



ACTION 34A DU PAPI COMPLET DE L'ARGENS
ET DES COTIERS DE L'ESTEREL :
AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DE LA
NARTUBY AMONT

COMMUNE DE CHATEAUDOUBLE (83)



DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES
ARTICLES L214-1 ET SUIVANTS DU CODE DE
L'ENVIRONNEMENT

*VOLET 1 : AUTORISATION LOI SUR L'EAU ET EVALUATION
ENVIRONNEMENTALE*

PIECE 6
ANNEXES DU VOLET 1

NOVEMBRE 2022





N° du Marché			
Indice	0	1	2
Rédigé par	<i>Prénom-Nom : Equipe projet</i> <i>Fonction : -</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 29/11/2022</i>		
Vérifié par	<i>Prénom-Nom : F.GAZELLE</i> <i>Fonction : Chef de projet</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 29/11/2022</i>		

CONTENU GENERAL DU DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Les différentes pièces du dossier d'autorisation environnementale, ainsi que les cartes ou documents qui le constituent, forment un ensemble indissociable.

La présente pièce correspond à la Pièce 6 du volet 1 du DAE : Annexes du volet 1.

Volet 1 : Autorisation loi sur l'eau et évaluation environnementale

Pièce 1 : Dossier administratif – Présentation du projet

Pièce 2 : Evaluation des incidences Natura 2000

Pièce 3 : Eléments graphiques, plans et cartes

Pièce 4 : Evaluation environnementale au Cas par Cas

Pièce 5 : Résumé non technique

Pièce 6 : Annexes du volet 1

1.6-1 Etude modélisation

1.6-2 Etude AMC

Volet 2 : Déclaration d'Intérêt Général

MAITRISE D'OEUVRE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DE LA NARTUBY AMONT

ACTION 34



DIAGNOSTIC ET SCENARIOS RAPPORT DEFINITIF

NOVEMBRE 2020

N° du Marché			
Indice	0	1	2
Rédigé par	<i>Prénom-Nom : équipe projet</i> <i>Fonction : -</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 25/09/2020</i>	<i>Prénom-Nom : équipe projet</i> <i>Fonction : -</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 13/11/2020</i>	<i>Prénom-Nom : équipe projet</i> <i>Fonction : -</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 30/11/2020</i>
Vérifié par	<i>Prénom-Nom : F.GAZELLE</i> <i>Fonction : Chef de projet</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 25/09/2020</i>	<i>Prénom-Nom : F.GAZELLE</i> <i>Fonction : Chef de projet</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 13/11/2020</i>	<i>Prénom-Nom : F.GAZELLE</i> <i>Fonction : Chef de projet</i> <i>Visa :</i> <i>Le : 30/11/2020</i>

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	5
1.1	CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE.....	5
1.2	PHASAGE DE LA MISSION.....	5
1.3	PARTIES PRENANTES DU PROJET	6
2	PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	7
2.1	LA NARTUBY ET SON BASSIN VERSANT	7
2.2	LA ZONE D'ETUDE.....	9
3	SITUATION ACTUELLE.....	11
3.1	DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL ET ENJEUX ASSOCIES	11
3.1.1	GENERALITES.....	11
3.1.2	ZONAGES REGLEMENTAIRES	12
3.1.3	HABITATS.....	15
3.1.4	FLORE.....	18
3.1.5	FAUNE.....	20
3.1.6	MILIEU AQUATIQUE.....	23
3.1.7	ANALYSE DE LA FONCTIONNALITE ECOLOGIQUE	31
3.1.8	PERSPECTIVES D'ACTION	35
3.2	DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE ET ENJEUX ASSOCIES	37
3.2.1	CRUES HISTORIQUES	37
3.2.2	HYDROLOGIE	37
3.2.3	CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE	40
3.2.4	RESULTATS DE SIMULATION EN ETAT INITIAL.....	45
3.2.5	COMPARAISON DES RESULTATS AVEC LE PPRI DE LA COMMUNE DE CHATEAUDOUBLE	46
3.2.6	SYNTHESE DES ENJEUX INONDABLES SUR LE SECTEUR D'ETUDE.....	49
3.3	DIAGNOSTIC HYDROMORPHOLOGIQUE	51
3.3.1	GENERALITES.....	51
3.3.2	LE BIVOSQUE.....	52
3.3.3	LA NARTUBY ENTRE LE BIVOSQUE ET LE LIEU-DIT « GOURDOULIE ».....	53
3.3.4	LA NARTUBY ENTRE LE LIEU-DIT « GOURDOULIE » ET LE PONT DE LA RD51.....	58
3.3.5	LA NARTUBY ENTRE LE PONT RD 51 ET LA STATION D'EPURATION.....	59
3.4	RESEAUX PRESENTS.....	63
3.4.1	ASSAINISSEMENT	65
3.4.2	EAU POTABLE.....	65
3.4.3	ELECTRICITE	65
3.4.4	TELECOMMUNICATIONS	67
4	PRINCIPES D'ACTION	69
5	SCENARIOS D'AMENAGEMENTS	70
5.1	DESCRIPTION DU SCENARIO 1	70

5.1.1	ADAPTATION GRILLE DALOT BIVOSQUE.....	76
5.1.2	RETRAIT MERLON RD + ADOUCISSEMENT BERGES + REVEGETALISATION (200 ML)	76
5.1.3	CREATION PROTECTION RD955 RG (50 ML).....	76
5.1.4	DEPLACEMENT RESEAUX AEP+EU+ORANGE ET PISTE ACCES HABITATION LA TUILIERE (600 ML)	77
5.1.5	CREATION RAMPE SEUIL RD955 BAUME GARNIER	77
5.1.6	DEPLACEMENT POTEAU BT ENEDIS LA TUILIERE	77
5.1.7	PROTECTION LOCALE LA TUILIERE (100 ML).....	78
5.1.8	REACTIVATION BRAS SECONDAIRE (110 ML)	78
5.1.9	PROTECTION MUR RD955 RG (30 ML)	78
5.1.10	RETRAIT MUR ET MERLON RD PRE NOUVEAU + ADOUCISSEMENT BERGES + REVEGETALISATION (230 ML)	78
5.1.11	REACTIVATION DEUX BRAS SECONDAIRES (140 ML)	79
5.1.12	PROTECTION MUR RD955 RG (40 ML)	79
5.1.13	PROTECTION LOCALE PRE NOUVEAU (220 ML).....	79
5.1.14	DEPLACEMENT RESEAUX AEP+EU+ORANGE ET PISTE ACCES HABITATION PRE NOUVEAU (COTE EST) (210 ML)	79
5.1.15	RACCORDEMENT RESEAU ORANGE VERS LA RD51 LE LONG DE LA PISTE EXISTANTE (220 ML)	80
5.1.16	RETRAIT MERLON RG + REVEGETALISATION (170 ML)	80
5.1.17	CREATION D'UNE PASSE A POISSON SOUS LE PONT DE LA RD51	80
5.1.18	CONFORTEMENT DE LA RAMPE AVAL DU PONT DE LA RD51 PAR LONGRINE + ENROCHEMENTS LIBRES.....	80
5.1.19	RETRAIT MERLON RD + ADOUCISSEMENT BERGES + REVEGETALISATION (290 ML)	81
5.1.20	DEPLACEMENT RESEAU ENEDIS HTA + BT	81
5.1.21	DEPLACEMENT RESEAUX EU+AEP (410 ML).....	82
5.1.22	PROTECTION LOCALE LE PLAN (160 ML).....	83
5.1.23	MESURES COMPENSATOIRES	83
5.2	DESCRIPTION DU SCENARIO 2.....	83
5.2.1	1004 - DEPLACEMENT RESEAUX AEP+EU+ORANGE ET PISTE ACCES HABITATION LA TUILIERE (560 ML) + PROTECTION BERGE (80 ML).....	85
5.2.2	1014 - TRACE ALTERNATIF DE RESEAU AU PRE NOUVEAU (310 ML).....	85
5.2.3	1015 - DEPLACEMENT RESEAUX AEP+EU+ORANGE ET PISTE ACCES HABITATION PRE NOUVEAU (COTE OUEST) (220 ML).....	86
5.2.4	1016 - AM16 + DECAISSEMENT 1M ZONE ENTRE LES RD (9 000 M ²).....	86
5.2.5	1018 - CONFORTEMENT DE LA RAMPE AVAL DU PONT DE LA RD51 PAR RAMPE EN ENROCHEMENTS LIAISONNES	87
5.3	ANALYSE REGLEMENTAIRE VIS-A-VIS DE LA CONSTITUTION D'UN SYSTEME D'ENDIGUEMENT.....	87
5.4	EVALUATION DES HAUTEURS DE MERLONS	89
5.4.1	SCENARIO 3 – RETRAIT DES MERLONS ET MURS EXISTANTS	89
5.4.2	HAUTEURS DE MERLON POUR DIFFERENTES CRUES	91
5.5	IMPACT HYDRAULIQUE DES SCENARIOS.....	92

5.5.1	IMPACT AU SEIN DE LA ZONE D'ETUDE	92
5.5.2	IMPACT A L'AVAL DE LA ZONE D'ETUDE	95
5.6	EVALUATION DES COUTS DE TRAVAUX DES DEUX SCENARIOS	95
6	MESURES DE GESTION	97
	ANNEXES.....	98
	ANNEXE 1 : ETUDE ENVIRONNEMENTALE BIOTOPE	98
	ANNEXE 2 : ETUDE MILIEUX AQUATIQUES MRE.....	99
	ANNEXE 3 : NOTE DE PROPOSITIONS HYDROLOGIE ET HYDRAULIQUE.....	100
	ANNEXE 4 : ETUDE HYDROLOGIQUE.....	101
	ANNEXE 5 : ETUDE HYDRAULIQUE	102
	ANNEXE 6 : DETAIL DES COUTS PAR AMENAGEMENT	103

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1	: Localisation des enjeux et des ouvrages transversaux sur le secteur 3 (Extrait atlas carto contrat de rivière 2)	30
Figure 2	: Hydrogrammes simulés aux exutoires des sous-bassins versants.....	40
Figure 3	: Profils en travers et ouvrages levés par GEOFIT en 2020	41
Figure 4	: Illustration du modèle 1D	42
Figure 5	: Maillage dans le modèle 2D.....	44
Figure 6	: Profil en long de la zone d'étude (source: Artélia 2015).....	51
Figure 7	: Grille en amont du cadre béton	53
Figure 8	: Grille responsable de la rétention de la charge de fond	53
Figure 9	: Merlons présents en rive droite de la Nartuby, à l'aval de la confluence du Bivosque	54
Figure 10	: Seuil de stabilisation du pont de la RD955 sur le vallon de la Baume Garnier	55
Figure 11	: Erosion en rive droite à l'aval de la confluence avec Baume Garnier	55
Figure 12	: Route d'accès à la Tuilière	55
Figure 13	: Localisation de l'ancien snack (source: géoportail)	56
Figure 14	: Vue sur la zone d'érosion de la zone de l'ancien snack	56
Figure 15	: Erosion de berge en rive droite en aval de la Tuilière.....	57
Figure 16	: Poteau électrique menacé par l'érosion	57
Figure 17	: Anciens réseaux mis à nu.....	57
Figure 18	: Mur de protection en rive droite sur le secteur de Pré Nouveau.....	58
Figure 19	: Erosion du pied du mur de protection de la RD 955	59
Figure 20	: Localisation du pont de la RD51	60
Figure 21	: Pont de la RD 51 sans l'ouvrage de seuil à sa base (source: Artelia 2017)	60
Figure 22	: Erosion progressive à l'aval du pont de la RD 51	61
Figure 23	: Zone aval du pont de la RD 51	62
Figure 24	: Réseau d'eau usée mis à nu	63
Figure 25	: Zone d'érosion en bordure de piste d'accès	63

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les maitres d'ouvrages et leurs attributions relatives au projet	6
Tableau 2 : Crues historiques de la Nartuby amont	37
Tableau 3 : Caractéristiques du modèle 1D	42
Tableau 4 : Nombre d'ouvrages modélisés dans le modèle 1D.....	43
Tableau 5 : Caractéristiques du maillage du modèle 2D.....	44
Tableau 6 : Cotes des digues en fonction de différents niveaux de protection : scénario 1	91
Tableau 7 : Impact des aménagements sur les premiers débordements.....	92
Tableau 8 : Impact des aménagements sur l'aval.....	95



1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Le bassin de l'Argens est particulièrement touché par le risque d'inondation. A la suite des crues violentes de 2010 et 2011, a été initié un PAPI d'intention, qui a donné naissance au PAPI complet en 2016. Celui-ci vise à instaurer la stratégie de gestion et d'aménagement pour la réduction des risques d'inondations sur le bassin versant de l'Argens et des côtiers de l'Esterel, porté par le Syndicat Mixte de l'Argens (SMA).

Il comporte quatre objectifs stratégiques qui se déclinent en sept axes. Au total, 63 actions sont programmées pour un budget prévisionnel de 96 millions d'euros.

La présente étude s'inscrit au sein de l'axe 6 (ralentissement des écoulements) et porte sur l'action 34.

Elle vise la réalisation d'aménagements hydrauliques sur la Nartuby sur la partie amont du bassin versant afin de restaurer l'espace de mobilité et les fonctionnalités de la Nartuby sur plusieurs sites présents sur la partie amont du bassin versant, et de protéger les enjeux contre les inondations.

1.2 PHASAGE DE LA MISSION

La mission confiée à la SCP comprend la maîtrise d'œuvre complète du projet de restauration de la Nartuby, depuis la conception jusqu'au suivi de la réalisation des ouvrages.

Le présent rapport concerne le rapport de diagnostic de la situation actuelle et de présentation des scénarios d'aménagements proposés.

Suite à ce rapport, il est prévu de procéder à une Analyse Multi-Critères (AMC) des scénarios afin que le comité de pilotage du projet puisse se prononcer sur les aménagements à retenir.

Une fois les aménagements retenus, la SCP procédera à leur étude à un niveau Avant-Projet (AVP).

1.3 PARTIES PRENANTES DU PROJET

Les parties prenantes du projet sont :

- les nombreux maitres d'ouvrages concernés par les aménagements (cf. liste ci-après),
- le département du Var (DDTM83), la Région (DREAL PACA) et l'Etat (Préfecture),
- l'Agence de l'Eau, l'Office Français de la Biodiversité, la Fédération de Pêche du Var,
- les prestataires du SMA (assistant foncier, topographe, BE géotechnique, CSPS...),
- les concessionnaires des réseaux (SAUR, Orange et Enedis, ces deux derniers étant également maitres d'ouvrage),
- et bien sûr tout particulièrement les riverains impactés par les inondations et ceux à qui appartiennent la Nartuby (du fait de son caractère non domanial).

Maitre d'ouvrage	Attributions relatives au projet
SMA	Aménagements en cours d'eau
Commune de Châteaudouble	Chemins communaux (desserte des riverains)
Conseil Départemental du Var	RD955 et RD51 (routes et ouvrages)
Dracénie Provence Verdon Agglomération (communauté d'agglomération)	Réseaux EU et AEP
Orange	Réseau de télécommunications
Enedis	Réseau électrique

Tableau 1 : Les maitres d'ouvrages et leurs attributions relatives au projet

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 LA NARTUBY ET SON BASSIN VERSANT

La Nartuby est un affluent de l'Argens, fleuve côtier méditerranéen s'écoulant dans le département du Var (83).

Long de 33 km, ce cours d'eau prend sa source sur les contreforts du plateau de Canjuers et draine un bassin versant de 233 km².

Deux affluents majeurs compose la Nartuby en tête de bassin versant : la Nartuby d'Ampus à l'Ouest et de la Nartuby de Châteaudouble à l'Est, dont les deux sous-bassins-versants respectifs recouvrent 50 et 60 Km². La confluence de ces deux Nartuby se fait en amont du hameau de Rebouillon.

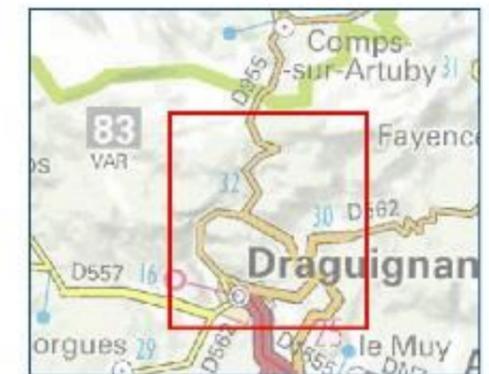
Après un secteur de gorges, la pente de la Nartuby s'abaisse au cours de la traversée de Draguignan et de Trans-en-Provence. Les 10 derniers kilomètres de son parcours sont marqués par quelques sauts, avant la confluence avec l'Argens au Muy.

Maitrise d'oeuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont

Carte 1 : Bassin versant de la Nartuby

Légende

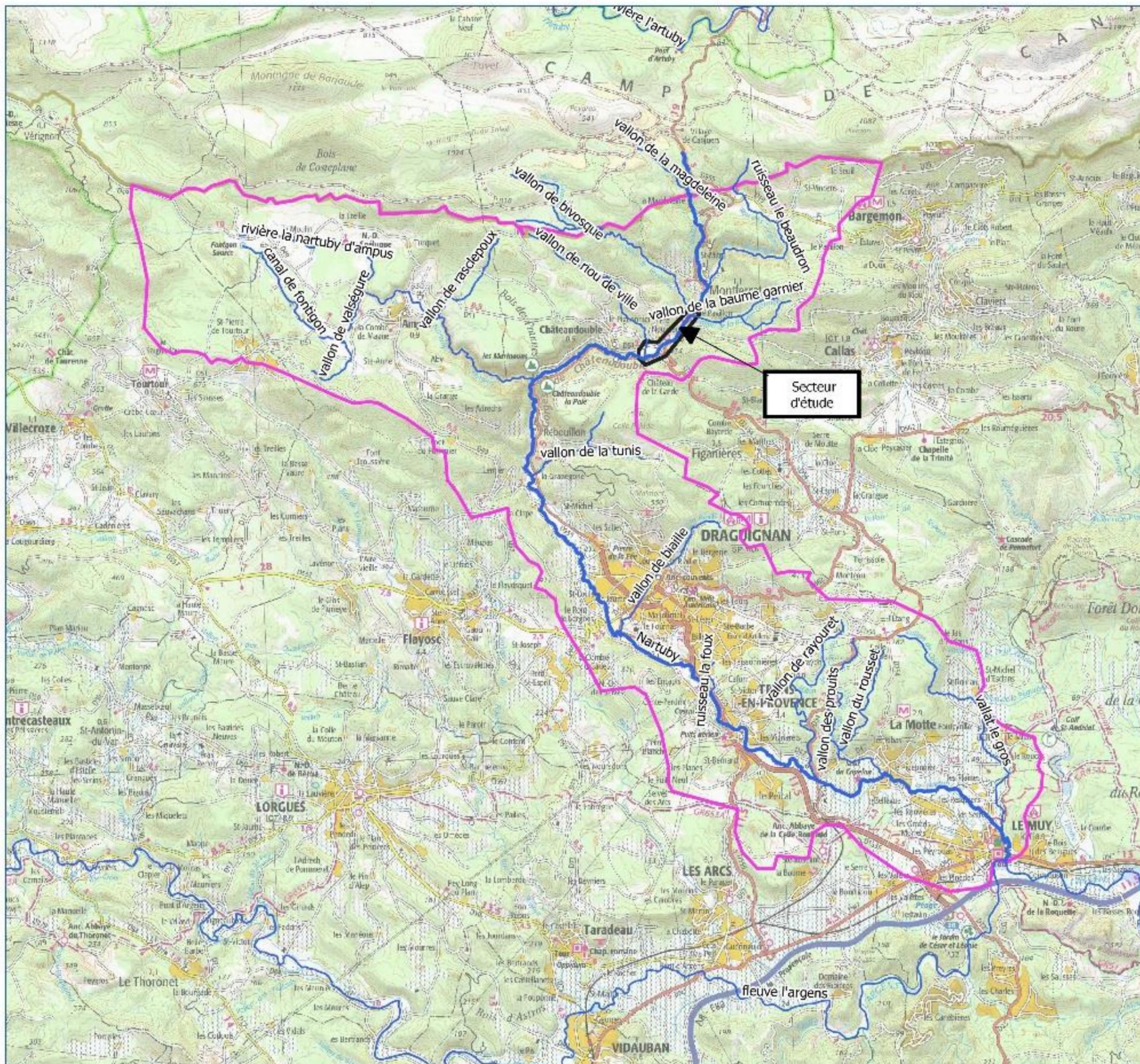
- Réseau hydrographique
- ▭ Secteur d'étude
- ▭ Bassin versant Nartuby



N° : 2020_01_15-83 001

Coca Affaire Numéro 1400

Date : 21/09/2020
Dessiné par : M. BOUTERIN - Vérifié par : F.GAZELLE
Référence fichier : 2020_01_15_83-003-MOE SMA NARTUBY
AMONT-Enjeux_enviro.qg7
Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25 - Bo
Carthage



2.2 LA ZONE D'ETUDE

La commune de Châteaudouble se situe au pied des contreforts du massif des Alpes du sud, dans la vallée de la Nartuby et sur le versant sud du Plateau de Canjuers.

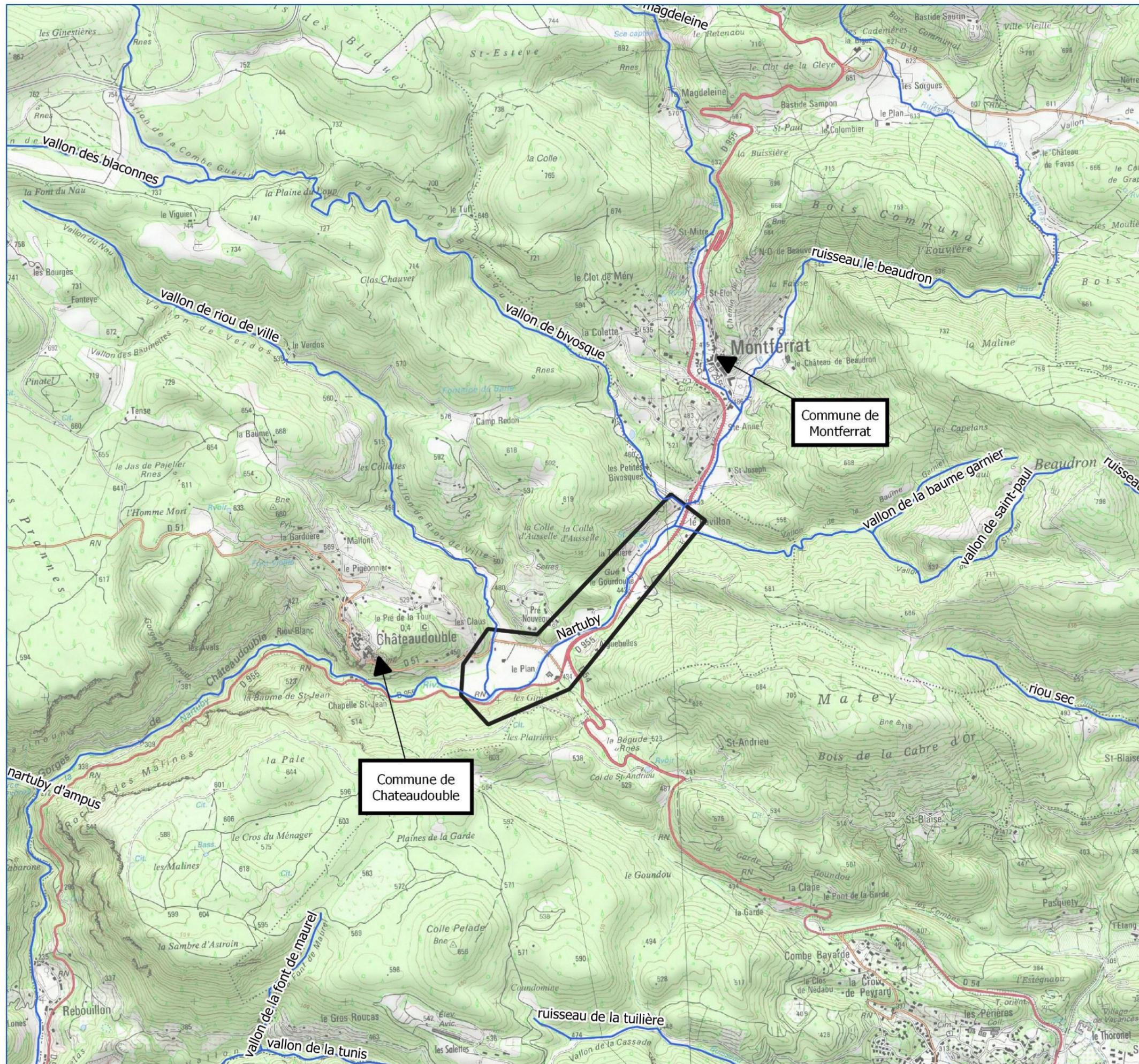
Ce secteur est marqué par la vigueur du relief, formé de collines séparées par de profondes vallées. Le territoire est peu aménagé et comporte de vastes étendues de milieux naturels, colonisées majoritairement par la forêt.

La zone d'étude concerne la Nartuby en amont de la confluence avec la Nartuby d'Ampus, son principal affluent.

Il s'agit plus particulièrement du tronçon de cours d'eau compris entre le Bivosque, affluent en rive droite de la Nartuby en sortie de Montferrat, et l'aval de la Station d'épuration (STEP) de Montferrat-Châteaudouble (incluant le Riou de la Ville), soit un linéaire de 2 km. Le bassin versant associé représente environ le quart du bassin versant de la Nartuby, soit de l'ordre de 55 km².

Maitrise d'oeuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont

Carte 2 : Secteur d'étude



Légende

- Réseau hydrographique
- ▭ Secteur d'études



N° : 2020_01_15-83 002 -
Code Affaire Numéro Indice

Date : 21-09-2020
Dessiné par : M. BOUTERIN - Vérifié par : F.GAZELLE
Référence fichier - 2020_01_15-83-003-MOE-SMA NARTUBY
AMONT-Enjeux_enviro.gqz
Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25 ® - Bd Carthage



3 SITUATION ACTUELLE

3.1 DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL ET ENJEUX ASSOCIES

Les annexes n°1 et 2 exposent en détail le diagnostic environnemental. Le présent paragraphe synthétise ces études et en présente les principales conclusions.

3.1.1 GENERALITES

L'analyse est basée sur 2 échelles d'aires d'étude :

- **Aire d'étude rapprochée :**
Cette aire d'étude englobe l'emprise des aménagements ainsi que les espaces connexes et l'aval des affluents de la Nartuby à savoir le Riou de Ville, le Bivosque et la Baume Garnier.
Elle a pour objectif d'identifier les enjeux écologiques et les fonctionnalités à l'échelle locale des travaux envisagés.
L'aire d'étude rapprochée se situe à l'est du territoire communal de Châteaudouble, le long des routes départementales D51 et D955. Elle longe la Nartuby et trois de ses affluents depuis les lieux-dits « Le Pavillon » et « Les Petits Bivosques » en amont jusqu'à « Le Plan » en aval.
- **Aire d'étude éloignée :**
Cette aire d'étude correspond à la partie amont du bassin versant de la Nartuby, de sa source et celles de ses affluents à sa confluence avec le Vallon de la Tunis. Elle inclut l'aire d'étude rapprochée.
Elle a pour objectif de rassembler les données écologiques à une échelle globale, sur des milieux similaires et reliés par les milieux aquatiques, à l'aire d'étude rapprochée. Elle permet d'avoir connaissance de l'étendue des espèces et des milieux présents sur l'aire d'étude rapprochée à l'échelle du bassin versant. Ceci permet de déterminer leur singularité et leur connectivité.

Le paragraphe 3.1 traite plus spécifiquement de l'aire d'étude rapprochée.

En compléments de reconnaissances de terrain effectuées par l'équipe de projet, plusieurs sources de données ont été utilisées :

- des diagnostics écologiques (notamment *Symbiodiv*, 2019) et le programme d'entretien des berges de la Nartuby ;
- des zonages écologiques réglementaires (sites Natura 2000, APPB, arrêtés préfectoraux, ...) et d'inventaires (ZNIEFF, sites en gestion du CEN, ...) mis à disposition par la DREAL PACA sur le portail GeoIDE-carto en 2020 ;
- Des bases de données écologiques disponibles.

D'après ces documents, une synthèse des connaissances des habitats, de la faune et de la flore à une échelle globale et locale a pu être effectuée. Ceci permet d'identifier les enjeux écologiques connus et potentiels sur l'aire d'étude rapprochée, et, la fonctionnalité écologique en place sur le secteur.

3.1.2 ZONAGES REGLEMENTAIRES

L'aire d'étude éloignée comprend plusieurs zonages qui témoignent de l'intérêt écologique du bassin versant par la présence d'espèces et d'habitats remarquables. Leur proximité et le réseau hydrographique important du secteur (cours d'eau principal, affluents, zones humides) suggèrent des possibilités d'interactions avec l'aire d'étude rapprochée.

Par conséquent, les espèces recensées dans le périmètre de ces zonages et leurs déplacements doivent être pris en compte dans le projet d'aménagement hydraulique de la Nartuby. Ceci, afin d'éviter une rupture de continuité écologique, un dérangement ou une destruction d'espèces protégées ou patrimoniales.

Par ailleurs, une étude d'évaluation des incidences du projet sur le site Natura 2000 FR9301620 « Plaine de Vergelin – Fontignon – Gorges de Châteaudouble – Bois des Clappes » devra être réalisée pour s'assurer de la prise en compte des espèces ayant justifiée l'intérêt de ce site (poissons et Chiroptères notamment).

Enfin, le site des Gorges de Châteaudouble est classé depuis avril 1925 (code 93C83006). Le site n'inclut pas le fond de vallée mais borde la Nartuby sur la rive gauche à hauteur du village de Châteaudouble.

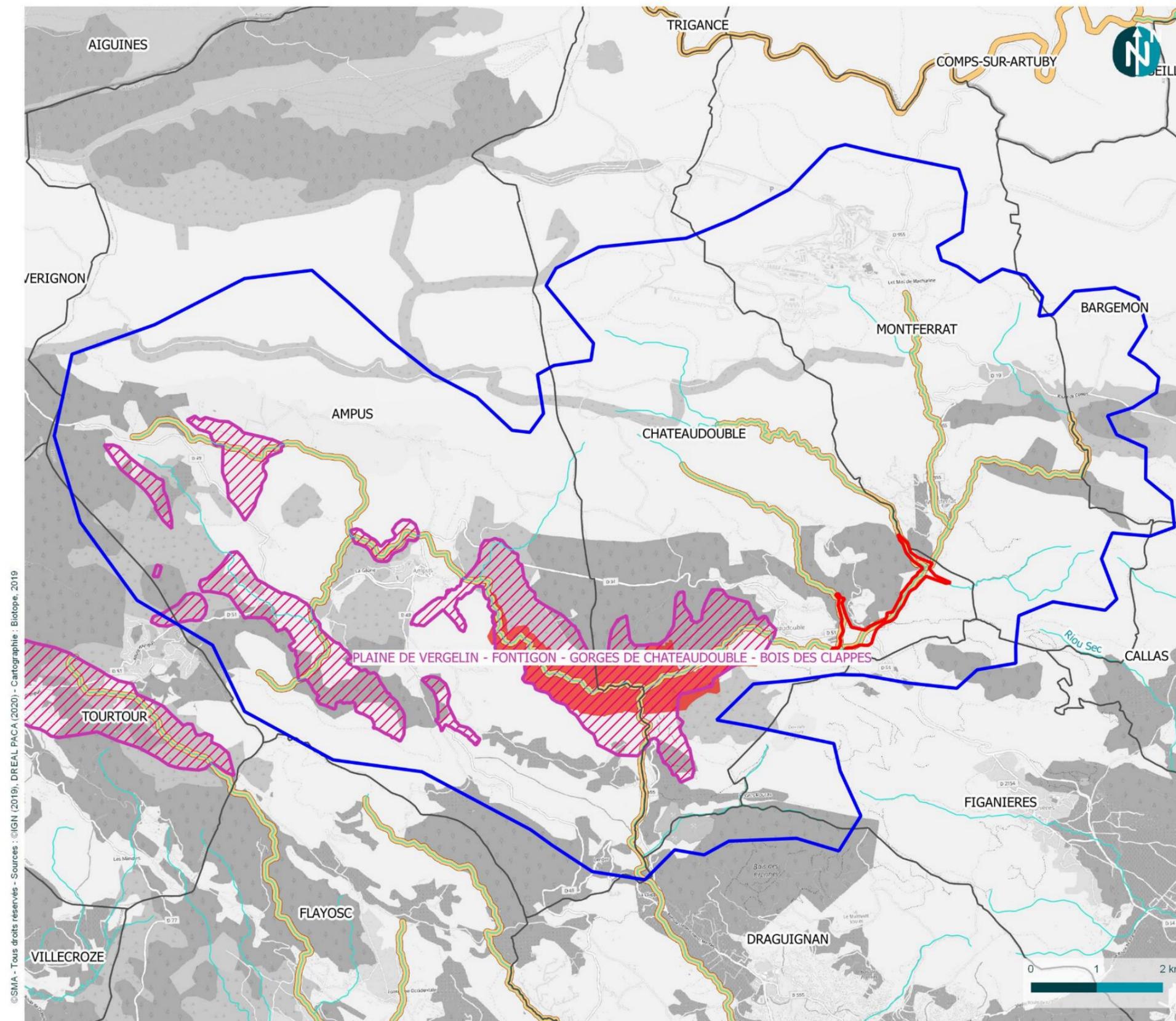
Le village de Châteaudouble et ses abords est aux sites inscrits depuis 1969 et couvre une surface de 73 ha. Sa limite borde la rive droite de la Nartuby face au village et le site succède vers l'aval à la zone d'étude.

La zone d'étude n'est pas inscrite dans ces deux sites.



Zonages réglementaires sur l'aire d'étude éloignée

Aménagements hydrauliques sur la Naturby, communes de Chateaudouble et Montferrat (83)



Légende

- Arrête Prefectoral de Protection de Biotope
- Site Natura 2000 (ZSC)
- Zone de frayère, de croissance ou d'alimentation pour l'ichtyofaune (AP 2012)
- Cours d'eau
- Aire d'étude éloignée
- Aire d'étude rapprochée

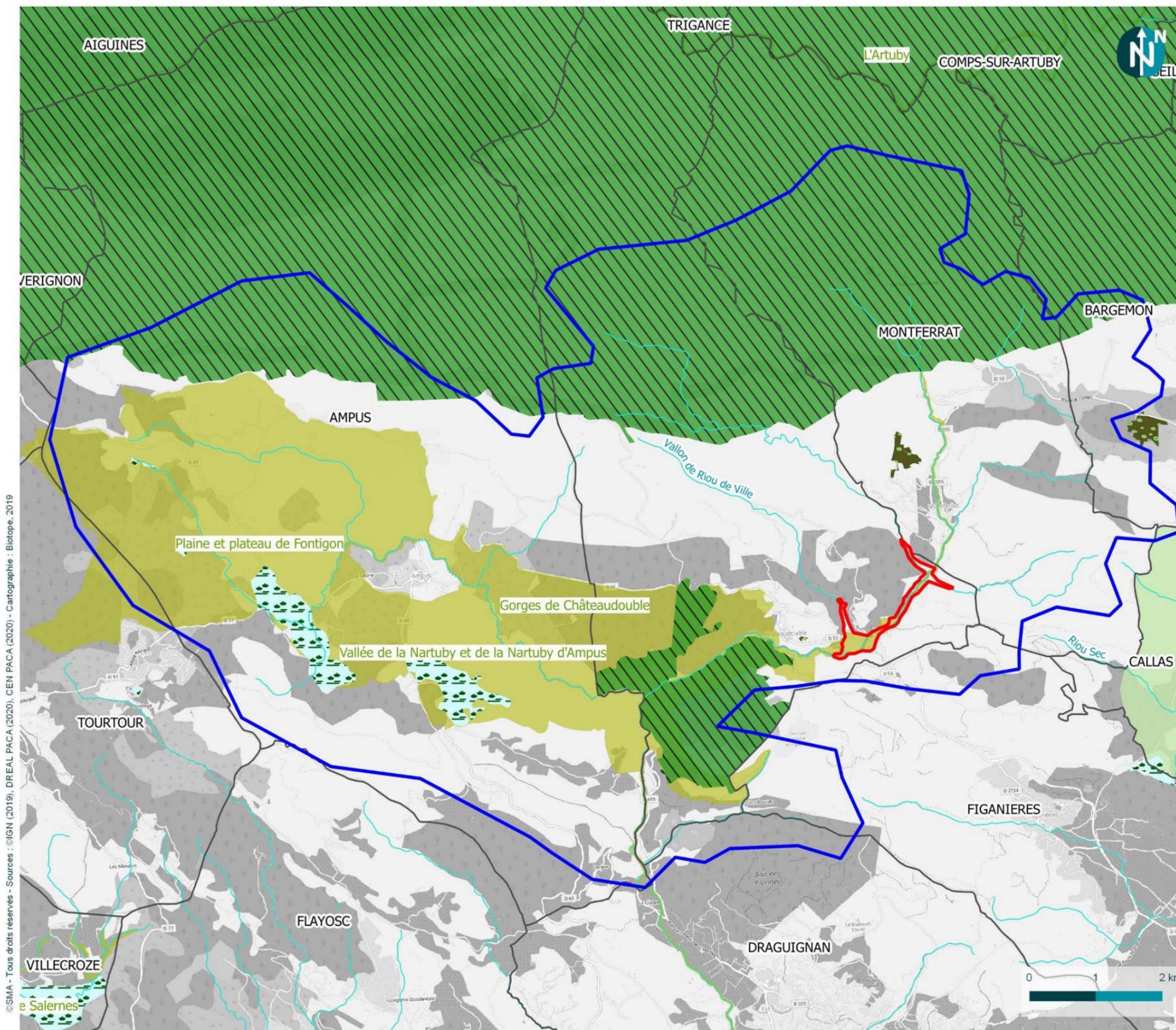


©SMA - Tous droits réservés - Sources : ©IGN (2019), DREAL PACA (2020) - Cartographie : Biotope, 2019



Autres zonages sur l'aire d'étude éloignée

Aménagements hydrauliques sur la Nartuby, communes de Chateaudouble et Montferrat (83)



Légende :

- Cours d'eau
- Aire d'étude éloignée
- Aire d'étude rapprochée

Plan national d'action pour la Tortue d'Hermann:

- Sensibilité moyenne à faible

Zonages d'inventaire :

- ZNIEFF Terrestre de type II
- Inventaire régional des zones humides

Zonages de gestion concertée:

- Site géré par le Conservatoire des Espaces Naturels
- Espace Naturel Sensible



3.1.3 HABITATS

Selon GERECO (2018), le tronçon présente des secteurs agricoles et naturels avec un bon état hydromorphologique. La ripisylve présente un état moyen à bon et reste continue sur la globalité du linéaire. Elle est parfois clairsemée ou composée de sujets jeunes.

Selon l'état initial réalisé par SYMBIODIV (2019), 4 grands types de milieux sont décrits dans l'aire d'étude rapprochée : les milieux forestiers, les milieux semi-ouverts et ouverts, les milieux aquatiques et rivulaires et les milieux anthropiques. Les enjeux écologiques concernant les habitats naturels sur l'aire d'étude rapprochée se concentrent sur les milieux rivulaires de la Nartuby et sur les pelouses xérophiles du lit majeur. Un habitat retrouvé dans l'aire d'étude éloignée est également retrouvé dans l'aire d'étude rapprochée. Il s'agit des forêts riveraines de cours d'eau, d'intérêt communautaire. Le tableau suivant décrit les différents habitats ayant un enjeu écologique de fort à faible par classe de milieu.

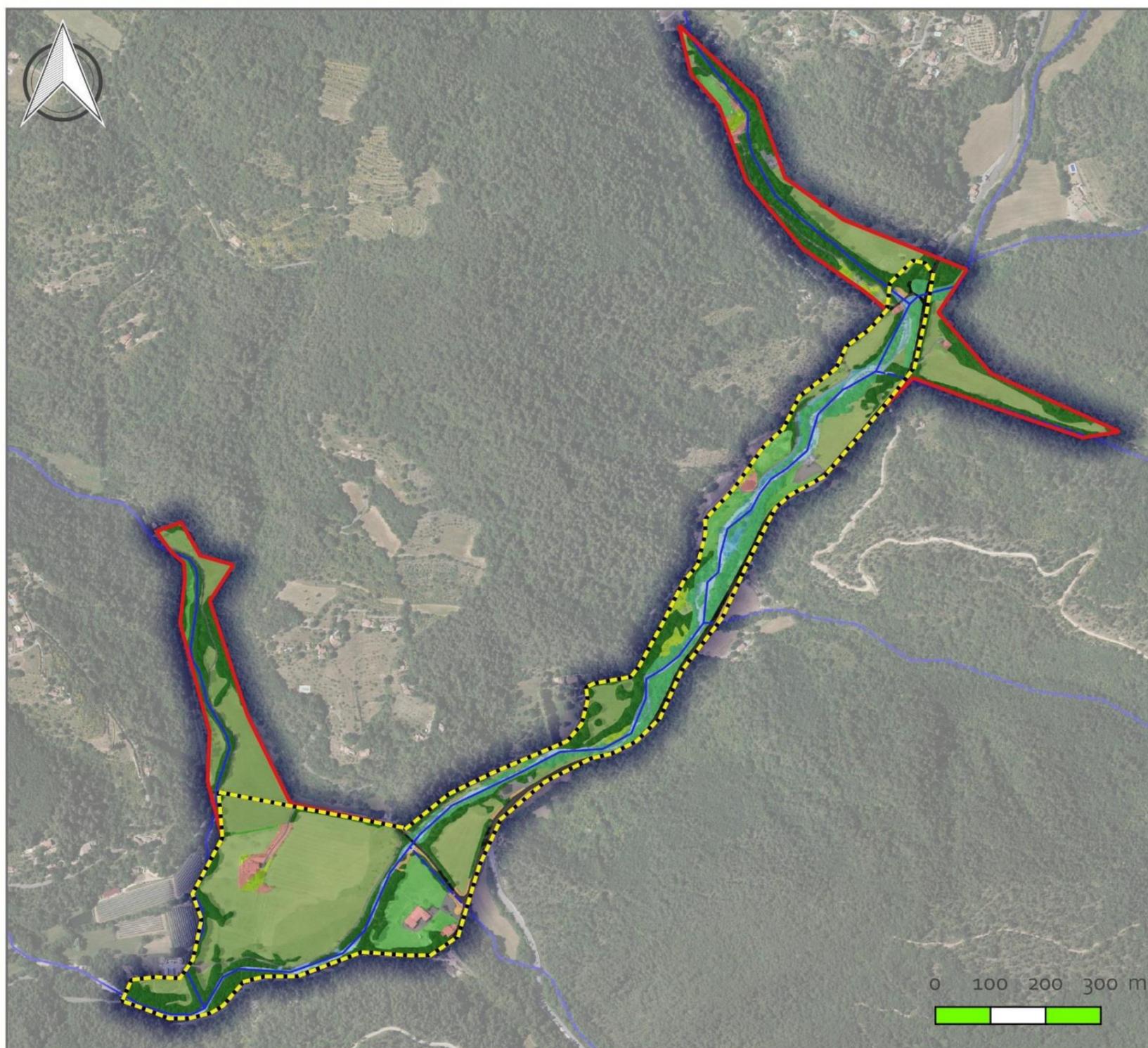
Intitulé	Zone Humide	Code N2000	Superficie (ha)	Enjeu	Description
Milieux forestiers					
Boisement à Chêne pubescent et Buis	-	9340	10,44	Faible	Habitat présent sur les versants de la colline et le long des affluents de la Nartuby. Il abrite des arbres âgés et un cortège floristique caractéristique. L'état de conservation de l'habitat est satisfaisant.
Milieux ouverts et semi-ouverts					
Prairie pâturée à Brome érigé subméditerranéenne plus ou moins rudérales et nitrophile	(ZH)	6210	14,98	Modéré	Habitat recensé sur les terrains plats au substrat alluvionnaire surplombant la rivière. Il est caractéristique des parcelles utilisées pour le pâturage. Le cortège floristique est caractéristique mais la faible présence d'orchidées ne permet pas son élévation au rang d'habitat prioritaire. D'autre part, en fonction de la pression de pâturage, une végétation nitrophile et rudérale peut être présente amenuisant l'état de conservation de ces pelouses. L'habitat est présent le long de la Nartuby mais surtout au lieu-dit « le Plan », en aval de l'aire d'étude rapprochée. L'état de conservation de l'habitat est satisfaisant à moyen

Intitulé	Zone Humide	Code N2000	Superficie (ha)	Enjeu	Description
Mosaïque de pelouse xérique méditerranéenne et de pelouse à Brachypode de Phénicie	- x p	6220*	0,49	Modéré	Habitat recensé sur les terrains plats au substrat alluvionnaire surplombant la rivière. Il concerne les parcelles anciennement cultivées ou perturbées présentant des espèces caractéristiques de pelouses méditerranéennes comme le Thym vulgaire ou la Sarriette. L'habitat est présent ponctuellement dans l'aire d'étude, notamment au nord de l'aire d'étude rapprochée mais aussi au sein du lit majeur. L'état de conservation de l'habitat est satisfaisant à moyen.
Prairie nitrophile et rudérales à Brachypode de Phénicie	p	-	2,48	Faible	Habitats présents sur les terrains plats au substrat alluvionnaire surplombant la rivière. Il est caractéristique des parcelles anciennement cultivées ou ayant subi des perturbations.
Végétation herbacée anthropique	-	-	0,34	Faible	-
Milieux aquatiques et rivulaires					
Forêt riveraine méditerranéenne à Frêne à feuilles étroites	ZH	92A0	3,19	Modéré	Peuplement forestier dominé par le Frêne à feuilles étroites et le Peuplier noir. L'habitat est bien représenté sur la majorité du linéaire notamment en rive gauche, sur les zones soumises aux crues de façon ponctuelle. La densité et la maturité de ces peuplements est très variable et ils disparaissent dans la partie aval. Ils sont également ponctués par de nombreuses espèces exotiques envahissantes : Robinier, Ailante,... L'état de conservation de l'habitat est satisfaisant à médiocre.
Lit mineur comprenant des fourrés à Saule pourpre, des bancs de galets à Pavot cornu et végétation rivulaire à hautes herbes	ZH pp.	3280 x 3250 x 6430	1,85	Modéré	Mosaïques de différents habitats : Peuplement à glaucière jaune (faible recouvrement au sein des bancs de galet et souvent rajeunis par les crues, présents surtout en amont de l'aire d'étude, là où le lit mineur est le plus large), peuplement herbacée nitrophile (constitué d'espèces annuelles et rudérales dans les poches limoneuses entre les galets) et saulaie à Saule pourpre et Saponaire officinale peu mature (situés dans le cours d'eau et régulièrement rajeunis par les crues, réparti de façon ponctuelle tout le long du cours d'eau). L'état de conservation de ces habitats est satisfaisant
Végétation rivulaire à grandes herbacées vivaces	-	6430	0,38	Modéré	Habitat hygrophile, dominé par l'Epilobe hirsute ou la Salicaire. Il apparaît sous de petite surface linéaire le long de la Nartuby.



