

B2 | SYSTEME D'ENDIGUEMENT DE PERTUIS – SECTEUR DE PERTUIS-AMONT | **B2-009**



B2-009 | REGULARISATION DES OUVRAGES DE PERTUIS-AMONT : RAPPORT D'ETUDE HYDRAULIQUE

Rapport d'étude hydraulique pour la régularisation des ouvrages de Corrèze-Mulet

Rev	Rédigé par	Vérifié par	Approuvé par	Modifications	Date
V3					
V2					
V1					
V1	K. Attignon	F. Mercier	B. Jacopin	Document initial	28/03/2024
Réf.	B1-009-Rapport_etude_hydrau_CorrezMulet.docx			Diffusion	EXTERNE

Table des matières

INTRODUCTION.....	4
1. CONSTRUCTION DU MODELE	5
1.1. TOPOGRAPHIE.....	5
1.2. HYDROGRAMMES D'ENTREE.....	5
1.3. COEFFICIENT DE STRICKLER.....	6
1.4. CALAGE	8
2. MODELISATION DES SCENARIOS D'ARASEMENT ET INFLUENCE DES OUVRAGES DE PREMIER RANG DE L'AMONT DE PERTUIS SUR L'INONDABILITE DE LA PLAINE	9
2.1. SCENARIO D'ARASEMENT DES OUVRAGES DE PREMIER RANG DE PERTUIS AMONT	9
2.2. DELIMITATION DE LA ZONE PROTEGEE PAR LES OUVRAGES DE PREMIER RANG DE PERTUIS-AMONT.....	13
3. MODELISATION DES SCENARIOS PESSIMISTES DE L'ATLAS DYNAMIQUE DES ZONES INONDABLES.....	15
CONCLUSION.....	19
ANNEXES.....	20
ANNEXE 1 : PROFILS EN TRAVERS.....	20
ANNEXE 2 : REFERENCES	23

Table des illustrations

Figure n°1 : Hydrogrammes simplifiés appliqués en entrée des modélisations de la moyenne Durance	6
Figure n°2 : Coefficients de Strickler sur le secteur de Corrèze-Mulet	7
Figure n°3: Localisation des remblais et les ouvrages de premier rang du système d'endiguement de Pertuis.....	9
Figure n°4 : Situation actuelle avant les arasements des ouvrages de premier rang de Pertuis amont	10
Figure n°5: Comparaison des emprises en eau entre la situation sans arasements et la situation avec arasements à 3000 m ³ /s.....	11
Figure n°6: Comparaison des emprises en eau entre le scénario « sans rupture » à 6500 m ³ /s et la situation avec arasement à 3000 m ³ /s	12
Figure n°7: Profils en travers pris au milieu du déversoir de la digue de Saint-Roch(m) à 3000m ³ /s	13
Figure n°8: Délimitation de la zone protégée par les ouvrages en amont de Pertuis.	14
Figure n°9: Hauteurs d'eau et emprises issues de la modélisation dans un scénario pessimiste de l'atlas dynamique des zones inondables pour un débit de 3000 m ³ /s	15
Figure n°10: Hauteurs d'eau et emprise issues de la modélisation dans un scénario pessimiste de l'atlas dynamique des zones inondables pour un débit de 4000 m ³ /s	16
Figure n°11: Hauteurs d'eau et emprise issues de la modélisation dans un scénario pessimiste de l'atlas dynamique des zones inondables pour un débit de 5000 m ³ /s	17
Figure n°12: Hauteurs d'eau et emprise issues de la modélisation dans un scénario pessimiste de l'atlas dynamique des zones inondables pour un débit de 6500 m ³ /s	18
Figure n°13: Emplacement des profils en travers analysés	20
Figure n°14: Profil en Travers au droit du déversoir de la Digue Saint-Roch	21
Figure n°15: Profil en Travers au droit de la rupture de la Digue du Mulet	21
Figure 16: Profil en Travers au droit de la rupture de la Digue de Corrèze	22
Figure n°17: Profil en Travers au droit de la rupture de la digue Entonnement SNCF	22

Introduction

Cette étude hydraulique a pour but d'identifier le rôle des ouvrages de premier rang situés en amont du système d'endiguement de Pertuis, dans l'inondabilité de la plaine de Pertuis. Cette étude entre dans le cadre d'une demande de régularisation de ces ouvrages émise par Aix-Marseille Provence Métropole et la ville de Pertuis.

Les ouvrages concernés sont les suivants :

- Remblai SNCF,
- Digue de Corrèze,
- Digue de Mulet,
- Epi n°19,
- Epi de Corrèze,
- Epi du Mulet.

Les objectifs de l'étude sont les suivants :

- 1- Déterminer l'influence des ouvrages de premier rang de Pertuis-amont en termes d'inondabilité de la plaine de Pertuis ;
- 2- Déterminer la zone potentiellement protégée par ces ouvrages à Q_{30} (3000 m³/s) ;
- 3- Analyser la mécanique d'inondation pour des crues supérieures à la Q_{30} .

1. Construction du modèle

1.1. TOPOGRAPHIE

La topographie du lit mineur est basée sur :

- Le lidar SMAVD d'août 2020 pour les bancs ;
- Une interpolation des profils bathymétriques SMAVD 2020 tous les 500 m, pour les bras en eau.

La topographie du lit majeur est extraite du LIDAR 2020 dans l'emprise couverte, et du RGE Alti 1m (2016) partout ailleurs. Il est localement complété par des semis de points issus de levés terrestres ou de plans de récolement réalisés par un géomètre expert.

1.2. HYDROGRAMMES D'ENTREE

Un hydrogramme simplifié, prenant en compte la forme générale de la crue de janvier 1994, a servi de base pour créer par homothétie les différents hydrogrammes appliqués au modèle (Figure 1).

- Q_{10} avec un débit de pointe estimée à $2000 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q_{30} avec un débit de pointe estimée à $3000 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q_{50} avec un débit de pointe estimée à $4000 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q_{100} avec un débit de pointe de $5000 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q_{ex} avec un débit de pointe de $6500 \text{ m}^3/\text{s}$.

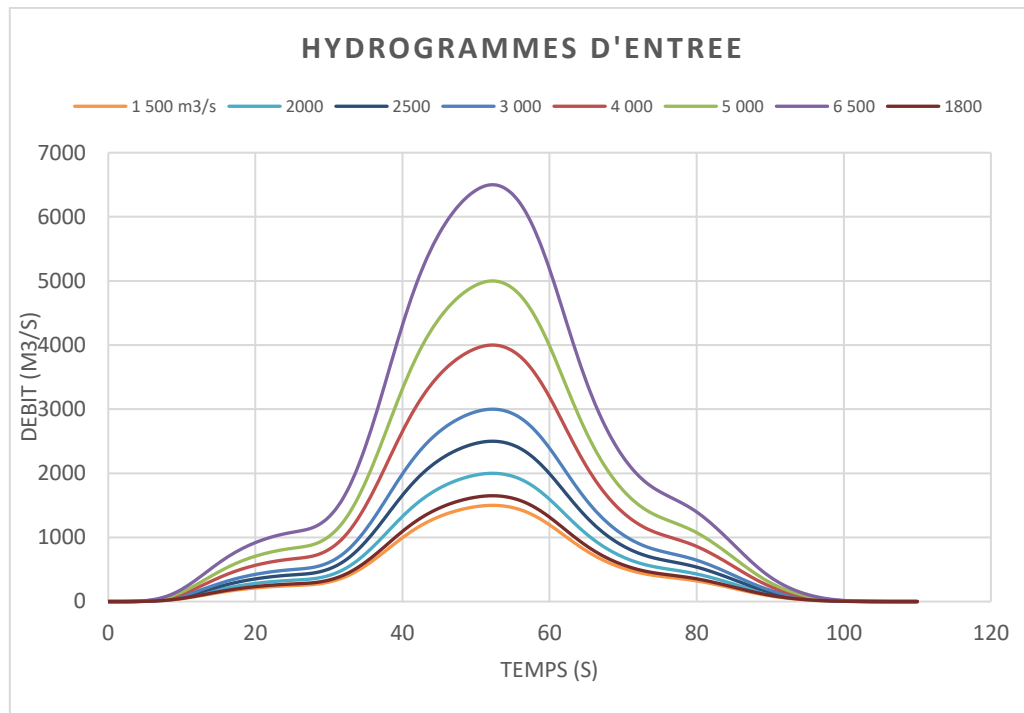


Figure n°1 : Hydrogrammes simplifiés appliqués en entrée des modélisations de la moyenne Durance

1.3. COEFFICIENT DE STRICKLER

Un coefficient de frottement de fond a été appliqué à chaque nœud du maillage du modèle. Le zonage des coefficients de Strickler dans le modèle est réalisé de la manière suivante :

- 35 pour les souilles et lacs ainsi qu'aux abords des seuils ;
- 30 pour le lit mineur de la Durance ;
- 20 pour les champs et sur les ouvrages (valeur par défaut) ;
- 15 pour les zones urbanisées (zone industrielle, hameau) ;
- 8 pour les zones de bois dense

Le zonage visant à attribuer ces coefficients a été établi à partir des photographies aériennes récentes. Une cartographie des coefficients de Strickler implémentés dans le modèle est présentée ci-dessous (Figure 2).

