

**DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMÉNAGEMENT ET DU LOGEMENT
AUVERGNE – RHÔNE- ALPES**

RN88 – Complément du demi-échangeur de la Varizelle à Saint-Chamond

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

PIECE B
DESCRIPTION DU PROJET

Juin 2023



SOMMAIRE DE LA PIECE B – DESCRIPTION DU PROJET

1	PRÉAMBULE	5	7	NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET SOUMIS À AUTORISATION IOTA	34
3	CONTEXTE DU PROJET	6	7.1	ASSAINISSEMENT	34
3.1	SITUATION ACTUELLE DU DEMI-ÉCHANGEUR DE LA VARIZELLE	6	7.1.1	Principe d'assainissement	34
3.2	OBJECTIFS DU PROJET	11	7.1.2	Définition des impluviums routiers	36
4	HISTORIQUE	11	7.1.3	Définition des hypothèses de calcul des débits et bassins	36
5	VARIANTES ÉTUDIÉES	12	7.1.4	Dimensionnement des bassins	37
5.1	VARIANTES SOUMISES À LA CONCERTATION PUBLIQUE DE 2019	12	7.1.5	Traitement	37
5.2	VARIANTES COMPLÉMENTAIRES ISSUES DE LA CONCERTATION PUBLIQUE DE 2019	16	7.2	HYDRAULIQUE – ZONE D'INONDATION	38
5.3	ÉVOLUTION PAR RAPPORT AU PROJET PRÉSENTÉ EN ENQUÊTE PUBLIQUE EN 2021	20	7.2.1	Synthèse des études précédentes	38
6	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET	21	7.2.2	Définition de l'état de référence	40
6.1	DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET	21	7.2.3	Description de la modélisation de l'état existant	41
6.2	FONCTIONNEMENT DE LA SOLUTION RETENUE	22	7.2.4	Description des aménagements projetés	57
6.3	CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA SOLUTION PROPOSÉE	24	64		
6.3.1	Section courante RN88	24	7.2.5	Description de la modélisation hydraulique projetée	67
6.3.2	Bretelles	24	7.3	ANALYSE DE L'IMPACT DES AMÉNAGEMENTS SUR LES OUVRAGES HYDRAULIQUES (OH)	70
6.3.3	Carrefour de raccordement	25	7.3.1	Présentation des caractéristiques des ouvrages du secteur	70
6.3.4	Réseau secondaire	26	7.3.2	Présentation des résultats des lignes d'eau centennales au droit des ouvrages du secteur	73
6.4	OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT	27	7.4	ÉTUDE DE LA FRANCHISSABILITÉ PISCICOLE	75
6.5	CHEMINEMENT MODES DOUX	27	7.4.1	Maintien de la circulation piscicole	75
6.6	STATIONNEMENT	29	7.4.2	Analyse de la franchissabilité de la Truite Fario	77
6.7	AMÉNAGEMENT PAYSAGER	30	7.5	PHASAGE DES TRAVAUX HYDRAULIQUES	78
6.7.1	Parti d'aménagement paysager	30	7.5.1	Dérivation provisoire du Janon	78
6.7.2	Palette végétale	33	7.5.2	Phase 2 : Reprise du tracé définitif sur le Janon et le Ricolin	79
6.8	PHASAGE DES TRAVAUX	33	7. RUBRIQUES CONCERNÉES AU TITRE DE L'ARTICLE L214-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT	81	
6.9	TERRASSEMENT ET MOUVEMENT DE TERRE	34	8. MOYENS DE SUIVI, DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION EN CAS D'ACCIDENT	82	
6.10	CALENDRIER PRÉVISIONNEL DE L'OPÉRATION	34			

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte situant les projets de développement autour de la zone d'étude.....	6	Figure 53 : Définition des impluviums routiers du projet.....	36
Figure 2 : Carte des échanges de la RN88 autour de Saint Chamond	6	Figure 54 : Extrait du PLU – Saint-Chamond.....	36
Figure 3 : Vue aérienne du demi-échangeur n°17 existant.....	7	Figure 55 : Débit de fuite des deux bassins	37
Figure 4 : Vue aérienne de l'échangeur n°16 (à gauche) et du raccordement avec le giratoire du Champ du Geai (à droite)	7	Figure 56 : Coefficients de Montana de la station de St-Etienne – Bouthéon	37
Figure 5 : Zoom sur les échangeurs et le réseau routier à l'ouest de Saint-Chamond.....	7	Figure 57 : Volumes utiles retenus pour les deux bassins	37
Figure 6 : Carte situant les projets de développement autour de la zone d'étude.....	8	Figure 58 : Débits de crues aux principaux points de calculs	38
Figure 7 : Fluidité du trafic de la zone d'étude un jeudi à l'heure de pointe du soir	9	Figure 59 : Synthèse des singularités identifiées sur le Janon.....	38
Figure 8 : Comparaison du trafic moyen journalier entre 2018, 2023 et 2043 sans projet	9	Figure 60 : Évolution des côtes altimétriques du lit mineur entre l'état existant et l'état projeté sur le Janon	38
Figure 9 : Cartes des niveaux de saturation (ratio volume/capacité indiquant le taux d'occupation de chaque tronçon) à l'heure de pointe du soir – 2018 en haut à gauche, 2023 en haut à droite et 2043 en bas.....	10	Figure 61 : Évolution des côtes altimétriques du lit mineur entre l'état existant et l'état projeté sur le Ricolin.....	39
Figure 10 : Schéma de la variante A – issu du dossier de la concertation.....	12	Figure 62 : Secteurs en zones inondables sur le tronçon A.....	39
Figure 11 : Tableau d'analyse multicritère de la variante A – issu du dossier de la concertation	12	Figure 63 : Secteurs en zones inondables sur le tronçon B	39
Figure 12 : Schéma de la variante B – issu du dossier de la concertation	13	Figure 64 : Vue en plan des profils en travers réalisés pour la modélisation hydraulique de l'état existant	41
Figure 13 : Tableau d'analyse multicritères de la variante B – issu du dossier de la concertation	13	Figure 65 : Calage du modèle hydraulique sur le Janon	42
Figure 14 : Schéma de la variante C – issu du dossier de la concertation.....	14	Figure 66 : Calage du modèle hydraulique sur le Ricolin.....	42
Figure 15 : Tableau d'analyse multicritère de la variante C – issu du dossier de la concertation.....	14	Figure 67 : Résultats de la modélisation actuelle sur le Janon pour une crue centennale.....	43
Figure 16 : Tableau d'analyse multicritère – issu du dossier de la concertation	15	Figure 68 : Profil en long de l'état existant du Janon pour une crue centennale	43
Figure 17 : Schéma de la variante D – issu du bilan de la concertation	16	Figure 69 : Résultats de la modélisation actuelle sur le Ricolin pour une crue centennale	43
Figure 18 : Tableau d'analyse multicritère de la variante D – issu du bilan de la concertation	16	Figure 70 : Profil en long de l'état existant du Ricolin pour une crue centennale.....	43
Figure 19 : Schéma de la variante E – issu du bilan de la concertation.....	17	Figure 71 : Nappes d'inondation pour une crue centennale à l'état existant	44
Figure 20 : Tableau d'analyse multicritère de la variante E – issu du bilan de la concertation	17	Figure 72 : Profil en long de l'état existant du Janon	45
Figure 21 : Schéma de la variante F – issu du bilan de la concertation	18	Figure 73 : Profil en long de l'état existant du Ricolin	45
Figure 22 : Tableau d'analyse multicritère de la variante F – issu du bilan de la concertation.....	18	Figure 74 : Profil en long projeté du Janon.....	46
Figure 23 : Passage de la variante B (à gauche) à la variante B « optimisée » (à droite).....	19	Figure 76 : Profil en long projeté du Ricolin	47
Figure 24 : Tableau d'analyse multicritère synthèse – Extrait du bilan de la concertation	19	Figure 75 : Illustration du lit du Janon en aval de la zone d'étude	47
Figure 25 : Présentation du projet présenté en enquête publique en 2021.....	20	Figure 77 : Exemple de calage Q2 pour les banquettes faunes.....	48
Figure 26 : Plan d'aménagement général du projet.....	21	Figure 78 : Schéma de principe des aménagements projetés sur le lit des cours d'eau	48
Figure 27 : Comparaison trafic moyen journalier entre 2018, 2023 et 2043 sans projet et 2023 et 2043 avec projet.....	22	Figure 79 : Schéma illustrant l'alternance radiers/mouilles	49
Figure 28 : Circulation actuelle depuis la zone commerciale et la RN88 nord.....	22	Figure 80 : Photos et suivi de travaux de deux dérasements de seuils réalisés par l'équipe <i>INGEROP</i>	49
Figure 29 : Circulation future depuis la zone commerciale et la RN88 nord.....	22	Figure 81 : Synthèse des forces d'arrachement pour une crue décennale, cinquantiennale et centennale sur le Janon	50
Figure 30 : Comparaison des temps de parcours sur certains trajets.....	23	Figure 82 : Synthèse des forces d'arrachement pour une crue décennale, cinquantiennale et centennale sur le Ricolin.....	51
Figure 31 : Carte de modification proposée des vitesses sur la section courante de la RN88.....	24	Figure 83 : Évolution des vitesses d'écoulement en fonction des profils modélisés sur le Ricolin	51
Figure 32 : Bretelle de sortie depuis Lyon (en mauve).....	24	Figure 84 : Évolution des vitesses d'écoulement en fonction des profils modélisés sur le Janon.....	51
Figure 33 : Bretelle d'entrée (en mauve)	24	Figure 85 : Diagramme de Hjulström.....	51
Figure 34 : Profil en travers - bretelle de sortie	25	Figure 86 : Résistance des techniques de renforcement de berges	53
Figure 35 : Raccordement au giratoire existant (tracé indicatif).....	25	Figure 87 : Vue en plan de la colonisation de la Renouée du Japon sur le site	54
Figure 36 : Création d'un giratoire Nord (tracé indicatif).....	25	Figure 88 : Vue en plan du talus de la RN88.....	55
Figure 37 : Profil en long (tracé indicatif)	26	Figure 89 : Colonisation de la Renouée du Japon sur le site	55
Figure 38 : Zoom au droit du giratoire Nord et du délaissé de l'ancienne route de Saint-Jean-Bonnefonds (tracé indicatif)....	26	Figure 90 : Procédure de criblage – concassage.....	55
Figure 39 : Profil en travers type de la route de la Varizelle	26	Figure 91 : Illustrations des opérations de criblage : concassage des terres contaminées par la Renouée du Japon avant leur réemploi –SYRIBT 2017.....	56
Figure 40 : Coupe longitudinale de l'ouvrage (tracé indicatif)	27	Figure 92 : Coupe des aménagements projetés entre l'OH4621 et l'OH4636.....	57
Figure 41 : Coupe transversale de l'ouvrage indiquant la prise en compte des modes doux (tracé indicatif)	27	Figure 93 : Coupe des aménagements projetés entre l'OH4636 et l'OH4781	58
Figure 42 : Vue en plan du cheminement des modes doux (tracé indicatif).....	27	Figure 94 : Coupe des aménagements projetés entre l'OH4781 et la zone de compensation	59
Figure 43 : Image de référence d'un autre projet avec intégration de modes doux sur un ouvrage de franchissement d'une voie rapide	28	Figure 96 : Coupes des aménagements projetés sur le Janon au droit du bassin DIRCE	60
Figure 44 : Route de la Varizelle.....	28	Figure 95 : Coupe des aménagements projetés sur le Janon à l'aval du bassin DIRCE	60
Figure 45 : Zoom au droit de la route des Barraques (tracé indicatif)	28	Figure 97 : Synthèse des volumes pour la compensation hydraulique par secteur	61
Figure 46 : Délaissés route de la Varizelle	29	Figure 98 : Présentation des différentes zones inondables pour la compensation hydraulique	61
Figure 47 : Stationnements existants sur la route de la Varizelle	29	Figure 99 : Vue en plan détaillée des aménagements projetés	62
Figure 48 : Proposition de positionnement de stationnements futurs (tracé indicatif)	29	Figure 100 : Analyse diachronique entre la Carte d'Etat-Major et le plan IGN actuel.....	63
Figure 49 : Plan des principes d'aménagements paysagers (tracé indicatif)	31	Figure 101 : Analyse diachronique entre les orthophotos de 1953 et 2019	64
Figure 50 : Coupes transversales / Source : VEGE TUDE, mai 2022	32	Figure 102 : Localisation des différents tronçons analysés	65
Figure 51 : Liste d'espèces de la palette végétale.....	33	Figure 103 : Localisation des différents tronçons analysés	65
Figure 52 : Plan de principe d'assainissement	35	Figure 104 : Vue en plan des profils en travers utilisés pour la modélisation projetée	67
		Figure 105 : Résultats de la modélisation projetée sur le Janon	68
		Figure 106 : Profil en long projeté pour une crue centennale sur le Janon	68
		Figure 107 : Résultats de la modélisation projetée sur le Ricolin.....	69
		Figure 108 : Nappes d'inondation pour une crue centennale à l'état projeté	69

Figure 109 : Tableau bilan du calcul de l'interdistance entre les barrettes sous l'OH4621	70
Figure 110 : Profil en long de principe d'une rampe en blocs	71
Figure 111 : Synthèse des caractéristiques des ouvrages existants sur le Janon	71
Figure 112 : Synthèse des caractéristiques des ouvrages projetés sur le Janon	71
Figure 113 : Photo terrain de la chute en amont de l'OH 4621 (RN88)	71
Figure 114 : Synthèse des caractéristiques de l'ouvrage existant sur le Ricolin	72
Figure 115 : Synthèse des caractéristiques des ouvrages projetés sur le Ricolin	72
Figure 116 : Illustration de banquettes béton à l'intérieur d'un ouvrage	72
Figure 117 : Profil en travers de l'OH4500 pour une crue centennale à l'état existant et projeté	73
Figure 118 : Profil en travers de l'OH4621 pour une crue centennale à l'état existant et projeté	73
Figure 119 : Profil en travers de l'OH4636 pour une crue centennale à l'état projeté	73
Figure 120 : Profil en travers de l'OH4781 pour une crue centennale à l'état existant et projeté	73
Figure 121 : Profil en travers de l'OH RD32 pour une crue centennale à l'état existant et projeté	73
Figure 122 : Profil en travers de l'OH100 pour une crue centennale à l'état existant et projeté	74
Figure 123 : Profil en travers de l'OH165 pour une crue centennale à l'état projeté	74
Figure 124 : Altitude de la ligne d'eau en amont des ouvrages à l'état projeté	74
Figure 125 : Débits de basses eaux, calculés par la formule de Myer	75
Figure 126 : Débits de basses eaux, issus de la cartographie de la DDT 42	75
Figure 127 : Débits de basses eaux retenus dans la modélisation hydraulique	75
Figure 128 : Caractéristiques des espèces piscicoles	76
Figure 129 : Synthèse des hauteurs d'eau et des vitesses au droit des ouvrages sur le Janon	77
Figure 130 : Synthèse Vue amont de l'OH100 sur le Ricolin	77
Figure 131 : Synthèse des hauteurs d'eau et des vitesses au droit des ouvrages sur le Ricolin	77
Figure 132 : Vue aval de l'OH 100 sur le Ricolin	77
Figure 133 : Vue en plan du canal provisoire en phase chantier	78
Figure 134: Illustrations de barrage souple autobloquant et filtre	78
Figure 135 : Vue en plan du déroulement de la deuxième phase chantier	79
Figure 136 : Vue en plan de la nappe d'inondation cinquantennale et de l'implantation de la base vie	80
Figure 137 : Surveillance, vérification et entretien	82

1 PRÉAMBULE

La description du projet présente les objectifs de l'opération au regard du diagnostic de la situation actuelle.

Elle indique les raisons pour lesquelles, parmi les différents partis d'aménagement envisagés, le projet présenté à l'enquête a été retenu, et notamment du point de vue de son insertion dans l'environnement. Elle présente également le projet et ses principales caractéristiques.

Résumé synthétique du projet retenu

Le projet est localisé sur le territoire communal de Saint-Chamond, entre l'échangeur n°16 et 17 de la RN88.

Ce projet consiste à créer un nouveau couple de bretelles orientées vers Lyon pour compléter l'échangeur existant de la Varizelle, ainsi qu'un barreau de franchissement de la RN88 depuis le giratoire existant de la Varizelle au Sud. Au Nord, le barreau est raccordé à la RD32 (route de Saint-Jean-Bonnefonds et route de la Varizelle), la RD 32.4 (bretelle d'entrée sur la RN88) et la route des Barraques par un nouveau carrefour giratoire. La route de la Varizelle est réaménagée avec la création d'une piste cyclable et d'une voie verte qui reliera le quartier de la Varizelle au nord de la RN88 à la zone d'activité et l'Arena au sud.

Le projet implique des remblais en zone inondable, des impacts sur des zones humides et la réalisation de nouveaux ouvrages hydrauliques sur le Janon et le Ricolin, le rescindement de ces deux cours d'eau et la suppression du seuil sur le Janon.

Le projet engendre la suppression de boisements correspondant essentiellement aux talus de la RN88 où des espèces protégées ont été observées, nécessitant la demande de dérogation à la protection des espèces protégées.

3 CONTEXTE DU PROJET

3.1 SITUATION ACTUELLE DU DEMI-ÉCHANGEUR DE LA VARIZELLE

La commune de Saint-Chamond, située au cœur de la vallée du Gier, est desservie par l'A47, la RN88 et la ligne ferroviaire Lyon-Saint-Etienne. Elle est située à seulement 40 minutes du sud de l'agglomération lyonnaise et à 20 minutes de Saint-Etienne et accueille plus de 700 entreprises qui se développent autour d'activités variées parmi lesquelles le textile, la métallurgie, la plasturgie, l'électrochimie, l'industrie agroalimentaire...

Dynamiques, les collectivités locales, notamment la commune de Saint-Chamond et Saint Etienne Métropole, portent plusieurs projets visant à créer de l'emploi comme Novaciéries et Métrotech, deux projets de reconversion de sites industriels, l'aménagement de la Zone Artisanale, la construction d'une Halle des Sports Métropolitaine. L'ensemble de ces projets seront réalisés à l'horizon de mise en service du projet prévu en 2025.

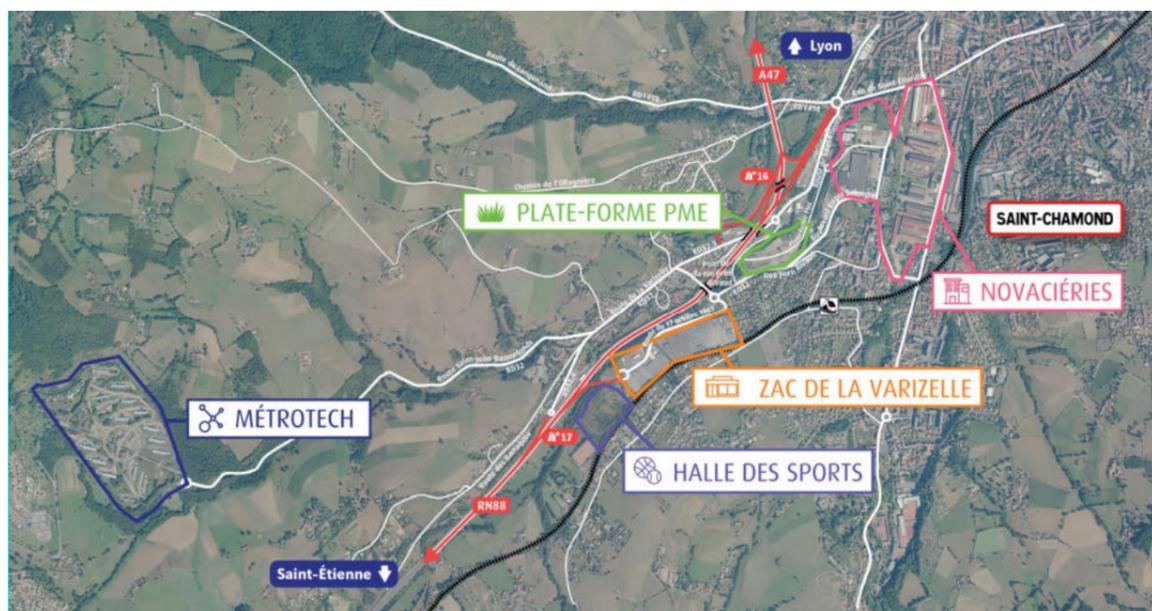


Figure 1 : Carte situant les projets de développement autour de la zone d'étude

Comme l'indique la carte ci-dessus, tous ces projets se situent à l'Ouest de la commune de Saint Chamond, dans le territoire desservi par les échangeurs n°16 et n°17.

Aujourd'hui, la commune de Saint-Chamond est desservie par 4 points d'échanges sur l'A47 et la RN88 :

- 2 à l'ouest sur la RN88, les échangeurs n°16 du Champ de Geai et n°17 de la Varizelle (demi-échangeur à ce jour orienté vers Saint Etienne) ;
- 2 à l'est sur l'A47, le demi-échangeur n°14 du Faubourg de Couzon (orienté vers Lyon) et l'échangeur n°15 de Genthialon.

La desserte de l'ouest de Saint-Chamond s'effectue par l'échangeur n°16 du Champ de Geai et le demi-échangeur n°17 de la Varizelle.



Figure 2 : Carte des échanges de la RN88 autour de Saint Chamond



Figure 3 : Vue aérienne du demi-échangeur n°17 existant

L'échangeur du Champ du Geai (n°16) présente une configuration particulière avec trois de ses bretelles qui convergent vers un seul giratoire, celui du Champ du Geai. Ce giratoire est connecté avec quatre autres voies desservant Saint-Chamond centre, le quartier de la Varizelle et La Talaudière. Il concentre ainsi l'essentiel des flux à l'ouest de Saint-Chamond.



Figure 4 : Vue aérienne de l'échangeur n°16 (à gauche) et du raccordement avec le giratoire du Champ du Geai (à droite)

La configuration asymétrique du demi-échangeur de la Varizelle est complétée par un ouvrage de franchissement de la RN88 plus au Nord, le pont de la rue Jean Rivaud.

L'excentrement de ce franchissement vis-à-vis du demi-échangeur induit un allongement important des temps de parcours et la nécessité de traverser le bourg urbain de la Varizelle pour les flux depuis Saint-Etienne en direction de l'ouest de la commune.