Projet d'aménagement hydraulique de la Nartuby amont à Châteaudouble (83)

ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL



LEGENDE

- Aire d'étude immédiate (AEi)
- Aire d'étude rapprochée (AEr)

Hydrographie

- Permanent
- Intermittent

Habitats naturels

- Boisement à Chêne pubescent et Buis
- Forêt riveraine méditerranéenne à Frêne à feuilles étroites
- Alignement d'arbres
- Prairie pâturée à Brome érigé subméditerranéenne plus ou moins rudéralisé et nitrophile
- Prairie nitrophile et rudéralisé à Brachypode de Phénicie
- Mosaïque de pelouse xérique méditerranéenne et de pelouse à Brachypode de Phénicie
- Lit mineur comprenant des fourrés à Saule pourpre, des bancs de galets à Pavot cornu et végétation rivulaire à hautes herbes
- Végétation rivulaire à grandes herbacées vivaces
- Végétation herbacée anthropique
- Jardin
- Habitat résidentiel
- Construction abandonnée
- Piste et zone piétinée
- Route

Sources: BDOrtho, IGN, 2017 - Cartographie: SYMBIODIV, 2019

3.1.4 FLORE

D'après le bureau d'étude SYMBIODIV (2019), l'aire d'étude accueille 4 espèces végétales protégées, une à l'échelle nationale et 3 à l'échelle régionale et 2 autres espèces patrimoniales non protégées :

- Espèces protégées :
 - Géranium laineux (*Geranium lanuginosum*), à l'échelle régionale, à enjeu local fort
 - Violette de Jordan (*Viola jordanii*), à l'échelle régionale, à enjeu local modéré
 - Molinie tardive (*Kengia serotina*), à l'échelle régionale, à enjeu local modéré
 - Gagée des champs (*Gagea villosa*), à l'échelle nationale, à enjeu local faible
- Espèces patrimoniales :
 - Dauphinelle Consoude (*Delphinium consolida* L., 1753), à enjeu local faible
 - Fritillaire à involucre (*Fritillaria involucrata* All., 1789), à enjeu local faible

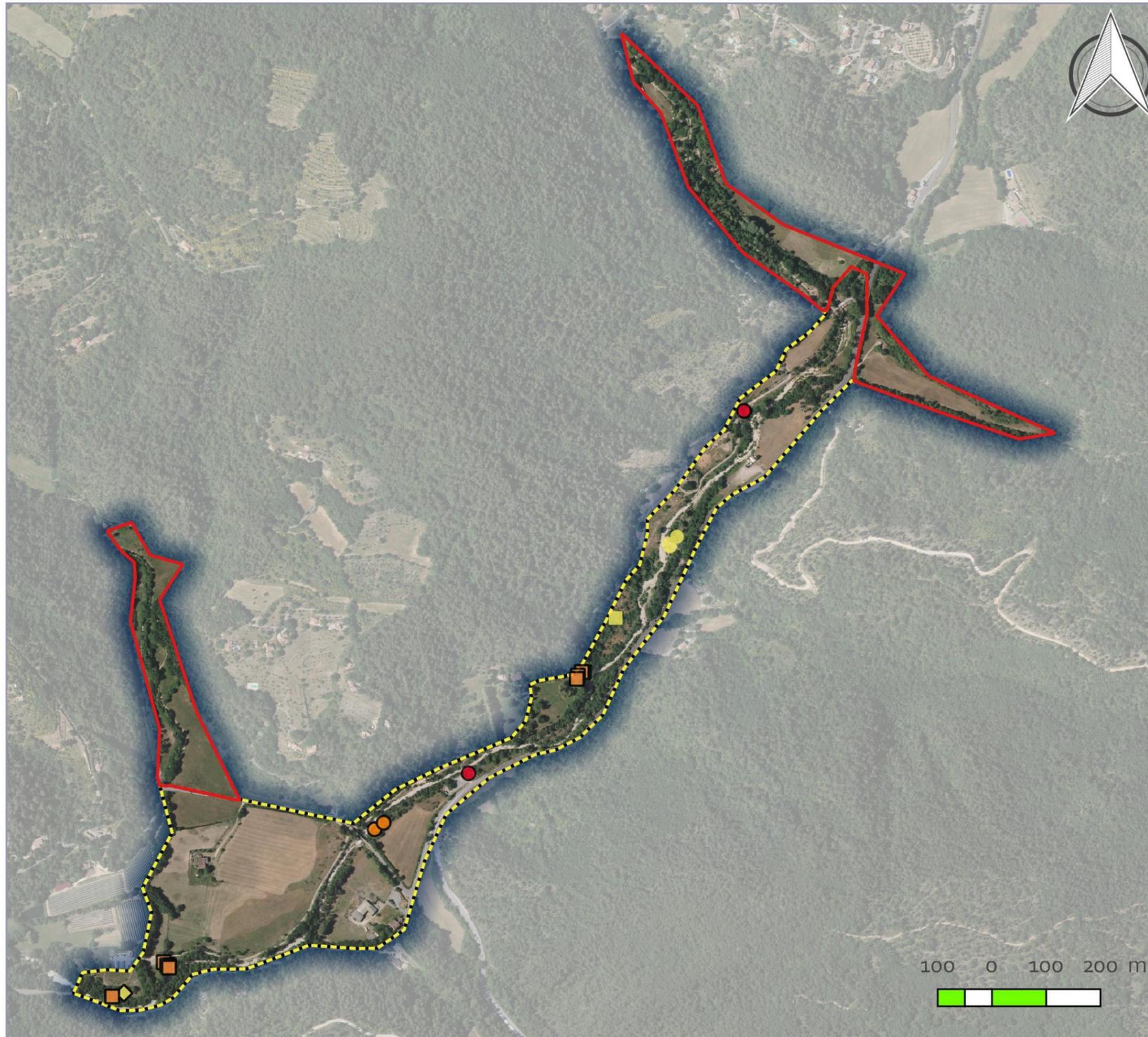
Par ailleurs, selon SYMBIODIV (2019) et GEREKO (2018), plusieurs foyers d'espèces exotiques et envahissantes ont été recensés sur l'aire d'étude rapprochée :

- Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*)
- Robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*)
- Buddleia de David (*Buddleja Davidii*)

Le SMA a mis en œuvre des plans pluriannuels de restauration et d'entretien de la ripisylve (PPRE, action 46 du PAPI), qui se traduisent notamment par la présence de 3 agents sur le terrain qui effectuent un entretien régulier sur la Nartuby selon un programme élaboré avec GEREKO. En particulier sur le secteur d'étude, le SMA indique que le projet d'aménagement des berges étant envisagé depuis quelques années, il a été décidé de peu intervenir sur le secteur afin de ne pas interférer avec les travaux à venir (objet de la présente affaire).

Projet d'aménagement hydraulique de la Nartuby amont à Châteaudouble (83)

ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL



Sources: BDOrtho, IGN, 2017 - Cartographie: SYMBIODIV, 2019



LEGENDE

Aires d'étude

Aire d'étude immédiate (AEi)

Aire d'étude rapprochée (AER)

Espèces végétales protégées

Géranium laineux
LC / NT / ZNIEFF / - - Enjeu Fort

Cleistogène tardif
LC / LC / - / - - Enjeu Modéré

Violette de Jordan
LC / LC / ZNIEFF / - - Enjeu Modéré

Gagée des champs
LC / LC / ZNIEFF / Messicoles - Enjeu Faible

Espèces végétales patrimoniales

Dauphinelle Consoude
LC / LC / - / Messicoles - Enjeu Faible

Fritillaire à involucre
LC / LC / - / - - Enjeu Faible

3.1.5 FAUNE

Des diagnostics ont été menés par BIOTOPE (2013 et 2014) et SYMBIODIV (2019) et ont permis d'évaluer l'ensemble des enjeux écologiques sur l'aire d'étude rapprochée. Ils sont présentés par groupe faunistiques dans le tableau suivant.

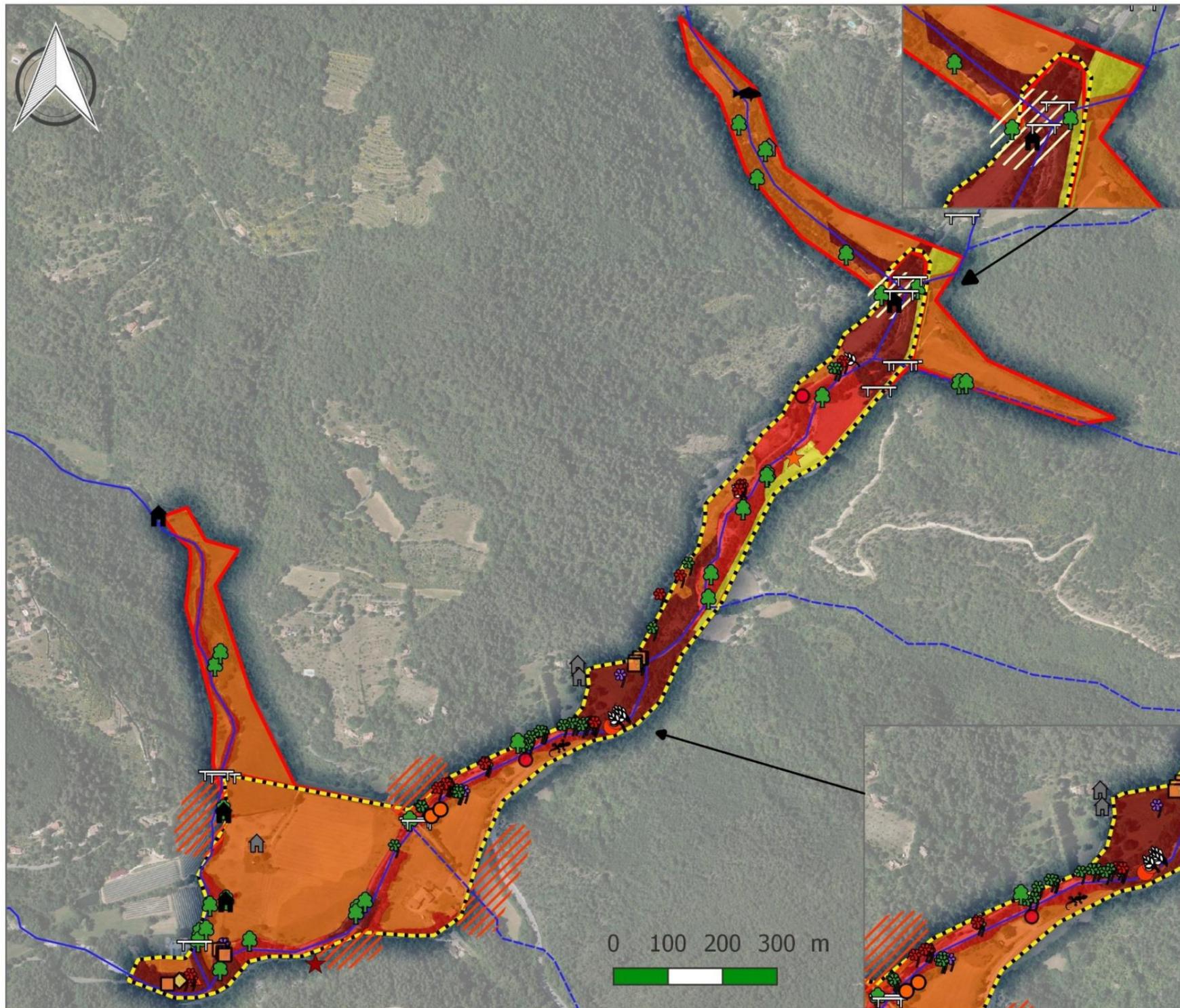
Groupe concerné	Description	Enjeu écologique associé au groupe
Chiroptères	<p>19 espèces sont protégées nationalement dont 10 sont inscrites à l'annexe 4 de la Directive Habitat et 9 sont inscrites à l'annexe II et IV de la directive Habitat. Le Minioptère de Schreiber et la Barbastelle d'Europe sont à enjeux très fort. Le Murin de Bechstein, de Capaccini, le Rhinolophe euryale, le Grand et Petit Rhinolophe ainsi que le Petit et Grand Murin sont à enjeu fort. Le Murin à oreilles échanquées et le Murin de Daubenton sont à enjeu modéré.</p> <p>Sur l'aire d'étude rapprochée et ses alentours directs, plusieurs gîtes potentiels ont été recensés, ce qui appuie davantage les enjeux de ce groupe sur ce secteur.</p>	<p>TRES FORT : <i>Habitats favorables à la chasse et au transit (lisières, milieux ouverts, cours d'eau et ripisylves)</i></p> <p><i>Présence de gîtes avérés dans le périmètre de l'aire d'étude rapprochée et aux environs immédiats (vieux bâtis, îlots d'arbres sénescents).</i></p>
Poissons et écrevisses	<p>2 espèces sont protégées : le Barbeau méridional (protection nationale et annexe II et IV de la directive Habitat) à enjeu fort sur l'aire d'étude, la Truite Fario (protection nationale) à enjeu modéré sur l'aire d'étude</p> <p><i>Cette caractérisation des espèces est sujette à discussion, cf. §3.1.6</i></p>	<p>FORT : <i>L'aire d'étude rapprochée présente des zones de frayères pour 2 espèces protégées à enjeu écologique</i></p>
Oiseaux	<p>15 espèces sont protégées nationalement dont 4 sont nicheuses et à enjeu modéré : la Chevêche d'Athéna, le Cincle plongeur, la Linotte mélodieuse et le Petit duc Scops. 1 espèce non protégée nicheuse mais citée à l'annexe III de la convention de Berne est à enjeu modéré sur l'aire d'étude rapprochée, la Tourterelle des bois.</p>	<p>FORT à MODERE <i>Les habitats boisés de ripisylve sont favorables à la nidification de la majorité des espèces</i></p> <p><i>Une zone, située au Nord-Est de l'aire d'étude rapprochée présente un enjeu fort de par l'hétérogénéité des habitats naturels favorables à la nidification et la chasse</i></p>
Insectes et autres invertébrés	<p>3 espèces sont protégées à enjeu modéré : le Proserpine, la Diane (également inscrite à l'annexe 4 de la Directive Habitat) et le Damier de la Succise (inscrite à l'annexe 2 de la Directive Habitat)</p>	<p>MODERE : <i>Présence d'habitats favorables et des plantes hôtes</i></p>
Les amphibiens	<p>5 espèces protégées (Crapaud épineux, Grenouille rieuse, Grenouille agile, Salamandre tachetée et Pélodyte ponctué) dont une, la grenouille agile, est inscrite sur l'annexe IV de la Directive Habitat. La grenouille agile, la Salamandre tachetée et le Pélodyte ponctué sont à enjeu écologique modéré</p>	<p>POTENTIELLEMENT MODERE <i>Des espèces à enjeu modéré peuvent être retrouvées sur les secteurs boisés et les zones en eau du Bivosque et de la Nartuby</i></p>

Groupe concerné	Description	Enjeu écologique associé au groupe
Les reptiles	6 espèces protégées (dont 3 sont inscrites à l'annexe IV de la Directive Habitat (le lézard des murailles, le Lézard à 2 raies et la Couleuvre d'Esculape). La Couleuvre d'Esculape, le Seps strié et la Couleuvre de Montpellier sont à enjeu modéré sur l'aire d'étude rapprochée. La Cistude d'Europe, la Tortue d'Hermann et le Lézard ocellé sont considéré comme absent par un manque d'habitat favorable sur l'aire d'étude rapprochée.	MODERE <i>Présence de plusieurs espèces patrimoniales et de leurs habitats</i>
Mammifères (hors chiroptères)	Seul le Sanglier a été recensé sur l'aire d'étude rapprochée. Le Campagnol amphibie a été considéré comme absent car les conditions ne sont pas optimales pour l'accueil de cette espèce. Les boisements alentours sont tout de même favorables à la reproduction de mammifères terrestres communs.	TRES FAIBLE



Projet d'aménagement hydraulique de la Nartuby amont à Châteaudouble (83)

ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL



Sources: BDOrtho, IGN, 2017 - Cartographie: SYMBIODIV, 2019

- Aire d'étude immédiate (AEi)
- Aire d'étude rapprochée (AEr)

Espèces protégées et/ou patrimoniales

- Géranium laineux - PR, enjeu fort
- Violette de Jordan - PR, enjeu modéré
- Cleistogène tardif, PR, enjeu modéré
- Gagée des champs - PN, enjeu faible
- Barbeau méridional, PN, enjeu fort
- Seps strié, PN, enjeu modéré
- Couleuvre de Montpellier, PN, enjeu modéré
- Damier de la Succise, PN, enjeu modéré
- Diane, PN, enjeu modéré
- Proserpine, PN, enjeu modéré
- Chevêche d'Athéna, PN, enjeu modéré
- Petit-duc scops, PN, enjeu modéré

Gîtes identifiés

- Arbre gîte potentiel
- Bâtis (Grand)
- Bâtis (petit)
- Grotte
- Pont

Plantes hôtes des papillons

- Aristolochie pallida
- Aristolochie pistoloche
- Aristolochie à feuilles rondes
- Céphalaire blanche

Synthèse des enjeux

- Très fort
- Fort
- Modéré
- Faible

3.1.6 MILIEU AQUATIQUE

3.1.6.1 CLASSEMENT DE LA NARTUBY EN TANT QUE RESERVOIR BIOLOGIQUE

Les réservoirs biologiques, au sens de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 (LEMA, art. L214-17 du Code de l'Environnement), sont des cours d'eau ou parties de cours d'eau ou canaux qui comprennent une ou plusieurs zones de reproduction ou d'habitat des espèces aquatiques et permettent leur répartition dans un ou plusieurs cours d'eau du bassin versant. Ils sont nécessaires au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant.

Le SDAGE 2016-2021 classe La Nartuby de sa source jusqu'au seuil de la Clappe, et ses affluents, en tant que réservoir biologique (code : RBioD00523).

Ce classement concerne la diffusion des espèces suivantes vers l'aval, ce qui « participe au soutien par dévalaison du peuplement de la partie aval de la Nartuby connaissant des assècs, malgré des chutes naturelles et des pressions anthropiques (seuils, travaux, prélèvements...) » : Truite Fario, Ecrevisse à pieds blancs, Barbeau méridional et Blageon.

3.1.6.2 REGIME D'ÉCOULEMENT DES COURS D'EAU

Le débit des cours d'eau et leurs fréquences d'écoulement sont un des facteurs fondamentaux en lien avec les potentialités écologiques d'un cours d'eau. Ils peuvent agir aussi indirectement sur les autres paramètres du milieu : diversité des habitats, oxygénation, température, continuités, etc.

L'absence de données hydrométriques au cœur de la zone d'étude ne permet pas d'établir avec précision le régime d'écoulement.

Toutefois, les données alentours (station sur la Nartuby en aval des gorges de Châteaudouble 1974-2010, réseau hydrographique théorique RHT, contrat de rivière Nartuby), couplées aux nombreuses observations de terrain montrent des assèchements fréquents. Ces assècs semblent, de plus, intervenir à des moments différents, pas forcément et uniquement en période estivale et sur des durées assez longues (plusieurs mois).

Il est probable que les débits (et les assèchements) ne suivent pas la même tendance sur l'ensemble du linéaire et doivent être très dépendants de l'épaisseur des alluvions, de leur qualité et de leur perméabilité (passage en sous-écoulement). Il est très probable aussi de pouvoir constater un écoulement à Montferrat ou sur les affluents qui ne se traduisent pas forcément par un écoulement dans la zone du Plan.

D'un point de vue faune aquatique, la connaissance des périodes d'arrêt des écoulements et bien évidemment, des périodes d'assec (durée, date d'intervention) est essentielle à la compréhension des enjeux. Au-delà, les débits et leurs influences sur les vitesses et les hauteurs d'eau peuvent être très structurants pour la faune.

3.1.6.3 QUALITE DE L'EAU

La qualité de l'eau est souvent appréhendée au travers de stations de suivi de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau qui servent à évaluer l'état d'une masse d'eau par des indicateurs physico-chimiques et biologiques. L'état écologique de la Nartuby est moyen et son état chimique était bon. Sur la Nartuby, une station du réseau de contrôle et de surveillance (aussi station du réseau de contrôle opérationnel) est suivie à Trans-en-Provence, en aval de la station d'épuration de Draguignan. Elle est donc éloignée du secteur d'étude et dans un contexte très différent.

La qualité de l'eau est plutôt bonne en amont. Seule la station d'épuration du camp militaire de Canjuers semble avoir un impact sur la qualité du vallon de Bivosque et de la Nartuby aval Magdeleine notamment sur l'apport de nitrates et de phosphates au cours d'eau. La qualité est beaucoup plus dégradée en aval du bassin : métaux lourds, HAP, hydrocarbures, PCB et pouvant aussi avoir un impact sur l'état chimique de la masse d'eau.

Il n'y a pas de stations positionnées sur notre secteur d'étude et sur la Nartuby. La station la plus proche se situe sur le vallon de Bivosque (station 10). Sur les 10 campagnes de jaugeage réalisées en 1999, le vallon ne s'est asséché qu'une seule fois, en août 2011. Le débit d'étiage reste toutefois très faible mais semble un peu plus se maintenir que sur d'autres affluents du secteur d'étude. Le Beudron semble aussi être une source importante d'apport d'eau au secteur et à l'étiage.

Les pollutions ponctuelles d'origine agricole sont encore peu connues mais des pesticides sont toutefois détectés de façon récurrente dans la Nartuby en sortie de bassin. Elles ne sont pas caractérisées sur le secteur d'études tout comme les éventuels excès de température. Ce paramètre est pourtant déterminant pour l'analyse des potentialités écologiques du secteur. Il est aussi un paramètre très limitant pour la truite commune (*Salmo trutta*) espèce repère du tronçon. Les valeurs mesurées lors des différents suivis (Cf. tableau ci-après) montrent que la température de l'eau est toujours très fraîche et inférieure à 18-20°C (température limitante pour la truite). Le Beudron est aussi un affluent qui semble influencé par des apports très froids, même en été. La température mesurée dans le Vallon de Bivosque est légèrement plus élevée et montre que le cours d'eau pourrait être un peu plus productif que les autres (dans la limite de seulement deux campagnes réalisées).

Concernant la Nartuby dans le secteur d'étude, l'étalement de la lame d'eau, la réduction du débit par sous écoulement et le très fort ensoleillement (GERECO, 2018) pourraient être autant de facteurs susceptibles de réchauffer les eaux dans le Plan et réduire sa capacité d'accueil, au moins pour les truites. La conjonction de ces phénomènes physiques couplée aux apports de nitrate et phosphore de l'amont, pourrait être un facteur favorable à l'eutrophisation dans ce secteur.

Stations	Année	Heure de la mesure	Température ponctuelle estivale (°C)
Nartuby aval Magdeleine (code N1)	1999	11 :45	13,6
	2007	12 :45	14,1
	2011	08 :30	15,5
Nartuby dans les Gorges de Châteaudouble (code N2)	1999	12 :15	18,4
	2007	14 :35	14,2
	2011	11 :00	15,2
Beaudron (code N9)	1999	12 :15	15,6
	2007	13 :30	12,5
	2011	09 :30	14,3
Vallon de Bivosque (code N10)	1999	13 :00	17,5
	2007	14 :05	16,7
	2011	assec	assec

Certaines stations d'épuration semblent avoir un impact sur la qualité, notamment celles de Montferrat-Châteaudouble et de Châteaudouble Rebouillon et notamment à l'étiage, en absence de dilution.

La station d'épuration de Châteaudouble-Montferrat a été mise en service en janvier 2010. En 2018, elle est jugée conforme d'un point de vue des équipements mais non conforme d'un point de vue performance. Elle a les caractéristiques suivantes :

Commune	Nom	Type de station d'épuration	Date de mise en service	Point de rejet	Capacité nominale
Châteaudouble Montferrat	MONTFERRAT- CHATEAUDOUBLE	Eau - Boue activée aération prolongée (très faible charge)	01/01/10	Nartuby	1700 EH

(Données issues du site <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr>)

Le rapport de visite du SESAMA (2018) parle d'une qualité de l'effluent satisfaisante mais une absence de traitement bactériologique et un traitement insuffisant des boues. Il signale aussi des intrusions d'eaux claires parasites pouvant atteindre 200% du nominal par temps de pluie. L'accent est mis aussi sur l'absence de dilution en été (assec du cours d'eau). L'effluent s'infiltrerait rapidement dans le substrat et « doit impacter les écoulements souterrains ». En sortie, les eaux traitées sont légèrement colorées en jaune mais les résultats d'analyses indiquent une bonne qualité.

La même visite réalisée en 2018 sur la station de Montferrat Canjuers, donne aussi un bilan correct au regard des analyses et des tests réalisés sur le rejet lors des deux campagnes et de l'exploitation des données d'autosurveillance. Un impact du rejet sur le milieu (paramètres azote et surtout phosphore) avait été mis en évidence en 2012 mais l'ouvrage n'est pas conçu pour le traitement de ces pollutions. La constatation avait aussi été faite dans le suivi de la qualité des eaux et les campagnes de l'année 2011. Le rapport indique toutefois que « le pouvoir épuratoire du cours d'eau permettait une nette amélioration de la qualité de l'eau et en amont de la station de Châteaudouble-Montferrat, la qualité redevenait de très bonne à bonne ».

Remarque : l'Agence de l'Eau RMC indique que dans son état des lieux de 2019, la Nartuby passe d'un état moyen à un état médiocre.

3.1.6.4 DONNEES PISCICOLES

La ZNIEFF continentale de type 2 « VALLÉE DE LA NARTUBY ET DE LA NARTUBY D'AMPUS » (Id 930020304) couvre presque 230 ha en suivant le cours de la Nartuby de sa source jusqu'à sa confluence dans l'Argens et englobe aussi la Nartuby d'Ampus. Le Murin de Capaccini et le Petit Rhinolophe sont cités parmi les espèces déterminantes. Ces deux espèces affectionnent les bordures de cours d'eau méditerranéens et les ripisylves.

D'un point de vue piscicole, la présence du barbeau méridional et du blageon est mentionnée mais le site est très vaste et des différences peuvent apparaître entre les différents tronçons de la Nartuby. D'après le concept de River Continuum, les conditions du milieu et donc les peuplements qui y sont associés, évoluent aussi de l'amont vers l'aval.

C'est pour cette raison que les données acquises régulièrement au niveau de la station du Réseau de Contrôle et de Surveillance « la Nartuby à Trans-en-Provence » (code 06205480) ne peuvent pas être utilisées pour caractériser la zone d'étude.

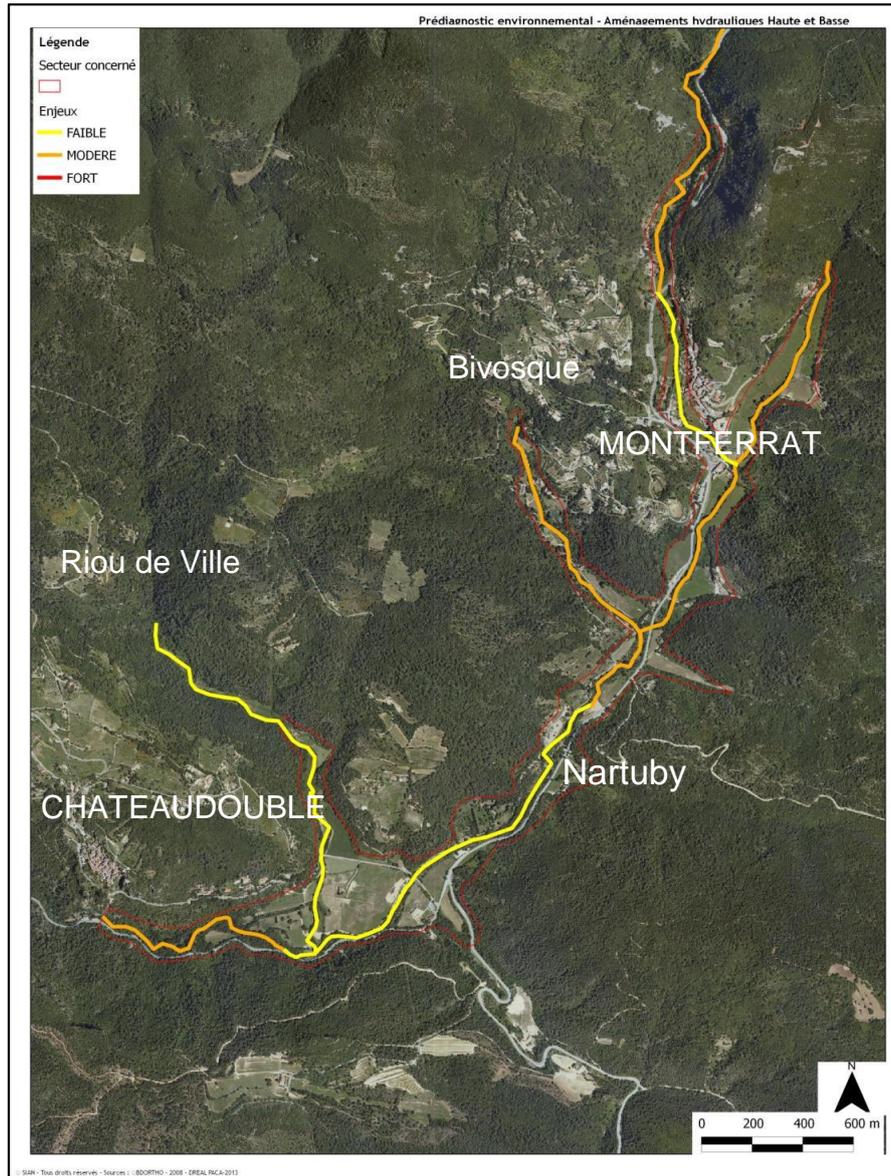
Plus proche de la zone d'étude, des données ont été acquises par l'ONEMA en 2005 et 2006 dans la zone des gorges de Châteaudouble. Une seule espèce a été capturée, la truite commune, avec des densités estimées entre 6 et 12 individus pour 100 m² de surface pêchée (abondance considérée comme faible). Des pêches beaucoup plus anciennes (1985 - 1986), réalisées dans les gorges, indiquent aussi la présence unique des truites communes avec des abondances similaires. D'autres pêches réalisées en 1985 beaucoup plus en amont sur le vallon de la Magdeleine montrent la présence de la truite commune et du vairon. Elle est confirmée en 2007 et 2011.

Biotope (2013) a réalisé une expertise piscicole sur le secteur d'étude qui a été étendue en amont et appelé secteur 3. Les prospections réalisées confirment la seule présence de la Truite commune (*Salmo trutta*). Les individus observés sont dits pour la plupart « hybrides (souche méditerranéenne + souche atlantique) excepté sur quelques zones où le phénotype correspondait à une souche méditerranéenne ». Une étude réalisée la même année par l'Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier précise que, sur la Nartuby amont, la souche autochtone a été remplacée par une souche d'élevage de type méditerranéenne (pisciculture de Roquebillière, 06). La souche autochtone est conservée, par contre, sur le Bivosque et le Beaudron.

Dans les bio évaluations locales proposées, la zone d'étude est présentée comme pouvant offrir des zones granulométriquement favorables pour le frai des truites mais aussi une zone en assec une partie de l'année. Les enjeux locaux de conservation ont donc été considérés comme faibles du fait « d'un assec périodique ne permettant pas à la truite de réaliser un cycle biologique complet ». Seul le tronçon qui s'étend de l'ancien snack jusqu'à la confluence avec le Bivosque (rive droite) présentait un écoulement et un substrat propice à la reproduction de la truite.

Les enjeux locaux de conservation sur ce secteur ont donc été évalué « modérés » du fait de la possibilité pour la truite de réaliser un cycle biologique complet. Les enjeux sur le Riou de Ville (affluent rive droite) ont aussi été considérés comme faibles à très faibles dans la mesure où le vallon semble souvent asséché. Le substrat ne semble pas non plus favorable à l'installation de frayères. Enfin, le Bivosque (affluent rive droite) était totalement en eau sauf en amont et de nombreuses truitelles ont été repérées dans le cours d'eau. Le tronçon est considéré comme une zone de reproduction importante pour les truites de la Nartuby et le cours d'eau offrait un potentiel d'accueil maximal.

La carte suivante résume les enjeux de conservation relevés sur les différents tronçons du secteur :



Dans la Plan Départemental pour la Gestion et la Protection des Ressources Piscicoles et Halieutiques (2002 et 2018), la Nartuby (contexte I14) est considérée comme un secteur salmonicole très perturbé. Le secteur amont et ses affluents sont aussi décrits comme des secteurs monospécifiques à truites (zone à truite supérieure) apparemment stable. La population reste limitée par les rares zones favorables à la reproduction et la faible diversité de l'habitat en particulier les abris salmonicoles de pleine eau (fond bétonné, tronçons en rupture d'écoulement de surface en période d'étiage).

L'accent est mis sur le rôle des affluents dans le recrutement de la truite et zones de reproduction potentielles par les géniteurs. Ils sont aussi susceptibles d'abriter l'Ecrevisse à pattes blanches, espèce protégée à très forte valeur patrimoniale.

Symbiodiv (2019) a observé plusieurs individus de truite ainsi que de jeunes individus de Barbeau méridional (*Barbus meridionalis*) sur l'aire d'étude rapprochée des inventaires naturalistes réalisés dans le cadre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont. L'espèce a été mise en évidence sur le Bivosque, en amont de sa confluence avec la Nartuby mais également sur la Nartuby, depuis sa jonction avec le Bivosque jusqu'en aval de la zone du « snack » (50 mètres en aval). Le secteur est aussi décrit comme une zone favorable au frai de cette espèce.

C'est la première citation du barbeau méridional sur le secteur. Les inventaires réalisés par la FDPMA83 entre 2009 et 2017 signalent aussi le barbeau méridional mais en aval de la Nartuby d'Ampus (La Tabarone), soit plus de 4 km en aval du pont de la D51 (aval secteur d'étude). Une station plus proche inventoriée en 2009 dans les gorges de Châteaudouble au lieu-dit « Riou Blanc » (2 km aval pont de la D51) n'indique pas cette présence. Les individus étant des juvéniles dont l'espèce est généralement très difficile à déterminer et de surcroît visuellement, il conviendra de confirmer cette présence sur la zone d'étude et sur le Bivosque.

Le Barbeau méridional constitue un enjeu fort de conservation pour le secteur et tel qu'évalué en 2019 par Symbiodiv. Toutefois, sa présence et sa répartition doivent être précisées. Il est inscrit à l'annexe II de la Directive Habitat Faune Flore.

La Truite commune est protégée en France par Arrêté du 8/12/88. En 2019, la truite a été évaluée espèce à enjeu modéré.

Le vairon (*Phoxinus*) pourrait aussi être présent car contacté en amont et en aval du site. En 2019, elle a donc été jugée fortement potentielle et à enjeu faible. Il n'a pas de statut particulier et il a été évalué en 2019 en préoccupation mineure en France dans les listes rouges UICN des espèces menacées.

Compléments :

Lors de la réunion du 01/10/2020 de présentation du présent rapport, la Fédération de Pêche du Var a précisé les investigations menées durant l'été 2020. Des pêches ont été réalisées sur les affluents de la Nartuby, et plus particulièrement les Bivosques et le Beaudron. Sur les Bivosques, la truite fario n'a pas été pêchée, au contraire de barbeaux méridionaux, bien présents et de toutes tailles y compris des juvéniles. Sur le Beaudron, la truite fario et le barbeau méridional ont été contactés. Des truites fario adultes ont été observés dans un trou d'eau de la Nartuby à Montferrat, Nartuby par ailleurs à sec.

Conclusion :

Compte tenu des investigations menées en 2020 par la Fédération de Pêche, les enjeux piscicoles concernent le Barbeau méridional et la Truite fario.

3.1.6.5 ENJEUX LIES AUX CONTINUITES PISCICOLES

Le nombre d'ouvrages recensés dans le secteur d'études est relativement important pour une zone plutôt rurale et agricole comme le montre la carte ci-dessous extraite du deuxième contrat de rivière Nartuby :

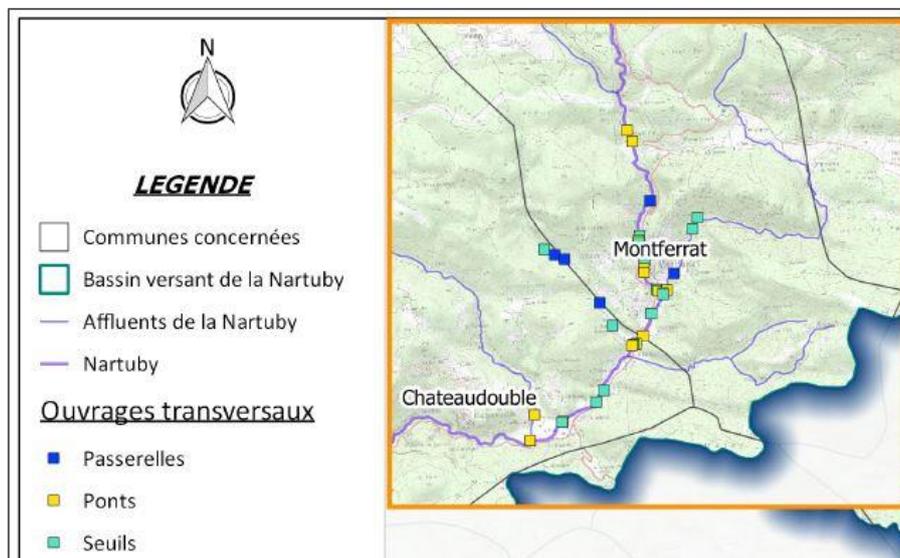


Figure 1 : Localisation des enjeux et des ouvrages transversaux sur le secteur 3 (Extrait atlas carto contrat de rivière 2)

Le Référentiel Obstacle aux Ecoulements (ROE V6, OFB, 2014) recense seulement deux ouvrages prioritaires pour le rétablissement de la libre circulation piscicole. Rappelons que la Nartuby de sa source à la confluence avec le Beudron et ses affluents, ainsi que le vallon de la Magdeleine sont classés en liste 1 (L1_1016) pour leur rôle de réservoir biologique unique (Cf. §3.2.1). La libre circulation entre cette zone classée et le secteur d'étude est donc fondamentale à plusieurs titres :

- A la dévalaison pour permettre une recolonisation rapide après la remise en eau,
- A la montaison pour permettre d'accéder à une zone refuge pendant les assecs.

Les ouvrages recensés sur la zone d'étude sont :

- ROE46602 : seuil du Bivosque. Il s'agit d'une buse rectangulaire en béton assurant l'accès vers les habitations de la rive droite positionnée sur le Bivosque juste avant sa confluence dans la Nartuby. Comme indiqué par Biotope en 2014, l'absence de rugosité sur le fond de l'ouvrage et l'incision du lit de la Nartuby qui crée un décrochement à la confluence ne permet pas d'assurer la libre circulation piscicole. Néanmoins, le cours d'eau semble avoir évolué depuis 2014. Le lit s'est rempli de sédiment initiant un sous-écoulement sur son dernier kilomètre. Le Bivosque garde tout son intérêt dans la zone amont mais les échanges avec la Nartuby sont probablement altérés par les assecs fréquents.

- ROE46601 : seuil de Châteaudouble. Il s'agit du seuil du pont de la RD51 déjà décrit précédemment. Il est dit « obsolète » dans le ROE mais il constitue la principale discontinuité entre la zone des gorges de Châteaudouble et la Nartuby amont. Néanmoins et là aussi, les assèchements semblent fréquents dans ce secteur et ce seuil pourrait jouer un rôle dans le maintien des matériaux malgré son mauvais état. Au contraire, il joue aussi un rôle dans le surcreusement aval.

Le ROE recense aussi deux ouvrages en amont de la confluence avec le Bivosque :

- ROE46603 : seuil de St Anne situé sur la Nartuby dans la traversée de Montferrat.
- ROE53454 : seuil de St Joseph situé sur la Nartuby en aval de Montferrat et en aval du Beudron.

Vue leur position et la pérennité des écoulements dans ce secteur, ces deux seuils constituent une priorité en termes de rétablissement de la libre circulation.

A cet état des lieux, nous pouvons rajouter :

- Un seuil en très mauvais état sur le Bivosque au niveau du lieu-dit « Petite Bivosque » ;
- Un pont passerelle totalement engravé sur le Bivosque en amont des Petites Bivosques et qui fait office d'obstacle aux écoulements.
- Le seuil du vallon de la Baume Garnier situé sous le pont de la RD955 ; en règle générale, tous les affluents sont inaccessibles à cause de l'incision du lit de la Nartuby en aval du Bivosque.

3.1.7 ANALYSE DE LA FONCTIONNALITE ECOLOGIQUE

L'aire d'étude rapprochée se situe dans un contexte agricole avec des prairies à pâturages, résidentiel (jardin et construction) et boisé (ripisylve longeant le cours de la Nartuby, chênaie le long des affluents).

Si la proximité de la route est un frein à la continuité écologique, les zones ouvertes et boisées sont des supports de déplacement et d'alimentation. **L'aire d'étude rapprochée est un tronçon naturel qui participe à la liaison des réservoirs boisés alentours avec d'autres entités comme les gorges de Châteaudouble.**

Outre sa fonctionnalité dans la trame bleue liée à la présence de la Nartuby, l'aire d'étude se trouve au cœur de la trame verte. D'après l'occupation du sol Corine Land Cover elle constitue une petite enclave de milieux ouverts (zones agricoles hétérogènes) au sein d'un grand ensemble boisé qui va du plateau de Canjuers jusqu'au lac de Sainte-Croix dans le Verdon. Ces milieux ouverts sont en majorité des prairies pâturées très favorables à l'installation de la flore et à l'utilisation par la faune.

L'aire d'étude rapprochée présente une ripisylve continue le long de la Nartuby. Elle est composée en amont d'une forêt galerie de Salix et Populus alba puis en aval d'une chênaie pubescente. L'état de conservation de la ripisylve est en effet altéré et d'une largeur étroite comme l'indique GERECO. L'âge global des arbres est jeune et plusieurs îlots de senescences sont dispersés sur le linéaire. Des foyers d'espèces envahissantes sont recensés même si l'envahissement est peu important. Malgré ces éléments, la ripisylve reste continue et qu'elle joue son rôle de support de déplacement. Ce rôle est confirmé par les inventaires de SYMBIODIV (2019) démontrant une forte activité de chasse et de transit des chiroptères.

Le cours d'eau en lui-même a un rôle de support de déplacement de la faune aquatique et permet la reproduction d'espèces méditerranéennes telles que le barbeau méridional et la Truite Fario. Cependant, plusieurs dysfonctionnements sont recensés, altérant la continuité écologique. Il s'agit de seuils qui forment des obstacles à la continuité longitudinale du cours d'eau et rendent difficile une progression aval/amont pour les poissons (SYMBIODIV (2019), BIOTOPE (2013), SANDRE (2014)). Des digues, merlons et enrochements ont été recensés également le long du linéaire (GERECO, 2018) qui empêche la mobilité du cours d'eau et le déplacement de la petite faune vers les habitats annexes au cours d'eau. Ces points de dysfonctionnement ont en effet été constatés lors de la visite de terrain de Mai 2020. La connectivité latérale du lit mineur vers le lit majeur du cours d'eau est donc affectée.

Les **points de dysfonctionnement** évoqués plus haut sur les cours d'eau de l'aire d'étude rapprochée sont présentés ci-dessous :

- La RD955, surplombe la Nartuby en rive gauche. Le cours d'eau est donc limité dans sa divagation latérale et les berges s'érodent de façon importante. Les déplacements d'espèces ne sont pas possibles sur ces secteurs. Au niveau du lieu-dit « Le plan », ce mur disparaît momentanément et le cours d'eau s'étend alors dans les grandes prairies à proximité pendant les crues.

La connectivité latérale est altérée sur l'amont et en extrême aval de l'aire d'étude rapprochée.

- 3 ouvrages sont recensés sur l'aire d'étude rapprochée. Il s'agit du passage à gué à la confluence Nartuby/Bivosque (ROE46602), du seuil de Châteaudouble sur lequel passe la RD51 (ROE46601) et du seuil à la confluence Nartuby/vallon de la Baume Garnier sur lequel passe la RD955. Ces ouvrages ne sont pas équipés de dispositifs de franchissement par la faune aquatique. Leur pente, leur absence d'aire de repos et le courant qui en découle en aval ne permettent pas un passage sans difficulté par la faune piscicole lors de sa remontaison.

La continuité longitudinale du cours d'eau est donc altérée.

- Les berges de la Nartuby sur l'aire d'étude rapprochée sont dégradées et abruptes sur certains secteurs. Elles limitent les zones favorables pour les amphibiens et la divagation de la faune vers les milieux naturels périphériques.

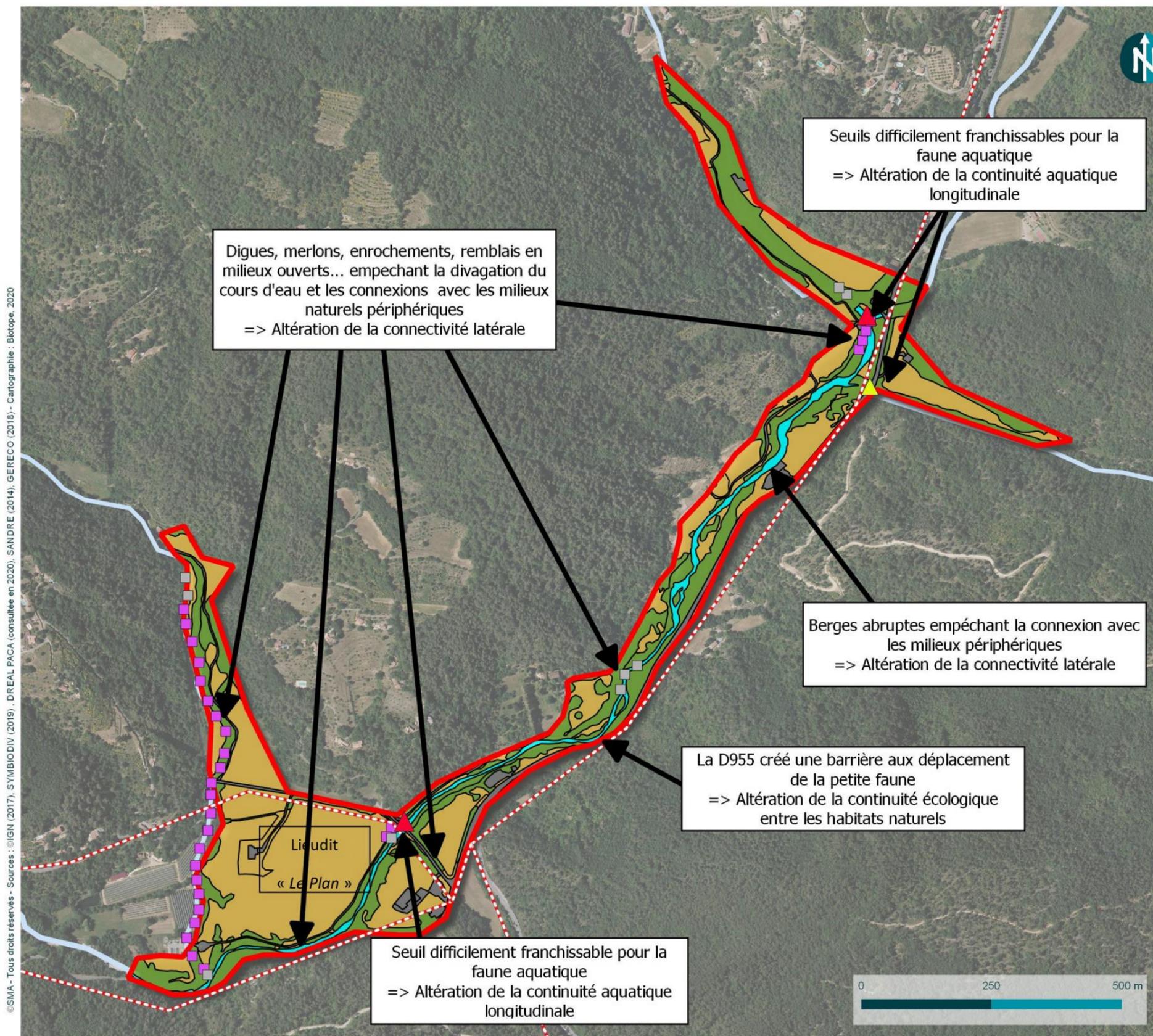
La connectivité latérale du cours d'eau est donc altérée.

- La présence de la RD955 en rive gauche, le long de la Nartuby crée une césure importante pour la faune. Le trafic routier induit un risque très important de collision pour la faune en général et une barrière quasi-infranchissable pour les espèces à faible capacité de déplacement du cours d'eau vers les milieux naturels périphériques.

La connectivité latérale du cours d'eau est donc altérée.

- Des digues, merlons, enrochements et gabions ont été recensés sur l'aire d'étude rapprochée d'après GEREKO (2018). Ils se situent sur l'aval et sur l'amont du tronçon. Ces ouvrages souvent réalisés dans l'optique de conforter les berges et les routes après les crues sont des obstacles à la divagation du cours d'eau.

La connectivité écologique latérale est donc altérée.



Analyse de la continuité écologique sur l'aire d'étude rapprochée

Aménagements hydrauliques sur la Naturby, communes de Chateaudouble et Montferrat (83)

Légende

Aire d'étude rapprochée

Trame verte et bleue :

Cours d'eau

Type de milieux présents:

Aquatiques

Boisés

Ouverts

Urbains

Elements fragmentants :

Ouvrage sur berges (GERECO, 2018) :

Digues et merlons

Enrochements et gabions

Route Départementale

Ouvrage obstacle à la continuité (Sandre, 2014)

Ouvrage obstacle à la continuité (pont du Bivosque)



©SMA - Tous droits réservés - Sources : ©IGN (2017), SYMBIODIV (2019), DREAL PACA (consultée en 2020), SANDRE (2014), GERECO (2018), Cartographie : Biotope, 2020

3.1.8 PERSPECTIVES D'ACTION

Le diagnostic environnemental a permis de confirmer les fonctionnalités écologiques en œuvre au sein de la zone d'étude, qui sont manifestes pour la faune (notamment les chiroptères) et la flore, bien que certaines connectivités latérales et longitudinales soient altérées.

Le secteur d'étude constitue une zone à la diversité remarquable d'espèces, et une zone de transit et de chasse pour la faune.

Certaines actions sont néanmoins à mener pour améliorer ses fonctionnalités écologiques :

- Restaurer la continuité aquatique (ouvrages infranchissables) et la connectivité latérale (berges érodées trop abruptes, murs et merlons existants) ;
- Conserver les boisements rivulaires, les milieux ouverts et les zones de frayère
- Améliorer la ripisylve en pratiquant une gestion des espèces invasives, et un élargissement / recréation de la ripisylve

Par ailleurs, La Fédération Départemental de Pêche du Var a procédé en septembre 2020 à des pêches dans la Nartuby, qui permettront la confirmation de la présence d'espèces piscicoles à enjeu, induisant des actions à mener pour l'amélioration de la vie piscicole dans le secteur d'étude.