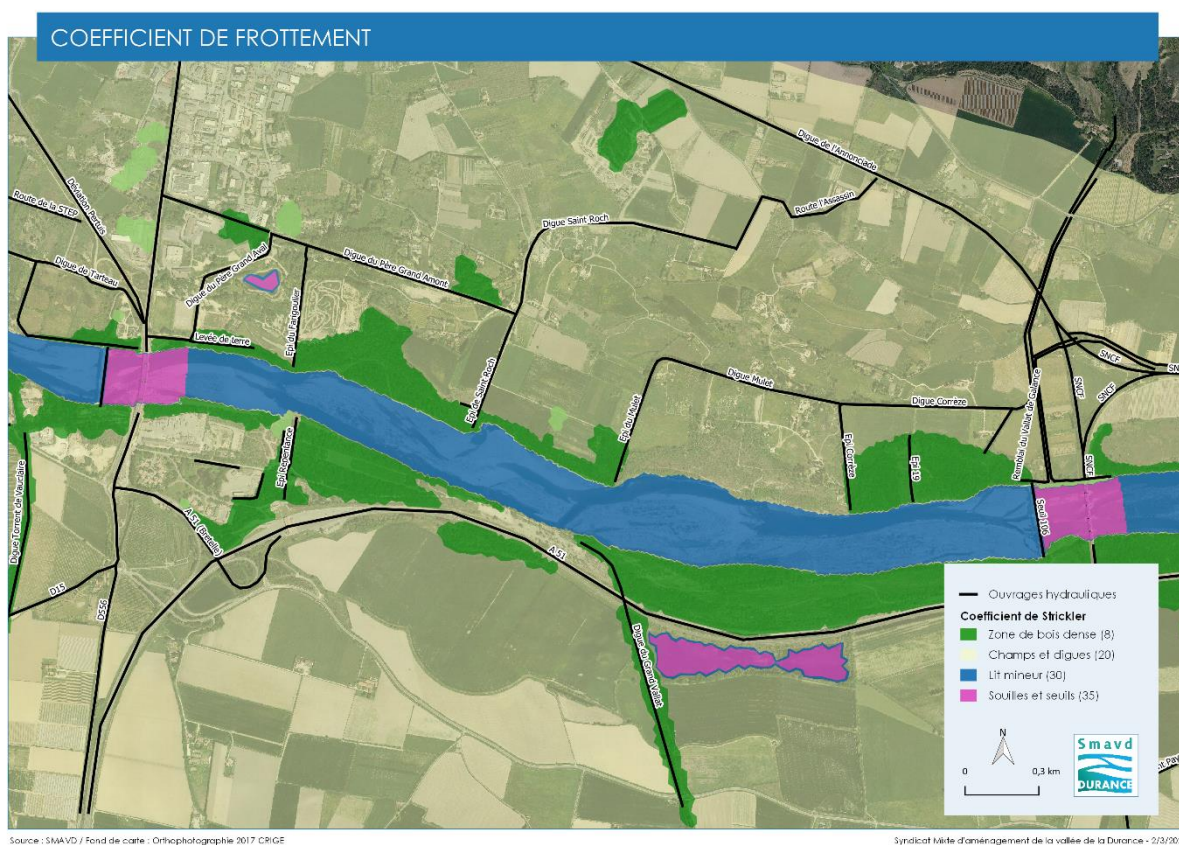


Figure n°2 : Coefficients de Strickler sur le secteur de Corrèze-Mulet

1.4.CALAGE

Le calage du modèle de Pertuis a été réalisé à partir des données des laisses des crues de novembre et décembre 2019, pour lesquelles le débit de pointe avoisine 2 000 m³/s et pour lesquelles aucune rupture d'ouvrages (dus à la crue de la Durance) n'a été recensée. Au total, 25 laisses ont été prises sur ce tronçon à la suite des crues de 2019.

La correspondance entre les laisses de crues de 2019 et les lignes d'eau du modèle de 2020 est globalement bonne avec 80% de laisses de crues présentant un écart de moins de 20 cm avec les résultats des modélisations. Tous les écarts significatifs au-delà de cette valeur ont par ailleurs pu être justifiés.

Les simulations de calage ont été réalisées avec l'hydrogramme issu de l'homothétie de la crue de 1994, pour un débit de pointe correspondant au débit de pointe estimé de la crue.

2. Modélisation des scénarios d'arasement et influence des ouvrages de premier rang de l'Amont de Pertuis sur l'inondabilité de la plaine

2.1. SCENARIO D'ARASEMENT DES OUVRAGES DE PREMIER RANG DE PERTUIS AMONT

Afin d'identifier le rôle des ouvrages de premier rang de Pertuis amont, et leur importance dans la protection de la plaine alluviale, un scénario d'arasement de l'ensemble de ces ouvrages et les remblais de l'environnement a été réalisé. La modélisation prend donc en compte l'arasement au terrain naturel de tous les ouvrages de premier rang à savoir : la digue et l'épi de Corrèze, la digue et l'épi de Mulet, les remblais de la voie ferrée SNCF, et les remblais de l'environnement : les remblais SNCF « Nord-Ouest et Sud-Est » de la route l'Assassin, le remblai du Vallat de Galance ainsi que l'épi 19. Ces ouvrages sont localisés sur la figure n°3 ci-après :



Figure n°3: Localisation des remblais et les ouvrages de premier rang du système d'endiguement de Pertuis

Le but de ce scénario est d'identifier d'une part, les effets d'un arasement total de l'ensemble du linéaire de ces ouvrages sur les enjeux situés entre la Durance et le système d'endiguement de Pertuis, et d'autre part sur le système d'endiguement lui-même. La situation actuelle avant les arasements des

ouvrages de premier rang est présentée dans la figure n°4 ci-dessous.

