTAT INITIAL

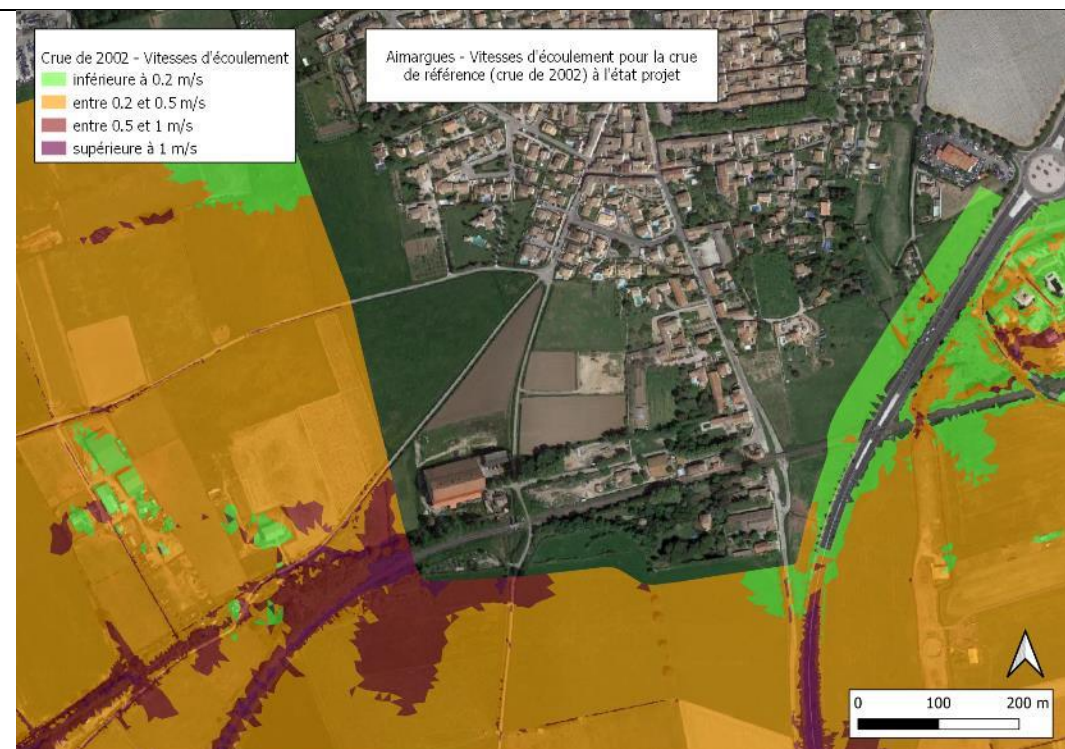


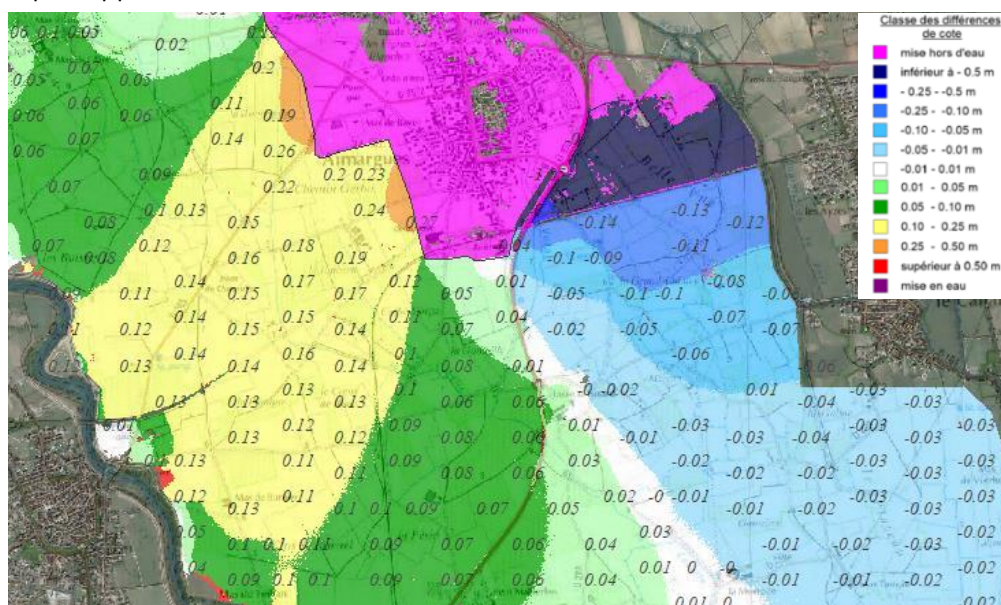
FIGURE 49 : VITESSES D'ÉCOULEMENT AU DROIT DE LA VOIE FERRÉE AU SUD D'AIMARGUES POUR LA CRUE DE RÉFÉRENCE À L'ÉTAT PROJET