Eléments écologiques à prendre en compte pour les mesures ER

Aménagements hydrauliques sur la Nartuby, communes de Chateaudouble et Montferrat (83)

Aire d'étude rapprochée

Enjeux écologiques des habitats faune/flore (SYMBIODIV, 2019):

- Très fort
- Fort
- Modéré
- Faible

Flore protégée :

- Cleistogène tardif
- Gagée des champs
- Géranium laineux
- Violette de Jordan

Gîtes arboricoles très favorables aux chiroptères (SYMBIODIV, 2019):

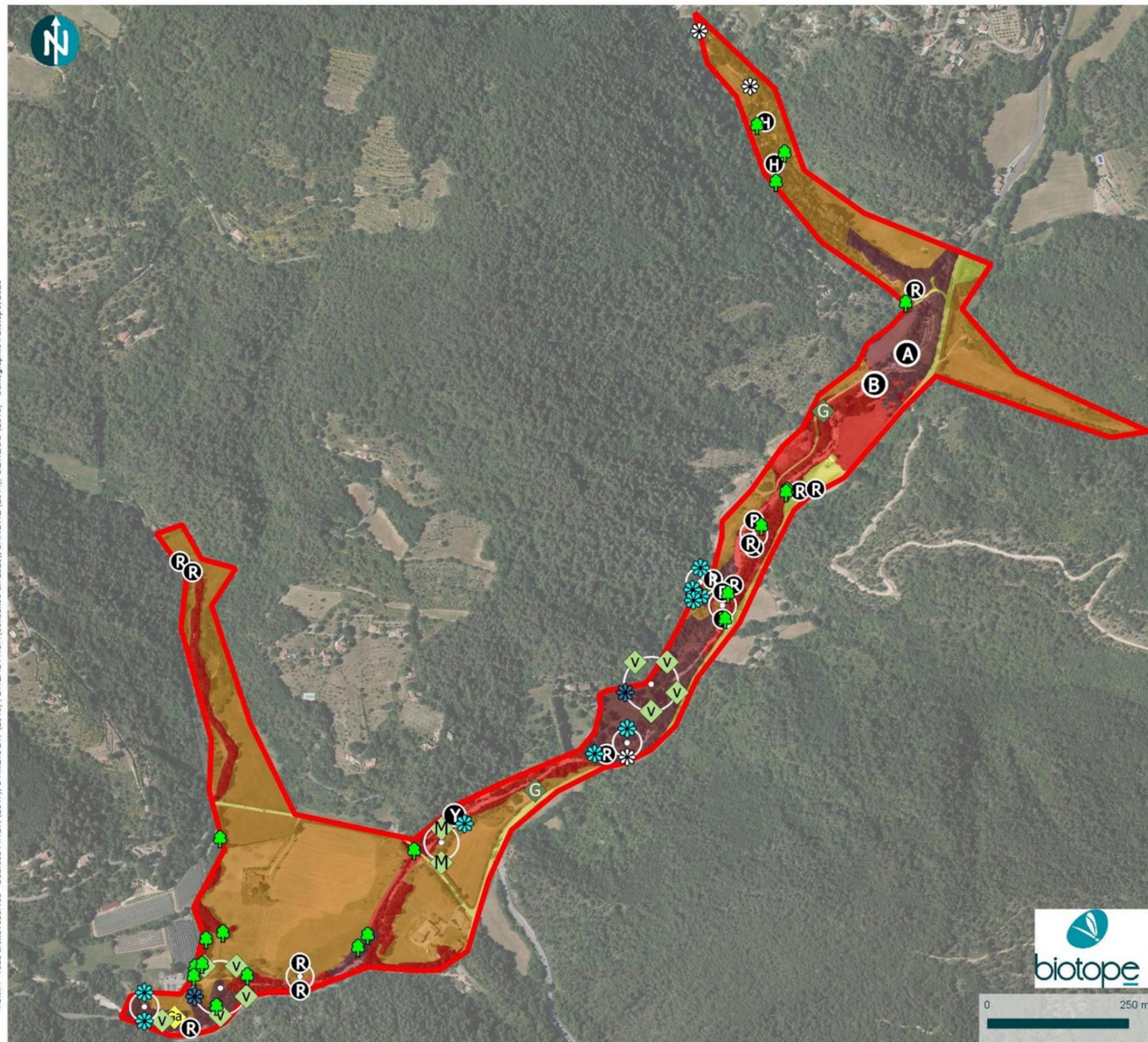
Plante hôte :

- Aristoloche à feuilles rondes
- Aristoloche pâle
- Céphalaire blanche

Flore invasifs (GERECO 2018 et SYMBIODIV 2019):

- Herbe de la Pampa
- Robinier faux-acacia
- Yucca
- Ailanthé glanduleux
- Buddleia de David

©SMA - Tous droits réservés - Sources : ©IGN (2017), SYMBIODIV (2019), DREAL PACA (consultée en 2020), SANDRE (2014), GERECO (2018) - Cartographie : Biotope, 2020



3.2 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE ET ENJEUX ASSOCIES

3.2.1 CRUES HISTORIQUES

Depuis l'année 2010, plusieurs évènements se sont succédé dont trois majeurs (entre 10 et 20 ans) durant les cinq dernières années. En résumé, il s'agit des crues historiques ci-dessous :

Tableau 2 : Crues historiques de la Nartuby amont

Date	Période de retour (approximative)	Source de données
15-16/06/2010	Supérieure à 100 ans	Rapport IFFSTAR (2010) Fiches de repères de crue dans celles créées par GINGER (2010) Rapport expertise post-crue CG83 (2010)
04-10/11/2011	T=10 ans	Rapport Aqua Conseil (2011)
3-4/10/2015	Entre T=5 et 10 ans	
24-25/11/2016	Inférieure à 10 ans	Rapport hydrologique de Météo France (2016)
29-30/10/2018	Entre T=10 et 20 ans	Rapports, bilan hydrologique de Météo France (2018) Photos prises par SMA (2018)
23/11/2019	Entre T=10 et 20 ans	Rapport de retour d'expérience de crue de SMA (2019)

3.2.2 HYDROLOGIE

La note d'expertise hydrologique jointe au présent rapport (annexe 4) expose la caractérisation de l'hydrologie réalisée en vue de la construction d'un modèle hydraulique pour l'évaluation des conditions d'écoulement au sein de la zone d'étude.

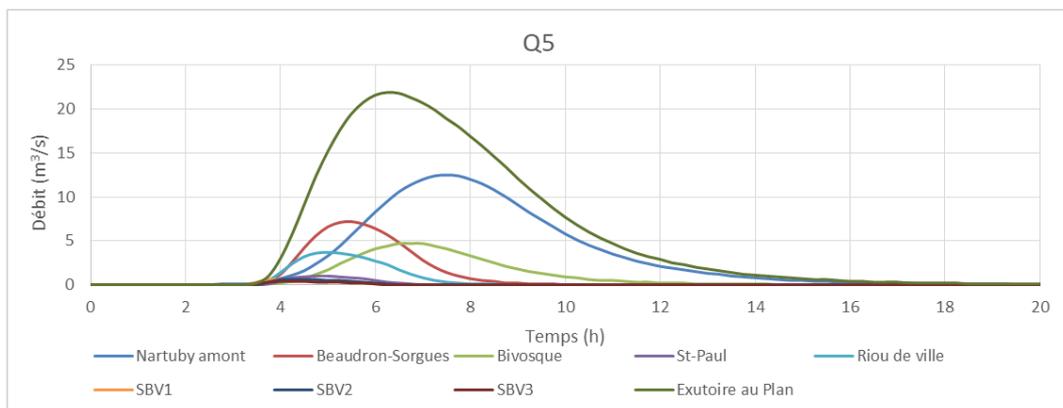
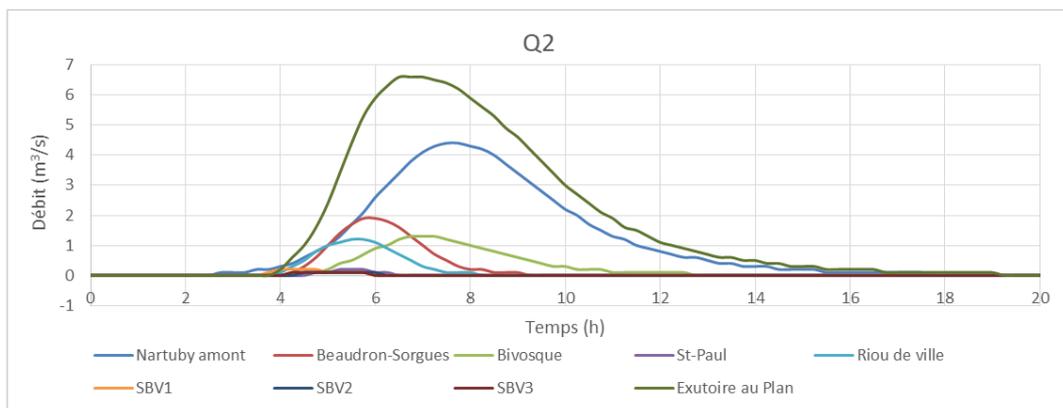
Un modèle hydrologique a été construit sous le logiciel HechMS, via un découpage des bassins versants sur la base d'un modèle numérique de terrain fourni par le SMA.

Ce modèle a ensuite été paramétré et calé sur la base des données bibliographiques existantes.

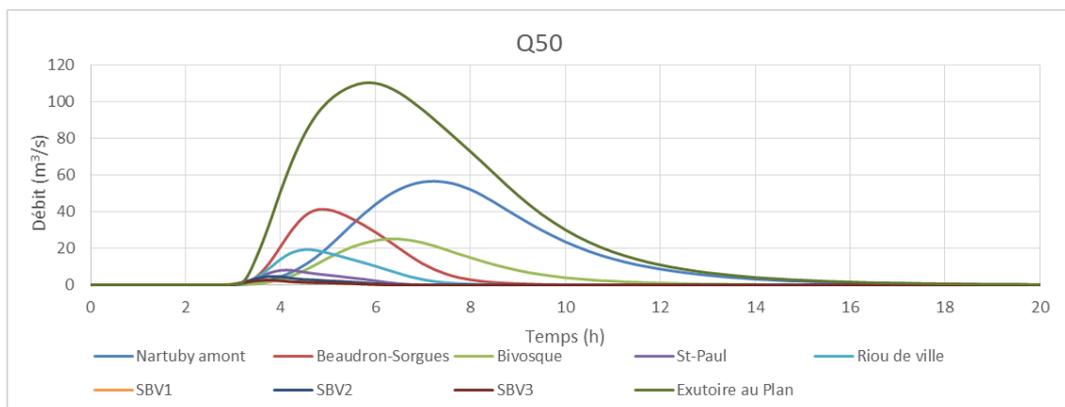
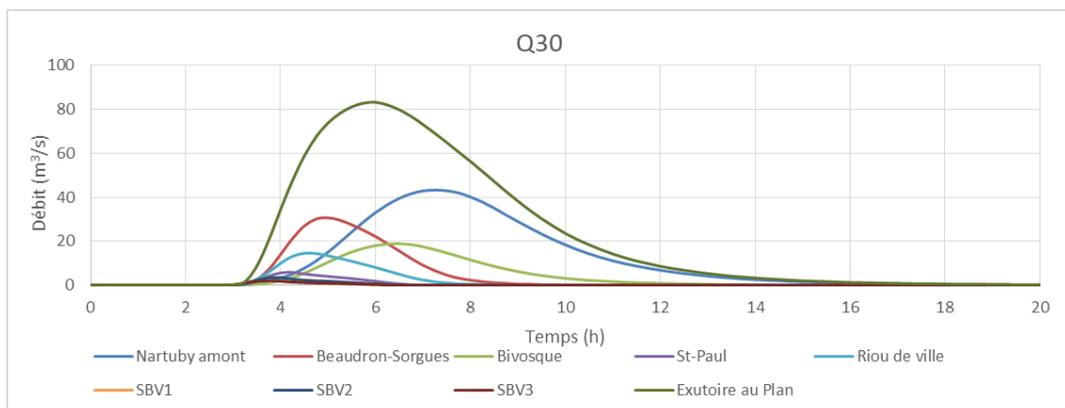
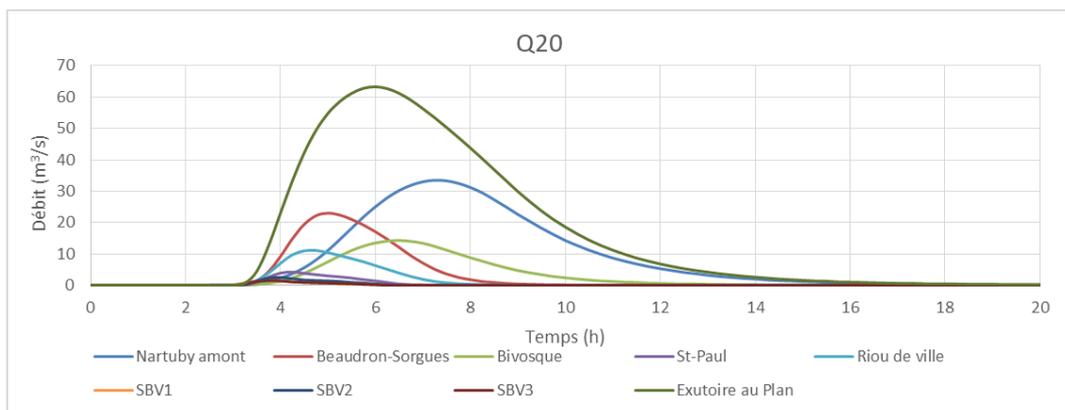
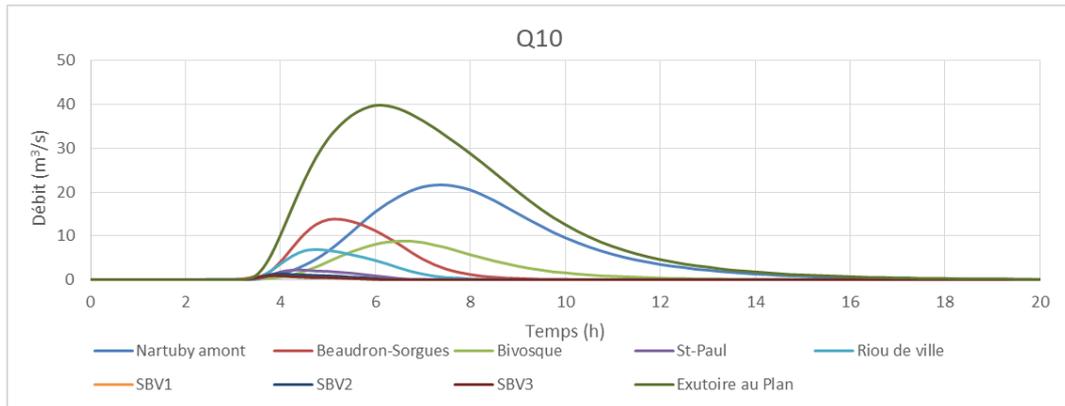
Les pluies de projet, définies grâce aux quantiles de pluie SHYREG, ont été construites sous la forme de pluies double-triangle pour les périodes de retour 2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans.

Le calage du modèle hydrologique a été effectué avec les données de la crue de 2010 (période de retour estimée à 200 ans) et celle de 2018 (période de retour estimée à 10 ans). Il s'agit de réaliser des simulations avec les données de précipitation enregistrées, puis ajuster les valeurs de CN¹ afin d'obtenir des débits pointes qui correspondent à l'observation. Le modèle calé permet de représenter correctement le comportement du bassin versant.

Période de retour	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100
Débit de pointe (m ³ /s)	6,6	21,9	39,8	63,3	83,3	110,4	158,0



¹ CN: Curve Number. Le CN caractérise la capacité d'infiltration au regard de l'occupation du sol.



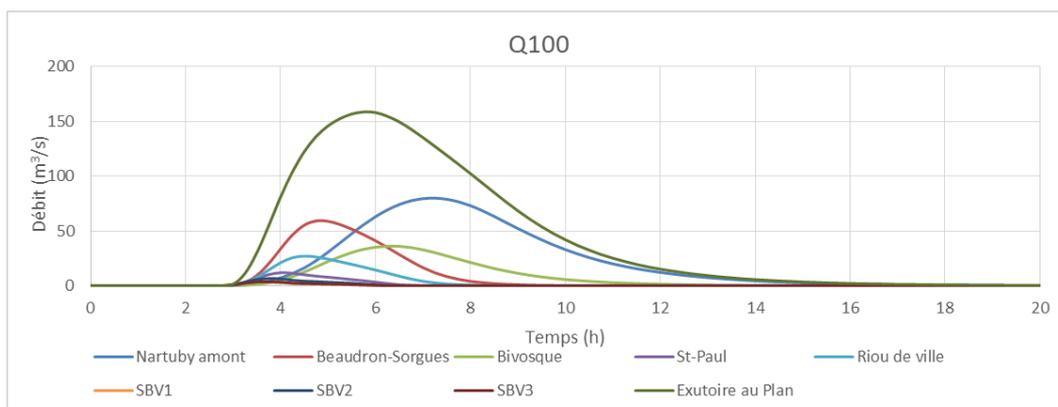


Figure 2 : Hydrogrammes simulés aux exutoires des sous-bassins versants

3.2.3 CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

L'annexe 5 détaille la modélisation hydraulique de la Nartuby dans le secteur d'étude.

Le modèle construit et présenté dans cette étude est un modèle 1D-2D couplé. Les logiciels MIKE 11 et MIKE 21 FM ont été utilisés pour construire respectivement le modèle 1D et le modèle 2D. La plate-forme de couplage a ensuite été construite à l'aide du logiciel MIKE FLOOD. Les caractéristiques des logiciels utilisés durant cette étude sont décrites en détails dans la note de méthodologie (Modélisations hydrologiques et hydrauliques, note de propositions_VDEF), rédigée en avril 2020.

3.2.3.1 MODELE 1D

MIKE 11 permet de modéliser l'écoulement fluvial en prenant en compte les effets d'ouvrages et les phénomènes hydrauliques. La construction d'un modèle 1D se base sur 4 paramètres indispensables :

- Le tracé des cours d'eau de l'étude et la géométrie qui reproduit au mieux la morphologie du lit mineur
- La saisie des ouvrages, de leur emplacement à leur dimension
- Les conditions aux limites en amont et en aval du modèle
- Le coefficient de Strickler en tout point du modèle caractérisant les frottements

3.2.3.1.1 Géométrie

14 profils en travers de la Nartuby, 2 profils en travers des affluents et 3 ouvrages hydrauliques des affluents ont été levés par la société GEOFIT EXPERT en 2020. Les profils extraits à partir du MNT Lidar 1m sont aussi utilisés pour compléter les profils car le lit mineur est suffisamment large (entre 5 à 15 m) par rapport à la précision du MNT.

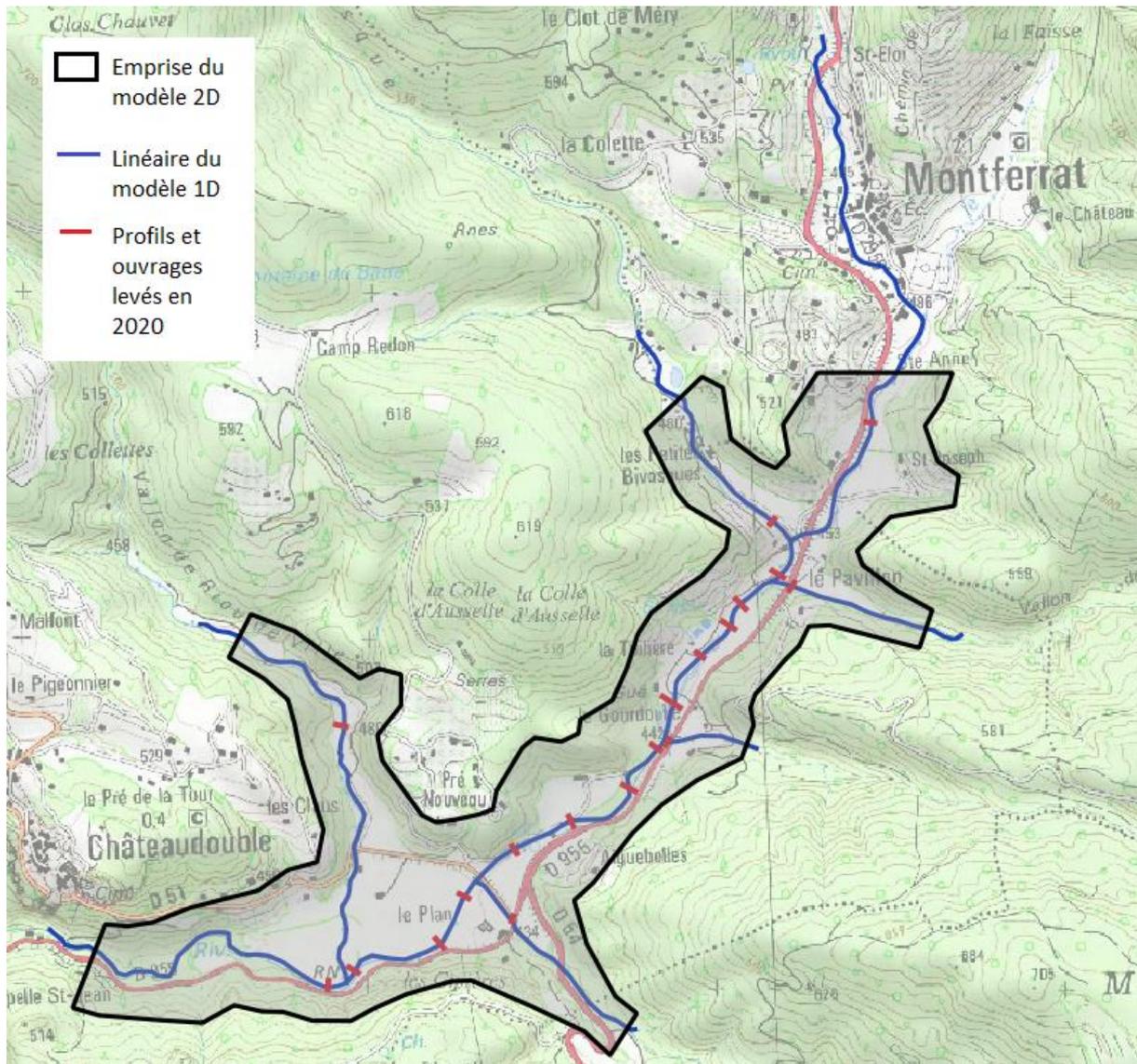


Figure 3 : Profils en travers et ouvrages levés par GEOFIT en 2020

Au total, près de 8,4 km de cours d'eau sont intégrés au modèle 1D, dont la géométrie a été représentée le plus fidèlement possible grâce aux relevés topographiques et au MNT Lidar 1m. Les caractéristiques du périmètre d'étude hydraulique du modèle 1D sont résumées dans le tableau ci-après :

Tableau 3 : Caractéristiques du modèle 1D

Nom du cours d'eau	Longueur (km)	Nombre de Profils en Travers dans le modèle
Nartuby amont	4,8	62
Bivosque	0,79	11
Saint-Paul	0,57	8
SBV2	0,28	6
SBV3	0,61	7
Riou de ville	1,35	15

Au total, le modèle est constitué de 109 profils en travers sur un linéaire total de 8,4 km de cours d'eau. L'interdistance moyenne entre profils varie selon les cours d'eau et le secteur concerné. Ainsi pour le lieu-dit le Plan et le Pavillon, qui sont les zones les plus inondées ou exposées au risque inondation, l'interdistance est faible afin de représenter au mieux les singularités de ces zones. La Figure 4 ci-après présente une vue en plan du modèle 1D réalisé.

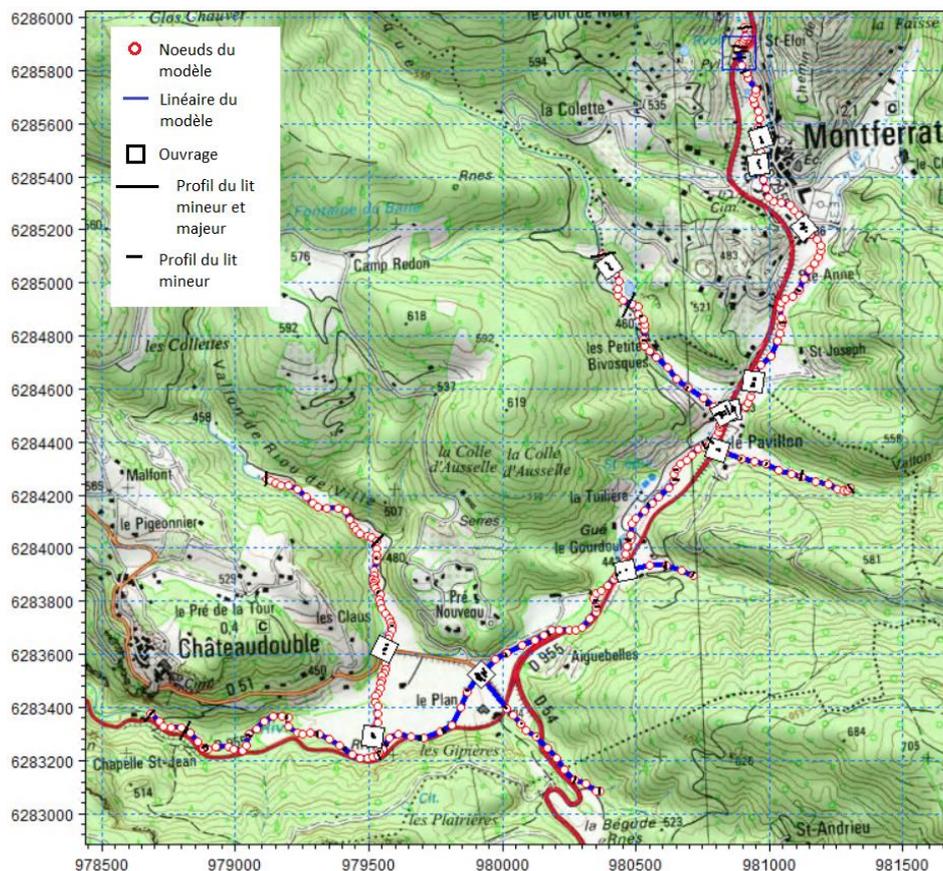


Figure 4 : Illustration du modèle 1D

3.2.3.1.2 Ouvrages

Ce modèle comporte ainsi 15 ouvrages hydrauliques (seuils et buse et ponts). Les ouvrages hydrauliques levés par GEOFIT en 2020 ont été intégrés au modèle. S’ajoute également les données levées par Opsia en 2013. Les ouvrages hydrauliques sont les ponts, les buses, les seuils...ayant un réel impact sur la dynamique des écoulements. La prise en compte des pertes de charge à leur niveau est essentielle. Les visites terrains qui ont eu lieu en 2020 et anciennes données issues de sources fiables ont permis de définir de façon exhaustive les ouvrages présents sur les cours d’eau de la zone d’étude.

Tableau 4 : Nombre d’ouvrages modélisés dans le modèle 1D

Cours d’eau	Linéaire (km)	Seuil	Buse	Pont
Nartuby amont	4,8	1	1	7
Bivosque	0,79	0	0	1
Saint-Paul	0,57	0	0	1
SBV2	0,28	0	0	1
SBV3	0,61	0	1	0
Riou de ville	1,35	0	0	2

Chaque ouvrage peut être décrit par sa localisation, ses dimensions et le coefficient de perte de charge.

3.2.3.2 MODELE 2D

La plaine inondable est modélisée avec MIKE 21 FM, qui est un logiciel de la modélisation 2D avec le maillage flexible. Les modèles 2D sont capables de représenter des écoulements dont la direction, en plan, est variable sur l’ensemble du domaine modélisé. La description de la géométrie de ces modèles fait appel à un maillage qui décrit la topographie de la rivière et de son lit majeur. A l’instar du modèle 1D le coefficient de Strickler est appliqué sur toute la zone maillée, au droit de chaque maille.

Les frontières de la zone maillée sont illustrées par le périmètre de l’étude définie précédemment. Au sein de ce secteur d’intérêt certaines zones sont densifiées dans le but d’affiner la précision des calculs numériques de hauteurs d’eau et de vitesses des écoulements.

Ainsi le lit mineur et les routes sont maillés plus finement car ils correspondent à des axes d’écoulements importants. Les zones avec fort gradient hydraulique et les zones à forts enjeux telles que la plaine inondable de la Nartuby, le Plan, les tronçons où il y a des ouvrages hydrauliques qui risque de limiter la capacité du lit mineur, etc. C’est aussi le cas des zones prédéfinies pour accueillir les aménagements. Des modifications devront être apportées lors de futures simulations de l’état.

Tableau 5 : Caractéristiques du maillage du modèle 2D

Surface du modèle 2D (km ²)	Nombre de maille	Nombre de nœuds	Taille minimale de maille (m)	Taille maximale de maille (m)
1,5	69 000	35 000	1	10

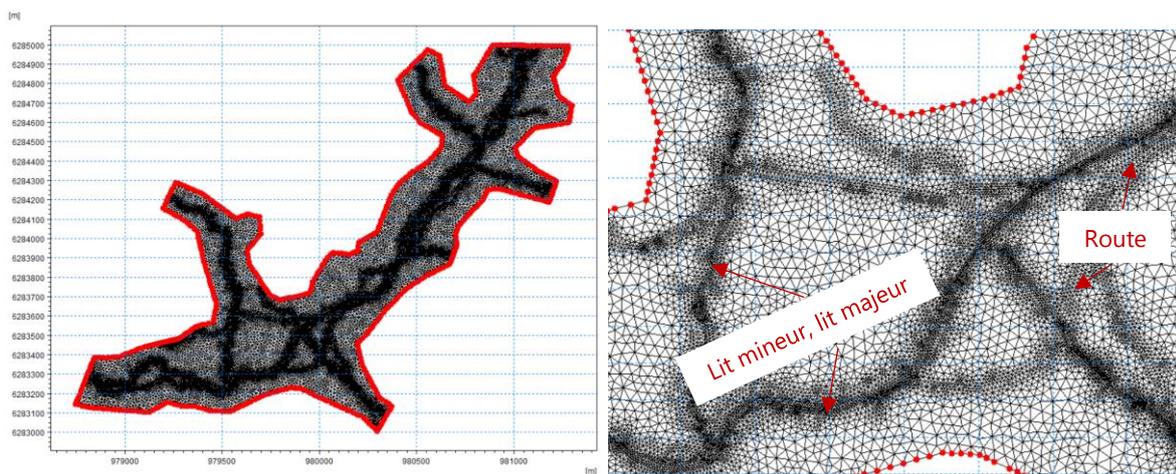


Figure 5 : Maillage dans le modèle 2D

3.2.3.3 CALAGE DU MODELE

Le calage des modèles a ainsi été réalisé sur la base d'une crue récente : évènement pluvieux du 29 au 30 octobre 2018 et une validation du modèle a été effectuée sur la base de la crue de référence : celle du 15 au 16 juin 2010.

Le modèle hydrologique et le modèle hydraulique sont considérés comme un seul système. Les deux modèles sont calés ensemble lors de cette phase. Pour une crue importante, le modèle hydrologique ne peut pas simuler le débordement et la propagation de l'inondation sur la plaine. Par conséquent, les débits de la Nartuby au Plan simulés par le modèle hydrologique ne prennent pas en compte l'effet de laminage dû au débordement.

Le modèle hydrologique doit être recalé pour produire de nouveaux hydrogrammes, avec lesquels le débit de pointe simulé par le modèle hydraulique doit être proche à l'observation ($Q_p=250 \text{ m}^3/\text{s}$).

Pour le modèle hydrologique, le paramètre ajusté est le CN, qui dépend du type d'occupation du sol et la caractéristique des sols superficiels dans les bassins versants. Pour le modèle hydraulique, les principaux paramètres hydrauliques ajustés est la rugosité du sol, qui dépend du type d'occupation du sol, et le coefficient de perte de charge des ouvrages, qui dépend du type d'ouvrage.

Le calage s'est effectué finalement en plusieurs étapes :

- Calage des valeurs de CN dans le modèle hydrologique pour que l'ordre de grandeur du débit au Plan soit cohérent ;
- Calage des coefficients de perte de charge au droit des ouvrages et singularités hydrauliques ;
- Calage du coefficient de rugosité des lits mineur et majeur sur les laisses de crue.

La crue du 23/24 novembre 2019, de période de retour estimée entre 10 et 20 ans, a été analysée (vérification qualitative) dans l'étude hydraulique portée en annexe 5. Selon les éléments mis à disposition par le SMA (pluviométrie, REX, photographies), il est à noter cette crue n'a pas engendrée de débordements majeurs dans la zone d'étude.

3.2.4 RESULTATS DE SIMULATION EN ETAT INITIAL

Les différents scénarios à simuler sont les crues de fréquence de 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100 ans et la crue de 2010. Les cartes d'aléa sont présentées dans l'annexe 5.

3.2.4.1 MONFERRAT-BIVOSQUES

Le premier débordement du lit mineur apparaît dans le tronçon au lieu-dit Ste-Anne, dès la crue de 5 ans. L'ouvrage sous la route de Draguignan est en charge à partir de la crue de 20 ans. L'ouvrage sous le chemin vers St-Joseph sera en charge pour une crue de 50 ans. L'ouvrage sous la RD955 ainsi que celui juste en aval ont une capacité suffisante permettant de passer la crue centennale.

3.2.4.2 BIVOSQUES-GUE LE GOURDOULIE

Le tronçon de la Tuilière a une capacité de 60 m³/s, permettant de passer la crue de 5 ans. Pour la crue de 10 ans, un débordement en rive gauche du tronçon de la Tuilière est constaté. La hauteur d'eau maximale atteint 1,5 m. L'eau déborde en rive gauche lors de la crue de 100 ans mais la hauteur d'eau reste inférieure à 10 cm.

Un léger débordement est constaté en rive droite du tronçon du Gué le Gourdoulie dès la crue de 5 ans. La capacité maximale est de 50 m³/s.

3.2.4.3 GUE LE GOURDOULIE – PRE NOUVEAU

La maison entre Gué le Gourdoulie et le Pré nouveau est inondé dès la crue de 20 ans par le débordement provenant de du tronçon du Gué le Gourdoulie.

Le chemin en rive droite est inondé à partir de la crue de 10 ans, ce qui correspond à un débit de 72 m³/s.

Le débordement en rive gauche de ce tronçon apparaît à partir de la crue de 20 ans. Lors de la crue de 30 ans, la RD 955 est légèrement inondée avec une hauteur d'eau inférieure à 10 cm. L'eau traverse la chaussée de la route et stagne en rive gauche de la route. Lors de la crue centennale, la hauteur d'eau maximale sur la RD 955 est comprise entre 0,2 m à 0,5 m.

3.2.4.4 LE PLAN

L'ouvrage de RD 51 a une capacité suffisante pour passer la crue centennale. Lors de la crue de 100 ans, la cote d'eau au niveau de l'ouvrage est de 431,8 m NGF tandis que la cote de la voûte est de 433,1 m NGF.

Un débordement très léger (10 cm) est constaté dès la crue de 5 ans. En rive droite du secteur du Plan. L'eau se jette dans le Riou et drainée vers l'aval. La maison est inondée à partir de la crue centennale mais la hauteur d'eau reste inférieure à 10 cm.

Le tronçon aval du Riou a son premier débordement en rive gauche dès la crue de 10 ans. Pour un débit supérieur à 50 ans, le débordement est aussi constaté en rive droite.

3.2.5 COMPARAISON DES RESULTATS AVEC LE PPRI DE LA COMMUNE DE CHATEAUDOUBLE

En 2013, SAFEGE a élaboré les cartographies des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement de la crue de référence dans le cadre de PPRI pour la commune de Châteaudouble.

La crue de référence est définie dans la note de présentation du PPRI comme étant la crue « Q100 – juin 2010 » (chapitre 8.1) pour le secteur « Amont Rebouillon », incluant notre secteur d'étude.

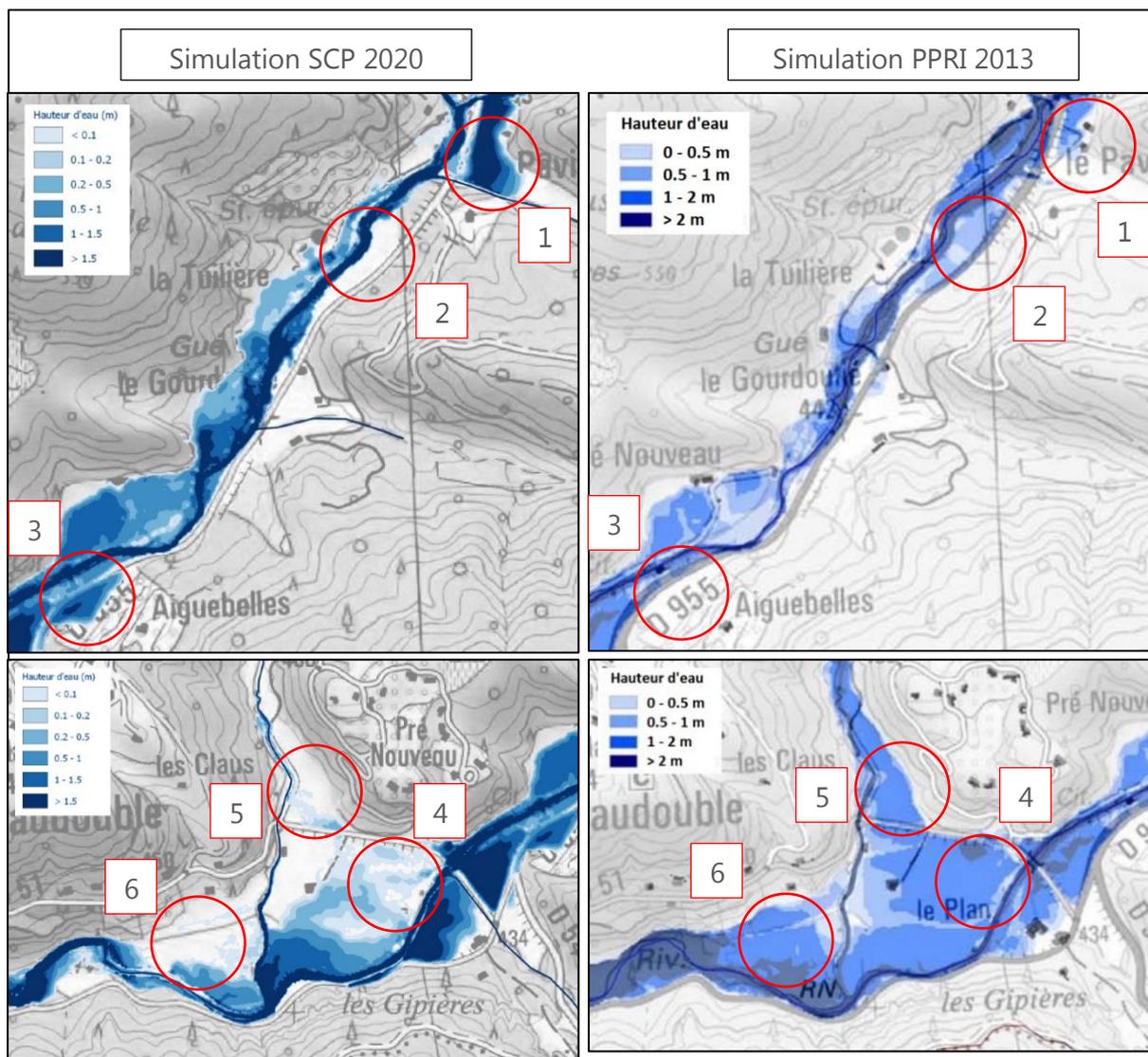
Par ailleurs, cette note mentionne le débit de référence retenu aux deux points NART_010 (Nartuby sous le pont de la RD51) et RIOU_010 (Riou de la Ville sous le pont de la RD51) comme étant le débit d'une crue centennale calculé par la méthode du Gradex (chapitre 6.7).

Dans la présente étude, une comparaison a été effectuée entre les résultats du modèle de la SCP pour la crue de juin 2010, qui constitue la crue générant le plus de débordements, et la cartographie de PPRI (qui fait référence). Il en ressort que, globalement, les zones de débordement sont globalement cohérentes dans les secteurs à enjeux humains.

La figure suivante montre la comparaison des hauteurs d'eau maximales de la crue 2010 simulées avec le modèle de la SCP (2020) et celle du PPRI (2013). De nombreuses différences ont été observées :

- **Tronçon 1 : Secteur du Pavillon, en RG de la Nartuby en aval de la confluence entre la Nartuby et le Bivosque.** La simulation de la SCP estime que la hauteur d'eau est supérieure à 1.5 m, tandis que celle du PPRI estime que la hauteur d'eau est inférieure à 1 m.

- **Tronçon 2 : RG de la Nartuby entre Le Pavillon et La Tuilière.** La simulation de la SCP montre qu'il n'y a aucun débordement en RG parce que la berge levée par GEOFIT en 2020 a une cote de 447 m NGF alors que la cote d'eau est égale à 446.3 m NGF.
- **Tronçon 3 : RG du secteur de Pré Nouveau et Aiguebelles.** La hauteur d'eau simulée par la SCP est supérieure à celle du PPRI. La simulation de la SCP montre que la RD 955 est inondée tandis que celle du PPRI ne traverse pas la route. Etant donné que la cote de la route n'a pas été changée, la seule explication est que le débordement est plus fort dans le modèle de la SCP.
- **Tronçon 4 : A l'aval de la RD 51.** Le modèle de la SCP montre un débordement plus fort en RG qu'en RD. Le PPRI indique que le débordement en RD est aussi fort qu'en RG.
- **Tronçon 5 : Amont de l'ouvrage RD 51 du Riou-de-Ville.** Le modèle de la SCP montre un débordement faible en RG. Le PPRI montre un fort débordement qui traverse le RD 51 et inonde une grande partie du secteur du Plan.
- **Tronçon 6 : RG et RD de la Nartuby en aval de la confluence avec le Riou-de-Ville.** Le PPRI montre un débordement plus fort que le modèle de la SCP.



Ces écarts proviennent de 2 types de différences entre les deux modèles :

- **Différents hydrogrammes** : La note de présentation du PPRI (2013) explique que, pour les bassins versants dont la taille est inférieure à 250 km², les débits de crue de référence injectés dans le modèle hydraulique ont été calculés à partir des débits de Q20, en utilisant la méthode de Gradex (page 130 et 132 de la note de présentation du PPRI). Les débits de Q20 ont été calculés à l'aide d'un modèle SCS et une averse vicennale. Dans le modèle de la SCP, les débits de la crue 2010 ont été calculés à l'aide d'un modèle SCS, en utilisant les données de précipitation Antilope J+1, ayant un pas de temps horaire. Cette différence impacte directement la quantité d'eau débordée (ex. Tronçon 1, 4 et 5).

- **Différentes topographies** : Le modèle de la SCP a été construit avec les profils en travers levés en 2020 et les dimensions des ouvrages levés en 2013. Le modèle de SAFEGE a été construit avec les profils et les ouvrages levés en 2010, 2011 et 2013 par OPSIA. Depuis l'année 2010, 5 crues importantes ont été observées (voir le §3.2.1) dans ce tronçon et il est certain que la morphologie du lit mineur a beaucoup évolué. Cette différence de la topographie provoque la différence de la quantité d'eau débordée et de la différence de la localisation du débordement (ex. Tronçon 1, 2 3).

De plus, dans certains tronçons (ex. Tronçon 1 et 3), le modèle de la SCP a des débordements plus forts que celui de PPRI. Cela entraîne une diminution de la quantité d'eau débordée dans le tronçon aval (ex. Tronçon 4 et 6).

Les différences ponctuelles observées sur les cartographies des hauteurs d'eau proviennent de la combinaison de ces différentes causes.

3.2.6 SYNTHÈSE DES ENJEUX INONDABLES SUR LE SECTEUR D'ÉTUDE

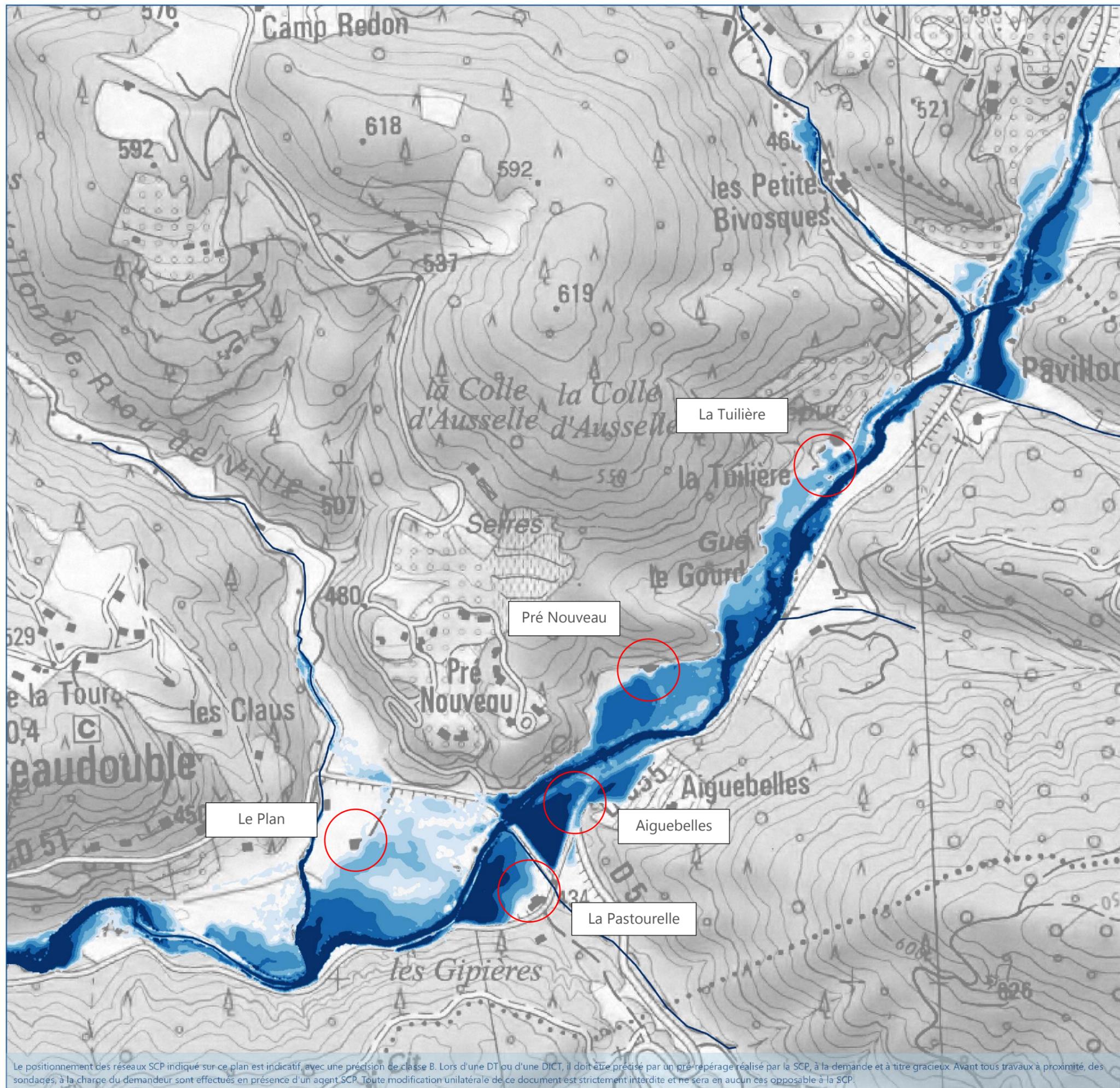
Les simulations en état actuel font ressortir les zones à enjeux inondées suivantes :

- La Tuilière, en rive droite,
- Le Pré Nouveau, en rive droite,
- Aiguelles, en rive gauche (entre la RD51 et la RD955),
- Le Plan, en rive droite,
- La Pastourelle, en rive gauche

La carte ci-dessous localise ces secteurs, vis-à-vis de la crue de juin 2010.

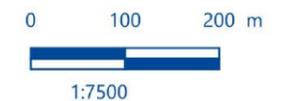
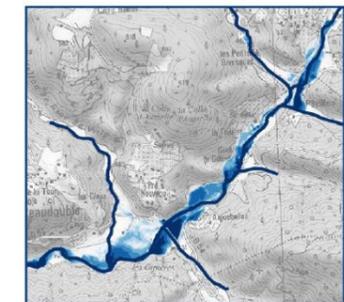
**MAITRISE D'OEUVRE DE
L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE
DE LA NARTUBY AMONT**

**Carte d'aléa de l'état actuel
Crue 2010 : Hauteur d'eau**



Légende

- Modèle 1D
- Hauteur d'eau (m)
- < 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 1.5
- > 1.5



N° : 2020_01_15-83 00 - [N]
Code Affaire Numéro Planche

Date : 18-09-2020
Dessiné par : M. DU - Vérifié par : F. GAZELLE
Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25 ®



Le positionnement des réseaux SCP indiqué sur ce plan est indicatif, avec une précision de classe B. Lors d'une DT ou d'une DICT, il doit être précisé par un pré-réperage réalisé par la SCP, à la demande et à titre gracieux. Avant tous travaux à proximité, des sondages, à la charge du demandeur sont effectués en présence d'un agent SCP. Toute modification unilatérale de ce document est strictement interdite et ne sera en aucun cas opposable à la SCP.

3.3 DIAGNOSTIC HYDROMORPHOLOGIQUE

3.3.1 GENERALITES

La zone d'étude est située de la confluence du Bivosque avec la Nartuby (commune de Montferrat) jusqu'à la station d'épuration de Châteaudouble. Seul le vallon de Bivosque et la Nartuby sont identifiés en masse d'eau sur ce secteur.

Le profil en long au droit du secteur d'étude présente deux tronçons de caractéristiques distinctes. Un premier secteur depuis la confluence du Beaudron jusqu'au vallon du Baume Garnier d'une pente de 1.3% sur 1 km et un second secteur plus en aval jusqu'à la RD 51, d'une pente moyenne de 1.5%, marqué par la présence de terrasses alluvionnaires perchées en conséquence de l'abaissement du lit.

En aval du pont, la pente s'accroît. L'affluent Riou de ville, situé en rive droite y draine un volume important de matériaux lorsqu'il est en crue. Enfin, à l'entrée des gorges de Châteaudouble, en aval du secteur étudié, la pente atteint 5% jusqu'au seuil de la Clappe.

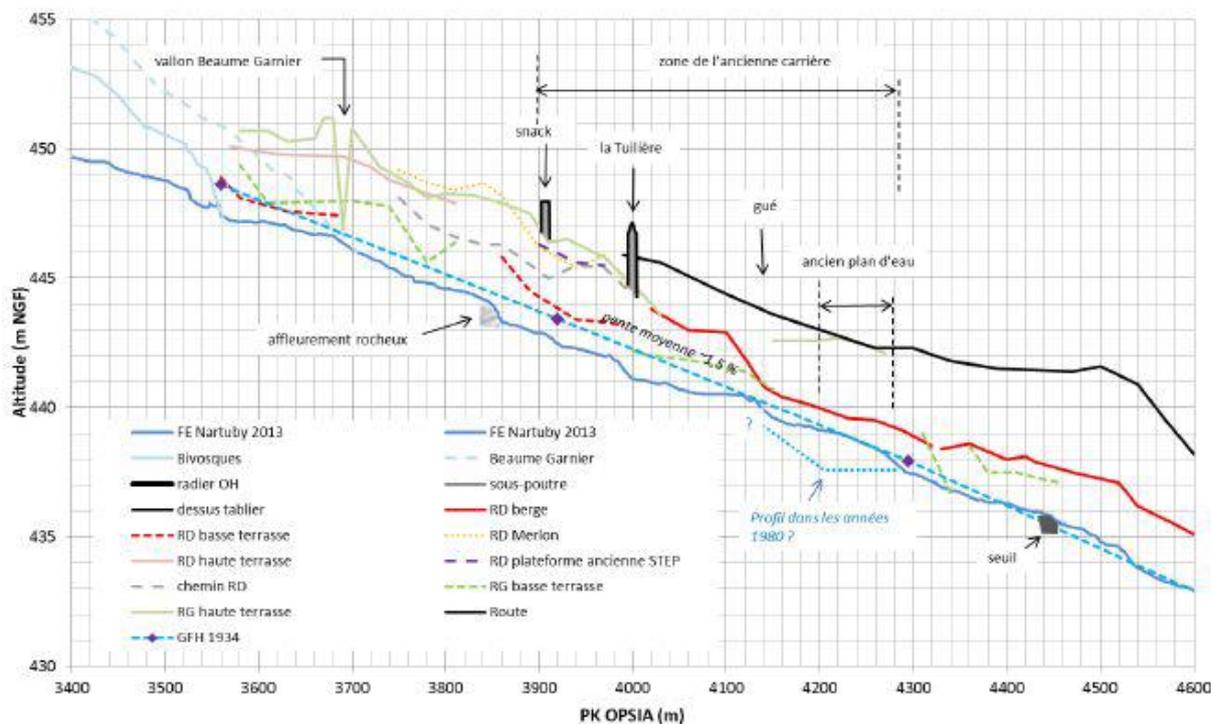


Figure 6: Profil en long de la zone d'étude (source: Artélia 2015)

L'histoire du cours d'eau dans ce secteur est fortement influencée par le transport solide. L'extraction de granulats et les crues successives ont probablement marqué la trajectoire récente du cours d'eau et ses évolutions. Ce tronçon est marqué par la présence de terrasses alluvionnaires actuellement perchées et consécutives à un abaissement du fond du lit mis en évidence en comparant le profil de 1934 et les relevés de 2013.