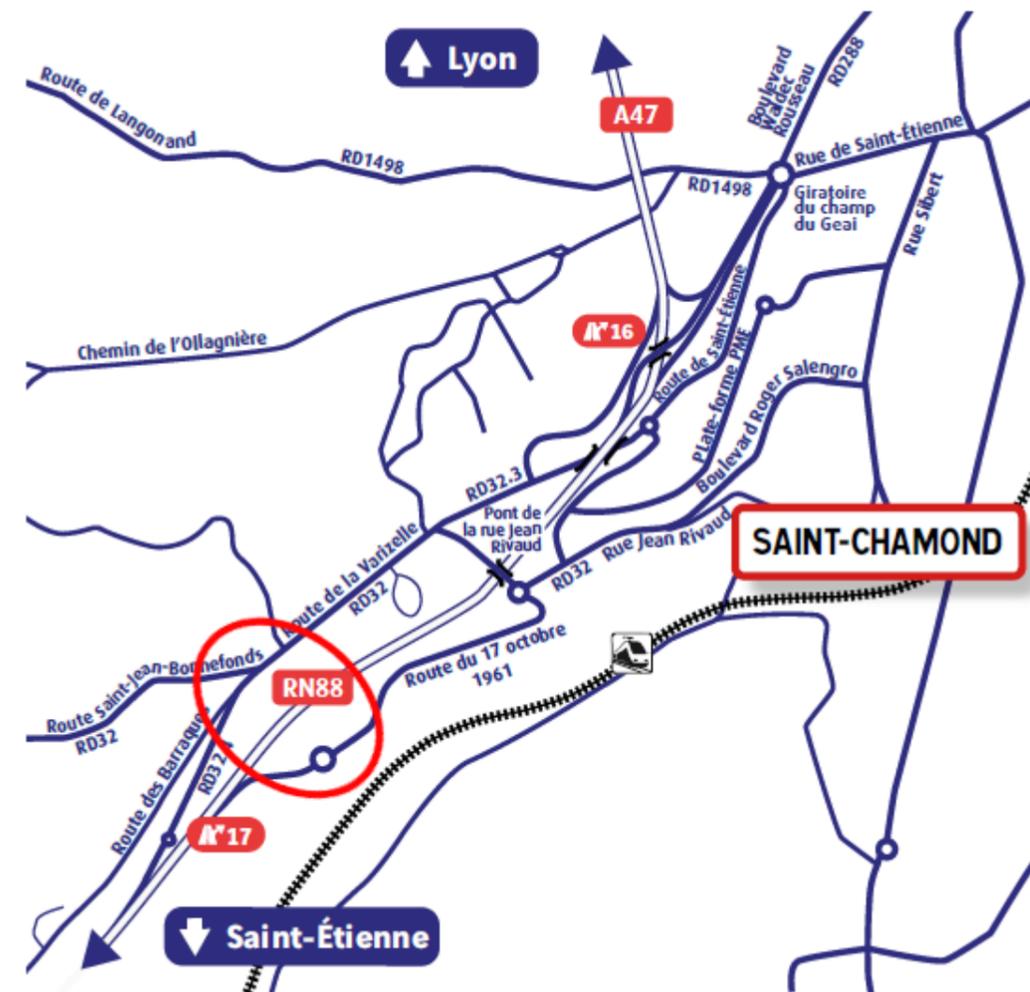


Figure 5 : Zoom sur les échangeurs et le réseau routier à l'ouest de Saint-Chamond

■ Activités économiques dans la zone d'étude

Les principaux pôles d'activités et d'équipement de la zone d'étude offrent :

- de nombreux commerces et des supermarchés,
- des équipements culturels et sportifs nombreux (piscine, gymnase, terrains de jeux de plein air) formant un pôle récréatif attractif,
- des équipements d'enseignement (groupes scolaires, collèges et lycées),
- des équipements hospitaliers,
- des infrastructures de transports collectifs, dont une gare,
- des zones d'activités économiques.

Les zones d'activités économiques présentes à proximité du projet sont les suivantes :

- Zone d'activités de la Varizelle qui accueille de grandes enseignes dans une zone commerciale (Leclerc, GiFi, Gamm vert et Mc Donald's) et des petites entreprises,
- Novaciéries qui est la reconversion du site GIAT en un quartier multifonctionnel regroupant des activités industrielles, économiques, de loisirs et des logements. Au niveau économique, cela comprend le maintien des activités industrielles de la mécanique lourde (Faure, Pichon, Carchi, Industeel, etc.) et l'accueil de nouvelles entreprises sur un site de 45 ha. Cette reconversion accueille aujourd'hui 30 logements, 1000 emplois et 300 étudiants. Ce quartier a été inauguré en décembre 2018.
- Métrotech, zone dédiée aux activités tertiaires, industrielles et artisanales est issue du projet de requalification du site de l'hôpital de Saint-Jean-Bonnefonds. Aménagé comme un véritable « campus d'entreprises », Métrotech est un site unique, hautement fonctionnel, créant et favorisant les échanges entre les entreprises.

■ Développement des Zones d'Activités existantes

Bien qu'étant existante et en partie en activités, les 3 zones d'activités de la zone d'étude n'ont pas achevé leur développement avec des évolutions à venir jusqu'à la mise en service.

Les évolutions attendues sont les suivantes, avec un impact sur la zone d'étude en termes d'emploi, d'activités et donc générateur de trafic routier :

- Novaciéries : à l'horizon 2023, les prévisions de développement sont les suivantes :
 - 20 300 m² supplémentaires d'activités productives industrielles et artisanales,
 - 1 900 m² supplémentaires de bureaux pour des activités tertiaires.
- Métrotech : afin d'accélérer la commercialisation des 20 000 m² disponibles, des dispositions foncières et immobilières visant à rendre le site plus attractif pour l'implantation d'entreprises d'artisanat et des TPE ont été mises en œuvre. À l'horizon 2023, Métrotech comptera :
 - 10 000 m² supplémentaires pour des activités tertiaires (bureaux),
 - 10 000 m² supplémentaires pour des activités productives d'industrie et d'artisanat.
- Extension de la ZAC de la Varizelle et réaménagement des bâtiments commerciaux avec l'agrandissement de son parking (en voie de finalisation).

■ Équipements sportifs

L'Arena, salle omnisports de 4 200 places portée par Saint-Etienne Métropole, se situe à proximité immédiate de la zone d'étude. Elle a été inaugurée en septembre 2022. Cette salle est dédiée avant tout au basket-ball, avec le club résident Saint-Chamond Basket Vallée du Gier (SCVBG), mais elle pourra également accueillir des événements nationaux voire internationaux de volleyball, de tennis ou de handball. Le site comprend 300 places de parking. Un développement du club et ses infrastructures est également envisagé dans les prochaines années.

Ces différents projets de développement économique et urbain vont induire une **augmentation conséquente des emplois et donc des flux routiers**. Dans ce contexte, le projet répond à un besoin en termes de desserte de ces différents sites par la création d'une bretelle d'entrée sur la RN88 en direction de Lyon et d'une bretelle de sortie de la RN88 depuis Lyon.

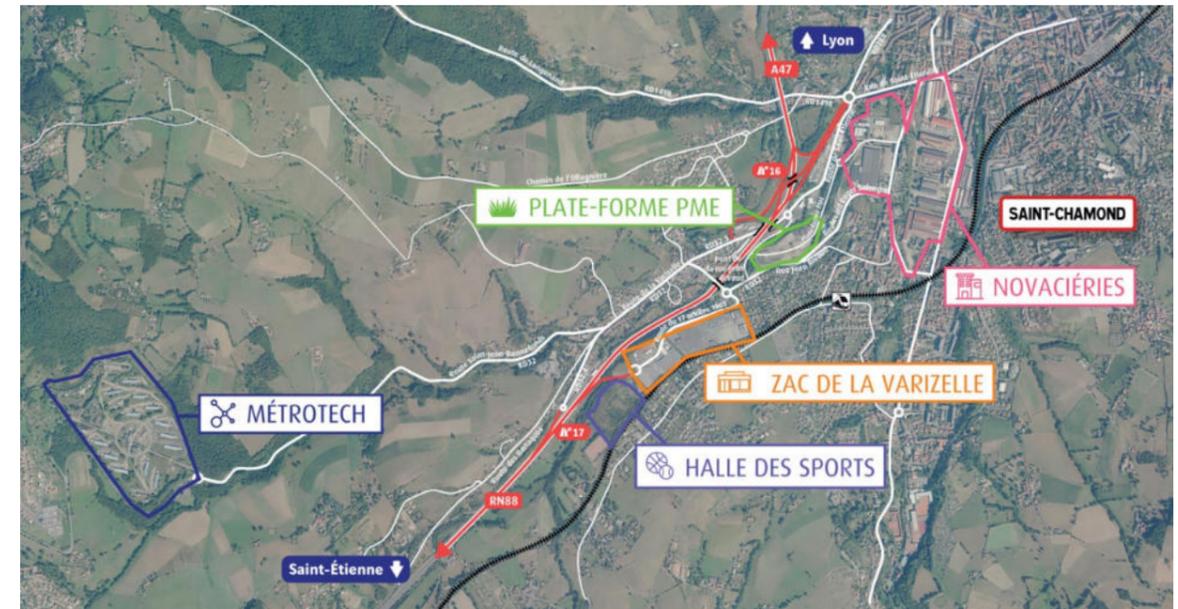


Figure 6 : Carte situant les projets de développement autour de la zone d'étude

■ **Conditions de trafic actuelles - 2018**

Les échangeurs de la RN88 sont très majoritairement utilisés par des trafics d'échanges pendulaires avec l'agglomération de Saint-Etienne. Un trafic dense est observé aux heures de pointe du matin et du soir sur les voiries de desserte des zones d'activités et des quartiers ouest de Saint-Chamond.

Du fait de la configuration particulière de l'échangeur n°16 du Champ de Geai et du demi-échangeur n°17 de la Varizelle décrit ci-avant et du niveau de trafic important sur la zone d'étude, les dysfonctionnements actuels sont les suivants :

- Trafic très important avec congestions ponctuelles aux heures de pointe au niveau de l'échangeur et du giratoire du Champ de Geai,
- Trafic important sur le réseau secondaire de l'Ouest de Saint-Chamond (Rue Jean Rivaud, Route de la Varizelle, boulevard Roger Salengro...).

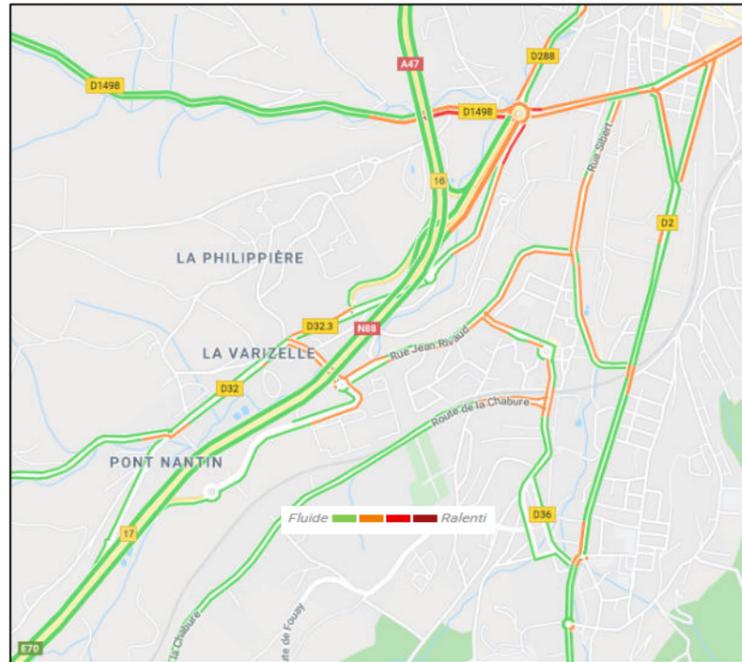


Figure 7 : Fluidité du trafic de la zone d'étude un jeudi à l'heure de pointe du soir

Les flux des poids lourds sont, pour la quasi-totalité, concentrés sur la RN88. Une petite partie du reste de ces flux (environ 10 poids lourds) traversent la Varizelle via la rue Jean Rivaud et la route de la Varizelle pour rejoindre la RN88 au sud et la route de Saint-Jean-Bonnefonds.

L'objectif de ce projet est de prendre en compte les perspectives d'évolution de trafic, compte tenu du développement économique prévu et décrit ci-après, qui vont amener à une augmentation significative du trafic sur le réseau secondaire de l'Ouest de Saint-Chamond et une saturation de l'échangeur de Champ de Geai avec des remontées de file sur la section courante de la RN88 si aucun aménagement n'est réalisé.

Les modélisations actuelles et futures ont permis de démontrer que l'heure de pointe du soir est l'heure de pointe dimensionnante du secteur avec une charge globale de trafic plus importante que l'heure de pointe du matin.

Des modélisations ont été réalisées afin de simuler le fonctionnement du secteur en 2023 et 2043 si le projet n'était pas réalisé. Les conclusions de ces modélisations sont présentées ci-après.

■ **Conditions de trafic en 2023 sans projet**

L'augmentation du trafic entre 2018 et 2023 se répartit sur les voies de desserte du réseau : route de la Varizelle, route du 17 octobre 1961, rue de St-Etienne, ... **Le trafic sur ces voies augmente de plus de 25% en 5 ans.** Cette augmentation très forte s'explique par la prise en compte à l'horizon 2023 de l'ensemble des développements économiques de la zone d'étude exposés ci-avant.

La RN88, quant à elle, subit une augmentation de trafic relative plus modérée, bien qu'en volume, cette croissance est relativement importante (jusqu'à 300 véhicules/h/ sens).

En conséquence, le niveau de saturation augmente au niveau du giratoire du Champ de Geai, de la route de la Varizelle et du Pont de Rivaud, ainsi que les ralentissements au niveau des carrefours correspondants. Cela augmente également le risque de remontées de files sur la section courante de la RN88 aux hyper pointes, notamment en sortie du Champ de Geai depuis Saint-Etienne.

Le délestage de la route de la Varizelle ainsi que du giratoire au sud du Pont Rivaud et du giratoire du Champ de Geai apparaît comme essentiel aux vues des augmentations de trafic progressives aux différents horizons de simulations. En effet, dès l'horizon 2023, il est observé à l'heure de pointe du soir un trafic très important, peu compatible avec l'environnement urbain de ces axes.

■ **Conditions de trafic en 2043 sans projet**

L'augmentation du trafic entre 2018 et 2043 est relativement homogène et inférieure à 50% sur tous les axes. L'augmentation de trafic sur la RN88 est de 15% ce qui est très important sur un axe déjà chargé. Certaines voiries ont même des augmentations supérieures à 80%.

Des remontées de file sur la section courante de la RN88 au niveau de l'échangeur du Champ du Geai sont à prévoir, avec plus de probabilité le soir compte tenu de la saturation présente sur le giratoire.

La conclusion sur l'état du trafic en 2043 renforce celle de 2023 sur la nécessité du délestage de la route de la Varizelle ainsi que du giratoire au sud du Pont Rivaud et du giratoire du Champ de Geai compte tenu des niveaux de trafic attendus sur ces axes urbains non dimensionnés pour absorber de tels volumes.

De plus, le développement de Métrotech amènera un flux poids-lourds supplémentaire traversant le quartier de la Varizelle. Ce flux n'entre pas dans l'analyse des congestions aux heures de pointe car la circulation des poids lourds s'effectue avec des horaires décalés, mais engendre une nuisance tout au long de la journée.

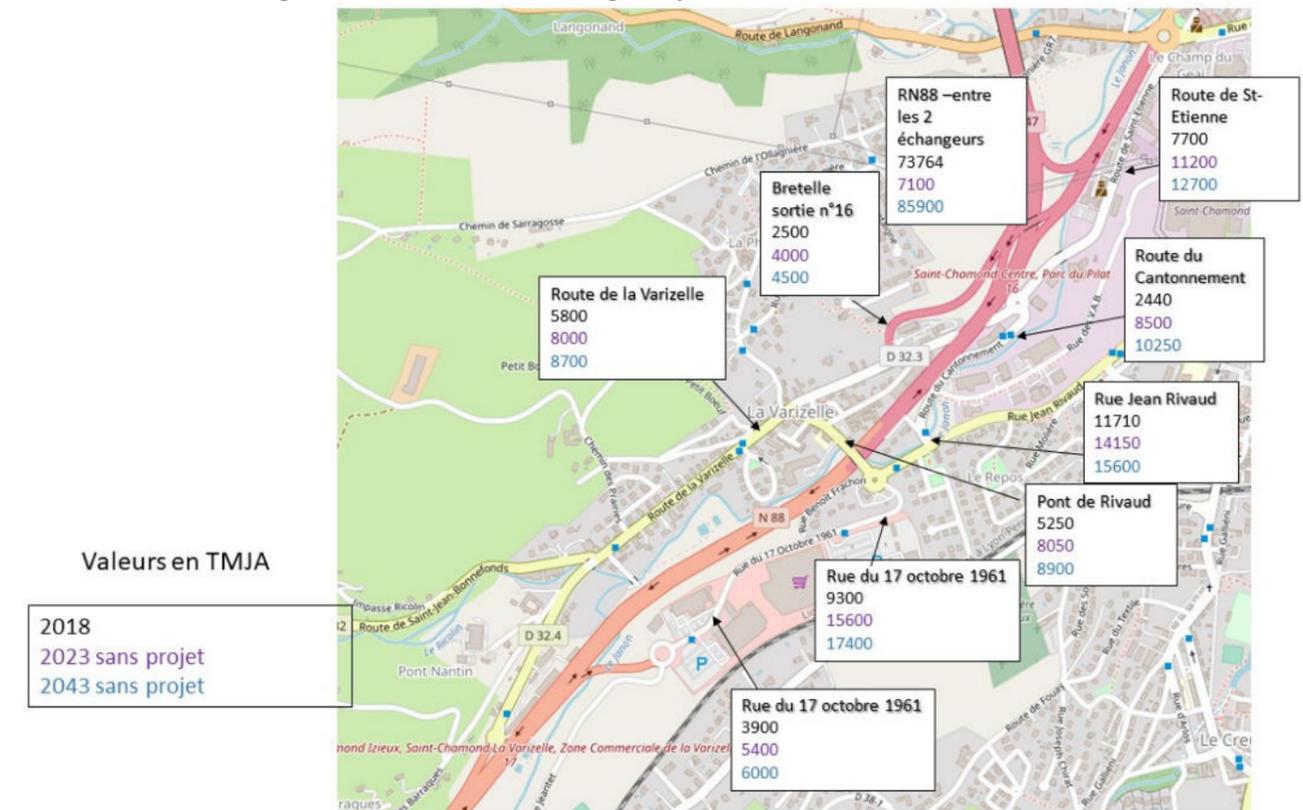


Figure 8 : Comparaison du trafic moyen journalier entre 2018, 2023 et 2043 sans projet

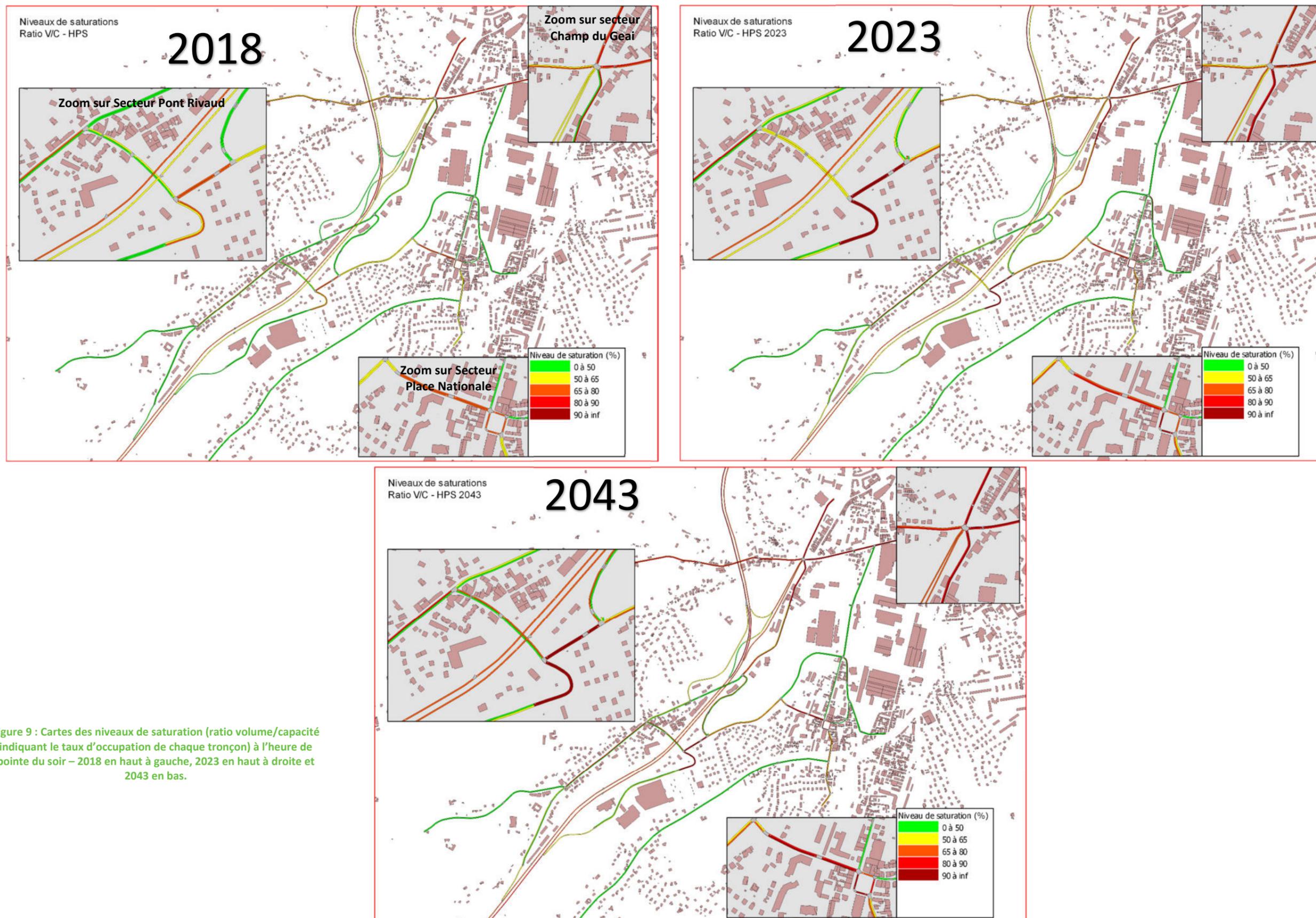


Figure 9 : Cartes des niveaux de saturation (ratio volume/capacité indiquant le taux d'occupation de chaque tronçon) à l'heure de pointe du soir – 2018 en haut à gauche, 2023 en haut à droite et 2043 en bas.