3.3.2.3 - Impacts du projet sur le fonctionnement hydraulique du secteur d'étude

La figure suivante compare les cotes d'eau en état projet par rapport à l'état initial pour la crue de référence.

Concernant la voie ferrée située au sud d'Aimargues, il ressort que :

- Le tronçon de voie ferrée situé entre la cave coopérative et la RD979 est maintenant intégré à la zone protégée (mise hors d'eau),
- Sur le tronçon de voie ferrée situé à l'ouest du système d'endiguement,
 - Une surcote d'environ 17cm est engendrée par le système d'endiguement en amont (au nord) de la voie ferrée par rapport à l'état initial,
 - Une surcote d'environ 12cm est engendrée par le système d'endiguement en aval (au sud) de la voie ferrée par rapport à l'état initial.



- La réalisation de la digue de second rang **ne modifie pas les débordements sur la voie ferrée pour la crue de référence** (crue de 2002) : en état initial comme en état projet, le tronçon de voie ferrée situé à l'ouest de la cave coopérative est submergé avec une lame d'eau de l'ordre de 50cm de hauteur.

La figure suivante présente le profil en long :

- De la ligne d'eau pour la crue de référence,
- De la ligne d'eau pour la crue exceptionnelle,
- Du terrain naturel au droit du tracé de digue projeté dans le cas du scénario 2 de contournement de la voie ferrée,
- De la crête de digue dans le cas du scénario 2.