Ce secteur a fait l'objet d'exploitation de granulats de 1960 à 1980. Depuis l'arrêt des extractions et, suite aux crues successives qui se sont produites, ce secteur est en cours d'engraissement. Récemment, les crues de 2010, 2018 et 2019 ont largement reconfiguré la Nartuby et ses affluents : érosions de berges, élargissements et exhaussements du lit.

Différents aménagements sont aussi présents sur le secteur, influençant directement sa morphologie. Une description par tronçons est réalisée ci-après, de l'amont vers l'aval.

3.3.2 LE BIVOSQUE

L'affluent du Bivosque situé en rive droite de la Nartuby constitue le point de départ amont de la zone d'étude. Ce cours d'eau, bien qu'étant asséché sur certains secteurs une partie de l'année reste un contributeur important de la Nartuby en débit liquide et débit solide. La granulométrie des sédiments y est globalement grossière avec une majorité de blocs et de galets.

Des aménagements ont été réalisés sur la zone de confluence du Bivosque avec la Nartuby :

- Des enrochements et des gabions ont été installés pour renforcer les berges du Bivosque à sa confluence. La présence d'un matelas-gabions est observée en rive gauche de la Nartuby (en face de l'arrivée du Bivosque) sur des terrasses alluviales pour limiter le risque d'érosion.
- Une grille métallique a été placée en amont du pont permettant l'accès à la Tuilière. Cet équipement, servant de pièce à embâcles, contribue au blocage d'une fraction importante de la charge alluviale grossière de fond (cf. figures suivantes).

Cet obstacle au transport solide a pour effet de limiter les apports sédimentaires du Bivosque nécessaires au bon fonctionnement hydromorphologique de la Nartuby.

Une adaptation de cet ouvrage permettrait de favoriser la libre circulation de ces sédiments.



Figure 7 : Grille en amont du cadre béton



Figure 8 : Grille responsable de la rétention de la charge de fond

3.3.3 LA NARTUBY ENTRE LE BIVOSQUE ET LE LIEU-DIT « GOURDOULIE »

Le Bivosque étant un contributeur important en débit, un élargissement du lit de la Nartuby est observé en aval de sa confluence. Sur ce tronçon, une alternance de zones d'érosion et de zones aménagées (digues, merlons) se succède.

- Merlons en aval de la confluence du Bivosque (rive droite):

Des merlons sont présents sur un linéaire de plusieurs centaines de mètres en rive droite de la Nartuby, à l'aval immédiat de la confluence du Bivosque. Ces merlons sont en bordure d'un pré et ne semblent pas protéger de réels enjeux. Le seul enjeu présent sur cette zone est une maison situé sur un point haut de la parcelle.



Figure 9: Merlons présents en rive droite de la Nartuby, à l'aval de la confluence du Bivosque

- La zone de confluence du vallon de la Baume Garnier :

Un peu plus à l'aval se situe la confluence du vallon de la Baume Garnier. Comme représenté sur la figure ci-après, un seuil de stabilisation du lit est présent au niveau du pont de franchissement de la RD 955.

Présentant une marche en amont de l'ouvrage, ce seuil de protection constitue un obstacle au transport solide du cours d'eau, et contribue, lui aussi, à la rétention d'une partie de la charge alluviale grossière de fond.



Figure 10: Seuil de stabilisation du pont de la RD955 sur le vallon de la Baume Garnier

Des zones d'érosion sont présentes à l'aval immédiat du seuil (fosse d'affouillement), ainsi qu'au niveau des berges à la confluence du cours d'eau, ce qui témoigne de la dynamique de cet affluent.

Cette dynamique se confirme notamment par la présence d'une zone d'érosion en rive droite de la Nartuby, quelques dizaines de mètres plus à l'aval de la confluence.



Figure 11: Erosion en rive droite à l'aval de la confluence avec Baume Garnier



Figure 12: Route d'accès à la Tuilière

La zone érodée constituait par le passé une zone de décharge de déchets et de granulats. Cette érosion de berge témoigne du besoin de recharge latérale du cours d'eau. La puissance du cours d'eau, la faible stabilité des matériaux de la berge ainsi que les merlons en rive droite juste à l'amont de ce secteur sont les facteurs principaux ayant provoqués l'érosion de la berge à cet endroit.

Cette recharge latérale peut s'expliquer aussi par la présence d'une granulométrie importante dans le fond du lit du cours d'eau. Celui-ci ayant un besoin de recharge en matériaux, une érosion est provoquée sur des secteurs à plus faible granulométrie, nécessitant une force tractrice moins importante. Cela est le cas sur ce secteur de berge, constitué de différents horizons à granularité variable.

Cette érosion s'avère problématique au vu de la proximité de la route d'accès à la Tuilière. D'autant qu'il est déjà possible d'observer le réseau d'eau potable affleurer dans la berge au droit de la route.

- Erosion au niveau de l'ancien snack (rive gauche):

Une autre zone d'érosion importante est présente plus en aval, en rive gauche au niveau de l'ancien snack.



Figure 13: Localisation de l'ancien snack (source: géoportail)



Figure 14: Vue sur la zone d'érosion de la zone de l'ancien snack

Ce secteur est un cas particulier car il devait servir d'entrée à l'ancienne carrière et a probablement été comblé et rehaussé par des dépôts d'éléments fins et/ou non valorisables.

Cela explique la forte érodabilité sur ce secteur de berge concave. Pour l'instant, ce désordre important ne présente pas de risques majeurs au vu de l'absence d'enjeux à proximité, la RD 955 se situant à plus de 35 m du cours d'eau et le snack ayant été retiré en partie.

- Erosion en aval de la Tuilière au niveau du lieu-dit Gourdoulié (rive droite)

Une érosion de berge en rive droite est observée, en aval de la Tuilière.



Figure 15: Erosion de berge en rive droite en aval de la Tuilière

Cette érosion met en péril les réseaux localisés en bordure du cours d'eau. Les réseaux d'eau potable et d'eaux usées ont déjà été déplacés en 2009. Le réseau télécom actuellement en place est aussi menacé par cette érosion de berge (poteau en bord de berge).



Figure 16: Poteau électrique menacé par l'érosion



Figure 17: Anciens réseaux mis à nu

3.3.4 LA NARTUBY ENTRE LE LIEU-DIT « GOURDOULIE » ET LE PONT DE LA RD51

Sur ce secteur, le tracé de la Nartuby se rapproche de la RD 955, et plusieurs aménagements longitudinaux sont présents sur les deux berges.

Différents désordres sont observés au niveau de ces aménagements. Tout d’abord, un premier mur de protection sur la rive droite de la Nartuby a subi une déstructuration par les crues.



Figure 18: Mur de protection en rive droite sur le secteur de Pré Nouveau

Plus en aval, des signes d’érosion sont aussi visibles en deux endroits au pied du mur de soutènement de la RD 955. Ce secteur se situe en rive gauche de la Nartuby, sur l’extrados d’un méandre où la section s’est réduite avec le dépôt de terrasses alluviales dans la berge convexe. Au vu des enjeux que représente cette route, une consolidation de ces murs de soutènement paraît nécessaire afin de palier de nouveaux désordres lors des prochaines crues.



Figure 19: Erosion du pied du mur de protection de la RD 955

3.3.5 LA NARTUBY ENTRE LE PONT RD 51 ET LA STATION D'EPURATION

Sur ce secteur aval, différents désordres peuvent être observés pouvant mettre en péril les infrastructures en place.

- Erosion progressive à l'aval immédiat du pont de la RD 51:

Sur la partie aval de la zone d'étude se situe le pont de la RD51, permettant l'accès à Châteaudouble depuis la RD 955.



Figure 20: Localisation du pont de la RD51

Un seuil a été réalisé à la base de cet ouvrage afin de stabiliser le fond du lit du cours d'eau. Selon l'étude d'Artélia *Mise en place et rétablissement d'aménagements hydrauliques sur la Haute et Basse Nartuby*, de mars 2017, ce seuil a vraisemblablement été construit dans les années 1990 afin de limiter une incision du lit autour des appuis de l'ouvrage. Une photo de 1993, présentant le pont sans le seuil est d'ailleurs présente dans ce rapport (cf. photo ci-dessous).

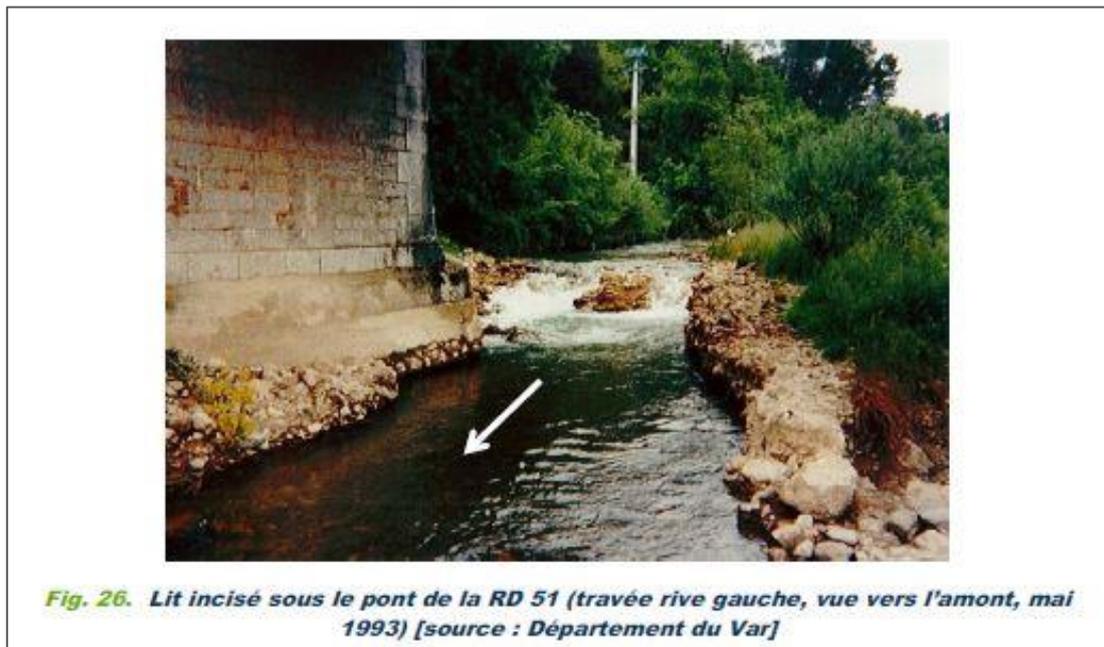


Fig. 26. Lit incisé sous le pont de la RD 51 (travée rive gauche, vue vers l'amont, mai 1993) [source : Département du Var]

Figure 21: Pont de la RD 51 sans l'ouvrage de seuil à sa base (source: Artelia 2017)

En plus de l'accélération des vitesses au niveau du pont, causée par la réduction de la section hydraulique, il est probable que les extractions de granulats ayant eu lieu plus en amont aient eu un impact sur l'incision du cours d'eau jusqu'à cet endroit.

Le seuil a été réalisé en maçonnerie de moellons.



Figure 22: Erosion progressive à l'aval du pont de la RD 51

La réalisation de cet ouvrage a provoqué un affouillement du lit mineur à l'aval d'environ 1 m engendrant une hauteur de chute encore plus importante. Cela a pour effet de rendre encore plus complexe la continuité biologique au droit de l'ouvrage.

Cependant, en l'état actuel des connaissances sur les populations piscicoles **le gain écologique d'une restauration resterait assez faible** notamment à cause des assècs fréquents et de la granulométrie des fonds incompatibles avec l'exigence de la truite pour la reproduction.

Concernant la continuité sédimentaire, la construction de ce seuil a provoqué un obstacle au transport solide par le piégeage des matériaux à l'amont, ce qui a eu pour conséquence de modifier le profil d'équilibre du cours d'eau. Cela s'est accentué par la suite avec l'affouillement à l'aval.

Etant donné l'important charriage de la Nartuby, le remous solide a atteint aujourd'hui la crête du seuil, rendant l'ouvrage relativement transparent pour le transport solide. Un arasement ou un dérasement du seuil pourrait engendrer une érosion régressive sur un linéaire important. Le secteur ayant été énormément impacté par les activités d'extraction de granulats, il ne semble pas judicieux de recréer une incision du lit sur ce secteur où le profil du cours d'eau a déjà été fortement abaissé. La Nartuby étant aujourd'hui dans une dynamique de recharge sédimentaire, il semble judicieux de le laisser dans sa quête d'engraissement.

- Erosion de berge et atterrissements entre le pont de la RD 51 et la STEP:

La plupart des cours d'eau à dynamique active, qui ont souvent été les plus exploités par les extractions en lit mineur, ont aujourd'hui besoin de se recharger en sédiments par érosion latérale afin d'équilibrer leur « balance morphodynamique ». C'est le concept d'espace de liberté ou de mobilité. Cela se vérifie une fois de plus à l'aval du pont de la RD51 avec une zone d'érosion d'un mur de confortement sur un linéaire de plusieurs dizaines de mètres en rive droite. Une terrasse alluviale est présente en rive gauche mais totalement végétalisée (cf. figure ci-après). Cette végétalisation empêche la mise en mouvement des sédiments en période crue, pouvant contraindre le cours d'eau à se recharger sur d'autres secteurs. En ce sens, le Syndicat Mixte de l'Argens réalise depuis plusieurs années un entretien de la végétation, notamment sur cette terrasse alluvionnaire.



Figure 23: Zone aval du pont de la RD 51

L'érosion de berge observée a eu pour conséquence de mettre à nu le collecteur d'eaux usées qui rejoint la station d'épuration à l'aval. Cela avait déjà eu lieu en 2009, et le réseau avait été déplacé de plusieurs mètres en décalage du cours d'eau. Force est de constater que la Nartuby, ayant besoin de retrouver un nouveau profil d'équilibre, continue sa quête de mobilité latérale. La piste d'accès à la STEP est aujourd'hui aussi menacée par cette érosion.

Un autre enjeu présent sur le secteur est la traversée d'une ligne haute tension. Un pylône est d'ailleurs situé en bordure du cours d'eau.



Figure 25: Zone d'érosion en bordure de piste d'accès



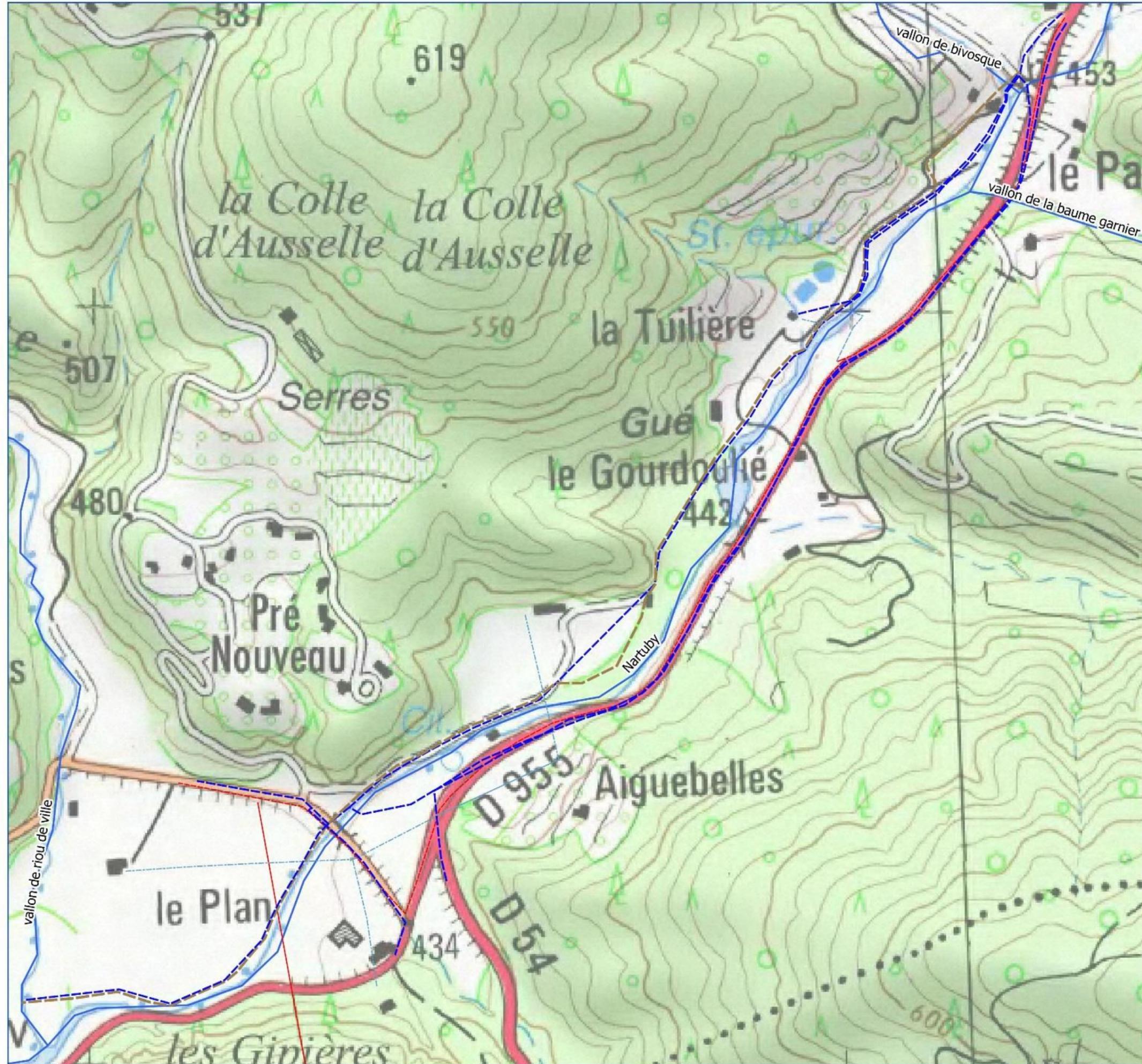
Figure 24: Réseau d'eau usée mis à nu

Un déplacement de ces réseaux est nécessaire afin d'anticiper de nouvelles dégradations par les crues à venir.

3.4 RESEAUX PRESENTS

De nombreux réseaux sont présents au sein de la zone d'étude, dont la conception des aménagements tient compte :

- **Réseau d'Eaux Usées (EU), géré par la SAUR pour le compte de Dracénie Provence Verdon Agglomération (DPVA) :** évacuation des eaux usées de Montferrat et Châteaudouble vers la STEP, notamment via le chemin de desserte des habitations situées en rive droite de la Nartuby ;
- **Réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP), géré par la SAUR, pour le compte du SIVOM susmentionné :** alimentation de Châteaudouble et des habitations situées en rive droite de la Nartuby via la RD955, la RD51 et le chemin de desserte des habitations susmentionnées ;
- **Réseau de télécommunication Orange :** présent sous la RD955 et accès aux habitations situées en rive droite de la Nartuby par des traversées ponctuelles ;
- **Réseau électrique Enedis :** présent sous la RD955 et accès aux habitations situées en rive droite de la Nartuby par des traversées ponctuelles.



Maitrise d'oeuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont

Carte 3 : Plan des réseaux

Légende

-  Réseau hydrographique
- Réseaux existants:
-  AEP / souterrain
-  électrique - BT / aérien
-  électrique - BT / souterrain
-  électrique - BT / torsadé (aérien)
-  électrique - HTA / aérien
-  électrique - HTA / souterrain
-  EU / souterrain
-  télécommunications / aérien
-  télécommunications / souterrain



N° : 2020_01_15-83 003 -
Code Affaire Numéro Indice

Date : 21-09-2020
 Dessiné par : M. BOUTERIN - Vérifié par : F.GAZELLE
 Référence fichier - 2020_01_15-83-001-002-MOE-SMA NARTUBY AMONT_réseaux+amenagements.ggz
 Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25 - Bd Carthage



3.4.1 ASSAINISSEMENT

Le réseau d'eaux usées en PVC DN200 descend en rive droite de la Nartuby, depuis la commune de Montferrat vers la station d'épuration située en aval de la confluence avec le Riou de la Ville.

Son tracé a été repéré sur site avec le personnel de la SAUR, exploitant du réseau intercommunal pour la communauté d'agglomération DPVA : il longe en grande partie le cours d'eau, en étant dans ou très près de la berge à certains endroits visible sur la carte présentée en début de paragraphe 3.4.

Compte tenu de la position du réseau, il constitue un enjeu en lien avec les érosions de berges en cours, afin de garantir la continuité de service publique.

3.4.2 EAU POTABLE

Le tracé du réseau d'eau potable suit celui du réseau d'eaux usées entre les Bivosques et le pont de la RD51, en cheminant aux abords de la berge en rive droite de la Nartuby.

La reconnaissance de terrain effectuée avec le personnel de la SAUR, exploitant du réseau intercommunal pour la communauté d'agglomération DPVA, a permis d'affiner la localisation du tracé.

Comme pour le réseau d'eaux usées, la position du réseau d'eau potable proche du cours d'eau constitue un enjeu en lien avec les érosions de berges en cours, afin de garantir la continuité de service publique.

3.4.3 ELECTRICITE

Le réseau Haute Tension A (HTA) aérien descend depuis le massif montagneux situé entre Figanières et Châteaudouble. Un poteau HTA est situé dans la zone du plan, en bordure immédiate de la Nartuby (cf. photo ci-après). Étant situé sur la berge, il existe un risque de déstabilisation du poteau au fil des crues ou lors d'une crue particulièrement violente.



Le réseau principal HTA est situé sous la RD51, puis la RD9955, dont le talus pourrait être déstabilisé à certains endroits comme c'est le cas plus en aval dans les gorges (la route est coupée à la circulation).

Les habitations situées en rive droite de la Nartuby à la Tuilière, au Pré Nouveau et au Plan sont alimentées via des traversées aériennes, dont les poteaux sont situés aux abords immédiats de la Nartuby et pourraient chuter au fil des érosions de berge comme cela a déjà été le cas en face de la Tuilière (poteau tombé dans le cours d'eau, cf. photo ci-après).



La présence de réseaux électriques aux abords la Nartuby constitue un enjeu important pour l'alimentation électrique de la commune de Châteaudouble.

3.4.4 TELECOMMUNICATIONS

Ce réseau présente une implantation similaire à celle du réseau électrique, avec un axe principal sous la RD51 et la RD955, et des traversées de la Nartuby vers les habitations situées en rive droite à la Tuilière et au Pré Nouveau.

La traversée de la Nartuby vers l'habitation de la Tuilière est particulièrement à risque, vu la situation actuelle du poteau très proche de la berge érodée (cf. photo ci-après).



Un central de répartition est présent entre la RD955 et la Nartuby (cf. figure ci-après). Cet ouvrage stratégique pour Orange doit être protégé car son déplacement engendrerait des travaux hors de proportions avec le présent marché (retrait du bâtiment, construction d'un nouveau bâtiment, acquisition foncière, redéploiement de tout le réseau).



Les réseaux de télécommunication représentent des enjeux ponctuels à l'échelle du projet, mais importants pour les habitants de La Tuilière et du Pré Nouveau.

4 PRINCIPES D'ACTION

Les enjeux, risques et contraintes de la situation actuelle établit dans le chapitre précédent conduit à envisager un plan d'action orienté selon trois axes :

1. La prise en compte des enjeux écologiques et morphologiques :

Le premier principe est de conserver une grande partie de l'existant en bon état (boisements rivulaires, milieux ouverts et zones de frayères). Ce principe se traduit par une absence d'actions d'aménagement de ces milieux.

Le deuxième principe est de favoriser les échanges entre le lit mineur et les berges du cours d'eau (connectivité latérale), en supprimant les merlons et en adoucissant et revégétalisant les pentes des berges, et de rétablir la continuité longitudinale par l'aménagement des seuils présents (dalot des Bivosques, radier du pont de la RD955, radier du pont de la RD51).

Enfin le troisième principe est de laisser le cours d'eau éroder les berges là où c'est possible (ne pas faire de protection), notamment dans les zones d'extrados sans enjeu immédiat.

2. La prise en compte des enjeux liés aux réseaux :

Face aux menaces de mise à nu des réseaux humides ou de chute des réseaux aériens, et afin de laisser le cours d'eau se déplacer latéralement, ces réseaux sont à déplacer vers des zones où le risque est moindre à une échelle de temps raisonnable (20 ans, 30 ans).

De même les chemins d'accès à l'habitation de la Tuilière, à celle du Pré Nouveau, et à la STEP sont à reprendre pour sécuriser les accès à ces bâtiments.

3. La prise en compte des enjeux liés aux habitations (inondation) :

Les habitations de la Tuilière, du Pré Nouveau et du Plan sont situées dans ou à proximité immédiate des zones inondables.

De plus les aménagements envisagés dans le cadre de la prise en compte des enjeux écologiques entraîneraient potentiellement une modification des écoulements (suppression des merlons en crête de berge) et une augmentation des risques d'inondation. Il convient donc de prévoir des protections de ces enjeux.

Par ailleurs, **concernant l'aspect financier du projet**, une enveloppe de 1 672 000 € HT est prévue pour la réalisation des travaux liés cette action du PAPI. Ce budget constitue donc une contrainte du projet.

5 SCENARIOS D'AMENAGEMENTS

Deux scénarios d'aménagements sont proposés pour répondre aux principes d'action définis dans le chapitre précédent.

Ces deux scénarios disposent de nombreux aménagements en communs, et d'aménagements alternatifs pour certains.

Le premier scénario constitue le scénario de base permettant la prise en compte de tous les enjeux.

Le second scénario propose des aménagements alternatifs soient plus ambitieux, soient tenant compte des premiers échanges avec les riverains concernés.

Les aménagements de protection rapprochée des habitations sont dimensionnés en première approche vis-à-vis de la crue de juin 2010, de période de retour estimée à plus de 200 ans.

Le choix de la période de retour de crue permettant de dimensionner ces aménagements sera validé avec le Comité de Pilotage de l'étude.

Les autres aménagements ne sont pas dimensionnés par rapport à la protection contre une crue, mais par rapport à des objectifs morphologiques et environnementaux.

Remarques :

- Les déplacements de réseaux ont été systématiquement abordés lors des visites avec les concessionnaires et les aménagements proposés ici sont le fruit d'un travail collectif mené avec eux.
- Les propriétaires ont été rencontrés par la SCP et/ou le SMA pour discuter des aménagements. La concertation se poursuivra en cours de phase AVP pour finaliser la conception des aménagements et le tracé des réseaux.

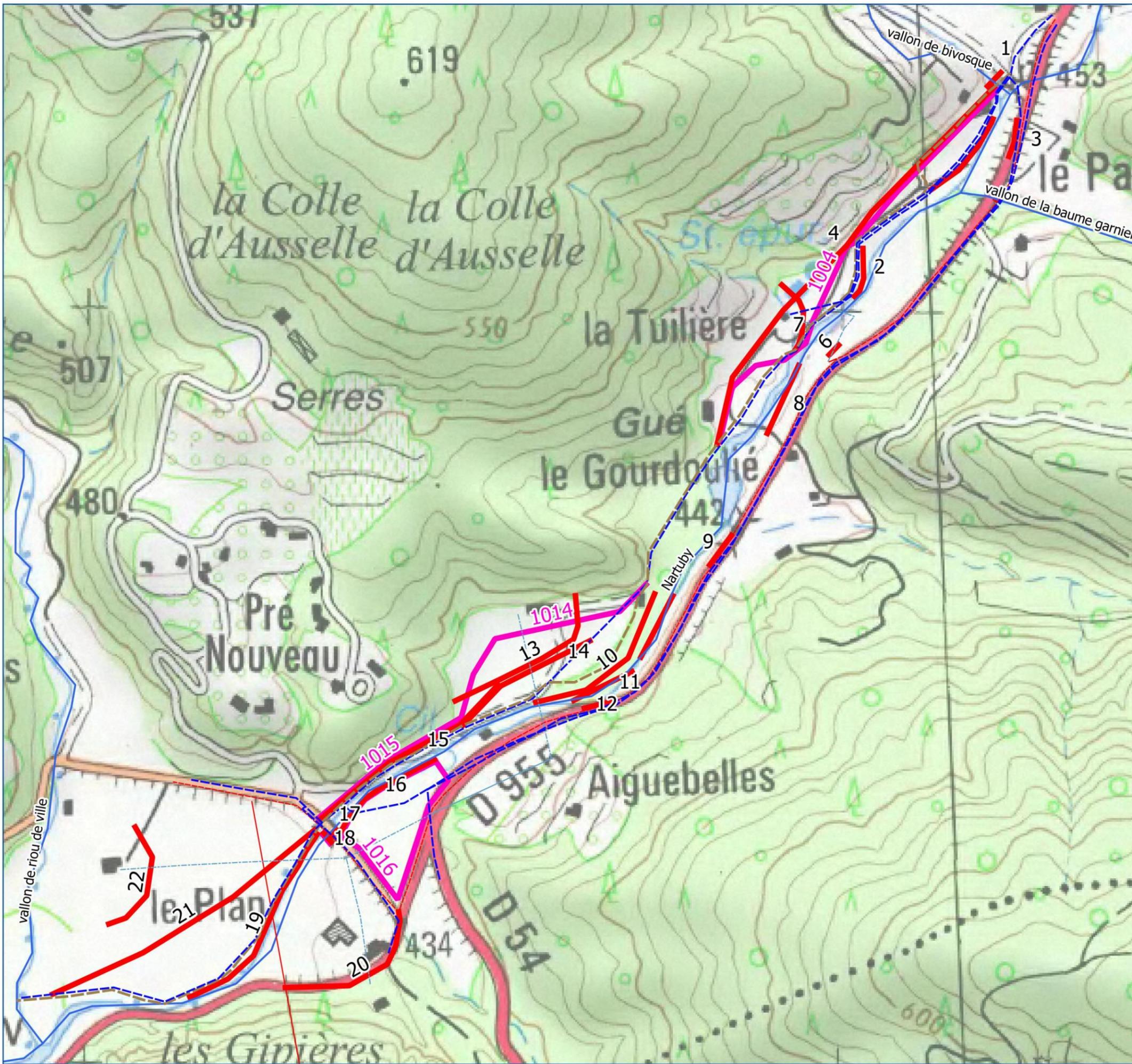
5.1 DESCRIPTION DU SCENARIO 1

Ce premier scénario comporte 22 aménagements répartis sur tout le linéaire d'étude, et listés dans le tableau ci-après.

Ces aménagements sont décrits sommairement dans les paragraphes dédiés.

La carte ci-après localise les aménagements du scénario 1, numérotés de 1 à 22, ainsi que ceux spécifiques au scénario 2, numérotés à partir de 1000 (exemple : l'aménagement 1004 du scénario 2 constitue une alternative de l'aménagement 4 du scénario 1).

n°	Aménagement	Enjeux
1	Adaptation grille dalot Bivosque	continuité écologique
2	Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (200 ml)	connectivité latérale + morphologie
3	Création protection RD955 RG (50 ml)	protection axe routier
4	Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation La Tuilière (480 ml)	réseaux + accès
5	Création rampe seuil RD955 Baume Garnier	protection axe routier
6	Déplacement poteau BT Enedis La Tuilière	réseaux
7	Protection locale La Tuilière (100 ml)	inondation
8	Réactivation bras secondaire (110 ml)	morphologie
9	Protection mur RD955 RG (30 ml)	axe routier
10	Retrait mur et merlon RD Pré Nouveau + adoucissement berges + revégétalisation (230 ml)	connectivité latérale + morphologie
11	Réactivation deux bras secondaires (140 ml)	morphologie
12	Protection mur RD955 RG (40 ml)	protection axe routier
13	Protection locale Pré Nouveau (220 ml)	inondation
14	Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation Pré Nouveau (côté Est) (210 ml)	réseaux + accès
15	Raccordement réseau Orange vers la RD51 le long de la piste existante (220 ml)	réseaux
16	Retrait merlon RG + revégétalisation (170 ml)	connectivité latérale + morphologie
17	Création d'une passe à poisson sous le pont de la RD51	continuité écologique
18	Confortement de la rampe aval du pont de la RD51 par longrine + enrochements libres	protection axe routier
19	Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (290 ml)	connectivité latérale + morphologie
20	Déplacement réseau Enedis HTA + BT	réseaux
21	Déplacement réseaux EU+AEP (410 ml)	réseaux
22	Protection locale Le Plan (160 ml)	inondation



Maitrise d'oeuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont

Carte 4 : Carte des aménagements

- Légende**
- Réseau hydrographique
 - Aménagements de base
 - Aménagements alternatifs



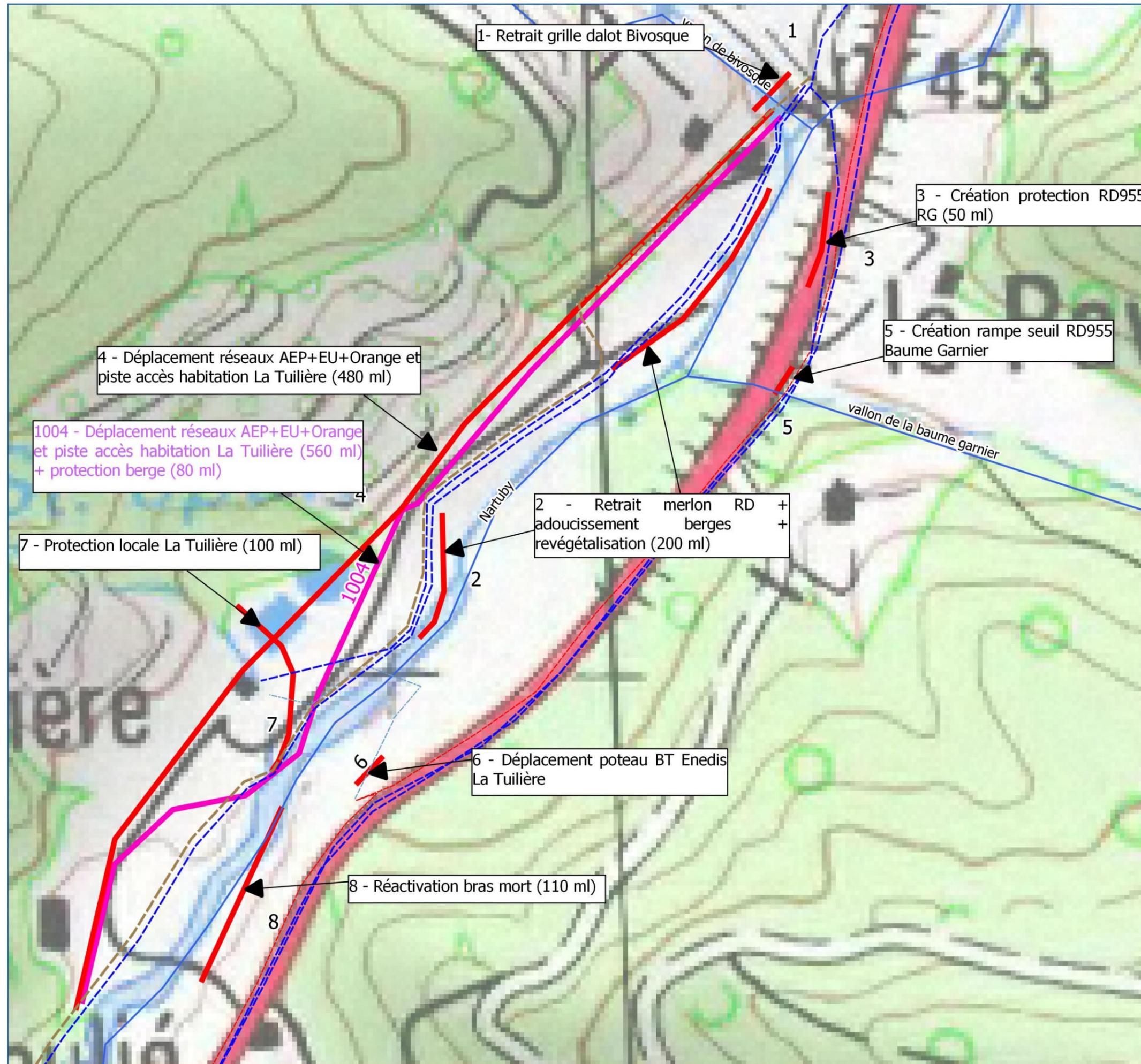
N° : 2020_01_15-83 004 -
Code Affaire Numéro Indice

Date : 25-09-2020
 Dessiné par : F. GAZELLE - Vérifié par : F.GAZELLE
 Référence fichier - 2020_01_15-83-001-002-MOE-SMA NARTUBY AMONT_réseaux+amenagements.gqz
 Sources : Société du Canal de Provence - © IGN – SCAN25® - Bd Carthage



Maitrise d'oeuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont

Carte 5 : Carte des aménagements - Zone amont



Légende

- Réseau hydrographique
- Aménagements de base
- Aménagements alternatifs
- Réseaux existants :
- AEP / souterrain
- électrique - BT / aérien
- électrique - BT / souterrain
- électrique - BT / torsadé (aérien)
- électrique - HTA / aérien
- électrique - HTA / souterrain
- EU / souterrain
- télécommunications / aérien
- télécommunications / souterrain



N° : 2020_01_15-83 005 -
Code Affaire Numéro Indice

Date : 25-09-2020
 Dessiné par : F. GAZELLE - Vérifié par : F.GAZELLE
 Référence fichier - 2020_01_15-83-001-002-MOE-SMA NARTUBY AMONT_réseaux+amenagements.gqz
 Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25® - Bd Carthage

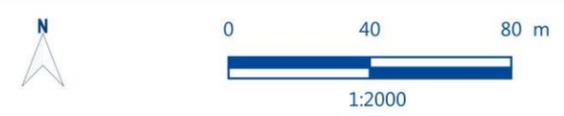


Maitrise d'oeuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont

Carte 6 : Carte des aménagements - Zone médiane

Légende

-  Réseau hydrographique
-  Aménagements de base
-  Aménagements alternatifs
- Réseaux existants
 -  AEP / souterrain
 -  électrique - BT / aérien
 -  électrique - BT / souterrain
 -  électrique - BT / torsadé (aérien)
 -  électrique - HTA / aérien
 -  électrique - HTA / souterrain
 -  EU / souterrain
 -  télécommunications / aérien
 -  télécommunications / souterrain



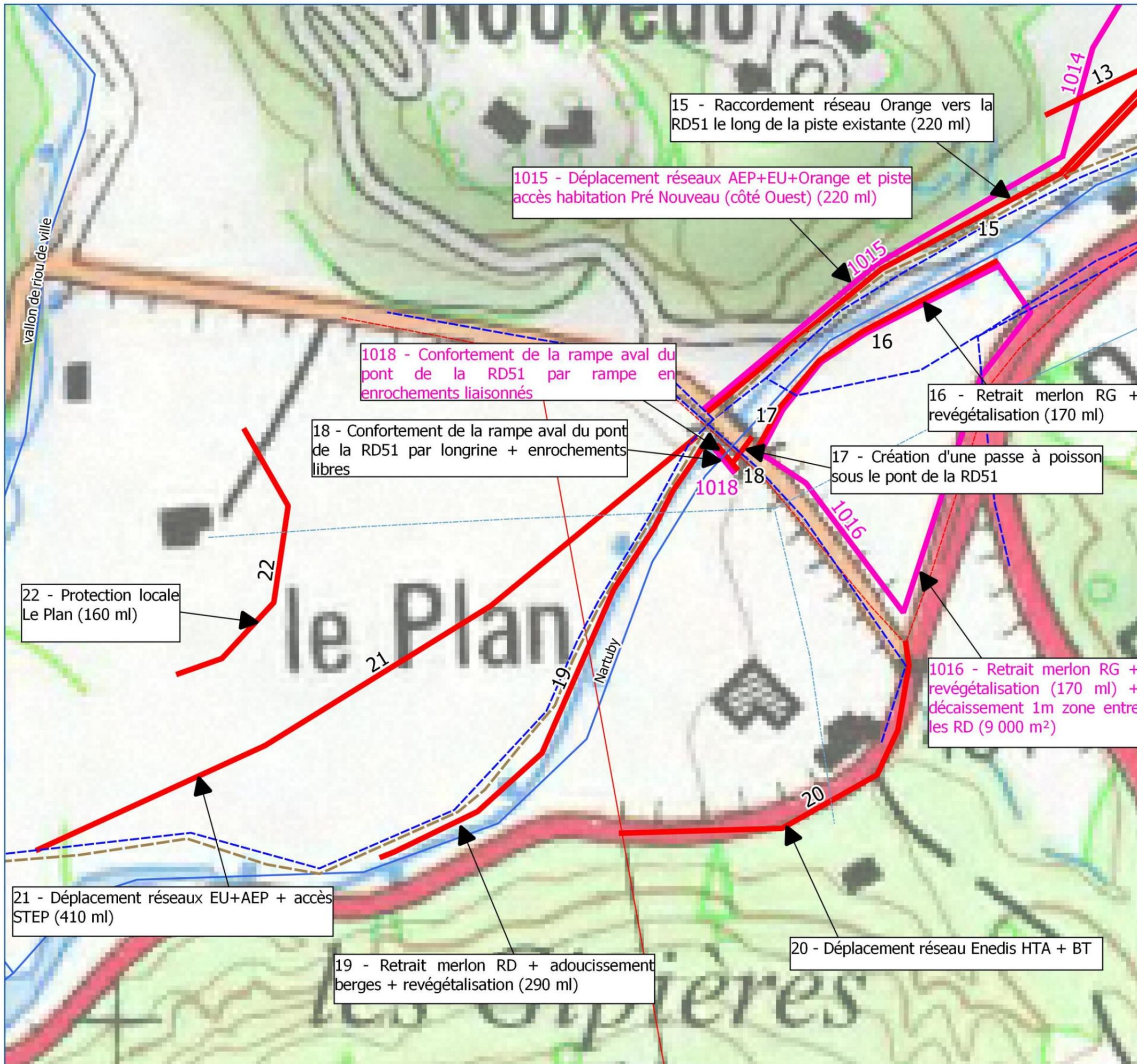
N° : 2020_01_15-83 006 -
 Code Affaire Numéro Indice

Date : 25-09-2020
 Dessiné par : F. GAZELLE - Vérifié par : F.GAZELLE
 Référence fichier - 2020_01_15-83-001-002-MOE-SMA NARTUBY AMONT_reseaux+amenagements.gqz
 Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25® - Bd Carthage



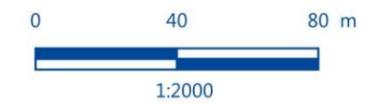
Maitrise d'oeuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont

Carte 7 : Carte des aménagements - Zone aval



Légende

- Réseau hydrographique
- Aménagements de base
- Aménagements alternatifs
- Réseaux existants
- - - AEP / souterrain
- électrique - BT / aérien
- - - électrique - BT / souterrain
- - - électrique - BT / torsadé (aérien)
- électrique - HTA / aérien
- - - électrique - HTA / souterrain
- EU / souterrain
- télécommunications / aérien
- - - télécommunications / souterrain



N° : 2020_01_15-83 007 -
Code Affaire Numéro Indice

Date : 25-09-2020
 Dessiné par : F. GAZELLE - Vérifié par : F.GAZELLE
 Référence fichier - 2020_01_15-83-001-002-MOE-SMA NARTUBY
 AMONT_réseaux+amenagements.qgz
 Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25® - Bd Carthage



5.1.1 ADAPTATION GRILLE DALOT BIVOSQUE

Les travaux consistent en :

- L'adaptation de la grille existante bloquant le transport solide (à définir : retrait complet, espacement des barreaux verticaux, retrait de la poutre horizontale basse et ancrage...),
- L'aménagement du radier du dalot et du radier aval pour favoriser la montaison des poissons (pose d'embrochements).

5.1.2 RETRAIT MERLON RD + ADOUCISSEMENT BERGES + REVEGETALISATION (200 ML)

Les travaux consistent en :

- La suppression du merlon existant en rive droite sur environ 200 mètres linéaires, avec évacuation des matériaux en décharge si non réutilisables (risques de trouver des terres polluées),
- La reprise du profil de la berge en rive droite afin de former des risbermes,
- La végétalisation de cette berge avec des essences locales adaptées.

5.1.3 CREATION PROTECTION RD955 RG (50 ML)

Les travaux consistent en :

- La consolidation de la berge en rive gauche sur environ 50 mètres linéaires en vue de protéger le talus routier de la RD955.

Les modalités de conception et de réalisation des travaux liés à cet aménagement seront discutées en phase AVP avec le Conseil Départemental du Var.

5.1.4 DEPLACEMENT RESEAUX AEP+EU+ORANGE ET PISTE ACCES HABITATION LA TUILIERE (600 ML)

Les travaux consistent en :

- La dépose des réseaux AEP, EU et télécommunication (Orange) entre le passage submersible des Bivosque et le Gourdoulié, soit environ 480 mètres linéaires,
- La pose de nouveaux réseaux AEP (canalisation en fonte ductile DN80, comme l'existant) pour la desserte du village de Châteaudouble et la desserte locale, EU (canalisation PVC DN200, comme l'existant) d'alimentation de la STEP de Montferrat-Châteaudouble au Plan, et télécommunication pour l'habitation de La Tuilière,
- La réalisation d'une nouvelle piste d'accès à l'habitation de La Tuilière.

5.1.5 CREATION RAMPE SEUIL RD955 BAUME GARNIER

Les travaux consistent en :

- La création d'une rampe en génie civil afin de consolider le radier du pont de la RD955 sur la Baume Garnier, et éviter les affouillements. Cette rampe sera conçue de telle manière à ce qu'elle permette le transit piscicole, en fonction des espèces présentes.

Les modalités de conception et de réalisation des travaux liés à cet aménagement seront discutées en phase AVP avec le Conseil Départemental du Var.

5.1.6 DEPLACEMENT POTEAU BT ENEDIS LA TUILIERE

Les travaux consistent en :

- Le déplacement du poteau électrique basse tension d'alimentation de l'habitation de La Tuilière, actuellement dans une zone d'érosion. Le poteau pourrait soit être reculé de quelques mètres, soit être basculé de l'autre côté de la RD955 en fonction des possibilités à évaluer avec le Conseil Départemental du Var.

5.1.7 PROTECTION LOCALE LA TUILIERE (100 ML)

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'un merlon de hauteur variable entre 0,50 m et 1,40 m, sur un linéaire de 100 m environ, afin de protéger l'habitation de la Tuilière contre les crues (dimensionnement présenté par la crue de 2010). Ce merlon intègre des rampes d'accès permettant aux véhicules de le traverser, ainsi qu'un système de drainage en pied côté intérieur, avec évacuation des eaux vers la Nartuby. Il sera enherbé pour assurer son intégration paysagère.

5.1.8 REACTIVATION BRAS SECONDAIRE (110 ML)

Les travaux consistent en :

- Le creusement d'un chenal sur environ 110 mètres linéaires au sein d'un atterrissement existant en partie convexe du lit de Nartuby, afin de permettre une amélioration des écoulements en période de crue. Ce chenal sera sollicité à partir de la crue biannuelle.

5.1.9 PROTECTION MUR RD955 RG (30 ML)

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'une protection du mur de soutènement de la RD955 sur environ 30 mètres linéaires.

Les modalités de conception et de réalisation des travaux liés à cet aménagement seront discutées en phase AVP avec le Conseil Départemental du Var.

5.1.10 RETRAIT MUR ET MERLON RD PRE NOUVEAU + ADOUCISSEMENT BERGES + REVEGETALISATION (230 ML)

Les travaux consistent en :

- La suppression du mur et du merlon existants en rive droite de la Nartuby au droit du Pré Nouveau sur environ 230 mètres linéaires,
- La reprise du profil de la berge en rive droite afin de former des risbermes,
- La végétalisation de cette berge avec des essences locales adaptées.

5.1.11 REACTIVATION DEUX BRAS SECONDAIRES (140 ML)

Les travaux consistent en :

- Le creusement d'un chenal au sein d'un atterrissement existant en partie convexe du lit de Nartuby, afin de permettre une amélioration des écoulements en période de crue. Ce chenal sera sollicité à partir de la crue biannuelle.

5.1.12 PROTECTION MUR RD955 RG (40 ML)

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'une protection du mur de soutènement de la RD955 sur environ 40 mètres linéaires.

Les modalités de conception et de réalisation des travaux liés à cet aménagement seront discutées en phase AVP avec le Conseil Départemental du Var.

5.1.13 PROTECTION LOCALE PRE NOUVEAU (220 ML)

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'un merlon de hauteur variant entre 0,70 m et 2,20 m au point topographique le plus bas, sur un linéaire de 220 m environ, afin de protéger l'habitation de la Tuilière contre les crues (dimensionnement présenté pour la crue de 2010). Ce merlon intègre des rampes d'accès permettant aux véhicules de le traverser, ainsi qu'un système de drainage en pied côté intérieur, avec évacuation des eaux vers la Nartuby. Il sera enherbé pour assurer son intégration paysagère.

