

Mars 2021



**ACTION 35 du PAPI complet Argens et côtiers de
l'Esterel**

Aménagement hydraulique de la Nartuby médiane

DOSSIER D'ENQUETE PUBLIQUE

EP – 15 - A

DAE – Volet 1

**Pièce 9 - Secteur 7 – Mesure
compensatoire**

Etude de Dangers



MAÎTRISE D'OEUVRE DE L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE DE LA NARTUBY MÉDIANE

ACTION 35 du PAPI complet Argens et côtiers de l'Esterel

MESURE COMPENSATOIRE HYDRAULIQUE



ETUDE DE DANGERS

VERSION 1.4

Février 2021



1.4	08/02/2021	Jean-Christophe MACHIN	Johan JANTZEN		Intégration remarques SMA
1.3	21/01/2021	Jean-Christophe MACHIN	Johan JANTZEN		Intégration remarques DREAL
1.2	01/04/2019	Caroline GENOUX	Johan JANTZEN		Intégration remarques SMA
1.1	12/02/2019	Caroline GENOUX	Johan JANTZEN Nicolas MICHON		Version finale
1.0	10/10/2018	Johan JANTZEN			Version préliminaire
<i>Version Indice</i>	<i>Date</i>	<i>Etabli par</i>	<i>Vérifié par</i>	<i>Nbre pages</i>	<i>Observations</i>
<i>Réf. projet :</i> GVA-1927		<i>Référence et nom document :</i> Rapport n°1927-1497 1927-1497-EDD_mesure_compensatoire-Nartuby-v1.4.docx			



GENEVE :

Tél. : +41 (0) 22 309 30 60 – Fax : +41 (0) 22 309 30 70

E-mail : geos@geos.ch

Adresse géographique :

1, Route de l'Aéroport – CH-1217 MEYRIN

Adresse postale :

1, Route de l'Aéroport - CP 331 - CH-1215 GENEVE 15

TABLE DES MATIERES

	Page
0 RÉSUMÉ NON TECHNIQUE	2
0.1 PRÉSENTATION DE L'AUTORITE COMPETENTE	2
0.2 LOCALISATION ET CONSISTANCE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	3
0.3 PRÉSENTATION DE LA ZONE PROTÉGÉE	5
0.4 EFFET DU STOCKAGE SUR LE RISQUE INONDATION	6
0.5 PRINCIPALES LIMITES DE FONCTIONNEMENT	8
1 RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	10
1.1 IDENTIFICATION DU GESTIONNAIRE	10
1.2 IDENTIFICATION DE L'ORGANISME AGRÉÉ QUI A RÉALISÉ L'ÉTUDE DE DANGERS	10
1.3 RAPPEL DES AUTORISATIONS EXISTANTES EN LIEN AVEC L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE	12
1.4 DATE À LAQUELLE L'ÉTUDE DE DANGERS EST OFFICIELLEMENT REMISE AU PRÉFET	12
2 OBJET DE L'ÉTUDE	13
2.1 CONTEXTE GÉNÉRAL	13
2.2 DESCRIPTIF DU CADRE DE LA DEMANDE	14
2.3 LISTE DES COMMUNES CONCERNÉES PAR LA ZONE PROTEGEE ET SES EVENTUELLES SOUS-PARTIES ..	15
2.4 LOCALISATION EN PLAN DES LIMITES DE LA ZONE PROTEGEE ET DE SES EVENTUELLES SOUS-PARTIES	15
2.5 LOCALISATION EN PLAN ET DESCRIPTION SOMMAIRE DES OUVRAGES CONCERNÉS	16
3 DESCRIPTION PRÉCISE	18
3.1 ZONE PROTÉGÉE	18
3.2 DESCRIPTION DES CONDITIONS NATURELLES POUVANT CONDUIRE À DES CRUES	24
3.3 DESCRIPTION DE L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE	31
3.4 ORGANISATION DU GESTIONNAIRE DE L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE	39
3.5 PERFORMANCES DE L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE	43
4 CARTOGRAPHIE	64
4.1 CARTE ADMINISTRATIVE	64
4.2 CARTES DES VENUES D'EAU DANS LA ZONE PROTÉGÉE	66

FIGURES

Figure 1	Situation générale	3
Figure 2	Vue en plan de l'aménagement de la mesure compensatoire	4
Figure 3	Zone protégée (cf. Annexe A)	6
Figure 4	Efficacité de la mesure compensatoire - crue Q50	7
Figure 5	Situation générale	14
Figure 6	Zone protégée (cf. Annexe A)	15
Figure 7	Vue en plan de l'aménagement de la mesure compensatoire	16
Figure 8	Concept hydraulique	17
Figure 9	Zone protégée (cf. Annexe A)	19

Figure 10	Extrait de la cartographie des emprises inondées pour Q30 à l'état actuel (en bleu) et à l'état après aménagements (en vert) – Secteur Cerisaie / Pont de Lorgues	20
Figure 11	Extrait de la cartographie des emprises inondées pour Q30 à l'état actuel (en bleu) et à l'état après aménagements (en vert) – Secteur Incapis / CTM de Trans-en-Provence	21
Figure 12	Limites administratives du territoire relevant du SMA.....	23
Figure 13	Ossature du modèle hydraulique et données sources utilisées.....	26
Figure 14	Vue d'ensemble du modèle topographique 2D réalisé	27
Figure 15	Vues aériennes de la zone, 26.05.1960/21.06.2011	30
Figure 16	Vue en plan de l'aménagement de la mesure compensatoire.....	32
Figure 20	Vue en plan des aménagements projetés (extrait des plans d'Avant-Projet, version 4, indice D).....	35
Figure 19	Vue en coupe du remblai amont (extrait des plans d'Avant-Projet, version 4, indice D) – Solution 2.....	36
Figure 21	Vue en plan de la retenue à l'amont des ouvrages créés (cote 106,9 m NGF).....	37
Figure 22	Concept hydraulique	38
Figure 23	Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q7 à l'état projeté avec mesure compensatoire- secteur RD54.....	44
Figure 24	Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q7 (état projet avec mesure compensatoire-état actuel) secteur RD54	45
Figure 25	Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q10 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54	46
Figure 26	Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q10 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54	46
Figure 27	Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q30 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54	47
Figure 28	Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q30 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54	47
Figure 29	Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q50 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54	48
Figure 30	Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q50 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54	48
Figure 31	Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q100 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54	49
Figure 32	Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q100 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54	49
Figure 33	Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q2010 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54.....	50
Figure 34	Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q2010 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54	50
Figure 35	Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q7	51
Figure 36	Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q10.....	51
Figure 37	Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q30.....	52
Figure 38	Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q50.....	52
Figure 39	Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q100.....	53
Figure 40	Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue de référence de type Q2010 ..	53
Figure 41	Schéma de principe d'analyse des effets du projet sur les volumes débordants	54
Figure 42	Vue de l'incidence du projet sans mesure compensatoire (comparaison Q30 état actuel)56	

Figure 43	Comparaison des zones inondées à l'état projeté et dans le cadre du scénario 2, au droit de la mesure compensatoire.....	57
Figure 44	Hydrogrammes de crue – Scénario 2 et Q30 à l'état projeté	58
Figure 45	Scénario 2 – Hauteurs maximales.....	58
Figure 46	Scénario 2 – Différences de hauteurs d'eau par rapport à la crue trentennale à l'état projeté	59
Figure 47	Comparaison des zones inondées à l'état projeté et dans le cadre du scénario 2, zone aval	60
Figure 48	Hydrogrammes à Trans-en-Provence et la Motte, Q2010	61
Figure 49	Hydrogrammes à Trans-en-Provence et la Motte, Q1000	62
Figure 50	Limites administratives du territoire relevant du SMA.....	65

TABLEAUX

Tableau 1	Volumes stockés pour les différentes crues	7
Tableau 2	Cadre de l'étude de dangers.....	14
Tableau 3	Q30 – Recensement des enjeux	22
Tableau 4	Débits de pointe selon modèle pluie-débit (m ³ /s)	25
Tableau 5	Inventaire des crues principales du bassin versant de l'Argens.....	25
Tableau 6	Classification des barrages introduite par le décret du 12 mai 2015.....	33
Tableau 7	Périodes de retour des crues en situation exceptionnelle	34
Tableau 8	Probabilités annuelles de dépassement en situation extrême	34
Tableau 9	Données au droit de la mesure compensatoire pour les différentes crues.....	36
Tableau 10	Fréquence des rapports d'auscultation et de surveillance	42
Tableau 11	Impact du projet et efficacité de la mesure compensatoire sur le volume de l'onde de crue	54
Tableau 12	Volumes disponibles en cas de double crue	55

ANNEXES

Annexe A	Zone protégée
Annexe B	Carte des venues d'eau dans la zone protégée pour les crues Q7 à Q2010 et scénario 1
Annexe C	Cartographie des scénarios 2 et 3
Annexe D	Bibliographie
Annexe E	Consignes écrites

Etude de dangers des aménagements hydrauliques de stockage provisoire des écoulements provenant d'un bassin, d'un sous-bassin ou d'un groupement de sous- bassins hydrographiques

0 RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Le résumé non technique est établi à destination du grand public.

Il comporte une présentation de l'autorité compétente pour la prévention des inondations qui fait établir l'étude de dangers.

Il distingue les ouvrages existants et ceux qui sont ajoutés.

Le résumé non technique comprend notamment :

- *le rappel de la localisation et de la consistance de l'aménagement hydraulique et de ses éventuels usages en dehors de la prévention des inondations ;*
- *la présentation de la zone protégée et de ses éventuelles sous-parties et du ou des niveau(x) de protection associés ;*
- *la présentation de l'effet du stockage sur le risque d'inondation ;*
- *la présentation des principales limites de fonctionnement.*

0.1 PRÉSENTATION DE L'AUTORITE COMPETENTE

Le gestionnaire qui met en œuvre l'aménagement hydraulique objet de l'étude de dangers est le Syndicat Mixte de l'Argens.

GESTIONNAIRE	
Adresse	2, avenue Lazare Carnot, 83300 Draguignan
Représentant	M. Didier Brémond, Président du Syndicat Mixte de l'Argens

Le SMA fédère 8 intercommunalités représentant 74 communes (3 communautés d'agglomération et 5 communautés de communes) entièrement situées dans le département du Var :

- **La Dracénie Provence Verdon agglomération** (pour les communes de : Ampus, Bargemon, Callas, Châteaudouble, Claviers, Draguignan, Figanières, Flayosc, La Motte, Le Muy, Les Arcs-sur-Argens, Lorgues, Montferrat, Saint-Antonin-du-Var, Salernes, Sillans-la-Cascade, Taradeau, Trans-en-Provence et Vidauban)
- **La Communauté d'Agglomération Var Estérel Méditerranée** (pour les communes de : Fréjus, Puget-sur-Argens et Roquebrune-sur-Argens)
- **La Communauté d'Agglomération de la Provence Verte** (pour les communes de : Cotignac, Entrecasteaux, Carcès, Châteauvert, Correns, Montfort-sur-Argens, Le Val, Ollières, Saint-Maximin-la-Sainte Baume, Bras, Brignoles, Camps-la-Source, La Celle, Tourves et Vins-sur-Caramy, Nans-les-Pins, Rougiers, Mazaugues, Forcalqueiret, Garéoult, La Roquebrussanne, Néoules, Rocbaron et Sainte-Anastasie-sur-Issole.
- **La Communauté de Communes Cœur du Var** (pour les communes de : Besse-sur-Issole, Flassans-sur-Issole, Cabasse, Le Thoronet, le Cannet des Maures, Le Luc-en-Provence, Gonfaron, les Mayons.
- **La Communauté de Communes du Golfe de Saint-Tropez** (pour la commune de : La Garde-Freinet)
- **La Communauté de Communes Provence Verdon** (pour les communes de : Barjols, Brue-Auriac, Fox-Amphoux, La Verdière, Pontevès, Saint-Martin de Palières, Seillons-Source-d'Argens, Tavernes, Varages).

- **La Communauté de Communes Lac et Gorges du Verdon** : Moissac-Bellevue, Régusse, Aups, Toutour, Villecroze.
- **La Communauté de Communes du Pays de Fayence** (pour les communes de Bagnols-en-Forêt, Fayence, Montauroux, Saint-Paul-en-Forêt, Seillans).

0.2 LOCALISATION ET CONSISTANCE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

L'ouvrage que constitue la mesure compensatoire s'inscrit dans un plan d'aménagement plus vaste visant à protéger la traversée urbaine de Draguignan et Trans-en-Provence contre les inondations, au moyen notamment d'un élargissement des berges et d'un approfondissement du lit de la Nartuby. Le scénario d'aménagement retenu correspond à une gestion sans débordement en zone urbanisée du débit de 180 m³/s (débit généré par une crue de temps de retour¹ 30 ans).

Sans mesure compensatoire, les aménagements du lit de la Nartuby engendreraient plus en aval une accélération de la pointe de crue ainsi qu'une très légère augmentation du débit de pointe, des hauteurs et vitesses de submersion.

La mesure compensatoire est donc un ouvrage hydraulique qui vise à respecter l'objectif de neutralité de l'aménagement global pour ne pas péjorer les crues à l'aval.

Plus précisément, il doit modifier les écoulements de la Nartuby dès la crue décennale (temps de retour 10 ans) et assurer une neutralité sur l'aval jusqu'à la crue du PPRI (crue type 2010). Cette neutralité vise bien évidemment le sur-débit (celui-ci restant faible) mais aura pour objectif principal de compenser l'accélération de la pointe de crue.

La carte suivante présente l'emplacement de la mesure compensatoire, en aval des traversées urbaines de Draguignan et Trans-en-Provence.

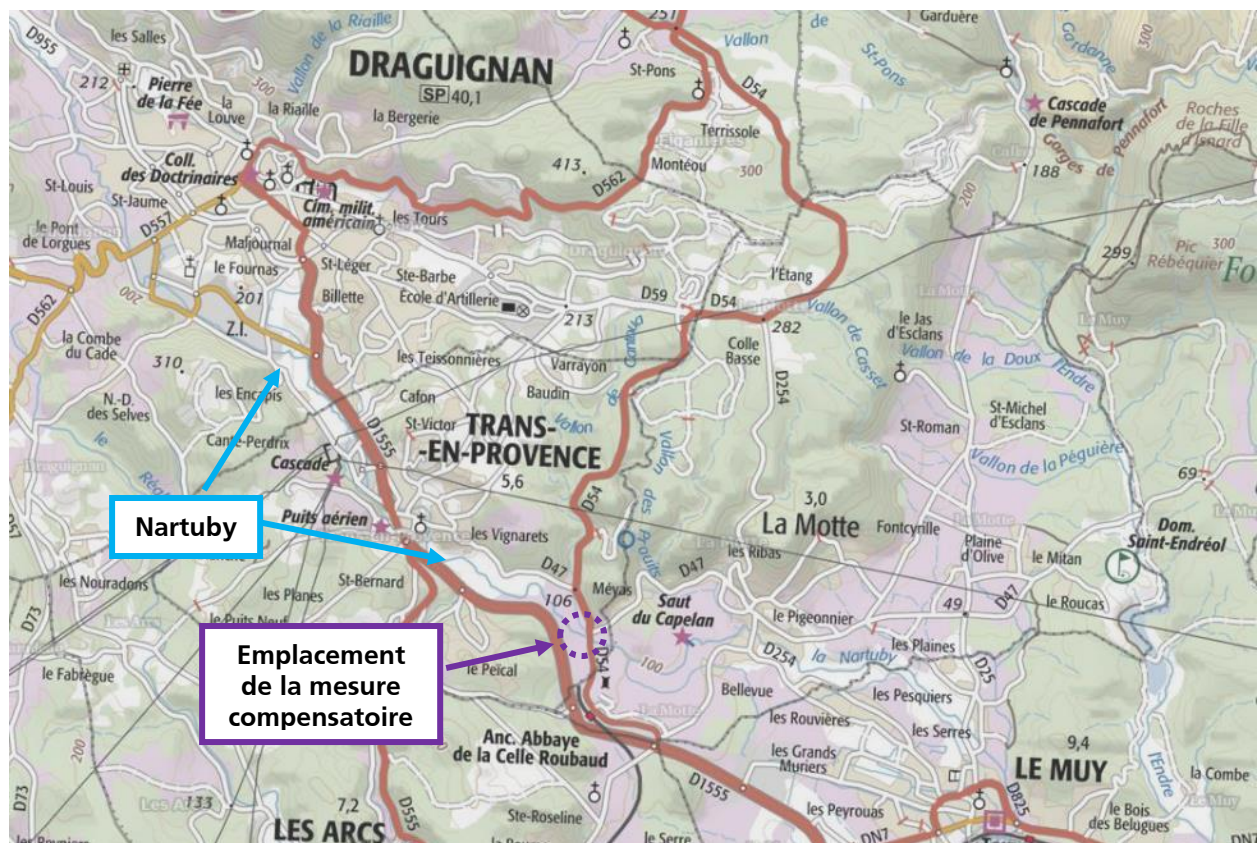


Figure 1 Situation générale

¹ La notion de temps de retour traduit la probabilité annuelle d'occurrence d'une crue. Ainsi une crue de temps de retour 30 ans a une chance sur 30 de se produire chaque année, une crue de temps de retour 10 ans, 1 chance sur 10.

L'aménagement de la mesure compensatoire se compose de deux épis de part et d'autre du cours d'eau de la Nartuby, juste en amont de la Route Départementale 54. L'épi rive gauche vient se raccorder sur cette RD 54. Ces épis, prévus pour être déversants, visent à stocker une partie des eaux de crue dans l'emprise des terrains amont, tout en permettant les écoulements de faible débit au niveau du lit du cours d'eau. L'épi rive droite se prolonge parallèlement à la RD 54 en une seconde portion de digue, calée à une cote supérieure.

Deux épis sont également présents en aval de la RD 54.

Une buse de diamètre 3000 mm traversant la RD54 en rive droite de l'aménagement est également présente. Afin d'assurer la continuité des écoulements vers les zones humides en aval, un orifice de diamètre 500 mm sera posé dans la digue.

La mesure compensatoire est présentée en vue en plan ci-dessous.

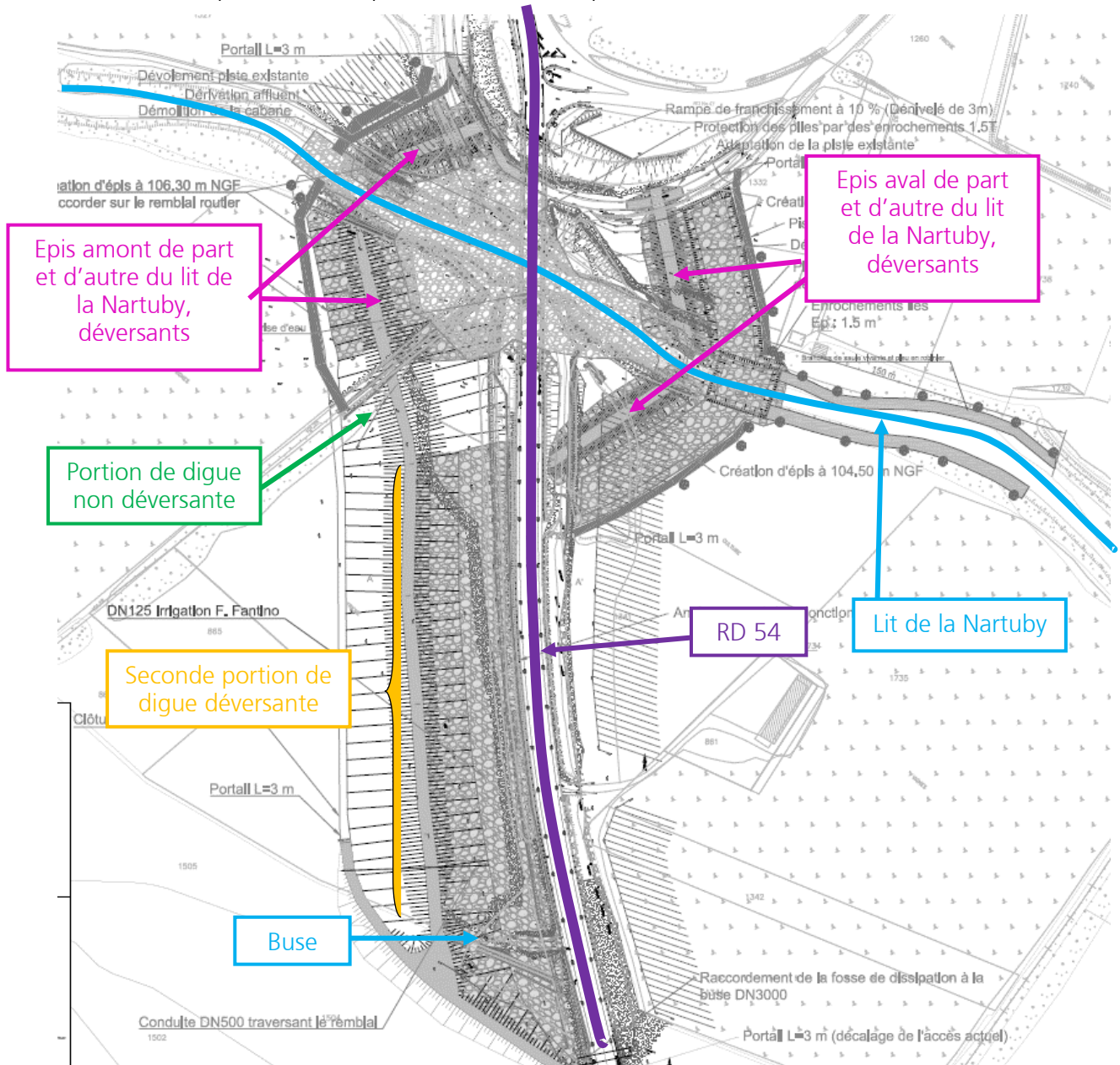


Figure 2 Vue en plan de l'aménagement de la mesure compensatoire

L'objectif premier de la construction de cet ouvrage est de ralentir la dynamique des crues vers l'aval. Cependant, en tant que barrage de classe C (cf. paragraphes suivants), l'ouvrage doit être dimensionné de façon à ce que sa tenue soit assurée pour une crue extrême de temps de retour 10 000 ans.

C'est dans le cadre de cette problématique de gestion des crues extrêmes qu'une seconde portion de digue déversante est prévue sur un linéaire de 200 m, en amont et parallèlement à la RD54 (activation à partir d'un temps de retour 1 000 ans).

L'ouvrage à l'amont de la RD54 est ainsi constitué d'une portion déversante calée à 106.3 m NGF de part et d'autre du lit de la Nartuby (épis amont), d'une portion non déversante à cote plus élevée sur un faible linéaire, puis à nouveau d'une portion déversante longue de 200 m calée à la cote 107.2 m NGF, parallèle à la RD 54.

L'ouvrage à l'aval de la RD54 (épis aval) est quant à lui prévu pour être déversant sur la totalité de son linéaire, à une cote de 104.5 m NGF.

La prévention contre les inondations est le seul usage de l'ouvrage de la mesure compensatoire. Celui-ci ne se remplissant qu'en crue et n'étant pas pourvu d'organes hydrauliques permettant le stockage prolongé (type vanne), il n'y a pas d'application liée au soutien d'étiage, à l'alimentation en eau potable, à l'irrigation ou aux activités de loisirs.

0.3 PRÉSENTATION DE LA ZONE PROTÉGÉE

Comme indiqué précédemment, la mesure compensatoire s'inscrit dans un plan d'aménagement plus vaste visant à protéger la traversée urbaine de Draguignan et Trans-en-Provence, avec pour objectif une gestion sans débordement en zone urbanisée du débit généré par une crue de temps de retour 30 ans.

La mesure compensatoire ne dispose pas d'une zone protégée à proprement parler en aval. Il ne s'agit en effet pas d'un dispositif de stockage empêchant des inondations alentours, mais d'un ouvrage complémentaire aux aménagements de la Nartuby réalisés plus en amont, permettant d'empêcher l'aggravation des phénomènes de crue dans les zones aval.

La zone protégée considérée ici est donc la zone protégée par l'aménagement global (aménagements du lit de la Nartuby et mesure compensatoire) pour la crue de temps de retour 30 ans. Il s'agit donc de la zone soustraite à l'inondation de temps de retour 30 ans, du fait de la réalisation de l'aménagement global. La localisation en plan des limites de la zone protégée est présentée sur la carte ci-après.

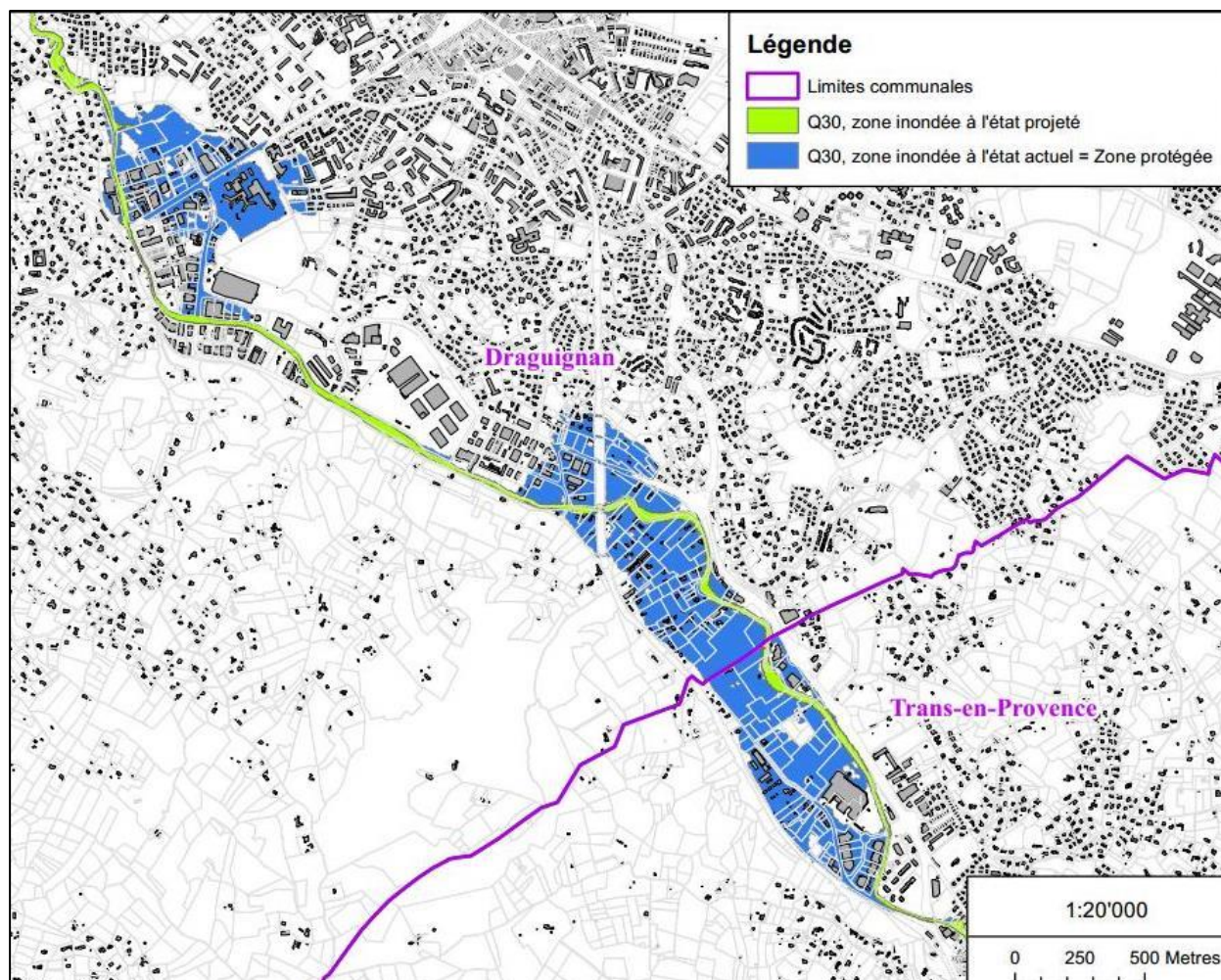


Figure 3 Zone protégée (cf. Annexe A)

L'emprise de la zone protégée comprend donc l'ensemble des zones représentées en bleu sur la figure précédente, qui ne seront plus inondables en crue trentennale à l'état futur. Elle englobe près de 150 habitats, 240 activités, 7 biens publics, 12 ha de surfaces d'activités agricoles et 25 km de réseaux sur les communes de Trans-en-Provence et Draguignan.

0.4 EFFET DU STOCKAGE SUR LE RISQUE INONDATION

Le stockage d'eau en amont de la mesure compensatoire occasionne logiquement des niveaux d'eau plus élevés qu'à l'état initial à l'emplacement de la retenue.

L'effet de ralentissement des crues recherché est obtenu sur l'ensemble de la gamme de crue, tandis que les volumes des crues en aval ne sont pas aggravés.

A titre d'exemple, la figure suivante présente les hydrogrammes obtenus à la Motte (en aval de la mesure compensatoire) pour la crue de temps de temps de retour 50 ans.

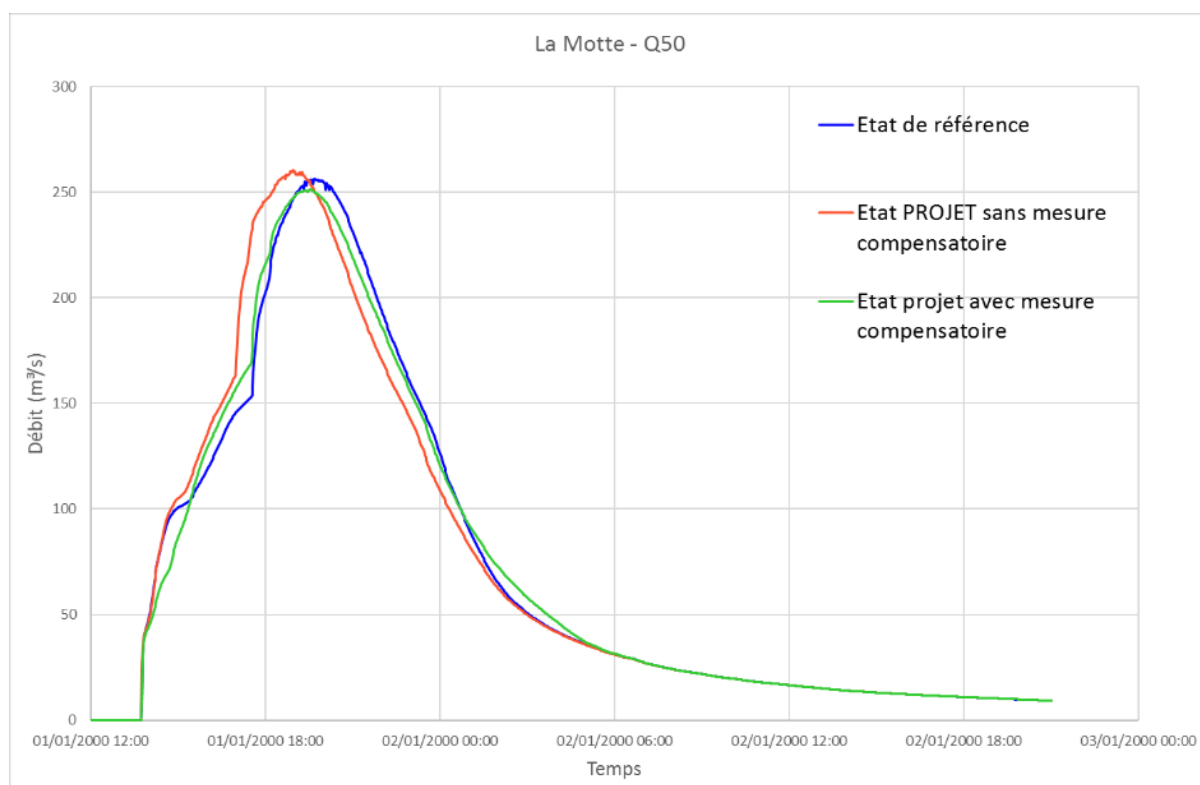


Figure 4 Efficacité de la mesure compensatoire - crue Q50

La mesure compensatoire permet bien de ralentir la crue et d'atténuer la pointe de débit.