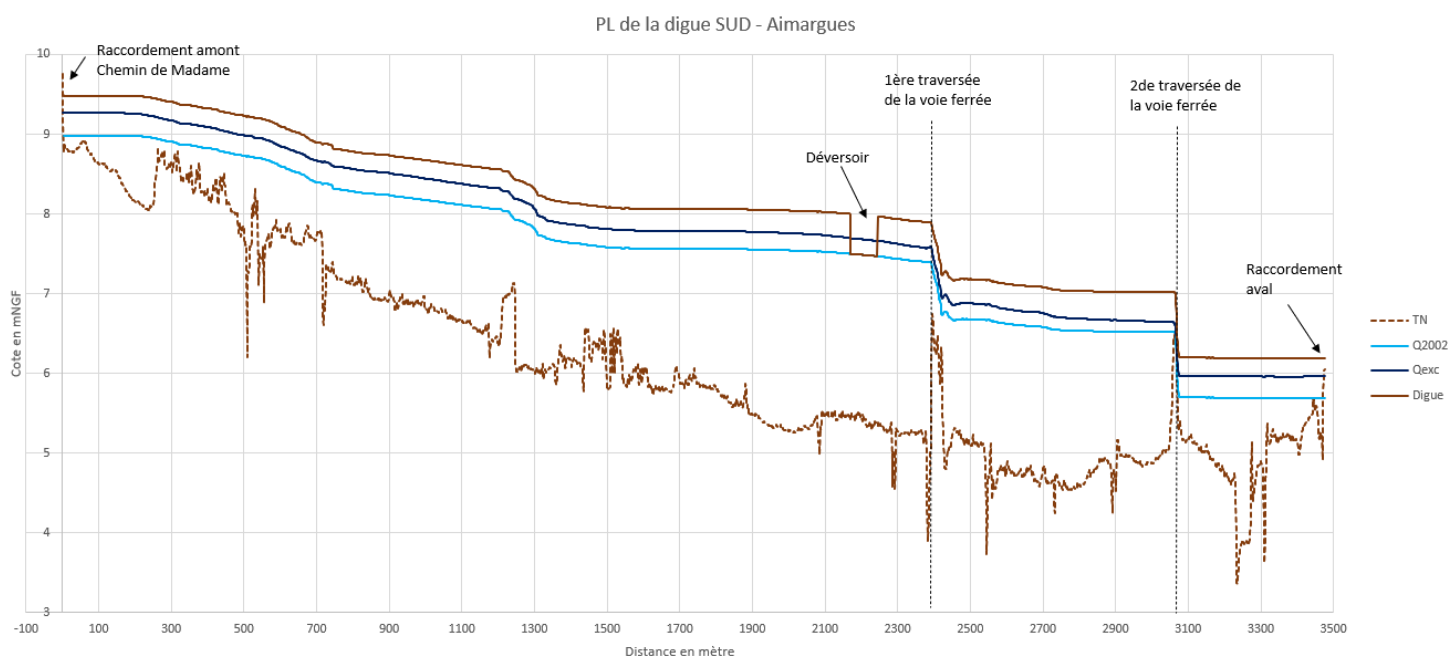


FIGURE 51 : PROFIL EN LONG DES LIGNES D'EAU MODELISEES AU DROIT DU SOUS-SYSTEME D'ENDIGUEMENT « SUD » POUR LE SCENARIO N°2 DE CONTOURNEMENT DE LA VOIE FERREE (EGIS, 2024)

Au droit des deux traversées de la voie ferrée, les hauteurs d'eau obtenues sont :

- Pour la crue de référence :
 - Traversée « Ouest », située à proximité de la cave coopérative : 0,7m,
 - Traversée « Est », située entre le chemin de la Gare et la RD979 : 0m,
- Pour la crue exceptionnelle :
 - Traversée « Ouest »: 0,9m,
 - Traversée « Est », située entre le chemin de la Gare et la RD979 : 0,1m,

Par conséquent, en considérant une revanche de 50cm de hauteur par rapport à la ligne d'eau de la crue de référence, la hauteur du système d'endiguement sera de :

- De 1,2m pour la traversée « Ouest »,
- De 0,5m pour la traversée « Est ».

3.3.3 - Traversées de la voie ferrée

Le scénario d'aménagement n°2 requiert de traverser la voie ferrée à deux reprises. La hauteur de digue au droit de ces deux traversées étant limitée (respectivement de 1,2m et 0,5m), ces interfaces seront assurées grâce à la mise en place de batardeaux amovibles. Ce dispositif permet d'assurer la continuité de la circulation des trains dans des conditions normales et le déploiement du batardeau en cas de crue d'une occurrence supérieure à la crue décennale.

Aujourd'hui, comme le démontre le chapitre 2.2.1 - , la voie ferrée subit d'ores et déjà des venues d'eau pour des crues supérieures à la crue décennale, ce qui nécessite une coupure de la circulation ferroviaire. **La mise en place de batardeaux pour des crues supérieures à la crue décennale n'engendre donc pas de modification du fonctionnement du réseau ferroviaire en période de crue. Par ailleurs, ce type de dispositif ne modifie pas le fonctionnement du réseau ferroviaire hors période de crue. Plusieurs aménagements semblables ont déjà été disposés sur réseaux ferroviaires en France.**