5.1.14 DEPLACEMENT RESEAUX AEP+EU+ORANGE ET PISTE ACCES HABITATION PRE NOUVEAU (COTE EST) (210 ML)

Les travaux consistent en :

- La dépose des réseaux AEP, EU et télécommunication (Orange) au passage du Pré Nouveau, soit environ 210 mètres linéaires,
- La pose de nouveaux réseaux AEP (canalisation en fonte ductile DN80, comme l'existant) pour la desserte du village de Châteaudouble et la desserte locale, EU (canalisation PVC DN200, comme l'existant) pour l'alimentation de la STEP, et télécommunication pour l'habitation du Pré Nouveau sur ce même linéaire,
- La réalisation d'une nouvelle piste d'accès à l'habitation du Pré Nouveau.

5.1.15 RACCORDEMENT RESEAU ORANGE VERS LA RD51 LE LONG DE LA PISTE EXISTANTE (220 ML)

Les travaux consistent en :

- Le raccordement du réseau de télécommunication posé dans le cadre de l'aménagement 14 (cf. paragraphe précédent) vers le réseau existant de la RD51 le long de la piste existante.

5.1.16 RETRAIT MERLON RG + REVEGETALISATION (170 ML)

Les travaux consistent en :

- La suppression du merlon existant en rive gauche de la Nartuby en amont du pont de la RD51 sur environ 170 mètres linéaires,
- La reprise du profil de la berge en rive gauche afin de former des risbermes,
- La végétalisation de cette berge avec des essences locales adaptées.

5.1.17 CREATION D'UNE PASSE A POISSON SOUS LE PONT DE LA RD51

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'une passe à poisson sous le pont de la RD51, via une échancrure dans le radier existant, et la constitution d'une rampe adapté au transit piscicole entre la fin du radier et le fond du lit. Cet aménagement fera appel à des techniques de génie civil (béton et enrochements).

5.1.18 CONFORTEMENT DE LA RAMPE AVAL DU PONT DE LA RD51 PAR LONGRINE + ENROCHEMENTS LIBRES

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'une longrine (poutre) en béton armé positionné en pied aval du radier existant sous le pont de la RD51, permettant de limiter les affouillements de ce radier. Des blocs d'enrochements libres de taille suffisante (1 m de diamètre a priori) seront installés dans la fosse d'affouillement afin de la combler.

Les modalités de conception et de réalisation des travaux liés à cet aménagement seront discutées avec le Conseil Départemental du Var.

5.1.19 RETRAIT MERLON RD + ADOUCISSEMENT BERGES + REVEGETALISATION (290 ML)

Les travaux consistent en :

- La suppression du mur et du merlon existants en rive droite de la Nartuby en aval du pont de la RD51 sur environ 290 mètres linéaires,
- La reprise du profil de la berge en rive droite afin de former des risbermes,
- La végétalisation de cette berge avec des essences locales adaptées,
- La réalisation d'une nouvelle piste d'accès à la STEP.

5.1.20 DEPLACEMENT RESEAU ENEDIS HTA + BT

Les travaux consistent en :

- Le déplacement du réseau électrique existant, notamment le poteau HTA situé sur la berge qui sera modifiée (cf. aménagement 19 présenté au paragraphe précédent).

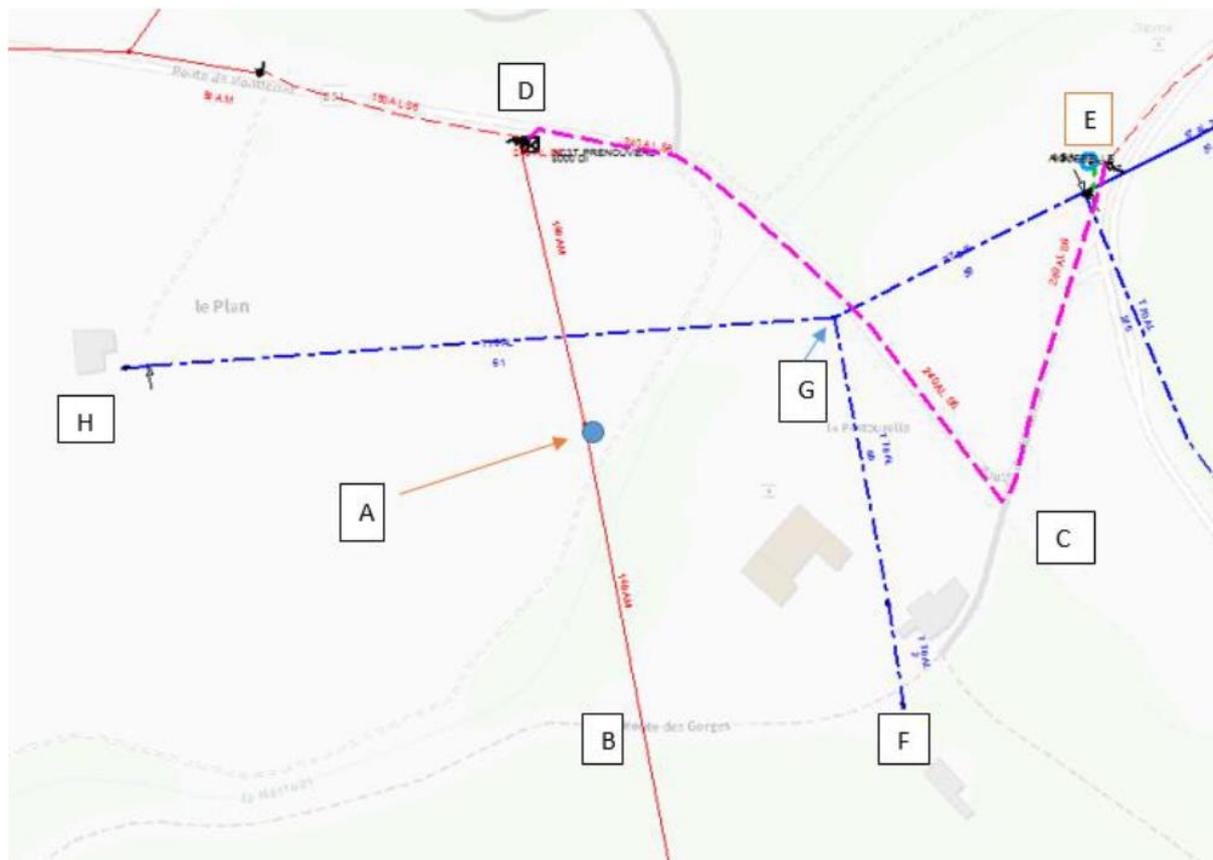
Enedis propose en première approche la solution technique décrite ci-après, « envisageable sous réserve d'obtention de toutes les autorisations administratives d'état, mais aussi les droits, servitudes d'usage et de passage ainsi que les conventions afférentes, de la part des parties prenantes privées ».

Partie HTA :

Enedis peut envisager la dépose du réseau HTA entre B et D et donc du support en A.

Pour cela, il est nécessaire sous réserve d'obtenir les autorisations administratives, ainsi que les droits d'occupation des sols de la part des propriétaires concernés par l'opération.

Création d'une armoire 3 directions HTA en C et pose d'un support HTA avec une RAS (remontée aéro souterraine) en B. Création d'un réseau souterrain HTA entre B et C.



Partie BTA :

Création d'un poste HTA/BT en lieu et place de D.

Reprise des réseaux BTA sous réserve d'obtenir les autorisations susnommées dans la partie HTA, ou bien par DUP déclenchée par le demandeur.

Création d'un réseau pour reprendre la propriété sise sur la zone « Le Plan », repère H en aérien.

Création d'un réseau BTA souterrain pour alimenter la « bergerie » et la propriété en F.

Dépose du réseau BTA aérien « EGF » par la pose d'un support d'arrêt en E.

5.1.21 DEPLACEMENT RESEAUX EU+AEP (410 ML)

Les travaux consistent en :

- La dépose des réseaux AEP et EU d'alimentation de la STEP au sein de la zone du Plan, soit environ 410 mètres linéaires,
- La pose de nouveaux réseaux AEP (desserte locale) et EU (canalisation PVC DN200, comme l'existant) pour l'alimentation de la STEP sur ce même linéaire.

5.1.22 PROTECTION LOCALE LE PLAN (160 ML)

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'un merlon de hauteur variable entre 0,50 m et 1 m, sur un linéaire de 160 m environ, afin de protéger l'habitation du Plan contre les crues. Ce merlon intègre des rampes d'accès permettant aux véhicules de le traverser, ainsi qu'un système de drainage en pied côté intérieur, avec évacuation des eaux vers la Nartuby.

5.1.23 MESURES COMPENSATOIRES

Une réserve financière est prévue à ce stade en vue d'anticiper les compensations environnementales nécessaires suite à la possible destruction d'espèces protégés lors la réalisation des travaux, malgré la mise en œuvre de mesures préalables d'évitement et de réduction.

Aucune mesure hydraulique compensatoire n'apparait nécessaire, l'impact hydraulique du projet sur l'aval étant négligeable (cf. paragraphe 5.4).

5.2 DESCRIPTION DU SCENARIO 2

Le deuxième scénario comporte 22 aménagements, comme le premier, répartis sur tout le linéaire d'étude, et listés dans le tableau ci-après.

Ces aménagements sont localisés sur les cartes présentées en début de paragraphe 5.1, et les aménagements alternatifs sont décrits sommairement dans les paragraphes suivants.

Les aménagements alternatifs sont présentés en bleu dans le tableau ci-après. Les aménagements identiques au scénario 1 sont laissés en blanc.

n°	Aménagement	Enjeux
1	Adaptation grille dalot Bivosque	continuité écologique
2	Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (200 ml)	connectivité latérale + morphologie
3	Création protection RD955 RG (50 ml)	axe routier
1004	<i>Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation La Tuilière (560 ml) + protection berge (80 ml)</i>	<i>réseaux + accès</i>
5	Création rampe seuil RD955 Baume Garnier	protection axe routier
6	Déplacement poteau BT Enedis La Tuilière	réseaux
7	Protection locale La Tuilière (100 ml)	inondation
8	Réactivation bras secondaire (110 ml)	morphologie
9	Protection mur RD955 RG (30 ml)	axe routier
10	Retrait mur et merlon RD Pré Nouveau + adoucissement berges + revégétalisation (230 ml)	connectivité latérale + morphologie
11	Réactivation deux bras secondaires (140 ml)	morphologie
12	Protection mur RD955 RG (40 ml)	protection axe routier
13	Protection locale Pré Nouveau (220 ml)	inondation
1014	<i>Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation Pré Nouveau (côté Est) – Tracé alternatif (310 ml)</i>	<i>réseaux + accès</i>
1015	<i>Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation Pré Nouveau (côté Ouest) (220 ml)</i>	<i>réseaux + accès</i>
1016	<i>Retrait merlon RG + revégétalisation (170 ml) (idem scénario 1) + décaissement d'un mètre dans la zone entre la RD955 et la RD51</i>	<i>connectivité latérale + inondation</i>
17	Création d'une passe à poisson sous le pont de la RD51	continuité écologique
1018	<i>Confortement de la rampe aval du pont de la RD51 par rampe en enrochements liaisonnés</i>	<i>protection axe routier</i>
19	Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (290 ml)	connectivité latérale + morphologie
20	Déplacement réseau Enedis HTA + BT	réseaux
21	Déplacement réseaux EU+AEP (410 ml)	réseaux
22	Protection locale Le Plan (160 ml)	inondation

5.2.1 1004 - DEPLACEMENT RESEAUX AEP+EU+ORANGE ET PISTE ACCES HABITATION LA TUILIERE (560 ML) + PROTECTION BERGE (80 ML)

Les travaux consistent en :

- La dépose des réseaux AEP, EU et télécommunication (Orange) entre le passage submersible des Bivosques et le Gourdoulié (aval de La Tuilière),
- La pose de nouveaux réseaux AEP (canalisation en fonte ductile DN80, comme l'existant) pour la desserte du village de Châteaudouble et la desserte locale, EU (canalisation PVC DN200, comme l'existant) pour l'alimentation de la STEP de Montferrat-Châteaudouble, et télécommunication pour l'habitation de La Tuilière,
- La réalisation d'une nouvelle piste d'accès à l'habitation de La Tuilière.

Cet aménagement alternatif résulte de la prise en compte des discussions avec les propriétaires de la maison de La Tuilière sur les possibilités d'aménagement.

5.2.2 1014 - TRACE ALTERNATIF DE RESEAU AU PRE NOUVEAU (310 ML)

Les travaux consistent en :

- La dépose des réseaux AEP, EU et télécommunication (Orange) au passage du Pré Nouveau, soit environ 310 mètres linéaires,
- La pose de nouveaux réseaux AEP (canalisation en fonte ductile DN80, comme l'existant) pour la desserte du village de Châteaudouble et la desserte locale, EU (canalisation PVC DN200, comme l'existant) pour l'alimentation de la STEP de Montferrat-Châteaudouble, et télécommunication pour l'habitation du Pré Nouveau sur ce même linéaire,
- La réalisation d'une nouvelle piste d'accès à l'habitation du Pré Nouveau.

Cet aménagement alternatif permet d'augmenter la zone de mobilité du cours d'eau par rapport à l'aménagement de base.

5.2.3 1015 - DEPLACEMENT RESEAUX AEP+EU+ORANGE ET PISTE ACCES HABITATION PRE NOUVEAU (COTE OUEST) (220 ML)

Les travaux consistent en :

- La dépose des réseaux AEP et EU existant sur environ 220 mètres linéaires entre le Pré Nouveau et la RD51, ces réseaux étant proche de la berge,
- La pose de nouveaux réseaux AEP (canalisation en fonte ductile DN80, comme l'existant) pour la desserte du village de Châteaudouble, EU (canalisation PVC DN200, comme l'existant) pour l'alimentation de la STEP, et télécommunication pour l'habitation du Pré Nouveau sur ce même linéaire,
- La réalisation d'une nouvelle piste d'accès à l'habitation du Pré Nouveau.

Cet aménagement alternatif permet d'augmenter la zone de mobilité de la Nartuby.

5.2.4 1016 - AM16 + DECAISSEMENT 1M ZONE ENTRE LES RD (9 000 M²)

Les travaux consistent en :

- La suppression du merlon existant en rive gauche de la Nartuby en amont du pont de la RD51 sur environ 170 mètres linéaires,
- La reprise du profil de la berge en rive droite afin de former des risbermes,
- La végétalisation de cette berge avec des essences locales adaptées,
- Le décaissement sur un mètre de hauteur de la zone de 9 000 m² comprise entre la RD955 et la RD51,
- La végétalisation de cette zone avec des essences locales adaptées,
- Le déplacement des réseaux AEP et électriques existants.

L'intérêt de cet aménagement alternatif est de disposer d'une zone d'écrêtement des crues en amont du pont de la RD51.

Remarque : les simulations réalisées à l'aide du modèle hydraulique ont montré le très faible intérêt de la réalisation de cet aménagement pour l'écrêtement des plus fortes crues (cf. paragraphe 5.4). Sa pertinence n'est donc pas complètement avérée et cet aménagement pourrait être retiré du scénario final.

5.2.5 1018 - CONFORTEMENT DE LA RAMPE AVAL DU PONT DE LA RD51 PAR RAMPE EN ENROCHEMENTS LIAISONNES

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'une rampe en béton armé et enrochements liaisonnés sur toute la largeur du lit de la Nartuby et sur une longueur d'environ 20 m permettant de casser l'énergie et de limiter les affouillements.

Cette solution sera validée techniquement avec le Conseil Départemental du Var.

Cet aménagement alternatif permet de disposer d'un ouvrage continu de protection du radier du pont de la RD51, et ainsi pérenniser l'ouvrage du Conseil Départemental.

5.3 ANALYSE REGLEMENTAIRE VIS-A-VIS DE LA CONSTITUTION D'UN SYSTEME D'ENDIGUEMENT

La classe des nouveaux systèmes d'endiguement détermine la nature et la fréquence des obligations réglementaires qui incombent à la structure en charge du système d'endiguement, selon l'article R214-113 du code de l'environnement, modifié par le Décret n°2019-895 du 28 août 2019 - art. 2 :

- Classe A : > 30 000 personnes en zone protégée.
- Classe B : de 3 000 à 30 000 personnes en zone protégée.
- Classe C :
 - ≤ 3 000 personnes si le système d'endiguement comporte essentiellement une ou plusieurs digues établies antérieurement à la date de publication du 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.
 - ou, pour les autres systèmes d'endiguement : protégeant entre 30 personnes et 3 000 personnes.

L'article R562-14 du même code, modifié par le Décret n°2019-119 du 21 février 2019 - art. 4, précise le sens de « système d'endiguement », notamment en ces alinéas 2 et 3 :

« II.-Lorsque le système d'endiguement repose essentiellement sur une ou plusieurs digues qui ont été établies antérieurement à la date de publication du 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 et bénéficiaient d'une autorisation en cours de validité à cette date ou qui ont été autorisées en vertu d'une demande introduite antérieurement à celle-ci, la demande d'autorisation comprend les éléments prévus au 1° de l'article R. 181-13 et au IV de l'article D. 181-15-1.

Le système d'endiguement est en ce cas autorisé par un arrêté complémentaire pris en application de l'article R. 181-45 et du II de l'article R. 181-46. Toutefois, si la demande comprend des travaux de construction d'ouvrages neufs ou des modifications substantielles d'ouvrages existants au sens du I de l'article R. 181-46, l'autorité désignée au II de l'article R. 562-12 sollicite une nouvelle autorisation environnementale.

III.-La demande d'autorisation d'un système d'endiguement comportant une ou plusieurs digues établies antérieurement à la date de publication du 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 est déposée au plus tard le 31 décembre 2019 lorsque ces digues relèvent de la classe A ou de la classe B et au plus tard le 31 décembre 2021 lorsqu'elles relèvent de la classe C, telles que ces classes sont définies par l'article R. 214-113. A défaut, à compter respectivement du 1er janvier 2021 et du 1er janvier 2023, l'ouvrage n'est plus constitutif d'une digue au sens du I de l'article L. 566-12-1 et l'autorisation dont il bénéficiait le cas échéant à ce titre est réputée caduque. »

La population protégée par les protections locales prévues dans les scénarios 1 et 2 est évaluée à moins de 30 personnes.

Par ailleurs, aucun système d'endiguement antérieur à 2015 n'a été recensé ou autorisé (selon les informations disponibles à ce jour).

Ainsi, ces protections locales ne sont pas classées en tant que système d'endiguement, sauf si les merlons existants font l'objet d'une demande d'autorisation de système d'endiguement déposée au plus tard le 31 décembre 2021.

5.4 EVALUATION DES HAUTEURS DE MERLONS

5.4.1 SCENARIO 3 – RETRAIT DES MERLONS ET MURS EXISTANTS

A la demande du SMA, une simulation complémentaire (appelée « scénario 3 ») a été réalisée pour déterminer l'impact des retraits des merlons et murs existants sur les hauteurs d'eau en lit majeur pour les différentes crues. Ce scénario équivaut au scénario 1 duquel aurait été retiré les merlons de protection rapprochée des habitations.

Les résultats complets de cette simulation sont présentés dans l'annexe 5.

Les simulations du scénario 3 montrent que les aménagements liés à la morphologie du cours d'eau entraînent les impacts suivants sur les habitations :

- Confluence Bivosques-Nartuby : pas d'impact sur l'habitation, quelle que soit la crue.
- La Tuilière : pas d'impact pour les crues Q2 à Q100, augmentation de la hauteur d'inondation de +20 cm pour la crue de 2010.
- Pré Nouveau : augmentation de la hauteur d'inondation de +10 cm en moyenne dès la crue Q5 et jusqu'à +20 cm en moyenne pour la crue de 2010.
- Le Plan : pas d'impact pour les crues Q2 à Q50, augmentation de la hauteur d'inondation de +10 cm en moyenne pour la crue Q100 et de +20 cm pour la crue de 2010.

La carte de la page suivante montre l'impact de la suppression des murs et des merlons pour la crue de 2010.

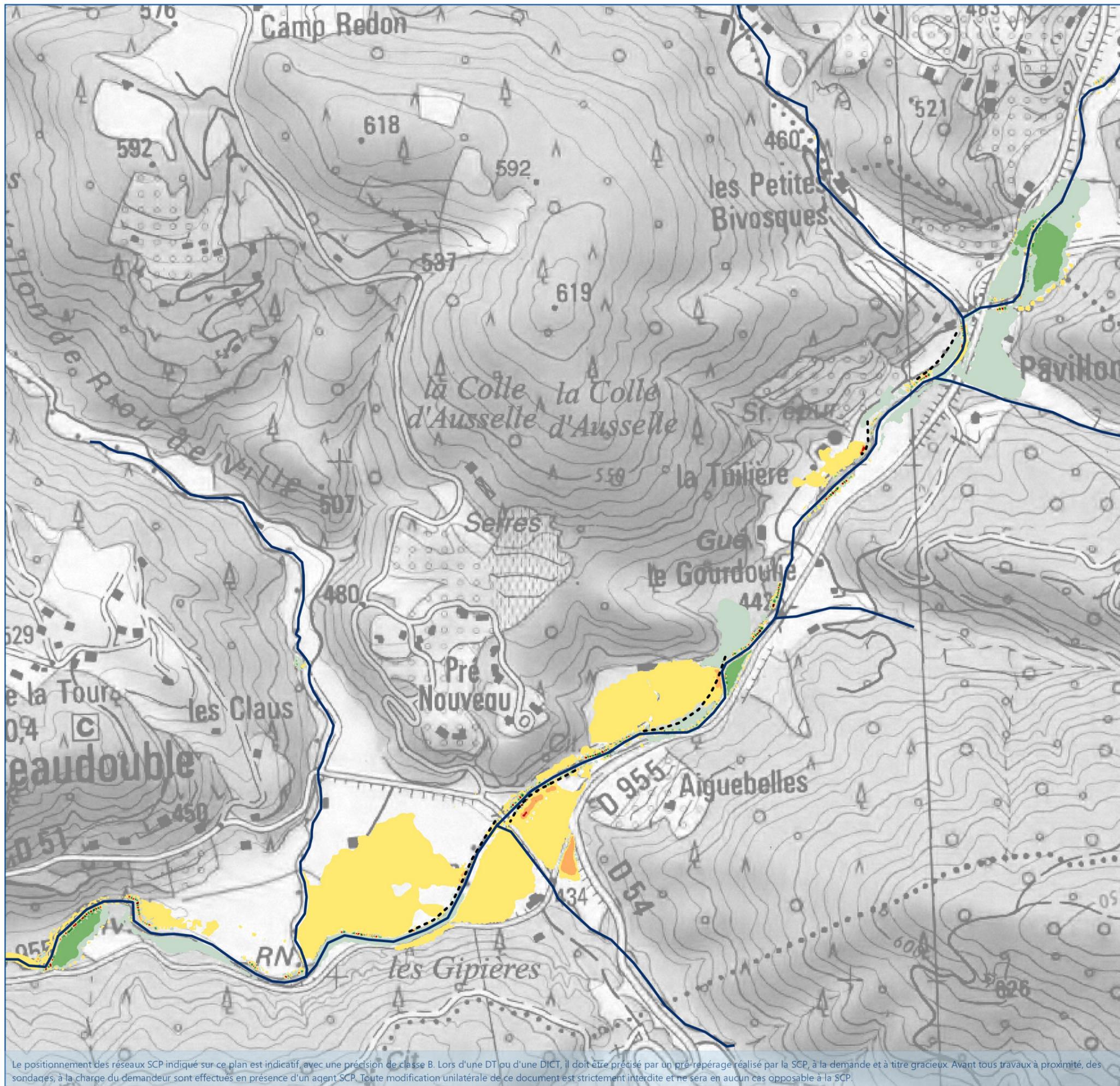
On constate une aggravation de la situation dans tout le tronçon objet de l'étude (confluence Bivosques à STEP) par rapport à l'état actuel.

Pour la crue de référence (Q2010), la surélévation du niveau d'eau dans les zones à enjeux comportant des habitations est de l'ordre de 10 cm par rapport à l'état actuel.

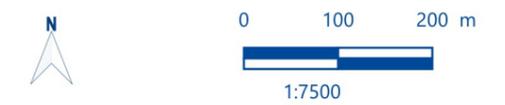
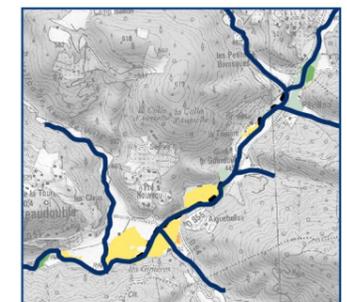
Il est donc proposé de maintenir dans les scénarios d'aménagement les protections locales des habitations.

**MAITRISE D'OEUVRE DE
L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE
DE LA NARTUBY AMONT**

**Carte d'impact du scénario 3
par rapport à l'état actuel
Crue 2010**



- Légende**
- Aménagement
- Retrait des murs & merlons
 - Modèle 1D
- Impact (m)
- ≤ -1
 - -1 - -0.5
 - -0.5 - -0.2
 - -0.2 - -0.01
 - 0.01 - 0.2
 - 0.2 - 0.5
 - 0.5 - 1
 - > 1



N° : 2020_01_15-83 7 - [N]
Code Affaire Numéro Planche

Date : 28-11-2020
Dessiné par : M. DU - Vérifié par : F. GAZELLE
Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25 ®



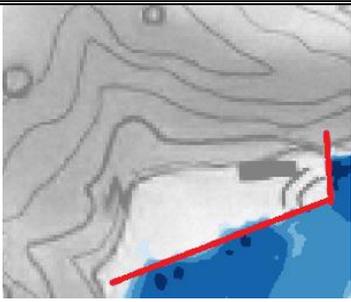
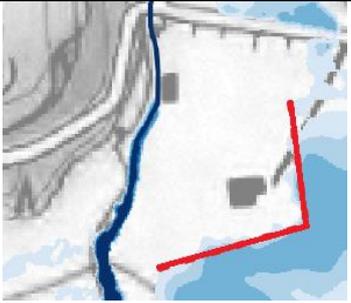
Le positionnement des réseaux SCP indiqué sur ce plan est indicatif, avec une précision de classe B. Lors d'une DT ou d'une DICT, il doit être précisé par un pré-repérage réalisé par la SCP, à la demande et à titre gracieux. Avant tous travaux à proximité, des sondages, à la charge du demandeur sont effectués en présence d'un agent SCP. Toute modification unilatérale de ce document est strictement interdite et ne sera en aucun cas opposable à la SCP.

5.4.2 HAUTEURS DE MERLON POUR DIFFERENTES CRUES

Le tableau suivant indique les cotes des digues en fonction de différents niveaux de protection. Etant donné que les digues sont assez longues, la cote d'eau devant la digue de protection varie de l'amont vers l'aval. Par conséquent, la cote de la digue varie également.

Les hauteurs de digue sont évaluées par rapport au point le plus bas du terrain naturel au droit de la digue. Il s'agit donc de la hauteur maximale de la digue à un point donné.

Tableau 6 : Cotes des digues en fonction de différents niveaux de protection : scénario 1

Ouvrage	Occurrence de crue	Cote d'eau simulée (m NGF)	Revanche (m)	Cote de la digue (m NGF)	Hauteur de digue (m)
	Aucune protection n'est nécessaire pour des crues inférieures ou égales à Q100.				
	Crue de 2010	444.3 à 445.6	0.5	444.8 à 446.1	<1,50 m
	5	435.1 à 435.4	0.1	435.2 à 435.5	<0,40 m
	10	433.9 à 435.6	0.2	434.1 à 435.8	<0,70 m
	20	434.2 à 435.8	0.2	434.4 à 436.0	<0,90 m
	30	434.8 à 435.9	0.3	435.1 à 436.2	<1,10 m
	50	434.9 à 436.1	0.3	435.2 à 436.4	<1,30 m
	100	435.1 à 436.2	0.5	435.6 à 436.7	<1,60 m
	Crue de 2010	435.0 à 436.6	0.5	435.5 à 437.1	<2,00 m
	Aucune protection n'est nécessaire pour des crues inférieures ou égales à Q10.				
	20	426.9 à 427.3	0.2	427.1 à 427.5	<0,50 m
	30	426.9 à 427.3	0.3	427.2 à 427.6	<0,60 m
	50	426.9 à 427.4	0.3	427.2 à 427.7	<0,70 m
	100	426.9 à 427.5	0.5	427.4 à 428.0	<1,00 m
	Crue de 2010	427.1 à 427.7	0.5	427.6 à 428.2	<1,20 m

Les hauteurs moyennes le long de la digue pour la crue de 2010 sont :

- Protection locale La Tuilière (100 ml) : 1,40 m
- Protection locale Pré Nouveau (220 ml) : 1,30 m
- Protection locale Le Plan (160 ml) : 0,75 m

5.5 IMPACT HYDRAULIQUE DES SCENARIOS

5.5.1 IMPACT AU SEIN DE LA ZONE D'ETUDE

Le tableau ci-après synthétise les premiers débordements en lit majeur, en état actuel et en état aménagé. Le secteur Montferrat-Bivosques ne faisant pas l'objet d'aménagements (non inclus dans la zone à étudier, mais inclus dans le modèle), les résultats ne sont pas commentés ici.

Le seul impact des aménagements sur les premiers débordements se fait sentir au droit du Pré Nouveau, avec un débordement plus fréquent (dès Q5 au lieu de Q10) et un impact sur l'habitation située dans ce secteur.

Secteur	Etat actuel	Scénario 1	Scénario 2
Bivosques – Le Gourdoulié	1 ^{er} débordement sur les deux rives pour la crue décennale, sans impact sur l'habitation de la Tuilière	1 ^{er} débordement sur les deux rives pour la crue décennale, sans impact sur l'habitation de la Tuilière	Idem scénario 1
Le Gourdoulié – Pré Nouveau (amont RD51)	1 ^{er} débordement en rive droite pour la crue décennale, sans impact sur l'habitation du Pré Nouveau	1 ^{er} débordement en rive droite pour la crue quinquennale, avec impact sur l'habitation du Pré Nouveau	Idem scénario 1
Le Plan (aval RD51)	1 ^{er} débordement en rive droite pour la crue quinquennale, sans impact sur l'habitation du Plan	1 ^{er} débordement en rive droite pour la crue quinquennale, sans impact sur l'habitation du Plan	Idem scénario 1

Tableau 7 : Impact des aménagements sur les premiers débordements

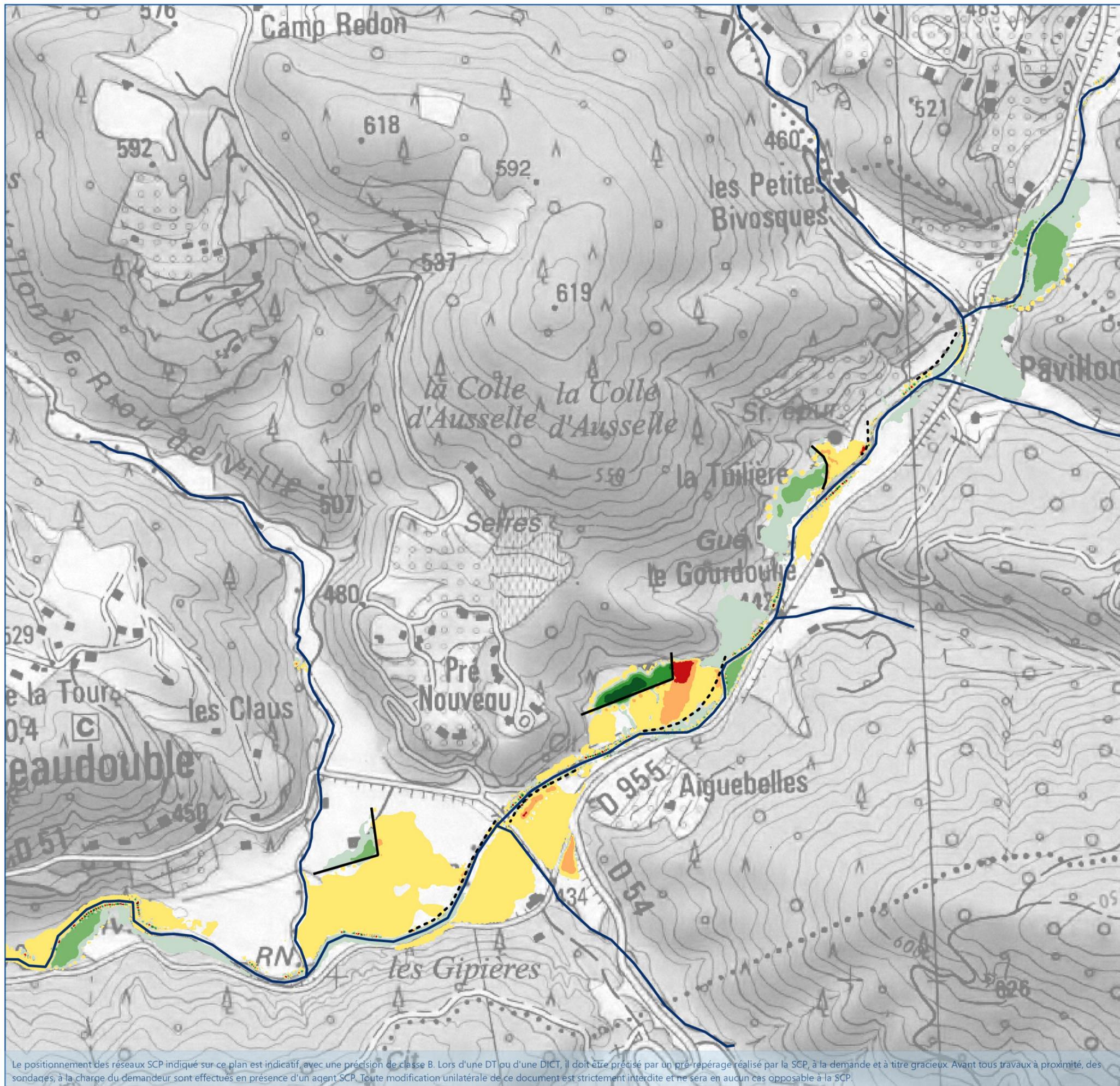
Les cartes des pages suivantes montrent les nouvelles zones inondées suite à la réalisation des aménagements des scénarios 1 et 2.

De manière générale, les retraits de merlons en bord de cours d'eau entraînent une très légère augmentation des zones inondées, tandis que les protections locales permettent de protéger complètement les habitations pour la crue de juin 2010.

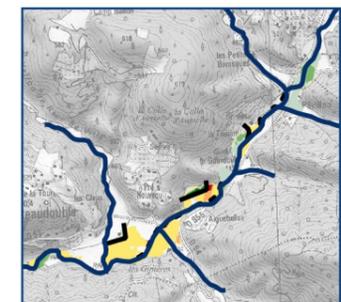
L'impact de l'aménagement n°1016, retrait du merlon en rive gauche en amont du pont de la RD51 et décaissement sur 1 m de la zone comprise entre la RD955 et la RD51, est négligeable tant du point de vue de la protection contre les inondations que de l'écêtement du pic de crue. L'intérêt hydraulique de cet aménagement n'est donc pas confirmé pour la crue de juin 2010.

MAITRISE D'OEUVRE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DE LA NARTUBY AMONT

Carte d'impact du scénario 1 par rapport à l'état actuel Crue 2010



- Légende**
- Modèle 1D
 - Aménagement
 - Création des digues
 - - - Retrait des murs & merlons
 - Impact (m)
 - <= -1
 - -1 - -0.5
 - -0.5 - -0.2
 - -0.2 - -0.01
 - 0.01 - 0.2
 - 0.2 - 0.5
 - 0.5 - 1
 - > 1



N° : 2020_01_15-83 5 - [N]
Code Affaire Numéro Planche

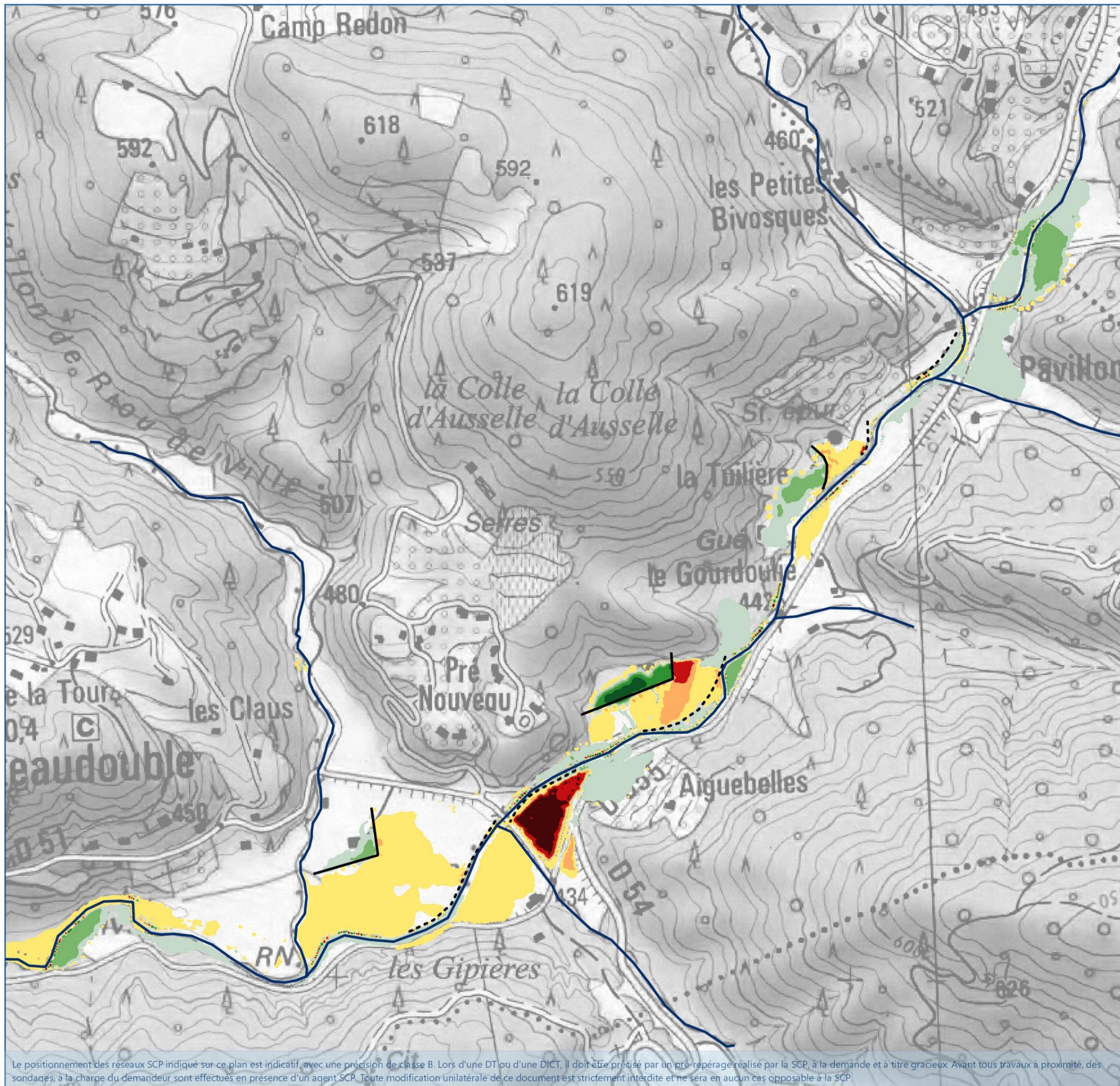
Date : 29-11-2020
Dessiné par : M. DU - Vérifié par : F. GAZELLE
Sources : Société du Canal de Provence - © IGN – SCAN25 ®



Le positionnement des réseaux SCP indiqué sur ce plan est indicatif, avec une précision de classe B. Lors d'une DT ou d'une DICT, il doit être précisé par un pré-repérage réalisé par la SCP, à la demande et à titre gracieux. Avant tous travaux à proximité, des sondages, à la charge du demandeur sont effectués en présence d'un agent SCP. Toute modification unilatérale de ce document est strictement interdite et ne sera en aucun cas opposable à la SCP.

MAITRISE D'OEUVRE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DE LA NARTUBY AMONT

Carte d'impact du scénario 2 par rapport à l'état actuel Crue 2010



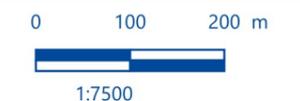
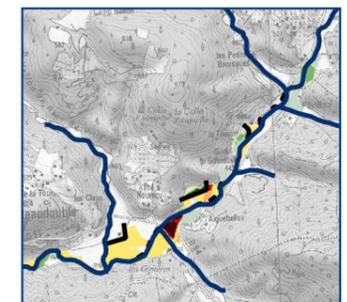
Légende

Aménagements

- Création des digues
- - - Retrait des murs & merlons
- Modèle 1D

Impact (m)

- <= -1
- -1 - -0.5
- -0.5 - -0.2
- -0.2 - -0.01
- 0.01 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- > 1



N° : 2020_01_15-83 6 - [N]
Code Affaire Numéro Planche

Date : 21-11-2020
Dessiné par : M. DU - Vérifié par : F. GAZELLE
Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25 ®



Le positionnement des réseaux SCP indiqué sur ce plan est indicatif, avec une précision de classe B. Lors d'une DT ou d'une DICT, il doit être précisé par un pré-repérage réalisé par la SCP, à la demande et à titre gracieux. Avant tous travaux à proximité, des sondages, à la charge du demandeur sont effectués en présence d'un agent SCP. Toute modification unilatérale de ce document est strictement interdite et ne sera en aucun cas opposable à la SCP.

5.5.2 IMPACT A L'AVAL DE LA ZONE D'ETUDE

Le tableau ci-après synthétise les débits maximums en sortie de la zone d'étude en état actuel et en état aménagé (scénarios 1 et 2).

Crue	Etat actuel	Scénario 1		Scénario 2			
	Débit max (m ³ /s)	Débit max (m ³ /s)	Ecart (m ³ /s)	Ecart %	Débit max (m ³ /s)	Ecart (m ³ /s)	Ecart %
Q2	19.5	19.2	-0.3	-1.5%	19.2	-0.3	-1.5%
Q5	22.0	22.0	0.0	0.0%	21.9	-0.1	-0.5%
Q10	23.3	23.5	+0.2	+0.9%	23.5	+0.2	+0.9%
Q20	25.0	25.2	+0.2	+0.8%	25.2	+0.2	+0.8%
Q30	26.3	26.4	+0.1	+0.4%	26.4	+0.1	+0.4%
Q50	28.0	28.1	+0.1	+0.4%	28.2	+0.2	+0.7%
Q100	30.7	30.7	0.0	0.0%	31.0	+0.3	+1.0%
Q2010	48.8	49.3	+0.5	+1.0%	49.1	+0.3	+0.6%

Tableau 8 : Impact des aménagements sur l'aval

Il apparaît que les aménagements ont un impact quasi-nul sur les débits de pointe en aval de la zone d'étude, les variations étant inférieures à 1% quelle que soit la crue considérée. Cet impact ne justifie pas la création de mesures hydrauliques compensatoires.

Les formes d'hydrogramme et les volumes simulés sont identiques entre l'état actuel et l'état aménagé (cf. annexe 5).

5.6 EVALUATION DES COÛTS DE TRAVAUX DES DEUX SCENARIOS

Une évaluation des coûts de travaux par grands postes a été menée pour tous les aménagements, dont le détail est présenté en annexe 6.

Le tableau ci-après récapitule les coûts par aménagement.

Le coût du **scénario 1** est évalué à environ **1,36 M€ HT**, soit environ 0,33 M€ HT de moins que l'enveloppe prévue pour les travaux (1,67 M€ HT).

Le coût du **scénario 2** est évalué à environ **1,98 M€ HT**, soit environ 0,31 M€ HT de plus que l'enveloppe prévue pour les travaux.

Ces montants de travaux s'entendent hors acquisitions foncières éventuellement nécessaires à la réalisation des travaux.

SCENARIO 1				SCENARIO 2		
n°	Aménagement	Enjeux	Montant (€ HT)	n°	Aménagement alternatif	Montant (€ HT)
1	Adaptation grille dalot Bivosque	continuité écologique	7 850	1	Adaptation grille dalot Bivosque	7 850
2	Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (200 ml)	connectivité latérale + morphologie	73 400	2	Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (200 ml)	73 400
3	Création protection RD955 RG (50 ml)	protection axe routier	65 850	3	Création protection RD955 RG (50 ml)	65 850
4	Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation La Tuilière (600 ml)	réseaux + accès	131 500	1004	Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation La Tuilière (560 ml) + protection berge (80 ml)	189 670
5	Création rampe seuil RD955 Baume Garnier	protection axe routier	33 090	5	Création rampe seuil RD955 Baume Garnier	33 090
6	Déplacement poteau BT Enedis La Tuilière	réseaux	15 000	6	Déplacement poteau BT Enedis La Tuilière	15 000
7	Protection locale La Tuilière (100 ml)	inondation	40 550	7	Protection locale La Tuilière (100 ml)	40 550
8	Réactivation bras secondaire (110 ml)	morphologie	20 620	8	Réactivation bras secondaire (110 ml)	20 620
9	Protection mur RD955 RG (30 ml)	axe routier	36 410	9	Protection mur RD955 RG (30 ml)	36 410
10	Retrait mur et merlon RD Pré Nouveau + adoucissement berges + revégétalisation (230 ml)	connectivité latérale + morphologie	107 960	10	Retrait mur et merlon RD Pré Nouveau + adoucissement berges + revégétalisation (230 ml)	107 960
11	Réactivation deux bras secondaires (140 ml)	morphologie	24 880	11	Réactivation deux bras secondaires (140 ml)	24 880
12	Protection mur RD955 RG (40 ml)	protection axe routier	45 880	12	Protection mur RD955 RG (40 ml)	45 880
13	Protection locale Pré Nouveau (220 ml)	inondation	72 800	13	Protection locale Pré Nouveau (220 ml)	72 800
14	Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation Pré Nouveau (côté Est) (210 ml)	réseaux + accès	57 250	1014	Tracé alternatif de réseau (310 ml)	72 220
15	Raccordement réseau Orange vers la RD51 le long de la piste existante (220 ml)	réseaux	16 000	1015	Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation Pré Nouveau (côté Ouest) (220 ml)	67 740
16	Retrait merlon RG + revégétalisation (170 ml)	connectivité latérale + morphologie	36 090	1016	16 + décaissement 1m zone entre les RD (9 000 m ²)	484 090
17	Création d'une passe à poisson sous le pont de la RD51	continuité écologique	18 600	17	Création d'une passe à poisson sous le pont de la RD51	18 600
18	Confortement de la rampe aval du pont de la RD51 par longrine + enrochements libres	protection axe routier	26 200	1018	Confortement de la rampe aval du pont de la RD51 par rampe en enrochements liaisonnés	78 450
19	Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (290 ml)	connectivité latérale + morphologie	130 580	19	Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (290 ml)	130 580
20	Déplacement réseau Enedis HTA + BT	réseaux	225 000	20	Déplacement réseau Enedis HTA + BT	225 000
21	Déplacement réseaux EU+AEP (410 ml)	réseaux	86 050	21	Déplacement réseaux EU+AEP (410 ml)	86 050
22	Protection locale Le Plan (160 ml)	inondation	38 160	22	Protection locale Le Plan (160 ml)	38 160
TOTAL TRAVAUX			1 309 720	TOTAL TRAVAUX		1 934 850
	Mesures environnementales compensatoires	environnement	50 000		Mesures environnementales compensatoires	50 000
TOTAL TRAVAUX + MESURES ENVIRONNEMENTALES			1 359 720	TOTAL TRAVAUX + MESURES ENVIRONNEMENTALES		1 984 850

6 MESURES DE GESTION

En complément des travaux, des mesures de gestion sont à prévoir sur le secteur d'étude.

Ces mesures concernent :

- La gestion des espèces invasives,
- L'entretien des berges,
- L'entretien des atterrissements,
- Le maintien des capacités d'écoulement des bras secondaires.

Elles seront développées en phase AVP.

Il est à noter que le SMA a déjà mis en place une action de lutte contre les espèces invasives dans le cadre de l'action 46 du PAPI (constitution de PPRE, plans pluriannuels de restauration et d'entretien de la ripisylve).

L'entretien des berges et des atterrissements est également réalisé tout au long de l'année par l'équipe rivière du SMA.

ANNEXES

ANNEXE 1 : ETUDE ENVIRONNEMENTALE BIOTOPE

Annexe 1.1 : Analyse bibliographique des enjeux écologiques connus, 2020

Annexe 1.2 : Note sur les zones humides, 2020



ANNEXE 2 : ETUDE MILIEUX AQUATIQUES MRE



ANNEXE 3 : NOTE DE PROPOSITIONS HYDROLOGIE ET HYDRAULIQUE



ANNEXE 4 : ETUDE HYDROLOGIQUE

ANNEXE 5 : ETUDE HYDRAULIQUE



ANNEXE 6 : DETAIL DES COUTS PAR AMENAGEMENT

1 - Retrait grille dalot Bivosque					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	5	60.	300.
G - Génie Civil					
7	DECONSTRUCTION	forfait	1	1 500.	1 500.
8	BETON ARME	m3	2	900.	1 800.
9	ENROCHEMENTS	m3	5	250.	1 250.
TOTAL					7 850.
2 - Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (200 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	640	60.	38 400.
4	PV SOL POLLUE	m3	240	40.	9 600.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	600	5.	3 000.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	20	120.	2 400.
12	GENIE VEGETAL	ml	300	50.	15 000.
TOTAL					73 400.
3 - Création protection RD955 RG (50 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	300	60.	18 000.
4	PV SOL POLLUE	m3	300	40.	12 000.
G - Génie Civil					
8	BETON ARME	m3	5	900.	4 500.
9	ENROCHEMENTS	m3	100	250.	25 000.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	150	5.	750.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	5	120.	600.
TOTAL					65 850.

4 - Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation La Tuilière (600 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
4	PV SOL POLLUE	m3	100	40.	4 000.
6	CREATION PISTE	ml	300	40.	12 000.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	1200	5.	6 000.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	12	120.	1 440.
R - Réseaux					
13	TELECOMMUNICATION DEPOSE	forfait	1	3 000.	3 000.
14	TELECOMMUNICATION POSE	ml	430	50.	21 500.
15	ASSAINISSEMENT DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
16	ASSAINISSEMENT POSE PVC200	ml	480	60.	28 800.
17	AEP DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
18	AEP POSE FD80	ml	928	45.	41 760.
TOTAL					131 500.