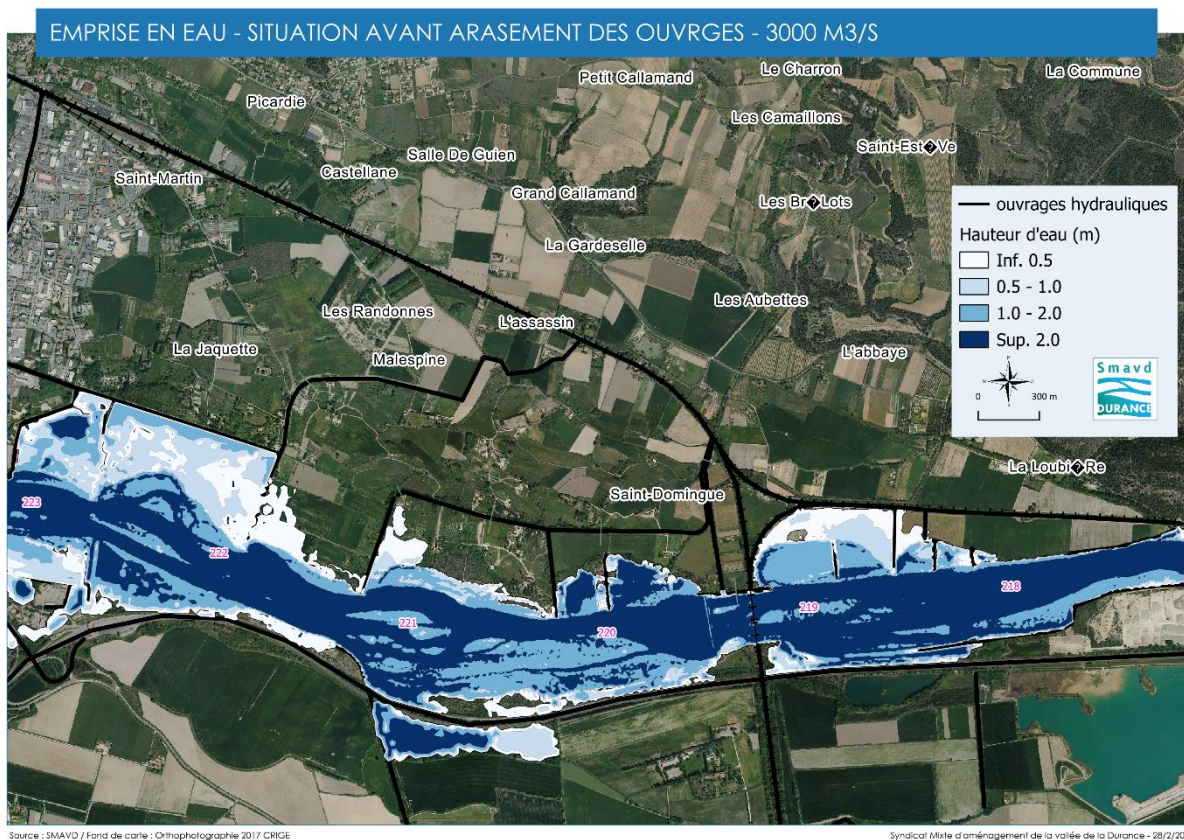


Figure n°4 : Situation actuelle avant les arasements des ouvrages de premier rang de Pertuis amont

L'arasement des différents ouvrages de premier rang de Pertuis amont entraîne des débordements dans la plaine et la propagation des eaux jusqu'au pied du système d'endiguement de Pertuis plus précisément jusqu'à la digue de Saint-Roch. La comparaison des emprises en eau entre la modélisation de situation sans rupture et sans arasement avec les résultats issus de l'arasement des ouvrages de premier rang est représentée sur la figure n°5. L'emprise en eau issue de la modélisation des ouvrages arasés est identifiée en couleur verte.

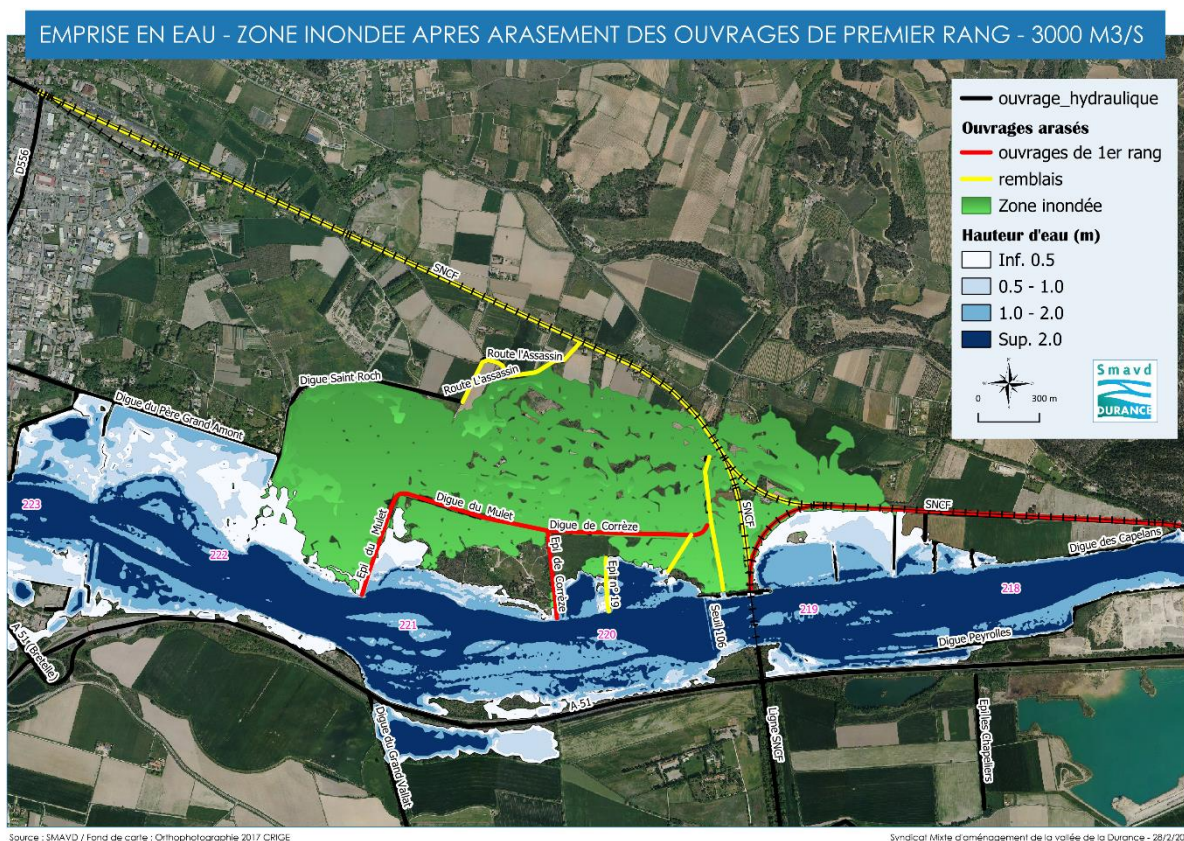


Figure n°5: Comparaison des emprises en eau entre la situation sans arasements et la situation avec arasements à 3000 m³/s

L'arasement de ces ouvrages, et particulièrement du triangle SNCF, aggrave l'inondabilité du secteur puisque 90% de l'emprise inondée à 3000 m³/s, est à pieds secs dans un scénario « sans rupture », et cela même pour un débit de crue d'occurrence exceptionnelle (6500 m³/s), cf. figure n°6.