FIGURE 52 : EXEMPLE D'UN BATARDEAU AMOVIBLE MIS EN PLACE SUR DEUX VOIES FERREES A TARASCON (EGIS, 2014)



FIGURE 53 : EXEMPLE D'UN BATARDEAU AMOVIBLE MIS EN PLACE SUR DEUX VOIES FERREES A TARASCON (EGIS, 2014)

La barrière anti-crue sera constituée de poutrelles et poteaux amovibles en alliage d'aluminium extrudé. **La hauteur du dispositif sera de 1,2m pour la traversée Ouest, située à proximité de la cave coopérative, et de 0,5m pour la traversée Est, située entre le chemin de la Gare et la RD979.**

Les différents éléments et outils nécessaires à son montage devront être stockés à proximité, dans un lieu sécurisé et situé en zone protégée. Ces éléments peuvent être rangés sur une palette manipulable par un chargeur ou chariot élévateur, et pourront être déplacés par un ou deux hommes. Le rendement pour mettre en œuvre ce type de dispositif est de l'ordre de 1,5 m² en 5 minutes pour un individu.

Les modalités de déploiement de l'aménagement seront définies et cadrées dans le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) de la ville en accord avec SNCF Réseau.

A chaque extrémité, des massifs bétons ancrés dans la digue et fondés dans le remblai ferroviaire seront réalisés. Ces massifs seront équipés de dispositifs anti-renards hydrauliques afin de limiter les passages préférentiels des eaux à l'interface de la digue et du sol en place. Par mesure de sécurité, ils seront situés à une distance minimale de 2m par rapport à la voie ferrée.

Des glissières verticales seront ancrées dans les voiles béton au droit de la longrine pour permettre l'accueil des poutrelles du batardeau en cas de crue. Des plaques métalliques permettront d'occulter et protéger ces glissières.

Une longrine béton sera aménagée transversalement à la voie ferrée et ancrée à 1m de profondeur dans le sol pour garantir une étanchéité sous l'ouvrage et reprendre les efforts dus à la poussée de l'eau en cas de crue. Des platines équipées de boulons seront disposées à une distance régulière le long de la longrine.

Un joint Waterstop sera mis en place entre la longrine béton et les voiles béton pour garantir l'étanchéité du génie civil.

En cas de crue :

- Des poteaux de renforcement amovibles seront ancrés à la longrine béton par un système de boulonnage au droit des platines,
 - Des poutrelles horizontales de 2m de long seront disposées les unes sur les autres entre les éléments verticaux jusqu'à atteindre la hauteur projet.
- L'étanchéité du dispositif sera assurée par un système composé de joints et de cales de serrage.