Le tableau suivant présente les volumes stockés pour les différentes crues étudiées.

Crue	Volume total stocké (m ³)	Volume stocké supplémentaire par rapport à l'état actuel (m ³)
Q7	127 000	104 000
Q10	177 000	120 000
Q30	427 000	260 000
Q50	591 000	366 000
Q100	833 000	520 000
Q2010	985 000	550 000
Q1000	1 246 000	872 000

Tableau 1 Volumes stockés pour les différentes crues

0.5 PRINCIPALES LIMITES DE FONCTIONNEMENT

Trois scénarios ont été étudiés pour analyser les limites de performance de l'aménagement.

Le **premier scénario** examine les conséquences d'une indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique. En tant qu'ouvrage passif, l'ouvrage de la mesure compensatoire est par définition disponible. Une indisponibilité totale, soit une absence de stockage, revient à considérer l'**absence de l'aménagement**. Ce scénario étudie donc l'état avec aménagements amont (restauration morphodynamique de la Nartuby) sans mise en œuvre de la mesure compensatoire, pour la crue trentennale.

En considérant les aménagements amont uniquement, les sur-hauteurs par rapport à l'état actuel entre Trans-en-Provence et la Motte sont inférieures à 5 cm. On observerait des hauteurs d'eau supérieures dans les secteurs inondés du Muy : les sur-hauteurs sont majoritairement inférieures à 5 cm, tandis que quatre habitations connaissent des sur-hauteurs comprises entre 5 et 10 cm. Très ponctuellement, en zone non bâtie, les sur-hauteurs peuvent atteindre 30 cm. Au niveau de la Motte, la pointe de crue serait anticipée d'1 heure et le débit de pointe augmenté de 2,5 % (environ 3,5 m³/s) pour la crue de projet.

Ces éléments n'étant pas acceptables, il est prévu de construire la mesure compensatoire avant de procéder aux aménagements amont du lit de la Nartuby.

Le **second scénario** examine les conséquences d'une indisponibilité partielle de l'aménagement hydraulique. Une perturbation du fonctionnement de la mesure compensatoire par la présence d'embâcles n'est pas impossible, du fait des importants transports d'embâcles qui ont déjà eu lieu lors des crues passées sur le tronçon de la Nartuby étudié, à l'image de la crue de 2010, au cours de laquelle des troncs et même des voitures ont été emportés. Même si les nouveaux aménagements ont été conçus au stade de l'avant-projet de sorte à limiter le risque d'embâcles, ce risque reste existant en raison du retour d'expérience.

Le second scénario étudie la **limitation de performance de l'aménagement hydraulique due à la présence d'embâcles**, et analyse les conséquences d'une rupture d'embâcles.

Ce scénario considère le passage d'une crue trentennale avec piégeage d'embâcles au niveau du pertuis amont (réduction de la débitance de l'ouvrage de 30%), augmentant ainsi le stockage à l'amont par rapport au fonctionnement nominal. L'hypothèse est ensuite faite que les embâcles sont brutalement évacués au pire moment, c'est à dire au pic de la crue, occasionnant instantanément un retour à 100 % de la capacité de l'ouvrage.

Le niveau maximum atteint dans la retenue de la mesure compensatoire pour ce scénario correspond à une surcote de 20 cm environ par rapport aux conditions de fonctionnement normales. Cette surcote n'a pas d'impact sur la zone protégée située en amont de la mesure compensatoire, aucun bâtiment supplémentaire n'étant par ailleurs inondé à proximité de l'ouvrage. De plus, elle n'engendre pas de déversement par-dessus les tronçons déversants localisés à l'amont de la RD54. Ainsi la réduction de 30% de la capacité de débit pour la crue de dimensionnement n'engendre pas de modification sur le principe de fonctionnement de l'aménagement : il n'y a pas de sur-débit ou d'accélération de la dynamique de crue en aval.

La rupture des embâcles engendre quant à elle un sur-débit de 12 m³/s à l'aval immédiat de la mesure compensatoire, soit près de 7 % de la pointe de crue trentennale à l'état projeté. La phase de montée au pic est très légèrement retardée du fait du stockage en amont de la mesure compensatoire, puis une brusque augmentation de débit apparaît au moment de la pointe, caractéristique de la soudaine évacuation des embâcles et de la débitance totale retrouvée au niveau du pertuis amont.

A l'aval de la mesure compensatoire, la différence de hauteur d'eau est de moins de 5 cm dans la majorité des secteurs inondés. Plus à l'aval au Muy, aucun bâtiment supplémentaire n'est inondé en rive droite, l'emprise des écoulements restant quasiment identique et les différences de hauteur étant majoritairement inférieures à 5 cm. En rive gauche, la zone inondée est légèrement plus importante. Cinq habitations privées connaissent des sur-hauteurs comprises entre 5 et 10 cm, tandis que trois

habitations initialement en limite de zone inondée voient des hauteurs d'eau inférieures à 5 cm. Des sur-hauteurs comprises entre 10 et 30 cm sont ponctuellement observables, en zone non bâtie.

Le **troisième scénario** suppose que l'aménagement hydraulique n'est plus efficace en raison de la saturation de sa capacité de stockage sous l'effet d'un aléa significativement plus important que celui correspondant au niveau de protection (par exemple, l'aléa de référence du plan de prévention des risques naturels inondation).

Comme indiqué précédemment, les aménagements amont sont dimensionnés pour un niveau de protection Q30, cependant la mesure compensatoire est réalisée dans le but de modifier les écoulements de la Nartuby dès la crue décennale et assurer une neutralité sur l'aval jusqu'à la crue du PPRI (crue type 2010).

Pour les crues rares (crue type 2010 de temps de retour proche de 200 ans, crue 1000 ans), on observe au niveau des gorges de Trans-en-Provence une modification du comportement des crues entre l'état actuel et l'état projeté. En raison d'un retardement du débordement dans le lit majeur induit par les nouveaux aménagements, la montée de la crue est accélérée, mais le lit majeur étant de ce fait moins rempli à l'arrivée de la pointe de crue, celle-ci est davantage laminée. Ainsi, les pointes à l'état projeté sont inférieures à l'état actuel.

Pour de telles crues, les tronçons déversants localisés à l'amont de la RD54 sont activés, on se trouve bien dans une situation de saturation de la capacité de stockage, pour laquelle l'ouvrage devient transparent (peu de laminage, le débit entrant est égal au débit sortant). Ceci combiné à l'abaissement de la pointe en amont décrit précédemment, on retrouve également en aval (La Motte) une pointe de crue plus faible et une montée légèrement retardée.

Pour ces crues rares au cours desquelles la capacité de stockage se sature, l'ouvrage de la mesure compensatoire n'a donc pas d'effet péjorant sur la dynamique des crues. Seule la zone localisée dans le remous de la retenue connaît logiquement des hauteurs d'eau supérieures par rapport à l'état actuel : un bâtiment qui est en limite d'inondation à l'état actuel devient inondé du fait de la présence de la mesure compensatoire, à l'extrémité nord de la retenue.

1 RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

- a) Identification du gestionnaire qui met en œuvre l'aménagement hydraulique objet de l'étude de dangers ;
- b) Identification de l'organisme agréé qui a réalisé l'étude de dangers pour le compte de l'autorité visée au a ;
- c) Rappel des autorisations existantes en lien avec l'aménagement hydraulique, en particulier lorsqu'il s'agit de barrages relevant de la rubrique 3.2.5.0 ;
- d) La date à laquelle l'étude de dangers est officiellement remise au préfet
- e) Rappel des études de dangers valides pour les barrages de classe A ou B parties prenantes à l'aménagement hydraulique produites en application des obligations qui sont faites à son responsable au titre de la rubrique 3.2.5.0.

1.1 IDENTIFICATION DU GESTIONNAIRE

Le gestionnaire qui met en œuvre l'aménagement hydraulique objet de l'étude de dangers est le Syndicat Mixte de l'Argens.

GESTIONNAIRE	
Adresse	2, avenue Lazare Carnot, 83300 Draguignan
Représentant	M. Didier Brémond, Président du Syndicat Mixte de l'Argens

1.2 IDENTIFICATION DE L'ORGANISME AGRÉÉ QUI A RÉALISÉ L'ÉTUDE DE DANGERS

L'étude de dangers est réalisée par le bureau GEOS INGENIEURS CONSEILS SA.

AUTEURS DE L'ÉTUDE	
Adresse	1, Route de l'Aéroport CH-1217 MEYRIN, SUISSE
Téléphone	+41 22 309 30 60

Les données hydrauliques sont fournies par le bureau INGEROP.

	
Adresse	Domaine du petit Arbois Pavillon Laënnec Hall B BP 20056 13545 Aix-en-Provence Cedex 4, FRANCE
Téléphone	+33 4 42 50 83 00

GEOS et INGEROP sont agréés pour la réalisation de ces études.

1.3 RAPPEL DES AUTORISATIONS EXISTANTES EN LIEN AVEC L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE

L'aménagement hydraulique que constitue cette mesure compensatoire est un ouvrage à construire, actuellement à l'étude, il ne dispose donc d'aucune autorisation pour le moment.

Un Dossier d'Autorisation Environnementale a été déposé le 29 octobre 2018.

1.4 DATE À LAQUELLE L'ÉTUDE DE DANGERS EST OFFICIELLEMENT REMISE AU PRÉFET

L'étude de dangers est officiellement remise au préfet le 29 octobre 2018.

2 OBJET DE L'ÉTUDE

Ce chapitre indique notamment dans quel cadre l'étude de dangers est réalisée.

Ce chapitre comprend notamment :

2.1. Le descriptif du cadre de la demande

2.2 La liste des communes concernées par la zone protégée et ses éventuelles sous-parties.

2.3. La localisation en plan des limites de la zone protégée et de ses éventuelles sous-parties.

2.4. La localisation en plan et la description sommaire des ouvrages concernés.

2.1 CONTEXTE GÉNÉRAL

L'ensemble des données hydrauliques utilisées dans ce rapport proviennent d'une étude hydraulique menée par le bureau INGEROP (cf. bibliographie et description du modèle hydraulique de la Nartuby dans les paragraphes suivants).

L'ouvrage que constitue la mesure compensatoire s'inscrit dans un plan d'aménagement plus vaste visant à protéger la traversée urbaine de Draguignan et Trans-en-Provence contre les inondations, au moyen notamment d'un élargissement des berges et d'un approfondissement du lit de la Nartuby. Le scénario d'aménagement retenu correspond à une gestion sans débordement en zone urbanisée du débit de 180 m³/s (débit généré par une crue de temps de retour 30 ans).

En termes de propagation des ondes de crue, les résultats des simulations hydrauliques (cf. paragraphes suivants) montrent que les aménagements projetés (augmentation de la capacité du lit sur la traversée urbaine en amont), sans mesure compensatoire, engendreraient un décalage temporel de la pointe de crue (anticipation d'une heure pour l'occurrence trentennale par exemple), ainsi qu'une très légère augmentation du débit de pointe, des hauteurs et vitesses de submersion à l'aval. Par ailleurs, sans mesure compensatoire, le volume potentiellement débordant à l'aval est légèrement plus élevé à l'état projet pour les crues comprises entre Q7 et Q100 incluses, avec des pourcentages compris entre +5% pour les crues les plus fréquentes, se réduisant ensuite en fonction de l'occurrence de crue et jusqu'à atteindre un pourcentage proche de 0 pour la crue centennale.

La mesure compensatoire est donc un ouvrage hydraulique qui vise ainsi à respecter l'objectif de neutralité de l'aménagement global pour ne pas péjorer les crues à l'aval.

Plus précisément, il doit modifier les écoulements de la Nartuby dès la crue décennale et assurer une neutralité sur l'aval jusqu'à la crue du PPRI (crue type 2010). Cette neutralité vise bien évidemment le sur-débit (celui-ci restant faible) mais aura pour objectif principal de compenser l'accélération de la pointe de crue.

La carte suivante présente l'emplacement de la mesure compensatoire, en aval des traversées urbaines de Draguignan et Trans-en-Provence.



Figure 5 Situation générale

2.2 DESCRIPTIF DU CADRE DE LA DEMANDE

L'étude de dangers est réalisée dans le cadre du cas 3 du tableau ci-après.

Cas 1	Autorisation initiale de l'aménagement hydraulique, sans travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 2 du présent arrêté.
Cas 2	Modification d'un aménagement hydraulique existant, avec travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 3 du présent arrêté.
Cas 3	Autorisation initiale d'un aménagement hydraulique, avec travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 4 du présent arrêté.
Cas 4	Mise à jour de l'étude de dangers d'un aménagement hydraulique exigée par arrêté préfectoral de prescription complémentaire en application de l'article R. 214-117-III en raison d'une modification de l'aménagement hydraulique. La mise à jour de l'étude de dangers est conforme aux dispositions de l'article 5 du présent arrêté.
Cas 5	Actualisation d'une étude de dangers en application du II de l'article R. 214-117. Cette actualisation est réalisée conformément aux dispositions de l'article 6 du présent arrêté.

Tableau 2 Cadre de l'étude de dangers

L'arrêté du 7 avril 2017, précisant le plan de l'étude de dangers des digues organisées en systèmes d'endiguement et des autres ouvrages conçus ou aménagés en vue de prévenir les inondations et submersions, demande également une évaluation des situations particulières pendant la réalisation des travaux tenant compte de la durée prévue pour ceux-ci.

2.3 LISTE DES COMMUNES CONCERNEES PAR LA ZONE PROTEGEE ET SES EVENTUELLES SOUS-PARTIES

Les communes concernées par la zone protégée sont **Draguignan** et **Trans-en-Provence**, communes sur le territoire desquelles ont lieu les restaurations de la Nartuby.

2.4 LOCALISATION EN PLAN DES LIMITES DE LA ZONE PROTEGEE ET DE SES EVENTUELLES SOUS-PARTIES

Comme indiqué précédemment, la mesure compensatoire s'inscrit dans un plan d'aménagement plus vaste visant à protéger la traversée urbaine de Draguignan et Trans-en-Provence, avec pour objectif une gestion sans débordement en zone urbanisée du débit généré par une crue de temps de retour 30 ans. La mesure compensatoire doit permettre d'assurer une neutralité sur l'aval jusqu'à la crue du PPRI (crue type 2010, temps de retour de l'ordre de 200 ans).

La mesure compensatoire ne dispose pas d'une zone protégée à proprement parler en aval. Il ne s'agit en effet pas d'un dispositif de stockage empêchant des inondations alentours, mais d'un ouvrage complémentaire à la restauration morphodynamique de la Nartuby réalisée plus en amont, permettant d'empêcher l'aggravation des phénomènes de crue dans les zones aval.

La zone protégée considérée ici est donc la zone protégée par l'aménagement global (restauration morphodynamique de la Nartuby dans les traversées urbaines de Trans-en-Provence et Draguignan, rendue possible par la mise en œuvre complémentaire de la mesure compensatoire) pour la crue de temps de retour 30 ans. Il s'agit donc de la zone soustraite à l'inondation de temps de retour 30 ans, du fait de la réalisation de l'aménagement global. La localisation en plan des limites de la zone protégée est présentée sur la carte ci-après.

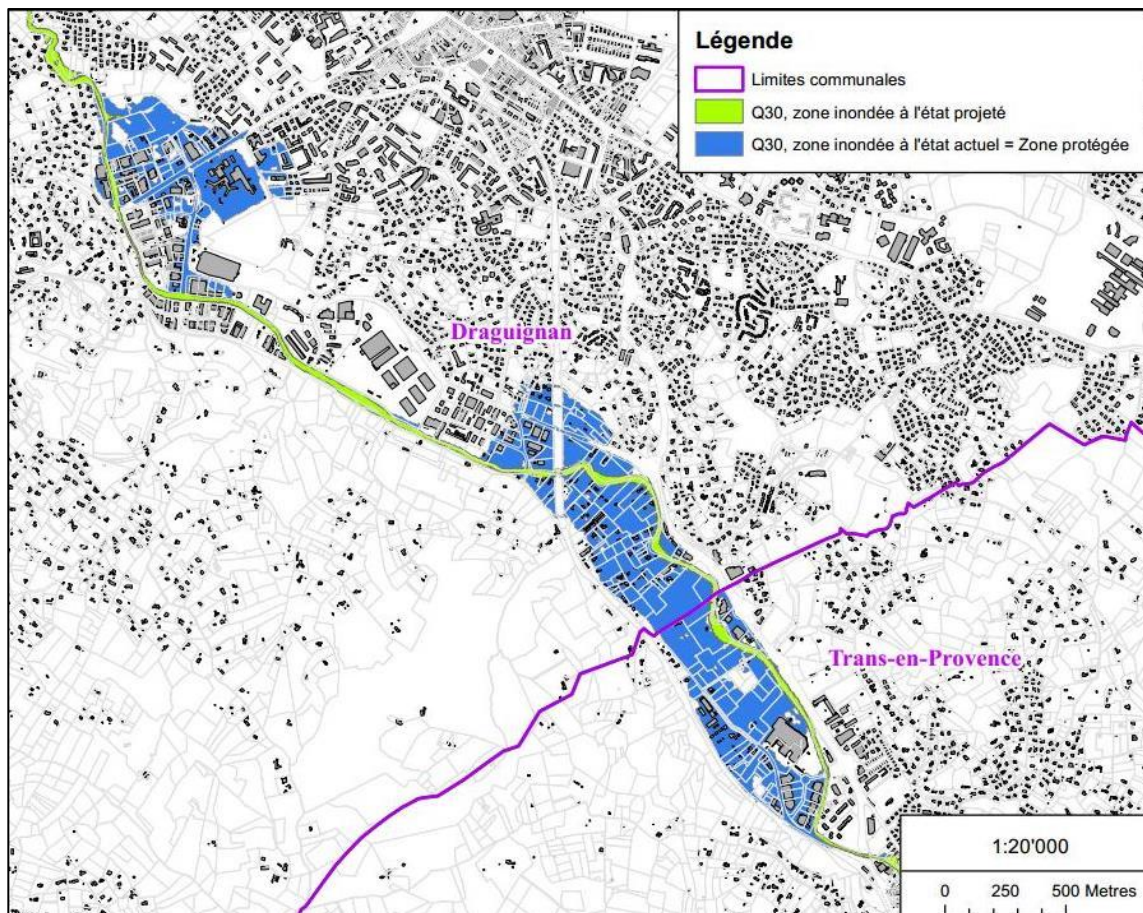


Figure 6 Zone protégée (cf. Annexe A)

L'emprise de la zone protégée comprend donc l'ensemble des zones représentées en bleu sur la figure précédente, qui ne seront plus inondables en Q30 à l'état futur.

2.5 LOCALISATION EN PLAN ET DESCRIPTION SOMMAIRE DES OUVRAGES CONCERNÉS

L'aménagement (ou ouvrage) de la mesure compensatoire (appellations utilisées dans la suite du rapport pour désigner l'ouvrage objet de la présente EDD) se compose de deux épis de part et d'autre du cours d'eau de la Nartuby, juste en amont de la Route Départementale 54. L'épi rive gauche vient se raccorder sur cette RD 54. Ces épis, prévus pour être déversants, visent à stocker une partie des eaux de crue dans l'emprise des terrains amont, tout en permettant les écoulements de faible débit au niveau du pertuis. L'épi rive droite se prolonge parallèlement à la RD 54 en une seconde portion de digue, calée à une cote supérieure.

Deux épis sont également présents en aval de la RD 54. Ces épis, également déversants, visent à former une contre-retenu à l'aval des épis amont, et sont dimensionnée pour que le niveau du plan d'eau contrôle efficacement le débit transitant par le pertuis amont.

Une buse DN3000 traversant la RD54 en rive droite de l'aménagement est également présente. Afin d'assurer la continuité des écoulements vers les zones humides en aval, un orifice de diamètre 500 mm sera posé dans la digue.

La mesure compensatoire est présentée en vue en plan ci-dessous.

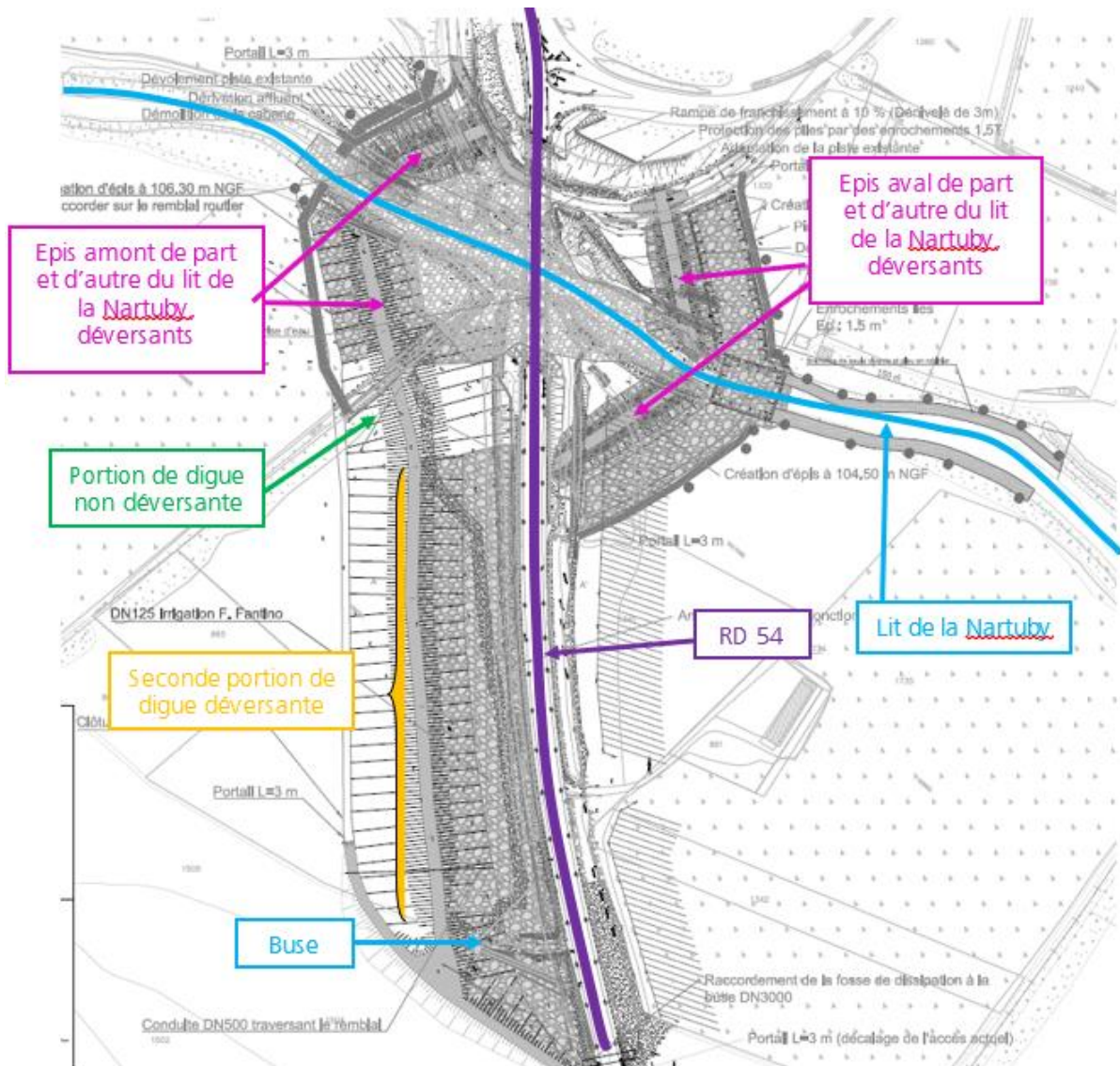


Figure 7 Vue en plan de l'aménagement de la mesure compensatoire

L'objectif premier de la construction de cet ouvrage est de ralentir la dynamique des crues vers l'aval. Cependant, en tant que barrage de classe C (cf. paragraphes suivants), l'ouvrage doit être dimensionné de façon à ce que sa tenue soit assurée pour une crue extrême de temps de retour 10 000 ans. C'est dans le cadre de cette problématique de gestion des crues extrêmes qu'une seconde portion de digue déversante est prévue sur un linéaire de 200 m, en amont et parallèlement à la RD54 (activation à partir d'un temps de retour 1 000 ans).

L'ouvrage en amont de la RD54 est ainsi constitué d'une portion déversante calée à 106.3 m NGF de part et d'autre du lit de la Nartuby (épis amont), d'une portion non déversante à cote plus élevée sur un faible linéaire, puis à nouveau d'une portion déversante longue de 200 m calée à la cote 107.2 m NGF, parallèle à la RD 54.

L'ouvrage à l'aval de la RD 54 (épis aval) est quant à lui prévu pour être déversant sur la totalité de son linéaire, à une cote de 104.5 m NGF.

La figure suivante récapitule le concept hydraulique de l'ouvrage.

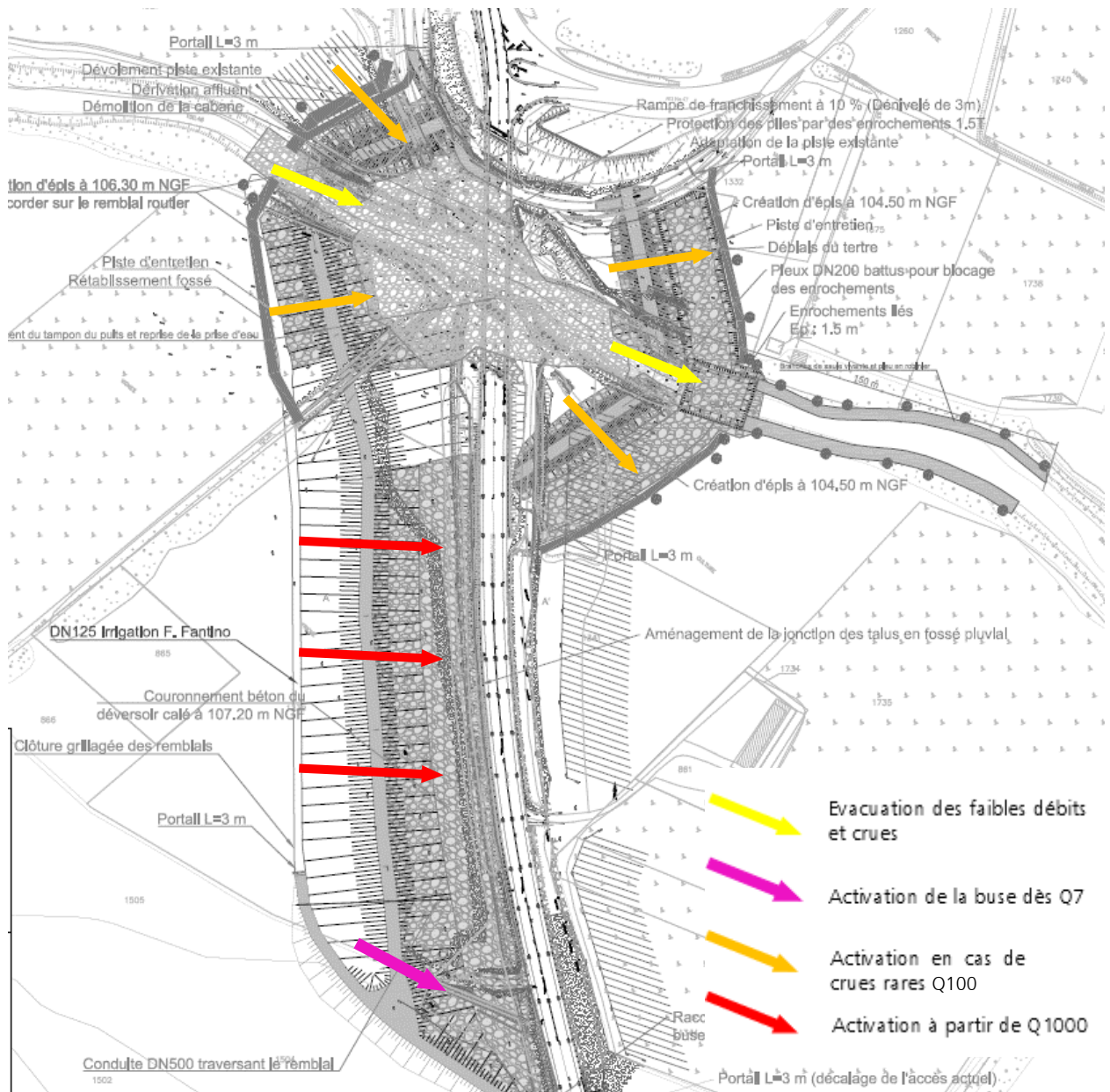


Figure 8 Concept hydraulique

3 DESCRIPTION PRÉCISE

Titre complet : Description précise de la zone protégée, de l'aménagement hydraulique et de ses fonctions de protection contre les inondations

3.1 ZONE PROTÉGÉE

Ce sous-chapitre comporte :

a) Une carte telle que prévue au 4.1, représentant :

- les limites administratives du territoire relevant de l'autorité visée au a du chapitre 1 ;*
- les limites de la zone protégée qui est inscrite dans ce territoire. Par convention, et sauf stipulation contraire de l'autorité compétente visée au a du chapitre 1, la zone protégée peut être confondue avec la zone inondable ;*
- le niveau de protection et le lieu de référence mentionné à l'article 16 où sont mesurés les paramètres représentant le niveau de protection.*

b) Une liste récapitulative des communes dont le territoire est intégré en tout ou partie dans la zone protégée ;

c) Une liste récapitulative des autres communes qui relèvent de l'autorité compétente pour la prévention des inondations visée au a du chapitre 1.

3.1.1 Définition et cartographie

Comme expliqué au paragraphe 2.4, l'ouvrage de la mesure compensatoire objet de cette EDD ne dispose pas d'une zone protégée propre en aval. Il ne s'agit en effet pas d'un dispositif de stockage empêchant des inondations alentours, mais d'un ouvrage complémentaire à la restauration morphodynamique de la Nartuby réalisée plus en amont, permettant d'empêcher l'aggravation des phénomènes de crue dans les zones aval. L'objectif de l'aménagement global est une gestion sans débordement en zone urbanisée à Draguignan et Trans-en-Provence du débit généré par une crue de temps de retour 30 ans, sans aggravation aval.

La zone protégée considérée ici est donc la zone protégée par l'aménagement global (restauration morphodynamique de la Nartuby dans les traversées urbaines de Trans-en-Provence et Draguignan, rendue possible par la mise en œuvre complémentaire de la mesure compensatoire) pour la crue de temps de retour 30 ans. Il s'agit donc de la zone soustraite à l'inondation de temps de retour 30 ans, du fait de la réalisation de l'aménagement global.