5 - Création rampe seuil RD955 Baume Garnier					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	10	60.	600.
G - Génie Civil					
7	DECONSTRUCTION	forfait	1	1 500.	1 500.
8	BETON ARME	m3	20	900.	18 000.
9	ENROCHEMENTS	m3	25	250.	6 250.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	50	5.	250.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	2	120.	240.
12	GENIE VEGETAL	ml	25	50.	1 250.
TOTAL					33 090.

6 - Déplacement poteau BT Enedis La Tuilière					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
R - Réseaux					
20	ENEDIS DEPLACEMENT BT	forfait	1	10 000.	10 000.
TOTAL					15 000.

7 - Protection locale La Tuilière (100 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	100	60.	6 000.
4	PV SOL POLLUE	m3	10	40.	400.
5	CREATION MERLON	m3	450	55.	24 750.
6	CREATION PISTE	ml	20	40.	800.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	600	5.	3 000.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	5	120.	600.
TOTAL					40 550.
8 - Réactivation bras secondaire (110 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	220	60.	13 200.
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	220	5.	1 100.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	11	120.	1 320.
TOTAL					20 620.
9 - Protection mur RD955 RG (30 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	15	60.	900.
G - Génie Civil					
7	DECONSTRUCTION	forfait	1	1 500.	1 500.
8	BETON ARME	m3	30	900.	27 000.
9	ENROCHEMENTS	m3	6	250.	1 500.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	30	5.	150.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	3	120.	360.
TOTAL					36 410.

10 - Retrait mur et merlon RD Pré Nouveau + adoucissement berges + revégétalisation (230 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	1300	60.	78 000.
G - Génie Civil					
7	DECONSTRUCTION	forfait	1	1 500.	1 500.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	690	5.	3 450.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	23	120.	2 760.
12	GENIE VEGETAL	ml	345	50.	17 250.
TOTAL					107 960.
11 - Réactivation deux bras secondaires (140 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	280	60.	16 800.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	280	5.	1 400.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	14	120.	1 680.
TOTAL					24 880.
12 - Protection mur RD955 RG (40 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	20	60.	1 200.
G - Génie Civil					
7	DECONSTRUCTION	forfait	1	1 500.	1 500.
8	BETON ARME	m3	40	900.	36 000.
9	ENROCHEMENTS	m3	6	250.	1 500.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	40	5.	200.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	4	120.	480.
TOTAL					45 880.

13 - Protection locale Pré Nouveau (220 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	220	60.	13 200.
5	CREATION MERLON	m3	880	55.	48 400.
6	CREATION PISTE	ml	20	40.	800.
G - Génie Civil					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	960	5.	4 800.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	5	120.	600.
TOTAL					72 800.
14 - Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation Pré Nouveau (côté Est) (210 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
6	CREATION PISTE	ml	150	40.	6 000.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	420	5.	2 100.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	5	120.	600.
R - Réseaux					
13	TELECOMMUNICATION DEPOSE	forfait	1	3 000.	3 000.
14	TELECOMMUNICATION POSE	ml	210	50.	10 500.
15	ASSAINISSEMENT DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
16	ASSAINISSEMENT POSE PVC200	ml	210	60.	12 600.
17	AEP DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
18	AEP POSE FD80	ml	210	45.	9 450.
TOTAL					57 250.
15 - Raccordement réseau Orange vers la RD51 le long de la piste existante (220 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
R - Réseaux					
14	TELECOMMUNICATION POSE	ml	220	50.	11 000.
TOTAL					16 000.

16 - Retrait merlon RG + revégétalisation (170 ml)				
Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits				
ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales				
BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement				
DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	300	60.	18 000.
V - Végétation				
DEBROUSSAILLAGE	m²	510	5.	2 550.
ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	17	120.	2 040.
GENIE VEGETAL	ml	170	50.	8 500.
				36 090.

17 - Création d'une passe à poisson sous le pont de la RD51				
Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits				
ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales				
BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement				
DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	10	60.	600.
G - Génie Civil				
DECONSTRUCTION	forfait	1	1 500.	1 500.
BETON ARME	m3	10	900.	9 000.
ENROCHEMENTS	m3	10	250.	2 500.
				18 600.

18 - Confortement de la rampe aval du pont de la RD51 par longrine + enrochements libres				
Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits				
ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales				
BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement				
DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	20	60.	1 200.
G - Génie Civil				
DECONSTRUCTION	forfait	1	1 500.	1 500.
BETON ARME	m3	15	900.	13 500.
ENROCHEMENTS	m3	20	250.	5 000.
				26 200.

19 - Retrait merlon RD + adoucissement berges + revégétalisation (290 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	1600	60.	96 000.
6	CREATION PISTE	ml	410	40.	16 400.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	870	5.	4 350.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	29	120.	3 480.
12	GENIE VEGETAL	ml	435	50.	21 750.
TOTAL					146 980.
20 - Déplacement réseau Enedis HTA + BT					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
R - Réseaux					
19	ENEDIS DEPLACEMENT HTA	forfait	1	90 000.	90 000.
20	ENEDIS DEPLACEMENT BT	forfait	1	135 000.	135 000.
TOTAL					225 000.
21 - Déplacement réseaux EU+AEP (410 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	205	60.	12 300.
G - Génie Civil					
9	ENROCHEMENTS	m3	5	250.	1 250.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	410	5.	2 050.
R - Réseaux					
15	ASSAINISSEMENT DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
16	ASSAINISSEMENT POSE PVC200	ml	410	60.	24 600.
17	AEP DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
18	AEP POSE FD80	ml	410	45.	18 450.
TOTAL					69 650.
22 - Protection locale Le Plan (160 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	160	60.	9 600.
5	CREATION MERLON	m3	320	55.	17 600.
6	CREATION PISTE	ml	20	40.	800.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	960	5.	4 800.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	3	120.	360.
TOTAL					38 160.

1004 - Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation La Tuilière (560 ml) + protectio					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	275	60.	16 500.
4	PV SOL POLLUE	m3	130	40.	5 200.
6	CREATION PISTE	ml	260	40.	10 400.
G - Génie Civil					
8	BETON ARME	m3	8	900.	7 200.
9	ENROCHEMENTS	m3	160	250.	40 000.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	1950	5.	9 750.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	11	120.	1 320.
R - Réseaux					
14	TELECOMMUNICATION POSE	ml	430	50.	21 500.
15	ASSAINISSEMENT DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
16	ASSAINISSEMENT POSE PVC200	ml	420	60.	25 200.
17	AEP DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
18	AEP POSE FD80	ml	880	45.	39 600.
TOTAL					189 670.
1014 - Tracé alternatif de réseau (310 ml)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
6	CREATION PISTE	ml	150	40.	6 000.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	600	5.	3 000.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	6	120.	720.
R - Réseaux					
13	TELECOMMUNICATION DEPOSE	forfait	1	3 000.	3 000.
14	TELECOMMUNICATION POSE	ml	300	50.	15 000.
15	ASSAINISSEMENT DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
16	ASSAINISSEMENT POSE PVC200	ml	300	60.	18 000.
17	AEP DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
18	AEP POSE FD80	ml	300	45.	13 500.
TOTAL					72 220.

1015 - Déplacement réseaux AEP+EU+Orange et piste accès habitation Pré Nouveau (côté Ouest) (220					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	260	60.	15 600.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	660	5.	3 300.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	22	120.	2 640.
R - Réseaux					
14	TELECOMMUNICATION POSE	ml	220	50.	11 000.
15	ASSAINISSEMENT DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
16	ASSAINISSEMENT POSE PVC200	ml	220	60.	13 200.
17	AEP DEPOSE	forfait	1	4 000.	4 000.
18	AEP POSE FD80	ml	200	45.	9 000.
TOTAL					67 740.
1016 - 16 + décaissement 1m zone entre les RD (9 000 m²)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	9300	45.	418 500.
V - Végétation					
10	DEBROUSSAILLAGE	m²	510	5.	2 550.
11	ABATTAGE ARBRE DIAMETRE ENTRE 20-35 CM	u	17	120.	2 040.
12	GENIE VEGETAL	ml	620	50.	31 000.
R - Réseaux					
20	ENEDIS DEPLACEMENT BT	forfait	1	25 000.	25 000.
TOTAL					484 090.
1018 - Confortement de la rampe aval du pont de la RD51 par rampe en enrochements liaisonnés					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (€ HT)	Montant (€ HT)
E - Etudes et forfaits					
1	ETUDES, INSTALLATION ET REPLIEMENT CHANTIER, DOE	forfait	1	3 000.	3 000.
M - Mesures Environnementales					
2	BALISAGE ZONES A ENJEUX, PROTECTION COURS D'EAU	forfait	1	2 000.	2 000.
T - Terrassement					
3	DEBLAIS CLASSE A + EVACUATION	m3	20	60.	1 200.
G - Génie Civil					
7	DECONSTRUCTION	forfait	1	1 500.	1 500.
8	BETON ARME	m3	67.5	900.	60 750.
9	ENROCHEMENTS	m3	40	250.	10 000.
TOTAL					78 450.

MAITRISE D'OEUVRE DE L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DE LA NARTUBY AMONT

ACTION 34



ANALYSE MULTICRITERES
RAPPORT DEFINITIF

DECEMBRE 2020

N° du Marché			
Indice	0	1	2
Rédigé par	<i>Prénom-Nom : équipe projet Fonction : - Visa : Le : 27/11/2020</i>	<i>Prénom-Nom : équipe projet Fonction : - Visa : Le : 01/12/2020</i>	
Vérifié par	<i>Prénom-Nom : F.GAZELLE Fonction : Chef de projet Visa : Le : 27/11/2020</i>	<i>Prénom-Nom : F.GAZELLE Fonction : Chef de projet Visa : Le : 01/12/2020</i>	

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
1.1	CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE.....	4
1.2	PHASAGE DE LA MISSION.....	4
2	PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	5
2.1	LA NARTUBY ET SON BASSIN VERSANT	5
2.2	LA ZONE D'ETUDE.....	7
3	L'ANALYSE MULTICRITERES.....	9
3.1	ANALYSE COUTS-BENEFICES	9
3.1.1	PARAMETRES FONDAMENTAUX	9
3.1.2	VALEUR ACTUELLE NETTE (VAN)	16
3.1.3	ANALYSE DE SENSIBILITE.....	16
3.1.4	RESULTATS DE L'ANALYSE COUTS BENEFICES.....	16
3.1.5	ANALYSE COUTS-BENEFICES : INDICATEURS GLOBAUX.....	32
3.1.6	TESTS DE SENSIBILITE.....	36
3.2	AUTRES INDICATEURS	37
3.2.1	INDICATEUR P1 : NOMBRE DE PERSONNES HABITANT EN ZONE INONDABLE.....	37
3.2.2	INDICATEUR P5 : TRAFIC JOURNALIER DES RESEAUX DE TRANSPORT EN ZONE INONDABLE	38
3.2.3	INDICATEUR P7 : NOMBRE D'EMPLOIS EN ZONE INONDABLE	39
3.2.4	INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX.....	40
4	CONCLUSION.....	50

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Détermination du Dommage Evité Moyen Annuel- Source : CEREMA	10
Figure 2: Courbes de dommages surfaciques aux logements	13
Figure 3: Graphiques présentant les dommages moyens annuels par type de bâti touchés sur la zone d'étude et au total.....	20
Figure 4: Graphiques présentant les dommages moyens annuels pour l'agriculture par culture et au global.....	24
Figure 5 : Dommages moyens annuels pour les activités économiques	28
Figure 6 : Dommages aux établissements publics par type de crue et Dommages Moyens Annuels à l'état initial et aménagé.....	31
Figure 7: Répartition des dommages par type d'enjeu- état actuel et état projet (Scénarios 1 & 2)	33
Figure 8 : Valeur Actuelle Nette de la variante d'aménagement 1.....	34
Figure 9 : Valeur Actuelle Nette de la variante d'aménagement 2	35
Figure 10 : Espace de mobilité – Comparaison état initial – scénario 1	42
Figure 11 : Espace de mobilité – Comparaison état initial – scénario 1.....	43
Figure 12 : Connectivité du cours d'eau – Gain par tronçon entre l'état initial et les scénarios....	49

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1: Type et nombre de bâti touchés à l'état initial par occurrence de crue	17
Tableau 2: Type et nombre de bâti touchés à l'état projet – Aménagement 1 par occurrence de crue	18
Tableau 3: Type et nombre de bâti touchés à l'état projet – Aménagement 2 par occurrence de crue	18
Tableau 4 : Dommages à l'habitat par type de crue et Dommages Moyens Annuels à l'état initial et aménagé.....	19
Tableau 5: Type de culture et nombre d'hectares touchés à l'état initial par occurrence de crue.....	21
Tableau 6: Type de culture et nombre d'hectares touchés à l'état aménagé 1 par occurrence de crue	22
Tableau 7: Type de culture et nombre d'hectares touchés à l'état aménagé 2 par occurrence de crue	22
Tableau 8 : Dommages à l'agriculture par type de crue et Dommages Moyens Annuels à l'état initial et aménagé.....	25
Tableau 9: Nombre d'entreprises et effectifs touchés à l'état initial par occurrence de crue.....	25
Tableau 10: Nombre d'entreprises et effectifs touchés à l'état aménagé 1 par occurrence de crue	26
Tableau 11: Nombre d'entreprises et effectifs touchés à l'état aménagé 2 par occurrence de crue	27

Tableau 12: Dommages aux activités économiques par type de crue et Dommages Moyens Annuels à l'état initial et aménagés.....	29
Tableau 13 : Dommages aux établissements publics par type de crue – à l'état initial et aménagés	29
Tableau 14 : Synthèses des DMA par crues et DEMA Totaux- état actuel et état projet (scénarios 1 & 2).....	32
Tableau 15: DMA et DEMA Totaux état actuel et état projet (Scénarios 1 & 2)	33
Tableau 16: Tableau des coûts travaux, investissements, entretien et bénéfiques pour les variantes d'aménagement.....	34
Tableau 17: résultat de l'analyse de sensibilité pour chaque variante d'aménagement	36
Tableau 18: Nombre Moyen Annuel et Nombre Evité Moyen Annuel d'habitants	37
Tableau 19 : Linéaires de routes impactés à l'état initial et projet (Scénarios 1 & 2)	38
Tableau 20: Nombre Moyen Annuel et Nombre Evité Moyen Annuel d'emplois	39
Tableau 21 : Espace de mobilité – Surface en état actuel et en état aménagé.....	41
Tableau 22 : Connectivité du cours d'eau – Score par critère	45
Tableau 23 : Connectivité – gains par critère par tronçon.....	47

INDEX DES CARTES

Carte 1: Impact de la crue de 2010 (Q ₁₅₀) sur l'enjeu habitat à l'état initial.....	17
Carte 2 : Impact d'une crue de la crue de 2010 (Q ₁₅₀) sur l'enjeu habitat à l'état projet – Aménagement 1.....	18
Carte 3 : Impact de la crue de 2010 (Q ₁₅₀) sur l'enjeu habitat à l'état projet – Aménagement 2...19	19
Carte 4 : Type de cultures touchées à l'état initial lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀).....	21
Carte 5 : Type de cultures touchées à l'état aménagé 1 lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀).....	23
Carte 6 : Type de cultures touchées à l'état aménagé 2 lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀)	23
Carte 7: Entreprises et effectifs touchés à l'état initial lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀).....	26
Carte 8: Entreprises et effectifs touchés à l'état aménagé 1 lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀).....	27
Carte 9: Entreprises et effectifs touchés à l'état aménagé 2 lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀)	28
Carte 10 : établissements publics touchés à l'état initial lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀).....	30
Carte 11 : établissements publics touchés à l'état aménagé 1 lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀).....	30
Carte 12 : établissements publics touchés à l'état aménagé 2 lors de la crue de 2010 (Q ₁₅₀)	31

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Le bassin de l'Argens est particulièrement touché par le risque d'inondation. A la suite des crues violentes de 2010 et 2011, a été initié un PAPI d'intention, qui a donné naissance au PAPI complet en 2016. Celui-ci vise à instaurer la stratégie de gestion et d'aménagement pour la réduction des risques d'inondations sur le bassin versant de l'Argens et des côtiers de l'Esterel, porté par le Syndicat Mixte de l'Argens (SMA).

Il comporte quatre objectifs stratégiques qui se déclinent en sept axes. Au total, 63 actions sont programmées pour un budget prévisionnel de 96 millions d'euros.

La présente étude s'inscrit au sein de l'axe 6 (ralentissement des écoulements) et porte sur l'action 34.

Elle vise la réalisation d'aménagements hydrauliques sur la Nartuby sur la partie amont du bassin versant afin de restaurer l'espace de mobilité et les fonctionnalités de la Nartuby sur plusieurs sites présents sur la partie amont du bassin versant, et de protéger les enjeux contre les inondations.

1.2 PHASAGE DE LA MISSION

La mission confiée à la SCP comprend la maîtrise d'œuvre complète du projet de restauration de la Nartuby, depuis les études préliminaires jusqu'au suivi de la réalisation des travaux.

La première phase d'étude a consisté en la réalisation d'un diagnostic de l'état actuel du cours d'eau et un recensement des enjeux présents, puis à la définition de deux scénarios d'aménagements (cf. rapport Diagnostic et scénarios, novembre 2020).

Suite à ce rapport, le SMA a souhaité procéder à une Analyse Multi-Critères (AMC) des scénarios afin que le comité de pilotage du projet puisse se prononcer sur les aménagements à retenir.

Même si le seuil des 2 millions d'euros n'est pas atteint dans le cadre de cette opération (seuil obligeant à une rentabilité financière de l'opération), le SMA a intégré une Analyse Multi-critères dans le cadre de la mission de MOE dans un objectif d'aide à la décision.

Le présent rapport constitue le livrable de la mission « AMC ».

Une fois les aménagements retenus, la SCP procédera à leur étude à un niveau Avant-Projet (AVP).

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 LA NARTUBY ET SON BASSIN VERSANT

La Nartuby est un affluent de l'Argens, fleuve côtier méditerranéen s'écoulant dans le département du Var (83).

Long de 33 km, ce cours d'eau prend sa source sur les contreforts du plateau de Canjuers et draine un bassin versant de 233 km².

Deux affluents majeurs compose la Nartuby en tête de bassin versant : la Nartuby d'Ampus à l'Ouest et de la Nartuby de Châteaudouble à l'Est, dont les deux sous-bassins-versants respectifs recouvrent 50 et 60 Km². La confluence de ces deux Nartuby se fait en amont du hameau de Rebouillon.

Après un secteur de gorges, la pente de la Nartuby s'abaisse au cours de la traversée de Draguignan et de Trans-en-Provence. Les 10 derniers kilomètres de son parcours sont marqués par quelques sauts, avant la confluence avec l'Argens au Muy.

2.2 LA ZONE D'ETUDE

La commune de Châteaudouble se situe au pied des contreforts du massif des Alpes du sud, dans la vallée de la Nartuby et sur le versant sud du Plateau de Canjuers.

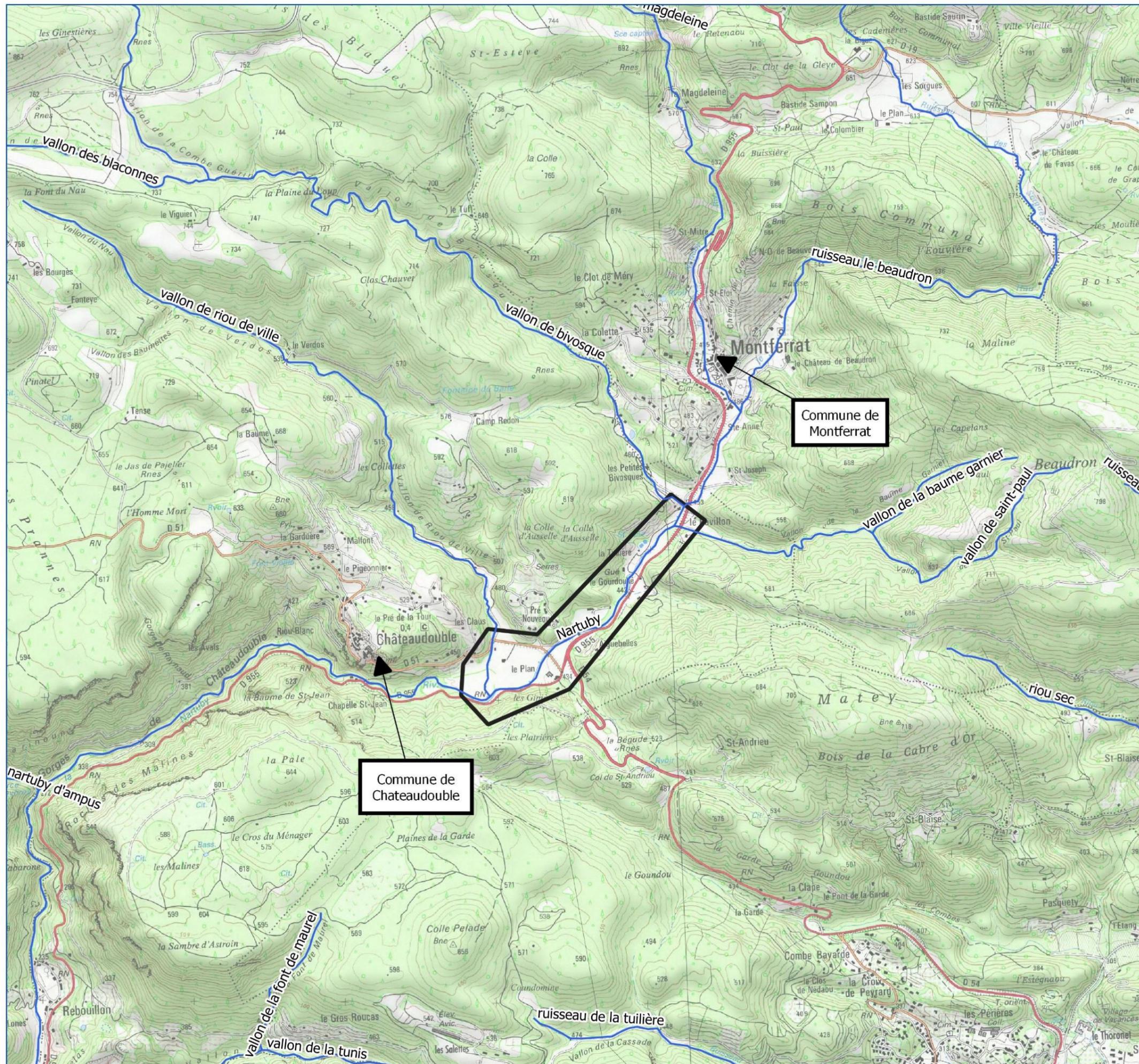
Ce secteur est marqué par la vigueur du relief, formé de collines séparées par de profondes vallées. Le territoire est peu aménagé et comporte de vastes étendues de milieux naturels, colonisées majoritairement par la forêt.

La zone d'étude concerne la Nartuby en amont de la confluence avec la Nartuby d'Ampus, son principal affluent.

Il s'agit plus particulièrement du tronçon de cours d'eau compris entre le Bivosque, affluent en rive droite de la Nartuby en sortie de Montferrat, et l'aval de la Station d'épuration (STEP) de Montferrat-Châteaudouble (incluant le Riou de la Ville), soit un linéaire de 2 km. Le bassin versant associé représente environ le quart du bassin versant de la Nartuby, soit de l'ordre de 55 km².

Maitrise d'oeuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby amont

Carte 2 : Secteur d'étude



Légende

- Réseau hydrographique
- ▭ Secteur d'études



N° : 2020_01_15-83 002 -
Code Affaire Numéro Indice

Date : 21-09-2020
Dessiné par : M. BOUTERIN - Vérifié par : F.GAZELLE
Référence fichier - 2020_01_15-83-003-MOE-SMA NARTUBY
AMONT-Enjeux_enviro.gqz
Sources : Société du Canal de Provence - © IGN - SCAN25 ® - Bd Carthage



3 L'ANALYSE MULTICRITERES

L'Analyse Multi Critères (AMC) a été menée conformément aux exigences du cahier des charges PAPI 3. Elle intègre une Analyse Coûts Bénéfices (ACB) pour les indicateurs monétaires, et une analyse d'autres critères non monétarisables.

3.1 ANALYSE COUTS-BENEFICES

3.1.1 PARAMETRES FONDAMENTAUX

3.1.1.1 HORIZON TEMPOREL

L'horizon temporel correspond à la durée sur laquelle sont considérés les flux de coûts et de bénéfices associés au projet.

Il dépend de la durée de vie de l'aménagement mais aussi de la fiabilité sur cet espace-temps de paramètres comme l'occupation du sol.

Considérant que les hypothèses sur la stabilité de l'occupation du sol ne sont pas projetables au-delà de 50 ans, l'horizon temporel retenu est de 50 ans.

3.1.1.2 TAUX D'ACTUALISATION

Ce taux permet de transformer des valeurs futures en valeurs actuelles pour calculer la VAN (Valeur Actuelle Nette) du projet.

L'actualisation est une « opération mathématique qui permet de comparer des valeurs économiques qui s'échelonnent dans le temps : il s'agit de ramener la valeur future d'un bien, d'une dépense à une valeur actuelle » selon France Stratégie (i.e. Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective).

Toujours selon les recommandations de France Stratégie, dans le cadre de l'analyse coût bénéfice des projets de gestion des risques naturels il est recommandé d'utiliser un taux d'actualisation à 2,5 % jusqu'en 2070, puis de 1,5 %.

3.1.1.3 DOMMAGE MOYEN ANNUEL (DMA)

Le DMA correspond à la somme pondérée des dommages avec comme facteur de pondération la probabilité d'occurrence des crues. C'est la valeur estimée des dommages des inondations :

$$DMA = \int_{T=T_d}^{T=50} D(T)p(T)dT$$

Avec :

$D(T)$ = montant des dommages pour l'évènement de période de retour T

T_d = période de retour de la première crue débordante c'est-à-dire de la plus faible crue qui crée des dommages (pour un débit Q_5).

Le DMA sera calculé pour chaque scénario de crue étudié pour la situation avant aménagement (initiale) et les scénarios d'aménagements.

3.1.1.4 DOMMAGES EVITES MOYENS ANNUELS (DEMA)

Les DEMA sont obtenus par différence entre le DMA en situation initiale et le DMA avec projet d'aménagements. Il représente les bénéfices attendus grâce à la mise en place des aménagements et sera calculé pour la variante d'aménagements.

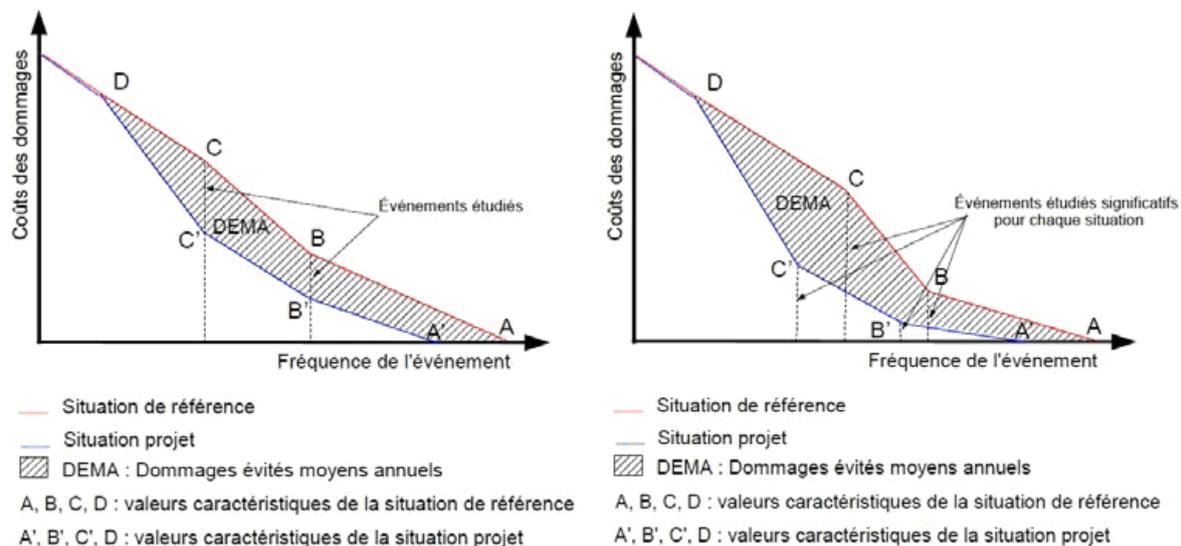


Figure 1: Détermination du Dommage Évité Moyen Annuel- Source : CEREMA

Ce graphe sera établi pour comparer la variante d'aménagement aux DMA calculés précédemment. L'aire entre la courbe « situation initiale » et la courbe « après projet » correspond au DEMA.

3.1.1.5 VALEUR ACTUELLE NETTE (VAN)

La VAN est l'indicateur permettant de comparer les bénéfices et les coûts actualisés de chaque variante d'aménagement pour juger de la pertinence économique du projet.

$$VAN = -C_0 + \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1 + r_i)^i} (B_i - C_i)$$

Avec :

C_0 = Coût initial du projet,

B_i = Bénéfices du projet attendus pour la période i (correspondant au DEMA calculé pour chaque période de retour de crue Q_i),

C_i = Coût de fonctionnement du projet (charges d'exploitation et de maintenance des aménagements prévus dans chaque variante),

n = Horizon temporel (ici 50 ans),

r_i = Taux d'actualisation pour la période i (soit 2,5 % puis 1,5 % après 2070).

3.1.1.6 MODÉLISATION DES DOMMAGES

3.1.1.6.1 MODELISATION DE L'ALEA : LES CRUES

Les modélisations hydrauliques de chaque scénario de crue fournissent les hauteurs d'eau atteintes sur le périmètre d'étude et permettent aussi de déterminer la vitesse et la durée de submersion des évènements simulés.

Ces 3 paramètres, hauteur d'eau, vitesse et durée de submersion sont les données d'entrée des courbes de dommages (officielles et spécifiquement établies sur la base des retours d'expérience) qui fixent les coefficients de dommage pour chaque famille d'enjeux.

Les dernières données de modélisation hydraulique de l'aléa sont issues de la présente étude de maîtrise d'œuvre de l'aménagement hydraulique de la Nartuby Amont.

Les différentes crues étudiées sont les Q2, Q5, 10, 20, 30, 50, 100 et, enfin une Q₂₀₁₀ (évènement exceptionnel récent, équivalent à Q150), la crue de premiers débordements est la crue quinquennale.

3.1.1.6.2 MODELISATION DE L'OCCUPATION DU SOL : LES ENJEUX

Les enjeux ont été classés en 2 catégories :

Enjeux surfaciques :

Le bâti représenté par les couches SIG du cadastre et décomposé en :

- Habitat :
 - Bâti individuel de plain-pied,
 - Bâti individuel avec étage,
 - Bâti collectif,
 - Garages privés

- Etablissements publics :
 - Etablissements scolaires
 - Centres techniques municipaux
 - Mairies/centres administratifs
 - Hébergements

- Les surfaces cultivées par type de culture,

Enjeux ponctuels : Les activités économiques (sur la base des données du fichier SIRENE de l'INSEE)

3.1.1.6.3 COMPARAISON DES DOMMAGES : LES SCENARIOS

L'Analyse Coûts Bénéfices a été réalisée en stricte conformité avec le Guide méthodologique 2018 du ministère de la transition écologique et solidaire : « Analyse multicritère des projets de prévention des inondations » ainsi que ses annexes techniques. L'ACB est donc un croisement des bases de données de **5 familles d'enjeux** (habitat, agriculture, activités économiques, établissements publics et routes) et des **simulations hydrauliques** avant/après aménagement (1 état projet) **pour 8 occurrences de crue** (Q2, Q5, Q10, Q20, Q30, Q50, Q100 et Q₂₀₁₀) **soit 40 croisements**.

3.1.1.7 VALORISATION DES DOMMAGES

3.1.1.7.1 METHODOLOGIE

Il a été choisi d'utiliser les courbes de dommage fournies par le Guide méthodologique 2018 du ministère de la transition écologique et solidaire pour les 3 familles d'enjeux bâti habitat, surfaces agricoles et activités économiques. Il s'agit d'une approche analytique et quantitative d'évaluation des dommages. La vulnérabilité sociale ou humaine n'est pas étudiée dans cette valorisation. **Toutes les données issues des courbes de dommages ont été actualisées en € 2019** (Source : indice des prix à la consommation de l'INSEE).

3.1.1.7.1.1 Pour l'habitat

Pour les logements, deux types de fonctions de dommages sont proposés, au bâti (immobilier) et au mobilier. Il a été choisi d'utiliser les fonctions de dommages surfaciques données en €2013/m² actualisées sur la base du taux d'inflation en €2019/m² pour des durées de submersion inférieures à 48h :

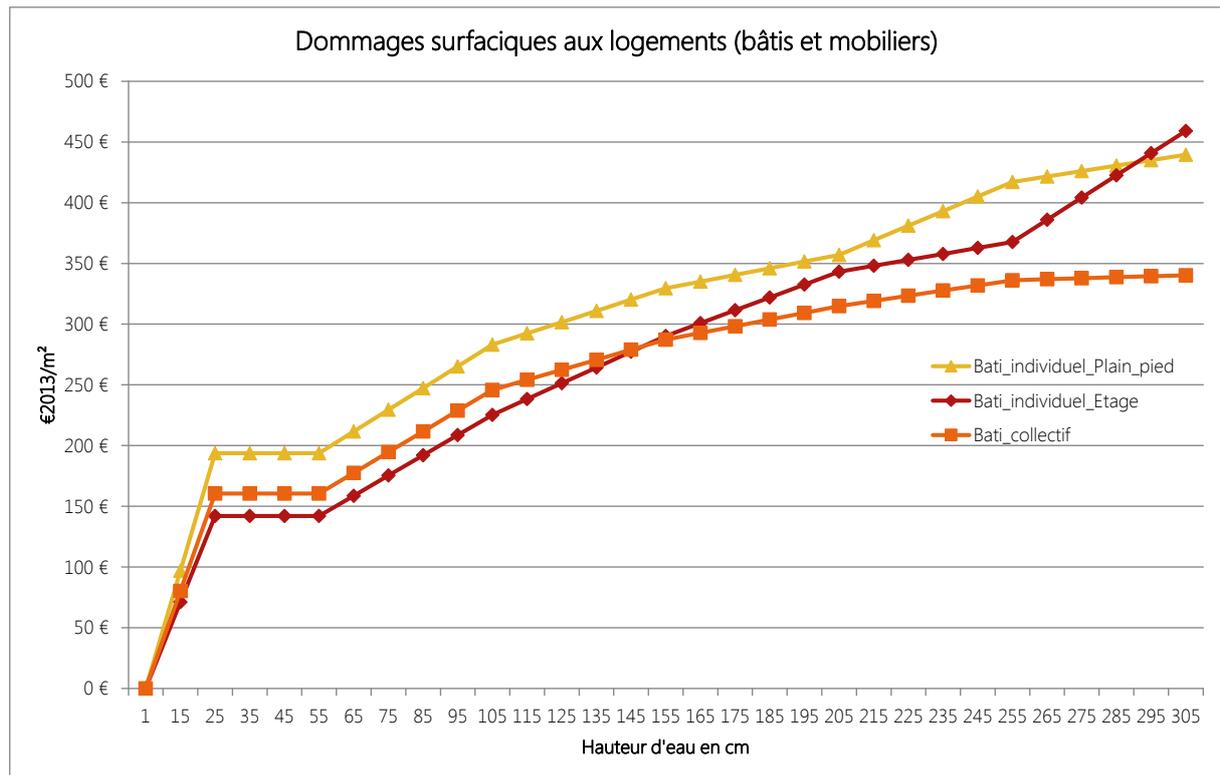


Figure 2: Courbes de dommages surfaciques aux logements

Ne disposant pas de la surface au sol habitable pour chaque type de bâtiment et conformément au Guide méthodologique 2018, **25 % de la surface correspondante aux murs et aux débordements des toits a été retranchée de la surface obtenue à partir de la BD TOPO.**

Pour valoriser les dommages, les hypothèses et informations suivantes ont été nécessaires :

- Les bâtis appartiennent tous au même type (bâtiments de construction dits en « dur »),
- Les premiers planchers des bâtis ont été relevés sur le terrain,
- Les logements en habitat individuel n’ont pas de sous-sol.

Les dommages ont donc été estimés en fonction de la hauteur d’eau, des durées de submersion et du type d’habitat (dommages au bâtiment et au mobilier).

Afin d’appliquer au mieux la méthode du CGDD, la base de données enjeu habitat a été corrigée à la main suite à des reconnaissances de terrain.

Remarque :

Les dommages sont calculés à partir d’une hauteur d’eau de 10 cm dans l’habitation. De plus, une hauteur de plancher est prise en compte (généralement 30 cm) pour calculer la hauteur d’eau des dommages, en la retranchant à la hauteur d’eau inondant le terrain supportant l’habitation. Par exemple, s’il y a 50 cm d’eau sur le terrain et que le plancher est à 30 cm, la hauteur d’eau considérée pour le calcul des dommages est de 20 cm.

Autre exemple : le plancher de l'habitation est à 10 cm au-dessus du terrain et la hauteur d'eau sur le terrain est de 15 cm, la hauteur d'eau considéré pour les dommages est donc de 5 cm, ce qui n'engendre aucun dommage, les premiers dommages survenant si la hauteur d'eau dans l'habitation dépasse 10 cm.

3.1.1.7.1.2 Pour les surfaces agricoles

Les données utilisées sont des fonctions de dommages aux cultures surfaciques proposées dans les annexes techniques pour 14 catégories de culture caractérisées (Blé tendre, Mais grain et ensilage, orge autres céréales, colza, tournesol, autres oléagineux, autres cultures industrielles, arboriculture, vergers, vignes, légumes-fleurs, fourrage, prairies permanentes et prairies temporaires). Les coefficients surfaciques ont été actualisés en €2019/hectare.

Les valeurs de la production correspondent essentiellement à un chiffre d'affaires calculé à partir des données sur les rendements et les prix de ventes.

La méthodologie SCP repose sur la méthode CGDD 2018 avec l'utilisation de courbes d'endommagement qui permettent d'obtenir des coefficients de dommage à appliquer en €/ha, ces coefficients sont fonctions de 3 points :

- **Période de l'année** (dommages différents en fonction des saisons) : La répartition des pluies sur l'année montrant une tendance à des précipitations importantes en automne avec des maxima en octobre et novembre (période des épisodes méditerranéens) et faibles en été avec un minima atteint en juillet, c'est l'automne qui est choisi pour la modélisation des dommages aux cultures.
- **Vitesse des écoulements** : Les simulations hydrauliques ont conduit à retenir une vitesse qualifiée de « moyenne » (globalement inférieure à 1 m/s)
- **Durée de submersion** : Les courbes proposent 4 types de durées : courte, moyenne, longue et très longue. Dans la mesure où les durées moyennes de submersion sont inférieures ou égales à 48h, c'est la durée courte qui a été choisie pour les modélisations.

Pour les surfaces agricoles potentiellement touchées par les crues, les cultures représentées sur le périmètre de la zone d'étude sont les suivantes :

- Vergers,
- Prairies permanentes.

3.1.1.7.2 Pour les activités économiques

Les fichiers SIRENE géolocalisés sont utilisés pour établir une liste des établissements avec les éléments suivants :

- Type d'activité selon leur code APE au niveau 5 de la nomenclature d'activités française (code NAF),
- Nombre d'employés (par tranche d'effectifs il est considéré que tout établissement correspond au moins à un emploi).

Les établissements référencés dans les bases de données ont été rattachés aux bâtis dans la base de données géoréférencée afin d'utiliser les résultats de la modélisation hydraulique pour identifier les hauteurs d'eau affectant chacun d'entre eux.

Le guide recommande d'utiliser la fonction de dommage « batiment.surface » pour la partie bâtie et la fonction de dommage « equipement.stock.employe » pour la partie mobilière.

Ne possédant pas les surfaces du plancher du niveau principal (hors les surfaces correspondant à l'épaisseur des murs et cloisons) pour chaque bâtiment, les fonctions de dommage de l'onglet « total.employe » du fichier « fonctions de dommages fluvial submersions entreprises » ont été utilisées.

Les paramètres d'aléa des fonctions de dommage sont considérés relativement à l'enjeu bâti, plus particulièrement et notamment au premier niveau de cet enjeu bâti.

Les pertes d'exploitation (dommages indirects) ne sont pas intégrées aux fonctions de dommages proposées car estimées complexe à modéliser d'un point de vue méthodologique pour trois raisons évoquées par le Guide 2018 :

- Ils peuvent correspondre à des transferts économiques à l'échelle nationale,
- Ils dépendent de la période d'arrêt de fonctionnement des établissements ; certains établissements peuvent fonctionner en mode dégradé et ne jamais totalement arrêter leur activité bien qu'ils soient impactés par l'inondation ou reprendre une activité partielle avant la fin de l'impact,
- Ils peuvent être compensés dans le temps. Ces différents éléments sont très délicats à évaluer. Il est donc recommandé de ne pas prendre en compte les pertes d'exploitation dans l'évaluation des dommages aux activités économiques.

3.1.1.7.3 Pour les établissements publics

La méthode CGDD 2018 préconise pour l'estimation des dommages des établissements publics l'utilisation de courbes d'endommagement propres aux établissements publics fonction de la hauteur d'eau, de la durée de submersion.

Elles donnent des dommages au mobilier et au bâti en €2019 /m² pour les :

- Etablissements scolaires,
- Etablissements d'incendie et de secours,
- Centres techniques municipaux,
- Mairies/ centres administratifs,
- Commissariats de police/ gendarmeries,
- Hébergements.

Pour les centres médicaux les courbes ne fournissent uniquement que des dommages aux bâtis.

3.1.1.7.4 Pour les campings

Aucun camping n'a été identifié dans la zone d'étude.

3.1.2 VALEUR ACTUELLE NETTE (VAN)

Les études préliminaires ont permis de définir les montants des travaux de chaque variante d'aménagements. A ces coûts travaux, il faut ajouter les dépenses liées aux coûts d'acquisition foncière, aux études préalables (maîtrise d'œuvre, dossiers règlementaires, etc.) pour obtenir le montant total des investissements de chaque variante.

Aucun coût d'acquisition foncière ou d'expropriation n'a été considéré, les négociations n'ayant pas démarré au moment de la réalisation de l'étude AMC.

Ensuite, pour prendre en compte la totalité des coûts consécutifs aux investissements dans la durée, il faut considérer des charges d'entretien pour toutes les dépenses effectuées après la mise en service des aménagements. Elles comprennent les coûts de maintenance et d'exploitation.

La VAN de chaque variante peut donc être calculé sur la base de ces données et des bénéfices annuels [Bi] égaux à la somme des DEMA de chaque enjeu par variante.

$$VAN = -C_0 + \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+r_i)^i} (B_i - C_i)$$

3.1.3 ANALYSE DE SENSIBILITE

L'analyse de sensibilité consiste à faire varier les principaux paramètres du modèle. Le guide CGDD 2018, propose une liste de paramètres à tester :

- Le montant des coûts d'investissements (+/- 50%) ;
- Le montant des coûts d'entretien (1%/5% du coût d'investissement) ;
- Le montant des dommages (+/- 50%).

Les trois paramètres ont été testés dans le cadre de l'AMC ci-après (cf. Résultats au §3.4).

3.1.4 RESULTATS DE L'ANALYSE COUTS BENEFICES

3.1.4.1 ANALYSE COUTS-BENEFICES : DOMMAGES PAR CATEGORIE D'ENJEUX

Cette deuxième partie présente les dommages pour chaque type d'enjeu, avant et après aménagement principalement lors d'une crue quinquennale (pour les cartes), mais également pour les autres occurrences de crue (pour les tableaux).

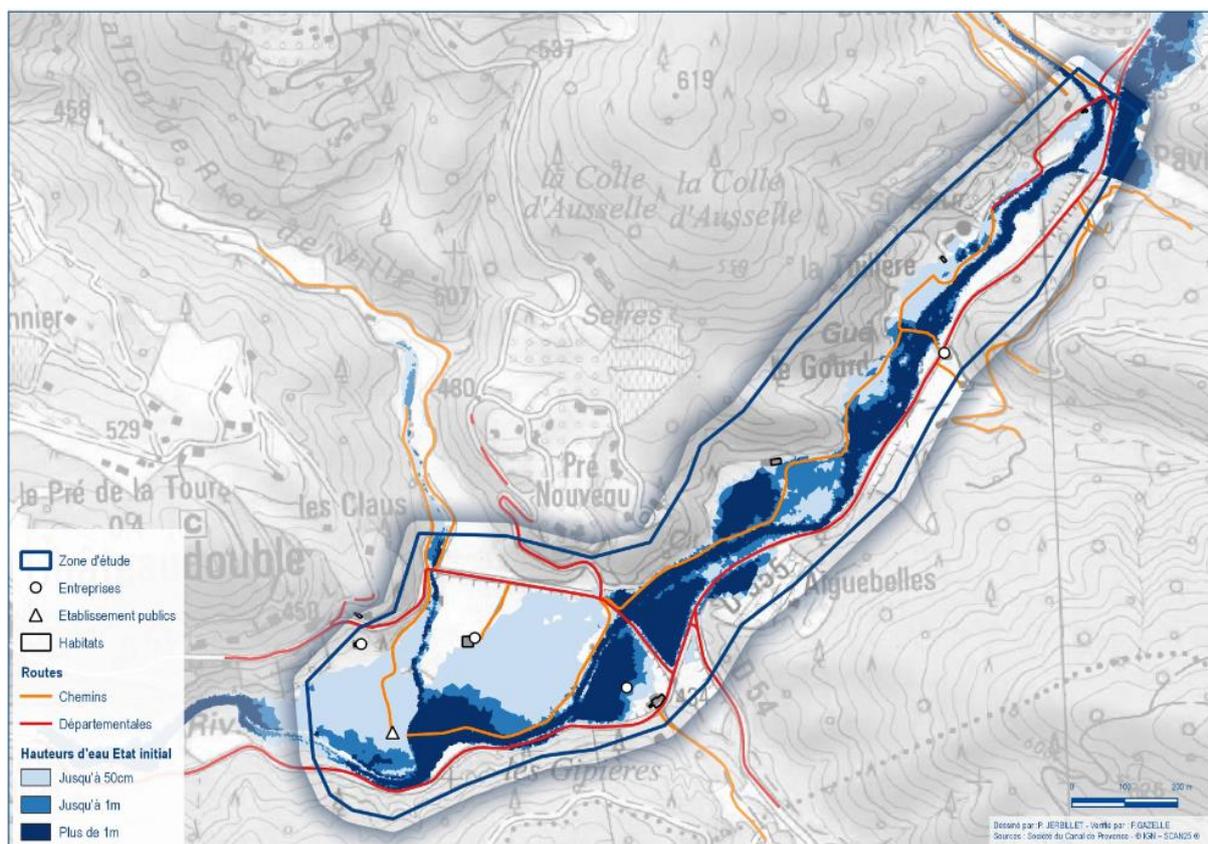
Pour chaque enjeu sont représentés le nombre de bâtis, le nombre d'activités économiques ou encore de surface agricoles (en hectares) dans un premier temps à l'état initial puis dans un second temps à l'état aménagé. Les courbes de dommages pour chaque enjeu sont également présentées dans cette deuxième partie.

3.1.4.2 DOMMAGES DIRECTS A L'HABITAT

A l'état initial, ce sont uniquement des bâtiments individuels d'habitation qui sont inondés, à partir de la crue centennale. D'autres bâtiments présents sur les parcelles mais non habités sont touchés pour des crues plus fréquentes. Aucun bâti collectif n'est touché, quelle que soit la crue concernée.

Nombre et type de bâti touchés par occurrence de crue à l'état initial									
Type de bâti	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	Total
Bati_collectif	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bati_individuel_Plain_pied	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Bati_individuel_Etage	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garage_Prive	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	1	1	2

Tableau 1: Type et nombre de bâti touchés à l'état initial par occurrence de crue



Carte 1: Impact de la crue de 2010 (Q₁₅₀) sur l'enjeu habitat à l'état initial

L'aménagement de la Nartuby permet de protéger :

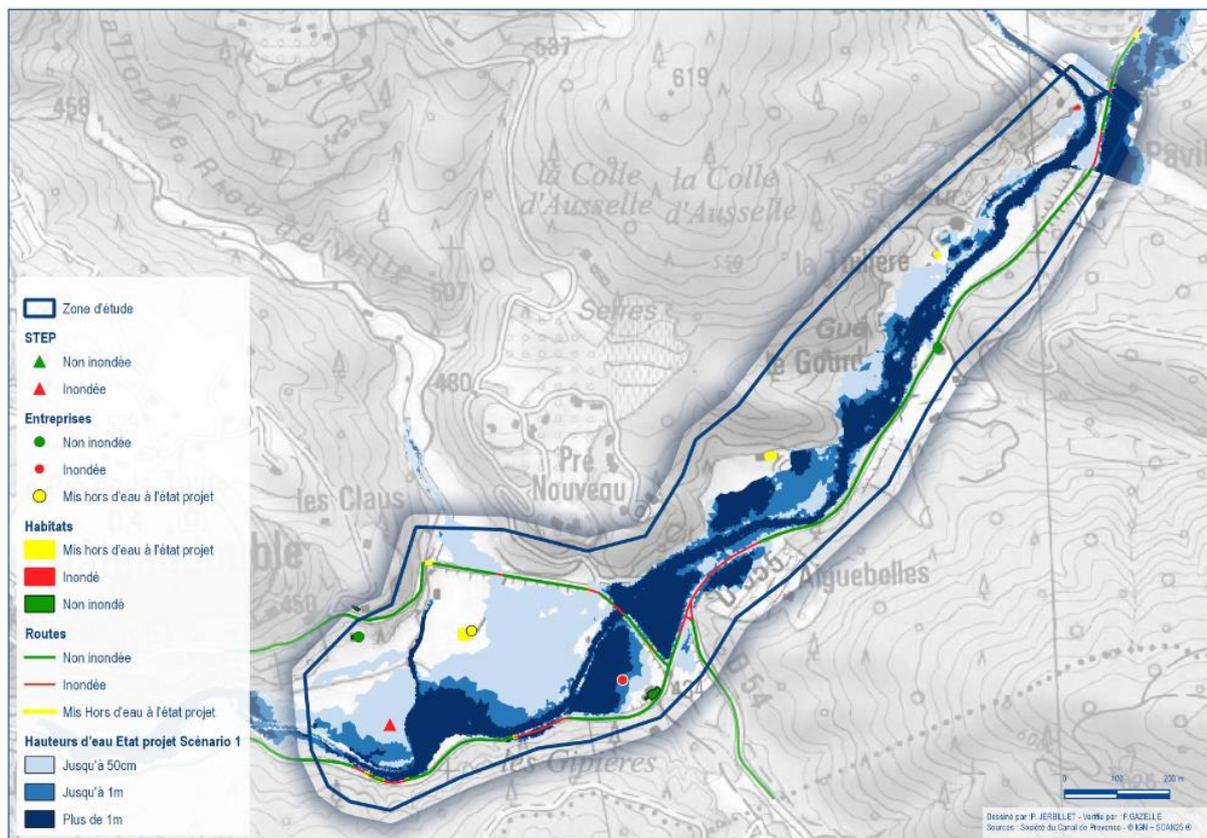
- ✓ 2 bâtis lors de la crue centennale,
- ✓ Et 2 bâtis lors de la crue « 2010 ».