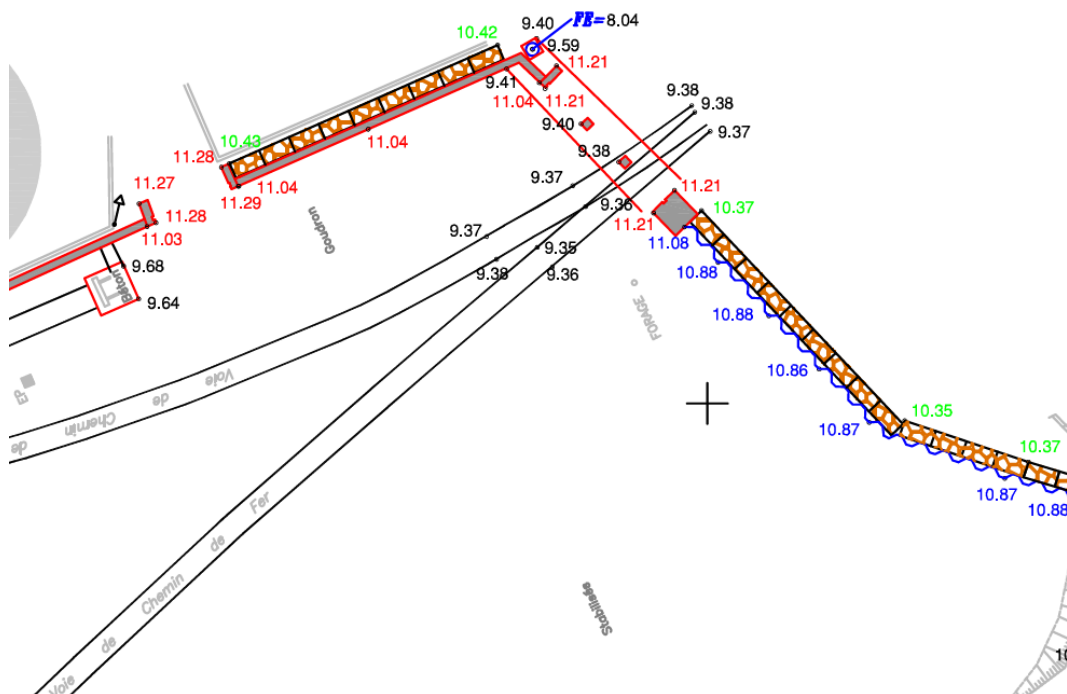


FIGURE 54 : PLAN DE RECOULEMENT D'UN BATARDEAU AMOVIBLE MIS EN PLACE SUR UNE VOIE FERREE A TARASCON



FIGURE 55 : REALISATION DE LA FONDATION BETON D'UN BATARDEAU AMOVIBLE SUR UNE VOIE FERREE A TARASCON (EGIS, 2014)



FIGURE 56 : REALISATION DES MASSIFS BETON VERTICAUX D'UN BATARDEAU AMOVIBLE SUR UNE VOIE FERREE A TARASCON (EGIS, 2014)

3.3.4 - Avantages et inconvénients de l'aménagement projeté

Comme démontré ci-avant, l'aménagement projeté dans le cadre du scénario 2 ne modifie pas le fonctionnement hydraulique du secteur d'étude. En outre, **il permet d'intégrer la gare d'Aimargues à la zone protégée.**

Par ailleurs, cet aménagement s'affranchit des problématiques de mise en œuvre rencontrées dans le cadre du scénario n°1 (problème de drainage du remblai ferroviaire, présence d'un ouvrage hydraulique, d'un passage à niveau, de l'accès aux quais dans la gare, etc.).

La mise en place d'un tel système d'endiguement nécessite la traversée de la voie ferrée à deux reprises au moyen de batardeaux amovibles. **Cependant, comme énoncé précédemment, la mise en place des batardeaux ne modifie pas le fonctionnement du réseau ferroviaire puisqu'elle survient en période de crue, lorsque des débordements s'apprêtent à avoir lieu sur la voie ferrée. Hors période de crue, le fonctionnement des trains reste inchangé.**

Les modalités de déploiement du dispositif nécessitent d'être définies et cadrées dans le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) de la ville en accord avec SNCF Réseau.

Il convient de mentionner le fait que la mise en place de ces batardeaux nécessite une parfaite coordination entre la coupure de la circulation et la pose des dispositifs pour éviter tout risque d'accident ferroviaire.

3.4 - Scénario 3 – Tracé limitant les interactions avec la voie ferrée

3.4.1 - Principe général de l'aménagement projeté

Un troisième scénario d'aménagement est proposé dans le but de limiter les interactions avec les différents ouvrages SNCF.

Le tracé envisagé bifurque ainsi en direction de l'est avant d'atteindre la cave coopérative, et traverse plusieurs parcelles agricoles avant de rejoindre l'avenue de la gare qui longe la voie ferrée.

Le long de l'avenue parallèle à la voie ferrée, compte-tenu des contraintes d'espace, d'usage de la voirie, et d'accès aux propriétés et à la gare, l'ouvrage de protection sera constitué d'un écran mince de type mur-digue en béton.