La carte ci-dessous présente l'emprise de la zone protégée (la description du modèle hydraulique utilisé pour obtenir ces résultats est fournie dans les paragraphes suivants).

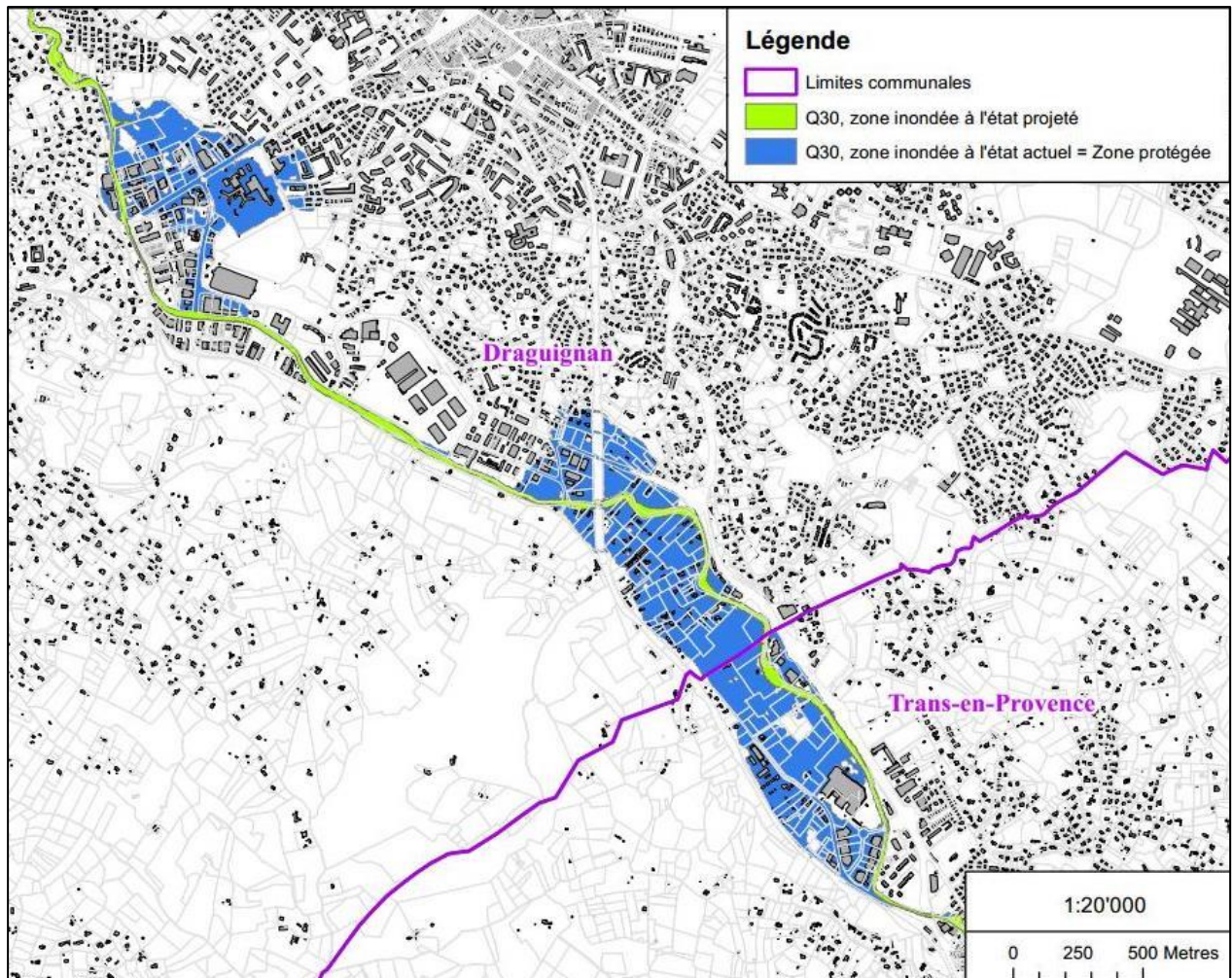


Figure 9 Zone protégée (cf. Annexe A)

En amont du Pont d'Aups, la situation est inchangée par rapport à la situation actuelle.

Dans le secteur Cerisaie / pont de Lorgues, les aménagements proposés permettent la mise hors d'eau pour cette gamme de crue de nombreux enjeux, comme l'illustre la figure ci-dessous.

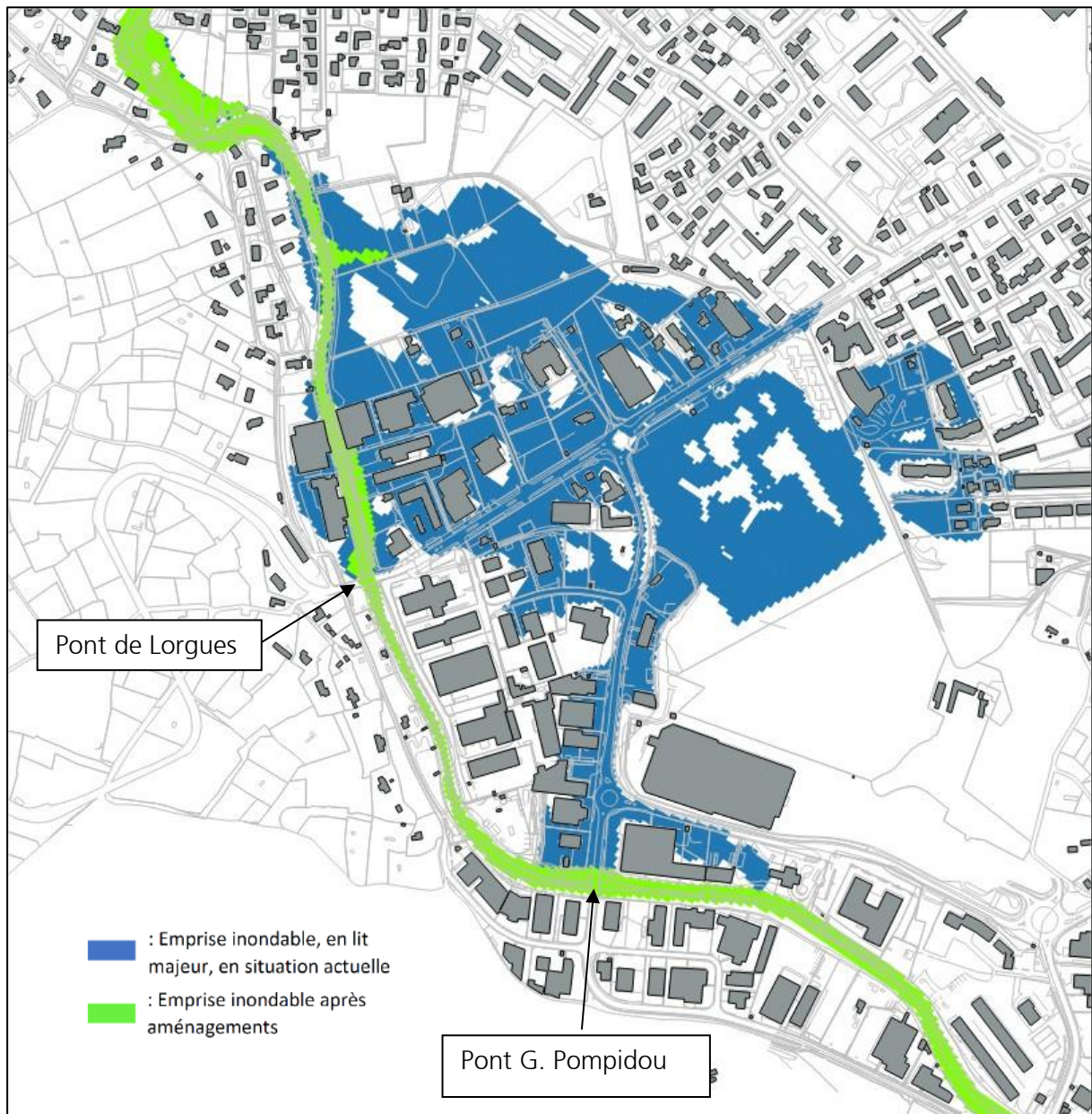


Figure 10 Extrait de la cartographie des emprises inondées pour Q30 à l'état actuel (en bleu) et à l'état après aménagements (en vert) – Secteur Cerisaie / Pont de Lorgues

NB : sur cette illustration, on distingue les contours des bâtis de l'ancienne prison de Draguignan. En effet, celle-ci a été intégrée au modèle à l'état de référence (bâtis renseignés en obstacle à l'écoulement dans le modèle topographique). En revanche, compte tenu de sa démolition effective durant l'étude, elle a été retirée du modèle en situation après aménagements.

De même, les aménagements proposés permettent une importante mise hors d'eau dans les secteurs entre le quartier des Incapis et le CTM de Trans-en-Provence.

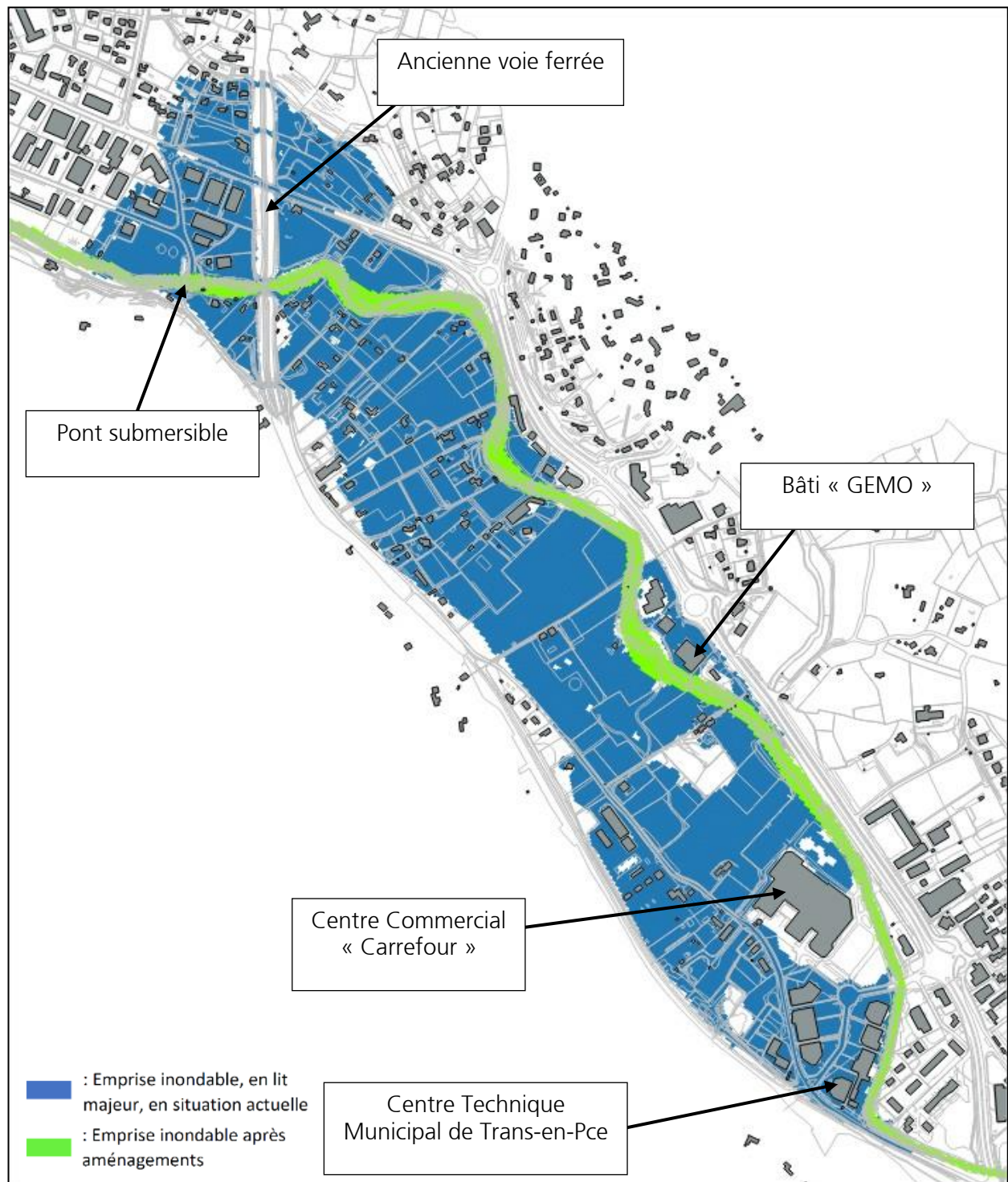


Figure 11 Extrait de la cartographie des emprises inondées pour Q30 à l'état actuel (en bleu) et à l'état après aménagements (en vert) – Secteur Incapis / CTM de Trans-en-Provence

Le tableau ci-dessous présente le recensement des enjeux en zone inondable en situation avant et après aménagements, pour la crue de temps de retour 30 ans (source : Analyse Multicritères réalisée par Ingerop en 2018, cf. bibliographie).

ETAT ACTUEL	Q30
Nb d'habitats	288
Nb d'activités	298
Nb de biens publics	10
surface d'activités agricoles (ha)	79
linéaire de réseau (km)	43.1

ETAT PROJET	Q30
Nb d'habitats	136
Nb d'activités	54
Nb de biens publics	3
surface d'activités agricoles (ha)	67
linéaire de réseau (km)	18.6

Tableau 3 Q30 – Recensement des enjeux

La différence entre les deux tableaux correspond aux enjeux localisés dans les zones soustraites à l'inondation suite à la mise en œuvre de l'aménagement.

La zone protégée comprend donc près de 150 habitats, 240 activités, 7 biens publics, 12 ha de surfaces d'activités agricoles et 25 km de réseaux.

Les débits caractéristiques de la Nartuby à Trans-en-Provence sont calculés par la Banque Hydro, au droit de la station Y5235010 (bassin versant = 190 km²) depuis 1969.

3.1.2 Communes de la zone protégée

Trans-en-Provence et Draguignan sont les deux communes dont le territoire est en partie intégré dans la zone protégée.

3.1.3 Communes relevant de l'autorité compétente pour la prévention des inondations

Le SMA fédère 8 intercommunalités représentant 74 communes (3 communautés d'agglomération et 5 communautés de communes) entièrement situées dans le département du Var :

- **La Dracénie Provence Verdon agglomération** (pour les communes de : Ampus, Bargemon, Callas, Châteaudouble, Claviers, [Draguignan](#), Figanières, Flayosc, La Motte, Le Muy, Les Arcs-sur-Argens, Lorgues, Montferrat, Saint-Antonin-du-Var, Salernes, Sillans-la-Cascade, Taradeau, [Trans-en-Provence](#) et Vidauban)
- **La Communauté d'Agglomération Var Estérel Méditerranée** (pour les communes de : Fréjus, Puget-sur-Argens et Roquebrune-sur-Argens)
- **La Communauté d'Agglomération de la Provence Verte** (pour les communes de : Cotignac, Entrecasteaux, Carcès, Châteauvert, Correns, Montfort-sur-Argens, Le Val, Ollières, Saint-Maximin-la-Sainte Baume, Bras, Brignoles, Camps-la-Source, La Celle, Tourves et Vins-

- sur-Caramy, Nans-les-Pins, Rougiers, Mazaugues, Forcalqueiret, Garéoult, La Roquebrussanne, Néoules, Rocbaron et Sainte-Anastasie-sur-Issole.
- **La Communauté de Communes Cœur du Var** (pour les communes de : Besse-sur-Issole, Flassans-sur-Issole, Cabasse, Le Thoronet, le Cannet des Maures, Le Luc-en-Provence, Gonfaron, les Mayons).
 - **La Communauté de Communes du Golfe de Saint-Tropez** (pour la commune de : La Garde-Freinet)
 - **La Communauté de Communes Provence Verdon** (pour les communes de : Barjols, Brue-Auriac, Fox-Amphoux, La Verdière, Pontevès, Saint-Martin de Palières, Seillons-Source-d'Argens, Tavernes, Varages).
 - **La Communauté de Communes Lac et Gorges du Verdon** : Moissac-Bellevue, Régusse, Aups, Toutour, Villecroze.
 - **La Communauté de Communes du Pays de Fayence** (pour les communes de Bagnols-en-Forêt, Fayence, Montauroux, Saint-Paul-en-Forêt, Seillans)

La figure suivante donne leur localisation.

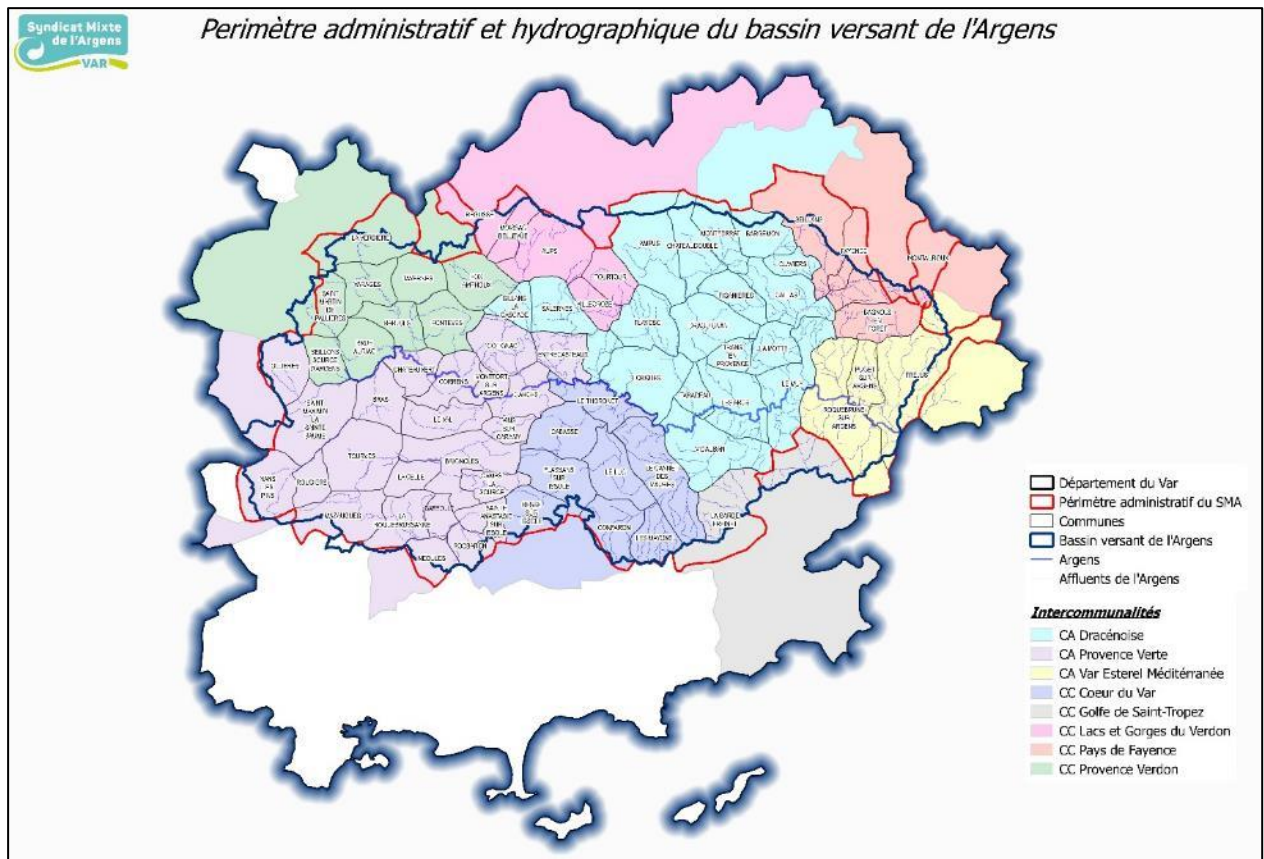


Figure 12 Limites administratives du territoire relevant du SMA

3.2 DESCRIPTION DES CONDITIONS NATURELLES POUVANT CONDUIRE À DES CRUES

Ce sous-chapitre contient notamment :

- 1° L'identification du cours d'eau intercepté par l'aménagement hydraulique ;*
- 2° Son hydrologie au niveau de la zone protégée ;*
- 3° Dans le cas où l'aménagement hydraulique est distant de la zone protégée :
 - l'hydrologie du cours d'eau au niveau de l'aménagement hydraulique ;*
 - l'identification des affluents du cours d'eau entre l'aménagement hydraulique et la zone protégée et une indication de leurs apports qui soit représentative de l'hydrologie du bassin versant ;**
- 4° Le cas échéant, une discussion sur le risque d'embâcle et de transports sédimentaires pouvant aggraver le risque de débordement du cours d'eau vers la zone protégée.*

3.2.1 Hydrologie du cours d'eau intercepté par l'aménagement hydraulique

L'aménagement hydraulique sera réalisé sur la Nartuby. Le bassin versant de la Nartuby culmine à 1130 m d'altitude et draine un bassin versant de près de 229 km². Globalement orienté du nord-ouest vers le sud-est, il est élargi en amont (Nord de Draguignan) et étroit et allongé sur sa partie aval (de Draguignan au Muy). Au droit de Draguignan, la vallée de la Nartuby est relativement étroite en rive droite, alors qu'elle s'étend sur 0.5 à 2 km en rive gauche au droit du centre de Draguignan. Les versants délimitant cette vallée présentent des pentes d'environ 20 %. Ils sont marqués par de nombreux vallons en rive gauche, en amont des zones urbanisées de Draguignan. En aval de Draguignan, sur la commune de Trans-en-Provence et la Motte Ouest, la vallée de la Nartuby est composée d'une plaine d'environ 600 m de large, à une altitude de 100 à 150 m NGF, puis de terrains plus vallonnés en rive gauche, avec des pentes de l'ordre de 5 % et une altitude de l'ordre de 200 m NGF.

Une analyse hydrologique a été réalisée par le bureau Ingerop en septembre 2018 (cf. bibliographie). Elle a été réalisée dans les règles de l'art et fournit les données essentielles à mobiliser pour caractériser l'hydrologie du site (débits et lignes d'eau notamment). Les résultats obtenus sont pertinents et n'amènent pas de remise en cause technique dans le cadre de cette EDD.

Cette étude a consisté à réaliser une modélisation pluie-débit fine du bassin versant de la Nartuby, de façon à représenter au mieux la dynamique des écoulements de la rivière, mais surtout des apports latéraux, qu'ils soient diffus ou ponctuels. Cette modélisation pluie-débit a permis de produire les hydrogrammes de crue, d'une part générés à l'extrémité amont du tronçon étudié de la Nartuby, et d'autre part générés par les sous-bassins versants interceptés par la zone d'étude. Ces hydrogrammes ont été calculés pour les crues historiques de calage et pour les crues de projet, de périodes de retour jusqu'à 1000 ans. Ils ont ensuite été injectés dans le modèle hydraulique de la Nartuby et de sa plaine inondable (cf. paragraphe suivant).

Cette analyse s'est basée sur la reconstitution d'hydrogrammes en amont de la zone d'étude, sur un découpage en sous-bassins versants de la partie du bassin versant de la Nartuby au droit des zones d'études, et sur la construction d'un modèle pluie-débit au moyen du logiciel HEC-HMS. Le modèle a été calé sur la base de crues historiques (juin 2010 et novembre 2011), puis a permis de modéliser les pluies de projet. Le tableau suivant synthétise les débits de pointe obtenus à différents points de calcul de la Nartuby.

	Crue 7 ans	Crue 10 ans	Crue 30 ans	Crue 50 ans	Crue 100 ans	Crue type 2010	Crue 1000 ans
Rebouillon	61	75	145	200	290	415	644.0
Pont d'Aups	65.3	80.2	154.7	213.3	308.7	439	682.8
Pont SNCF	70.6	86.4	165.3	228.3	329.2	465.6	724.1
Trans	77.4	94.1	177.8	245.4	352	497.7	766.7
RD54	82.2	99.7	187.4	259.5	371.2	522	805.0
Confluence Nart./Argens	86.1	105	198.8	275.9	394.5	536.1	858.2

Tableau 4 Débits de pointe selon modèle pluie-débit (m^3/s)

Le tableau suivant présente un inventaire (non exhaustif) des crues principales du bassin versant de l'Argens.

Date	Description
1674	Crue violente de la Nartuby
6 juillet 1827	Débordement subit et violent de la Nartuby provoquant 4 décès à Trans-en-Provence et 2 à Draguignan.
Décembre 1959	Quelques jours après la catastrophe de Malpasset (rupture du barrage à sa mise en eau le 2 décembre 1959), Fréjus et les autres communes de la plaine connaissent d'importantes inondations par l'Argens et ses affluents, gonflés par les pluies abondantes qui se prolongent
3 Février 1974	Débordement à Roquebrune. Inondation du quartier de la Barque à Fréjus. Inondation sur la Nartuby à Draguignan et Trans-en-Provence
18 Janvier 1978	Plaine inondée et des personnes isolées dans leur habitation au quartier St Pierre à Roquebrune-sur-Argens
7 Janvier 1994	Basse vallée de l'Argens inondée
Octobre 2006	Crue du Reyran et des côtiers et de la Garonne. Nombreuses habitations inondées
15 Juin 2010	Crue catastrophique ayant touché principalement les bassins versants de la Nartuby, la Florieye, le Réal et la basse vallée de l'Argens. 25 morts.
3 Novembre 2011	Crue ayant touché à la fois la basse vallée et la partie amont du bassin versant
Janvier 2014	Crue de l'Argens en Basse Vallée.

Tableau 5 Inventaire des crues principales du bassin versant de l'Argens

Il apparait donc que la plupart des événements majeurs se sont produits entre octobre et janvier, même si des événements d'ampleur majeure peuvent également survenir en dehors de cette période (juillet 1827, juin 2010).

Ces données, couplées à celles fournies par MétéoFrance sur sa base de données de pluies extrêmes en France métropolitaine, font état de deux éléments principaux : les orages violents surviennent généralement sur la période juin/août, tandis que les épisodes méditerranéens sont généralement observés de septembre à janvier.

3.2.2 Description du modèle hydraulique

3.2.2.1 Caractéristiques du modèle hydraulique

Afin de connaître le comportement de la Nartuby en crue, avant et après aménagements, un modèle hydraulique global 1D (lit mineur) – 2D (lit majeur) de la Nartuby a été construit entre le seuil de la Clappe, en amont de Draguignan, et la confluence avec l'Argens (modèle Ingerop, cf. bibliographie). Ce modèle a été réalisé sur un linéaire de 21 km, sous le logiciel MIKE FLOOD, développé par DHI.

Les principales caractéristiques du modèle hydraulique sont les suivantes :

- 21 km modélisés, depuis l'amont du saut de la Clappe jusqu'à la confluence avec l'Argens ;
- 370 profils en travers (après rajout de profils interpolés) ;
- 42 ouvrages en lit mineur ;
- 8 ouvrages en lit majeur ;
- 451 000 mailles (5m x 5m) en lit majeur (mailles potentiellement inondables) représentant 11.3 km².

La figure suivante présente l'emprise globale du modèle, le positionnement des profils en travers disponibles et des ouvrages hydrauliques.

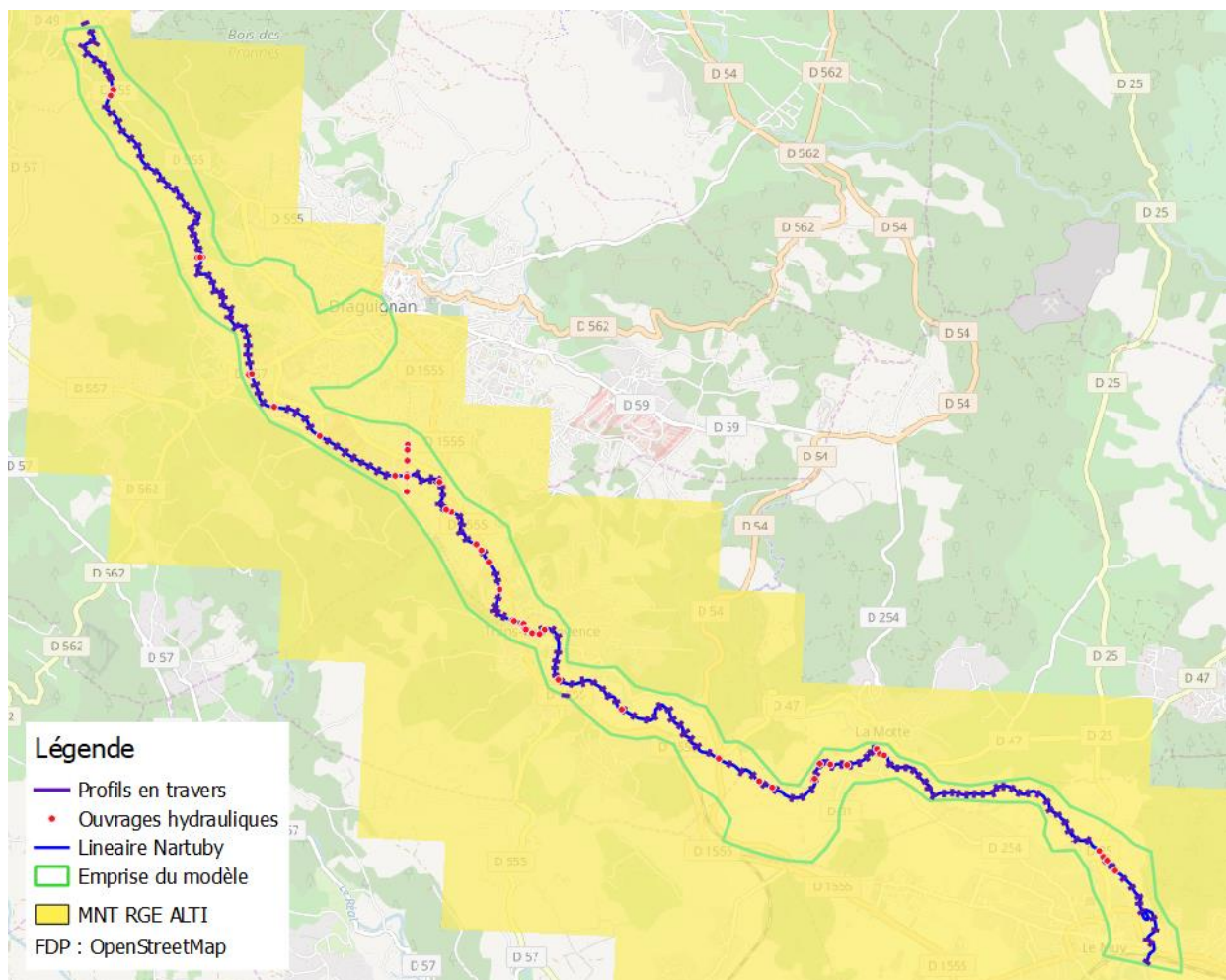


Figure 13 Ossature du modèle hydraulique et données sources utilisées

3.2.2.2 Données d'entrée et calage du modèle

Ce modèle a été construit sur la base des données topographiques listée ci-dessous :

- Levés de profils en travers et des ouvrages de franchissement par OPSIA en 2012 (190 profils en travers et une cinquantaine ouvrages) ;
- Levés topographiques complémentaires par GEOFIT en 2018, au niveau de secteurs où les données topographiques étaient peu ou pas présentes (15 profils en travers, et 19 ouvrages) ;
- Levé LIDAR (RGE ALTI) réalisé par l'IGN en 2010 (Pour le modèle 2D du lit majeur).