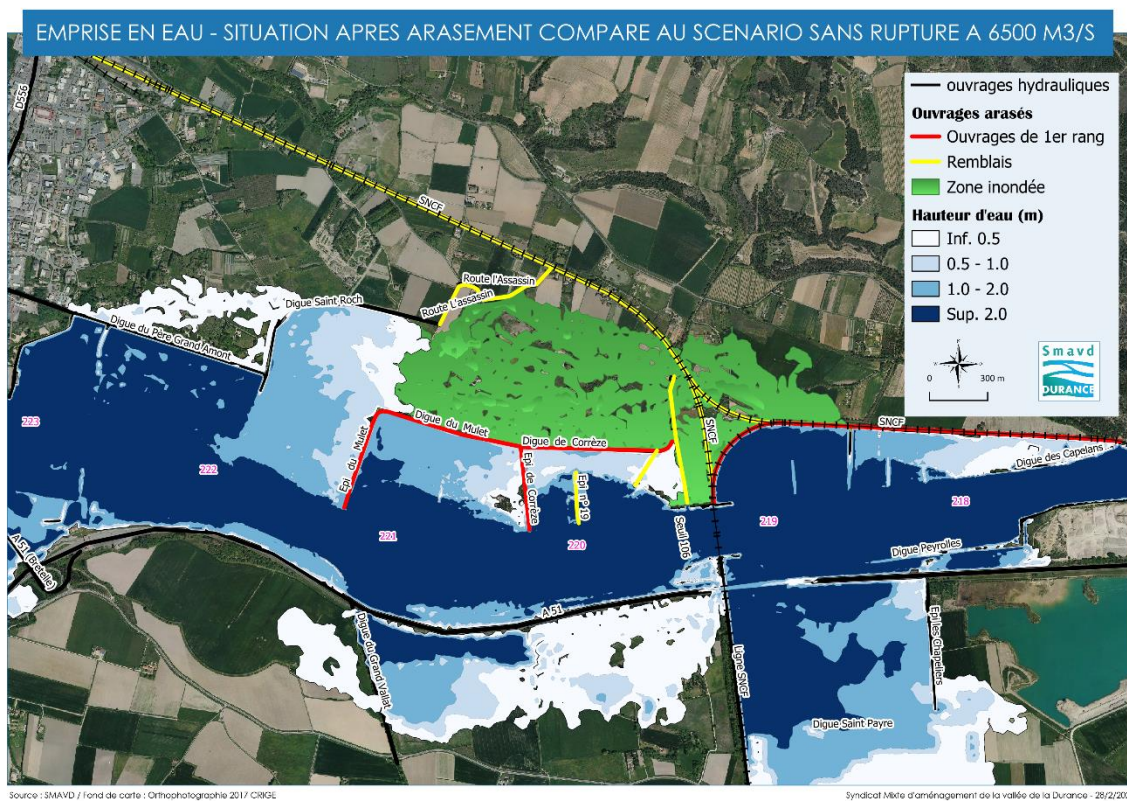


Figure n°6: Comparaison des emprises en eau entre le scénario « sans rupture » à 6500 m³/s et la situation avec arasement à 3000 m³/s

La figure n°7 illustre les niveaux d'eau au pied du déversoir de la digue de Saint-Roch à 3000 m³/s. L'arasement au terrain naturel des ouvrages de 1^{er} rang induit une réhausse des niveaux d'eau de 0.64 cm pour ce débit de crue.

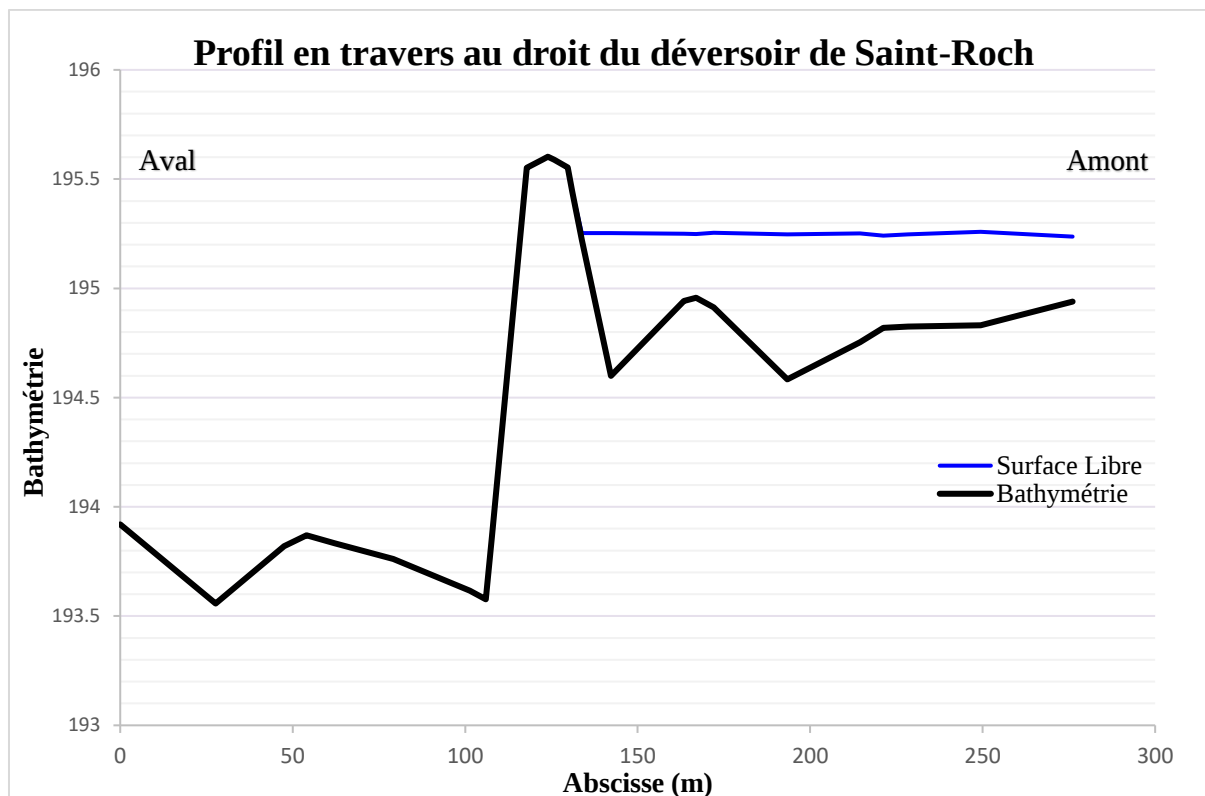


Figure n°7: Profils en travers pris au milieu du déversoir de la digue de Saint-Roch(m) à 3000m³/s

2.2. DELIMITATION DE LA ZONE PROTEGEE PAR LES OUVRAGES DE PREMIER RANG DE PERTUIS-AMONT

La délimitation de la zone protégée par les ouvrages de 1^{er} rang du système d'endiguement de Pertuis est déterminée par la différence d'emprise en eau obtenue entre le scénario sans arasement de ces ouvrages et celui avec arasement de ces ouvrages pour la crue trentennale (confère Figure n°8).

La présence des remblais SNCF joue un rôle prédominant dans l'inondabilité de la plaine, et cela même pour des crues d'occurrences modestes. Pour cette raison, le SMAVD a missionné un bureau d'agréé, dans l'objectif de caractériser la tenue de ces ouvrages SNCF face à une mise en charge en période de crue. L'étude géotechnique a été réalisée en 2023 par la société Géolithe. Cette étude, menée sur le remblai SNCFⁱ (Annexe 2), conclut que cet ouvrage est fiable et ne présente aucun risque potentiel de défaillance quelle que soit l'occurrence de crue étudiée.

Cette même étude, garantit la tenue des autres ouvrages de premier rang (Digue et l'épi de Corrèze, Digue et l'épi de Mulet), jusqu' Q30 sous réserve de la mise en place d'une surveillance régulière de ces différents ouvrages dès qu'ils sont en charge.

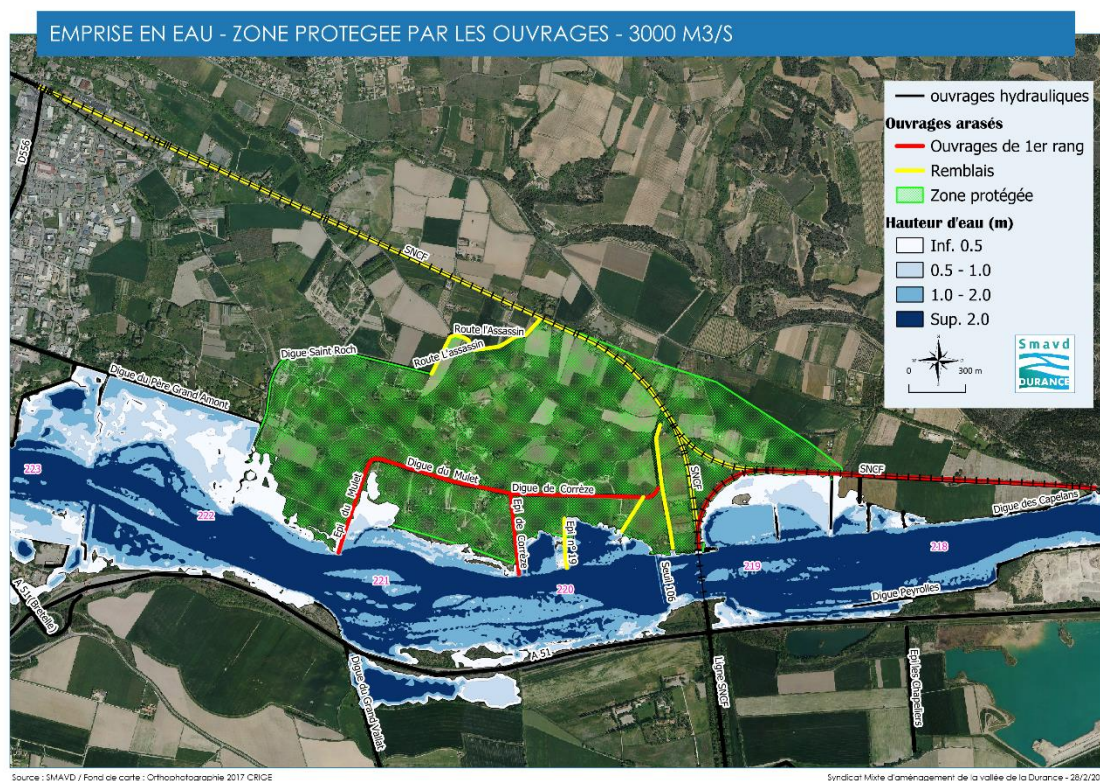


Figure n°8: Délimitation de la zone protégée par les ouvrages en amont de Pertuis.