Face à ce constat et devant les perspectives d'accroissement du trafic liées au développement à venir des zones d'activités économiques de Métrotech, Novaciéries ou de la Varizelle, les collectivités locales et l'État ont décidé de compléter le demi-échangeur de la Varizelle pour favoriser la desserte du territoire tout en améliorant la qualité de vie des habitants de l'ouest de Saint-Chamond qui subissent aujourd'hui la saturation du réseau local.

3.2 OBJECTIFS DU PROJET

Compte tenu des projets de développement urbain envisagés à l'entrée ouest de Saint-Chamond, l'opération poursuit un double objectif :

- **Améliorer la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques :**

Le principal objectif du complément du demi-échangeur de la Varizelle est d'améliorer la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques en développement. Il s'agit de réorganiser les circulations en créant un accès plus direct aux zones d'activités, notamment pour les usagers en provenance de Lyon et de la vallée du Gier.

Ce projet est d'autant plus attendu que des projets importants sont engagés ou programmés par les collectivités : halle des sports métropolitaine de 4 000 places, reconversion et développement de Novaciéries, de Métrotech et de la ZAC de la Varizelle avec l'implantation de nouvelles entreprises industrielles et tertiaires.

- **Améliorer le cadre de vie des riverains :**

Aujourd'hui, pour accéder aux zones d'activités, les automobilistes sur la RN88 empruntent l'échangeur du Champ du Geai (n°16) ou le demi-échangeur de la Varizelle (n°17) puis le réseau local, notamment la rue Jean Rivaud et la route de la Varizelle qui traversent le quartier du même nom.

En moyenne 6 300 véhicules passent chaque jour ouvré sur la route de la Varizelle, devant le pas de porte des maisons d'habitation et des lieux publics qui la bordent. En 2023, sans création d'échangeur, ce chiffre sera de 8 600, soit une augmentation de 37%, aggravant les nuisances pour les riverains du quartier de la Varizelle. Le projet doit aussi permettre de réduire ces nuisances et d'améliorer les conditions de sécurité pour les riverains.

Le projet est ainsi constitué par le complément de l'échangeur n°17 de la Varizelle sur la RN88 avec création d'un ouvrage de franchissement de la RN88.

4 HISTORIQUE

Une première étude de faisabilité relative à la création d'un nouvel échangeur complet dans le secteur de la ZAC de la Varizelle a été réalisée en 2005 par la DDE de la Loire pour le compte de Saint-Étienne Métropole. Cette étude a été formalisée dans un rapport en date du 27 janvier 2006.

Cette étude a permis d'établir qu'une solution d'échangeur complet reprenant une partie du système existant est possible au niveau du demi-échangeur n°17 de la Varizelle.

Suite à l'inscription du projet au Contrat de Plan État Région à 2015-2020, l'État, en partenariat avec Saint-Etienne Métropole (SEM), le Département de la Loire (CD42) et la commune de Saint-Chamond, a relancé les études en mettant à jour les études de 2008.

La **décision ministérielle en date du 7 octobre 2016 a validé l'opportunité du projet** d'aménagement du demi-échangeur n°17 de la RN88 par un complément orienté vers Lyon et a demandé la poursuite des études préalables relatives à l'aménagement d'un complément au demi-diffuseur n°17, dit de la Varizelle, sur la RN88, sur la base du scénario retenu dans la phase précédente.

L'État a relancé les études, et ainsi, une étude d'opportunité a été menée par Ingérop en octobre 2018. Ainsi, 10 scénarios ont été étudiés pour le complément de l'échangeur de la Varizelle.

Une concertation publique a été organisée du 5 février au 5 mars 2019, présentant les 3 scénarios préférentiels issus de l'étude d'opportunité avec pour objectif de donner les informations relatives au projet, nécessaires à la compréhension du public, d'écouter, d'échanger et de recueillir l'avis de chacun sur le projet.

Suite à la concertation publique, afin de prendre en compte les différentes remarques des acteurs locaux, trois nouveaux scénarios ont été étudiés et comparés. Ces études complémentaires ont été jointes au bilan de la concertation publique pour l'information des riverains.

Une présentation de ce travail ultérieur à la concertation a eu lieu le 17 décembre 2019 avec les riverains du projet permettant de conforter la bonne prise en compte des demandes émises lors de la concertation.

Le scénario retenu a également fait l'objet d'adaptations spécifiques permettant de répondre aux observations issues de la concertation telles que :

- L'aménagement du carrefour avec la route des Baraques en sortie du nouveau giratoire,
- La diminution de la taille du rond-point à créer dans le quartier du Pont Nantin afin de limiter les impacts sur les propriétés riveraines,
- La prise en compte d'aménagement de sécurité pour les modes doux,
- La prise en compte de la problématique locale de stationnement.

Le projet a fait l'objet d'une **enquête publique du 15 janvier au 15 février 2021** lors de la procédure de déclaration d'utilité publique. Le dossier d'enquête publique de 2021 comprenait une étude d'impact, la mise en compatibilité du PLU de Saint-Chamond, la procédure classement / déclassement. L'étude d'impact avait fait l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale (Ae) en novembre 2020 et un mémoire en réponse (document en annexe dans l'étude d'impact). **L'arrêté préfectoral de DUP a été signé le 8 décembre 2021.** Et, l'enquête parcellaire a eu lieu du 20 juin au 6 juillet 2022. Le commissaire enquêteur a rendu un avis favorable le 10 août 2022.

5 VARIANTES ÉTUDIÉES

Nous présentons ci-après les variantes préférentielles issues de l'étude d'opportunité de 2018 et présentées lors de la concertation publique ainsi que les variantes complémentaires étudiées à l'issue de la concertation.

Cette analyse a été réalisée selon les critères définis comme suit :

L'amélioration de la desserte du territoire en particulier des zones d'activités économiques : incidences en termes de réponse globale aux besoins de desserte du territoire notamment en termes d'accessibilité aux équipements publics et aux zones d'activités économiques.

L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire : incidences en termes d'amélioration des conditions de circulation sur le réseau secondaire, notamment sur la capacité du projet à réduire le trafic traversant le faubourg de la Varizelle et améliorer ainsi la qualité de vie des riverains.

L'impact sur le bâti : incidence sur les bâtiments et les propriétés privées.

L'eau, la faune et la flore : incidences sur le réseau hydraulique, notamment sur les cours d'eau et les zones inondables et sur la biodiversité.

Le coût de l'opération : le montant de l'investissement cofinancé par l'État et les collectivités.

Chaque critère est noté selon le barème suivant :

Bonne réponse aux objectifs ou impact faible	Réponse partielle aux objectifs ou impact modéré	Mauvaise réponse aux objectifs ou impact fort
●	●	●

5.1 VARIANTES SOUMISES À LA CONCERTATION PUBLIQUE DE 2019

■ Variante A

La variante A comprend la construction d'un ouvrage de franchissement de la RN88, sans création de nouvelles bretelles reliées à la RN88. Le nouveau franchissement permet de connecter le giratoire existant de la Varizelle côté Sud à un giratoire à 4 branches à construire côté Nord. Le giratoire Nord devra permettre le rétablissement de 4 voies : la RD32 en direction et vers Saint-Jean-Bonnefonds et en direction et vers le quartier de la Varizelle, le barreau de franchissement de la RN88 vers le giratoire Sud et la bretelle d'insertion vers la RN88 en direction de Saint-Etienne (sens 1).

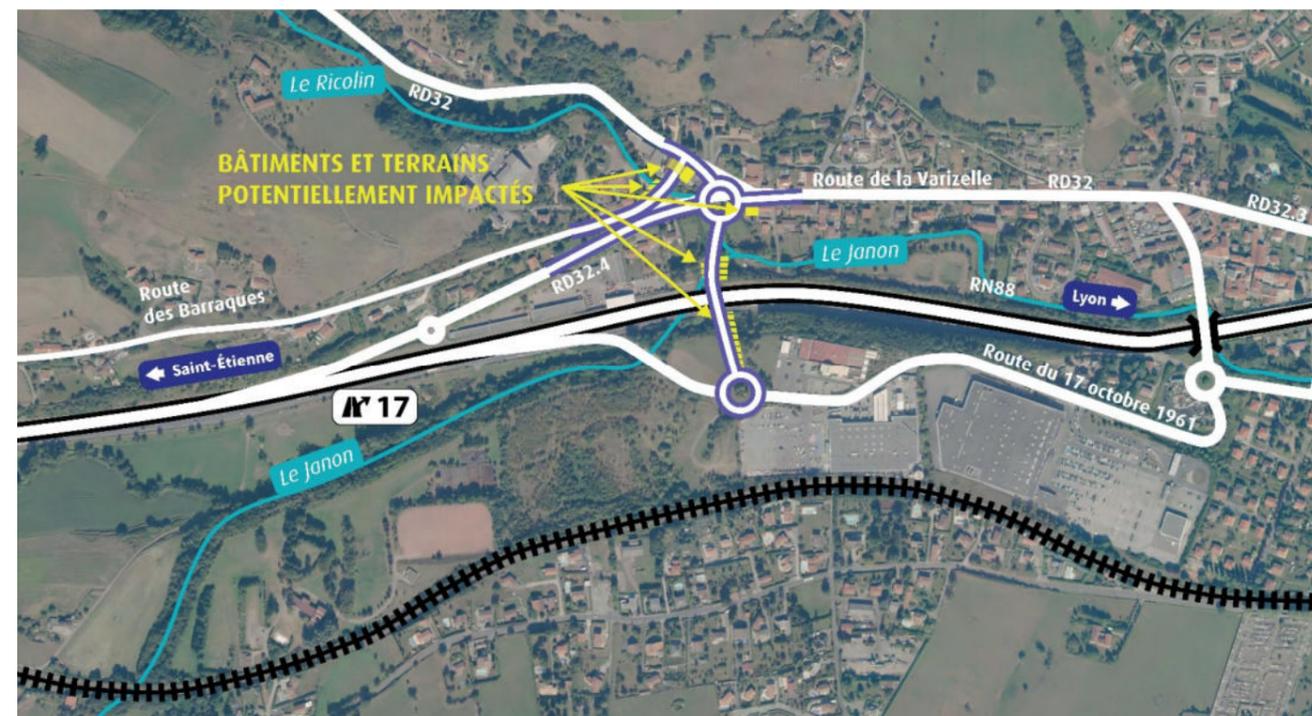


Figure 10 : Schéma de la variante A – issu du dossier de la concertation

L'analyse multicritère de la variante A

<p>L'amélioration de la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques</p> 	<p>La variante A améliore légèrement la desserte de la ZAC de la Varizelle et de Métrotech depuis Saint-Étienne grâce à la réalisation d'un ouvrage de franchissement supplémentaire qui va décharger la route du 17 octobre 1961 (baisse du trafic de 9%) qui traverse la ZAC de la Varizelle, le pont de la rue Jean Rivaud (-2%) et la route de la Varizelle (-7%). Les flux concernés sont pour l'essentiel ceux en direction de Métrotech depuis Saint-Étienne, qui se reportent directement sur le nouvel ouvrage de franchissement avec un gain de temps de parcours de 1 à 2 minutes. Les niveaux de trafic sur le giratoire au sud du pont de la rue Jean Rivaud resteront néanmoins relativement importants. La variante A ne permet pas en revanche une meilleure desserte du secteur de Novaciéries auquel on accède soit par le giratoire au sud du pont de la rue Jean Rivaud soit par l'échangeur du Champ du Geai dont le fonctionnement n'est pas modifié. De plus, cette variante n'offre pas un nouvel accès à l'ouest de Saint-Chamond et aux zones d'activités. Il ne crée pas d'itinéraire alternatif permettant de contourner le secteur relativement congestionné du giratoire du Champ du Geai pour rejoindre notamment Novaciéries et la ZAC de la Varizelle.</p>	●
<p>L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire</p> 	<p>À la mise en service de l'échangeur, environ 8 000 véhicules en moyenne circuleront toujours, chaque jour ouvré, dans le faubourg de la Varizelle, contre 8 600 sans projet. La baisse du trafic en traversée du faubourg sera donc faible : seulement 7% du trafic serait absorbé par le nouvel échangeur.</p>	●
<p>L'impact sur le bâti</p> 	<p>La variante A a un impact sur deux bâtiments et sur une parcelle au niveau du giratoire qui sera créé au nord. L'accès à certaines propriétés pourrait également être impacté.</p>	●
<p>L'eau, la faune et la flore</p> 	<p>L'incidence sur la biodiversité de la variante A est relativement faible avec une emprise peu importante. Des aménagements seront à mettre en œuvre concernant le franchissement des cours d'eau du Janon et du Ricolin par le giratoire.</p>	●
<p>Le coût de l'opération</p> 	<p>Avec une estimation des travaux comprise entre 8 et 10 M€ TTC, la variante A est la moins coûteuse.</p>	●

Figure 11 : Tableau d'analyse multicritère de la variante A – issu du dossier de la concertation

■ **Variante B**

La variante B prévoit, en plus du barreau de franchissement et du giratoire au nord prévu dans la variante A, deux bretelles sur la RN88 orientées vers Lyon.

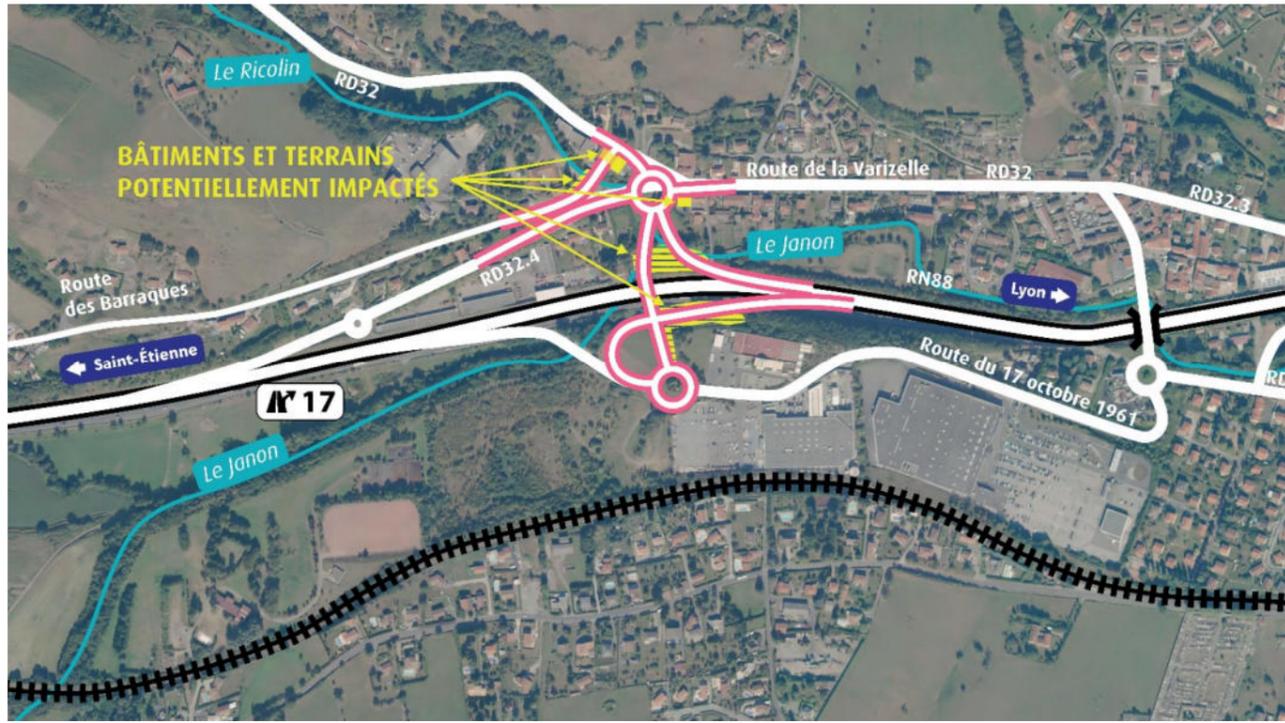


Figure 12 : Schéma de la variante B – issu du dossier de la concertation

L'analyse multicritère de la variante B

<p>L'amélioration de la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques</p> 	<p>La variante B permet d'améliorer nettement la desserte des zones d'activités grâce à la création d'un nouveau franchissement et de deux bretelles orientées vers Lyon. Comme la variante A, la variante B améliore légèrement l'accès à Métrotech depuis Saint-Étienne, en évitant aux automobilistes d'effectuer un détour par le pont de la rue Jean Rivaud, permettant des gains de temps de parcours de 1 à 2 minutes. Les nouvelles bretelles créeront un accès plus direct à la ZAC de la Varizelle et à Métrotech depuis et vers Lyon et la vallée du Gier. Elles offriront également un itinéraire alternatif pour accéder à Novaciéries, permettant d'éviter les secteurs congestionnés comme l'échangeur du Champ du Geai. La variante B aura ainsi pour effet de décharger le pont de la rue Jean Rivaud (-36%), ses carrefours adjacents (giratoire au sud et carrefour à feux au nord) et la route du 17 octobre 1961 (-25% avec une baisse de 16 600 véhicules par jour à 12 000 véhicules par jour), améliorant ainsi les conditions de circulation sur le réseau secondaire et l'accès aux zones d'activités économiques. La variante B permettra des gains de temps de parcours entre Lyon et Métrotech (de l'ordre de 1 minute dans le sens Lyon vers Métrotech et de l'ordre de 2 minutes dans le sens Métrotech vers Lyon) et entre Saint-Étienne et Métrotech (1 à 2 minutes).</p>	
<p>L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire</p> 	<p>Les nouvelles bretelles orientées vers Lyon permettront aux automobilistes d'utiliser davantage la RN88, ce qui bénéficiera au réseau secondaire qui sera délesté. À titre d'illustration, à la mise en service de l'échangeur, environ 5 200 véhicules en moyenne traverseront, chaque jour ouvré, le faubourg de la Varizelle (contre 8 600 véhicules sans projet). La baisse du trafic et des nuisances associées sera donc significative en traversée du faubourg, d'environ 40 %.</p>	
<p>L'impact sur le bâti</p> 	<p>Comme la variante A, la variante B a un impact sur deux bâtiments et sur une parcelle au niveau du giratoire qui sera créé au nord. L'accès à certaines propriétés pourrait également être impacté.</p>	
<p>L'eau, la faune et la flore</p> 	<p>L'incidence sur la biodiversité de la variante B est modérée, limitée à l'avifaune de la zone boisée au niveau de la nouvelle bretelle d'accès à la RN88. L'incidence est relativement forte sur la ressource en eau, essentiellement sur le Janon et le Ricolin dont la présence conduira à réaliser des ouvrages pour rétablir les continuités écologiques et hydrauliques et éviter toute aggravation du risque d'inondation par rapport à l'existant.</p>	
<p>Le coût de l'opération</p> 	<p>Le coût des travaux est estimé à environ 17 M€ TTC.</p>	

Figure 13 : Tableau d'analyse multicritères de la variante B – issu du dossier de la concertation

■ **Variante C**

La variante C se compose d'un ouvrage de franchissement de la RN88 et de la même bretelle d'entrée en direction de Lyon, et du même giratoire au nord que pour la variante B. La bretelle de sortie de la RN88 venant de Lyon est décalée au Sud et raccordée à la route des Barraques par un nouveau giratoire.

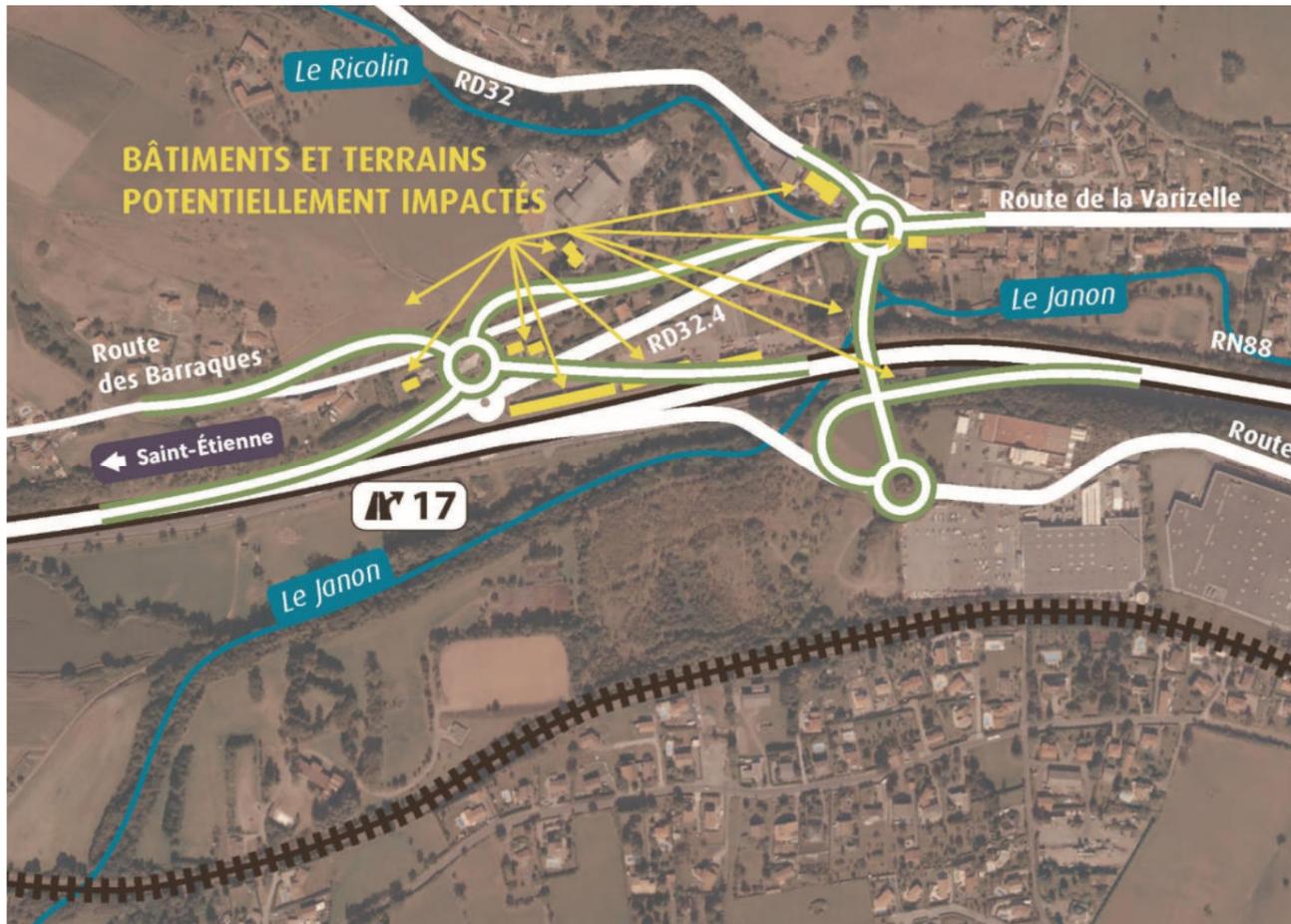


Figure 14 : Schéma de la variante C – issu du dossier de la concertation

L'analyse multicritère de la variante C

<p>L'amélioration de la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques</p> 	<p>La variante C, comme la variante B, permet d'améliorer nettement la desserte des zones d'activités grâce à la création d'un nouveau franchissement et de deux bretelles orientées vers Lyon. Les nouvelles bretelles créeront un accès plus direct à la ZAC de la Varizelle et à Métrotech depuis et vers Lyon et la vallée du Gier, mais dans une moindre mesure par rapport à la variante B. Elles offriront également un itinéraire alternatif pour accéder à Novaciéries, permettant d'éviter les secteurs congestionnés comme l'échangeur du Champ du Geai. La variante C aura ainsi pour effet de décharger le pont de la rue Jean Rivaud (-36%) et les carrefours adjacents ainsi que la route du 17 octobre 1961 (-25% avec une baisse de 16 600 véhicules par jour à 12 000 véhicules par jour) améliorant ainsi les conditions de circulation. La variante C permettra un gain de temps de parcours entre Métrotech et la vallée du Gier (1 à 2 minutes) et entre Saint-Étienne et Métrotech (1 à 2 minutes).</p>	
<p>L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire</p> 	<p>Les nouvelles bretelles orientées vers Lyon permettront aux automobilistes d'utiliser davantage la RN88 au profit du réseau secondaire qui sera délesté. À titre d'illustration, à la mise en service de l'échangeur, environ 6 200 véhicules en moyenne traverseront, chaque jour ouvré, le faubourg de la Varizelle (contre 8 600 véhicules sans projet). La baisse du trafic et des nuisances associées sera donc significative en traversée du faubourg, d'environ 28%, bien que moins importante que pour la variante B.</p>	
<p>L'impact sur le bâti</p> 	<p>L'impact sur le bâti est nettement plus fort que pour la variante B. La construction de cette variante a une incidence sur six bâtiments et sur les locaux de la DIR Centre Est qui devront être reconstruits.</p>	
<p>L'eau, la faune et la flore</p> 	<p>La variante C nécessite une emprise plus importante que la variante B qui induit une incidence sensiblement plus forte sur la biodiversité, notamment sur les zones boisées situées de part et d'autre de la RN88, favorables à l'avifaune. L'incidence reste relativement forte sur les cours d'eau, mais moins que pour la variante B.</p>	
<p>Le coût de l'opération</p> 	<p>Le coût des travaux est estimé entre 22 et 24 M€ TTC.</p>	

Figure 15 : Tableau d'analyse multicritère de la variante C – issu du dossier de la concertation

■ **Analyse multicritère – Dossier de concertation publique**

L'analyse multicritère des 3 variantes est synthétisée dans le tableau suivant, par évaluation de leur incidence en comparaison de la situation sans projet. Cette analyse a été réalisée selon les critères définis comme suit.