Des dalles MNT existent sur le secteur d'étude et auraient pu être employées en lieu et place du levé LIDAR (RGE Alti). La comparaison des deux sources a montré une différence altimétrique de l'ordre de 10 à 20 cm. En observant les côtes altimétriques sur les secteurs ayant bénéficiés d'un levé topographique terrestre, le choix s'est porté sur le levé LIDAR RGE alti.

Une vue d'ensemble du modèle topographique 2D réalisé est donnée ci-après, avec quelques données de repérage.

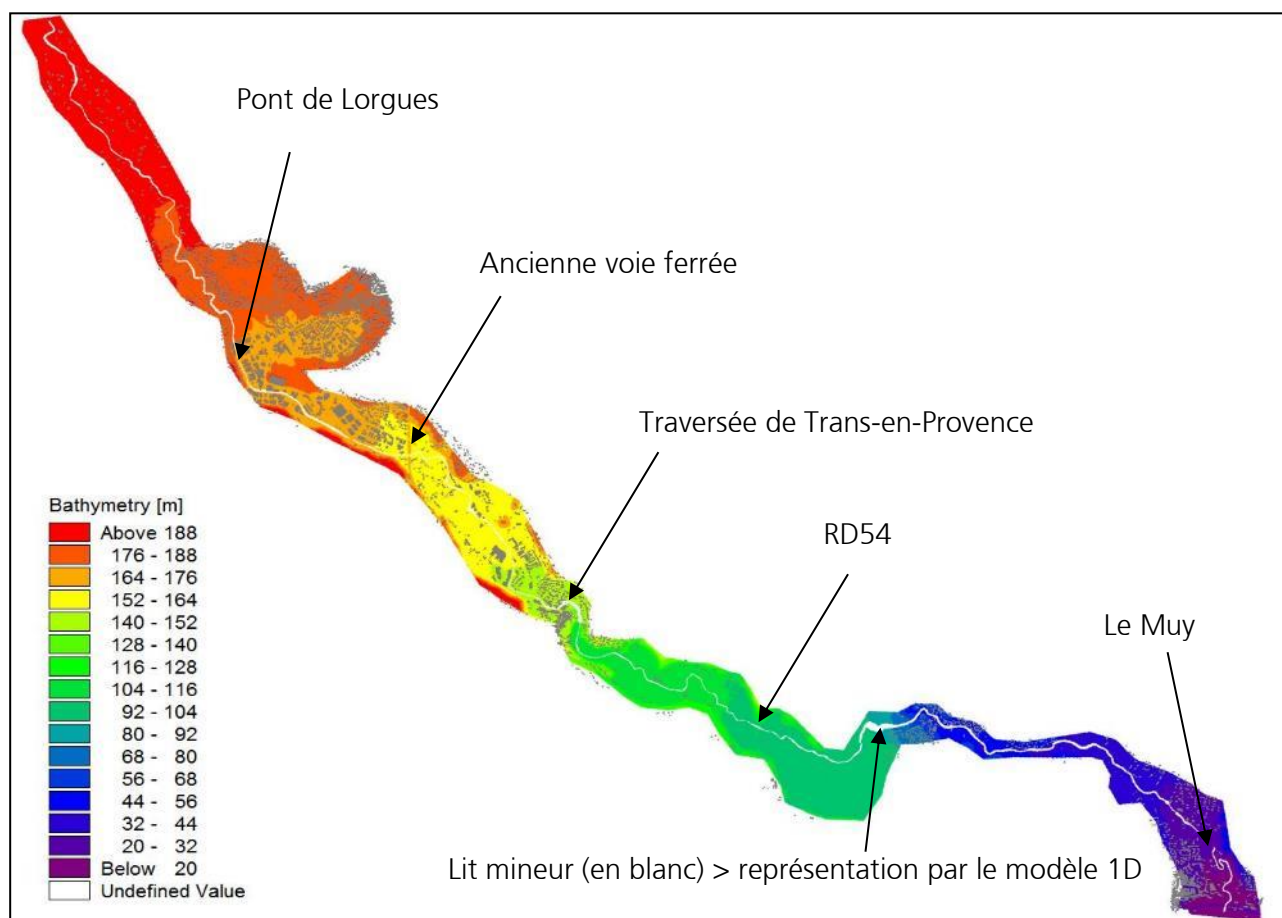


Figure 14 Vue d'ensemble du modèle topographique 2D réalisé

Les bâtis ont été rentrés en obstacles infranchissables à l'écoulement dans le modèle hydraulique. C'est la raison pour laquelle le modèle hydraulique ne fait pas apparaître d'inondation au droit des emprises bâties.

En ce qui concerne la rugosité, des coefficients de rugosité ont été définis en lit mineur (berge rive droite, berge rive gauche et fond du lit) ainsi qu'en lit majeur (modèle 2D de la topographie).

Le modèle a fait l'objet d'un calage, à l'aide des multiples laisses de crue et témoignages des riverains, sur les crues d'avril 2018 (73 m³/s), novembre 2011 (104 m³/s) et juin 2010 (500 m³/s).

Sur la base du modèle hydraulique calé et des hydrogrammes fournis par l'analyse hydrologique (paragraphe 3.2.1), les simulations de crue ont été réalisées pour les périodes de retour suivantes :

- Crue de période de retour 7 ans (Q7)
- Crue de période de retour 10 ans (Q10)
- Crue de période de retour 30 ans (Q30)
- Crue de période de retour 50 ans (Q50)
- Crue de période de retour 100 ans (Q100)
- Crue de type juin 2010 (crue de référence PPRI), de période de retour d'environ 200 ans
- Crue de période de retour 1000 ans (Q1000)

Une analyse détaillée de ces simulations à l'état actuel est fournie dans le rapport Volet1/Pièce 2 du Dossier d'Autorisation Environnementale (cf. bibliographie).

3.2.2.3 Résultats de l'étude

Le modèle hydraulique de la Nartuby fait l'objet d'un calage sur plusieurs gammes de crue. En effet, 3 crues ont été étudiées, à savoir la crue d'avril 2018 (73 m³/s), novembre 2011 (104 m³/s) et juin 2010 (500 m³/s).

Pour chacune des crues, des ajustements ont été réalisés afin d'affiner le calage du modèle hydraulique. De nombreux tests ont été mis en œuvre afin d'appréhender la sensibilité du modèle (tests sur les embâcles, tests sur les coefficients de rugosité en lit mineur, tests sur les coefficients de rugosité lit majeur, test sur les débits de crues injectés dans le modèle hydraulique ...).

Le modèle apparaît très bien calé pour les faibles crues et crues moyennes.

Le modèle est globalement bien calé sur les PHE proches du lit mineur pour la crue de 2010. Il présente toutefois des différences avec plusieurs PHE levées, où en général le niveau d'eau calculé par le modèle reste inférieur aux PHE. Toutefois, la crue de 2010 a eu la particularité d'être très violente et de transporter sur son passage de nombreux embâcles (voitures, troncs etc..) qui ont pour impact de faire augmenter la ligne d'eau localement. Des effets de vagues dans les rues ont également pu être observés.

Ces phénomènes, qui n'ont pas été intégrés au modèle, peuvent expliquer la plupart des différences entre le niveau d'eau calculé par le modèle et les PHE levées par EGIS.

D'une manière générale, il est ainsi proposé de conserver cette représentation des écoulements par le modèle hydraulique réalisé, afin de simuler des crues pour différentes occurrences en situation actuelle, et de quantifier les impacts (positifs et potentiellement négatifs) du projet sur les mêmes occurrences en situation après aménagement.

Cette étude hydraulique de l'état initial a donc permis d'identifier les mécanismes d'écoulement et les zones de débordements préférentiels lors d'une crue de la Nartuby à l'état actuel.

A l'état actuel, dès les crues fréquentes, de périodes de retour comprises entre 7 et 30 ans, de nombreux enjeux sont impactés par les débordements de la Nartuby : zones d'activités de part et d'autre de la RD557 et du pont de Lorgues ; secteur des Incapis, secteurs des activités « GEMO » et « Carrefour » ainsi que du Centre Technique Municipal à Trans-en-Provence.

Sur la base de l'état existant, le modèle a ensuite été complété pour intégrer les aménagements prévus, fournissant ainsi des résultats de modélisations à l'état aménagé (cf. paragraphe 3.5.1).

3.2.3 Transport sédimentaire

Les études d'avant-projet menées par Ingerop reprennent et complètent les éléments fournis par l'analyse hydrogéomorphologique réalisée par le Bureau Hydretudes dans le cadre des études de conception des aménagements projetés.

L'étude hydrogéomorphologique conduite sur la Nartuby a permis d'établir les hypothèses suivantes :

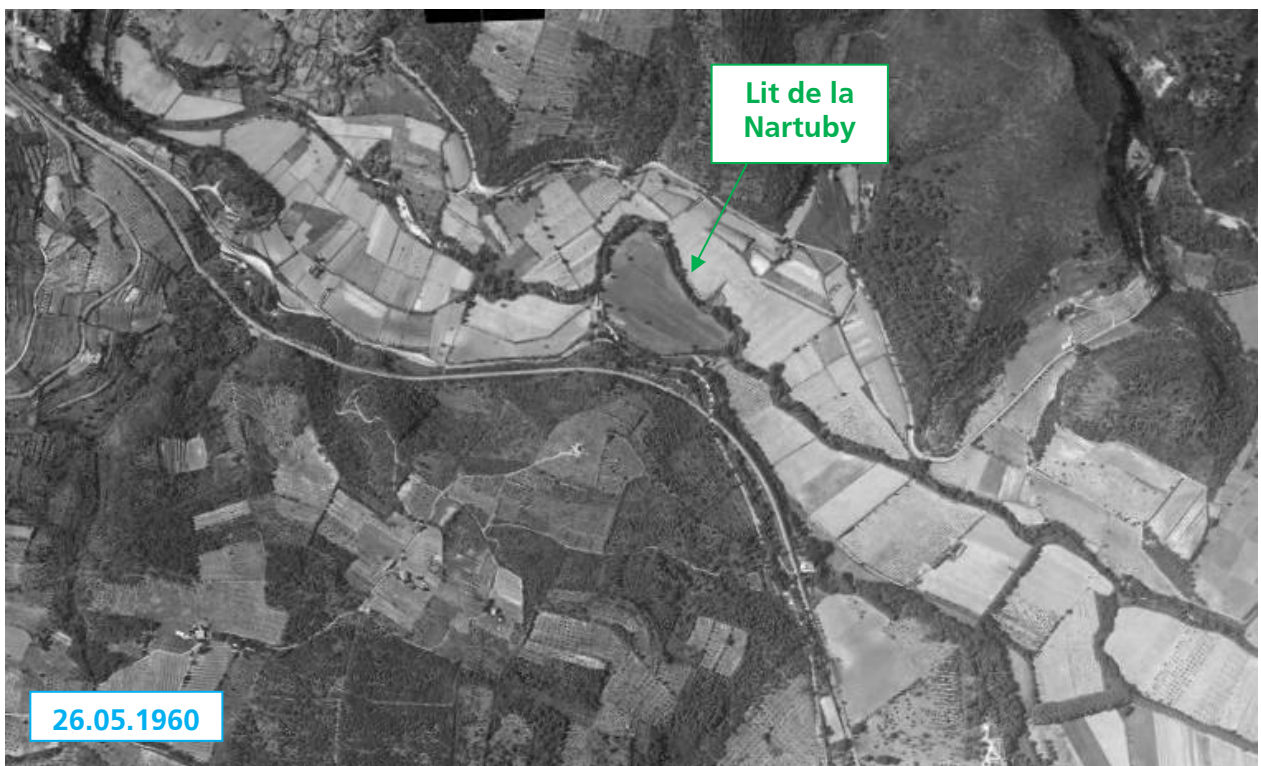
- Au droit des aménagements projetés, le stock alluvial semble insuffisamment renouvelé par des apports de matériaux issus du couplage sédimentaire latéral.
- La Nartuby semble fonctionner (transport solide) principalement sur un stock alluvial hérité.

Cette situation est à priori liée :

- au forçage climatique (réchauffement ayant pour corolaire la baisse de la fourniture sédimentaire) ;
- au forçage anthropique (urbanisation du bassin versant, seuils... aggravant le déficit sédimentaire).

Cette péjoration sédimentaire est susceptible de conduire à des métamorphoses fluviales notamment l'incision du lit fluvial.

Les cartes ci-dessous sont des vues aériennes de la zone aux alentours de la mesure compensatoire, datant respectivement de 1960 et 2011.



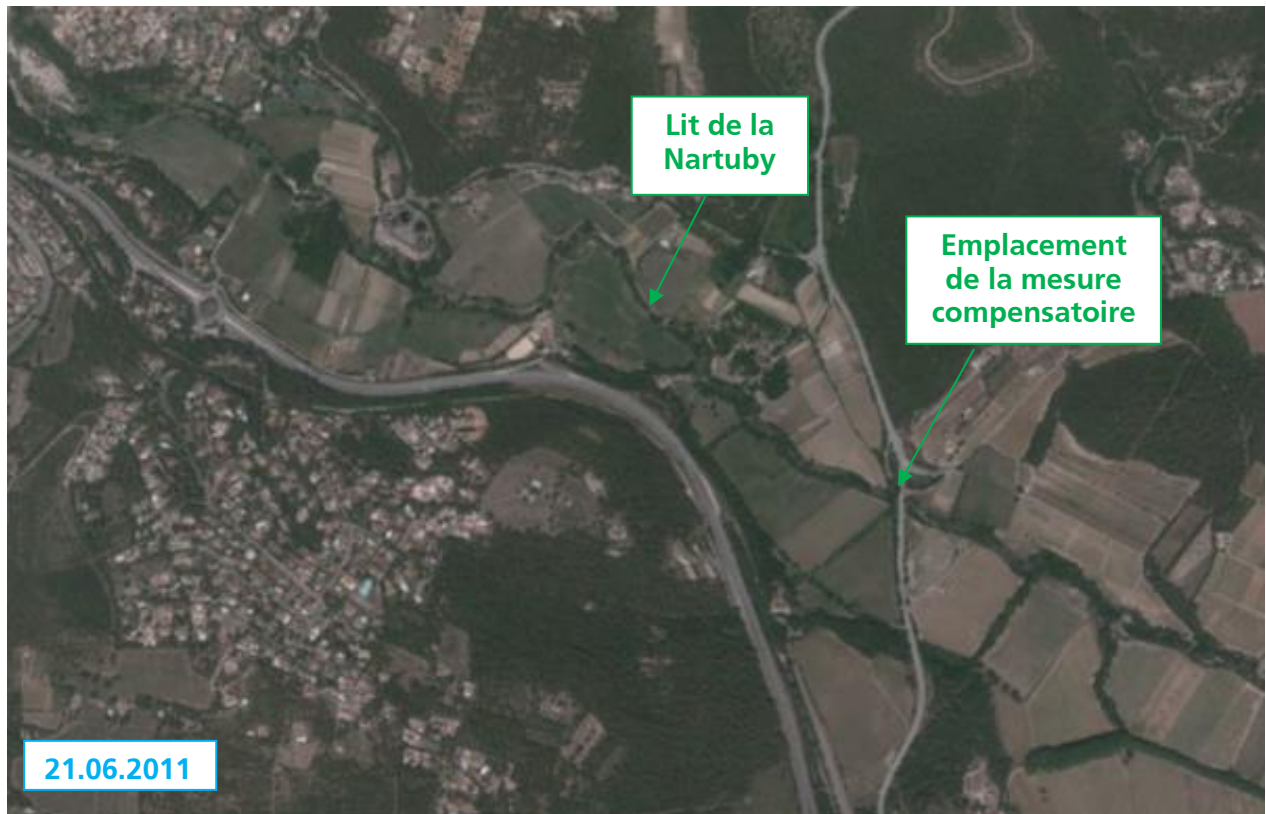


Figure 15 Vues aériennes de la zone, 26.05.1960/21.06.2011

La comparaison des deux vues aériennes indique qu'il n'y a pas eu de modification en plan significative en 50 ans.

Il est ainsi fait état d'apports sédimentaires limités sur la partie amont du bassin de la Nartuby, d'un bilan sédimentaire probablement déficitaire et d'une tendance au pavage et à l'incision.

On se trouve ainsi en présence d'un cours d'eau semblant morphologiquement peu actif. Il semble donc que le risque de transports sédimentaires pouvant aggraver le risque de débordement du cours d'eau vers la zone protégée est faible.

A noter qu'un plan d'entretien dynamique est prévu au stade de l'avant-projet afin de maintenir la performance hydraulique des différentes sections et aménagements projetés : les interventions consistent à préparer le lit à la crue d'après, en travaillant notamment les sections d'écoulement encombrées par des accrétions afin de les libérer et de maintenir leur performance hydraulique.

3.3 DESCRIPTION DE L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE

Ce sous-chapitre contient :

1° Un plan d'ensemble localisant et identifiant les différents éléments constituant l'aménagement hydraulique ;

2° Les caractéristiques de stockage de l'aménagement hydraulique :

- *la capacité de dérivation ;*
- *le volume pouvant être stocké ;*
- *les modalités de fonctionnement de l'ouvrage hydraulique ;*
- *les contraintes techniques de fonctionnement de l'aménagement hydraulique (exemple : limitation de l'efficacité en cas d'embâcles) ;*
- *les contraintes d'exploitation liées à d'autres usages que la prévention des inondations (tels que le soutien d'étiage, l'alimentation en eau potable, l'irrigation ou les activités de loisir).*

3.3.1 Vue en plan des ouvrages projetés

A ce stade, le dimensionnement hydraulique de l'aménagement est défini et la tenue structurelle de l'aménagement (résistance au cisaillement ou au glissement, résistance en fondation, résistance à l'érosion interne, résistance à l'affouillement) sera détaillée précisément et justifiée dans les études de maîtrise d'œuvre, notamment sur la base des conclusions de la mission géotechnique G2-AVP menée par la SCP.

L'aménagement de la mesure compensatoire se compose de deux épis de part et d'autre du cours d'eau de la Nartuby, décalée d'environ 25 mètres en amont de la Route Départementale 54. L'épi rive gauche vient se raccorder sur cette RD 54. Ces épis, prévus pour être déversants, visent à stocker une partie des eaux de crue dans l'emprise des terrains amont, tout en permettant les écoulements de faible débit au niveau du pertuis. L'épi rive droite se prolonge parallèlement à la RD 54 en une seconde portion de digue, calée à une cote supérieure.

Deux épis sont également présents en aval de la RD 54. Ces épis, également déversants, visent à former une contre-retendue à l'aval des épis amont, et sont dimensionnés pour que le niveau du plan d'eau contrôle efficacement le débit transitant par le pertuis amont.

Une buse DN3000 traversant la RD54 en rive droite de l'aménagement est également présente. Afin d'assurer la continuité des écoulements vers les zones humides en aval, un orifice de diamètre 500 mm sera posé dans la digue.

La mesure compensatoire est présentée en vue en plan ci-dessous.

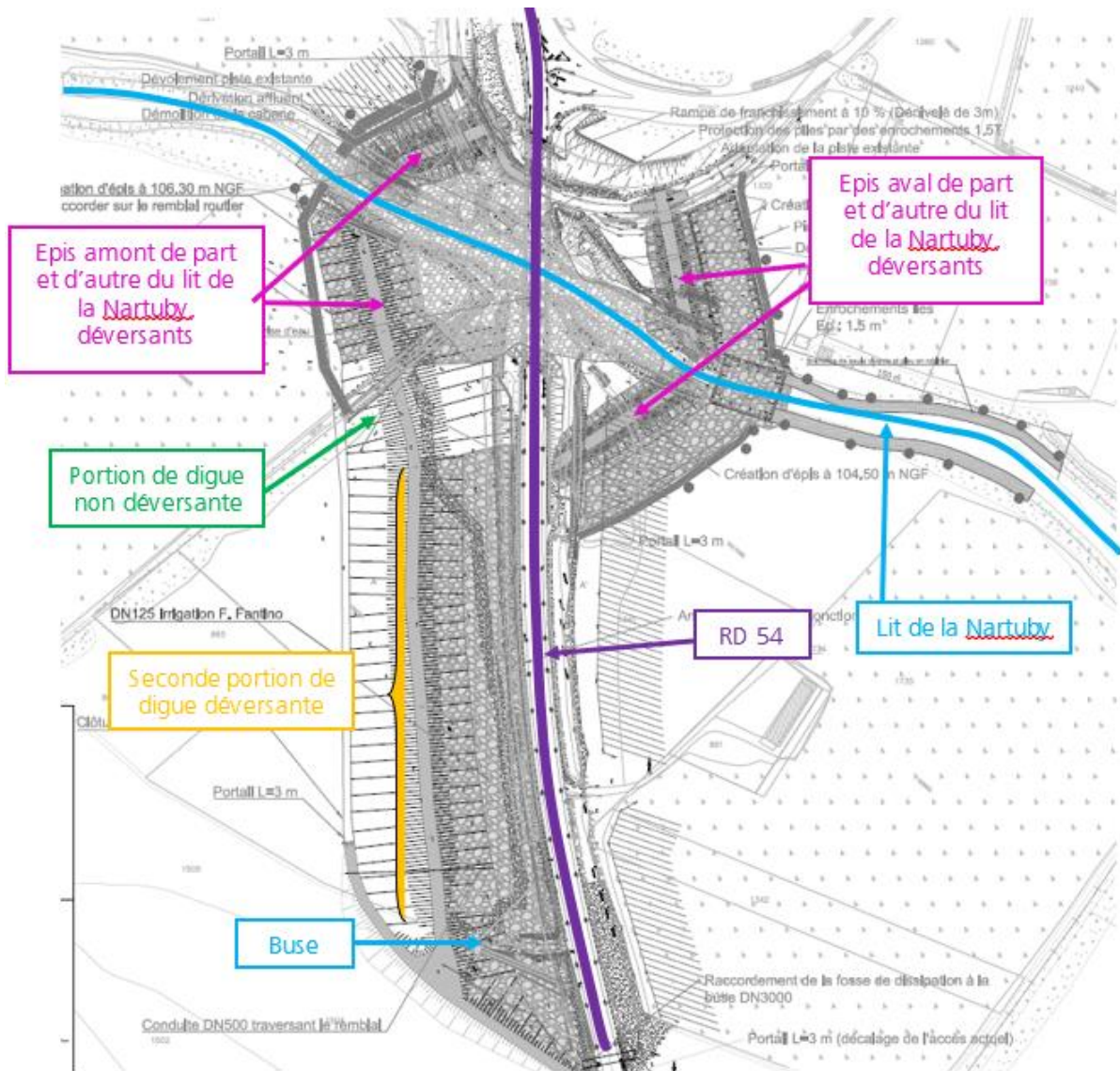


Figure 16 Vue en plan de l'aménagement de la mesure compensatoire

L'objectif premier de la construction de cet ouvrage est de ralentir la dynamique des crues vers l'aval. Cependant, en tant que barrage de classe C (cf. paragraphes suivants), l'ouvrage doit être dimensionné de façon à ce que sa tenue soit assurée pour une crue extrême de temps de retour 10 000 ans. C'est dans le cadre de cette problématique de gestion des crues extrêmes qu'une seconde portion de digue déversante est prévue sur un linéaire de 200 m, en amont et parallèlement à la RD54 (activation à partir d'un temps de retour 1 000 ans).

L'ouvrage à l'amont de la RD54 est ainsi constitué d'une portion déversante calée à 106.3 m NGF de part et d'autre du lit de la Nartuby (épis amont), d'une portion non déversante à cote plus élevée sur un faible linéaire, puis à nouveau d'une portion déversante longue de 200 m calée à la cote 107.2 m NGF, parallèle à la RD 54.

L'ouvrage à l'aval de la RD54 (épis aval) est quant à lui prévu pour être déversant sur la totalité de son linéaire, à une cote de 104.5 m NGF.

3.3.2 Caractéristiques de l'aménagement hydraulique

3.3.2.1 Nature de l'ouvrage

a) Réglementation digues

Selon le décret n°2015-526 du 12 mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques, sont soumis à l'étude de dangers les aménagements hydrauliques au sens de l'article R.562-18, quelle que soit leur classe.

L'article R.562-18 du code de l'environnement précise que « *la protection d'une zone exposée au risque d'inondation ou de submersion marine avec un aménagement hydraulique est réalisée par l'ensemble des ouvrages qui permettent soit de stocker provisoirement des écoulements provenant d'un bassin, sous-bassin ou groupement de sous-bassins hydrographiques, soit le ressuyage de venues d'eau en provenance de la mer.* »

En tant qu'aménagement hydraulique de stockage provisoire des écoulements, l'ouvrage de la mesure compensatoire est donc soumis à la réalisation d'une Etude De Dangers (objet du présent rapport). Cette étude doit respecter les préconisations de l'arrêté du 7 avril 2017 précisant le plan de l'étude de dangers des digues organisées en systèmes d'endiguement et des autres ouvrages conçus ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions.

b) Réglementation barrages

L'ouvrage de la mesure compensatoire est considéré comme un barrage de classe C, selon le décret publié le 12 mai 2015. Ce décret constitue une adaptation et simplification du décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques. Il revoit notamment la classe des barrages, de la façon suivante :

Classe de l'ouvrage	Caractéristiques géométriques
A	$H \geq 20$ et $H^2\sqrt{V} \geq 1500$
B	Ouvrage non classé en A et pour lequel $H \geq 10$ et $H^2\sqrt{V} \geq 200$
C	a) Ouvrage non classé en A et B et pour lequel $H \geq 5$ et $H^2\sqrt{V} \geq 20$ b) Ouvrage pour lequel les conditions prévues au a) ne sont pas satisfaites mais qui répond aux conditions cumulatives ci-après i. $H > 2$; ii. $V > 0,05$; iii. Il existe une ou plusieurs habitations à l'aval du barrage jusqu'à une distance par rapport à celui-ci de 400 mètres

Tableau 6 Classification des barrages introduite par le décret du 12 mai 2015

Avec une hauteur au-dessus du terrain naturel d'environ **7.5 mètres** (cote maximale de l'ouvrage ~ 108 m NGF, cote du fond du lit mineur ~100.4 m NGF) et un volume stocké en crue trentennale de **427 000 m³**, l'indice de risque de l'ouvrage est le suivant :

$$H^2\sqrt{V} = 7.5^2 * \sqrt{0.427} = 37$$

Ce qui correspond bien à la classe C.

Selon ce même décret, seuls les barrages de classe A et B sont soumis à la réalisation d'une étude de dangers. L'ouvrage de la mesure compensatoire n'est donc pas concerné par ces dispositions.

En revanche, il doit répondre aux exigences applicables aux barrages créés de classe C, précisées par l'arrêté du 6 août 2018 fixant des prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages, Annexe

Il « Prescriptions complémentaires applicables aux barrages créés et aux barrages de classe A et B reconstruits ».

Les temps de retour des crues de dimensionnement à prendre en compte en situation exceptionnelle (PHE) et extrême (cote de danger) en fonction de la classe du barrage considéré sont donnés dans les tableaux ci-dessous :

<i>Classe du barrage</i>	<i>Barrages rigides</i>	<i>Barrages en remblai</i>
A	3 000	10 000
B	1 000	3 000
C	300	1 000

Tableau 7 Périodes de retour des crues en situation exceptionnelle

<i>Classe du barrage</i>	<i>Probabilité annuelle de dépassement</i>
A	10^{-5}
B	$3 \cdot 10^{-5}$
C	10^{-4}

Tableau 8 Probabilités annuelles de dépassement en situation extrême

Le dimensionnement hydraulique de la mesure compensatoire s'appuie sur les prescriptions de sécurité en crues exceptionnelle et extrême imposées par la réglementation barrages, précisées ci-après.

Pour la crue exceptionnelle, présentant un temps de retour de 1 000 ans, les parties de l'ouvrage n'étant pas déversantes doivent respecter des critères de revanche au vent.

Concernant la crue extrême, l'arrêté du 6 août 2018 mentionne que « La cote de danger, intrinsèque à l'ouvrage, est la cote de retenue au-dessus de laquelle la stabilité de l'ouvrage n'est plus garantie. [...] la cote de danger n'est pas atteinte, chaque année, avec une probabilité supérieure ou égale à [...] 10^{-4} pour un barrage de classe C. »

En d'autres termes, la crue de temps de retour 10 000 ans ne doit pas mettre en danger la stabilité de l'ouvrage.

Pour ces deux crues, les tronçons déversants localisés à l'amont de la RD54, respectivement calés aux cotes 106.3 m NGF et 107.2 m NGF, sont activés.

L'ouvrage doit donc être dimensionné pour ne pas subir de dommages en cas de survenue des crues de temps de retour 1 000 et 10 000 ans (protection des portions déversantes, protection des talus, ouvrages de dissipation d'énergie, etc.).

Ces éléments ont déjà été pris en compte lors de la conception de l'ouvrage au stade d'avant-projet et devront être validés/complétés lors des missions de maîtrise d'œuvre aux stades projets et ultérieurs.

3.3.2.2 Conception des ouvrages amont et aval

La mesure compensatoire est présentée en vue en plan ci-dessous (extraits des plans d'avant-projet, version 4, indice D).

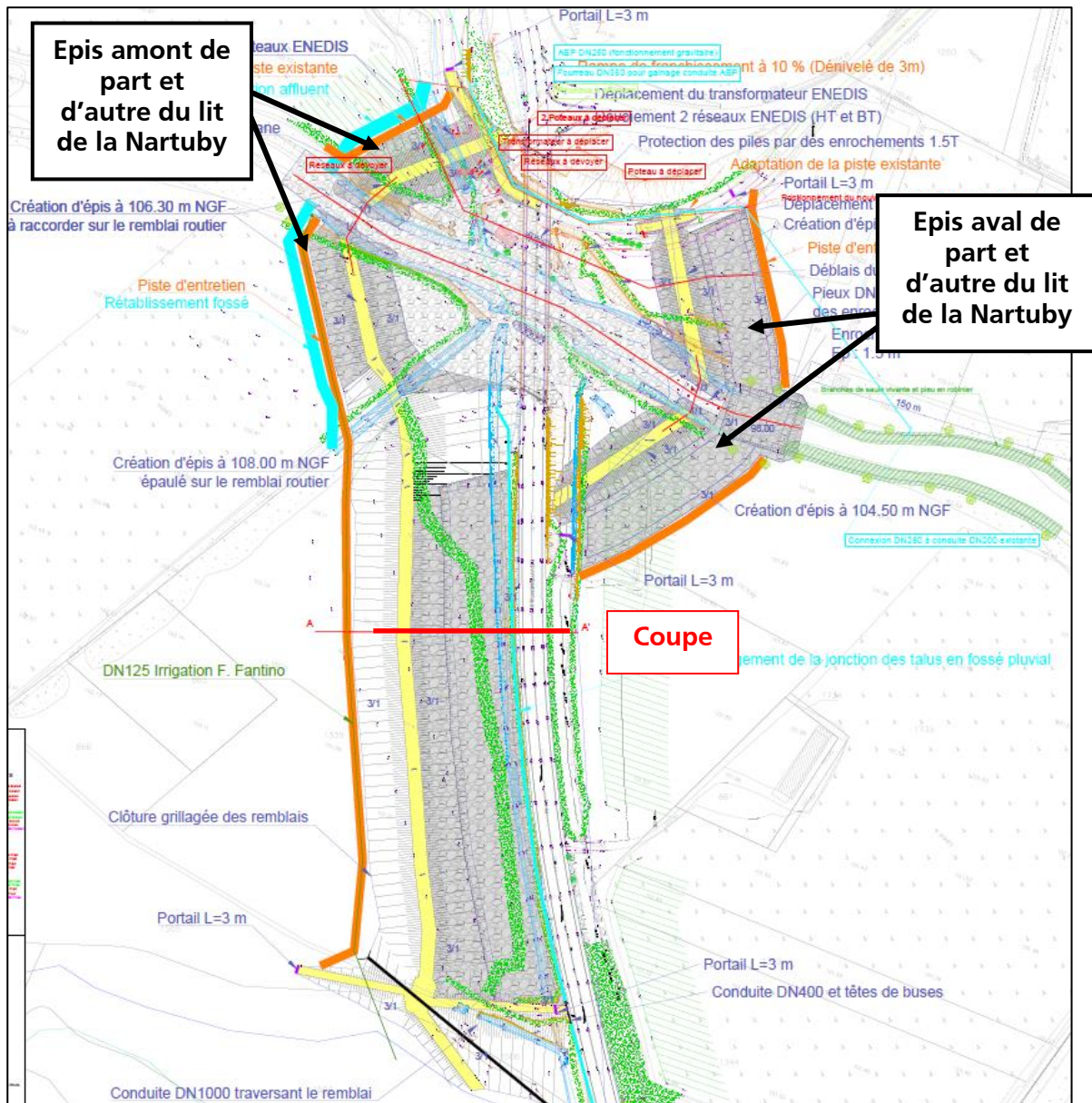


Figure 17 Vue en plan des aménagements projetés (extrait des plans d'Avant-Projet, version 4, indice D)

a) Ouvrage en amont de la RD54

L'ouvrage à réaliser en amont de la RD54 comporte deux parties implantées de part et d'autre de la Nartuby et composées chacune d'un épi transversal au lit mineur et dont l'arase technique est calée à une altitude de 106.3 m NGF. Ils seront déversants. Le reste de l'ouvrage se prolonge ensuite en digues en lit majeur en recul d'environ 25 m en amont des remblais de la RD 54 et qui sont non déversantes sur un faible linéaire, puis calées à 107.2 m NGF sur 200 m de longueur (déversantes à partir de Q1000).