Nombre et type de bâti touchés par occurrence de crue à l'état aménagé 1									
Type de bâti	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₁₀	Total
Bati_collectif	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bati_individuel_Plain_pied	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bati_individuel_Etage	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garage_Prive	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0							

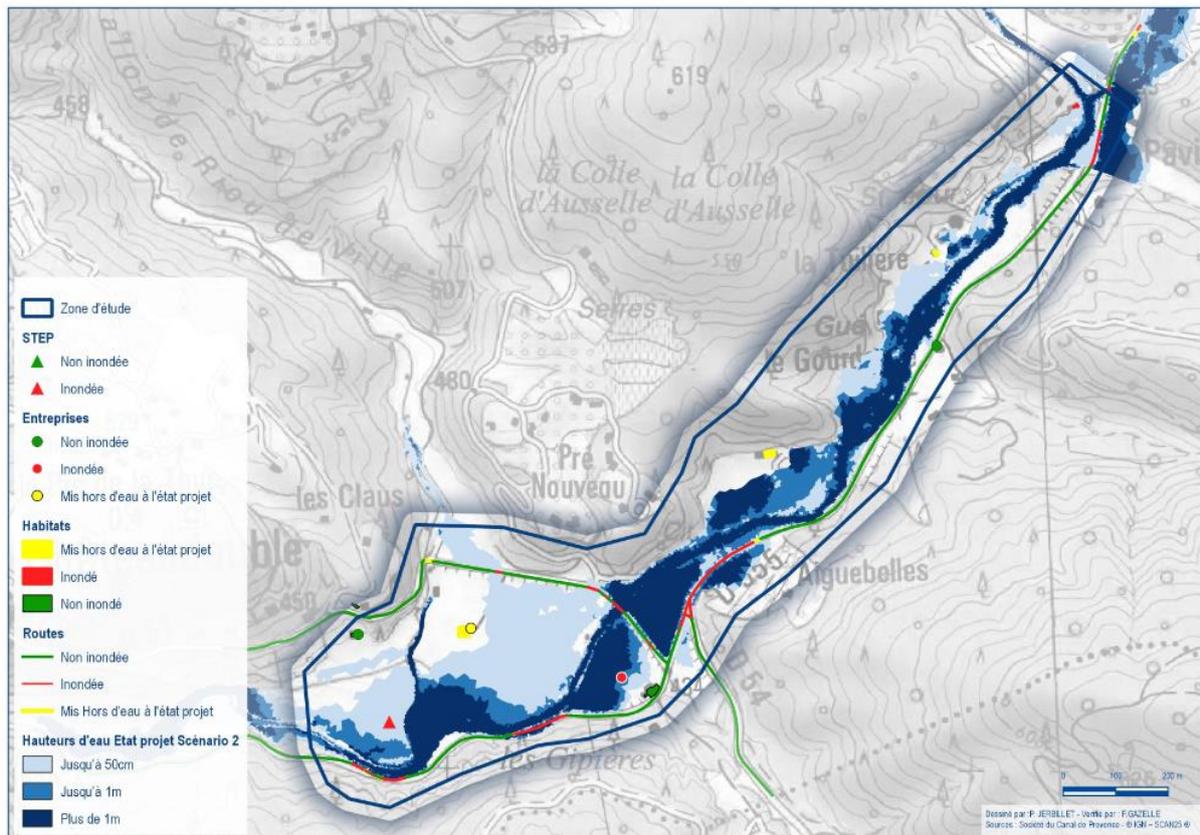
Tableau 2: Type et nombre de bâti touchés à l'état projet – Aménagement 1 par occurrence de crue

Nombre et type de bâti touchés par occurrence de crue à l'état aménagé 2									
Type de bâti	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₁₀	Total
Bati_collectif	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bati_individuel_Plain_pied	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bati_individuel_Etage	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garage_Prive	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0							

Tableau 3: Type et nombre de bâti touchés à l'état projet – Aménagement 2 par occurrence de crue



Carte 2 : Impact d'une crue de la crue de 2010 (Q₁₅₀) sur l'enjeu habitat à l'état projet – Aménagement 1



Carte 3 : Impact de la crue de 2010 (Q₁₅₀) sur l'enjeu habitat à l'état projet – Aménagement 2

Les courbes de dommages pour les types de bâti étudiés ainsi que pour le total des dommages moyens annuels sont disponibles dans les graphes ci-après.

Les dommages ne concernent dans la zone d'étude que des bâtis individuels.

Dommages moyens annuels sur 150 ans par type d'enjeu et par crue pour l'Etat initial et l'état aménagé									DMA*	DEMA**
Etat Initial	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010		
DMA Habitat	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	15 172 €	30 344 €	152 €	
Etat Aménagé 1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	DMA*	DEMA**
DMA Habitat	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	152 €
Etat Aménagé 2	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	DMA*	DEMA**
DMA Habitat	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	152 €

* Dommages Moyens Annuels calculés à l'Etat initial et par scénario d'aménagement, par crue et par type d'enjeu correspond au dommage moyen qui pourrait se produire chaque année en considérant une situation moyenne parmi les différents cas de figures possibles

** Dommages Evités Moyens Annuels du projet (dommages évités = bénéfiques) correspond au DMA du territoire sans aménagement auquel on soustrait le DMA sur le territoire après aménagement

Tableau 4 : Dommages à l'habitat par type de crue et Dommages Moyens Annuels à l'état initial et aménagé

Le montant des Dommages Moyens Annuels de l'enjeu habitation (tous type d'habitat confondus) s'élève à 152 € à l'état initial contre 0 € à l'état projet, quelque que soit le projet d'aménagement considéré, données actualisées en €2019.

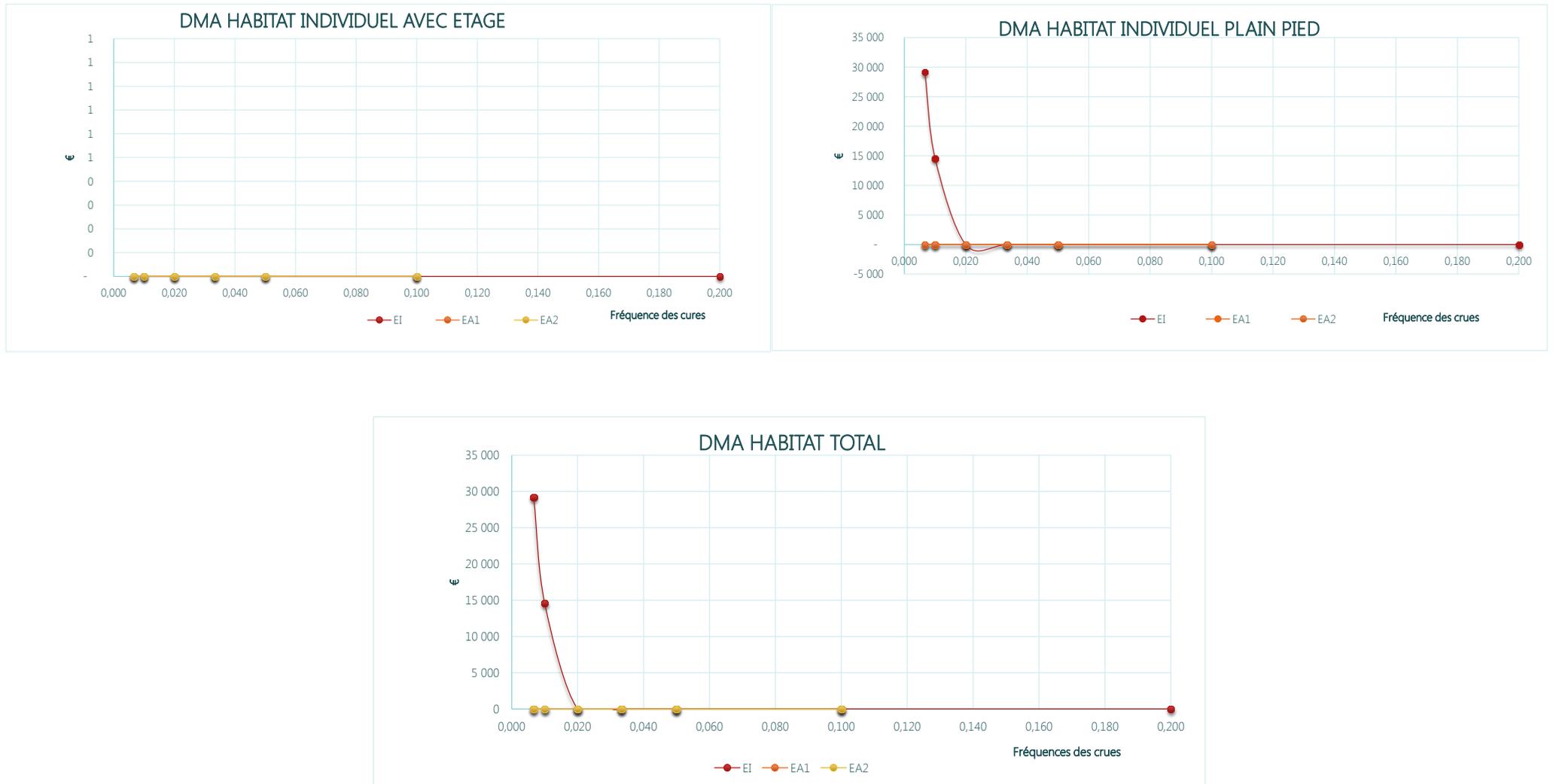


Figure 3: Graphiques présentant les dommages moyens annuels par type de bâti touchés sur la zone d'étude et au total

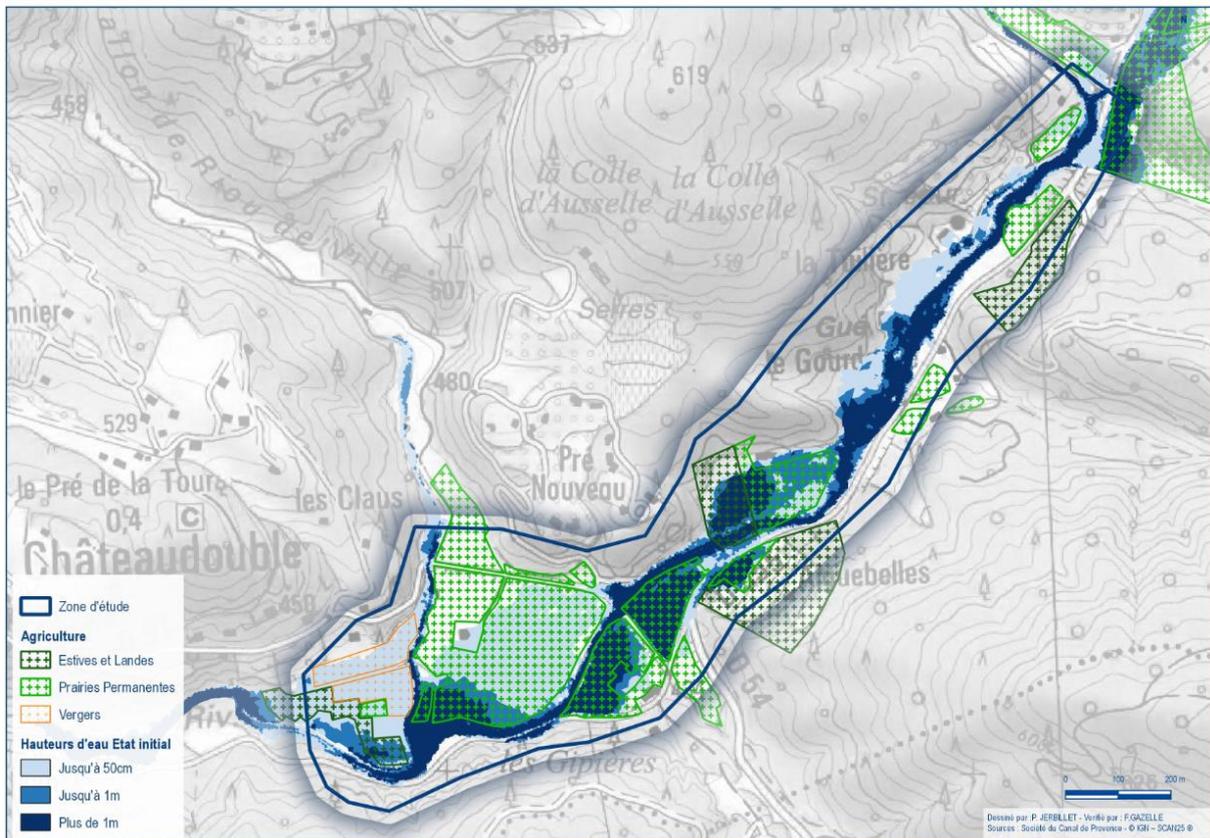
3.1.4.3 DOMMAGES A L'AGRICULTURE

A l'état initial et pour chaque type de crues (de Q2 à Q100) ce sont essentiellement des prairies permanentes qui sont touchées.

Hectares touchés par type de culture et occurrence de crue à l'état initial								
Type de cultures :	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₂₀
Vergers	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6
Prairies permanentes	0,0	1,1	3,5	6,0	7,5	9,5	11,0	16,4
Total	0,0	1,1	3,5	6,0	7,5	9,5	11,2	18,1

Tableau 5: Type de culture et nombre d'hectares touchés à l'état initial par occurrence de crue

La carte ci-dessous, identifie bien, qu'il s'agit principalement de prairies qui sont touchées, ici dans le cas de la crues de 2010 soit 16,4 hectares de prairies.



Carte 4 : Type de cultures touchées à l'état initial lors de la crue de 2010 (Q150)

A l'état aménagé, quel que soit le scénario d'aménagement, des hectares supplémentaires de prairies sont impactés par les crues de plus grandes fréquences (Q5 à Q30 pour le scénario d'aménagement 1 et Q5 à Q20 pour le scénario d'aménagement 2).

Les aménagements ne permettent pas d'améliorer notablement l'exposition des surfaces agricoles face aux crues.

Hectares touchés par type de culture et occurrence de crue à l'état aménagé 1								
Type de cultures :	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₂₀
Arboriculture	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
Prairies permanentes	0,0	2,5	4,3	6,4	7,6	9,4	10,9	16,2
Total	0,0	2,5	4,3	6,4	7,6	9,4	11,1	17,0

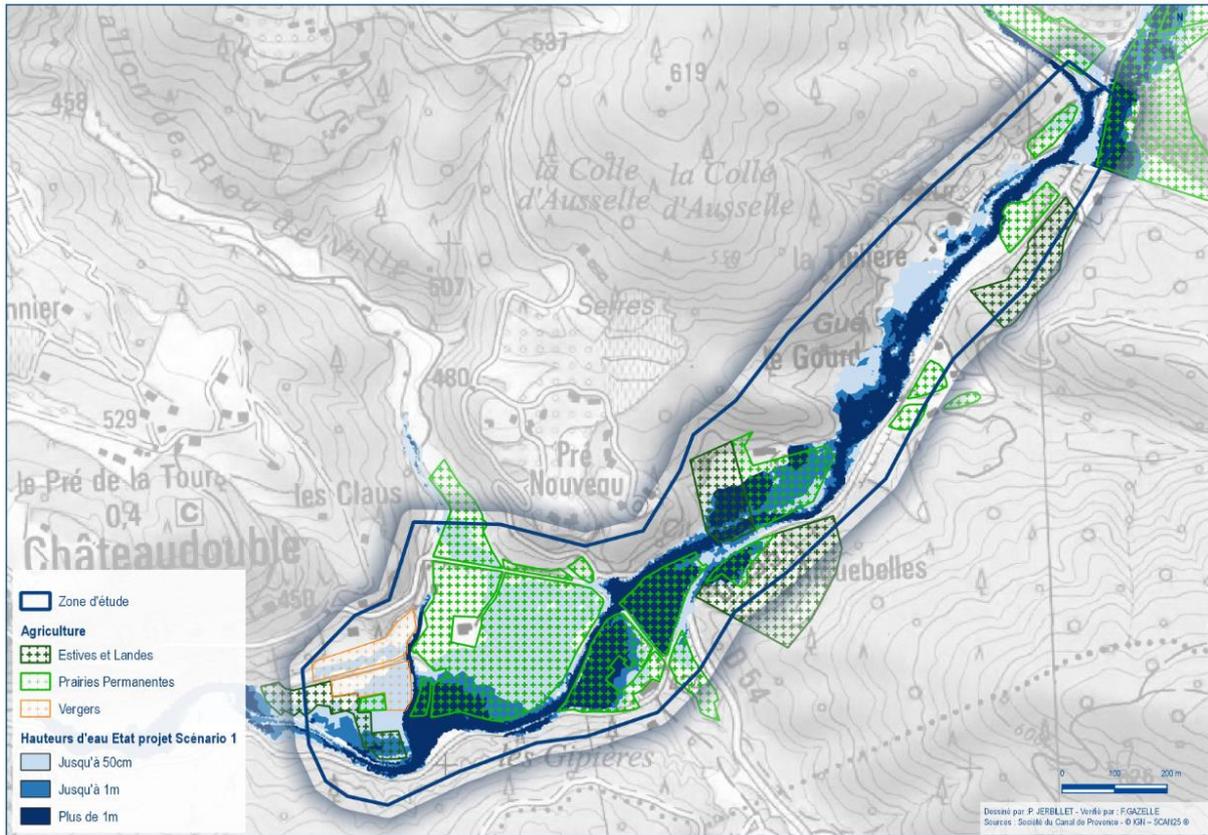
Hectares protégés par type de culture et occurrence de crue à l'état aménagé 1								
Type de cultures :	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₂₀
Arboriculture	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Prairies permanentes	0,0	-1,4	-0,8	-0,4	-0,1	0,1	0,1	0,2
Total	0,0	-1,4	-0,8	-0,4	-0,1	0,1	0,1	1,0

Tableau 6: Type de culture et nombre d'hectares touchés à l'état aménagé 1 par occurrence de crue

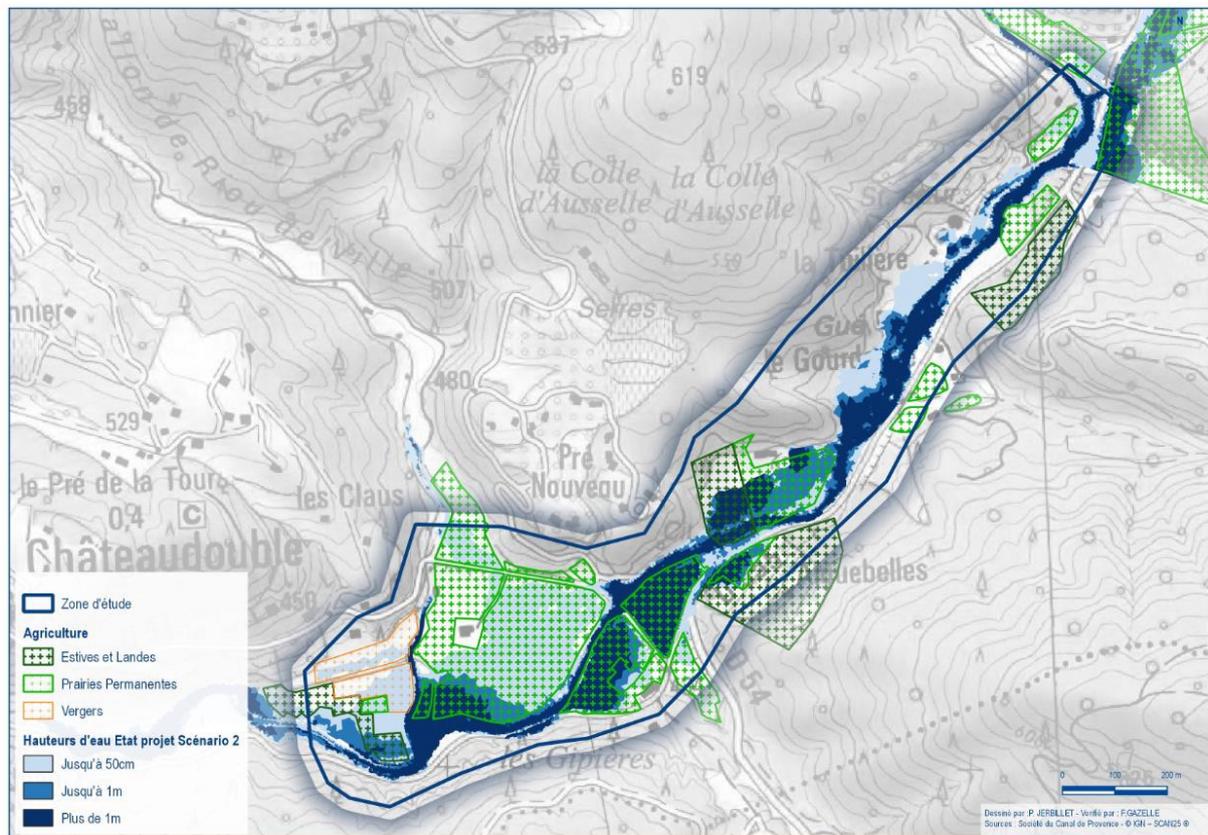
Hectares touchés par type de culture et occurrence de crue à l'état aménagé 2								
Type de cultures :	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₂₀
Arboriculture	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
Prairies permanentes	0,0	2,6	5,1	6,5	7,5	9,2	11,0	16,1
Total	0,0	2,6	5,1	6,5	7,5	9,2	11,2	17,0

Hectares protégés par type de culture et occurrence de crue à l'état aménagé 2								
Type de cultures :	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₂₀
Arboriculture	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Prairies permanentes	0,0	-1,5	-1,6	-0,5	0,0	0,3	0,0	0,3
Total	0,0	-1,5	-1,6	-0,5	0,0	0,3	0,0	1,1

Tableau 7: Type de culture et nombre d'hectares touchés à l'état aménagé 2 par occurrence de crue



Carte 5 : Type de cultures touchées à l'état aménagé 1 lors de la crue de 2010 (Q₁₅₀)



Carte 6 : Type de cultures touchées à l'état aménagé 2 lors de la crue de 2010 (Q₁₅₀)

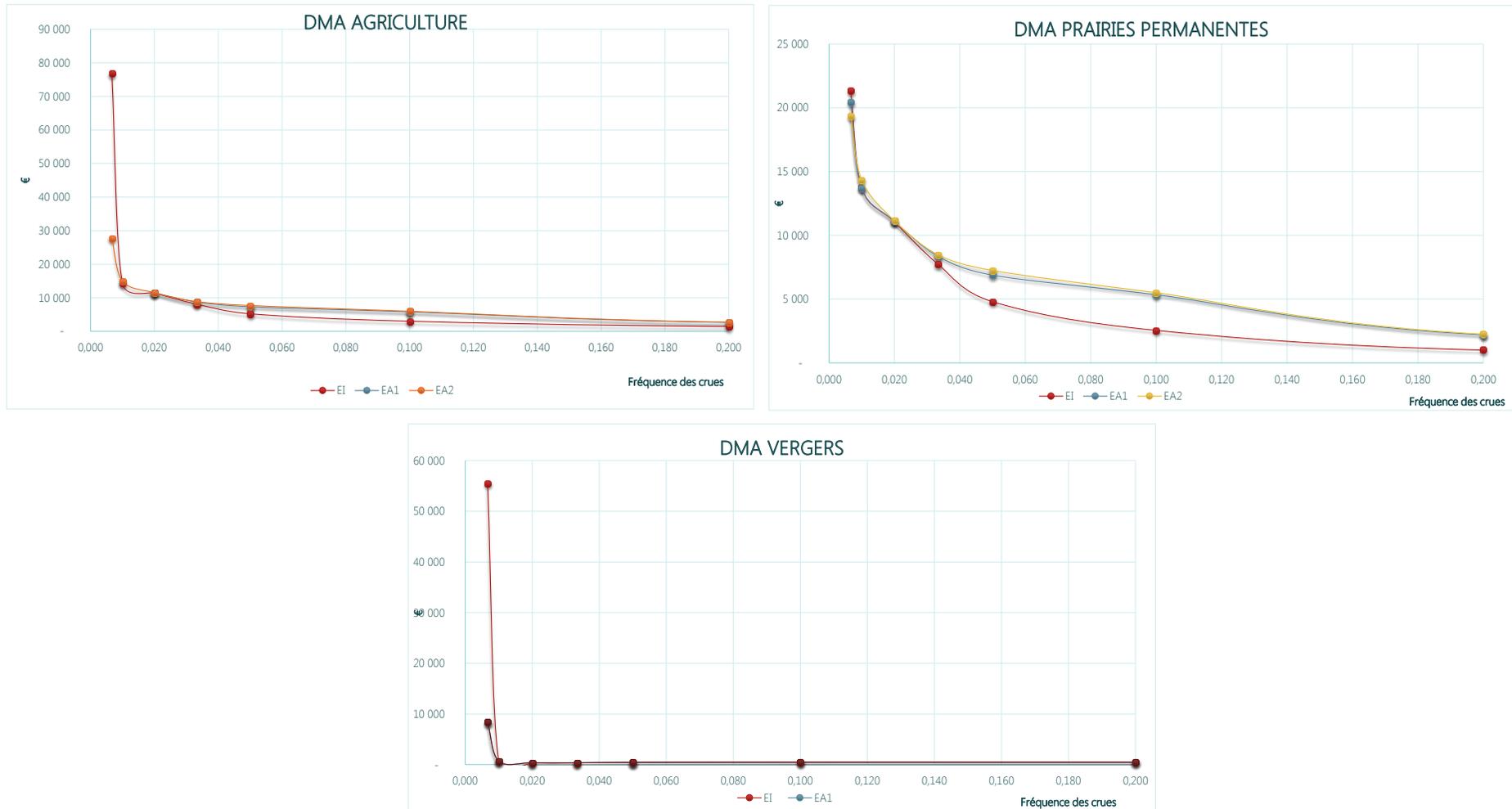


Figure 4: Graphiques présentant les dommages moyens annuels pour l'agriculture par culture et au global

L'activité agricole représente une part importante sur le périmètre d'étude (35 hectares sur une zone d'étude de 60 hectares, soit 58%) et la protection des enjeux valorisables nécessite le maintien d'un caractère inondable de ces secteurs.

Dommages moyens annuels sur 150 ans par type d'enjeu et par crue pour l'Etat initial et l'état aménagé									DMA*	DEMA**
Etat Initial	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010		
DMA Agriculture	462 €	1 535 €	3 143 €	5 443 €	8 429 €	11 897 €	14 964 €	79 951 €	1 292 €	
Etat Aménagé 1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	DMA*	DEMA**
DMA Agriculture	494 €	2 769 €	6 049 €	7 603 €	9 070 €	11 926 €	14 962 €	29 949 €	1 760 €	-468 €
Etat Aménagé 2	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	DMA*	DEMA**
DMA Agriculture	494 €	2 825 €	6 211 €	7 987 €	9 192 €	11 970 €	15 586 €	28 777 €	1 800 €	-509 €

* Dommages Moyens Annuels calculés à l'Etat initial et par scénario d'aménagement, par crue et par type d'enjeu correspond au dommage moyen qui pourrait se produire chaque année en considérant une situation moyenne parmi les différents cas de figures possibles

** Dommages Evités Moyens Annuels du projet (dommages évités = bénéfiques) correspond au DMA du territoire sans aménagement auquel on soustrait le DMA sur le territoire après aménagement

Tableau 8 : Dommages à l'agriculture par type de crue et Dommages Moyens Annuels à l'état initial et aménagé

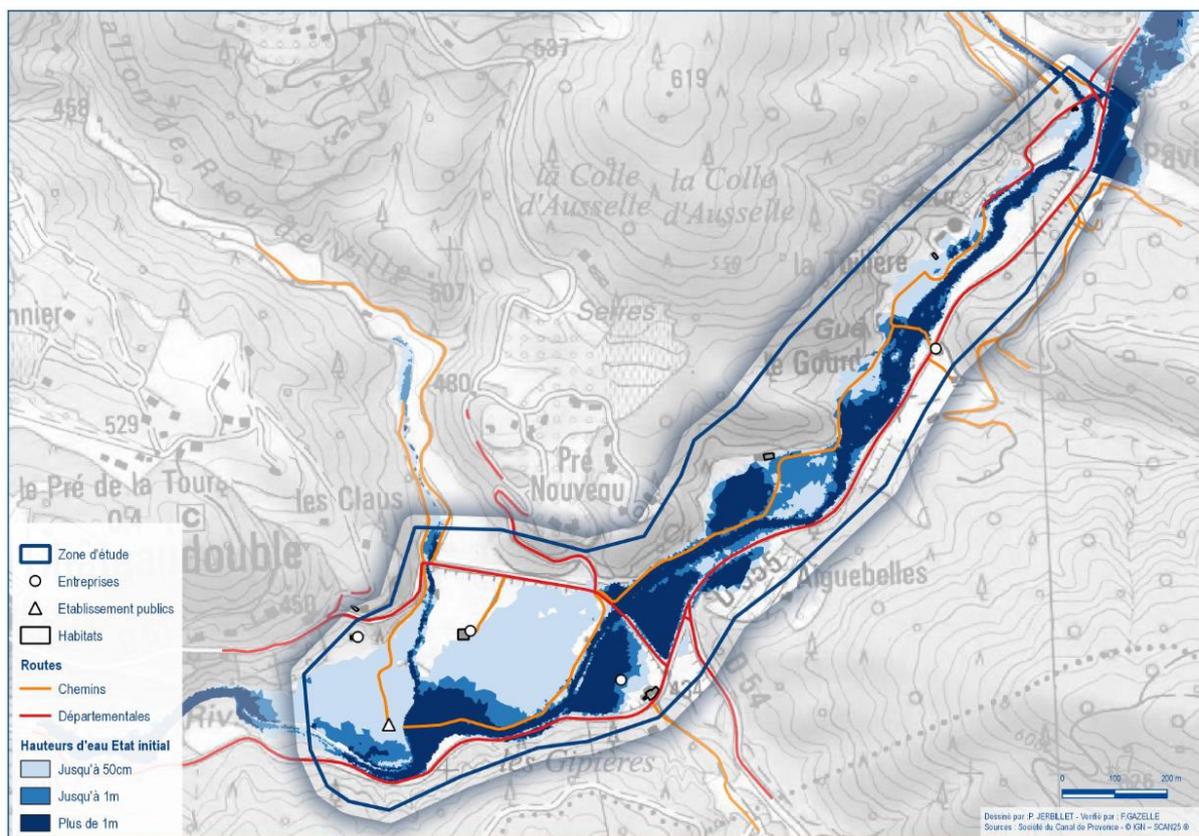
Le montant des Dommages Moyens Annuels de l'enjeu agriculture s'élève à 1 292 € à l'état initial contre 1 760 € à l'état aménagé 1 et 1 800€ à l'état aménagé 2. **Le projet, quel que soit le scénario d'aménagement retenu, augmente les surfaces agricoles exposées au risque d'inondations notamment sur les crues Q5 à Q30. Le projet ne protège pas de surfaces agricoles.**

3.1.4.4 DOMMAGES DIRECTS AUX ACTIVITES ECONOMIQUES

Ce sont 2 entreprises qui sont inondées à l'état initial (Fromagerie la Pastourelle et la Chèvrerie Lou Mas Sant Baptisto), et lors d'une crue 2010, 2 emplois sont également touchés.

Nombre d'entreprises et d'emplois touchés par occurrence de crue à l'état initial									
Crues	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	Total
Nombre de salariés	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Nombre d'entreprises	0	0	0	0	0	0	0	2	2

Tableau 9: Nombre d'entreprises et effectifs touchés à l'état initial par occurrence de crue



Carte 7: Entreprises et effectifs touchés à l'état initial lors de la crue de 2010 (Q₁₅₀)

Nombre d'entreprises et d'emplois touchés par occurrence de crue à l'état aménagé 1									
Crues	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₁₀	Total
Nombre de salariés	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Nombre d'entreprises	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Nombre d'entreprises et d'emplois protégés par occurrence de crue à l'état aménagé 1									
Crues	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₁₀	Total
Nombre de salariés	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Nombre d'entreprises	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Tableau 10: Nombre d'entreprises et effectifs touchés à l'état aménagé 1 par occurrence de crue

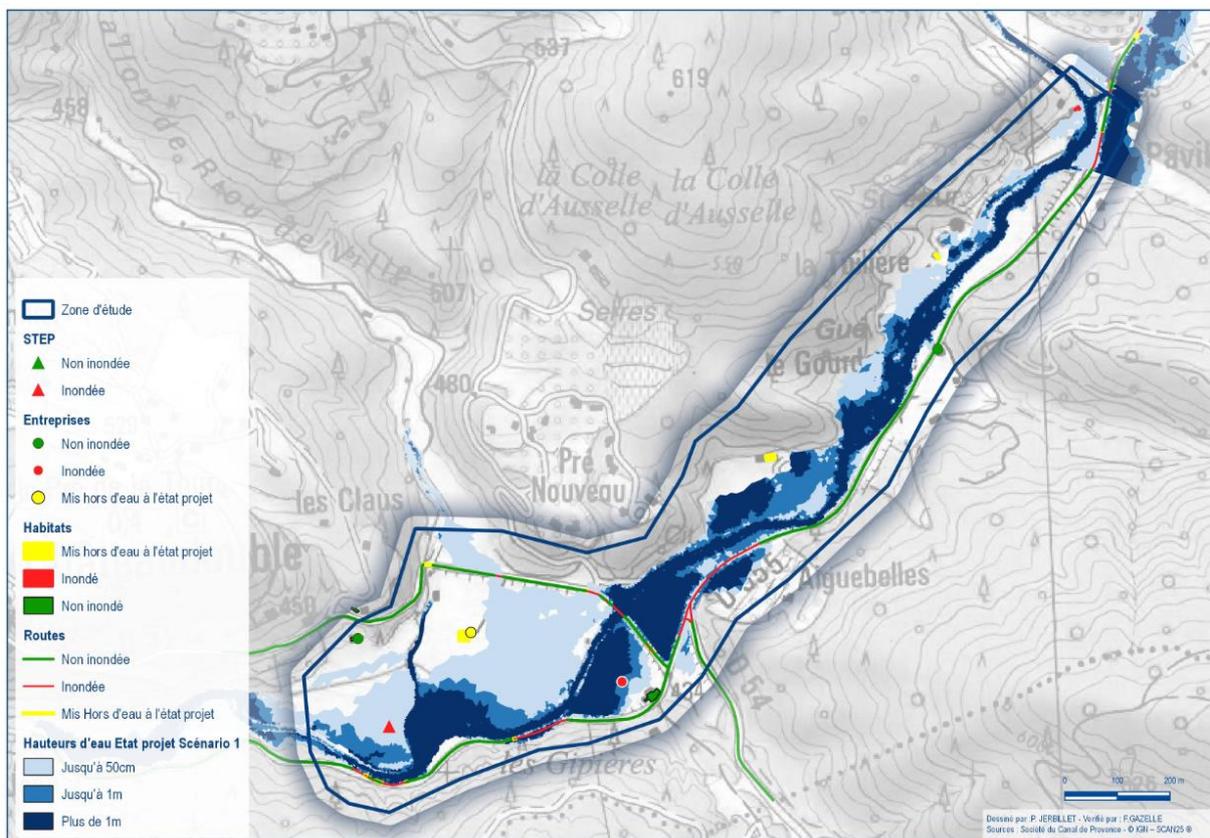
Nombre d'entreprises et d'emplois touchés par occurrence de crue à l'état aménagé 2									
Crues	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q ₂₀₁₀	Total
Nombre de salariés	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Nombre d'entreprises	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Nombre d'entreprises et d'emplois protégés par occurrence de crue à l'état aménagé 2									
Crues	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	Total
Nombre de salariés	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Nombre d'entreprises	0	0	0	0	0	0	0	1	1

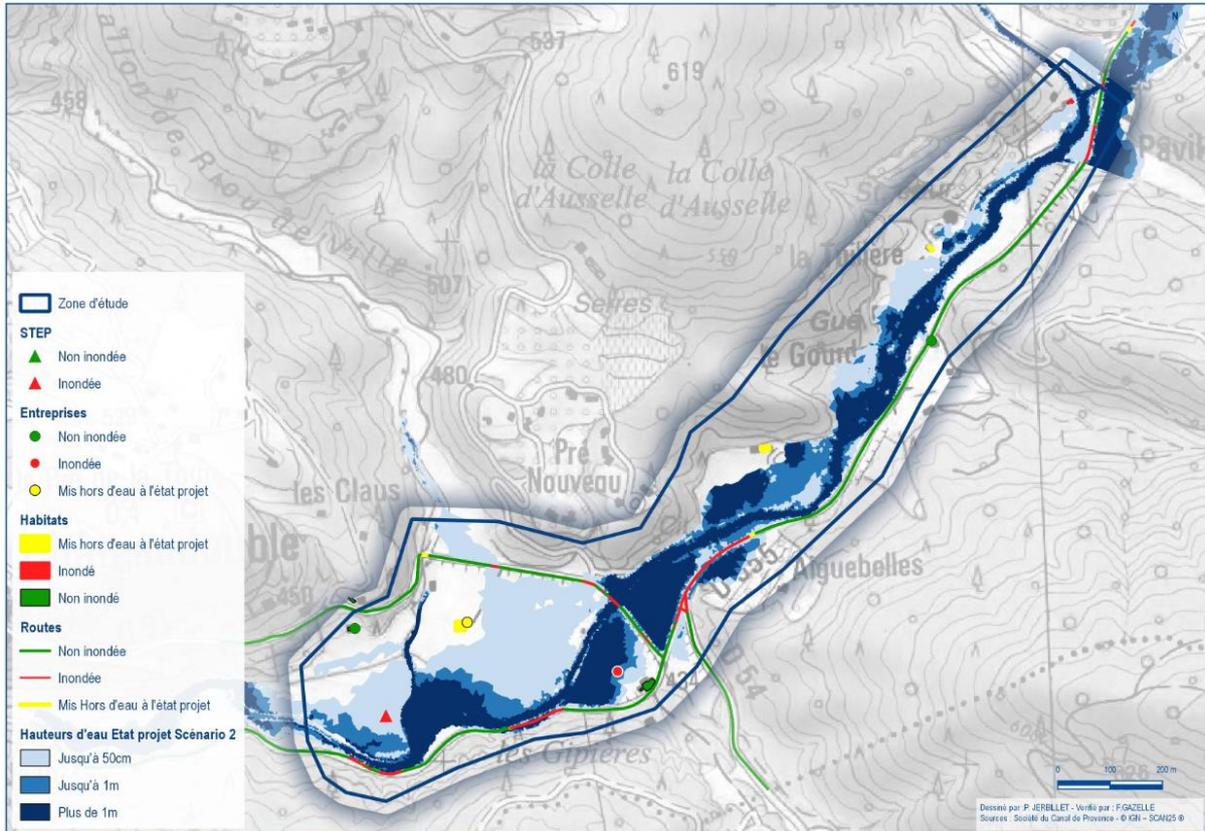
Tableau 11: Nombre d'entreprises et effectifs touchés à l'état aménagé 2 par occurrence de crue

1 entreprise est protégée par les aménagements pour la crue Q₁₅₀ et 1 emploi.

Les courbes présentant les dommages avant et après aménagement pour l'activité économique sont disponibles dans la figure ci-après.



Carte 8: Entreprises et effectifs touchés à l'état aménagé 1 lors de la crue de 2010 (Q₁₅₀)



Carte 9: Entreprises et effectifs touchés à l'état aménagé 2 lors de la crue de 2010 (Q₁₅₀)

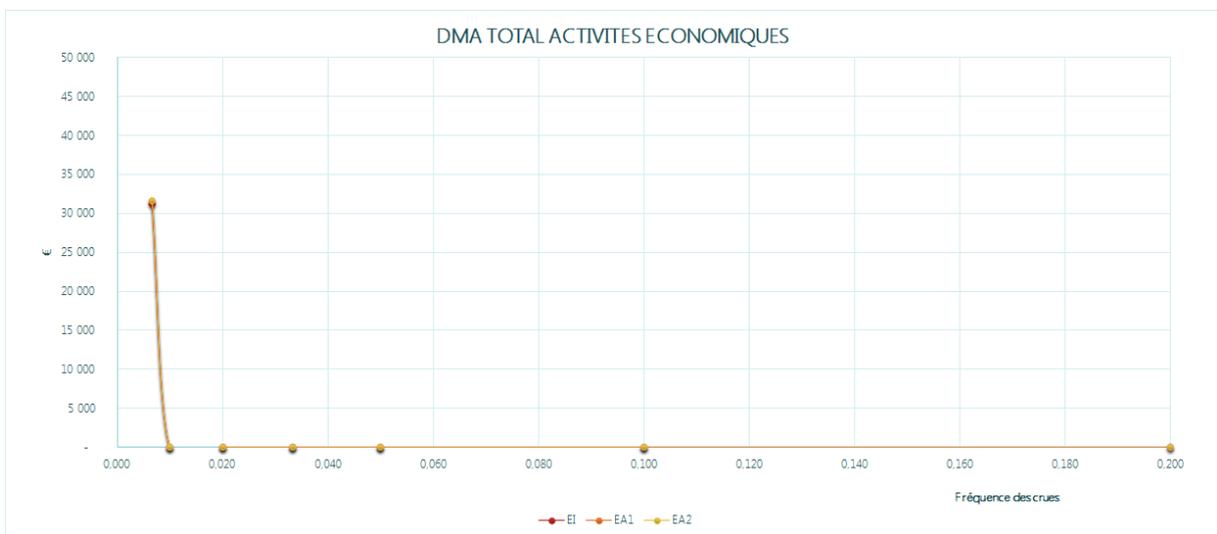


Figure 5 : Dommages moyens annuels pour les activités économiques

Dommages moyens annuels sur 150 ans par type d'enjeu et par crue pour l'Etat initial et l'état aménagé									DMA*	DEMA**
Etat Initial	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010		
DMA Entreprise	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	32 461 €	54 €	
Etat Aménagé 1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	DMA*	DEMA**
DMA Entreprise	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	32 928 €	55 €	-1 €
Etat Aménagé 2	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	DMA*	DEMA**
DMA Entreprise	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	32 928 €	55 €	-1 €

* Dommages Moyens Annuels calculés à l'Etat initial et par scénario d'aménagement, par crue et par type d'enjeu correspond au dommage moyen qui pourrait se produire chaque année en considérant une situation moyenne parmi les différents cas de figures possibles

** Dommages Evités Moyens Annuels du projet (dommages évités = bénéfiques) correspond au DMA du territoire sans aménagement auquel on soustrait le DMA sur le territoire après aménagement

Tableau 12: Dommages aux activités économiques par type de crue et Dommages Moyens Annuels à l'état initial et aménagés

Les différents scénarios d'aménagements de la Nartuby ne permettent pas de mettre hors d'eau des entreprises. En effet, **les dommages moyens annuels s'élèvent à 54 € avant aménagement, et sont similaires concernant les projets d'aménagement 1 ou 2, soit une efficacité de protection nulle.**

3.1.4.5 DOMMAGES AUX ETABLISSEMENTS PUBLICS

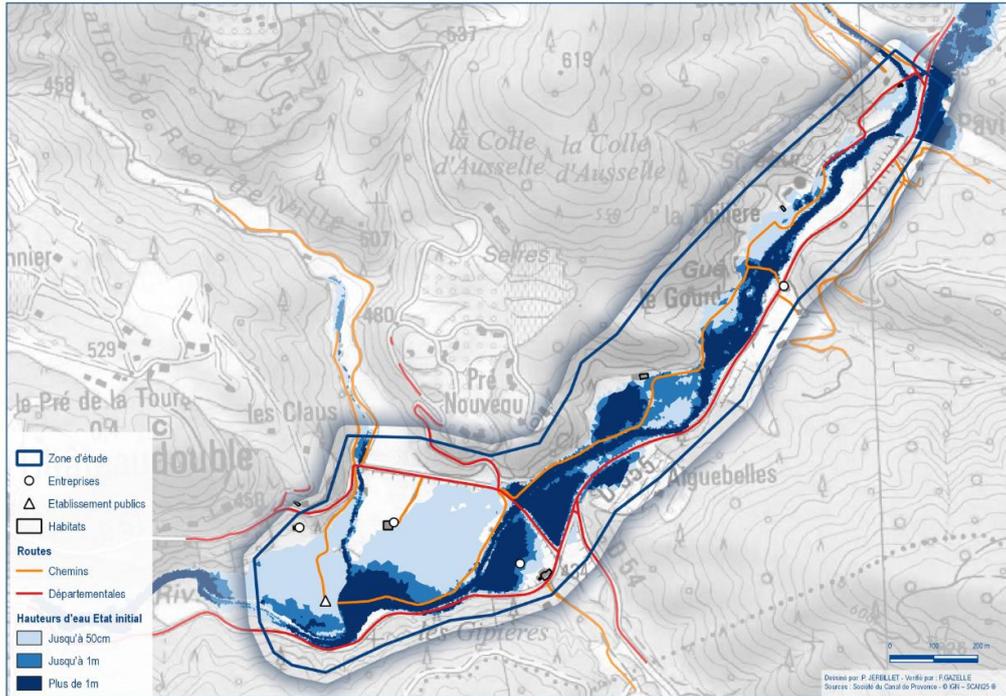
Concernant les établissements publics, seule la station d'épuration est touchée et uniquement lors des crues centennale et crue 2010 (Q₁₅₀).

		EI	EA1	EA2
Q100	Nombre d'établissements publics	1	1	1
	M ² touchés	321	321	321
Q2010	Nombre d'établissements publics	1	1	1
	M ² touchés	321	321	321

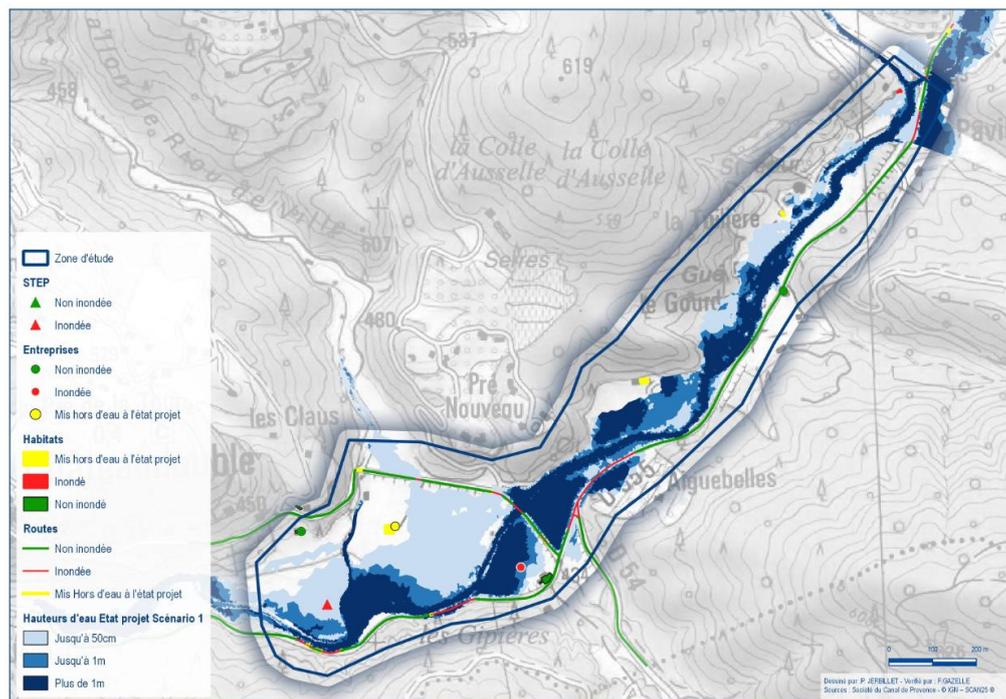
Tableau 13 : Dommages aux établissements publics par type de crue – à l'état initial et aménagés

La zone d'étude ne comporte pas d'autres établissements publics touchés (cf. nomenclature guide CGDD 2018) :

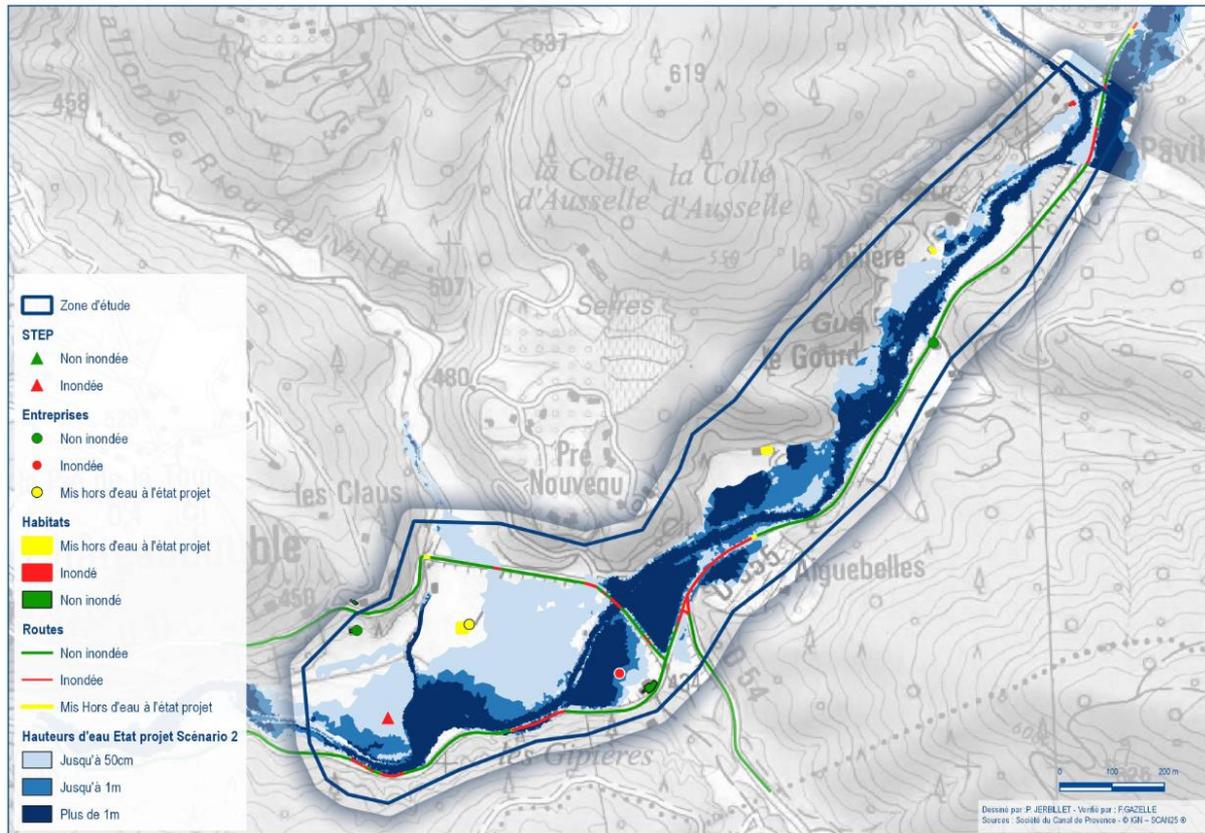
- Etablissements d'incendie et de secours,
- Centres techniques municipaux,
- Mairies/ centres administratifs,
- Commissariats de police/ gendarmeries,
- Hébergements,
- Centres médicaux.