3. Modélisation des inondations à 3000 m³/s et au-delà

Outil de gestion de crise en 1^{er} lieu, la cartographie de l'atlas dynamique des zones inondables est représentative des scénarios de crue les plus probables. Nous avons donc eu recours aux résultats des ADZI dans ce chapitre pour analyser l'inondabilité de ce secteur de pertuis. Ainsi, pour une crue de 3000 m³/s, les enjeux inondés dans le secteur de Pertuis-amont sont limités puisque les écoulements demeurent cantonnés au lit mineur et ne débordent que très peu. Les ouvrages sont faiblement mis en charge à ce débit. Les habitations situées en aval de l'épi de Corrèze, ne sont pas impactées, et celles en aval de l'épi de Mulet non plus (confère figure n°9).

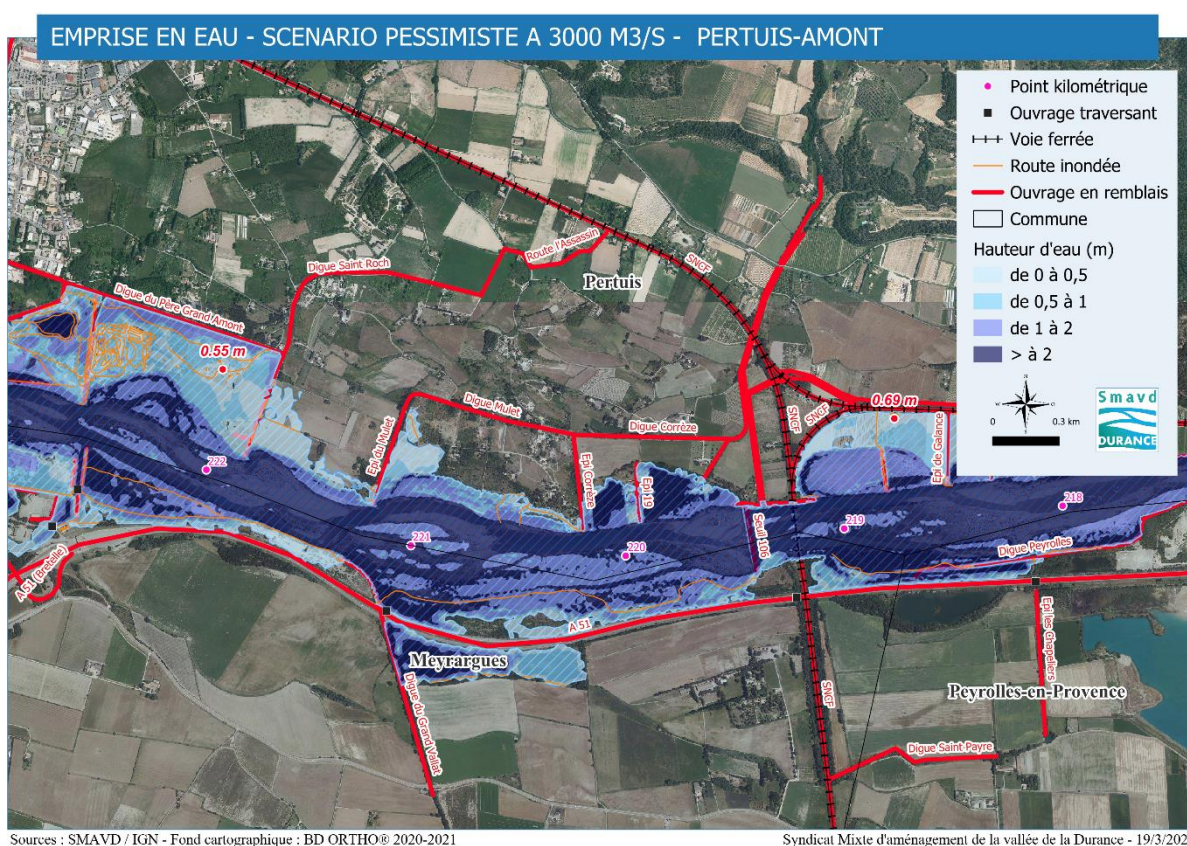


Figure n°9: Hauteurs d'eau et emprises issues de la modélisation dans un scénario pessimiste de l'atlas dynamique des zones inondables pour un débit de 3000 m³/s

Pour une crue de 4000 m³/s, les modélisations de l'ADZI prennent en compte un risque de rupture sur la digue du Mulet, du fait de sa mise en charge. La rupture est simulée à la jonction avec l'épi du Mulet. Elle provoquerait une inondation et des débordements importants dans la zone protégée par ces ouvrages (Figure n°10). Les habitations implantées entre l'épi du Mulet et la digue de Saint-Roch sont inondées avec une hauteur maximale d'eau atteignant les 50 cm. L'emprise en eau s'étale jusqu'au niveau du déversoir de Saint-Roch, sans mise en charge du déversoir.