Un bassin de dissipation en béton entre la digue et la route sera ainsi envisagé. Dans cette version, la conception dissocie la digue du remblai routier, qui ne ferait ainsi pas partie du barrage et n'aurait ainsi pas à respecter les exigences de stabilité en crues extrêmes, imposées par la réglementation relative aux barrages.

Le renforcement de la route pour que celle-ci résiste aux crues extrêmes n'est pas imposée (la tenue de l'aménagement routier en crues extrêmes n'est déjà pas garantie actuellement), sous réserve qu'une telle rupture n'engendre pas de rupture de la digue elle-même par érosion régressive. La conception de la digue doit apporter cette garantie.

Cette solution est présentée sur la coupe et la vue en plan ci-dessous.

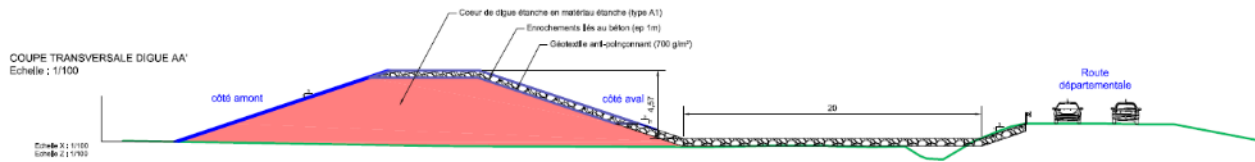


Figure 18 Vue en coupe du remblai amont (extrait des plans d'Avant-Projet, version 4, indice D) – Solution 2

La conception prévoit entre autres un renforcement en enrochements sur le talus aval de la digue calée à 107.2 m NGF, ainsi qu'une réfection en béton de la route sur sa portion déversante et un renforcement de l'enrochement du parement aval.

b) Epis aval

L'ouvrage à réaliser en aval de la RD54 comporte deux parties implantées de part et d'autre de la Nartuby et composées chacune d'un épi transversal au lit mineur et dont l'arase technique est calée à une altitude de 104.5 m NGF. Ils auront une altitude constante et seront intégralement déversants.

Leur rôle est de créer un plan d'eau en amont (contre-retenu en aval des digues amont). Ils n'auront pas la nécessité d'une absolue étanchéité, mais seront par contre soumis à des contraintes hydrauliques importantes (vitesse d'écoulement de 8 m/s).

Des ouvrages de dissipation d'énergie sont prévus en aval des épis aval ainsi que dans le lit de la Nartuby en aval du second verrou, afin de contrôler la dissipation de l'énergie hydraulique en lien avec la chute créée par l'aménagement. L'objectif est de maîtriser cette dissipation afin qu'elle ne génère pas d'érosions préjudiciables pour l'aménagement.

3.3.2.3 Caractéristiques hydrauliques de l'aménagement

Le tableau suivant présente les cotes, débits et volumes atteints pour les différentes crues considérées.

Crue	Cote de retenue maximale (m NGF)	Cote maximale dans la fosse de dissipation (m NGF)	Débit dans la buse (m³)	Débit déversant sur déversoir à 107.2 m NGF (m³/s)	Volume total stocké (m³)	Volume sur-stocké par rapport à l'état actuel (m³)
Q7	103.86	103.51	0.01	-	127 000	104 000
Q10	104.15	103.69	0.14	-	177 000	120 000
Q30	105.22	104.31	0.45	-	427 000	260 000
Q50	105.77	104.61	0.54	-	591 000	366 000
Q100	106.46	105.15	0.63	-	833 000	520 000
Q2010	106.86	105.70	0.68	-	985 000	550 000
Q1000	107.43	106.20	nc	35	1 246 000	872 000

Tableau 9 Données au droit de la mesure compensatoire pour les différentes crues

NB : La zone appelée fosse de dissipation correspond à la zone localisée entre les épis amont et aval.

On observe que les épis amont déversants s'activent pour un temps de retour compris entre 50 et 100 ans, tandis que le déversoir calé à 107.2 m NGF s'active à partir de la crue 1000 ans (NB : à l'état actuel, la RD54 est surversée dès Q13 - 2011).

A titre d'exemple, le plan d'eau créé par l'ouvrage pour la crue de référence Q_{2010} sera situé à la cote de ~106,9 m NGF. Il est représenté sur la carte ci-après.

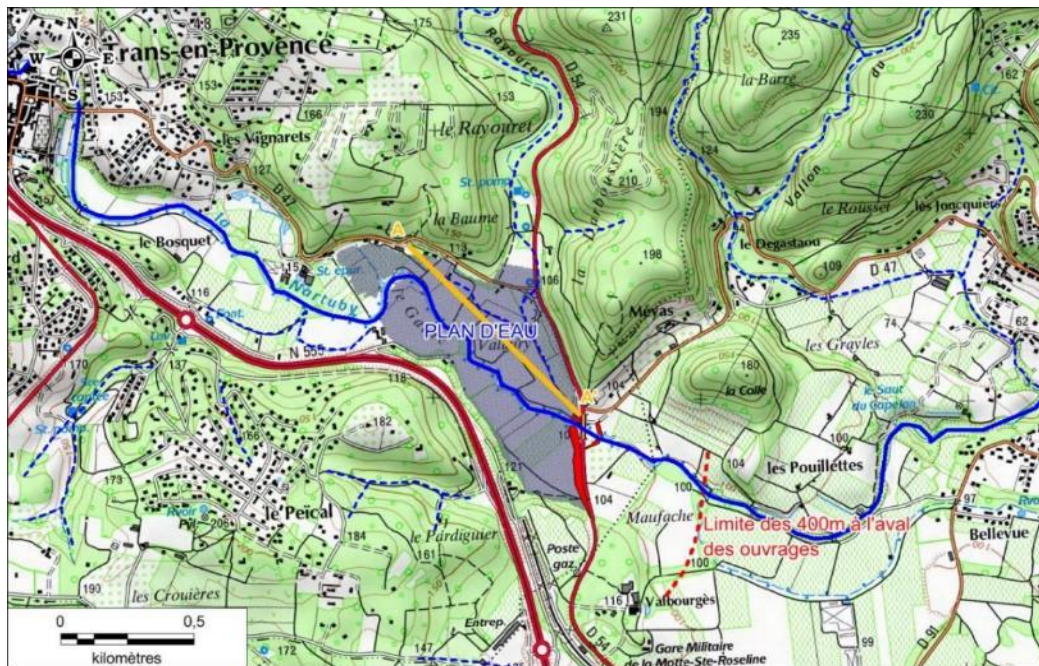


Figure 19 Vue en plan de la retenue à l'amont des ouvrages créés (cote 106,9 m NGF)

Le volume de ce plan d'eau pour une telle crue sera de 0,98 millions de m^3 .

3.3.2.4 Modalités et contraintes de fonctionnement de l'ouvrage hydraulique

L'ouvrage de la mesure compensatoire est un ouvrage passif, constitué d'épis amont déversants bordant le lit du cours d'eau, d'une digue amont partiellement déversante (à partir de la crue de temps de retour 1000 ans), et d'épis aval de part et d'autre du lit du cours d'eau, également déversants.

L'orifice de 500 mm permettant aux écoulements de rejoindre la buse DN3000 qui passe sous la RD54 n'est pas muni de vanne, et s'active à partir de Q_7 .

La figure suivante récapitule le concept hydraulique de l'ouvrage.

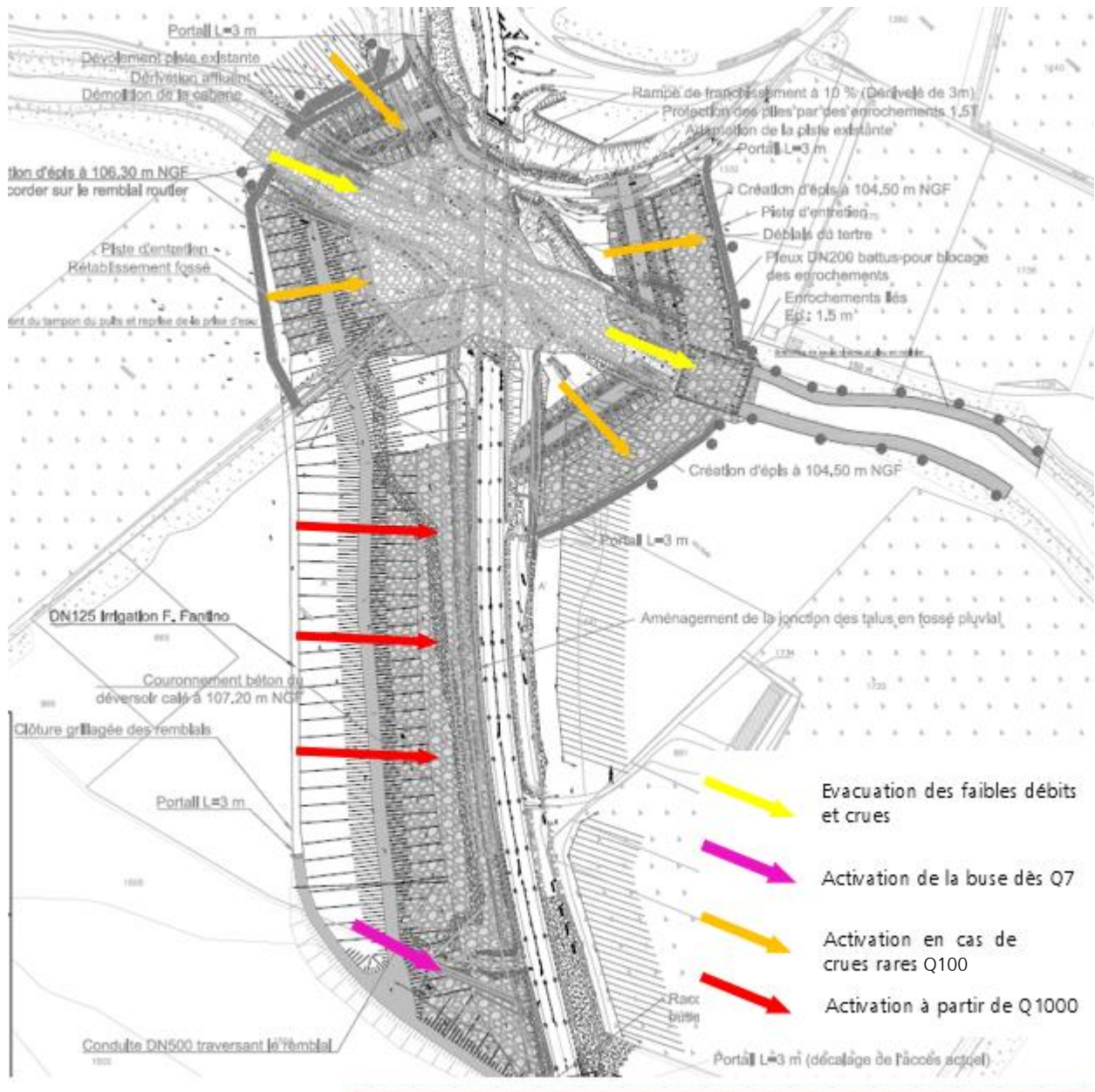


Figure 20 Concept hydraulique

Le fonctionnement de l'ouvrage est sensible à la présence d'embâcles. Comme indiqué précédemment, les aménagements amont (restauration morphodynamique de la Nartuby en zone urbaine dans les traversées de Draguignan et Trans-en-Provence) ont été conçus au stade de l'avant-projet de sorte à limiter le risque d'embâcles, mais ce risque reste existant du fait de la présence de sujets plus anciens en berge. L'existence de ce risque justifie un suivi attentif de cette problématique au droit de l'ouvrage (cf. paragraphe 3.4), ainsi que l'étude d'un scénario de limitation de performance de l'aménagement hydraulique due à la présence d'embâcles (cf. paragraphe 3.5.2).

3.3.2.5 Autres usages

La prévention contre les inondations est le seul usage de l'ouvrage. Celui-ci ne se remplissant qu'en crue et n'étant pas pourvu d'organes hydrauliques permettant le stockage prolongé (type vanne), il n'y a pas d'application liée au soutien d'étiage, à l'alimentation en eau potable, à l'irrigation ou aux activités de loisirs.

3.3.3 Risques d'embâcles

Le transport d'embâcles a déjà eu lieu lors des crues passées sur le tronçon de la Nartuby étudié, à l'image de la crue de 2010, au cours de laquelle des troncs et même des voitures ont été emportés.

Dans le cadre des études d'avant-projet de l'aménagement et notamment de la restauration morphodynamique de la Nartuby sur les communes de Draguignan et Trans-en-Provence, il est prévu de replanter des espèces ne risquant pas de devenir sources d'embâcles qui limiteraient la section d'écoulement et péjoreraient donc la capacité hydraulique du cours d'eau (arbres de haute tige proscrits notamment). Un entretien et un suivi dynamique des protections végétales mises en place est également préconisé.

Par ailleurs, la sensibilité aux embâcles de certains ouvrages est prise en compte au stade de l'AVP dans la définition de potentiels remplacements d'ouvrages à envisager.

L'étude d'AVP mentionne aussi que des efforts d'entretien de la végétation rivulaire ont été effectués par le SMA, mais qu'il reste des géants sénescents (au sens de Schnitzler, 2003) ou des arbres menaçants en berge qui pourraient lors d'aléas météorologiques (tempêtes, orages et foudroiement) ou hydrologiques (crues) tomber en lit et y causer des dégâts. Il est préconisé un traitement de ces arbres après recensement précis en complément des aménagements planifiés.

Ainsi, les aménagements ont été conçus au stade de l'avant-projet de sorte à limiter le risque d'embâcles, mais ce risque reste existant du fait de la présence de sujets plus anciens en berge, qu'il est préconisé de traiter.

L'existence de ce risque justifie un suivi attentif de cette problématique au droit l'ouvrage (cf. paragraphe 3.4), ainsi que l'étude d'un scénario de limitation de performance de l'aménagement hydraulique due à la présence d'embâcles (cf. paragraphe 3.5.2).

3.4 ORGANISATION DU GESTIONNAIRE DE L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE

Ce sous-chapitre détaille l'organisation prévue pour :

1° Assurer une veille quant au risque de crue du cours d'eau pouvant affecter la zone protégée, y compris dans le cas particulier où l'aménagement hydraulique est éloigné de la zone protégée ;

2° Le cas échéant assurer une veille quant au risque de venues d'eau vers la zone protégée en raison d'autres cours d'eau ou en raison d'un risque de submersion marine ;

3° Effectuer les stockages en période de crue ;

4° Entretien l'aménagement hydraulique, assurer sa disponibilité et surveiller son bon fonctionnement ;

5° Alerter les autorités compétentes pour intervenir aux fins de mise en sécurité des personnes dans la zone protégée quand des crues sont susceptibles d'inonder la zone précitée et pour informer ces autorités sur les lieux les plus exposés aux venues d'eau.

Ce sous-chapitre analyse l'adéquation de l'organisation précitée.

L'annexe E présente en détail la version AVP des consignes écrites visant à répondre aux obligations du propriétaire ou de l'exploitant d'un ouvrage.

Ces consignes ont été rédigées en conformité des règles de l'art et en respect des prescriptions définies dans l'article R.214-122 du code de l'environnement, modifié par Décret n°2015-526 du 12 mai 2015.

Le contenu des consignes écrites respecte l'article 5 de l'Arrêté du 29 février 2008, modifié par l'article 1 de l'arrêté du 16 juin 2009, abrogé par l'article 5 de l'arrêté du 6 août 2018 et non remplacé.

Au stade du projet d'ouvrage, ce document de consignes écrites sera révisé afin d'affiner précisément les modalités de veille et de surveillance à la conception finalisée de l'ouvrage.

Les paragraphes suivants précisent les principaux points de ces consignes écrites.

3.4.1 Veille quant au risque de crue

Le gestionnaire devra prévoir un système pour assurer une veille du risque de crue. Cela peut passer par la mise en place d'une vigilance météorologique faisant appel aux différents supports de prévisions météorologiques (Météo France, MétéoCiel), le suivi des alertes météo diffusées par la préfecture, et/ou par la mise en place de sondes de mesures de niveau d'eau au droit de l'aménagement. Du personnel doit être affecté pour assurer cette veille, en tout temps, ceci incluant le remplacement et la prise de relai en cas d'absence, ainsi que l'organisation d'un service d'astreinte et la garantie de délais minimums d'intervention.

Sur la base du système de veille retenu, différents niveaux de vigilance devront ensuite être précisés, définissant ainsi des modalités de surveillance et d'intervention graduelles (état d'exploitation normale, état de veille, état de crue, état d'alerte, état d'évacuation, etc.).

En fonction du niveau de vigilance atteint, la fréquence de la surveillance devra être augmentée, des visites sur site devront être réalisées, notamment pour s'assurer que l'ouvrage est prêt à faire transiter la crue de manière optimale (vérification de l'absence d'embâcle par exemple), puis une fois que la crue est en cours, s'assurer du bon fonctionnement de l'ouvrage, vérifier les niveaux d'eau, etc. L'action de l'exploitant en crues consistera ainsi essentiellement à surveiller le bon comportement du barrage et prévenir les autorités et avaliers du déroulement de la crue et des éventuelles difficultés/désordres rencontrés.

Du personnel doit ainsi être disponible pour se rendre sur site en tout temps (minimum 2 personnes).

Cette surveillance s'étend jusqu'à la période post-crue, afin de vérifier que l'ouvrage n'a pas subi de dommages et d'entreprendre les interventions nécessaires le cas échéant (dégagement d'embâcles par exemple). Après chaque crue, un rapport de crue est rédigé, mentionnant l'heure d'arrivée du phénomène, la cote maximale de la retenue, les maximums estimés de débits entrants et sortants, les incidents et les difficultés rencontrés au cours de la crue et les dispositions prises pour y remédier, les renseignements hydrologiques et pluviométriques en rapport avec la crue, les informations transmises ou reçues, etc. Un relevé des laisses de crues est également à réaliser.

Cet ouvrage ne pouvant pas être testé en eau à l'issue de sa construction (remplissage par les crues uniquement), la surveillance devra être assurée de façon particulièrement attentive lors des premières mises en eau que connaîtra l'ouvrage, suivant des cotes de références préalablement définies.

3.4.2 Stockage en période de crue

L'ouvrage de stockage étant un ouvrage passif, ce paragraphe est sans objet.

3.4.3 Surveillance, auscultation et entretien de l'aménagement hydraulique

Des dispositifs d'auscultation devront être prévus sur l'ouvrage, afin de vérifier son comportement et d'assurer un suivi dans le temps (cf. paragraphe 3.4.5.1) : mesure des fuites à travers l'ouvrage, mesure des déplacements du barrage, piézométrie, etc.

Le dispositif d'auscultation de l'ouvrage ne diffère pas fondamentalement de celui d'un barrage classique avec une retenue d'eau à l'arrière. C'est surtout la périodicité des mesures d'auscultation qui doit être adaptée, avec des mesures moins fréquentes à retenue vide et beaucoup plus resserrées en crues.

Des tournées de surveillance doivent être organisées à intervalle régulier sur l'ouvrage, afin notamment de :

- vérifier l'absence d'embâcles au niveau des organes d'évacuation des débits,
- contrôler l'alignement des enrochements,
- vérifier l'état du béton et des maçonneries (crêtes déversantes, ouvrages de dissipation),
- contrôler la végétation et l'enherbement (talus végétalisés des digues, berges du cours d'eau),
- repérer d'éventuels désordres : tassements, glissements, ravinements, terriers, zones humides,
- vérifier les abords du barrage,
- contrôler l'étanchéité du barrage,
- etc.

Ces visites suivront une procédure qui décrit le parcours à effectuer, les éléments à contrôler, les fréquences prévues et les points principaux d'observation.

Le gestionnaire constituera et tiendra à jour, tout au long de la vie de l'ouvrage, un registre sur lequel sont inscrits les principaux renseignements relatifs aux travaux, à l'exploitation, à la surveillance, à l'entretien de l'ouvrage et de son dispositif d'auscultation, aux conditions météorologiques et hydrologiques et à l'environnement de l'ouvrage. Ce document est appelé « Registre de l'ouvrage ». Le registre est un document papier, manuscrit, relié (cahier), tenu au jour le jour par les agents techniques de l'exploitant. Les informations portées sur le registre seront écrites dans l'ordre chronologique, sous forme d'une main courante intégrale. Il est tenu à la disposition du service de contrôle. Toute mention portée au registre est datée et le nom de son auteur est mentionné. Le registre comporte les informations datées relatives :

- aux faits marquants relatifs à l'exploitation de l'ouvrage,
- aux tournées de surveillance ainsi qu'aux conditions climatiques qui ont régné pendant ces visites,
- aux incidents, accidents, anomalies ou faits marquants concernant l'ouvrage lui-même, ses abords et sa retenue,
- aux travaux d'entretien réalisés,
- aux constatations importantes faites lors des visites de surveillance et aux conditions climatiques lors de ces visites,
- aux constatations importantes faites lors des relevés d'auscultation,
- aux visites techniques approfondies (VTA),
- aux inspections du service de contrôle,
- aux opérations de contrôle exceptionnelles qui doivent faire l'objet d'une mention spéciale en indiquant l'élément qui a motivé cette visite exceptionnelle.

L'entretien des différentes parties d'ouvrage devra être planifié : défrichages, désherbages, nettoyages, etc.

3.4.4 Alerte des autorités compétentes

Des dispositifs d'alerte devront être mis en place. L'information à destination des autorités sera par exemple transmise téléphoniquement chaque fois qu'un des paliers des différents états de vigilance est sur le point d'être franchi.

Les personnes ou services susceptibles d'intervenir ou devant être averties sont notamment :

- SMA
- Services de secours
- Gendarmerie
- DREAL
- Avaliers (mairies, agriculteurs, exploitations...)

Les coordonnées de ces personnes et services devront être consignées.

3.4.5 Obligations réglementaires pour un barrage de classe C

En tant que barrage de classe C, l'ouvrage de la mesure compensatoire est soumis à une obligation de surveillance par un bureau agréé, devant remettre à des intervalles temporels définis, différents documents de suivi de l'ouvrage : rapport d'auscultation, rapport de surveillance, compte-rendu de Visite Technique Approfondie (VTA).

La fréquence des rapports d'auscultation et de surveillance est précisée dans l'article 27 du décret du 12 mai 2015 :

	Barrage			Digue		
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe A	Classe B	Classe C
Rapport de surveillance	Une fois par an	Une fois tous les 3 ans	Une fois tous les 5 ans	Une fois tous les 3 ans	Une fois tous les 5 ans	Une fois tous les 6 ans
Rapport d'auscultation	Une fois tous les 2 ans	Une fois tous les 5 ans	Une fois tous les 5 ans			

Tableau 10 Fréquence des rapports d'auscultation et de surveillance

Les Visites Techniques Approfondies sont à réaliser entre 2 rapports de surveillance.

Les paragraphes suivants présentent le contenu attendu de ces différents rapports.

3.4.5.1 Rapport d'auscultation :

Conformément à la législation en vigueur, le barrage doit se conformer au contenu de l'article 5 de l'arrêté du 29 février 2008, paragraphe 7 :

Le rapport d'auscultation « analyse les mesures afin notamment de mettre en évidence les anomalies, les discontinuités et les évolutions à long terme. L'analyse prend en compte les évolutions antérieures et fournit un avis sur le comportement de l'ouvrage et sur les éventuelles mesures à prendre pour améliorer la sécurité. Il indique les modifications souhaitables du dispositif d'auscultation. Lorsque le nombre de données le permet, l'analyse tente de séparer les effets réversibles des effets irréversibles ».

L'analyse prend en compte les évolutions antérieures et fournit un avis sur le comportement de l'ouvrage et sur les éventuelles mesures à prendre pour améliorer la sécurité. Il indique, le cas échéant, les modifications souhaitables du dispositif d'auscultation.

3.4.5.2 Rapport de surveillance

Le contenu du rapport de surveillance est défini à l'article 5-I.6 de l'arrêté du 29 février 2008 fixant des prescriptions relatives à la sécurité et à la sûreté des ouvrages hydrauliques.

Il doit rendre compte des observations réalisées lors des visites réalisées depuis le précédent rapport de surveillance et comprendre des renseignements synthétiques sur :

- la surveillance, l'entretien et l'exploitation de l'ouvrage au cours de la période ;
- les incidents constatés et les incidents d'exploitation ;
- les origines possibles des désordres constatés et les suites à donner en matière de surveillance ou d'entretien ;
- le comportement de l'ouvrage ;
- les événements particuliers survenus et les dispositions prises pendant et après l'événement ;
- les essais des organes hydrauliques et les conclusions de ces essais ;
- les travaux effectués directement par le propriétaire ou l'exploitant ou bien par une entreprise.

La périodicité du rapport de surveillance est fixée par les articles R. 214-137 à R214-145 du Code de l'environnement.

Dans le cas présent, la périodicité de transmission est de 5 ans (barrage de classe C).

Le rapport de surveillance doit être transmis au préfet dans le mois suivant sa réalisation.

3.4.5.3 VTA :

Conformément à la législation en vigueur et en tant que barrage de classe C, l'ouvrage de la mesure compensatoire devra respecter les exigences suivantes par rapport aux Visites Techniques Approfondies :

"Les visites détaillées de l'ouvrage sont menées par un personnel compétent notamment en hydraulique, en électromécanique, en géotechnique et en génie civil et ayant une connaissance suffisante du dossier et des résultats d'auscultation de l'ouvrage. Le compte rendu précise, pour chaque partie de l'ouvrage, de ses abords et de la retenue dans le cas d'un barrage, les constatations, les éventuels désordres observés, leurs origines possibles et les suites à donner en matière de surveillance, d'exploitation, d'entretien, d'auscultation, de diagnostic ou de confortement."

3.5 PERFORMANCES DE L'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE

Ce sous-chapitre présente, sous une forme didactique, la transformation des phénomènes hydrauliques au niveau de la zone protégée qui résulte du fonctionnement de l'aménagement hydraulique, en fonction d'une gamme d'aléas naturels allant au moins jusqu'à l'aléa correspondant au niveau de protection (limite des premiers débordements vers la zone protégée).

En outre, pour illustrer les limites de performance de l'aménagement hydraulique, des études hydrauliques et hydrologiques exposant les débordements du cours d'eau vers la zone protégée sont réalisées selon les scénarios suivants :

- *Le **scénario 1** prend en compte l'aléa qui correspond au niveau de protection quand l'aménagement hydraulique fonctionne nominalement et examine les conséquences de l'indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique.*
- *Le **scénario 2** prend en compte l'aléa qui correspond au niveau de protection quand l'aménagement hydraulique fonctionne nominalement et examine les conséquences d'une réduction significative de la capacité de stockage de l'aménagement hydraulique (indisponibilité partielle).*
- *Le **scénario 3** suppose que l'aménagement hydraulique n'est plus efficace en raison de la saturation de sa capacité de stockage sous l'effet d'un aléa significativement plus important que celui correspondant au niveau de protection (par exemple, l'aléa de référence du plan de prévention des risques naturels inondation quand un tel plan existe).*
- *En cas d'affluents localisés entre l'aménagement hydraulique et la zone protégée, un scénario 4 examinera les conséquences des apports de ces affluents en situation de crue, l'aménagement hydraulique étant par ailleurs réputé fonctionner nominalement.*

3.5.1 Fonctionnement hydraulique pour différentes crues

Les résultats des simulations hydrauliques pour les différentes crues modélisées ont montré que, sans mesure compensatoire, le projet induit un décalage de l'onde de crue (anticipation d'arrivée de la crue à l'aval). La principale contrainte hydraulique liée au dimensionnement de la mesure compensatoire est la nécessité d'avoir une efficacité pour l'ensemble de la gamme de crue étudiée.

Les paragraphes suivants présentent les résultats des modélisations hydrauliques intégrant la mesure compensatoire et l'effet bénéfique que procure cet aménagement (étude Ingerop, cf. bibliographie).

Les cartes de hauteurs maximales, vitesses maximales et différences de hauteur et de vitesse par rapport à l'état actuel sont fournies en Annexe B.

3.5.1.1 Incidence sur les emprises inondées et les hauteurs de submersion

a) Q7

Pour une crue de période de retour de 7 ans, l'accumulation en amont de la RD54 permet déjà d'avoir un effet sur les crues en aval de la zone d'étude.