Carte 10 : établissements publics touchés à l'état initial lors de la crue de 2010 (Q₁₅₀)



Carte 11 : établissements publics touchés à l'état aménagé 1 lors de la crue de 2010 (Q₁₅₀)



Carte 12 : établissements publics touchés à l'état aménagé 2 lors de la crue de 2010 (Q150)

Dommages moyens annuels sur 150 ans par type d'enjeu et par crue pour l'Etat initial et l'état aménagé									DMA*	DEMA**
Etat Initial	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010		
DMA Etabt publics	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	8 513 €	14 €	
DMA Etabt publics	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	8 513 €	14 €	0 €
DMA Etabt publics	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	8 513 €	14 €	0 €

* Dommages Moyens Annuels calculés à l'Etat initial et par scénario d'aménagement, par crue et par type d'enjeu correspond au dommage moyen qui pourrait se produire chaque année en considérant une situation moyenne parmi les différents cas de figures possibles

** Dommages Evités Moyens Annuels du projet (dommages évités = bénéfiques) correspond au DMA du territoire sans aménagement auquel on soustrait le DMA sur le territoire après aménagement

Figure 6 : Dommages aux établissements publics par type de crue et Dommages Moyens Annuels à l'état initial et aménagé

Les deux variantes d'aménagement n'ont pas d'effet sur la protection des établissements publics, les dommages avant et après aménagements sont identiques.

3.1.5 ANALYSE COUTS-BENEFICES : INDICATEURS GLOBAUX

3.1.5.1 DMA ET DEMA TOTAUX

Sont ici consolidés, les dommages estimés pour l'état initial et aménagé (scénarios 1 & 2), pour les enjeux :

- Habitat individuel et collectif ;
- Agriculture ;
- Activités économiques ;
- Etablissements publics.

Dommages moyens annuels sur 150 ans par type d'enjeu et par crue pour l'Etat initial et l'état aménagé									DMA*	DEMA**
Etat Initial	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010		
DMA Habitat	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	15 172 €	30 344 €	152 €	
DMA Entreprise	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	32 461 €	54 €	
DMA Agriculture	462 €	1 535 €	3 143 €	5 443 €	8 429 €	11 897 €	14 964 €	79 951 €	1 292 €	
DMA Etabt publics	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	8 513 €	14 €	
DMA TOTAL	462 €	1 535 €	3 143 €	5 443 €	8 429 €	11 897 €	30 136 €	151 269 €	1 512 €	
Etat Aménagé 1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	DMA*	DEMA**
DMA Habitat	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	152 €
DMA Entreprise	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	32 928 €	55 €	-1 €
DMA Agriculture	494 €	2 769 €	6 049 €	7 603 €	9 070 €	11 926 €	14 962 €	29 949 €	1 760 €	-468 €
DMA Etabt publics	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	8 513 €	14 €	0 €
DMA TOTAL	494 €	2 769 €	6 049 €	7 603 €	9 070 €	11 926 €	14 962 €	71 390 €	1 829 €	-317 €
Etat Aménagé 2	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100	Q2010	DMA*	DEMA**
DMA Habitat	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	152 €
DMA Entreprise	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	32 928 €	55 €	-1 €
DMA Agriculture	494 €	2 825 €	6 211 €	7 987 €	9 192 €	11 970 €	15 586 €	28 777 €	1 800 €	-509 €
DMA Etabt publics	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	8 513 €	14 €	0 €
DMA TOTAL	494 €	2 825 €	6 211 €	7 987 €	9 192 €	11 970 €	15 586 €	70 217 €	1 869 €	-358 €

Tableau 14 : Synthèses des DMA par crues et DEMA Totaux- état actuel et état projet (scénarios 1 & 2)

* **Dommages Moyens Annuels** calculés à l'Etat initial et pour l'état projet, par crue et par type d'enjeu correspond au dommage moyen qui pourrait se produire chaque année en considérant une situation moyenne parmi les différents cas de figures possibles.

** **Dommages Evités Moyens Annuels** du projet (dommages évités = bénéfiques) correspond au DMA du territoire sans aménagement auquel on soustrait le DMA sur le territoire après aménagement.

La figure et le tableau ci-après permettent d'avoir une répartition claire des dommages par type d'enjeu.

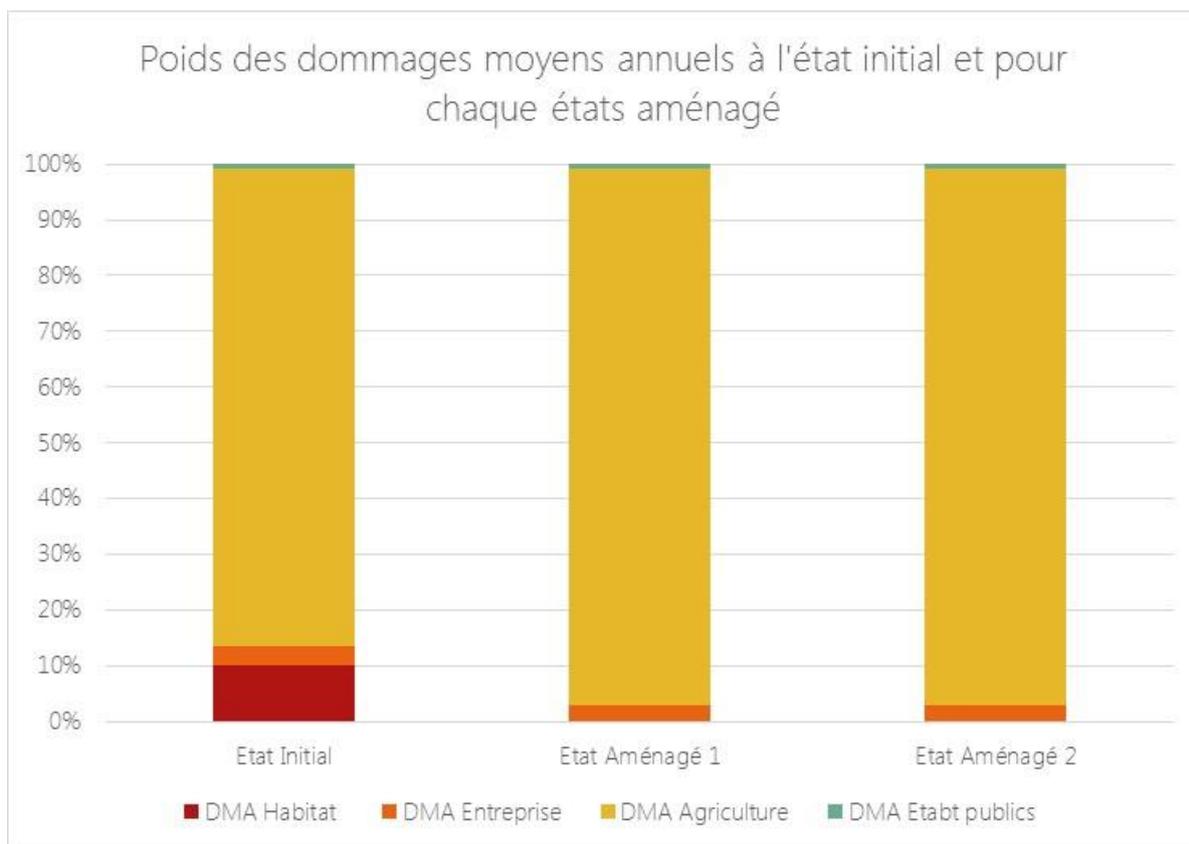


Figure 7: Répartition des dommages par type d'enjeu- état actuel et état projet (Scénarios 1 & 2)

€ 2 019	Etat Initial	Etat Aménagé 1	Etat Aménagé 2
DMA Habitat	152	0	0
DMA Entreprise	54	55	55
DMA Agriculture	1 292	1 760	1 800
DMA Etab^t publics	14	14	14
DMA TOTAL	1 512	1 829	1 869
DEMA TOTAL		-317	-358
DEMA/DMA		-21%	-24%

Tableau 15: DMA et DEMA Totaux état actuel et état projet (Scénarios 1 & 2)

Les projets d'aménagement ne permettent pas d'éviter des dommages par rapport à l'état initial (non aménagé). On notera une légère dégradation des dégâts générés, portant uniquement sur les activités agricoles (plus d'hectares de prairies inondés). Ce résultat attendu est à mettre en relation avec les objectifs du projet de restauration de la mobilité du cours d'eau, notamment par la suppression de merlons en tête de berge.

Le poids de l'enjeu « Agriculture » est également notable avec près de 85% des DMA totaux. Quant aux autres enjeux, habitat, entreprises et établissements publics, ils ne pèsent à eux trois que 15% des DMA par rapport aux DMA totaux.

3.1.5.2 CALCUL DE L'INDICATEUR VAN

Les investissements prévus pour les différentes variantes d'aménagement et les charges d'entretien correspondantes sont les suivantes :

Nature des travaux	Foncier	Travaux	Entretien	TOTAL
Scénario d'aménagement 1	-	1 360 000 €	4 000 €	1 364 000 €
Scénario d'aménagement 2	-	1 980 000 €	4 000 €	1 984 000 €

Tableau 16: Tableau des coûts travaux, investissements, entretien et bénéfices pour les variantes d'aménagement

Les négociations foncières n'étant pas engagées à ce stade d'étude, aucun coût foncier n'est intégré au calcul de la VAN.

L'entretien indiqué ici est un montant moyen annuel comprenant l'entretien des ouvrages créés dans le cadre du projet (visites annuelles, provisions pour petits travaux). Il n'intègre pas les moyens mis par le SMA pour l'entretien des berges et du cours d'eau, qui demeureront identiques à ceux actuels (Plan Pluriannuel d'Entretien).

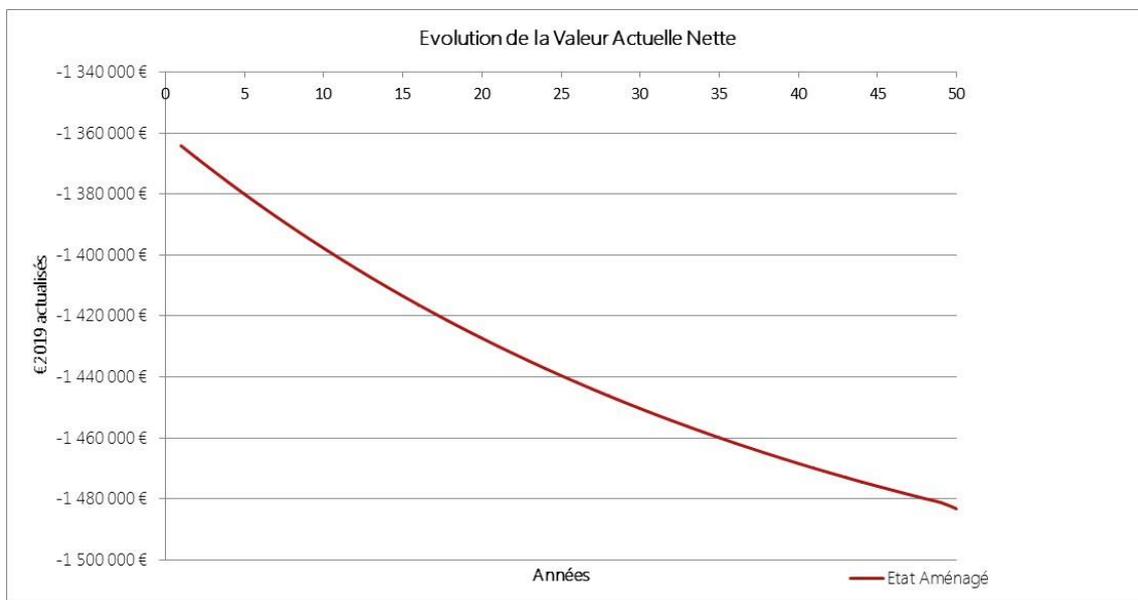


Figure 8 : Valeur Actuelle Nette de la variante d'aménagement 1

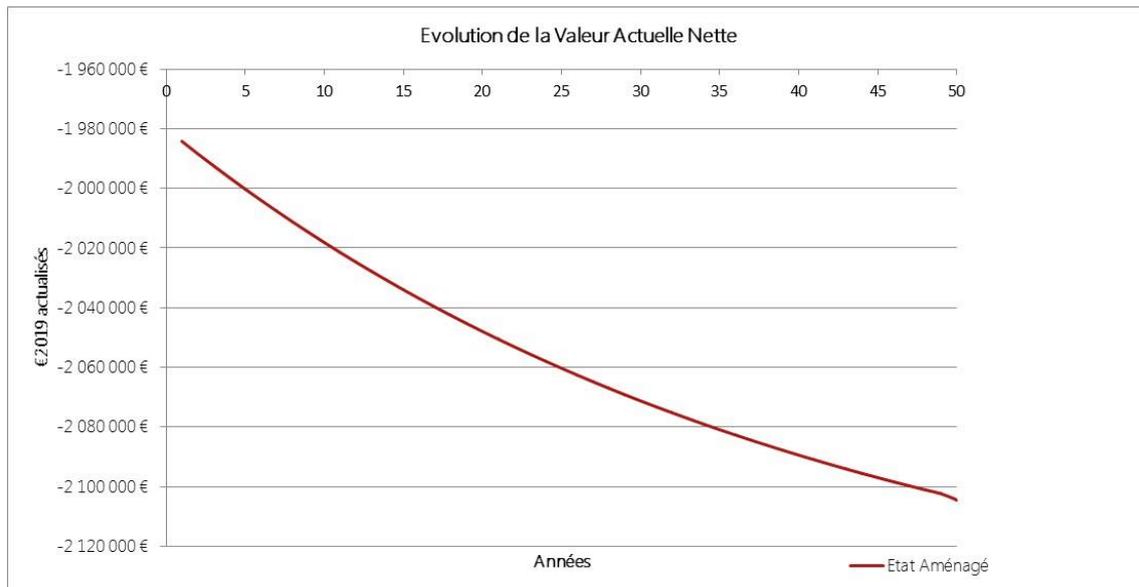


Figure 9 : Valeur Actuelle Nette de la variante d'aménagement 2

La Valeur Actuelle Nette du programme n'est donc jamais à **l'équilibre**, et ce quel que soit la variante d'aménagement.

3.1.5.3 CALCUL DE L'INDICATEUR B/C

Il s'agit du ratio des bénéfices totaux actualisés sur les coûts actualisés. Ce ratio peut s'interpréter comme le retour sur investissement de chaque euro investi dans le projet de protection. Quand le ratio est supérieur à 1, la mesure étudiée est alors rentable d'un point de vue économique.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{DEMA}{(1+r_i)^i}}{C_0 + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+R_i)^i}}$$

Avec :

- C0 = Coût initial du projet = Investissements du tableau page précédente
- DEMA = Dommage Evités Moyens Annuels = [Bi]
- Ci = Coût de fonctionnement du projet (charges d'exploitation et de maintenance des aménagements prévus dans chaque variante) = [Ci] coûts d'entretien n = Horizon temporel (ici 50 ans)
- ri = Taux d'actualisation pour la période i (soit 2,5%).

Le ratio pour la variante d'aménagement 1 **est égal à -0,006. La variante d'aménagement n'est donc pas rentable.**

Le ratio pour la variante d'aménagement 2 **est égal à -0,005. La variante d'aménagement n'est donc pas rentable.**

3.1.6 TESTS DE SENSIBILITE

Il est supposé ici que les paramètres d'incertitude ne sont pas connus de façon précise, il a donc été de fait, testé trois paramètres principaux, tels que définis dans la méthode du CGDD. Ces trois principaux paramètres sont précisés au tableau suivant :

Tableau 18 | Coefficients d'incertitude à tester par défaut pour différents paramètres d'entrée
 Source : CGDD

Coûts des dommages	+/- 50 %
Coût d'investissement	+/- 50 %
Coûts d'entretien	[1 %; 5 %] du coût d'investissement

Les résultats de l'effet de ces coefficients sur les indicateurs : VAN, ratio B/C et ratio DEMA/DMA sont donnés au tableau ci-dessous et ce pour chaque variante d'aménagement !

	Etat aménagé 1			Etat aménagé 2		
	VAN (en années)	B/C	DEMA/DMA	VAN (en années)	B/C	DEMA/DMA
Impact - dommages						
+ 50%	0 an	-0,0031	-1%	0 an	-0,0025	-1%
-50%	0 an	-0,0094	-3%	0 an	-0,0075	-4%
Impact - coût d'investissement						
+ 50%	0 an	-0,006		0 an	-0,0034	
-50%	0 an	-0,0116		0 an	-0,0095	
Impact - coûts d'entretien						
1%	0 an	-0,0053		0 an	-0,0041	
5%	0 an	-0,0028		0 an	-0,0021	

Tableau 17: résultat de l'analyse de sensibilité pour chaque variante d'aménagement

Quel que soit le coefficient appliqué, sur les coûts d'investissement, sur les coûts d'entretien ou bien sur le coût des dommages, la situation ne s'améliore pas, avec des indicateurs (VAN, ratio B/C, ratio DEMA/DMA) toujours dans le rouge.

3.2 AUTRES INDICATEURS

Nous présentons ici les indicateurs élémentaires pertinents P1, P5 et P7 car ils présentent un réel intérêt vis-à-vis de la zone d'étude. Les données proviennent de la consultation des principales bases de données recommandées dans le Guide CGDD 2018.

En plus de ces indicateurs, deux indicateurs environnementaux sont ajoutés à l'analyse multicritères : la zone de mobilité du cours d'eau et la connectivité latérale et longitudinale.

3.2.1 INDICATEUR P1 : NOMBRE DE PERSONNES HABITANT EN ZONE INONDABLE

Le nombre de personnes par habitat est calculé sur la base des informations de population présentes dans les couches SIG utilisées pour l'étude.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des habitants touchés pour chaque scénario de crue et d'aménagement :

Nb d'habitants touchés en Q150 et nb d'habitants protégés				
Calcul NEMA habitants	Fréquences	EI	EA1	EA2
Q2	75	0	0	0
Q5	30	0	0	0
Q10	15	0	0	0
Q20	7,5	0	0	0
Q30	5	0	0	0
Q50	3	0	0	0
Q100	1,5	2	0	0
Q2010	1	2	0	0
NMA occurrence		0	0	0
NEMA		0	0	0

Tableau 18: Nombre Moyen Annuel et Nombre Evité Moyen Annuel d'habitants

Le nombre moyen annuel d'habitant protégé par les aménagements 1 et 2 est de 0 à l'état initial et de 0 à l'état projet. Le nombre évité moyen annuel d'habitant est donc de 0 habitant.

Pour les fortes crues, le projet permet de protéger des habitants.

3.2.2 INDICATEUR P5 : TRAFIC JOURNALIER DES RESEAUX DE TRANSPORT EN ZONE INONDABLE

Les portions de réseaux de transport situés en zone inondable sont identifiées ci-dessous :

- ⇒ RD 955 : 3 123 véhicules/jour, (au niveau de la station à essence,
- ⇒ RD 51 : 540 véhicules /jour (village de Châteaudouble),
- ⇒ RD 54 : 5 203 véhicules /jour (et 6 014 en pointe du mois d'août). Le comptage est situé au droit du village de Figanières.

Ces trois routes sont des routes à une seule chaussée.

Le tableau ci-dessous présente les linéaires (ml) de routes impactés pour chaque crue :

Longueurs de routes impactées par type de route, par crues et à chaque état			
Route	EI	EA1	EA2
D54	120	120	120
Q50	25	25	25
Q100	40	40	40
Q2010	55	55	55
D955	595	585	585
Q30	20	20	20
Q50	125	125	125
Q100	155	155	155
Q2010	295	285	285

Tableau 19 : Linéaires de routes impactés à l'état initial et projet (Scénarios 1 & 2)

Remarque : Les routes ont été considérées impactées à partir du moment où la hauteur était strictement supérieure à 0 mm. Cela étant, cela ne veut pas nécessairement dire que le trafic est suspendu.

On note que le projet entraine une légère diminution de l'impact sur la RD955. Les autres routes ne sont pas impactées par le projet.

3.2.3 INDICATEUR P7 : NOMBRE D'EMPLOIS EN ZONE INONDABLE

Le tableau ci-dessous présente la répartition des emplois touchés pour chaque scénario de crue et d'aménagement :

Nb d'emplois touchés et nb d'emplois protégés par crue et pour chaque état				
Calcul NEMA emplois		Etat Initial	Etat Projet 1	Etat Projet 2
Q2	75	0	0	0
Q5	30	0	0	0
Q10	15	0	0	0
Q20	7,5	0	0	0
Q30	5	0	0	0
Q50	3	0	0	0
Q100	1,5	0	0	0
Q ₂₀₁₀ (Q150)	1	2	1	1
NMA occurrence		0	0	0
NEMA			0	0

Tableau 20: Nombre Moyen Annuel et Nombre Evité Moyen Annuel d'emplois

Le nombre moyen annuel d'emplois protégés par les aménagements de la Nartuby est nul quel que soit le scénario d'aménagement proposé.

Le projet permet de protéger des emplois pour la crue la plus forte.

3.2.4 INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

3.2.4.1 CHOIX DES INDICATEURS

L'impact du projet sur l'environnement est évalué via deux indicateurs environnementaux :

- l'espace de mobilité du cours d'eau,
- la connectivité latérale et longitudinale du cours d'eau.

Ces indicateurs ont été choisis en lien avec les conclusions du diagnostic présentées dans le rapport « Diagnostic et scénarios » de la mission de MOE confiée à la SCP, à savoir :

- le cloisonnement latéral du cours d'eau compte tenu des enjeux anthropiques (réseaux assainissement et eaux usées, routes et ponts),
- un manque de connectivité latérale, vue la présence de merlons en haut de certaines berges,
- un manque de continuité longitudinale, compte tenu de la présence d'aménagements difficilement franchissables, voire infranchissables, pour les poissons (radier plat sur des grandes longueurs, radier sous pont avec forte chute).

3.2.4.2 ESPACE DE MOBILITE

3.2.4.2.1 Description méthodologique

L'espace de mobilité du cours d'eau s'entend ici comme l'espace au sein duquel le cours d'eau peut évoluer sans générer de désordre vis-à-vis des enjeux identifiés : habitations, leurs protections (sous forme de merlons ou murs) et leurs accès, routes, réseaux d'assainissement et d'eau potable, réseaux électriques et de télécommunication.

Cet indicateur traduit les effets de décorsetage du cours d'eau par l'éloignement des réseaux et merlons en haut de berge.

L'espace de mobilité est comptabilisé en m² dans le lit majeur, en s'appuyant sur les éléments structurants (routes départementales, merlons, réseaux, habitations). Le gain en situation aménagée est évalué par la superficie supplémentaire de l'espace de mobilité du fait de l'éloignement des enjeux liés aux réseaux et de l'éloignement des merlons.

3.2.4.2.2 Résultats et comparaisons

Les cartographies des pages suivantes montrent l'espace de mobilité en situation actuelle, superposé aux espaces de mobilités en situation aménagée (scénarios 1 puis 2). Les aménagements y sont figurés en noir, afin de montrer qu'ils constituent des appuis des surfaces.

Le tableau ci-après expose les surfaces des différentes espaces de mobilités

Etat	Surface (m ²)	Comparaison par rapport à l'état initial	Comparaison par rapport au scénario 1
Initial	84 900	-	-
Scénario 1	131 800	+46 900 (+55%)	-
Scénario 2	133 500	+48 600 (+57%)	+1 700 (+1%)

Tableau 21 : Espace de mobilité – Surface en état actuel et en état aménagé

Le scénario 1 permet un gain de plus de la moitié de l'espace de mobilité actuel du cours d'eau, réparti sur toute la zone d'étude.

Le scénario 2 permet un léger gain supplémentaire par rapport au scénario 1, localisé dans le secteur du Pré Nouveau (aménagements 13 et 14/1014), alors même qu'il entraîne une perte d'espace par rapport au scénario 1 dans le secteur de la Tuilière (aménagements 7 et 4/1004).

Quel que soit le scénario, le projet apporte un gain très significatif en termes d'espace de mobilité du cours d'eau, avec une augmentation de plus de 55% de son espace de mobilité.

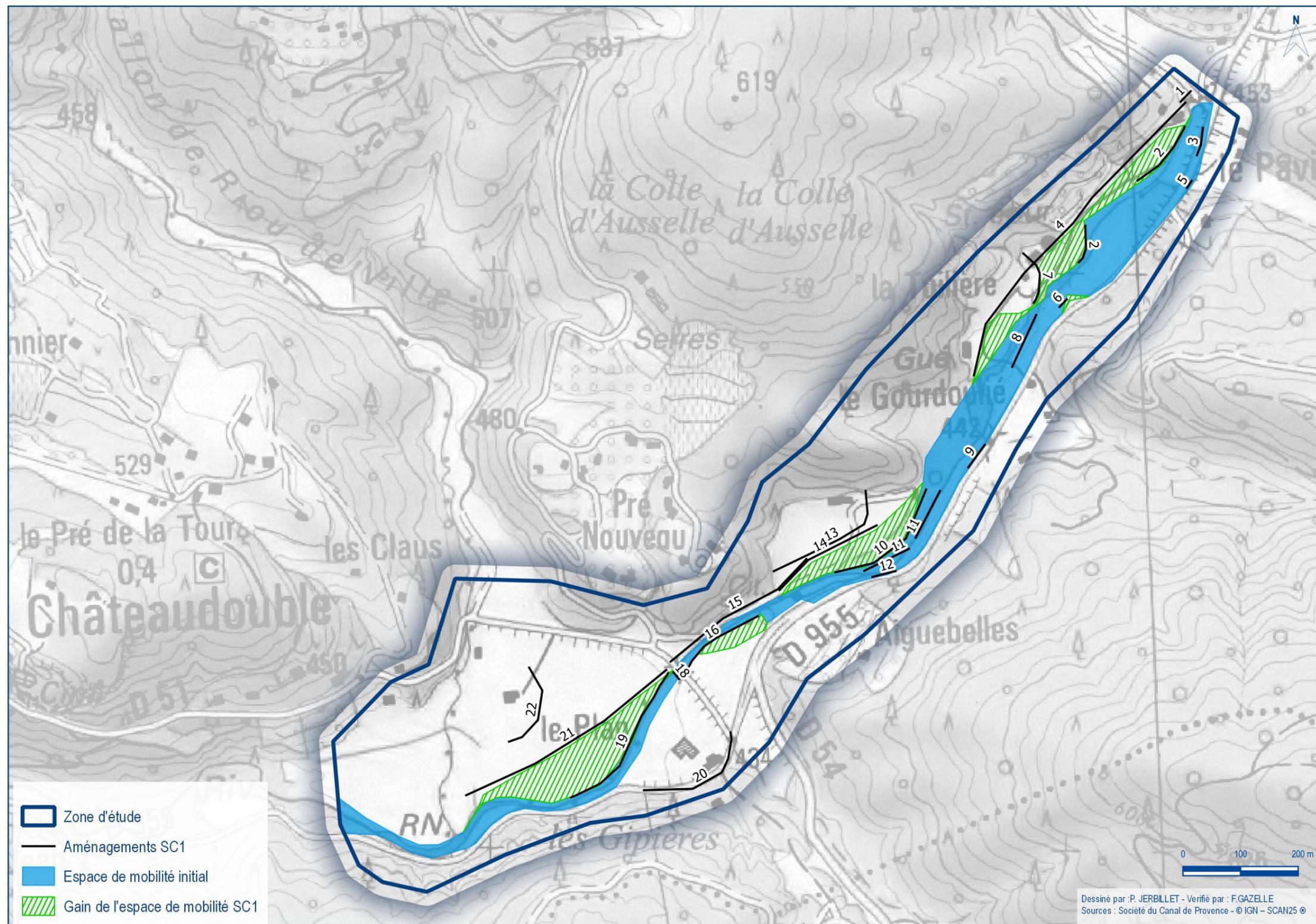


Figure 10 : Espace de mobilité – Comparaison état initial – scénario 1

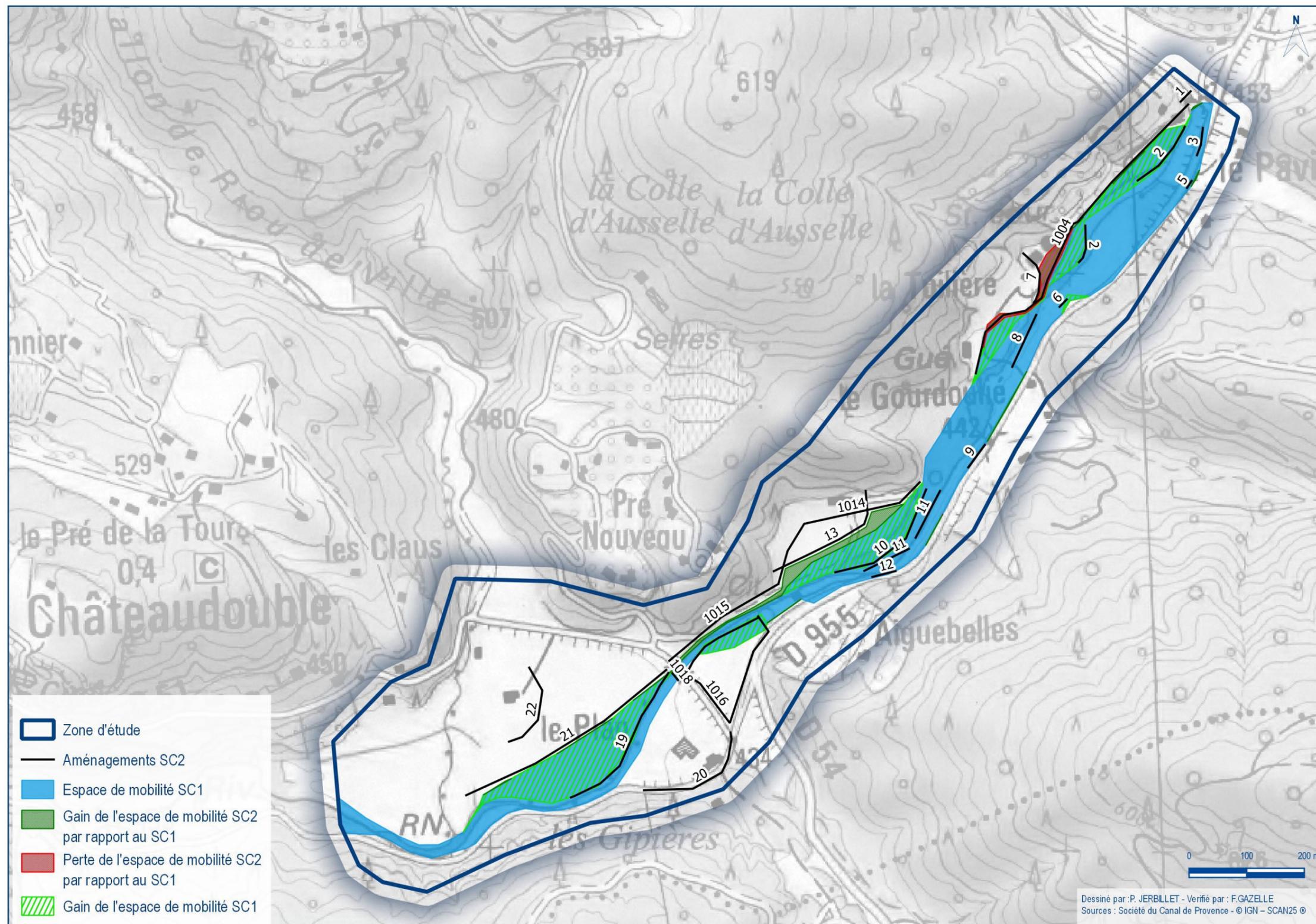


Figure 11 : Espace de mobilité – Comparaison état initial – scénario 1

3.2.4.3 CONNECTIVITE LATERALE ET LONGITUDINALE

3.2.4.3.1 Description méthodologique

Cet indicateur se base sur une méthodologie reconnue et éprouvée: la méthodologie DR5 du Conseil Supérieur de la Pêche et Teleos, 1999.

L'adaptation de la méthode globale est faite pour tenir compte des problématiques spécifiques de notre zone d'étude : connectivité longitudinale pour l'accès aux réservoirs biologiques amont (Bivosque, Nartuby à Montferrat, Beudron) et latérale (dégradée du fait des berges hautes). Le cloisonnement et l'isolement des populations piscicoles sont évalués au regard de la présence de barrages ou seuils ou d'une simple altération locale, le cloisonnement latéral par incision du lit, rectification et hauteur des berges.

Une évaluation complète de l'habitat aquatique n'est pas visée compte tenu des conclusions de l'analyse du milieu aquatique (tronçon à sec fréquemment, peu favorable au cycle complet des espèces).

La zone d'étude est découpée en tronçons homogènes sur lesquels sont évalués plusieurs critères (cf. tableau suivant). Le découpage tient compte également de la localisation des aménagements envisagés dans le rapport de diagnostic.

Les critères sont évalués en différenciant les deux rives, avec une pondération de 50% par rive.

Une notation globale est produite en pondérant la note totale de chaque tronçon par le linéaire de ce tronçon sur le linéaire total étudié de la Nartuby.

Composantes	Critères		Scores	Intérêt du critère
Connectivité	Hauteurs de berges	< 1 m	20	Connectivité latérale et mise en eau de nouvelles zones lors de crues (intérêt écologique)
		1m à 1,5 m	10	
		1,5m à 2m	5	
		> 2m	0	
	Ripisylve connectée	0% de la ripisylve	0	Connectivité latérale
		0 à 25 %	5	
		25 à 50 %	10	
		> 50%	15	
	Berges/types de section	Verticales / section rectangulaire	0	Connectivité latérale et mise en eau de nouvelles zones lors de crues (intérêt écologique)
		Sub-verticales / section trapézoïdale	5	
		Douces / lit d'étiage - lit moyen	10	
	Occupation lit majeur	Boisements / zones naturelles	15	Intérêt des zones connectées au lit mineur / moyen
		Prairies	10	
		Cultures	5	
		Urbanisation	0	
	Continuité écologique du tronçon $(n1 \times 1) + ((n2 + n3) \times 0,5)$, avec $n1 = nb$ ouvrages sur tronçon et $n2$ et $n3 = nb$ ouvrages amont et aval	0	15	Continuité longitudinale pour favoriser l'accès des espèces à des réservoirs biologiques (Nartuby amont et affluents)
		0,5	10	
		1	5	
		> 1	0	
	Total maxi (Σ critères Connectivité)			75

Tableau 22 : Connectivité du cours d'eau – Score par critère

Les critères précédents sont déterminés de manière empirique pour la présente étude.

L'état initial est comparé à un état aménagé, scénario 1 et 2 confondus, ces deux scénarios n'étant pas différenciés sur cet indicateur de connectivité étant donné que les aménagements morphologiques prévus sont identiques entre les deux scénarios.

3.2.4.3.2 Résultats et comparaisons

Le tableau suivant présente les résultats par tronçon. Les nombres 1 ou 0,5 correspondent à la pondération du critère par rive.

Les nombres portés en rouge sont ceux pour lesquels une modification de la notation intervient entre la situation initiale et la situation aménagée.

Les tronçons sont numérotés d'amont en aval par cours d'eau (Nartuby, Bivosque et Baume Garnier).

Etat	Aménagement concerné	Cours d'eau	N° tronçon	Longueur d'application (ml)	Hauteurs de berges				Ripisylve connectée				Berges / types de section			Occupation lit majeur				Continuité écologique du tronçon				Total	Total pondéré
					< 1 m	1m à 1,5 m	1,5m à 2m	> 2m	0%	0 à 25%	25 à 50%	> 50%	Verticales / section rectangulaire	Sub-verticales / section trapézoïdale	Douces / lit d'étiage - lit moyen	Boisements / zones naturelles	Prairies	Cultures	Urbanisation / route	0	0,5	1	> 1		
					20	10	5	0	0	5	10	15	0	5	10	15	10	5	0	15	10	5	0		
Etat Initial	-	Nartuby	1	58			1	1				0.5	0.5				1	1			17.50	0.43			
Etat aménagé	aucun	Nartuby	1	58			1	1				0.5	0.5				1	1			17.50	0.43			
Etat Initial	-	Nartuby	2	54			1	0.5		0.5	0.5					0.5	0.5	1			30.00	0.69			
Etat aménagé	2 et 3	Nartuby	2	54			1	0.5		0.5		0.5				0.5	0.5	1			32.50	0.74			
Etat Initial	-	Nartuby	3	64			1	0.5		0.5	0.5				0.5			1			37.50	1.02			
Etat aménagé	2	Nartuby	3	64			1	0.5		0.5	0.5			0.5				1			37.50	1.02			
Etat Initial	-	Nartuby	4	61			1	0.5		0.5	0.5				0.5			1			35.00	0.90			
Etat aménagé	aucun	Nartuby	4	61			1	0.5		0.5	0.5				0.5			1			35.00	0.90			
Etat Initial	-	Nartuby	5	76			1			1					0.5	0.5		1			42.50	1.37			
Etat aménagé	aucun	Nartuby	5	76			1			1					0.5	0.5		1			42.50	1.37			
Etat Initial	-	Nartuby	6	76			1	0.5		0.5	0.5				1			1			35.00	1.13			
Etat aménagé	2	Nartuby	6	76			1	0.5		0.5	0.5			0.5				1			37.50	1.21			
Etat Initial	-	Nartuby	7	76			1	0.5	0.5			0.5			0.5			0.5			25.00	0.80			
Etat aménagé	aucun	Nartuby	7	76			1	0.5	0.5			0.5			0.5			0.5			25.00	0.80			
Etat Initial	-	Nartuby	8	43		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5						1	1			27.50	0.50			
Etat aménagé	7	Nartuby	8	43		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5						1	1			27.50	0.50			
Etat Initial	-	Nartuby	9	91		0.5	0.5			0.5	0.5			0.5			0.5	1			40.00	1.54			
Etat aménagé	8	Nartuby	9	91		0.5	0.5			0.5	0.5			0.5			0.5	1			40.00	1.54			
Etat Initial	-	Nartuby	10	43		0.5	0.5			1				0.5			0.5	1			32.50	0.59			
Etat aménagé	aucun	Nartuby	10	43		0.5	0.5			1				0.5			0.5	1			32.50	0.59			
Etat Initial	-	Nartuby	11	123			0.5	0.5			1			0.5	0.5		0.5	1			47.50	2.47			
Etat aménagé	aucun	Nartuby	11	123			0.5	0.5			1			0.5	0.5		0.5	1			47.50	2.47			
Etat Initial	-	Nartuby	12	42			0.5	0.5	0.5		0.5			0.5			0.5	1			32.50	0.58			
Etat aménagé	12	Nartuby	12	42			0.5	0.5	0.5		0.5			0.5			0.5	1			32.50	0.58			
Etat Initial	-	Nartuby	13	86			0.5	0.5		0.5	0.5			0.5			0.5	1			35.00	1.27			
Etat aménagé	11	Nartuby	13	86			0.5	0.5		0.5	0.5			0.5			0.5	1			35.00	1.27			
Etat Initial	-	Nartuby	14	97			1	0.5		0.5	0.5			0.5			0.5	1			32.50	1.34			
Etat aménagé	10 et 11	Nartuby	14	97		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5			0.5			0.5	1			35.00	1.44			
Etat Initial	-	Nartuby	15	47			1			1				0.5	0.5		0.5	1			42.50	0.85			
Etat aménagé	10 et 11	Nartuby	15	47		0.5	0.5			1				0.5	0.5		0.5	1			45.00	0.90			
Etat Initial	-	Nartuby	16	47			1	0.5		0.5				0.5			0.5	1			30.00	0.60			
Etat aménagé	10, 11 et 12	Nartuby	16	47		0.5	0.5	0.5		0.5				0.5			0.5	1			35.00	0.70			
Etat Initial	-	Nartuby	17	67			1	0.5		0.5				0.5			0.5	1			27.50	0.78			
Etat aménagé	10 et 11	Nartuby	17	67			1	0.5		0.5				0.5			0.5	1			32.50	0.92			
Etat Initial	-	Nartuby	18	144			1	0.5		0.5	0.5			0.5			0.5		1		30.00	1.83			
Etat aménagé	14 et 15	Nartuby	18	144			1	0.5		0.5	0.5			0.5			0.5		1		30.00	1.83			
Etat Initial	-	Nartuby	19	171		0.5	0.5			1				1	0.5	0.5				1	37.50	2.72			
Etat aménagé	15, 16, 17 et 18	Nartuby	19	171		0.5	0.5			1				1	0.5	0.5			1		50.00	3.62			
Etat Initial	-	Nartuby	20	219			1	0.5		0.5				0.5			1			1	20.00	1.86			
Etat aménagé	17, 18 et 19	Nartuby	20	219			1			1				0.5			1				30.00	2.78			
Etat Initial	-	Nartuby	21	81			1			1				1			0.5	0.5		1	37.50	1.29			
Etat aménagé	19	Nartuby	21	81			1			1				0.5	0.5		0.5	0.5		1	45.00	1.54			
Etat Initial	-	Nartuby	22	467		0.5	0.5			1				0.5	0.25	0.25					36.25	7.17			
Etat aménagé	aucun	Nartuby	22	467		0.5	0.5			1				0.5	0.25	0.25					36.25	7.17			
Etat Initial	-	Bivosque	23	42			0.5	0.5	0.5		0.5			0.5			0.5			1	17.50	0.31			
Etat aménagé	1	Bivosque	23	42			0.5	0.5	0.5		0.5			0.5			0.5		1		22.50	0.40			
Etat Initial	-	Baume Garnier	24	86			0.5	0.5	0.5		0.5			1						1	25.00	0.91			
Etat aménagé	5	Baume Garnier	24	86			0.5	0.5	0.5		0.5			1					1		30.00	1.09			
Etat Initial	-	-	-	2 361																		32.94			
Etat aménagé	-	-	-	2 361																			35.83		

Tableau 23 : Connectivité – gains par critère par tronçon

Les gains sont visibles sur les tronçons sur lesquels un ou plusieurs aménagements sont présents, en tenant compte du choix fait d'une pondération par berge, ce qui limite la portée du gain mais demeure plus réaliste.

Les aménagements concernent 42% du linéaire de cours d'eau analysé.

Les hauteurs de berges sont peu impactées malgré le retrait de murs ou merlons, du fait que le terrain naturel est haut par rapport au fond du lit des cours d'eau, et souvent supérieur à 2 m.

La ripisylve est reconnectée sur les berges sujettes à aménagement, mais demeure déconnectée sur les secteurs à érosions, non aménagés.

La création de chenaux secondaires d'écoulement et la création de berges moins pentues avec replat améliore le critère du type de section sur les tronçons concernés.

Le critère d'occupation du lit majeur ne bouge pas, aucune modification de la destination du lit majeur n'étant prévue dans le projet.

Enfin, le critère de continuité longitudinale est amélioré sur les tronçons situés immédiatement en amont et en aval.

De manière globale, l'impact des aménagements est positif du point de vue de l'indicateur de connectivité du cours d'eau, avec une augmentation de près de 9% du score entre l'état actuel et l'état aménagé. Il est à noter que le projet ne dégrade la notation d'aucun tronçon.

La carte de la page suivante montre les tronçons sur lesquels le projet apporte un gain.

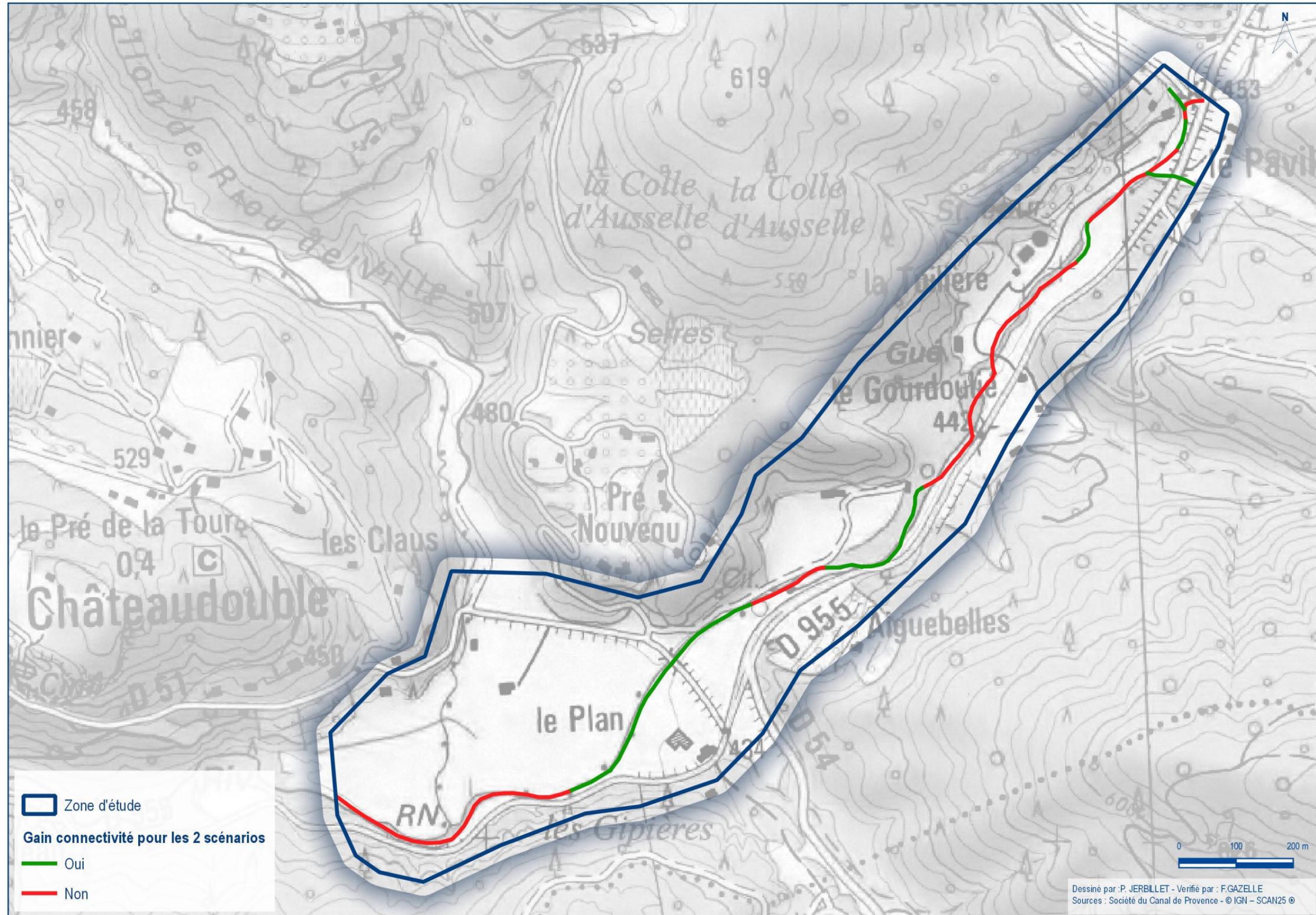


Figure 12 : Connectivité du cours d'eau – Gain par tronçon entre l'état initial et les scénarios

4 CONCLUSION

L'analyse multicritères du projet s'est basée sur une analyse coûts-bénéfices (ACB), complétée par une analyse d'indicateurs complémentaires (élémentaires et environnementaux).

Concernant l'ACB, la Valeur Actuelle Nette du programme n'est jamais à l'équilibre, et ce quel que soit la variante d'aménagement.

L'ACB montre que le projet n'est pas rentable d'un point de vue financier. Tous les indicateurs tels que le ratio B/C, ou le ratio DEMA/DMA sont négatifs et ce sur une période de 50 ans.

Ce résultat apparaît normal dans la mesure où d'une part l'activité est faible sur la zone d'étude et d'autre part le projet a pour vocation la restauration des fonctionnalités écologiques du cours d'eau, l'aménagement morphologique du cours d'eau et la protection des habitations contre les inondations.

Concernant les autres indicateurs non monétaires, le projet valorise le cours d'eau en lui offrant une **zone de mobilité beaucoup plus importante qu'actuellement**, avec une augmentation de +55% (scénario 1) à +57% (scénario 2) de surface de mobilité par rapport à l'état actuel. De plus, **la connectivité latérale et longitudinale du cours d'eau** qui constitue un dysfonctionnement en état actuel **est améliorée** sur tous les tronçons sur lequel un aménagement est prévu, avec un bénéfice global de +9% sur cet indicateur.

En conclusion, le projet apparaît donc non rentable financièrement mais très valorisant d'un point de vue environnemental.