Critères	Variante A	Variante B	Variante C
L'amélioration de la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques 	●	●	●
L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire 	●	●	●
L'impact sur le bâti 	●	●	●
L'eau, la faune et la flore 	●	●	●
Le coût de l'opération 	●	●	●

Figure 16 : Tableau d'analyse multicritère – issu du dossier de la concertation

Sur la base de cette analyse, réalisée en vue de la concertation publique, la variante B est apparue comme la variante répondant le mieux aux objectifs poursuivis, notamment pour l'amélioration de la desserte du territoire et du cadre de vie tout en ayant des impacts modérés sur les autres thèmes.

En effet, la variante A ne permet pas de répondre pleinement aux objectifs assignés au projet d'amélioration de la desserte du territoire et du cadre de vie par le fait qu'elle ne complète pas le demi-échangeur.

Enfin, la variante C impacte très fortement le bâti, et particulièrement les locaux de la DIR CE, pour un surcoût de 5M€ par rapport à la variante B.

Durant la concertation qui s'est déroulée du 5 février au 5 mars 2019, le public a pu s'exprimer sur l'opportunité du projet. Elle a permis de créer un débat ouvert, notamment lors des moments d'échanges avec le public pendant lesquels les équipes de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes ont pu informer et écouter les personnes intéressées.

Sur les 35 personnes (43% des contributeurs) qui se sont exprimées en faveur de l'opportunité du projet, 92% s'expriment pour la variante B.

Cependant la concertation du public a amené à la proposition de variantes complémentaires aux variantes présentées.

Ces trois variantes alternatives ont été étudiées et présentées au public après la concertation et avant la publication du bilan lors d'une rencontre effectuée le 17 décembre 2019. Elles sont présentées ci-après.

5.2 VARIANTES COMPLÉMENTAIRES ISSUES DE LA CONCERTATION PUBLIQUE DE 2019

Les variantes étudiées de façon complémentaire sont les suivantes.

- **Variante D – Suppression de la bretelle depuis Lyon et diminution de la taille du rond-point**

Par rapport à la variante B précédemment présentée, la variante D propose de supprimer la bretelle de sortie depuis Lyon (sens 1) et de diminuer ainsi la taille de l'anneau du giratoire Nord.

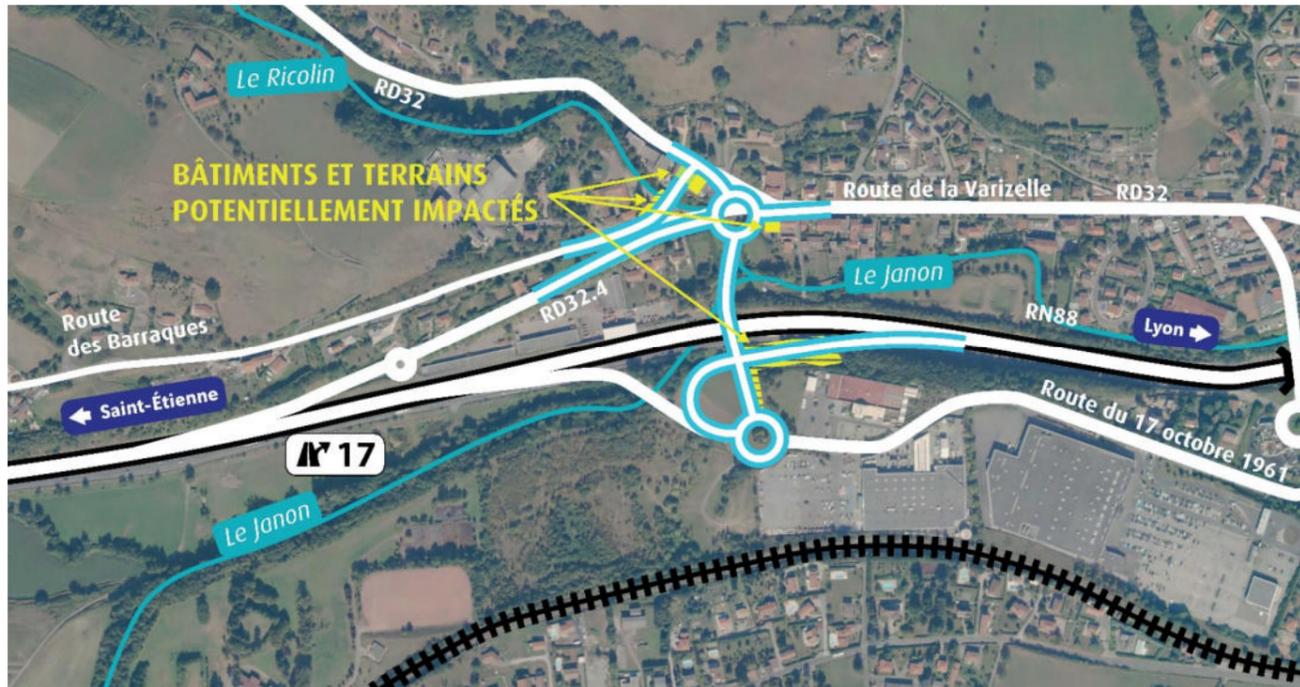


Figure 17 : Schéma de la variante D – issu du bilan de la concertation

<p>L'amélioration de la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques</p> 	<p>Comme la variante A, la variante D améliore légèrement la desserte de la ZAC de la Varizelle et de Métrotech depuis Saint-Étienne grâce à la réalisation d'un ouvrage de franchissement supplémentaire qui va décharger la route du 17 octobre 1961, le pont de la rue Jean Rivaud et la route de la Varizelle. L'accès à Métrotech depuis Lyon ne sera pas amélioré le matin. La soir, la nouvelle bretelle orientée vers Lyon facilitera le départ en direction de Lyon depuis la Varizelle, Métrotech et Navociéries.</p> <p>La variante D ne permettra pas de gain de temps de parcours entre Lyon et Métrotech dans le sens Lyon vers Métrotech mais permettra un gain de l'ordre de 2 minutes dans le sens Métrotech vers Lyon.</p>	
<p>L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire</p> 	<p>À la mise en service de l'échangeur, environ 6 500 véhicules en moyenne circuleront toujours, chaque jour ouvré, dans le faubourg de la Varizelle, contre 8 600 sans projet. La baisse du trafic en traversée du faubourg sera donc modérée : seulement 24% du trafic serait absorbé par le nouvel échangeur. Ce report de trafic se fait majoritairement le soir. Le matin, le niveau de trafic restera similaire à l'existant.</p>	
<p>L'impact sur le bâti</p> 	<p>Comme les variantes A et B, la variante D a un impact sur deux bâtiments et sur une parcelle au niveau du giratoire qui sera créé au nord. L'accès à certaines propriétés pourrait également être impacté.</p>	
<p>L'eau, la faune et la flore</p> 	<p>L'incidence sur la biodiversité de la variante D est relativement faible avec une emprise peu importante. Des aménagements seront à mettre en œuvre concernant le franchissement des cours d'eau du Janon et du Ricolin par le giratoire.</p>	
<p>Le coût de l'opération</p> 	<p>Le coût des travaux est estimé à environ 14 M€ TTC.</p>	

Figure 18 : Tableau d'analyse multicritère de la variante D – issu du bilan de la concertation

■ **Variante E – Liaison de la route des Barraques avec le rond-point**

La variante E envisage de raccorder la route des Barraques directement au giratoire Nord, conduisant à augmenter la taille du giratoire à 6 branches contre 5 proposées dans le dossier de concertation. Cette variante avait été étudiée lors des études d'opportunités (scénario n°4) mais n'avait pas été présentée à la concertation compte tenu de son impact très fort au niveau foncier et bâti par rapport à la variante B.

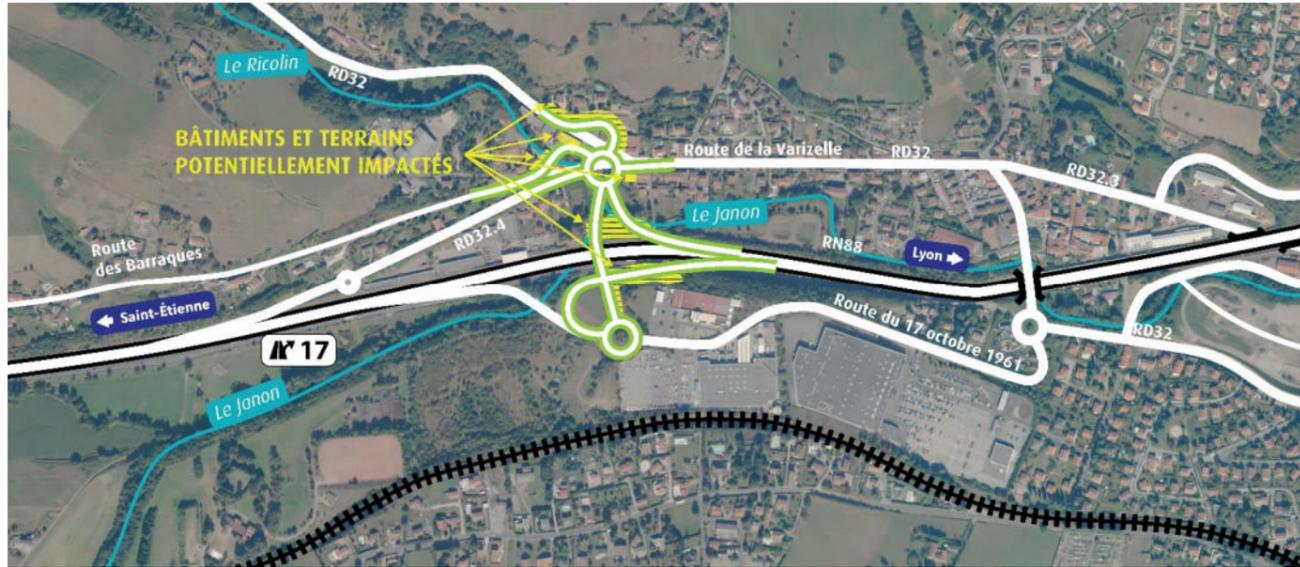


Figure 19 : Schéma de la variante E – issu du bilan de la concertation

<p>L'amélioration de la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques</p> 	<p>La variante E permet d'améliorer nettement la desserte des zones d'activités grâce à la création d'un nouveau franchissement et de deux bretelles orientées vers Lyon. Elle présente ainsi les mêmes effets que la variante B : l'accès à Métrotech depuis Saint-Étienne est améliorée avec des gains de temps de parcours de 1 à 2 minutes. L'accès à la ZAC de la Varizelle et à Métrotech depuis et vers Lyon et la vallée du Gier est également plus direct. Cette variante permettra des gains de temps de parcours de 1 à 2 minutes entre Lyon / Saint-Etienne et Métrotech.</p>	
<p>L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire</p> 	<p>Les nouvelles bretelles orientées vers Lyon permettront aux automobilistes d'utiliser davantage la RN88, ce qui bénéficiera au réseau secondaire qui sera délesté. À titre d'illustration, à la mise en service de l'échangeur, environ 5 200 véhicules en moyenne traverseront, chaque jour ouvré, le faubourg de la Varizelle (contre 8 600 véhicules sans projet). La baisse du trafic et des nuisances associées sera donc significative en traversée du faubourg, d'environ 40 %.</p>	
<p>L'impact sur le bâti</p> 	<p>La variante E, qui présente un giratoire de plus grande taille que les variantes A, B et D a un impact plus important sur la parcelle appartenant au restaurant du Pont Nantin et les parcelles de bâtis au nord de l'aménagement. D'autre part, deux bâtiments sont également impactés au niveau du giratoire qui sera créé au nord.</p>	
<p>L'eau, la faune et la flore</p> 	<p>L'incidence sur la biodiversité de la variante E est modérée, limitée à l'avifaune de la zone boisée au niveau de la nouvelle bretelle d'accès à la RN88. L'incidence est relativement forte sur la ressource en eau, essentiellement sur le Janon et le Ricolin dont la présence conduira à réaliser des ouvrages pour rétablir les continuités écologiques et hydrauliques et éviter toute aggravation du risque d'inondation par rapport à l'existant.</p>	
<p>Le coût de l'opération</p> 	<p>Le coût des travaux est estimé à environ 19 M€ TTC.</p>	

Figure 20 : Tableau d'analyse multicritère de la variante E – issu du bilan de la concertation

■ **Variante F – Création d'un giratoire à double-pont au-dessus de la RN88**

La variante F envisage de limiter les emprises du projet en proposant une solution de carrefour giratoire dénivelé (à double-ponts) au-dessus de la RN88, en remplacement du giratoire Nord prévu dans la variante B. Cette configuration conservant le principe des bretelles de sortie et d'entrée depuis et vers Lyon permet également de desservir les zones d'activités de l'Ouest de Saint-Chamond et de décharger le réseau de desserte locale.



Figure 21 : Schéma de la variante F – issu du bilan de la concertation

Figure 22 : Tableau d'analyse multicritère de la variante F – issu du bilan de la concertation

<p>L'amélioration de la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques</p> 	<p>Au même titre que les variantes B et E, la variante F permet d'améliorer nettement la desserte des zones d'activités grâce à la création d'un nouveau franchissement et de deux bretelles orientées vers Lyon. Ainsi, cette variante améliore l'accès à Métrotech depuis Saint-Étienne avec des gains de temps de parcours de 1 à 2 minutes. Elle permet également d'améliorer l'accès à la ZAC de la Varizelle et à Métrotech depuis et vers Lyon et la vallée du Gier est également plus direct. Les gains de temps de parcours seront de 1 à 2 minutes entre Lyon / Saint-Etienne et Métrotech.</p>	<p>●</p>
<p>L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire</p> 	<p>Les nouvelles bretelles orientées vers Lyon permettront aux automobilistes d'utiliser davantage la RN88, ce qui bénéficiera au réseau secondaire qui sera délesté. À titre d'illustration, à la mise en service de l'échangeur, environ 5 200 véhicules en moyenne traverseront, chaque jour ouvré, le faubourg de la Varizelle (contre 8 600 véhicules sans projet). La baisse du trafic et des nuisances associées sera donc significative en traversée du faubourg, d'environ 40 %.</p>	<p>●</p>
<p>L'impact sur le bâti</p> 	<p>La variante F a un impact important sur les parcelles et bâtiments à proximité de la route de la Varizelle : le raccordement depuis le giratoire dénivelé sur la route de la Varizelle conduit à relever la route de la Varizelle. Ainsi, ce sont deux bâtiments, dont le restaurant du Pont Nantin qui seraient impactés. De plus, les accès à plusieurs parcelles, le raccordement à la Route des Barraques et la voie de desserte du CTM devraient être modifiés.</p>	<p>●</p>
<p>L'eau, la faune et la flore</p> 	<p>L'incidence sur la biodiversité de la variante F est modérée, limitée à l'avifaune de la zone boisée au niveau de la nouvelle bretelle d'accès à la RN88. L'incidence est très forte sur la ressource en eau, principalement sur le Jonon au niveau du franchissement de la RN88, et, dans une moindre mesure, sur le Ricolin. La présence de ces cours d'eau conduira à réaliser des ouvrages conséquents (hydrauliques et de soutènements) pour éviter toute aggravation du risque d'inondation par rapport à l'existant.</p>	<p>●</p>
<p>Le coût de l'opération</p> 	<p>Le coût des travaux est estimé à environ 31 M€ TTC.</p>	<p>●</p>

■ **Point spécifique au raccordement de la route des Barraques :**

Dans la solution optimisée avec la réduction du rayon du giratoire limitant fortement les différents impacts du projet sur ce secteur, la route des Barraques ne peut plus être raccordée directement sur le giratoire.

Deux solutions sont envisageables pour ce raccordement :

1. Le raccordement à la route de Saint-Jean-Bonnefonds (solution B avant la concertation),
2. La conservation du raccordement à son emplacement actuel (solution B optimisée présentée dans le présent rapport).

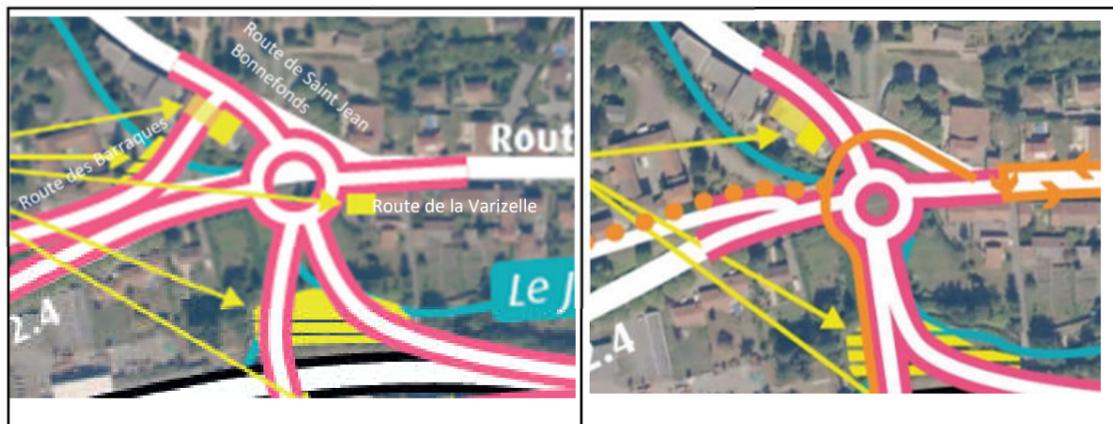


Figure 23 : Passage de la variante B (à gauche) à la variante B « optimisée » (à droite)

La première solution présente des contraintes fortes avec :

- Un impact fort sur le Ricolin avec un ouvrage hydraulique important ;
- Un impact sur un bâti habité (le seul sur le projet), ce qui est très préjudiciable étant donné que le projet global évite cette configuration ;
- Le raccordement au niveau de la route de Saint-Jean-Bonnefonds sur une zone en entrée d'agglomération avec des vitesses pratiquées importantes et une visibilité limitée, pas très favorable en termes de sécurité routière.

La seconde solution présente un avantage important avec une limitation significative d'impact compte tenu de son implantation actuelle.

Bien que l'angle entre la route de la Varizelle et la route des Barraques soit conservé comme actuellement sans être optimal (impossibilité au niveau topographique d'avoir un carrefour en angle droit), la sécurité du carrefour est améliorée par rapport à l'existant car les vitesses pratiquées sur la route de la Varizelle sont fortement diminuées par la création du carrefour giratoire situé à proximité.

Cette solution est un bon compromis entre la limitation des impacts et l'amélioration de la sécurité par rapport à l'existant.

Cette **seconde solution a été retenue** avec une étude géométrique plus fine à réaliser dans les phases ultérieures en termes d'implantation de l'ilot du giratoire, des mouvements autorisés, de la signalisation et des girations notamment.

Ce point a d'ailleurs été partagé lors du moment d'accueil effectué le 17/12/2019 avec un retour positif des riverains.

■ **Analyse multicritère – Bilan de la concertation publique**

La synthèse de l'analyse multicritère a donc été complétée avec les 3 variantes alternatives.

Les six variantes étudiées sont différentes en termes d'incidences au regard des critères utilisés pour leur comparaison.

Le tableau ci-après récapitule, selon les variantes, les incidences par rapport à la situation actuelle.