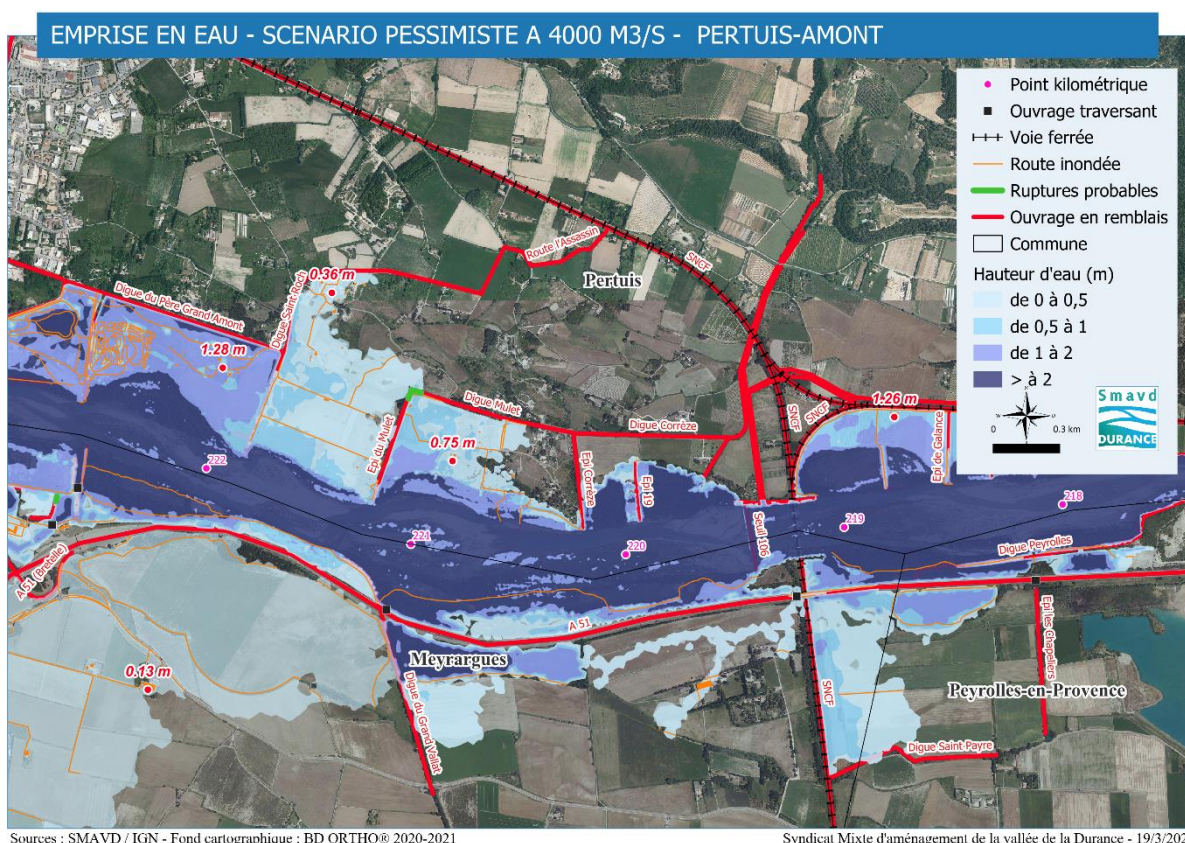


Figure n°10: Hauteurs d'eau et emprise issues de la modélisation dans un scénario pessimiste de l'atlas dynamique des zones inondables pour un débit de 4000 m³/s

Pour une crue de 5000 m³/s, des ruptures probables sont modélisées sur quatre différents secteurs du système d'endiguement de Pertuis-amont : 2 ruptures sur la Digue du Mulet, une rupture sur la Digue de Corrèze et une dernière sur la digue d'entonnement du pont de la voie SNCF (Figure n°11). Cette dernière rupture conduit à une surverse de l'extrémité nord des remblais du Vallat de l'Ebrette.

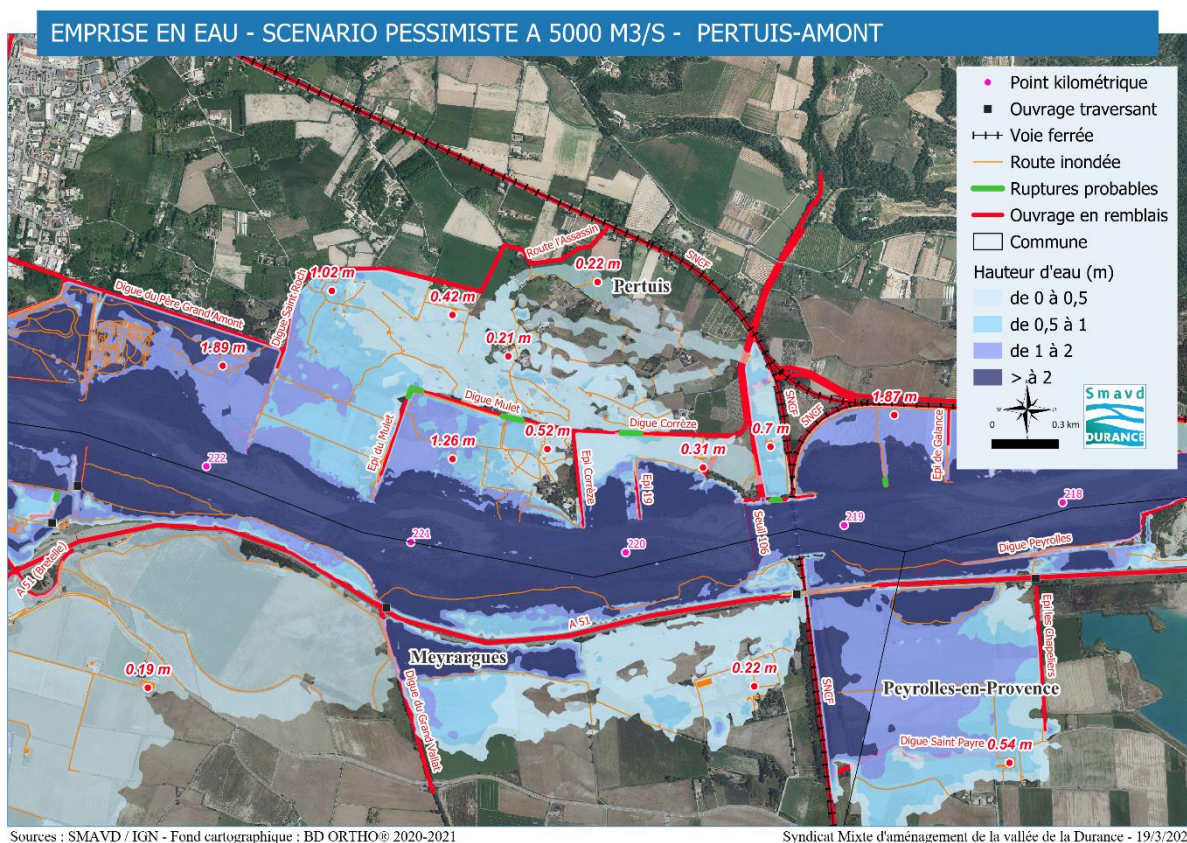
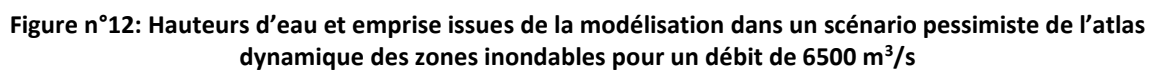


Figure n°11: Hauteurs d'eau et emprise issues de la modélisation dans un scénario pessimiste de l'atlas dynamique des zones inondables pour un débit de 5000 m³/s

La zone protégée par les ouvrages de Corrèze-Mulet est inondée en quasi-totalité. L'inondation gagne les habitations situées au nord des digues de Corrèze et de Mulet. Les hauteurs d'eau sont globalement inférieures à 50 cm mais peuvent localement atteindre un mètre.

Du côté de la digue de Saint-Roch, les niveaux d'eau atteignent un mètre en pied du déversoir. On observe un ressuyage des écoulements entre l'épi du Mulet et l'épi de Saint-Roch vers le lit mineur de la Durance. Les habitations qui se trouvent en aval de la digue de Saint-Roch ainsi que la zone industrielle de Pertuis ne sont donc pas impactées.

Pour une crue de 6500 m³/s, on modélise 5 ruptures probables sur les ouvrages de 1^{er} rang : 2 ruptures sur la digue du Mulet, une rupture sur la digue de Corrèze, une sur la digue d'entonnement du pont de la voie SNCF et la dernière à l'extrême nord des remblais du Vallat de l'Ebrette (Figure n°12). Cette dernière rupture induit d'importantes entrées d'eau additionnelles dans la plaine inondable. Aussi, pour cette gamme de débits, le déversoir de la digue de Saint Roch entre en fonctionnement. Des entrées d'eau ont lieu dans la zone protégée jusqu'à la crue centennale par le système d'endiguement de Pertuis, sans risque de rupture des ouvrages constitutifs du système d'endiguement.



Conclusion

Le présent rapport analyse le rôle des ouvrages de premier rang de pertuis-amont dans l'inondabilité de la plaine et présente les résultats des dernières modélisations hydrauliques réalisées dans ce secteur, sur la base du modèle mis à jour par le SMAVD en 2020.

Plus spécifiquement, ce rapport met en évidence le rôle primordial que jouent les ouvrages en amont de Pertuis dans la protection de la plaine de Pertuis et notamment pour les enjeux humains situés aux abords des ouvrages et entre cette première ligne de protection et le système d'endiguement autorisé. Les ouvrages étudiés présentent différents niveaux de fiabilité.

Concernant les remblais SNCF, les analyses géotechniques attestent de la fiabilité de l'ouvrage jusqu'à la crue d'occurrence exceptionnelle. L'ouvrage ne nécessite pas de travaux mais devra utilement être intégré au système d'endiguement puisqu'il contribue grandement à la mise à pied sec de la zone située entre les digues de premier rang et le système d'endiguement autorisé.