Le tracé rejoint l'avenue de la gare qui traverse perpendiculairement la voie ferrée. Une fois cette voirie traversée, une digue en remblai fera office d'ouvrage de protection le long du remblai routier de la RD979 en direction du Nord-Est. Le tracé se poursuit jusqu'à rejoindre le garage André Citroën au pied duquel la digue vient s'ancrer dans le terrain naturel.

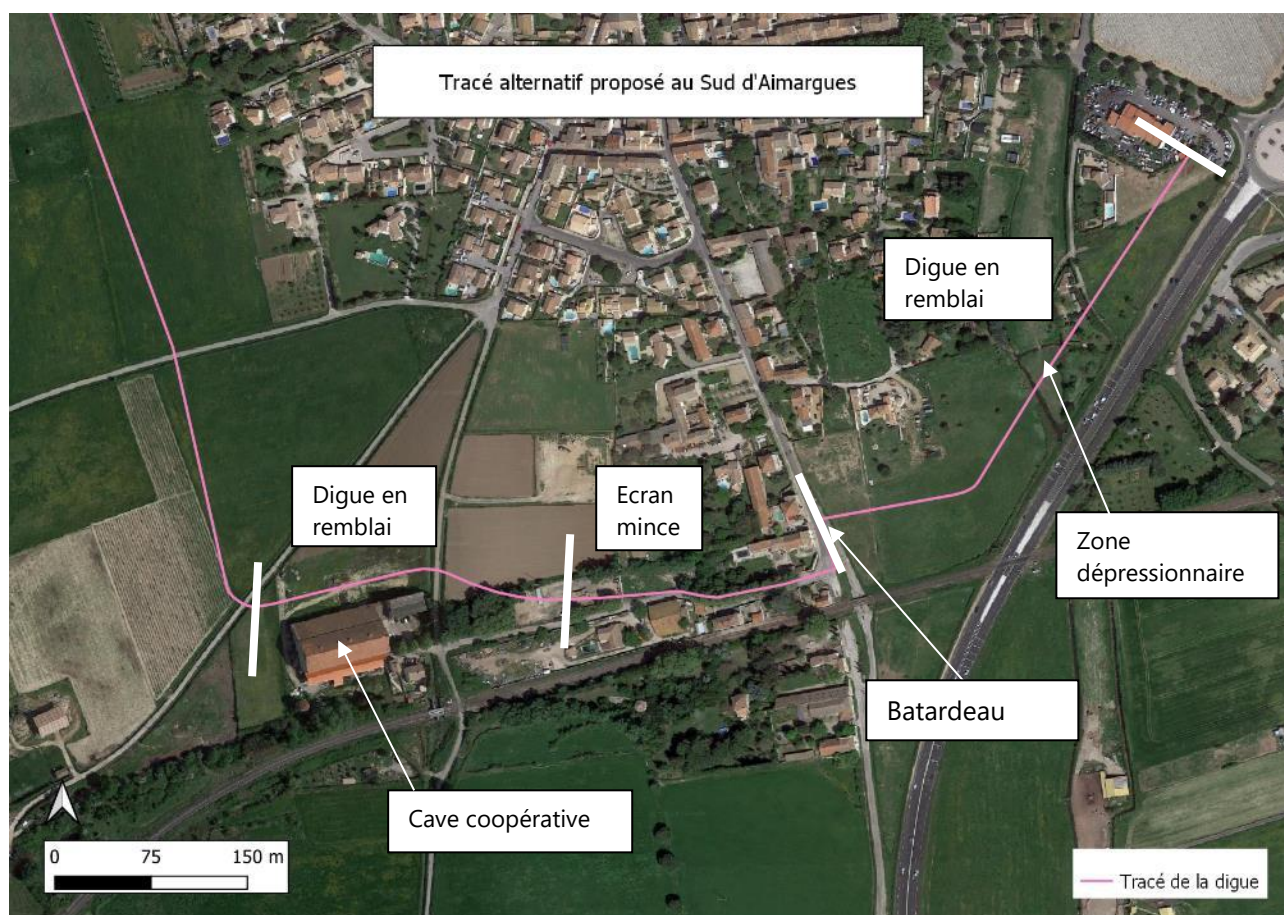


FIGURE 57 : TRACE RETENU POUR LA FERMETURE AVAL DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT



FIGURE 58 : EMPRISE DU PROJET LE LONG DE L'AVENUE DE LA GARE, PARALLELE A LA VOIE SNCF



FIGURE 59 : CROISEMENT ENTRE L'AVENUE DE LA GARE ET LA VOIE FERREE

3.4.2 - Impacts hydrauliques du projet

L'étude de ce troisième scénario d'aménagement n'a pas fait l'objet d'une nouvelle étude hydraulique. Cependant, les impacts hydrauliques attendus à proximité de la voie ferrée sont similaires à ceux du scénario 1.

3.4.3 - Avantages et inconvénients de l'aménagement projeté

L'aménagement projeté dans le cadre du scénario 3 **ne modifie pas le fonctionnement hydraulique du secteur d'étude** du fait de son recul à l'écart des installations ferroviaires. Le principal inconvénient réside dans le fait que quelques enjeux bâtis resteront en zone inondable pour les crues les plus importantes.

Par ailleurs, **cet aménagement s'affranchit des problématiques de mise en œuvre rencontrées dans le cadre des scénarios n°1** (problème de drainage du remblai ferroviaire, présence d'un ouvrage hydraulique, d'un passage à niveau, de l'accès aux quais dans la gare, etc.) **et n°2** (problèmes liés à la mise en place de batardeaux amovibles sur la voie ferrée).