Critères		Variante A	Variante B	Variante C	Variante D	Variante E	Variante F
L'amélioration de la desserte du territoire, en particulier des zones d'activités économiques		●	●	●	●	●	●
L'amélioration du cadre de vie par le délestage du réseau secondaire		●	●	●	●	●	●
L'impact sur le bâti		●	●	●	●	●	●
L'eau, la faune et la flore		●	●	●	●	●	●
Le coût de l'opération		●	●	●	●	●	●

Figure 24 : Tableau d'analyse multicritère synthèse – Extrait du bilan de la concertation

Sur la base de cette analyse multicritère, la variante B apparaît comme la plus pertinente. En effet, les variantes A et D ne permettent pas de répondre pleinement aux objectifs assignés au projet d'amélioration de la desserte du territoire et du cadre de vie, pour un coût significatif, en particulier pour la variante D.

Les variantes E et F ont des impacts importants sur le quartier du pont Nantin, notamment sur le bâti et sur la route de Varizelle qui devrait être rehaussée dans le cas de la variante F. De plus, la variante F a une incidence forte sur les cours d'eau, notamment le Janon. Elle présente en outre un surcoût de 14M€ par rapport à la variante B.

Enfin, la variante C impacte très fortement le bâti, et particulièrement les locaux de la DIR CE, pour un surcoût de 5M€ par rapport à la variante B.

L'étude de ces variantes après proposition du public a été portée à la connaissance des riverains après la concertation (réunion du 17 décembre 2019) et avant publication du bilan. L'appréciation du public vis-à-vis des variantes n'a pas été remise en cause avec l'ajout de ces 3 variantes supplémentaires et une majorité des contributeurs ont marqué leur préférence pour la variante B.

Suite à la concertation publique, les remarques des participants ont été prises en compte et cela a permis de développer des optimisations de la solution B. Cette solution B « optimisée » constitue la solution finale retenue. Les optimisations proposées pour donner suite aux suggestions d'adaptations du projet émises par le public lors de la concertation, sont les suivantes :

- La réduction (rayon de giratoire de 20 m au lieu de 25 m) et le décalage du giratoire (vers l'Est) à créer au nord de la RN88. Le nombre de branches est porté de 5 à 4. La nouvelle bretelle de sortie est dorénavant raccordée sur le barreau de franchissement avant le giratoire au lieu de se raccorder directement au giratoire dans la solution B,
- la route des Barraques n'est plus raccordée à la route Saint-Jean-Bonnefonds, mais débouche sur la RD 32.4 par le biais d'un carrefour plan dont l'aménagement est revu,
- La prise en compte de la continuité des modes doux depuis la route de la Varizelle,
- La prise en compte de la problématique locale de stationnement.

Le projet retenu est issu d'une co-construction avec les acteurs du territoire durant toute la concertation ayant fait émerger la solution optimisée.

Ainsi, sur cette base, ont été réalisées les études préliminaires qui ont abouti à un projet présenté à l'enquête publique dans le dossier d'utilité publique (DUP) en 2021.

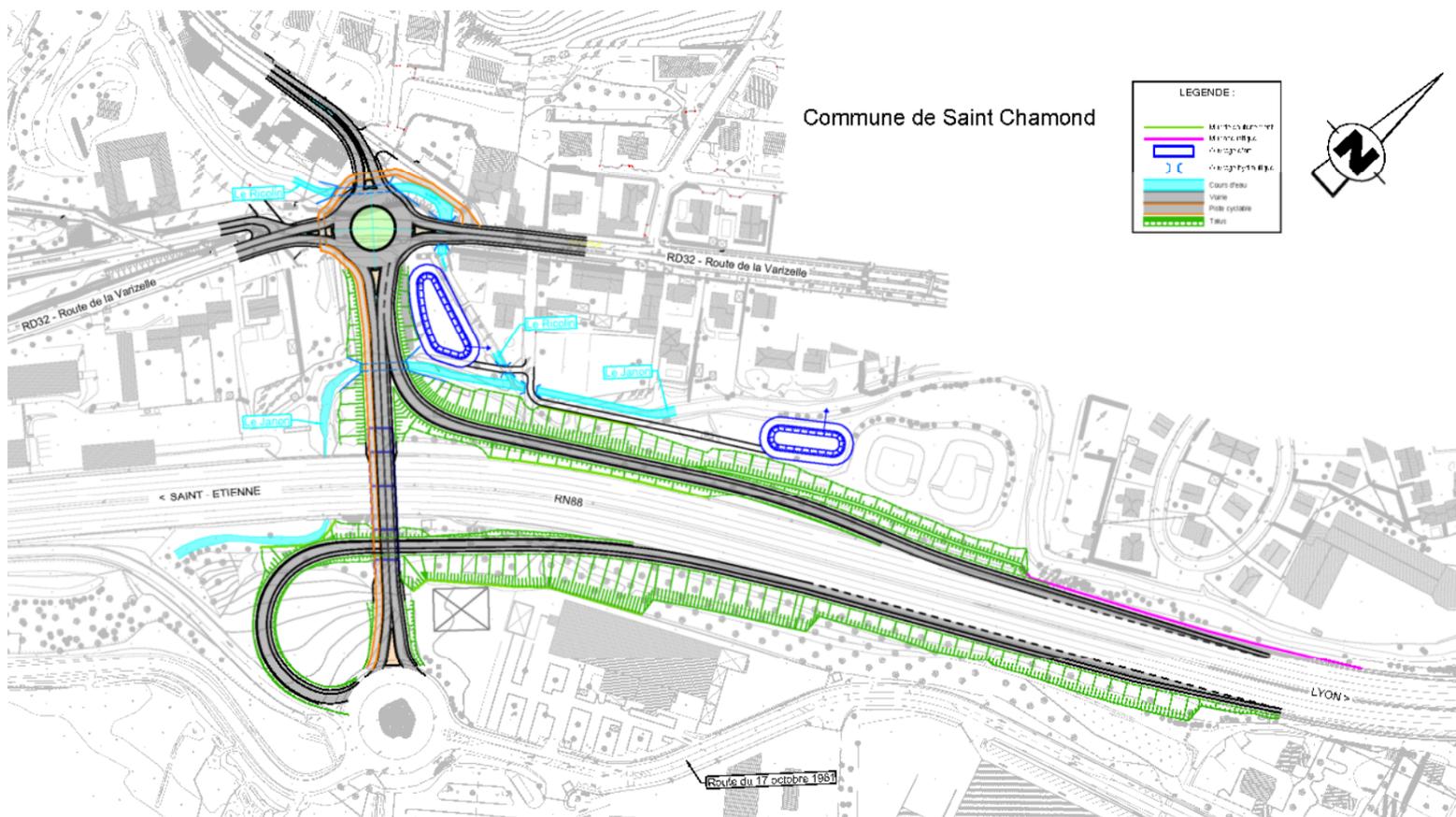


Figure 25 : Présentation du projet présenté en enquête publique en 2021

5.3 ÉVOLUTION PAR RAPPORT AU PROJET PRÉSENTÉ EN ENQUÊTE PUBLIQUE EN 2021

Dans le cadre des études techniques menées lors des phases ultérieures (élaboration de l'Avant-Projet), le projet a évolué sur différents points présentés ci-dessous. Ces évolutions sont liées à des études techniques réalisées en phase AVP, soient les études hydrauliques sur le Janon et le Ricolin et les études géotechniques avec prise en compte du risque minier.

Les paragraphes suivants retracent les principales évolutions et optimisations du projet en phase AVP.

■ Assainissement

Initialement deux bassins de gestion des eaux pluviales étaient prévus. L'implantation des deux bassins a été modifiée pour ne plus se situer dans des zones inondables. Ces derniers sont donc hors d'eau, et par conséquent préservés des crues.

Les deux bassins appartenant à la DIRCE ont été mutualisés, afin d'optimiser au mieux les surfaces utilisables pour les zones de compensation hydraulique.

Le bassin actuel de traitement des eaux pluviales de la RN88 est prévu pour accueillir les eaux des futures bretelles et un bassin sera aménagé côté ouest du barreau pour traiter les eaux de ce dernier et du giratoire. Son positionnement a été revu afin de permettre un aménagement de la confluence entre le Ricolin et le Janon.

■ Géométrie : bretelle d'entrée

L'objet de cette recherche d'optimisation était de trouver un tracé permettant de décaler la bretelle d'entrée en direction de Lyon afin de limiter la hauteur du mur de soutènement au droit du Janon, en maîtrisant les impacts sur l'ouvrage de franchissement de la RN88, en particulier sa travée sud, et sur le soutènement du talus en interface avec la zone commerciale.

La solution retenue permet de répondre au mieux aux buts visés :

- Soutènement réduit au droit du Janon ;
- Augmentation limitée des travées de l'ouvrage d'art et gabarit respecté ;
- Éloignement du tracé et réduction du soutènement au droit de la zone commerciale, avec réduction des impacts sur les talus boisés de la RN88.

■ Cheminement modes doux

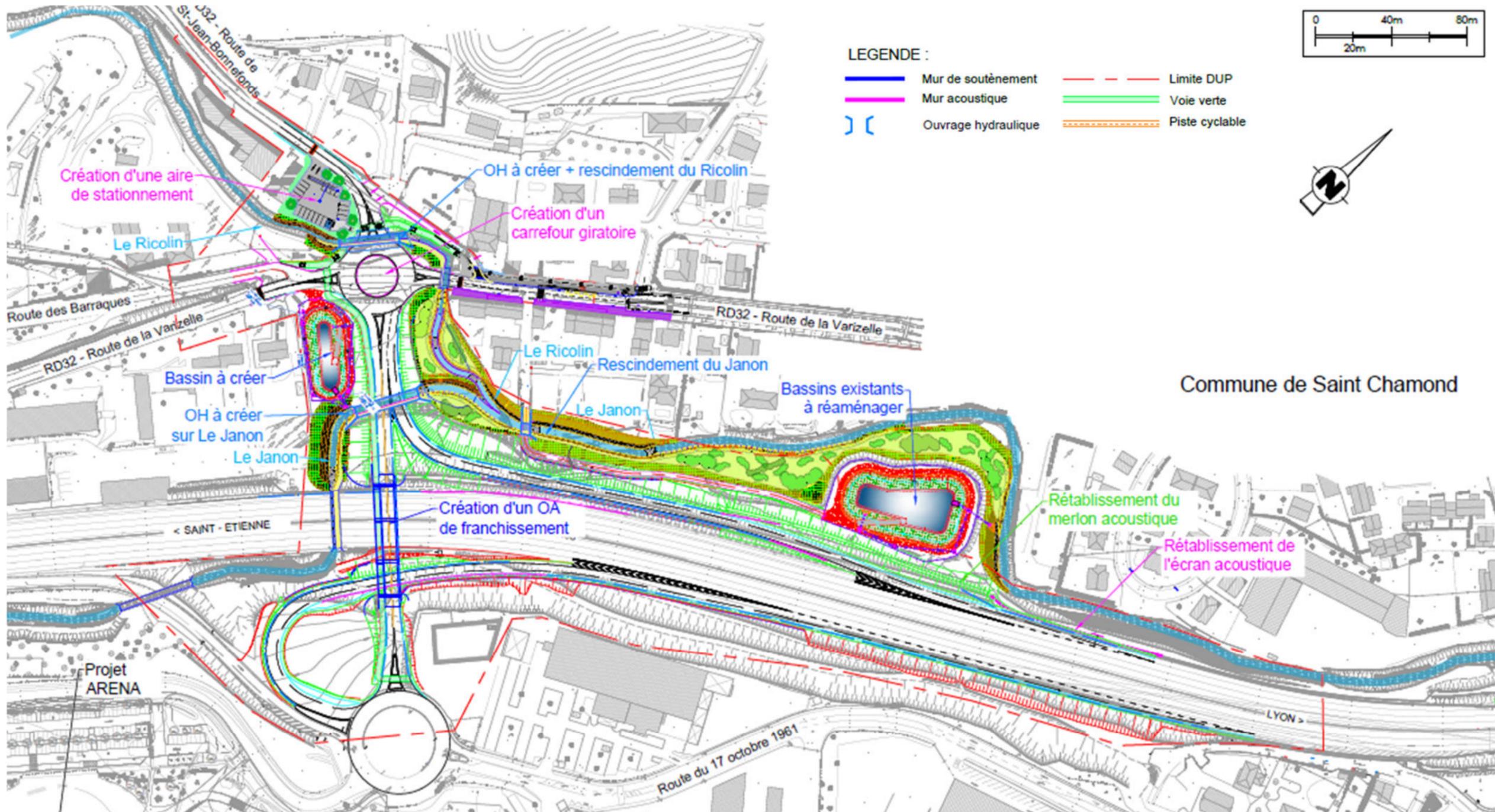
Les échanges avec Saint-Etienne-Métropole ont orienté l'aménagement vers une piste cyclable bidirectionnelle côté nord de la route de la Varizelle, plutôt que deux bandes cyclables de part et d'autre. De même, une amorce sur la voie verte est prévue en direction de la Route des Barraques et la traversée du barreau en amont du giratoire existant au sud, afin d'éviter le croisement des bretelles d'accès à la RN88.

6 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET

6.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Le projet consiste à créer un nouveau couple de bretelles orientées vers Lyon pour compléter l'échangeur existant de la Varizelle, ainsi qu'un barreau de franchissement de la RN88 depuis le giratoire existant de la Varizelle au Sud. Au Nord, le barreau est raccordé à la RD32 (route de Saint-Jean-Bonnefonds et route de la Varizelle), la RD 32.4 (bretelle d'entrée sur la RN88 en sens Lyon-Saint-Etienne) et la route des Barraques par un nouveau carrefour giratoire.

Figure 26 : Plan d'aménagement général du projet.



6.2 FONCTIONNEMENT DE LA SOLUTION RETENUE

Le fonctionnement futur de la solution retenue a été analysé en réalisant des simulations de trafic statiques et dynamiques aux horizons 2023 et 2043.

Les différentes simulations, qu’elles soient statiques ou dynamiques confirment l’intérêt du complément de l’échangeur n°16 sur la RN88 au niveau de La Varizelle.

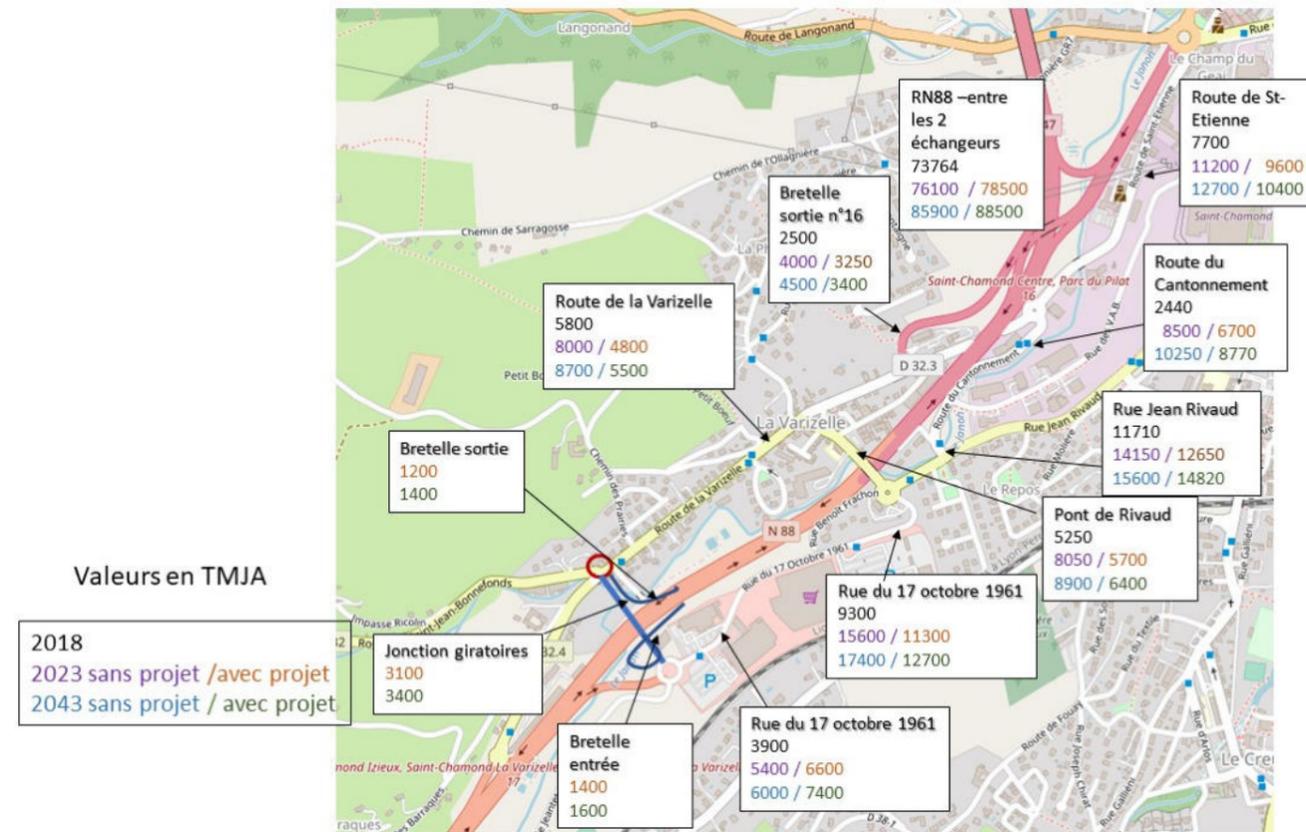


Figure 27 : Comparaison trafic moyen journalier entre 2018, 2023 sans projet et 2023 et 2043 avec projet

La carte ci-dessus montre la baisse significative des trafics avec ou sans projet sur les voiries locales de l’Ouest de Saint Chamond (Route de la Varizelle, Pont Rivaud, Rue du 17 octobre 1961).

Les cartes ainsi que les tableaux de synthèse issus de la simulation statique montrent un délestage important de plus de 20% de la route de la Varizelle et de la rue Jean Rivaud grâce à la mise en place de la solution retenue – Variante B optimisée.

Comme le montrent les deux figures ci-contre, la différence principale entre la situation sans et avec projet est la modification des mouvements en origine et destination de la zone commerciale. En effet pour accéder à la RN88 vers Saint-Etienne depuis la zone commerciale, le mouvement s’opérait via le pont Jean Rivaud et la Route de la Varizelle. Il se fait désormais via le nouvel ouvrage créé. Les diminutions de trafic observées sur la route de la Varizelle et celle de la rue du 17 octobre 1961 (au nord de la ZAC) sont donc en partie communes et ne doivent pas être cumulées si nous réalisons une comparaison avec la hausse observée sur la RN88.

Une part importante des 3400 véh/j du nouveau franchissement (horizon 2043) est issue des flux allant et venant de la zone commerciale vers la RN88 (qu’on retrouve avec le délestage de 2500 véh/j du Pont Rivaud) et qui est indépendant du trafic de la RN88 entre les 2 échangeurs.

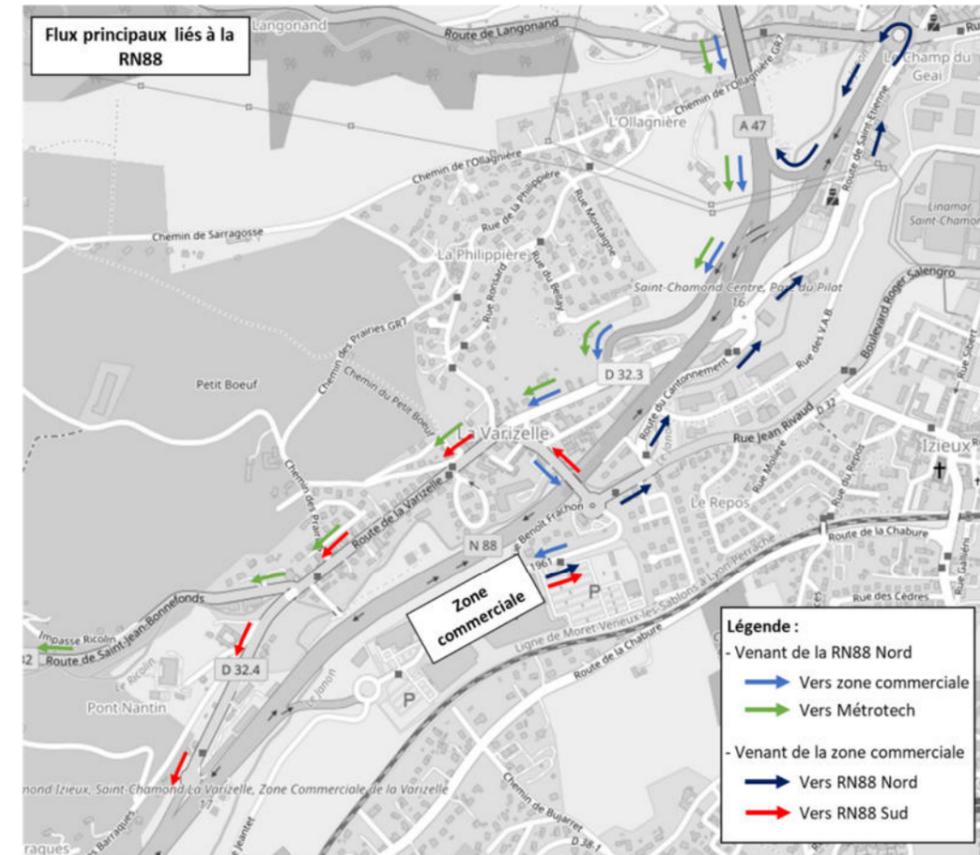


Figure 28 : Circulation actuelle depuis la zone commerciale et la RN88 nord

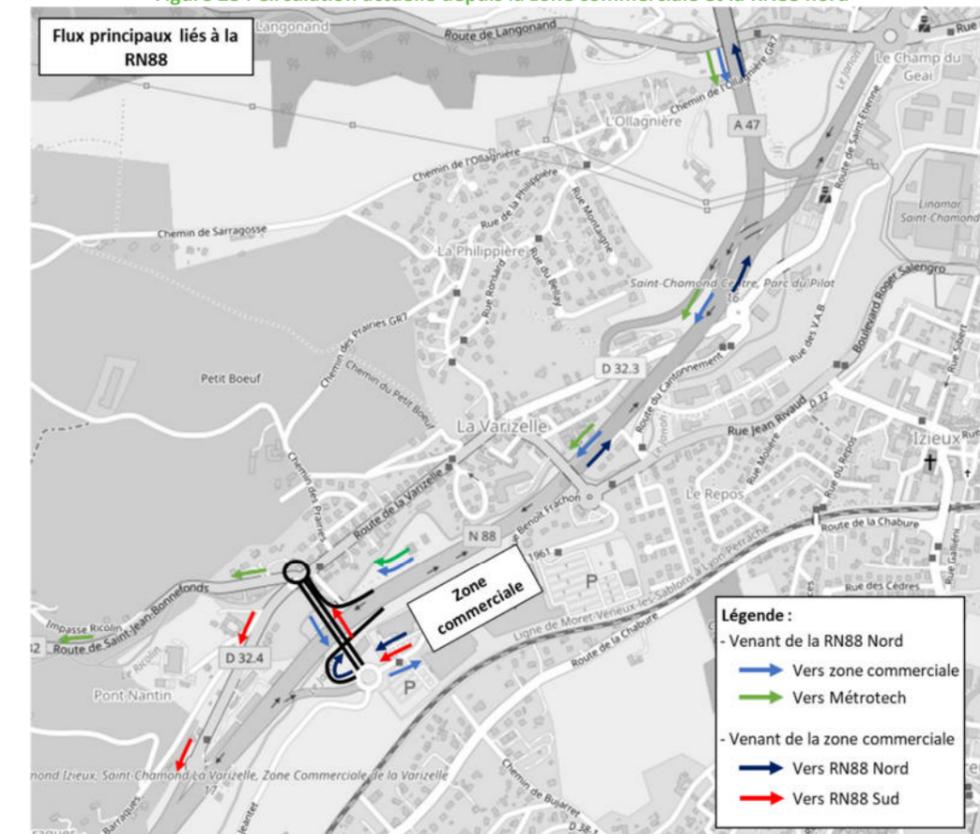


Figure 29 : Circulation future depuis la zone commerciale et la RN88 nord

■ **Modélisation statique :**

La mise en place du nouvel échangeur au sud de la Varizelle diminue la charge de trafic sur la route de la Varizelle d'environ 420 véhicules par heure (deux sens confondus) et sur le giratoire de la rue Jean Rivaud d'environ 540 véhicules par heure.