Concernant les ouvrages de Corrèze et Mulet, sans réalisation de travaux, il est envisageable à ce stade de leur garantir une tenue dans leur état actuel jusqu'à Q30 sous réserve de la mise en place d'une surveillance régulière dès qu'ils sont mis en charge.

Annexes

Annexe 1 : Profils en travers

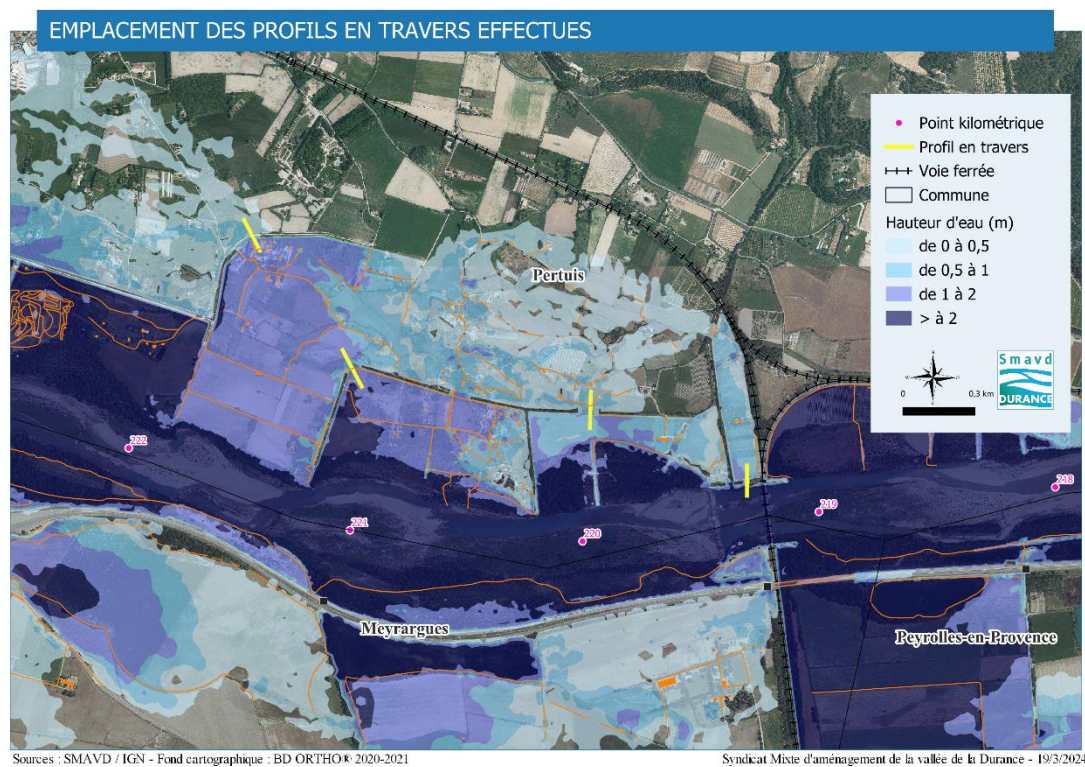


Figure n°13: Emplacement des profils en travers analysés

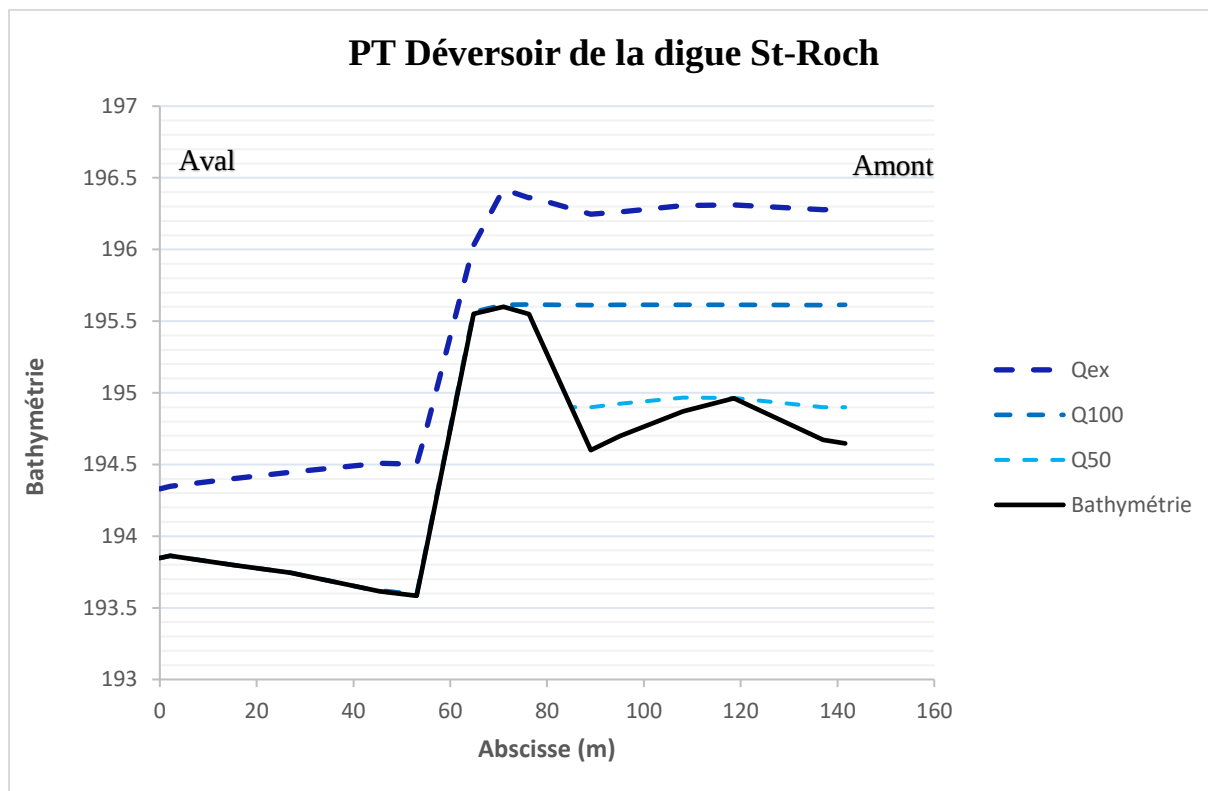


Figure n°14: Profil en Travers au droit du déversoir de la Digue Saint-Roch