3.4.4 - Variante de tracé permettant l'intégration de la cave coopérative à la zone protégée

Afin de limiter les enjeux bâtis hors de la zone protégée, inconvénient principal décrit ci-avant, une variante de tracé a été ajoutée au scénario 3.

La solution 3bis consiste à prolonger sur l'ensemble du linéaire le principe de digue mince prévu initialement à l'est du tronçon le long de l'avenue de la gare. Un écran d'étanchéité mince dépassant sur sol (principe de digue en palplanche ou mur béton) serait donc réalisé entre l'ouest de l'ancienne cave coopérative et l'est de la Gare ferroviaire.

Sur la partie ouest du tronçon, la digue sera placée entre les enjeux et le pied de talus ferroviaire, en limite de parcelle SNCF sans impacter le drainage pluvial de l'infrastructure ferroviaire. Un ouvrage en génie-civil et remblais devra être constitué au droit du fossé existant, pour assurer à la fois une continuité hydraulique de l'écoulement et un franchissement sécurisé (avec batardeau) de la voie du passage à niveau.

Le tracé de cette protection variante, présenté sur la figure ci-après, ne pourra être réalisé qu'après libération du fuseau d'opération, comprenant acquisition des emprises d'ouvrages définitifs et négociations foncières permettant l'occupation temporaire liée à la phase travaux. En effet, même pour un ouvrage mince l'emprise chantier reste large pour le passage des engins.