Le giratoire du Champ de Geai garde cependant une charge de trafic très importante avec un risque fort de saturation à l'horizon 2043.

Le nouvel échangeur possède, quant-à-lui, une charge de trafic sur ses bretelles et sur les deux giratoires de raccordement qui assure un fonctionnement fluide.

L'intérêt fort de cet aménagement est également le report des flux Poids Lourds en dehors des axes urbanisés, permettant notamment de rejoindre Metrotech et la route de Saint-Jean-Bonnefonds directement depuis la RN88 sans emprunter la route de la Varizelle.

■ **Modélisation dynamique**

Dans la modélisation dynamique, nous observons une hausse de la vitesse moyenne entre le scénario de référence (sans projet) et le scénario projet sur le secteur sud de la Varizelle (Pont et rue Rivaud, rue du 17 octobre 1961).

Des ralentissements avaient été observés sur la rue Jean Rivaud dans le scénario 2043 de référence (sans projet) lors des simulations de cet horizon. Ces ralentissements ne sont plus visibles lors de la mise en place du nouvel échangeur.

Les remontées de file aux carrefours sont en baisse entre le scénario de référence (sans projet) et le projet sur la zone d'étude, et les deux giratoires liés au nouvel échangeur ont des remontées de file à l'horizon 2043 très faibles. Elles ne dépassent pas 5m soit environ 1 véhicule en moyenne.

■ **Gain de temps**

En regardant l'évolution des temps de parcours des véhicules allant ou venant de la zone commerciale de la Varizelle (indiqué CC dans le graphique ci-après) dans la simulation dynamique, une baisse globale des temps de parcours est observée entre le scénario de référence (sans projet) et le scénario projet.

Les véhicules venant ou allant vers la route de Saint-Jean-Bonnefonds, ne devant plus traverser la Varizelle, voient leur temps de trajet quasiment diviser par deux, assurant une meilleure attractivité pour Metrotech.

Pour les véhicules venant de la RN88 depuis Lyon en direction de la zone commerciale, compte tenu de l'augmentation important des trafics à prévoir en 2043, le projet permet de conserver les temps de parcours de 2018 (environ 2 minutes). Sans le projet, ces temps de parcours sont très importants (environ 5 minutes soit une augmentation très significative du temps de parcours sur des trajets courts) avec un risque fort de perte d'attractivité de la zone commerciale qui est un enjeu majeur du territoire.

Une légère augmentation du temps de parcours existe en sortie de la zone commerciale en direction du Sud (mouvement de tourne à gauche sur la rue du 17 octobre) avec une remontée de file observée sur les modélisations à l'intérieur de la zone commerciale.

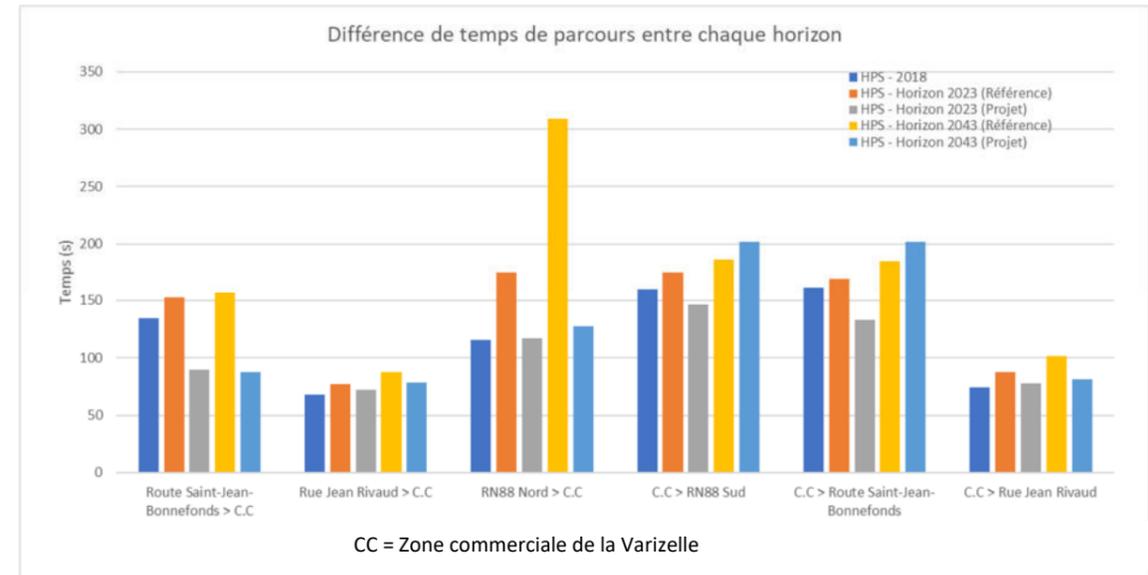


Figure 30 : Comparaison des temps de parcours sur certains trajets

■ **Synthèse**

Les simulations ont démontré l'intérêt de la mise en place du nouvel aménagement à l'Ouest de la Varizelle. Cet aménagement permet de réduire de façon significative le trafic circulant au sein du quartier de la Varizelle en le reportant en partie sur la RN88 et sur le nouveau pont assurant la liaison avec le nouveau giratoire. La route de Saint Etienne subit, elle aussi, une chute de trafic importante qui démontre l'intérêt de la mise en place de l'échangeur qui réduira le trafic transitant sur le linéaire de la Varizelle. **Ces reports de trafic permettent d'apaiser les secteurs concernés par cette réduction de trafic dans des zones urbanisées, de les rendre plus paisibles pour les riverains et de diminuer les nuisances sonores et la pollution de l'air associées au trafic routier.**

Ces riverains pourront s'insérer de manière plus sécurisée, en particulier sur la route de la Varizelle qui subit une forte baisse de trafic. Les aménagements permettront également aux modes doux qui utilisent les aménagements existants d'être plus en sécurité sur ces axes.

Le nouvel aménagement fonctionne de manière fluide avec une charge de trafic et des longueurs de remontées de file satisfaisantes sur les deux carrefours modifiés et créés. L'analyse des vitesses moyennes démontre elle aussi le bon fonctionnement de cette zone.

Ce projet amène un intérêt fort également pour desservir les activités économiques et les équipements du secteur. Sans le projet, les difficultés pour accéder à la zone commerciale de la Varizelle pourraient lui faire perdre de son attractivité. La desserte de Metrotech et de la Halle des Sports sera également favorisée avec des accès directs sans transiter par des zones urbaines avec un gain de temps et de sécurité significatifs.

Concernant le flux des poids lourds, le projet est également très intéressant car il déleste notamment la route de la Varizelle avec des accès plus directs depuis la RN88 évitant du transit sur des axes urbains.

Cette synthèse montre l'utilité publique du projet, à la fois dans son intérêt socio-économique et également sur la maîtrise des impacts environnementaux.

6.3 CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA SOLUTION PROPOSÉE

6.3.1 Section courante RN88

La géométrie de la section courante de la RN88 n'est pas modifiée par le projet. Le profil en travers actuel est constitué de 2x3 voies et de bandes d'arrêt d'urgence (BAU) au droit de la zone d'étude. Elle est également bordée par des merlons et écrans côté Nord (sens 1).

La section courante de la RN88 décrit un alignement droit d'environ 300m, encadré par deux courbes de rayon 580m (vers Saint-Etienne, au droit du futur franchissement) et 440m (en amont direct du pont de la rue Jean Rivaud en direction de Lyon). Entre les échangeurs n°16 (Champ du Geai) et n°17 (Varizelle), la RN88 s'inscrit dans un environnement contraint, avec une urbanisation proche et la présence du Janon (cours d'eau).

Les modifications de vitesse de 90 à 110km/h en sens 1 et de 110 à 90km/h en sens 2 se situent actuellement au niveau des futures bretelles.

Dans le cadre du projet, il est nécessaire de déplacer ce changement de vitesse vers l'Ouest, côté Saint Etienne.

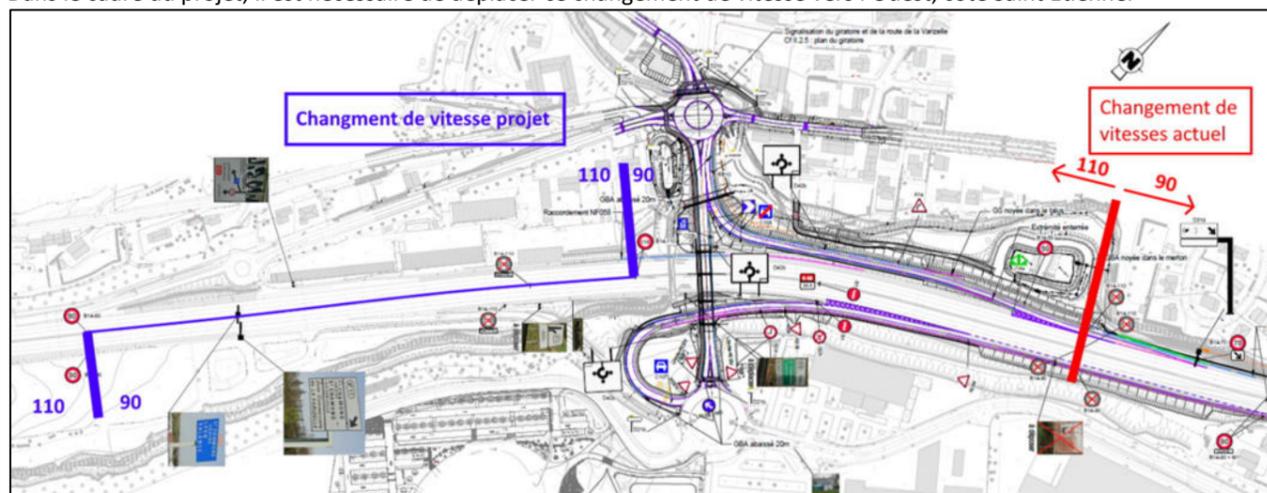


Figure 31 : Carte de modification proposée des vitesses sur la section courante de la RN88

6.3.2 Bretelles

■ Bretelle de sortie depuis la RN88 en provenance de Lyon

En sens Lyon - Saint-Etienne, le dispositif de sortie de la bretelle de sortie est un déboitement de 110m. La bretelle a une voie longue de 380m.

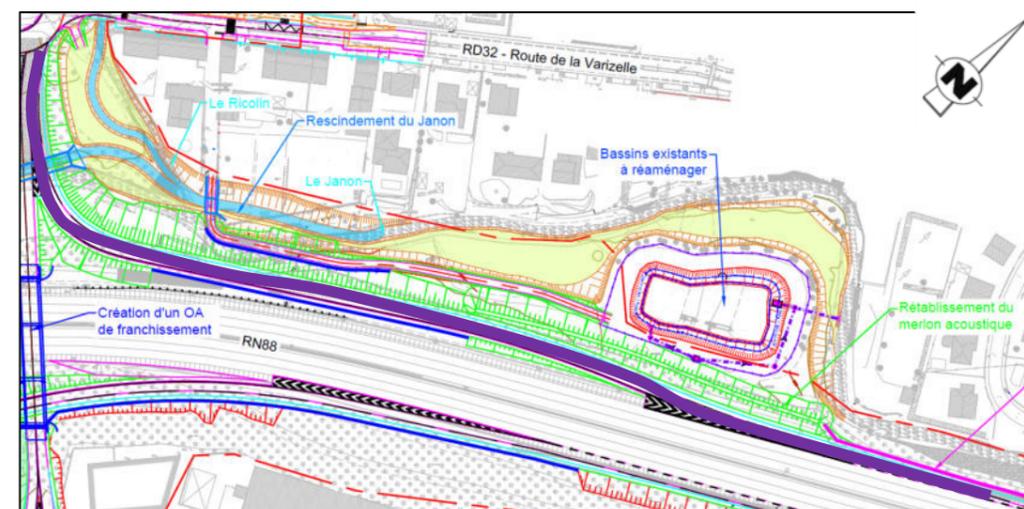


Figure 32 : Bretelle de sortie depuis Lyon (en mauve)

Le tracé de cette bretelle a fait l'objet d'une optimisation dans le cadre de la variante retenue « optimisée » afin de venir se raccorder au barreau avant le giratoire créé sur la route de la Varizelle. La bretelle crée ainsi une voie en adjonction en plus du barreau pour arriver sur le giratoire à 2 voies.

La vitesse de la bretelle sera limitée à 50 km/h compte tenu de sa géométrie « resserrée » et de la complexité de raccordement sur le barreau qui présente une pente importante (7%).

Cette configuration respecte les règles des référentiels en vigueur ainsi que les règles de visibilité nécessaires.

■ Bretelle d'entrée sur la RN88 en direction de Lyon

Dans le sens Saint-Etienne - Lyon, le dispositif d'entrée est une bretelle en insertion à une voie avec une section de manœuvre de 200m et un biseau de 75m.

Cette bretelle démarre depuis le giratoire existant. Sa configuration est classique et respecte toutes les règles de conception. Le tracé de cette bretelle a fait l'objet d'une optimisation en phase AVP afin de limiter l'impact sur le Janon.

Des murs de soutènements seront ainsi créés pour limiter l'impact de cette bretelle sur le Janon et sur le talus actuel de la RN88.

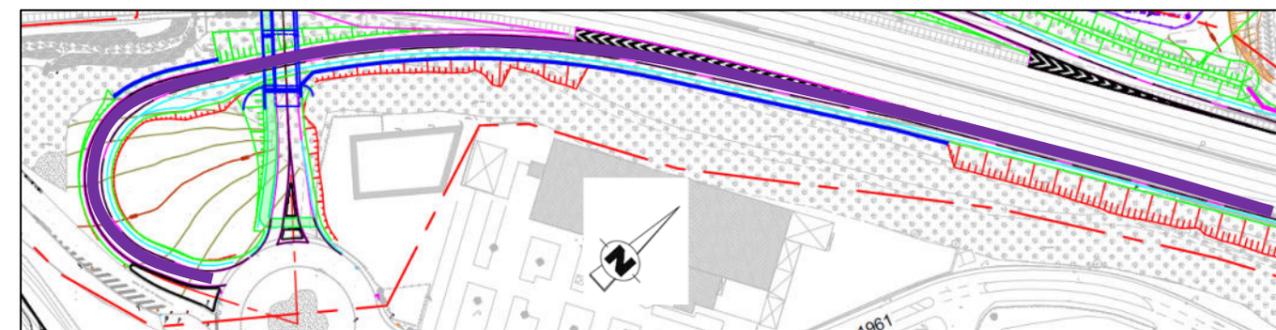


Figure 33 : Bretelle d'entrée (en mauve)

Les éléments de tracé en plan et profil en long des bretelles présentent des valeurs conformes **aux valeurs limites du VSA 90, pour une bretelle de catégorie C**, à l'exception d'une dérogation sur la bretelle de sortie, dont la pente est localement supérieure à 6% au droit du raccordement avec le barreau.

Le profil en travers type est le suivant :

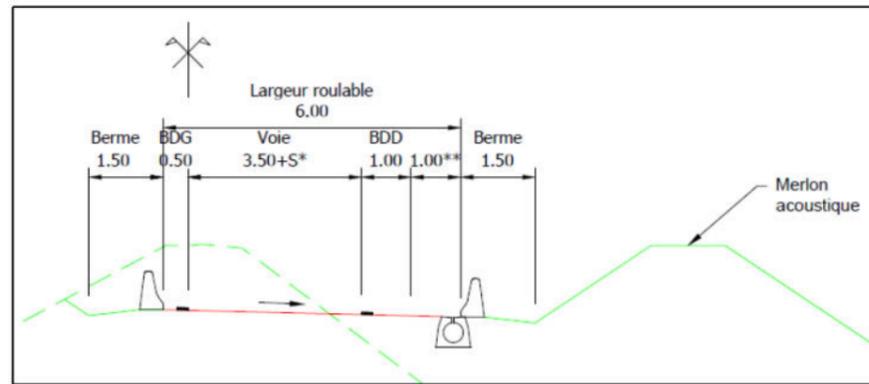


Figure 34 : Profil en travers - bretelle de sortie

6.3.3 Carrefour de raccordement

Le carrefour giratoire existant au Sud (côté sens Saint-Etienne - Lyon) conserve sa géométrie générale (rayon 25m), auquel se rajoutera une branche bidirectionnelle pour le raccordement du barreau de franchissement. La bretelle d'entrée créée vient s'accoler à la bretelle de sortie existante pour créer une branche bidirectionnelle à la place de la branche actuelle monodirectionnelle.

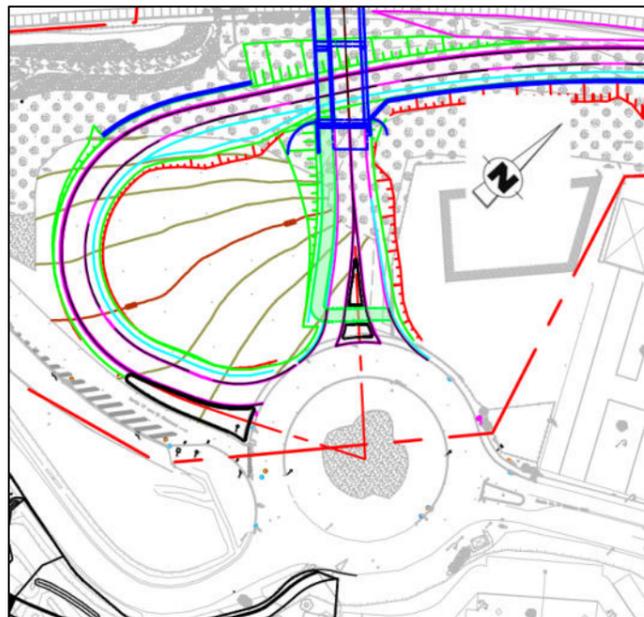


Figure 35 : Raccordement au giratoire existant (tracé indicatif)

Le carrefour de raccordement créé au Nord (côté sens Lyon – Saint-Etienne) est un giratoire de 20 m de rayon avec 4 branches bidirectionnelles, dont l'entrée de la branche issue du barreau de franchissement est à 2 voies.

L'arrivée du barreau de franchissement de la RN88 et de la bretelle de sortie S1 sur le giratoire se fait par le biais d'une forte pente. Cette configuration est à éviter selon le guide de conception compte tenu de son incidence sur la sécurité, mais reste tout de même acceptable.

Sur les trois autres branches, plus urbaines, sont positionnés des plateaux qui ont pour but de modérer les vitesses en approche du giratoire, en particulier sur la route de Saint-Jean-Bonnefonds et en sortie du giratoire. Ils permettent aussi de faciliter la traversée de la voie « modes actifs » et sécurise le carrefour avec la route des Barraques. L'emploi de plateaux plutôt que de dos d'âne ou coussins est justifié par la présence d'une ligne régulière de transports en commun et par leur plus grande efficacité sur les deux-roues motorisés.

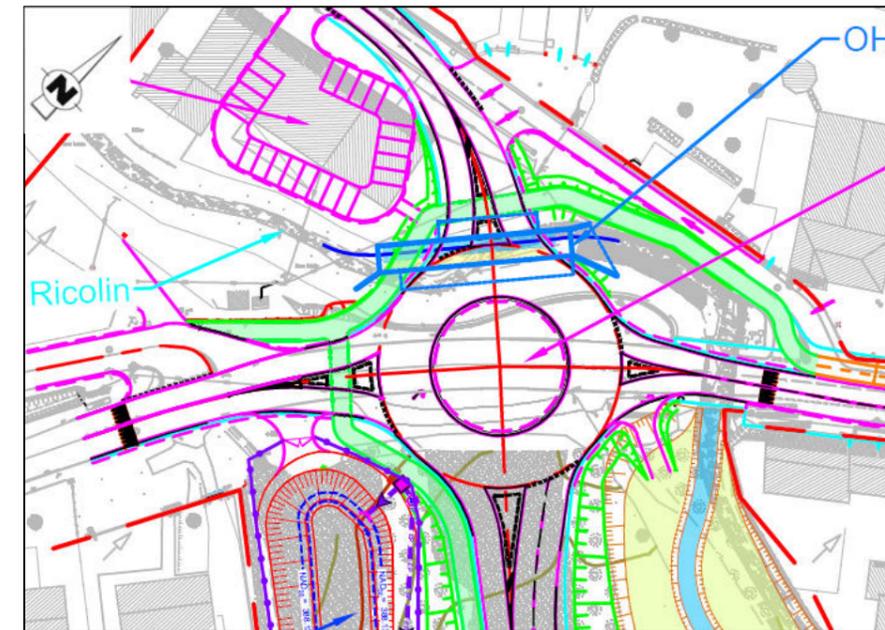


Figure 36 : Création d'un giratoire Nord (tracé indicatif)

La géométrie des 2 carrefours giratoires de raccordement est conforme aux référentiels en vigueur.