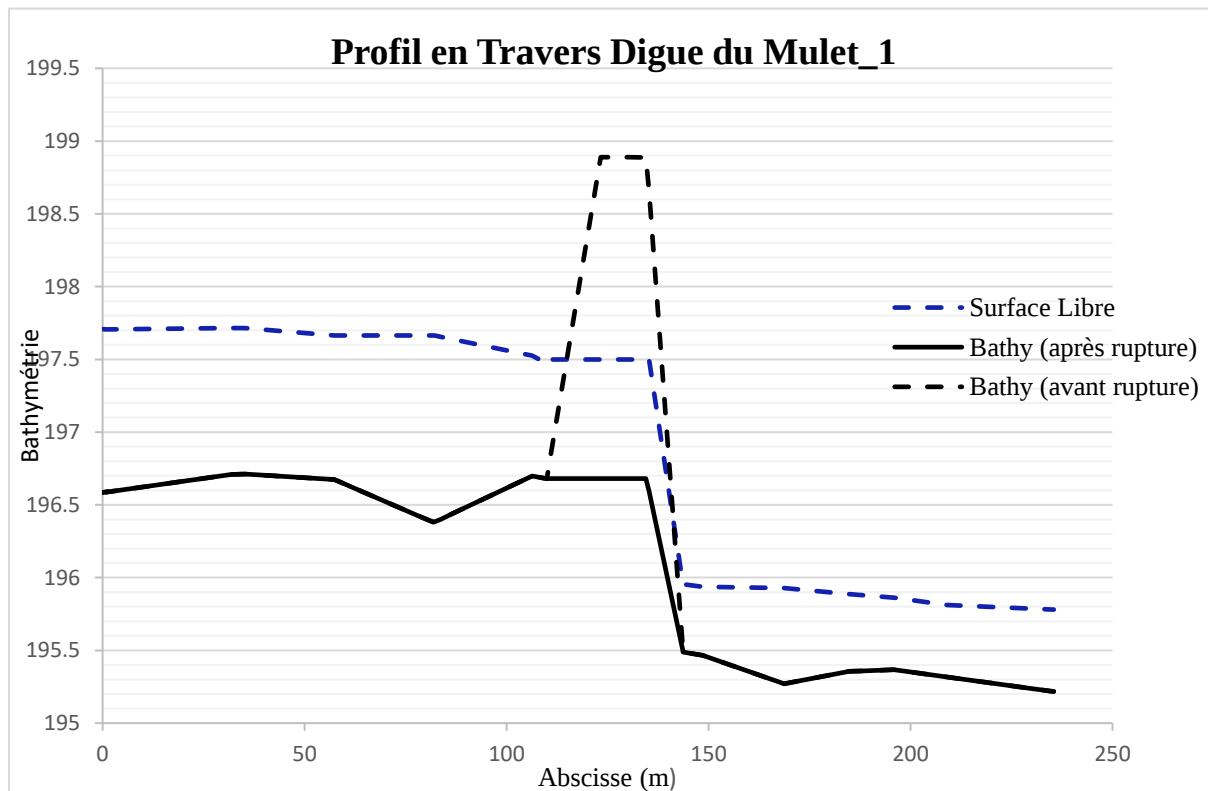


Figure n°15: Profil en Travers au droit de la rupture de la Digue du Mulet

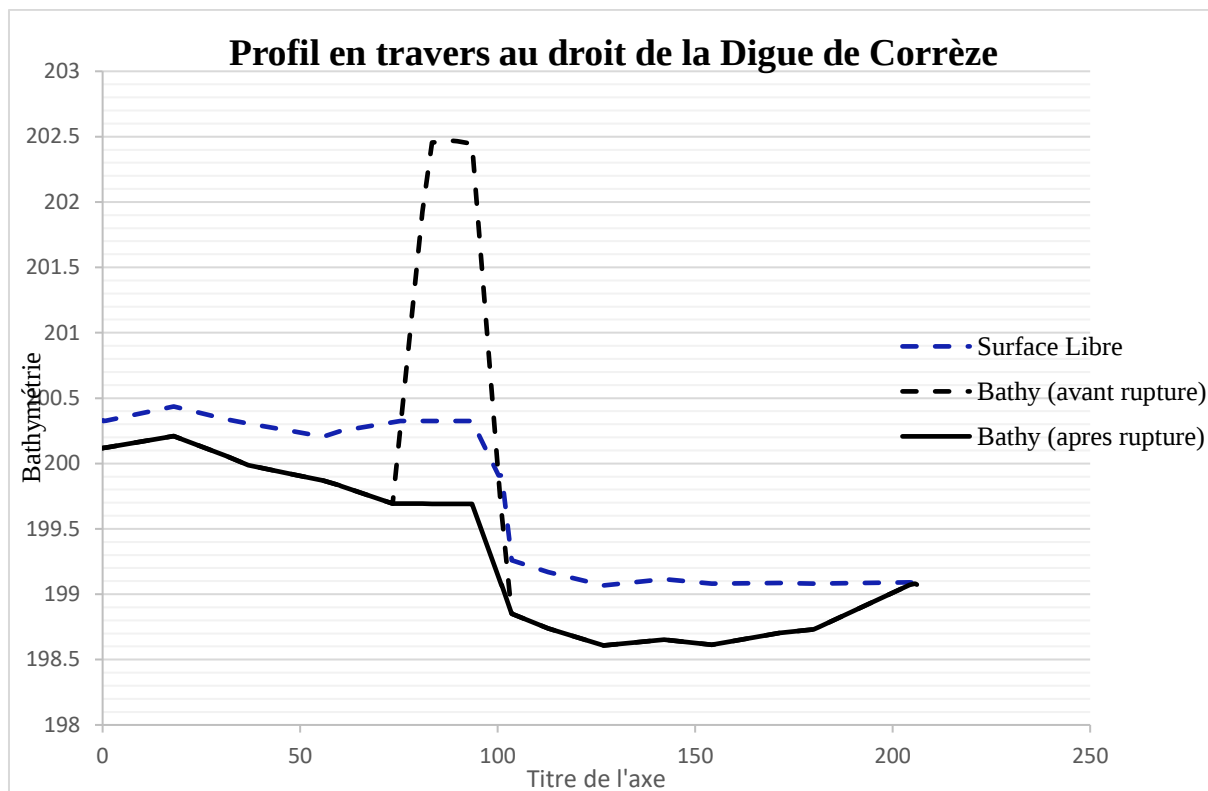


Figure 16: Profil en Travers au droit de la rupture de la Digue de Corrèze

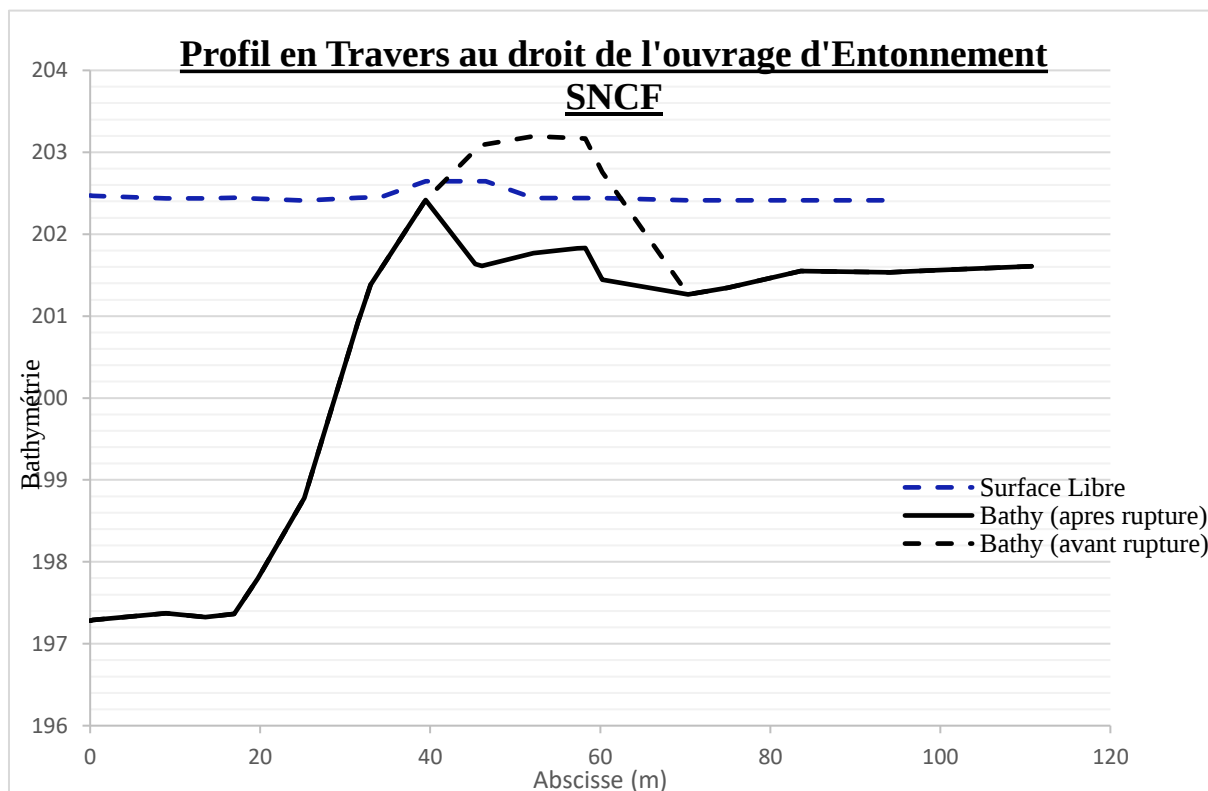


Figure n°17: Profil en Travers au droit de la rupture de la digue Entonnement SNCF

Annexe 2 : Références

ⁱ B2-008 Etude géotechnique - Diagnostic G5 Remblai RFF - GEOLITHE - Juin 2023