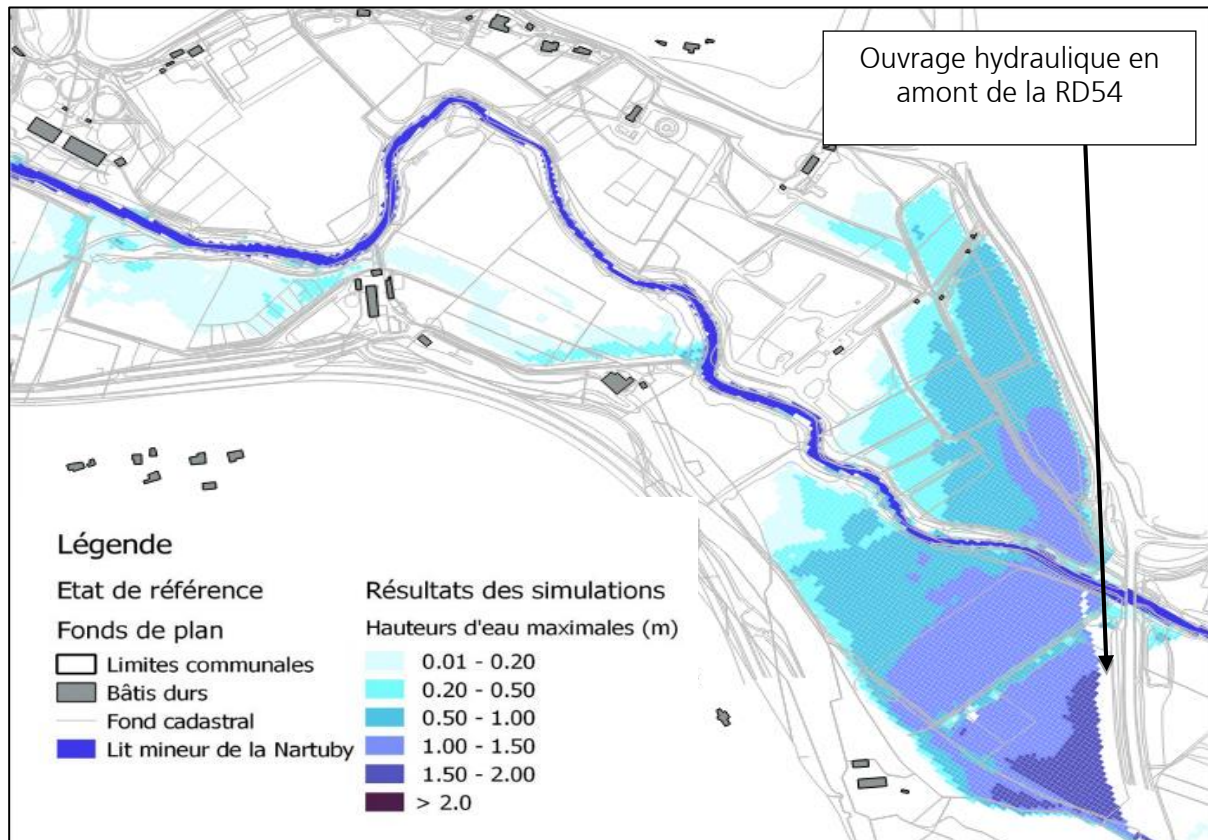


Figure 21 Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q7 à l'état projeté avec mesure compensatoire- secteur RD54

Les hauteurs d'eau en amont de l'ouvrage atteignent 1.90 m.

La figure ci-dessous présente la cartographie des différences de hauteur d'eau entre la situation projetée et la situation actuelle de référence.

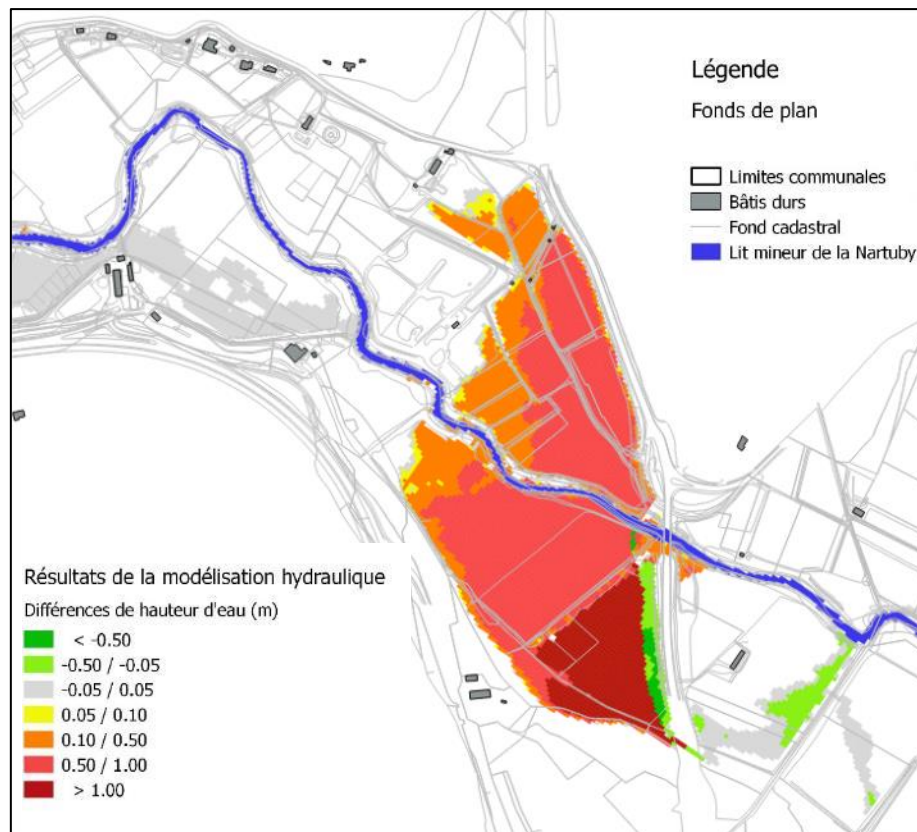


Figure 22 Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q7 (état projet avec mesure compensatoire-état actuel) secteur RD54

b) Q10

En crue décennale, l'effet tampon de l'ouvrage proposé est accentué. Les hauteurs d'eau maximales en amont de l'ouvrage sont de l'ordre de 2.1 m.

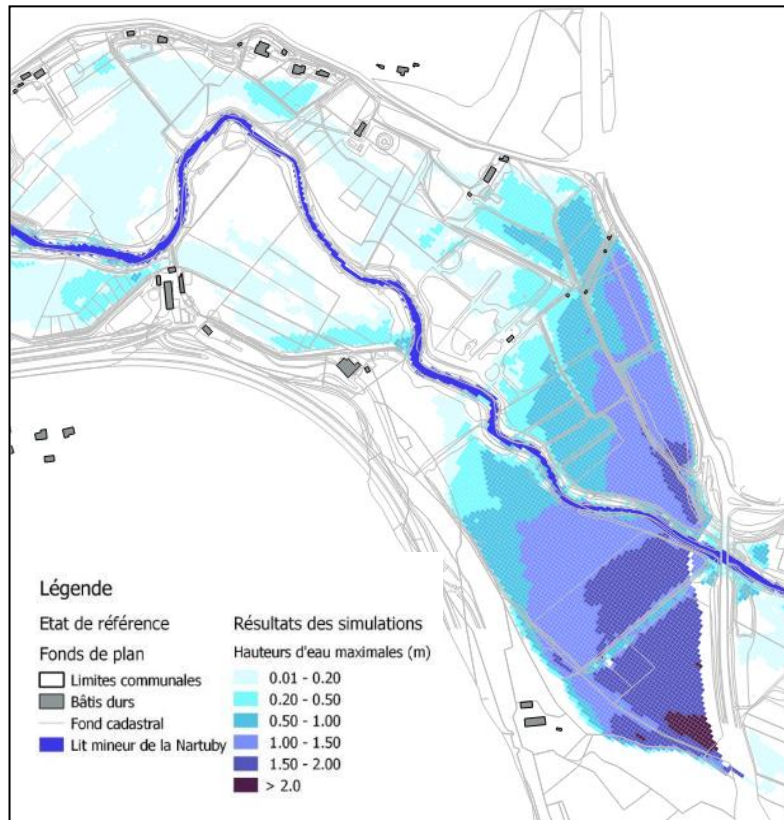


Figure 23 Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q10 à l'état projeté avec mesure compensatoire – secteur RD54

La figure ci-après présente la cartographie des différences de hauteur d'eau entre la situation projetée et la situation actuelle de référence.

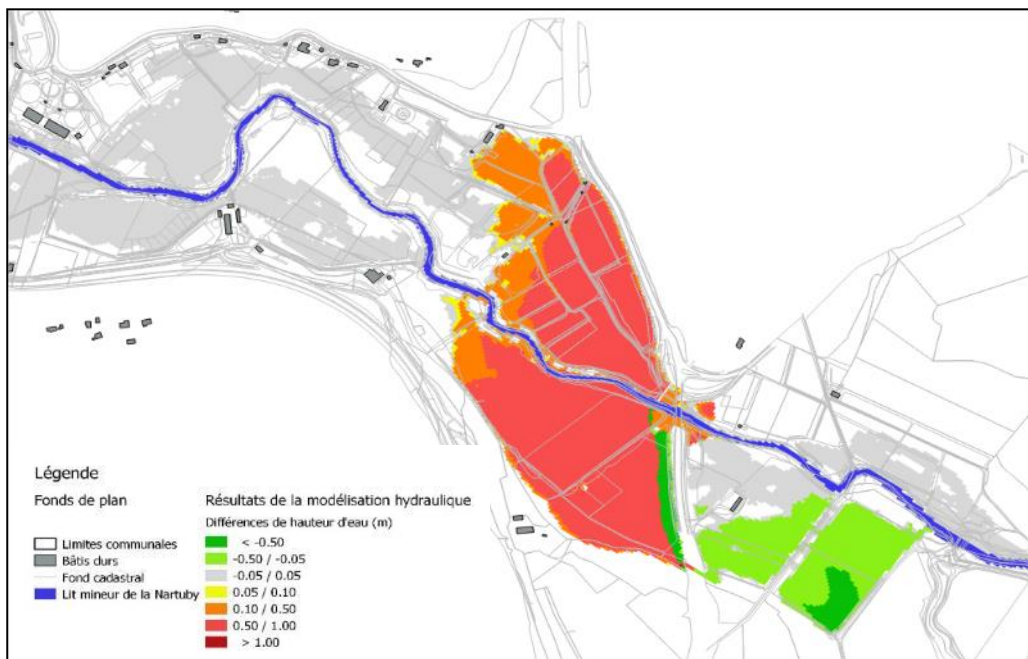


Figure 24 Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q10 (état projeté avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54

c) Q30

En crue trentennale, les hauteurs d'eau maximales en amont de l'ouvrage sont de l'ordre de 3.1 m.

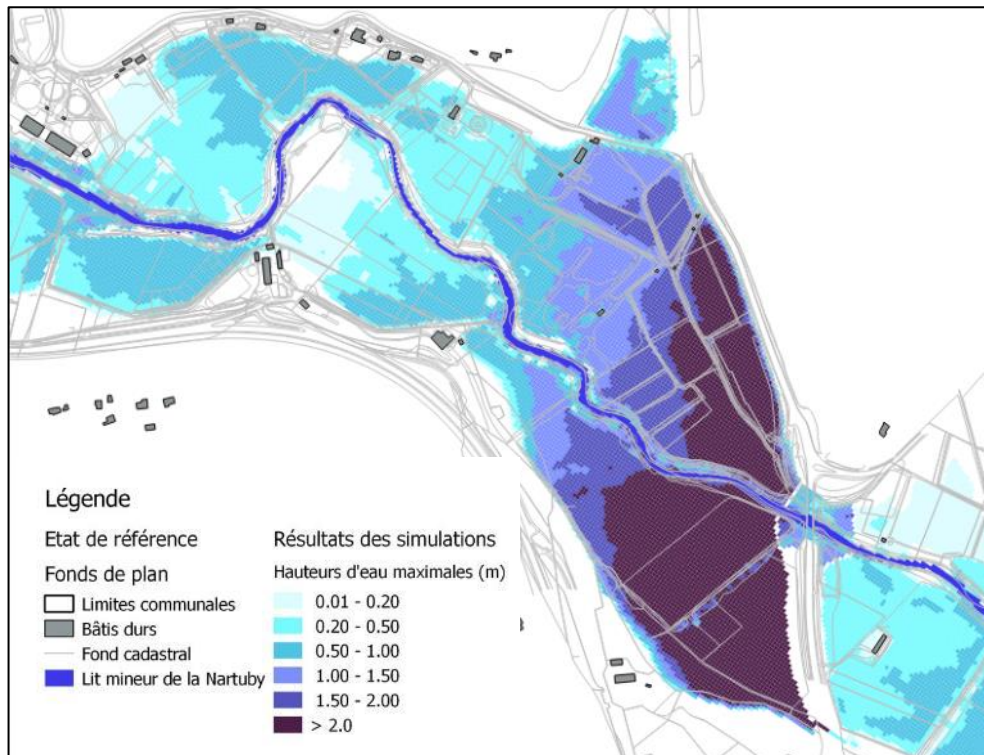


Figure 25 Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q30 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54

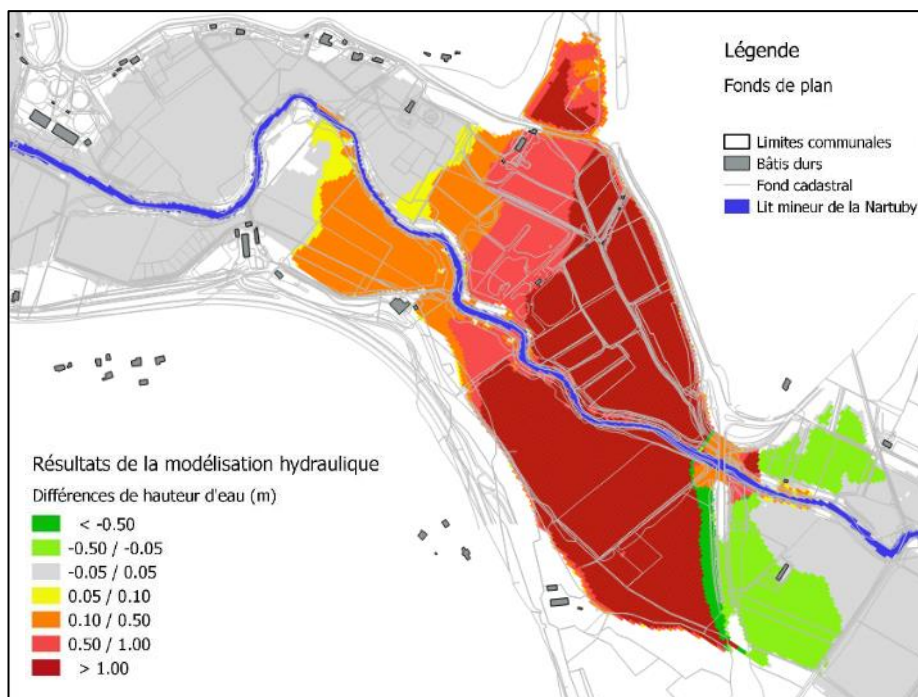


Figure 26 Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q30 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54

d) Q50

En crue cinquantiennale, les hauteurs d'eau maximales en amont de l'ouvrage sont de l'ordre de 3.8 m.

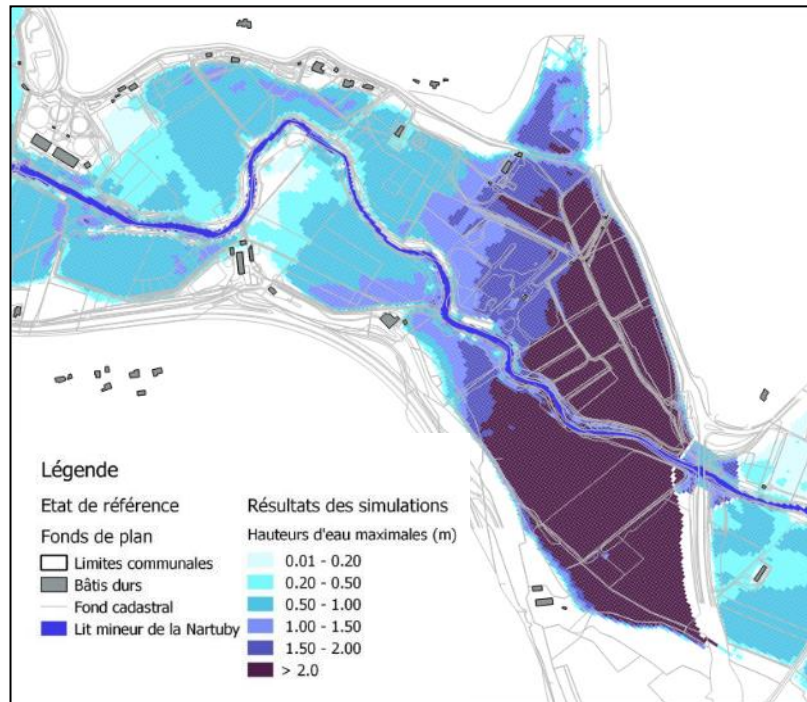


Figure 27 Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q50 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54

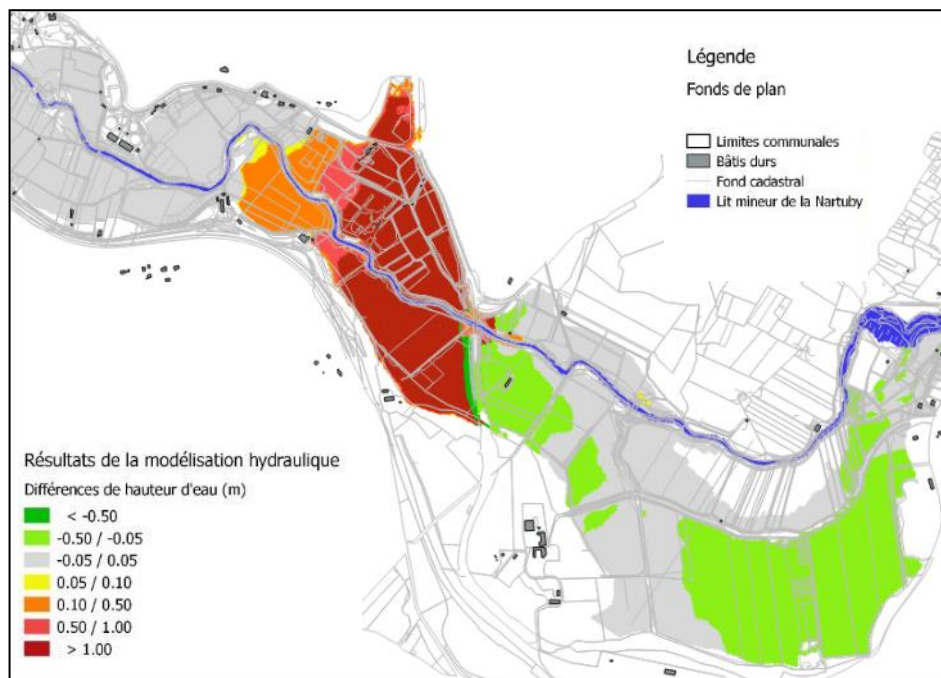


Figure 28 Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q50 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54

e) Q100

En crue centennale, les hauteurs d'eau maximales en amont de l'ouvrage sont de l'ordre de 4.3 m.

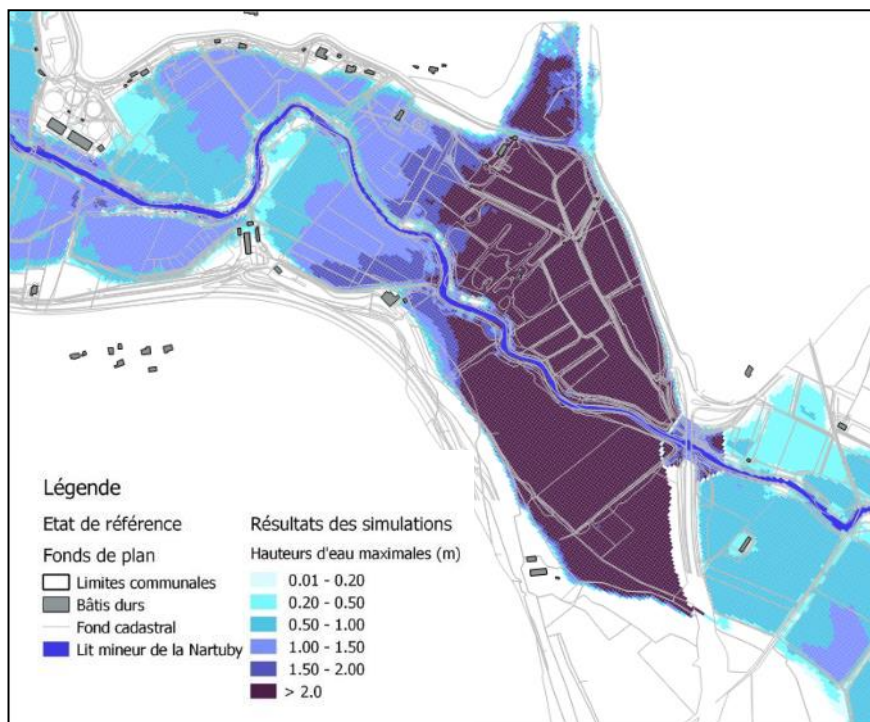


Figure 29 Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q100 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54

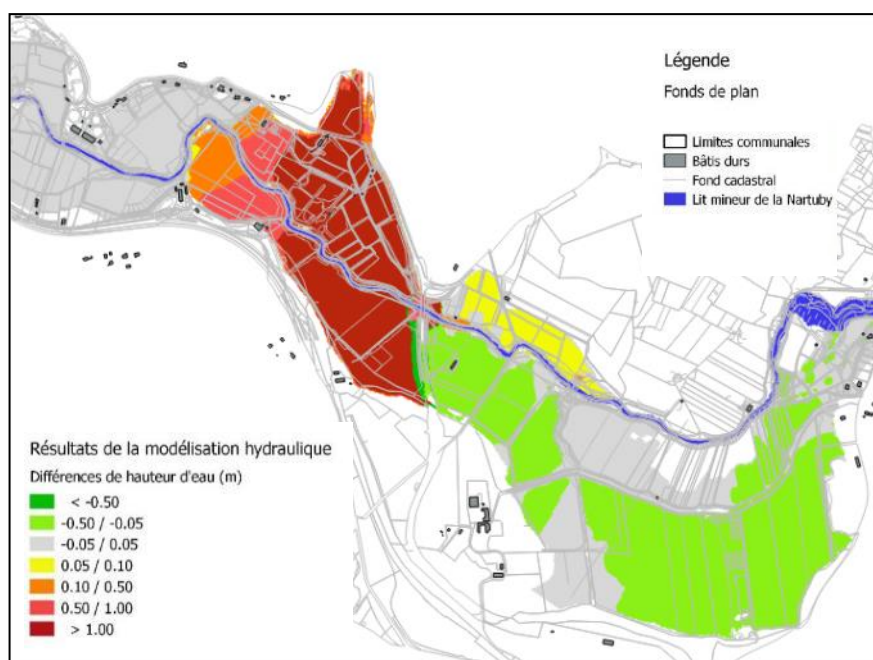


Figure 30 Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q100 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54

f) Q2010

Pour la crue de référence de type juin 2010, les hauteurs d'eau maximales en amont de l'ouvrage sont de l'ordre de 4.7 m.

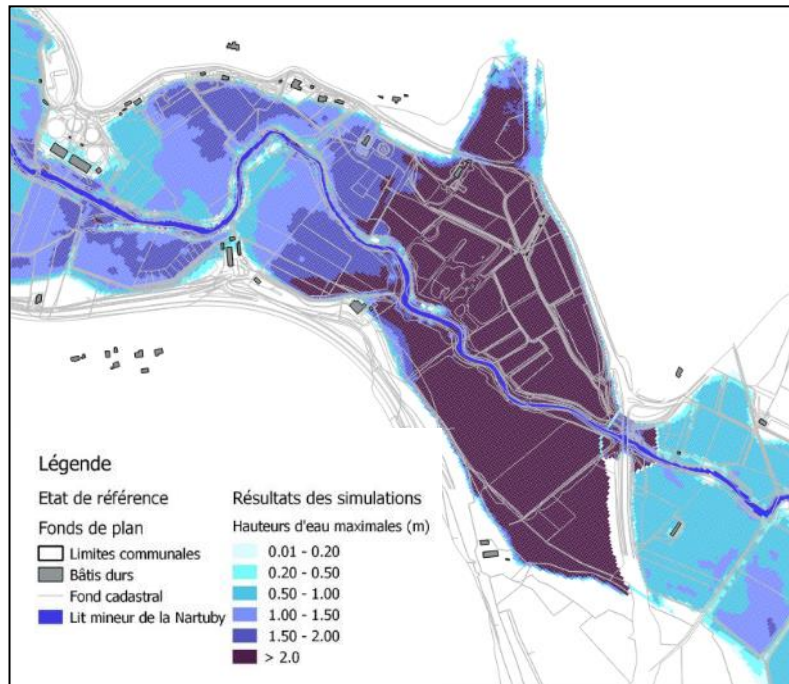


Figure 31 Extrait de la cartographie des hauteurs d'eau maximales – Q2010 à l'état projet avec mesure compensatoire – secteur RD54

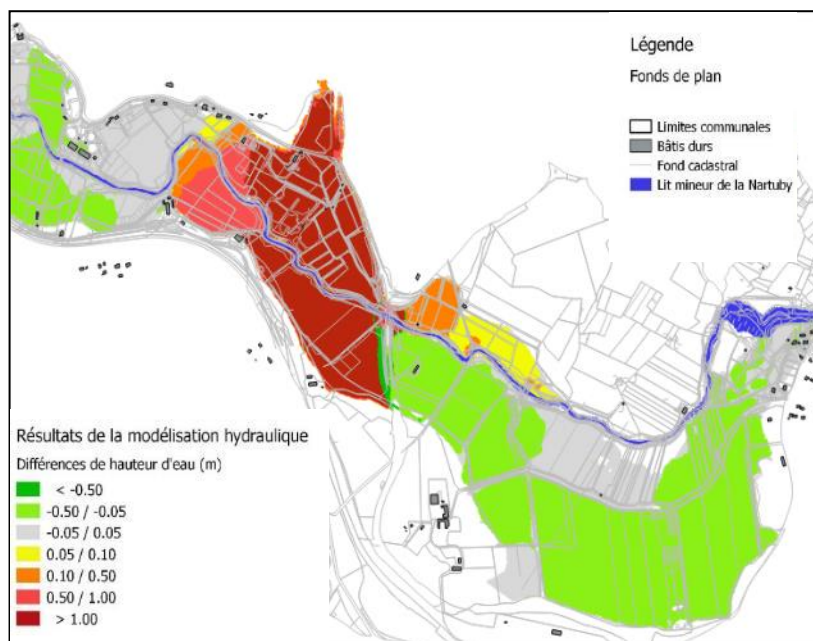


Figure 32 Extrait de la cartographie des différences de hauteurs d'eau pour Q2010 (état projet avec mesure compensatoire – état actuel) – secteur RD54

3.5.1.2 Impact sur la chronologie et la propagation de l'onde de crue

Les figures ci-après présentent les hydrogrammes de crues après mise en œuvre de la mesure compensatoire.

Les hydrogrammes sont présentés à La Motte, en aval de la zone d'implantation de la mesure compensatoire.