6.3.4 Réseau secondaire

Les modifications principales du projet sur le réseau secondaire sont :

- La création d'une barreau neuf permettant une configuration classique d'échangeur à « lunette » et se raccordant aux deux giratoires (giratoire Sud existant et giratoire Nord à créer au raccordement de la route de la Varizelle). Le profil en long du barreau reliant les deux giratoires est en forte pente (7%) compte tenu de la topographie actuelle avec une différence d'altimétrie de part et d'autre de la RN88. Le barreau est situé en agglomération, donc limité à 50km/h, ce qui est cohérent avec son positionnement entre 2 giratoires distants de 200m.

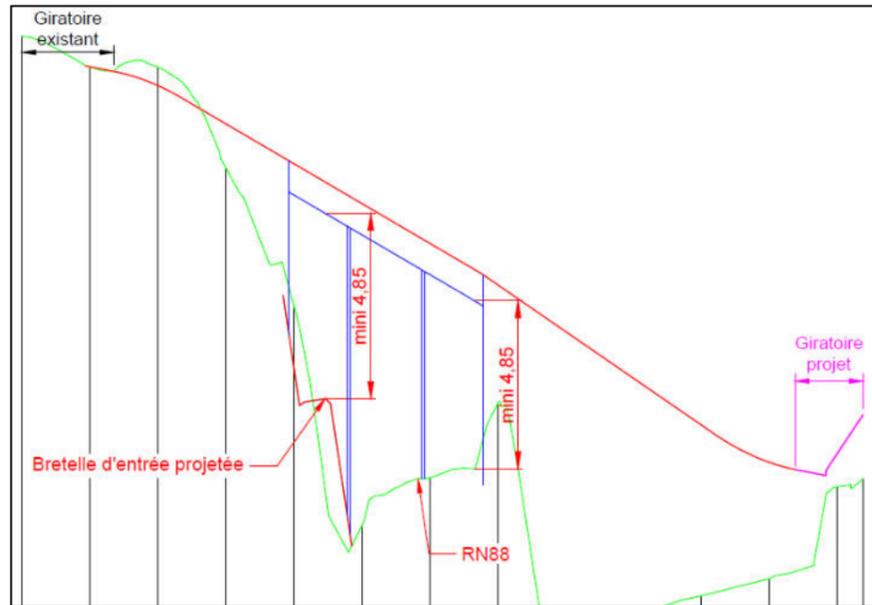


Figure 37 : Profil en long (tracé indicatif)

- La modification de la route de Saint-Jean-Bonnefonds pour venir se raccorder au nouveau giratoire créé et ainsi améliorer la sécurisation du raccordement. Cette modification crée un délaissé au niveau du raccordement actuel qui sera utilisé pour le passage des modes doux. La démolition d'un garage permettra également de créer une zone de stationnement. La réflexion globale sur le stationnement est décrite ultérieurement dans le présent document.



Figure 38 : Zoom au droit du giratoire Nord et du délaissé de l'ancienne route de Saint-Jean-Bonnefonds (tracé indicatif)

- La modification de la route de la Varizelle : compte-tenu de l'intégration de la continuité du cheminement cycliste au projet, le profil en travers de la route de la Varizelle Est est modifié comme suit :

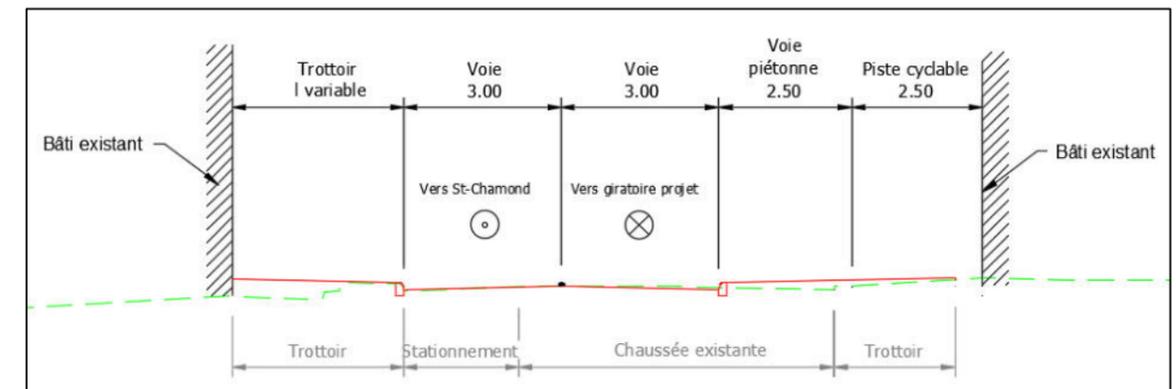


Figure 39 : Profil en travers type de la route de la Varizelle

6.4 OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT

Un unique ouvrage d'art est réalisé en passage supérieur, support du barreau de franchissement de la RN88 entre les deux giratoires de raccordement.

Compte tenu des contraintes de pente importante du barreau, des difficultés de calage du gabarit et de la nécessité de minimiser les impacts de la construction de l'ouvrage sur la circulation, la solution préconisée est un ouvrage de type poutrelles enrobées à 3 travées.

Les portées sont les suivantes 18 m - 22 m - 18 m respectivement du giratoire existant vers le secteur de la Varizelle. Les culées seront des murs de front afin de réduire la longueur de l'ouvrage, fondées sur deux files de pieux.

Le profil en travers retenu est :

- Un dispositif de retenue,
- Deux voies de circulation de 3,50 m,
- Une glissière en béton armé (GBA),
- Une largeur dédiée au cheminement mode doux bidirectionnel, côté Saint-Etienne de 3 m de largeur,
- Un garde-corps.

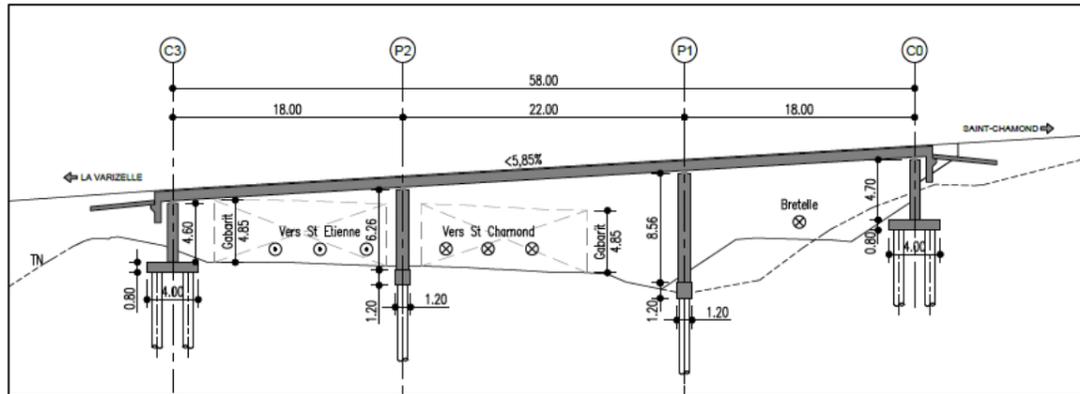


Figure 40 : Coupe longitudinale de l'ouvrage (tracé indicatif)

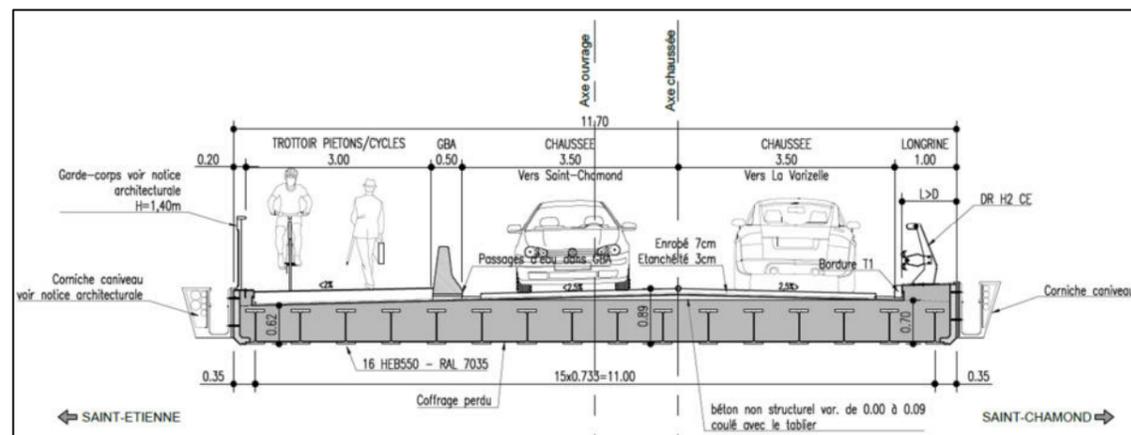


Figure 41 : Coupe transversale de l'ouvrage indiquant la prise en compte des modes doux (tracé indicatif)

6.5 CHEMINEMENT MODES DOUX

L'objectif de cet aménagement est de prendre en compte les modes doux, d'assurer la continuité des aménagements existants et également de ne pas être bloquant sur les projets à venir.

Il prend en compte les exigences de la Loi d'Orientation des Mobilités en matière de continuité cyclable, puisqu'il est proposé des cheminements modes doux en continuité de ceux existants ou prévus (plan Vélo de la SEM, au sud de la RN88).

La loi LOM définit notamment les principes suivants, concernant ce type de projet :

- À l'occasion des réalisations ou des rénovations des voies urbaines, à l'exception des autoroutes et voies rapides, doivent être mis au point des itinéraires cyclables pourvus d'aménagements prenant la forme de pistes, de bandes cyclables, de voies vertes, de zones de rencontre. Le type d'aménagement de ces itinéraires cyclables doit tenir compte des orientations du plan de déplacements urbains, lorsqu'il existe.
- En cas de besoin avéré et de faisabilité technique et financière, la continuité des aménagements existants destinés à la circulation des piétons et des cyclistes doit être maintenue à l'issue de la construction ou de la réhabilitation des infrastructures de transport terrestre ou fluvial.

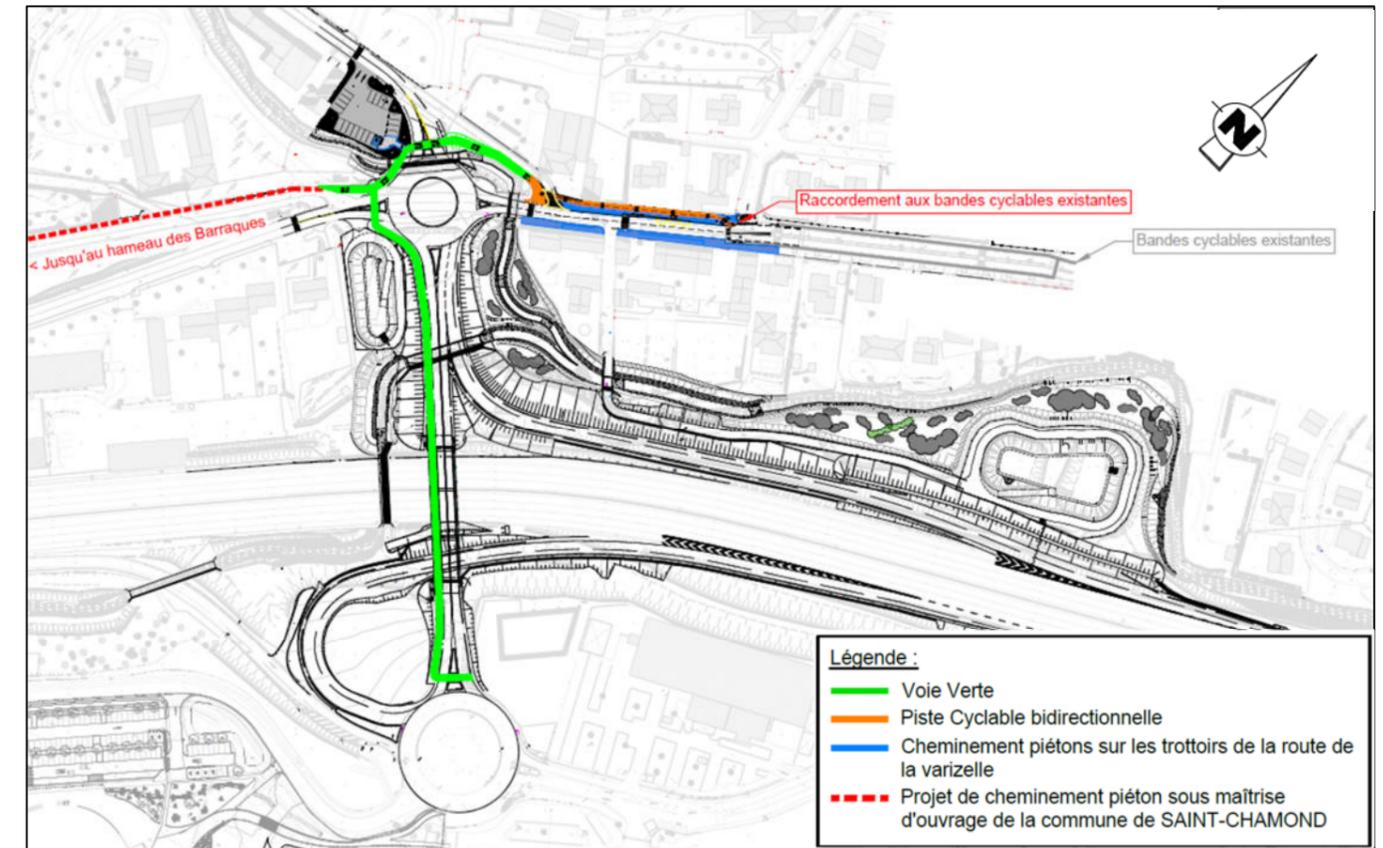


Figure 42 : Vue en plan du cheminement des modes doux (tracé indicatif)

Le franchissement de la RN88 est assuré avec un cheminement dédié sur le nouvel ouvrage (cf. coupe transversale présentée dans le paragraphe précédent et image de référence ci-après).

Le choix du côté Ouest pour l'implantation du cheminement mode doux sur le barreau est dicté par l'insertion de la bretelle de sortie de la RN88 en provenance de Lyon qui vient en adjonction sur le barreau.

Une traversée de cette bretelle par le cheminement modes doux n'est pas envisageable compte tenu de la géométrie de la bretelle ne permettant pas d'assurer les visibilité nécessaires sur cette traversée, ce qui impose l'implantation côté Ouest.



Figure 43 : Image de référence d'un autre projet avec intégration de modes doux sur un ouvrage de franchissement d'une voie rapide

Côté Nord, les continuités à assurer sont les suivantes :

- Continuité des bandes cyclables de la route de la Varizelle



Figure 44 : Route de la Varizelle

- Continuité avec le projet de cheminement piéton le long de la route des Barraques porté par la commune de Saint-Chamond.

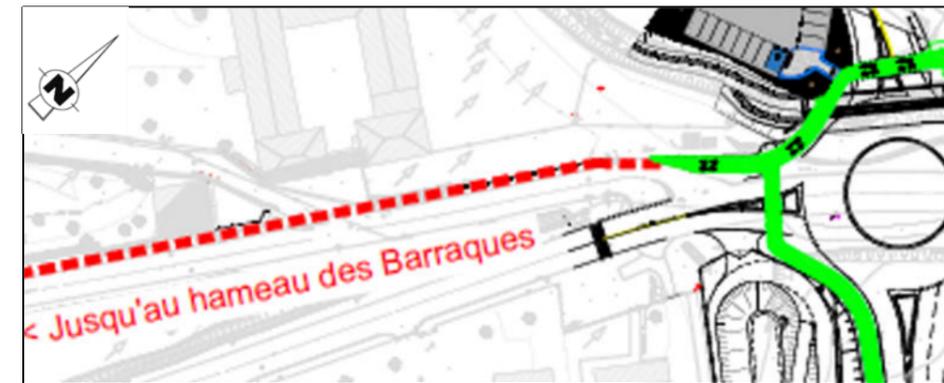


Figure 45 : Zoom au droit de la route des Barraques (tracé indicatif)

Côté Sud, le cheminement doux est assuré jusqu'au raccordement avec le giratoire existant. Ceci permet de prévoir la continuité avec les projets en cours ou en réflexion sur le secteur Sud de la zone d'étude :

- Continuité possible avec le projet de la Halle des Sports métropolitaine,
- Continuité possible avec un aménagement des modes doux du giratoire existant et de l'avenue du 17 octobre 1961.

La continuité cycle au sud de la RN88 sera portée par Saint Etienne Métropole. Un plan vélo de la SEM est en cours d'élaboration, dans lequel il est prévu une desserte de la zone commerciale et de la future Halle des Sports métropolitaine.

6.6 STATIONNEMENT

La concertation publique a fait ressortir une problématique actuelle de stationnement notamment en lien avec le restaurant « Le Pont Nantin ». Actuellement certains délaissés ou accotements utilisés pour gérer ce stationnement sont impactés par le projet.



Figure 46 : Délaissés route de la Varizelle

L'ajout d'une piste cyclable le long de la route de la Varizelle supprime également une dizaine de places de stationnement côté sud.



Figure 47 : Stationnements existants sur la route de la Varizelle

La proposition effectuée auprès des riverains lors de la réunion du 17 décembre 2019 est d'utiliser le futur délaissé créé par la déconstruction du garage impacté par le dévoiement de la route de Saint-Jean-Bonnefonds pour créer une nouvelle poche de stationnement.



Figure 48 : Proposition de positionnement de stationnements futurs (tracé indicatif)

6.7 AMÉNAGEMENT PAYSAGER

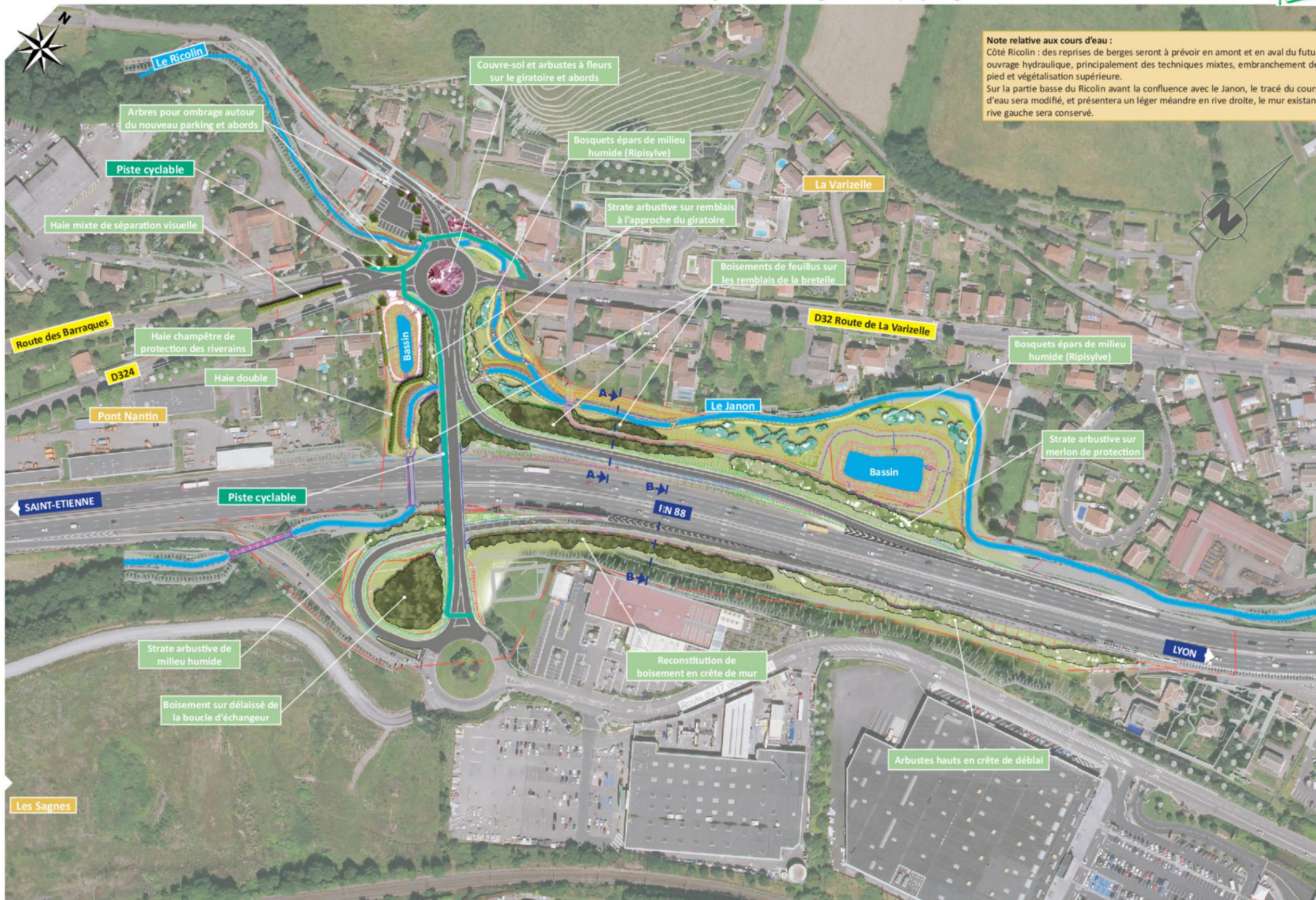
6.7.1 Parti d'aménagement paysager

Ce projet se situant dans une zone urbaine, son insertion urbaine et paysagère est un enjeu fort du projet.