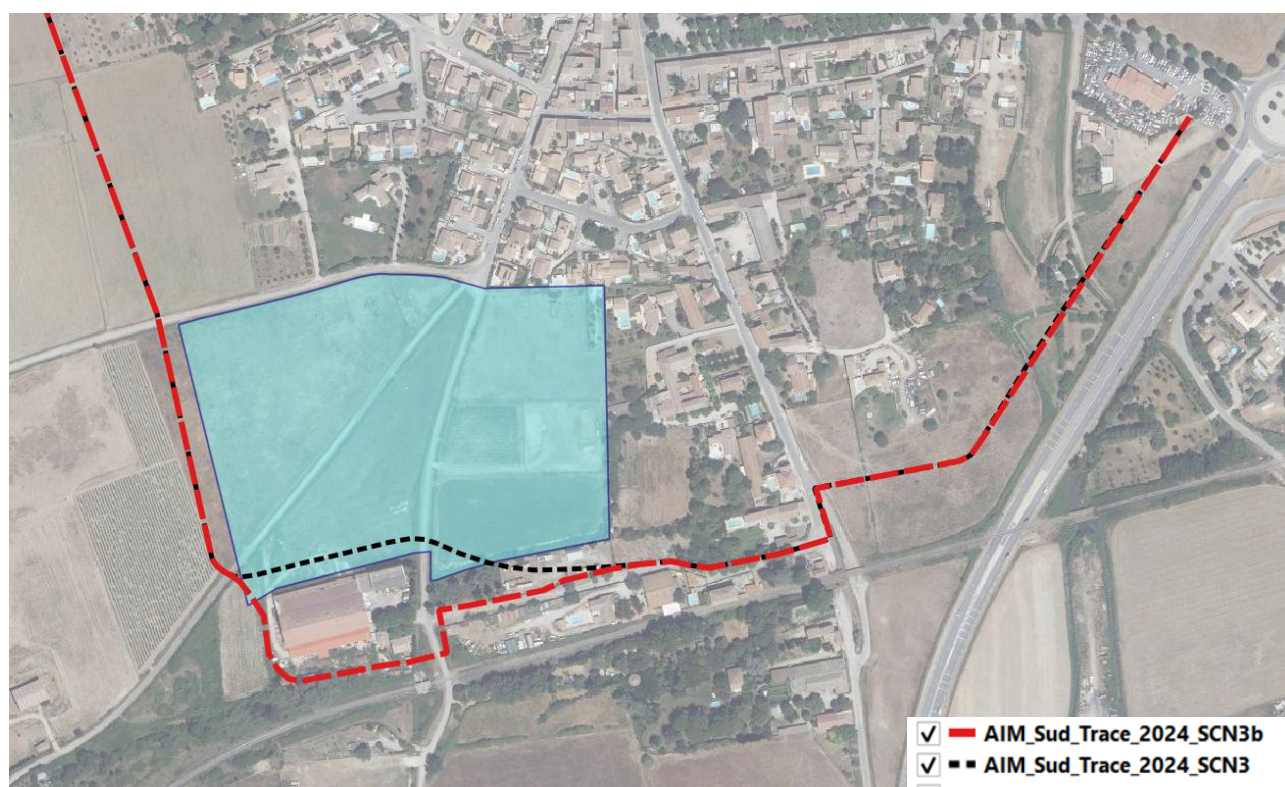


FIGURE 60 : PRESENTATION DES TRACES SOLUTION 3 ET VARIANTE 3BIS

4 - CONCLUSION

Dans le cadre de la conception de la digue de protection d'Aimargues, un premier scénario d'aménagement a été proposé en phase PRO sur la partie Sud de la commune pour répondre aux différentes contraintes rencontrées sur la zone d'étude. Celui-ci consiste à réaliser un rideau de palplanche le long de l'ouvrage SNCF.

Cependant, compte-tenu des difficultés de mise en œuvre associées à cet aménagement, les réflexions menées sur ce secteur ont conduit à proposer un second aménagement consistant à contourner la voie ferrée par le Sud.

Enfin, un troisième scénario d'aménagement a été proposé dans le but de limiter les interactions entre le système d'endiguement et les ouvrages SNCF. Ce scénario permet un éloignement relatif entre la digue et la voie ferrée, néanmoins des enjeux existants restent en zone inondable, une variante de ce scénario est également proposée à l'avis de SNCF avec création d'un écran mince à proximité du pied de remblai ferroviaire.

Comme évoqué dans le préambule, la présente note a pour but de recueillir l'avis et les prescriptions de la SNCF concernant ces quatre tracés d'aménagements.