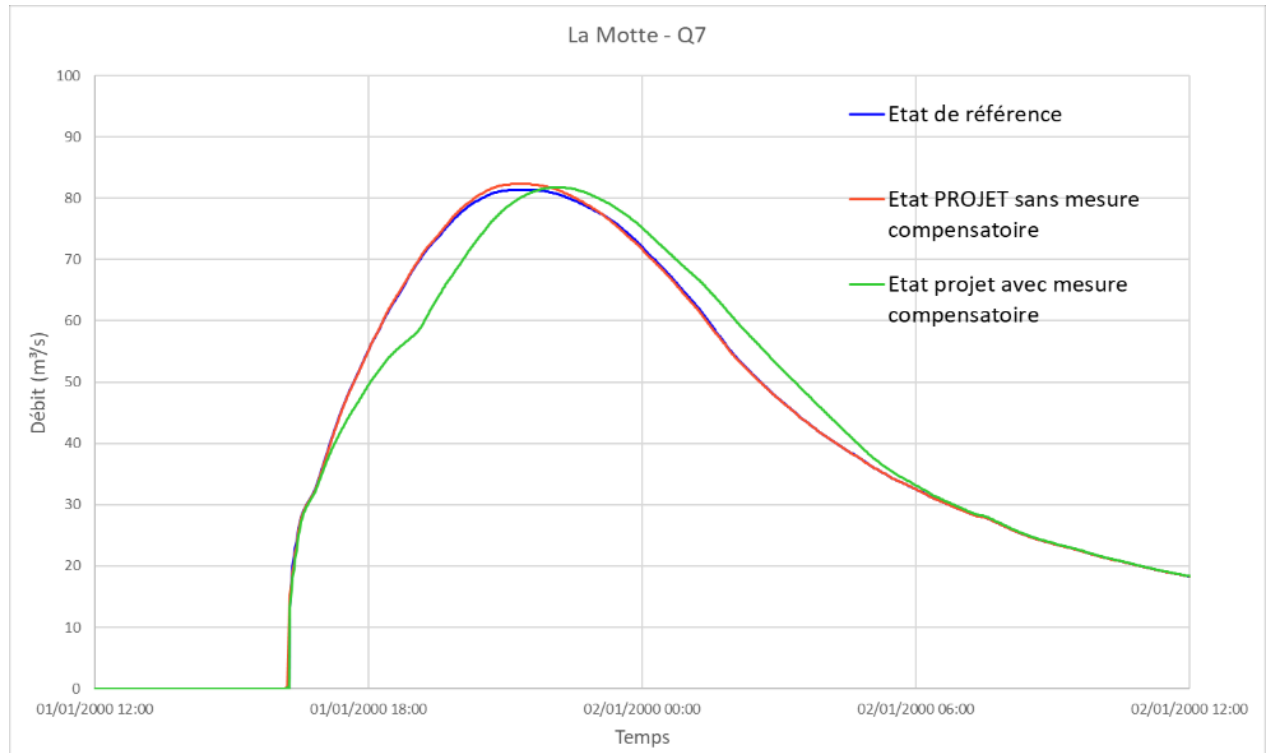


Figure 33 Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q7

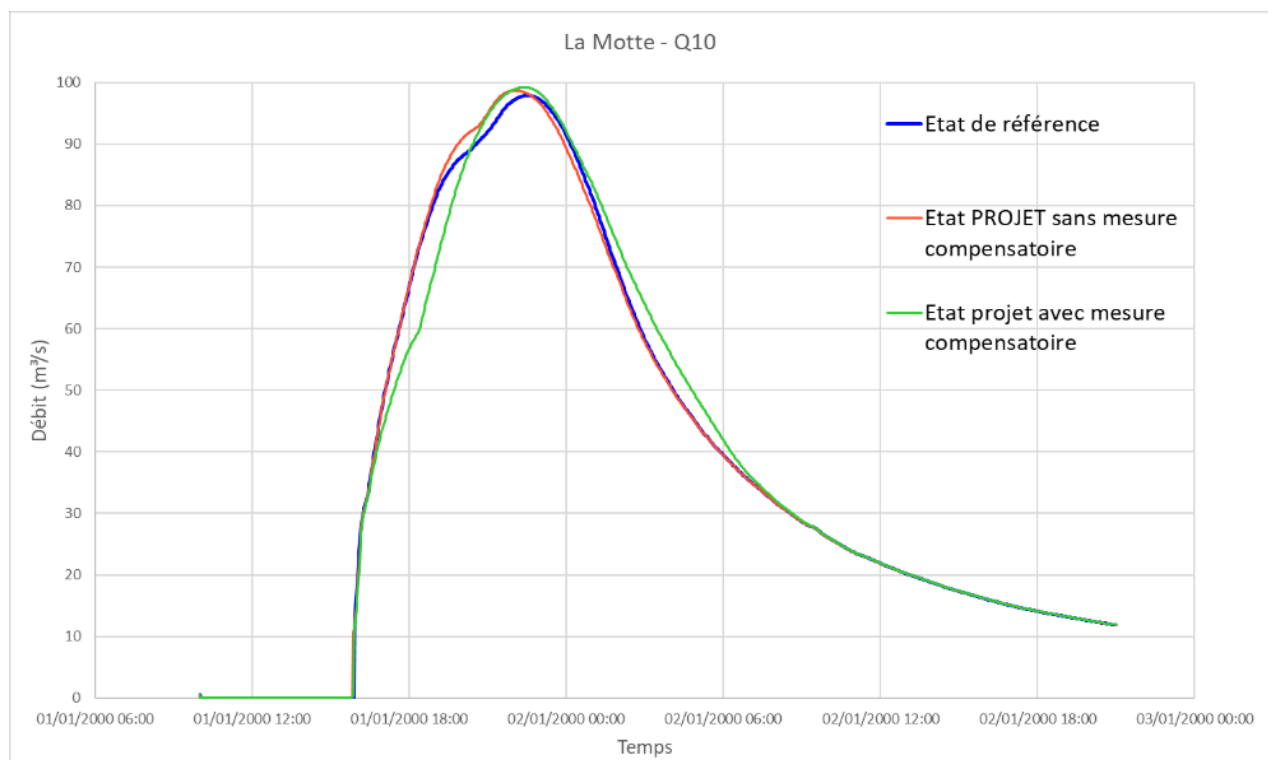


Figure 34 Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q10

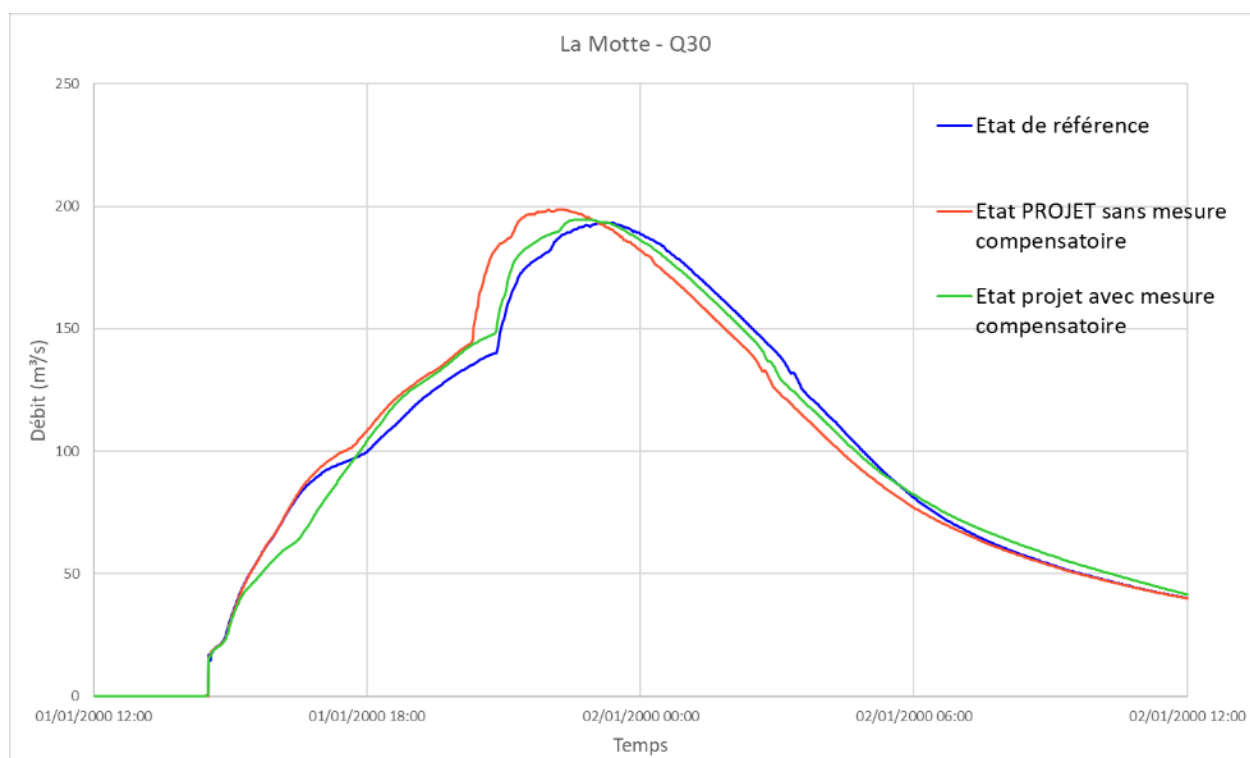


Figure 35 Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q30

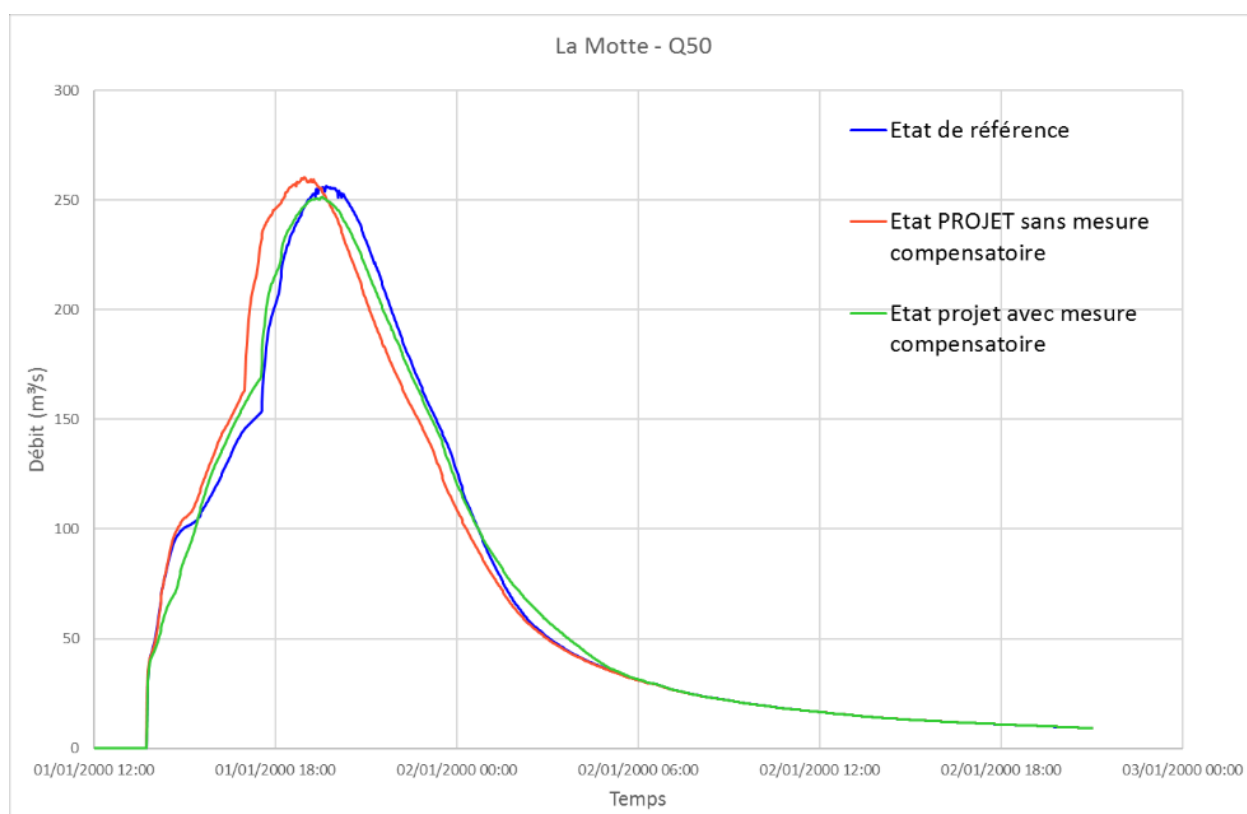


Figure 36 Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q50

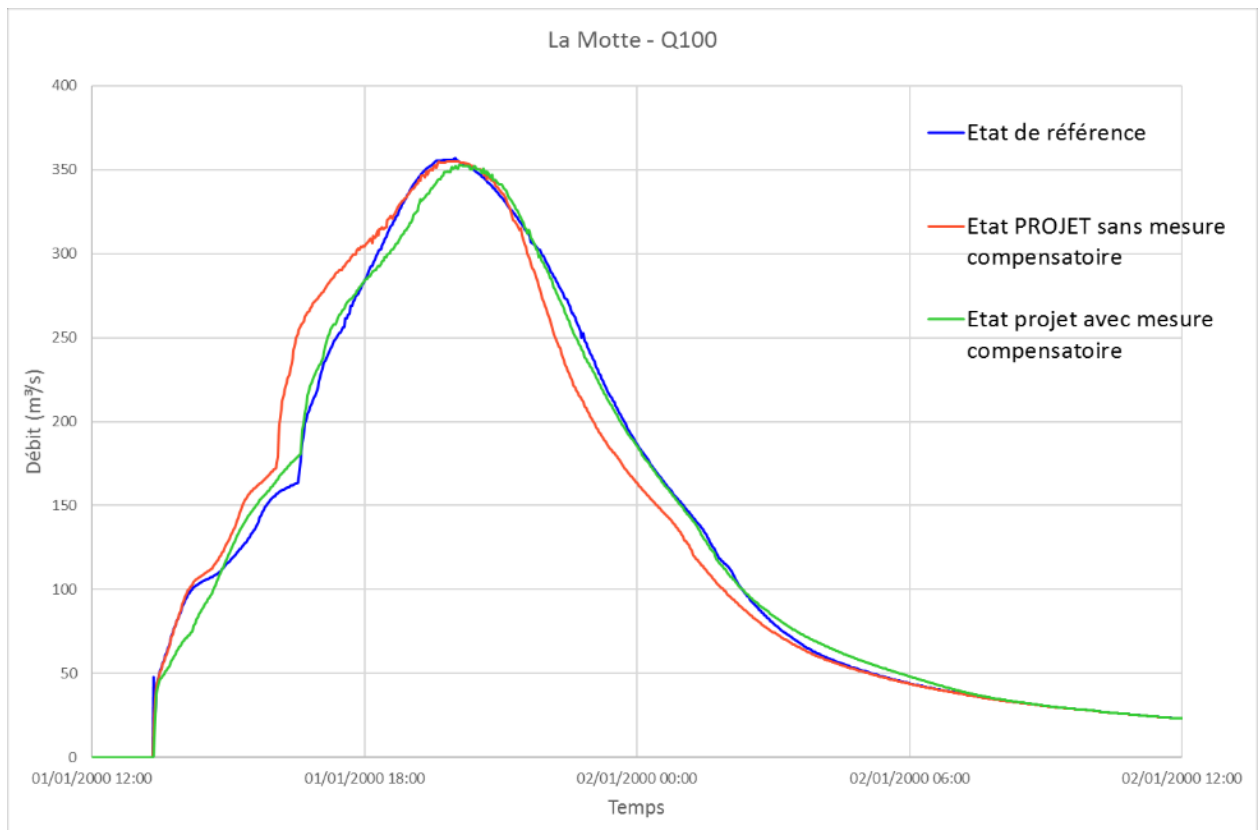


Figure 37 Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue Q100



Figure 38 Efficacité de la mesure compensatoire sur l'onde de crue de référence de type Q2010

En conclusion, la mesure compensatoire proposée permet un ralentissement suffisant du flux pour permettre de tamponner l'onde de crue en amont de la RD54 et ainsi de retarder l'arrivée de l'onde de crue en aval.

Pour les différentes crues simulées, dont la gamme est très large, la mesure compensatoire permet de retarder la phase de montée de crue.

En comparaison à la situation actuelle, les effets du projet et de la mesure compensatoire associée montrent ainsi une neutralité de la situation, voire des améliorations pour la crue de 1^{ers} débordements (phase de montée retardée, pic de crue retardé de 45 minutes).

3.5.1.3 Impact sur le volume de l'onde de crue

Le tableau ci-après présente les volumes de crue de la Nartuby, comptabilisés à La Motte, en aval du projet. Le choix d'une quantification en aval du projet permet de s'assurer de l'absence d'incidence préjudiciable du projet et également de l'efficacité de la mesure compensatoire.

Les volumes indiqués correspondent à la part de l'hydrogramme située au-dessus de 70 m³/s (débit de 1^{er} débordement), afin de quantifier les effets du projet sur les volumes de débordements.

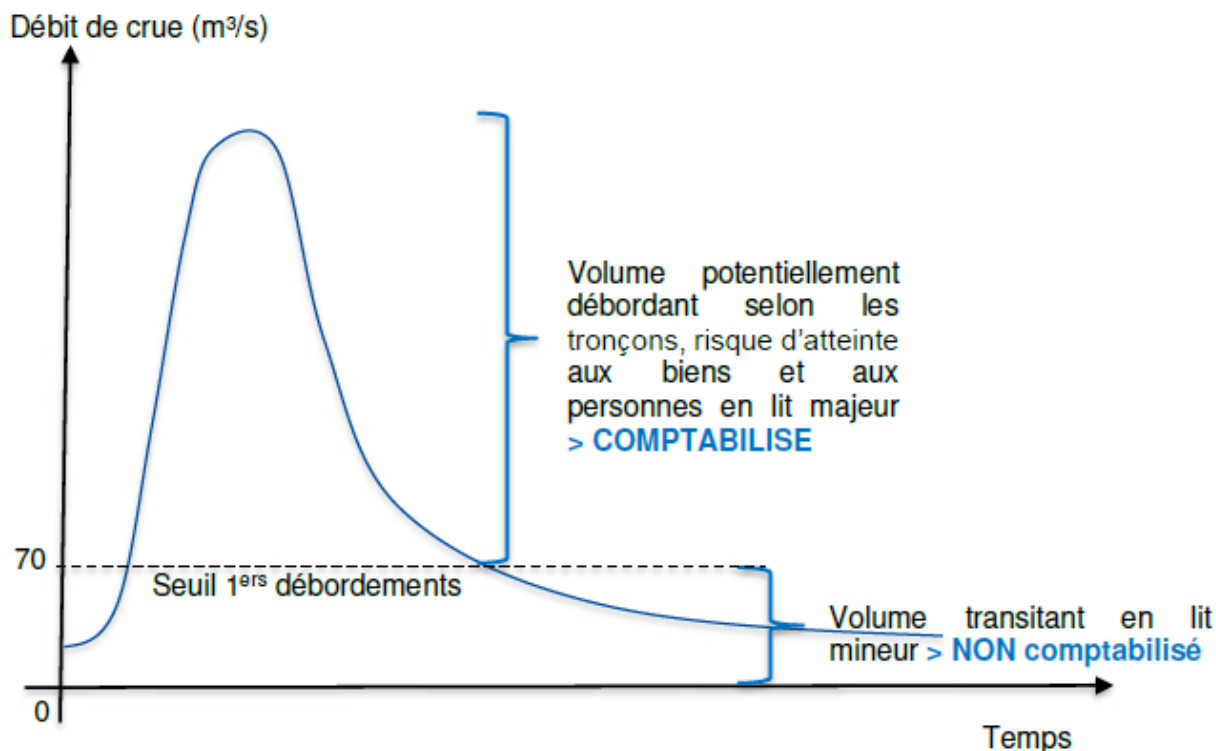


Figure 39 Schéma de principe d'analyse des effets du projet sur les volumes débordants

Par ailleurs, il est important de rappeler les ordres de grandeur de volume surstocké en amont de la RD54 (mesure compensatoire) :

- Q10 : 120 000 m³
- Q30 : 260 000 m³
- Q2010 : 550 000 m³

Volume de l'onde de crue* (en m3)	La Motte						
	Q7	Q10	Q30	Q50	Q100	Q2010	
Etat de référence	142 953	499 541	3 426 048	3 954 938	7 090 895	10 479 291	
Etat projet sans mesure compensatoire	150 438	511 519	3 475 943	3 984 286	7 091 773	10 311 488	
Différence par rapport à l'état de référence (%)	5%	2%	1%	1%	0.01%	-2%	
Etat projet avec mesure compensatoire	129 049	493 082	3 423 208	3 906 738	7 016 370	10 307 422	
Différence par rapport à l'état de référence (%)	-10%	-1%	-0.1%	-1%	-1%	-2%	

* : au-delà de 70 m³/s, comptabilisé à La Motte

Tableau 11 Impact du projet et efficacité de la mesure compensatoire sur le volume de l'onde de crue

Les résultats de cette analyse montrent que le projet, associé à sa mesure compensatoire, ne présente pas d'effet aggravant sur le volume de l'onde de crue en aval des aménagements projetés. Les pourcentages d'abaissement du volume total de l'onde de crue sont certes très faibles (hormis pour Q7), mais la tendance est à l'amélioration (diminution du volume potentiellement débordant). Pour la crue de période de retour 7 ans, le volume potentiellement débordant est réduit de 10 % grâce aux aménagements proposés.

De plus, il est important de noter que le dimensionnement et le calage des aménagements projetés sont particulièrement intéressants, puisque les effets potentiellement préjudiciables du projet sont compensés en surstockant provisoirement un faible volume par rapport au volume total débordant : par exemple, efficacité en Q30, en surstockant 260 000 m³ sur un volume total potentiellement débordant de 3.4 millions de m³ (<8%).

Enfin, notons que cette compensation est efficace pour toutes les occurrences de crues simulées.

3.5.1.4 Impact sur le volume de crue disponible en cas de succession de crue

Les hypothèses à faire pour une succession de 2 crues (temps entre les deux pics de crue rares, quelle occurrence pour chacune) sont difficiles à justifier. Nous présentons ci-dessous un tableau présentant le volume disponible par rapport à la capacité de stockage totale de la MCH, permettant d'identifier les capacités de stockage pour chaque évènement. Cette analyse ne conçoit cependant en rien quant aux conséquences ailleurs sur le linéaire.

Crue	Cote de retenue maximale (m NGF)	Cote maximale dans la fosse de dissipation (m NGF)	Débit dans la buse (m ³)	Débit déversant sur déversoir à 107.2 m NGF (m ³ /s)	Volume total stocké (m ³)	Volume sur-stocké par rapport à l'état actuel (m ³)	Volumes disponibles	
							En m ³ par rapport au volume maximale	Equivalent crue de référence
Q7	103.86	103.51	0.01	-	127 000	104 000	1 233 300	>Q2010
Q10	104.15	103.69	0.14	-	177 000	120 000	1 069 000	>Q2010
Q30	105.22	104.31	0.45	-	427 000	260 000	986 000	~ Q2010
Q50	105.77	104.61	0.54	-	591 000	366 000	655 000	Q50<V<Q100
Q100	106.46	105.15	0.63	-	833 000	520 000	413 000	~ Q30
Q2010	106.86	105.70	0.68	-	985 000	550 000	261 000	Q10<V<Q30
Q1000	107.43	106.20	nc	35	1 246 000	872 000	-	-

Tableau 12 Volumes disponibles en cas de double crue

3.5.2 Scénarios illustrant les limites de performance de l'aménagement hydraulique

3.5.2.1 Scénario 1 : Aléa correspondant au niveau de protection, fonctionnement nominal et indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique

La mesure compensatoire est un aménagement hydraulique permettant le stockage d'eau afin de ralentir la dynamique des crues à l'aval. En tant qu'ouvrage passif, un fonctionnement nominal induit sa disponibilité.

Une indisponibilité totale, soit une absence de stockage, revient à considérer l'absence de l'aménagement. Ce scénario étudie donc l'état avec aménagements amont (restauration morphodynamique de la Nartuby) sans mise en œuvre de la mesure compensatoire.

Pour la crue de projet (Q30), on obtient les résultats suivants en comparaison de l'état actuel (cf. également Annexe B).

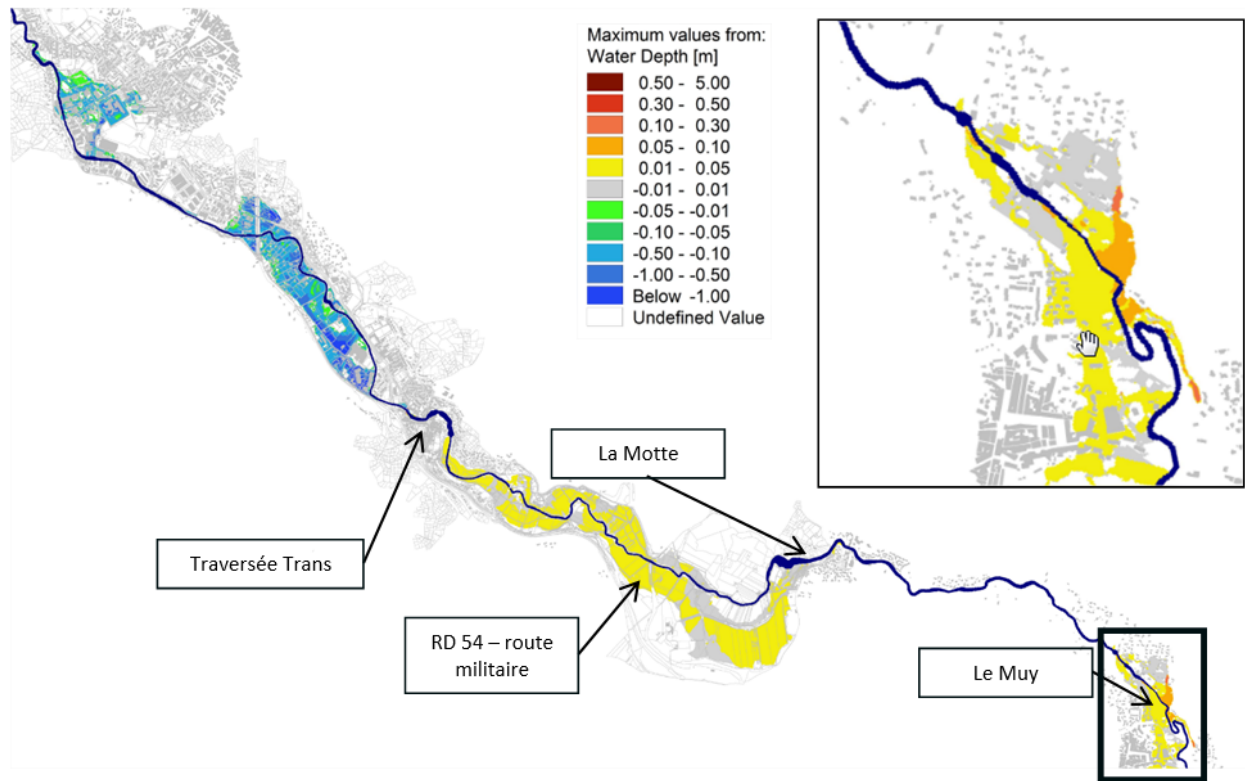


Figure 40 Vue de l'incidence du projet sans mesure compensatoire (comparaison Q30 état actuel)

En considérant les aménagements amont uniquement, les sur-hauteurs par rapport à l'état actuel entre Trans-en-Provence et la Motte sont inférieures à 5 cm. On observerait des hauteurs d'eau supérieures dans les secteurs inondés du Muy : les sur-hauteurs sont majoritairement inférieures à 5 cm, tandis que quatre habitations connaissent des sur-hauteurs comprises entre 5 et 10 cm. Ponctuellement, en zone non bâtie, les sur-hauteurs peuvent atteindre 30 cm.

Au niveau de la Motte, la pointe de crue serait anticipée d'1 heure et le débit de pointe augmenté de 2,5 % (environ 3,5 m³/s) pour la crue de projet.

Ces éléments n'étant pas acceptables, il est prévu de construire la mesure compensatoire avant de procéder aux aménagements amont du lit de la Nartuby.

3.5.2.2 Scénario 2 : Aléa correspondant au niveau de protection et indisponibilité partielle de l'aménagement hydraulique

Ce scénario considère que l'aménagement hydraulique fonctionne nominalement et examine les conséquences d'une réduction significative de sa capacité de stockage (indisponibilité partielle).

L'aléa correspondant au niveau de protection est une crue d'occurrence trentennale, qui survient alors que la retenue à l'amont de l'aménagement est vide. Dans ces conditions et en fonctionnement normal (cf. paragraphes précédents), la cote de retenue maximale observée est de 105.2 m NGF, soit 1.1 m sous la cote du déversoir principal calé à 106.3 m NGF.

a) Scénario retenu

Le retour d'expérience montre que le risque d'embâcles est présent sur la Nartuby. La perturbation du fonctionnement de la mesure compensatoire par la présence d'embâcles n'est donc pas impossible et constitue le scénario d'indisponibilité partielle de l'aménagement.

Le scénario étudié correspond à un piégeage d'embâcles au niveau du pertuis amont, réduisant la débitance de l'ouvrage et augmentant ainsi le stockage à l'amont par rapport au fonctionnement nominal. La performance de la mesure compensatoire pourrait alors être réduite. En effet, la réduction de débitance va avoir comme impact de remplir prématurément la zone de stockage si

bien que le volume de stockage disponible au moment du pic de crue pourrait se trouver réduit. Le pic de crue serait alors moins bien laminé qu'en conditions de fonctionnement normal.

Dans le détail, le scénario retenu considère la survenue de la crue de temps de retour 30 ans, avec un piégeage d'embâcles réduisant la section du pertuis amont de 30 %. Il s'agit d'un scénario permettant de répondre à la demande d'indisponibilité partielle, réaliste, suivant les « recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages » de juin 2013 du CFBR. La valeur de 30% est usuelle pour les calculs d'obstruction d'EVC sur les barrages, notamment préconisé pour un risque d'obstruction dans des conditions de largeurs inférieures à 10-15 m (15 m au sommet des épis dans le cas de la MCH).

Le piégeage d'embâcle pose aussi la question des conséquences de ruptures d'embâcles. Pour également traiter cet aspect, l'hypothèse est faite que les embâcles sont brutalement évacués au pire moment, c'est à dire au pic de la crue, occasionnant instantanément un retour à 100 % de la capacité de l'ouvrage.

b) Résultats

Le niveau maximum atteint dans la retenue de la mesure compensatoire est de 105.38 m NGF soit une surcote de 20 cm environ par rapport aux conditions de fonctionnement normales. Cette surcote n'engendre cependant pas de déversement par-dessus les tronçons déversants localisés à l'amont de la RD54. Ainsi la réduction de 30% de la capacité de débit pour la crue de dimensionnement n'engendre pas de modification sur le principe de fonctionnement de l'aménagement : il n'y a pas de sur-débit ou d'accélération de la dynamique de crue en aval.

La surcote de 20 cm n'a pas d'impact sur la zone protégée située en amont de la mesure compensatoire.

Les figures suivantes présentent les hauteurs maximales observées en Q30 à l'état projeté avec mesure compensatoire (à gauche) et dans le cadre du scénario 2 (à droite), au droit de la mesure compensatoire.

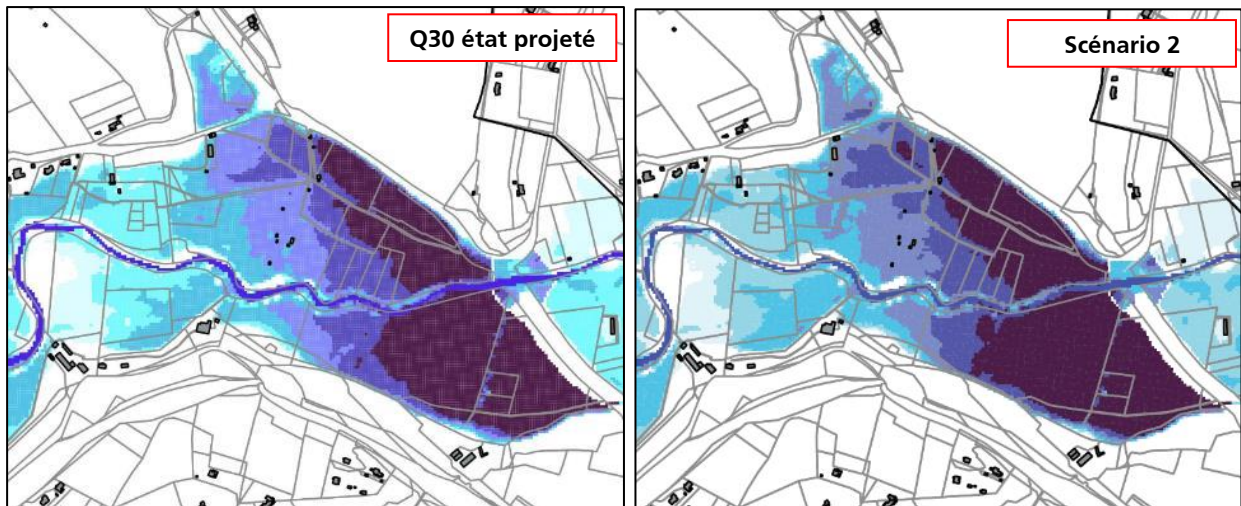


Figure 41 Comparaison des zones inondées à l'état projeté et dans le cadre du scénario 2, au droit de la mesure compensatoire

Aucun bâtiment supplémentaire n'est inondé dans le cadre du scénario 2.

Le graphique suivant présente les hydrogrammes obtenus immédiatement en aval de la mesure compensatoire, pour la crue Q30 à l'état projeté et pour le scénario modélisé avec rupture des embâcles au moment du pic de la crue.

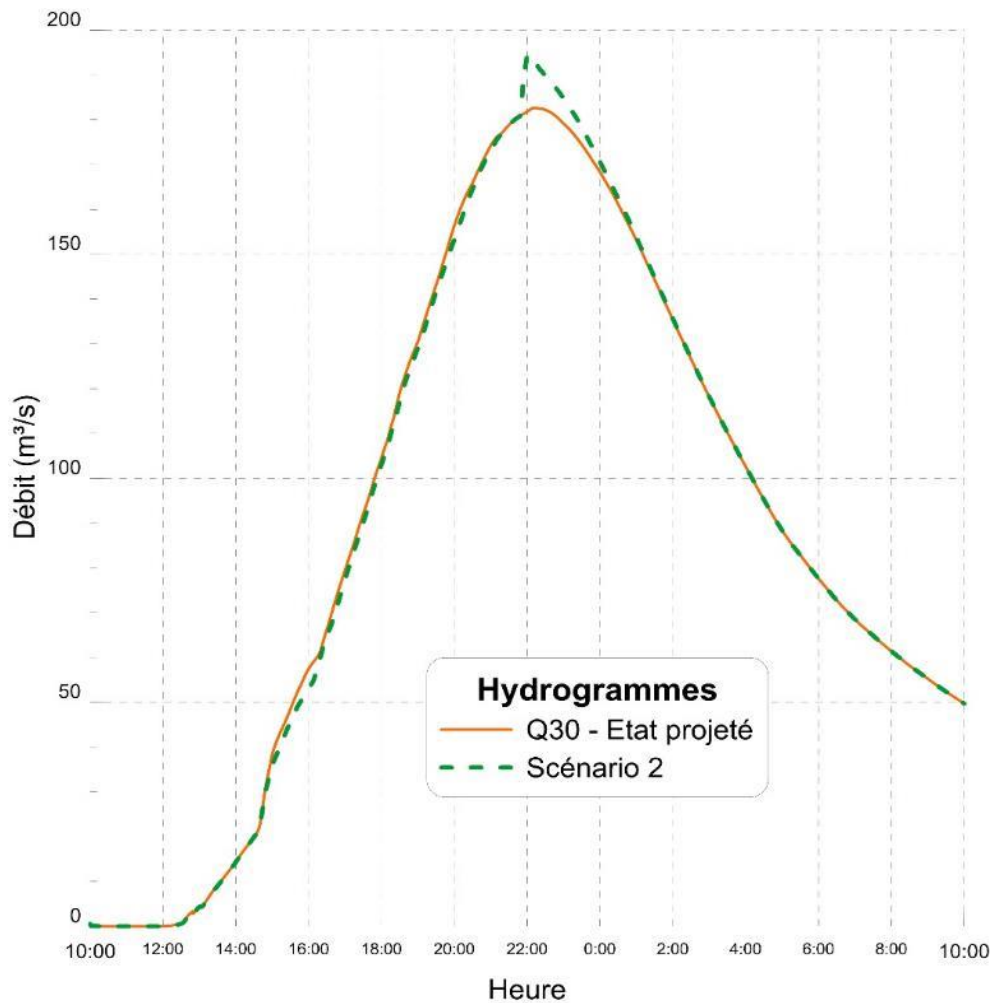


Figure 42 Hydrogrammes de crue – Scénario 2 et Q30 à l'état projeté

La rupture des embâcles engendre un sur-débit de 12 m³/s à l'aval immédiat de la mesure compensatoire, soit près de 7 % de la pointe de crue trentennale à l'état projeté. La phase de montée au pic est très légèrement retardée du fait du stockage en amont de la mesure compensatoire, puis une brusque augmentation de débit apparaît au moment de la pointe, caractéristique de la soudaine évacuation des embâcles et de la débitance totale retrouvée au niveau du pertuis amont. Un peu plus de deux heures après la pointe, les courbes de décrue sont similaires.

La figure suivante présente les hauteurs maximales obtenues au moyen du modèle hydraulique (le plan complet est fourni en Annexe C).

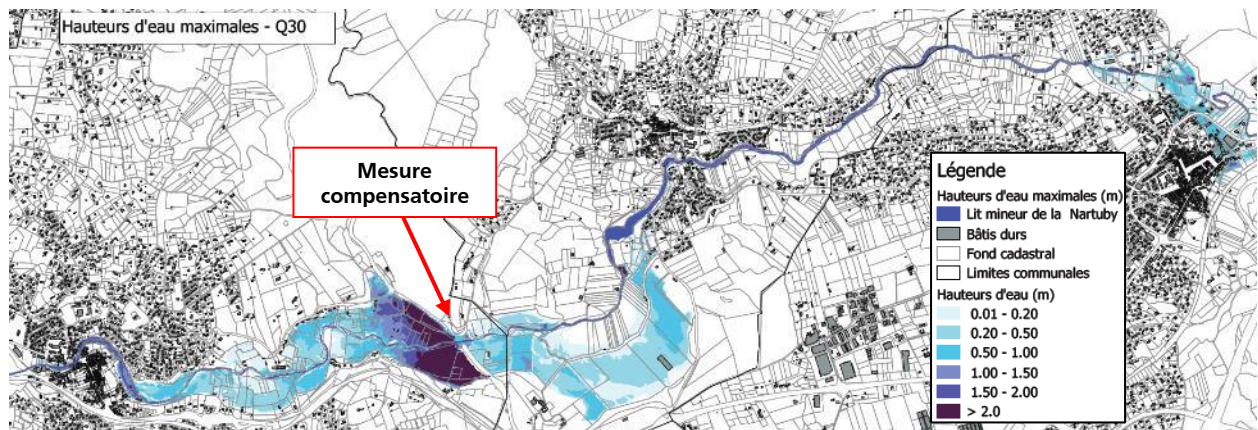


Figure 43 Scénario 2 – Hauteurs maximales

L'emprise inondée dans le scénario est sensiblement la même qu'en cas de fonctionnement normal de la mesure compensatoire (cf. Annexe B).

La figure suivante présente les différences de hauteur d'eau par rapport à la crue trentennale à l'état projeté (avec réaménagements amont et mesure compensatoire), en fonctionnement normal, en aval de la compensatoire où des impacts sont potentiellement possibles en lien avec la rupture d'embâcles considérée dans le scénario.



Figure 44 Scénario 2 – Différences de hauteurs d'eau par rapport à la crue trentennale à l'état projeté

On retrouve sur cette figure l'exhaussement d'une vingtaine de centimètres en amont de la mesure compensatoire décrit précédemment. Aucun bâtiment supplémentaire n'est touché en amont de la mesure compensatoire dans le cadre du scénario, les bâtiments touchés étant des habitations individuelles ou des bâtiments agricoles.

A l'aval de la mesure compensatoire, la différence de hauteur d'eau est de moins de 5 cm dans la majorité des secteurs inondés (zones grisées). Dans de rares zones, le scénario 2 occasionne des sur-hauteurs entre 5 et 10 cm. Très ponctuellement, les sur-hauteurs sont comprises entre 10 et 30 cm.

Les figures suivantes présentent les hauteurs maximales observées en Q30 à l'état projeté avec mesure compensatoire (à gauche) et dans le cadre du scénario 2 (à droite), au droit des deux zones où les différences de hauteur dépassent les 5 cm (secteur entouré en violet sur la figure précédente). Les différences de hauteur entre les deux états sont également présentées.

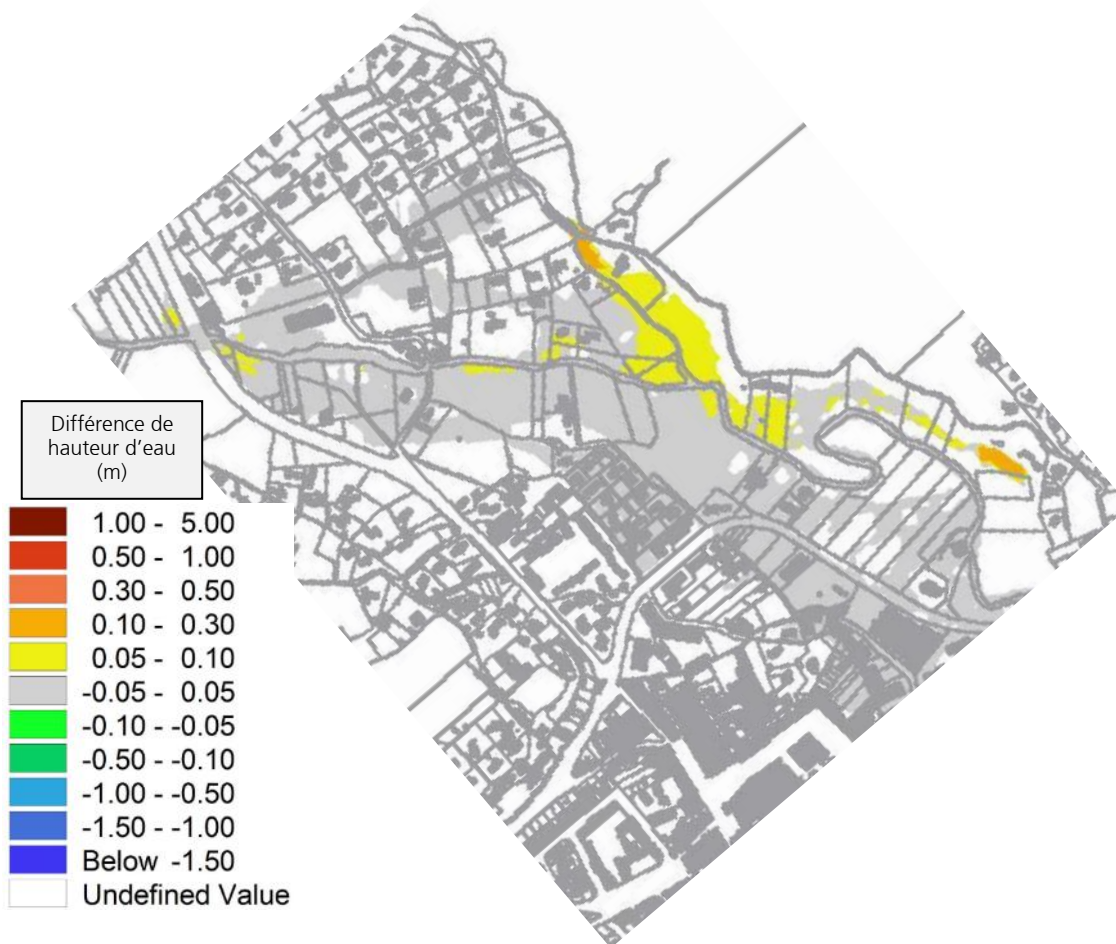
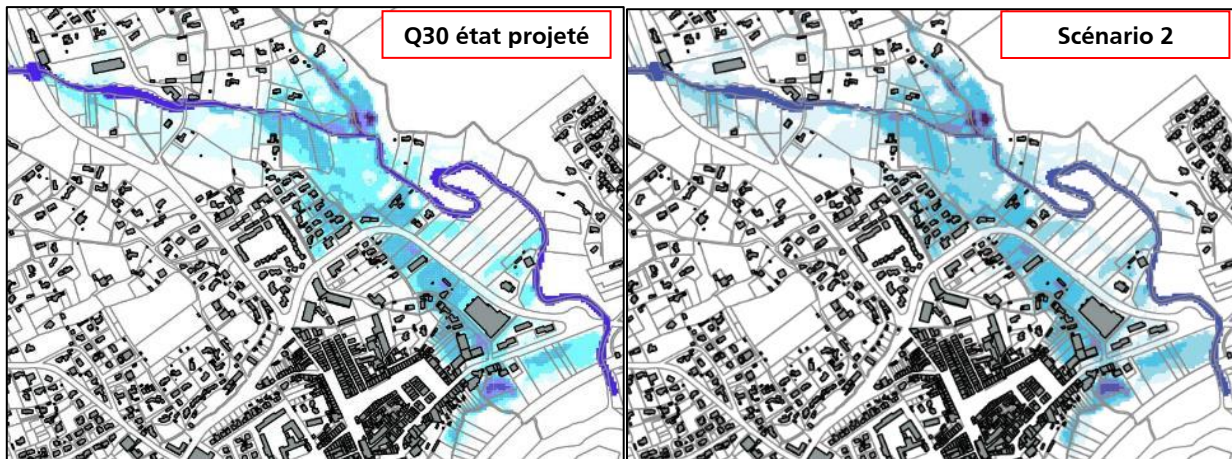


Figure 45 Comparaison des zones inondées à l'état projeté et dans le cadre du scénario 2, zone aval

Dans cette zone aval, aucun bâtiment supplémentaire n'est inondé en rive droite, l'emprise des écoulements reste quasiment identique et les différences de hauteur sont majoritairement inférieures à 5 cm. En rive gauche, la zone inondée est légèrement plus importante. Les sur-hauteurs supérieures à 10 cm n'atteignent pas de bâtiment. Cinq habitations privées connaissent des sur-hauteurs comprises entre 5 et 10 cm, tandis que trois habitations initialement en limite de zone inondée voient des hauteurs d'eau inférieures à 5 cm.

3.5.2.3 Scénario 3 : Saturation de la capacité de stockage

Ce scénario suppose que l'aménagement hydraulique n'est plus efficace en raison de la saturation de sa capacité de stockage sous l'effet d'un aléa significativement plus important que celui correspondant au niveau de protection (par exemple, l'aléa de référence du plan de prévention des risques naturels inondation).

Comme indiqué précédemment, les aménagements amont sont dimensionnés pour un niveau de protection Q30, cependant la mesure compensatoire est réalisée dans le but de modifier les écoulements de la Nartuby dès la crue décennale et assurer une neutralité sur l'aval jusqu'à la crue du PPRI (crue type 2010). Les figures suivantes présentent les hydrogrammes obtenus pour les crues type 2010 et pour la crue de temps de retour 1000 ans, à Trans-en-Provence et la Motte (respectivement en amont et aval de la mesure compensatoire).

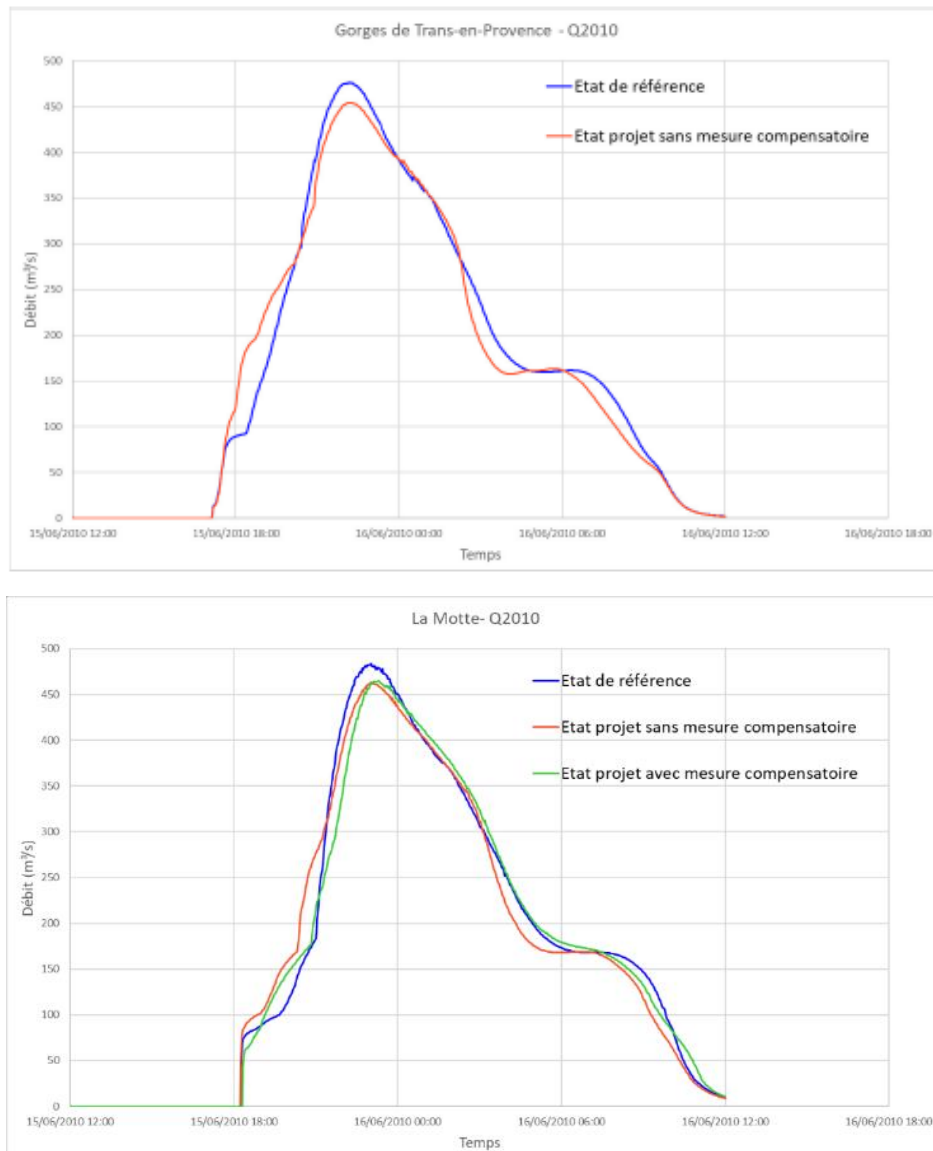


Figure 46 Hydrogrammes à Trans-en-Provence et la Motte, Q2010

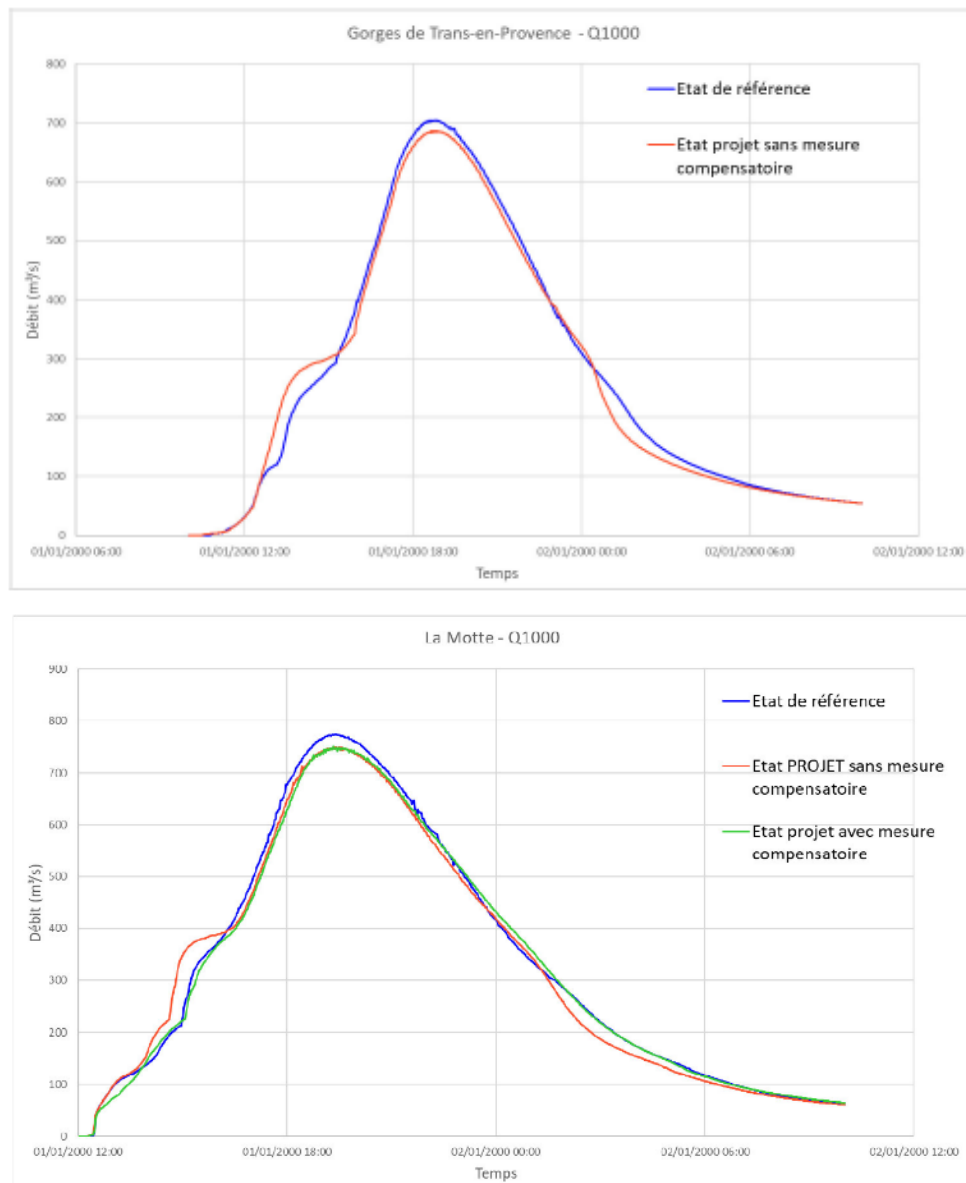


Figure 47 Hydrogrammes à Trans-en-Provence et la Motte, Q1000

Pour ces crues rares, on observe au niveau des gorges de Trans-en-Provence une modification du comportement des crues entre l'état actuel et l'état projeté. A l'état de référence, le débordement en lit majeur se fait aux alentours de 100 m³/s (palier observable sur les hydrogrammes), tandis qu'il apparaît pour un débit plus élevé à l'état projeté avec aménagements amont. Ceci induit une accélération de la montée de la crue, mais implique également qu'au moment du pic de crue, le lit majeur est moins rempli à l'état projeté, permettant de mieux laminier la pointe quand celle-ci arrive. Ainsi, les pointes à l'état projeté sont inférieures à l'état actuel.

Pour de telles crues, les tronçons déversants localisés à l'amont de la RD54 sont activés, on se trouve bien dans une situation de saturation de la capacité de stockage, pour laquelle l'ouvrage devient transparent (peu de laminage, le débit entrant est égal au débit sortant). Ceci combiné à l'abaissement de la pointe en amont décrit précédemment, on retrouve également en aval (La Motte) une pointe de crue plus faible et une montée légèrement retardée.

Pour ces crues rares au cours desquelles la capacité de stockage se sature, l'ouvrage de la mesure compensatoire n'a donc pas d'effet péjorant sur la dynamique des crues. Seule la zone localisée dans le remous de la retenue connaît logiquement des hauteurs d'eau supérieures par rapport à l'état actuel : un bâtiment qui est en limite d'inondation à l'état actuel devient inondé du fait de la présence de la mesure compensatoire, à l'extrémité nord de la retenue.

Les cartes de hauteurs et vitesses maximales en Q1000 sont présentées en Annexe C.

3.5.3 Evaluation des situations particulières pendant la réalisation des travaux

La période de réalisation des travaux constitue une période délicate pour l'ouvrage, puisque la survenue d'une crue en cours de réalisation des travaux pourrait menacer sa stabilité. En effet, la stabilité de la digue au déversement ne sera garantie qu'une fois que les protections prévues (enrochement, crête bétonnée) seront réalisées, il existe donc un risque de rupture en phase chantier, en cas de survenue d'une crue.

Les travaux devront donc être réalisés sur une durée la plus courte possible, en dehors des périodes durant lesquelles le risque de forte crue sur la Nartuby est le plus important. Les éléments d'hydrologie présentés précédemment montrent que la période la plus favorable semble s'étendre de février à mai.

La partie centrale des travaux, dans le lit mineur du cours d'eau, sera réalisé sur une période de juin à septembre.

Des crues pouvant cependant être observées à n'importe quel moment de l'année, différents éléments de phasage devraient être considérés pour limiter les risques :

- Réalisation de la mesure compensatoire avant les travaux amont ;
- Réalisation du corps de digue parallèle à la RD54 avant réalisation des épis, de sorte à ne pas commencer par les zones qui régulent l'écoulement / réalisation des travaux hydrauliques pendant la période où le risque de crues est le plus faible.

Au stade de l'avant-projet réalisé par Ingerop, la réalisation de la mesure compensatoire est prévue sur une durée de 7 mois, entre juin et décembre 2022, en complément de deux mois de travaux préparatoires, avant réalisation des travaux amont qui engendreraient une augmentation des débits aval. Les matériaux issus des excavations amont devant être en partie utilisés pour construire la mesure compensatoire, il est prévu de prélever des matériaux dans les zones en retrait ou les anses mortes, sans modification des débits le temps que la réalisation de la mesure compensatoire soit achevée.

Des contrôles seront effectués en cours et à l'issues de la construction de la MCH pour garantir sa bonne réalisation et sa tenue notamment pour la première mise en eau. Ces dispositions, décrites dans l'article 6.7 du cahier de consignes (annexe E), visent à contrôler le bon fonctionnement et comportement de l'ouvrage dans son ensemble, en particulier :

- Que l'ouvrage assure sa fonction de transit de manière optimale ;
- L'absence d'embâcles notoires dans le lit mineur du cours d'eau, et précisément au droit des épis amont et aval, ainsi qu'au niveau de l'ouvrage de franchissement de la route départementale ;
- Le bon fonctionnement de l'organe de sortie de la buse Sud déclenchée dès Q7 ;
- Le fonctionnement des débordements des épis amont et aval dès atteinte des cotes associées.

4 CARTOGRAPHIE

Les cartes seront fournies selon un format papier ainsi que selon un format électronique les rendant réutilisables par les autorités compétentes pour la mise en sécurité préventive des personnes. Le cas échéant, le format électronique des données d'entrée permettant l'élaboration des cartes est précisé par décision du ministre chargé de l'environnement.

4.1 CARTE ADMINISTRATIVE

Carte représentant :

1° Les limites administratives du territoire relevant de l'autorité visée au a du chapitre 1 ;

2° Les limites de la zone protégée qui est inscrite dans ce territoire.

4.1.1 Limites administratives

Le Syndicat Mixte de l'Argens fédère 8 intercommunalités représentant 74 communes (3 communautés d'agglomération et 5 communautés de communes) entièrement situées dans le département du Var :

- **La Communauté d'Agglomération Dracénoise** (pour les communes de : Ampus, Bargemon, Callas, Châteaudouble, Claviers, Draguignan, Figanières, Flayosc, La Motte, Le Muy, Les Arcs-sur-Argens, Lorgues, Montferrat, Saint-Antonin-du-Var, Salernes, Sillans-la-Cascade, Taradeau, Trans-en-Provence et Vidauban)
- **La Communauté d'Agglomération Var Estérel Méditerranée** (pour les communes de : Fréjus, Puget-sur-Argens et Roquebrune-sur-Argens)
- **La Communauté d'Agglomération de la Provence Verte** (pour les communes de : Cotignac, Entrecasteaux, Carcès, Châteauvert, Correns, Montfort-sur-Argens, Le Val, Ollières, Saint-Maximin-la-Sainte Baume, Bras, Brignoles, Camps-la-Source, La Celle, Tourves et Vins-sur-Caramy, Nans-les-Pins, Rougiers, Mazaugues, Forcalqueiret, Garéoult, La Roquebrussanne, Néoules, Rocbaron et Sainte-Anastasie-sur-Issole.
- **La Communauté de Communes Cœur du Var** (pour les communes de : Besse-sur-Issole, Flassans-sur-Issole, Cabasse, Le Thoronet, le Cannet des Maures, Le Luc-en-Provence, Gonfaron, les Mayons.
- **La Communauté de Communes du Golfe de Saint-Tropez** (pour la commune de : La Garde-Freinet)
- **La Communauté de Communes Provence Verdon** (pour les communes de : Barjols, Brue-Auriac, Fox-Amphoux, La Verdière, Pontevès, Saint-Martin de Palières, Seillons-Source-d'Argens, Tavernes, Varages).
- **La Communauté de Communes Lac et Gorges du Verdon** : Moissac-Bellevue, Régusse, Aups, Toutour, Villecroze.
- **La Communauté de Communes du Pays de Fayence** (pour les communes de Bagnols-en-Forêt, Fayence, Montauroux, Saint-Paul-en-Forêt, Seillans)

La figure suivante donne leur localisation.

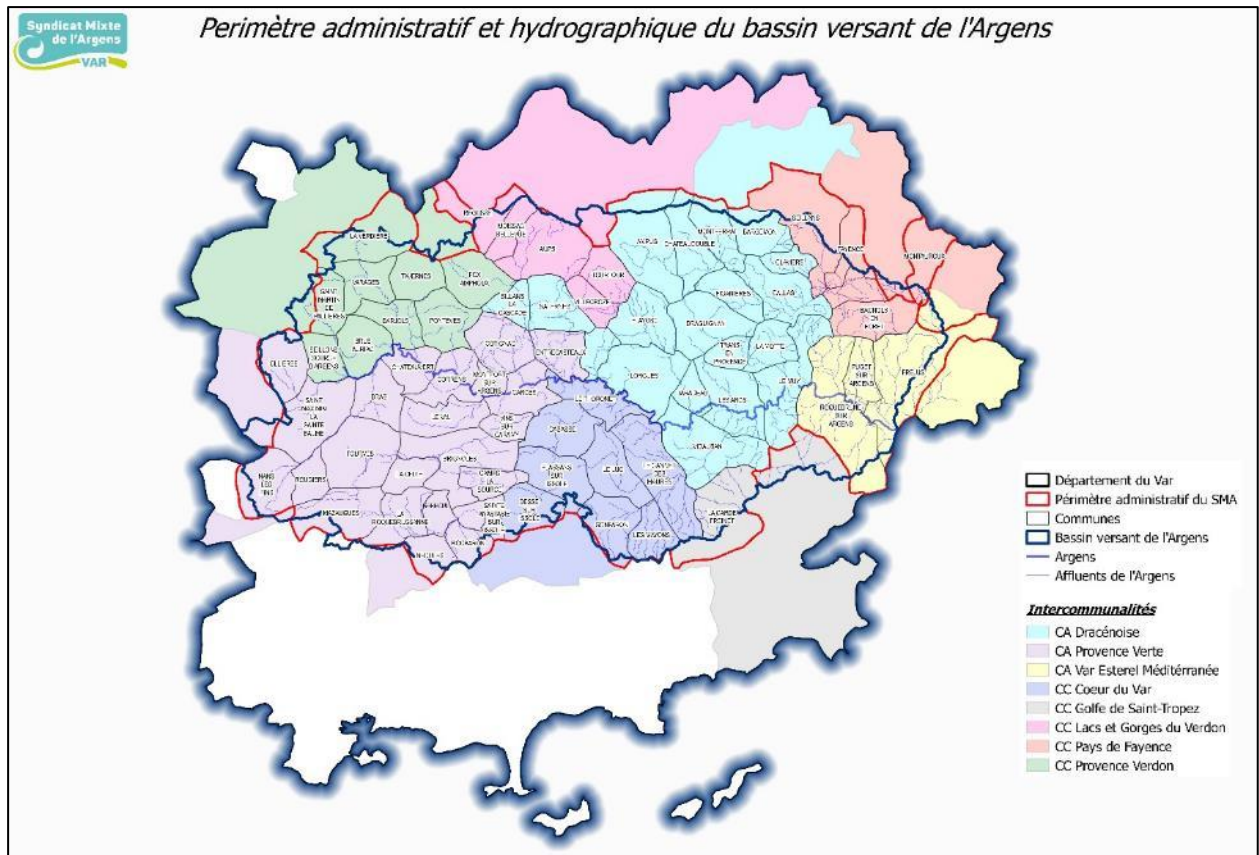


Figure 48 Limites administratives du territoire relevant du SMA

4.1.2 Zone protégée

Les limites de la zone protégée sont présentées sur la carte fournie en Annexe A.

4.2 CARTES DES VENUES D'EAU DANS LA ZONE PROTÉGÉE

Ces cartes ont le même fond de carte que celle prévue au 4.1 mais représentent en outre les venues d'eau dans la zone protégée qui sont étudiées au titre du 3.5. Il y a une carte par scénario étudié.

Elles représenteront, selon un code couleur approprié :

1° Les parties de territoires susceptibles d'être affectées par des venues d'eau non dangereuses ou peu dangereuses ;

2° Les parties de territoires susceptibles d'être affectées par des venues d'eau dangereuses. Sont réputées dangereuses les venues d'eau telles que la hauteur d'eau atteint au moins 1 mètre ou le courant au moins 0,5 mètre par seconde ;

3° Les parties de territoires où les venues d'eau peuvent être particulièrement dangereuses en raison de l'existence de points bas ou d'un effet cuvette ou de l'existence d'une zone de dissipation d'énergie importante.

Comme indiqué précédemment, le cas de la mesure compensatoire est particulier, puisque la zone considérée comme étant sa zone protégée est située bien en amont de son implantation. Dans ces conditions, les cartes fournies ici présentent les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement sur l'ensemble de la zone étudiée, intégrant également l'aval de la mesure compensatoire, qui peut être impacté en cas de limites de performance de l'aménagement.

Elles sont fournies en Annexe B, pour les crues Q7, Q10, Q30, Q50, Q100, Q2010 ainsi que pour le scénario 1 (planches extraites de l'étude présentant les résultats de la modélisation hydraulique réalisée par Ingérop en 2018).

Ces cartes sont fournies en Annexe C, pour les scénarios 2 et 3 décrits précédemment.

Une bibliographie est fournie en Annexe D.

ANNEXES

ANNEXE A

Zone protégée

ANNEXE B

Carte des venues d'eau dans la zone protégée pour les crues Q7 à Q2010 et scénario 1

ANNEXE C

Cartographie des scénarios 2 et 3

ANNEXE D

Bibliographie

ANNEXE E

Consignes écrites

..