Les principaux aménagements prévus sont :

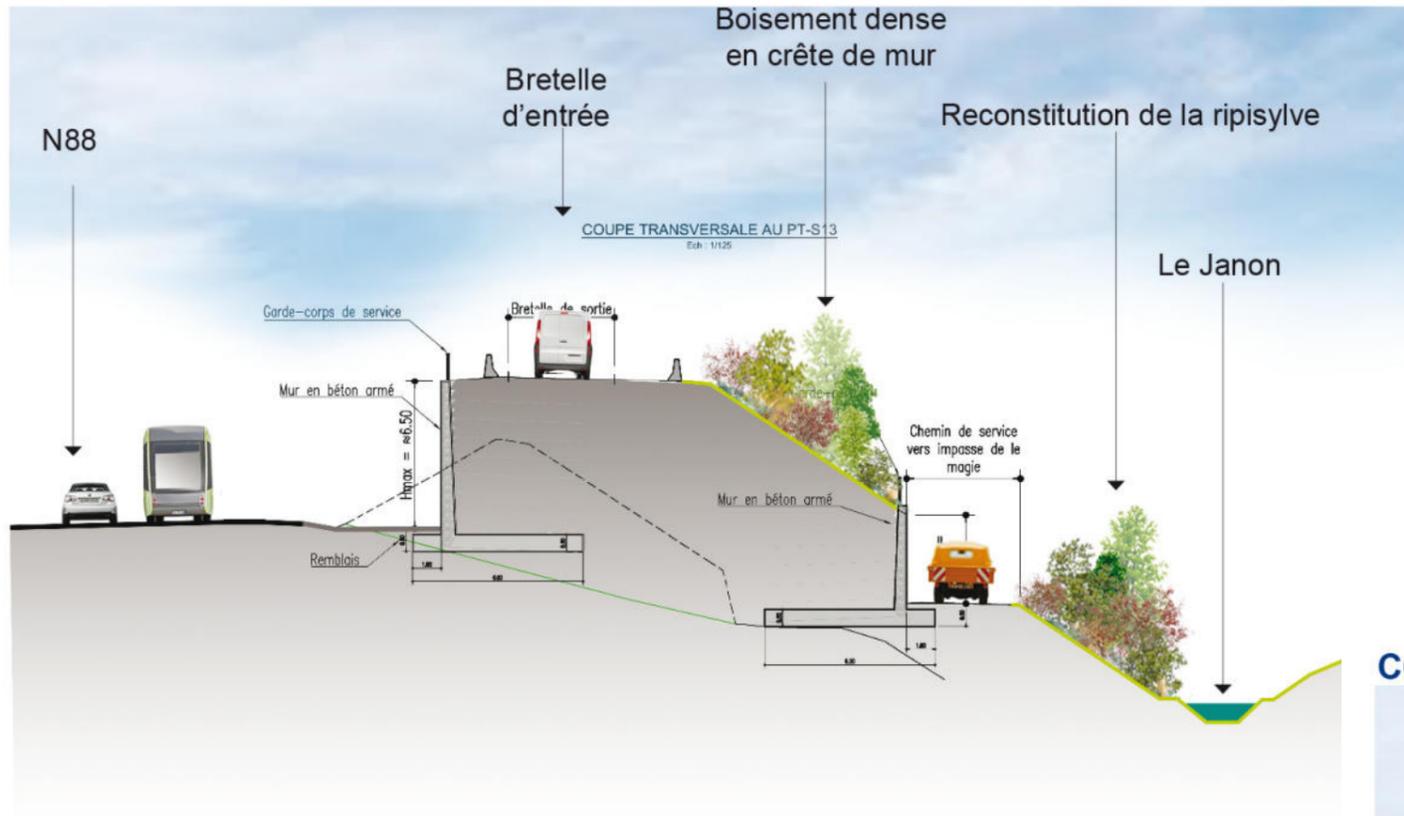
- Prévoir des plantations d'agrément afin de créer un cadre esthétique et agréable qui permettent de revaloriser le milieu urbain,
- Plantation d'arbres intercalés avec des stationnements et couvre-sol et arbustes à fleurs dans les délaissés pour marquer l'entrée de ville avant l'arrivée sur le nouveau rond-point, et inciter les usagers à adapter leur vitesse à une entrée en agglomération,
- Création d'un parking à l'emplacement des délaissés du garage automobile, permettant d'offrir un espace de stationnement conséquent organisé, avec des abords paysagers à destination de tous les usagers, et profitable pour le restaurant « Le Pont Nantin »,
- Reverdissement des délaissés routiers,
- Le réseau des cheminements doux pour les cycles sera déployé de façon à permettre d'améliorer les connexions entre quartiers et dans de meilleures conditions de sécurité, avec des espaces dédiés aux cyclistes et piétons en connexion avec les itinéraires en place.
- Les plantations seront basses de type engazonnement, couvre-sols ou encore un mélange de graminées et vivaces,
- La création de la bretelle de sortie de la RN88 rejoignant le futur giratoire, elle nécessite un merlon en remblai qui empiète sur les abords de la RN88,
- La création de la bretelle d'entrée depuis la zone d'activité en direction de Lyon nécessite une reprise des pentes sur le talus boisé longeant la RN88. Le remaniement de ces pentes devra prévoir la replantation d'un espace de lisière boisée pour recréer un écran visuel limitant la perception des bâtiments de la zone d'activité,
- La rampe largement visible depuis les habitations de première ligne devra être plantée d'arbres et d'arbustes de manière à créer un écran visuel,
- Reconstitution de la ripisylve aux abords des cours d'eau déviés et accompagnement des ouvrages hydrauliques,
- La mise en place d'un merlon paysager a pour but d'étendre l'écran visuel vis-à-vis des bassins de rétention existants, et permettra de recréer un arrière-plan pour le hameau de La Varizelle qui surplombe la RN88. Ce dernier comportera des pentes à 3/2 maximum de manière à pouvoir accueillir une strate arbustive sur ces talus.

Le plan des aménagements paysagers présenté ci-après ont pour objectif d'illustrer les aménagements prévus.

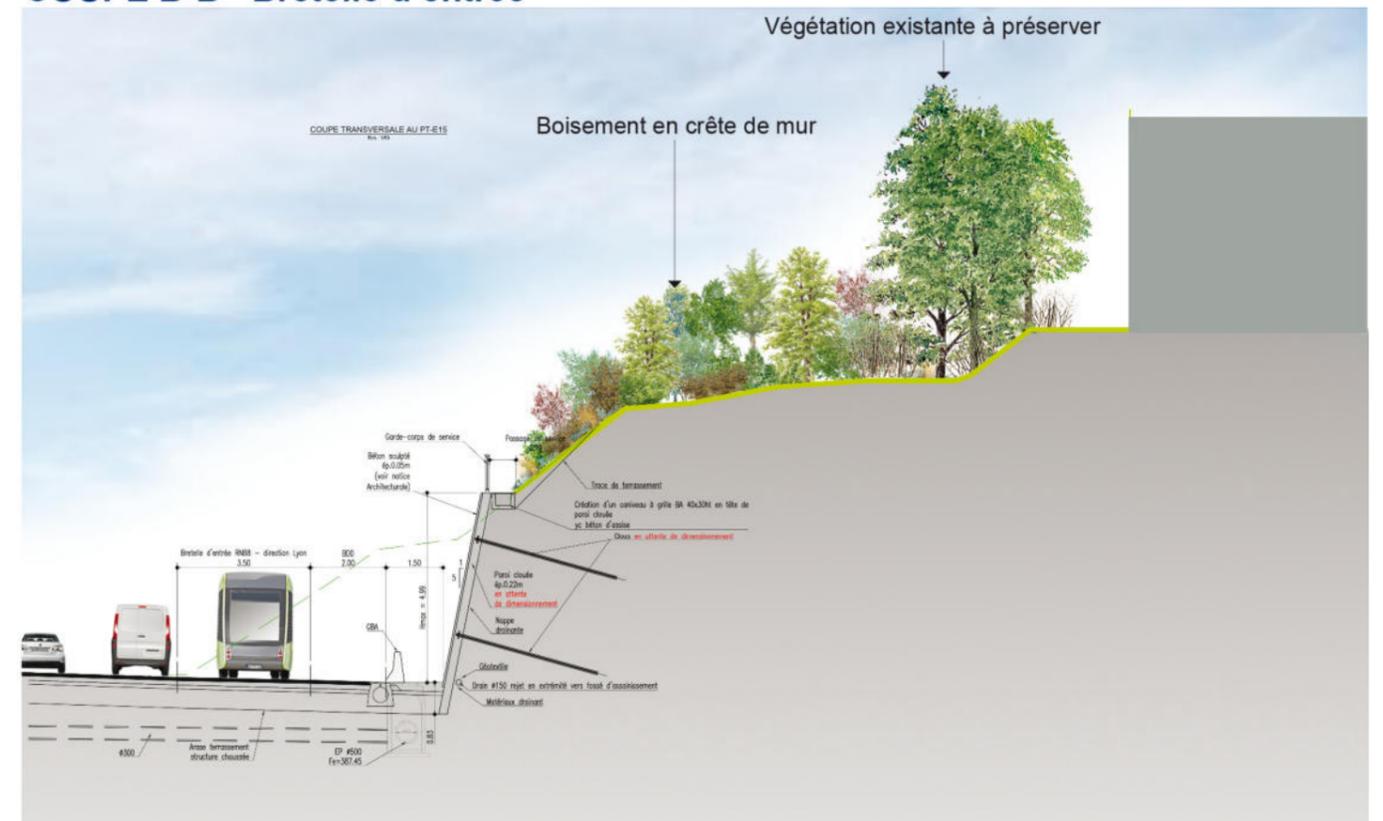


Note relative aux cours d'eau :
 Côté Ricolin : des reprises de berges seront à prévoir en amont et en aval du futur ouvrage hydraulique, principalement des techniques mixtes, embranchement de pied et végétalisation supérieure.
 Sur la partie basse du Ricolin avant la confluence avec le Janon, le tracé du cours d'eau sera modifié, et présentera un léger méandre en rive droite, le mur existant rive gauche sera conservé.

COUPE A-A



COUPE B-B - Bretelle d'entrée



6.7.2 Palette végétale

La requalification paysagère s'inscrit dans une démarche de développement durable et notamment de rationalisation des contraintes d'entretien et de gestion future pour l'exploitant, qui implique de mettre en œuvre des techniques adaptées aux projets réalisés à grande échelle à l'instar du projet de complément du demi-échangeur.

Ainsi, il est prévu :

- Une composition équilibrée des massifs et haies de façon à garantir leur bon développement avec un minimum d'intervention de gestion ultérieure,
- La plantation de végétaux jeunes pour une installation et un développement optimal (jeunes plants, baliveaux, tiges de dimension raisonnable),
- Une préparation de sol dans de bonnes conditions, apports de terre végétale et d'amendement organique en fonction des conditions de sol en place (après analyse physico-chimique d'échantillons prélevés sur site),
Pour les arbres tige, les fortes cépées, et les grands conifères, des fosses de plantation de l'ordre de 3m³ par sujet afin de permettre un développement optimal du système racinaire des arbres,
- La mise en œuvre de paillages biodégradables tissés ou non, ou type BRF qui ont principalement l'avantage de limiter l'évaporation du sol, d'en protéger sa structure en surface et de limiter le développement des végétaux indésirables,
- L'utilisation de matériaux issus de filière de production durable (tuteurs et graves non traités par exemple).

Origine des jeunes plants pour les aménagements paysagers :

La palette végétale du projet contiendra un maximum d'espèces locales, dans un souci d'intégration dans l'environnement et de développement durable. Les essences forestières réglementées par le code forestier seront requises avec des régions de provenance correspondant à celles du projet. Il s'agit là de fournitures de végétaux qui seront issus de pépinières locales ou régionales à travers les marchés de travaux.

De plus, il est prévu de fournir des végétaux issus d'un patrimoine génétique local diversifié pour permettre aux écosystèmes d'évoluer et de garantir leurs fonctionnalités écologiques : origines génétiques adaptées aux conditions climatiques et pédologiques, favorisant les interactions plantes-insectes-faune locales, plantations d'essences ordinaires qui reconstituent les différentes typologies végétales du projet d'aménagement paysager du complément du demi-diffuseur de la Varizelle.

Les autres essences, horticoles notamment, et les végétaux demandés en grande taille proviendront préférentiellement de pépinières françaises.

Figure 51 : Liste d'espèces de la palette végétale

Arbustes		Sambucus nigra
Amelanchier ovalis	Lonicera periclymenum	Viburnum lantana
Cornus mas	Prunus spinosa	Viburnum opulus
Cornus sanguinea	Ribes rubrum	Horticoles
Corylus avellana	Rosa canina	Cornus alba
Euonymus europaeus	Salix caprea	Cornus alba 'Elegantissima'
Frangula alnus	Salix cinerea	Cornus alba 'Sibirica'
Hippophae rhamnoides	Salix purpurea	Grimpants
Ligustrum vulgare	Salix triandra	Hedera helix
Lonicera xylosteum	Salix viminalis	Clematis vitalba

Cette liste a évolué suite à l'avis du CSRPN du 2 février 2023.

6.8 PHASAGE DES TRAVAUX

Les travaux de cet aménagement vont nécessiter différentes phases :

- Travaux préparatoires :
 - Dévoisement des réseaux de l'impasse de la Magie et des réseaux localisés dans le cours d'eau ;
 - Déboisements /défrichage des talus routiers, en période favorable vis-à-vis des espèces ;
 - Diagnostic archéologique ;
- Travaux de rescindement des cours d'eau y compris ouvrages (en période d'étiage), ils sont décrits plus précisément au chapitre 7.5 Phasage des travaux hydrauliques :
 - Déviation provisoire du cours d'eau ;
 - Arasement du seuil, démolition de l'ouvrage hydraulique de l'Impasse de la Magie existant ;
 - Construction des nouveaux ouvrages hydrauliques : celui de l'impasse de la Magie, l'ouvrage hydraulique du barreau et l'ouvrage hydraulique sous la RD32 ;
 - Réaménagement des nouveaux cours d'eau avec décaissement de la zone.
- Démolition du garage et aménagement du parking ;
- Terrassement du barreau et construction du nouveau bassin ;
- Aménagements de l'ouvrage de franchissement de la RN88 ;
- Aménagement des murs de soutènement des bretelles et des écrans ;
- Aménagement des chaussées (revêtement, assainissement et équipements) ;
- Travaux de modification du bassin de la DIRCE ;
- Aménagements paysagers (plantations en période favorable).

6.9 TERRASSEMENT ET MOUVEMENT DE TERRE

Le projet sera déficitaire en matériaux. Les principaux postes des terrassements sont les suivants :

- décapage de la terre végétale sur une vingtaine de centimètres sous les surfaces aménagées,
- terrassements en déblais pour la réalisation des différentes structures de revêtements,
- terrassements en déblais pour la réalisation des bassins de rétention des eaux,
- terrassements en remblais avec des matériaux adaptés pour la réalisation des couches de forme des différentes structures de revêtements,
- terrassements en remblais pour les assises de l'ouvrage de franchissement,
- terrassements en remblais pour la réalisation du merlon.

Les estimations établies à ce stade indiquent un volume de déblai de l'ordre de 39.000 m³ et un volume de remblai de l'ordre de 47.000 m³ (stade AVP). Les études géotechniques menées, ont permis d'estimer que seuls les matériaux localisés au sud de la RN88 pourraient être réutilisés, soient environ 9800 m³. Il sera toutefois laissé la possibilité aux entreprises de réutiliser les matériaux sous réserve de justifier les caractéristiques techniques minimales imposées ou les revaloriser dans le cadre d'un autre chantier.

Dans le cadre de cette opération, il sera également réutilisé la terre végétale, les enrochements présents au droit du lit et les matériaux de fonds de lits pour le rescindement.

6.10 CALENDRIER PRÉVISIONNEL DE L'OPÉRATION

Les principales échéances prévisionnelles sont :

- 2021-2022 : études d'Avant-Projet et dossier technique projet (PRO),
- 2023 : obtention des autorisations administratives, engagement des acquisitions foncières et organisation des consultations des entreprises,
- 2023 : démarrage des travaux,
- 2025 : mise en service.

7 NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET SOUMIS À AUTORISATION IOTA

7.1 ASSAINISSEMENT

7.1.1 Principe d'assainissement

L'étude d'assainissement a été menée au stade des études d'AVP/PRO. C'est pourquoi l'implantation de bassin en lit majeur dans des zones pouvant être utilisées pour la compensation hydraulique n'est aujourd'hui plus envisageable. Les aménagements projetés ont été optimisés en tenant compte des données obtenues post-APS, modifiant ainsi l'implantation des 2 bassins comme présentés dans le dossier de DUP. Ces derniers seront donc hors d'eau, et par conséquent préservés des crues. De plus, les eaux ruisselées au niveau de la bretelle sens 2 seront également captées et gérées par un bassin de rétention contrairement à ce qui était initialement prévu.

L'assainissement de l'échangeur inclut :

- La création d'ouvrages récepteur de la pollution accidentelle et chronique des eaux de chaussée,
- La limitation de la concentration de la pollution par un réseau d'ouvrages hydrauliques dense acheminant les eaux polluées vers les bassins.

Au regard de la délimitation des impluviums, le principe d'assainissement se base sur la collecte des eaux dirigées vers deux bassins, l'un lié aux eaux de la bretelle de sortie depuis Lyon, du barreau de franchissement et d'un tronçon des routes de la Varizelle et des Barraques, l'autre pour la collecte des eaux de la section courante de la RN88 et de la bretelle d'entrée en direction de Lyon. Le fonctionnement de ces bassins avec volume mort est issu du guide technique Pollution d'origine routière – Conception des ouvrages de traitement des eaux du SETRA (2007). Les bassins ont été dimensionnés selon les règles de conception en vigueur mais également en tenant compte des règles définies dans les documents régissant la gestion des eaux pluviales comme le schéma directeur des eaux pluviales de Saint-Etienne Métropole, le PLU de Saint-Chamond ou le SDAGE Rhône-Méditerranée.

Le choix du positionnement de ces bassins est cohérent avec les eaux à collecter ainsi que les zones de compensation à considérer. La mutualisation des 2 bassins appartenant à la DIRCE a permis d'optimiser au mieux les surfaces utilisables pour les zones de compensation. De plus, la déconnexion des bassins versants au sud de la RN88 dans la prise en compte des eaux captées permet la diminution des volumes des bassins.

Les eaux seront acheminées vers les bassins respectifs par des dispositifs étanches d'assainissement (cunettes, caniveau à fente, collecteurs, fossés...) dimensionnés pour une période de retour 10 ans avec une vérification de non-débordement à 30 ans comme illustré sur le plan d'assainissement, cf. Figure 52.

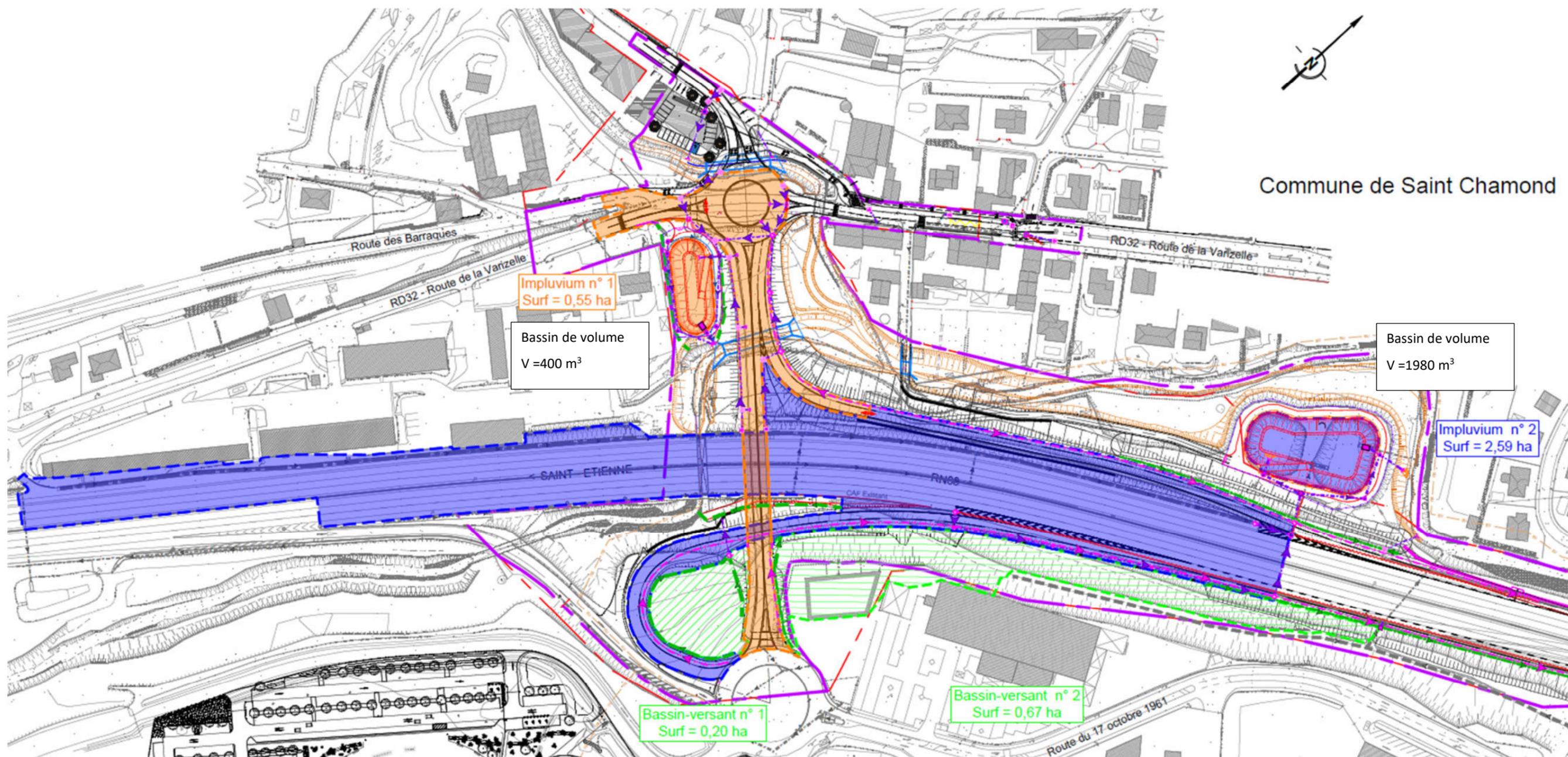


Figure 52 : Plan de principe d'assainissement

7.1.2 Définition des impluviums routiers

La définition des impluviums est établie suivant les exploitants projetés des différentes sections, pour anticiper les conditions d'exploitation. Les bretelles de sortie et d'entrée nouvellement créées seront exploitées par la DIRCE à l'instar de la section courante de la RN88. L'exploitation du giratoire nouvellement créé et du barreau de franchissement de la RN88 sera précisé ultérieurement.

Ainsi, 2 impluviums seront envisagés pour la collecte des eaux superficielles :

- Un premier composé de tout le barreau de franchissement excepté le giratoire existant, un tronçon de la Route de la Varizelle (RD 32) et de la Route des Barraques à proximité du giratoire nouvellement créé ainsi que la bretelle de sortie en sens 1 venant de Lyon.
- Un deuxième comprenant la section courante de la RN88 ainsi que la bretelle de sortie sens 2 en direction de Lyon.

Les bassins versants 1 et 2 au sud de la RN88 seront quant à eux déconnectés des deux impluviums décrits précédemment, via un caniveau en « U » au sommet du mur de soutènement. Les eaux seront dirigées vers la traversée existante située à l'aval de l'impluvium ayant pour exutoire le Janon.

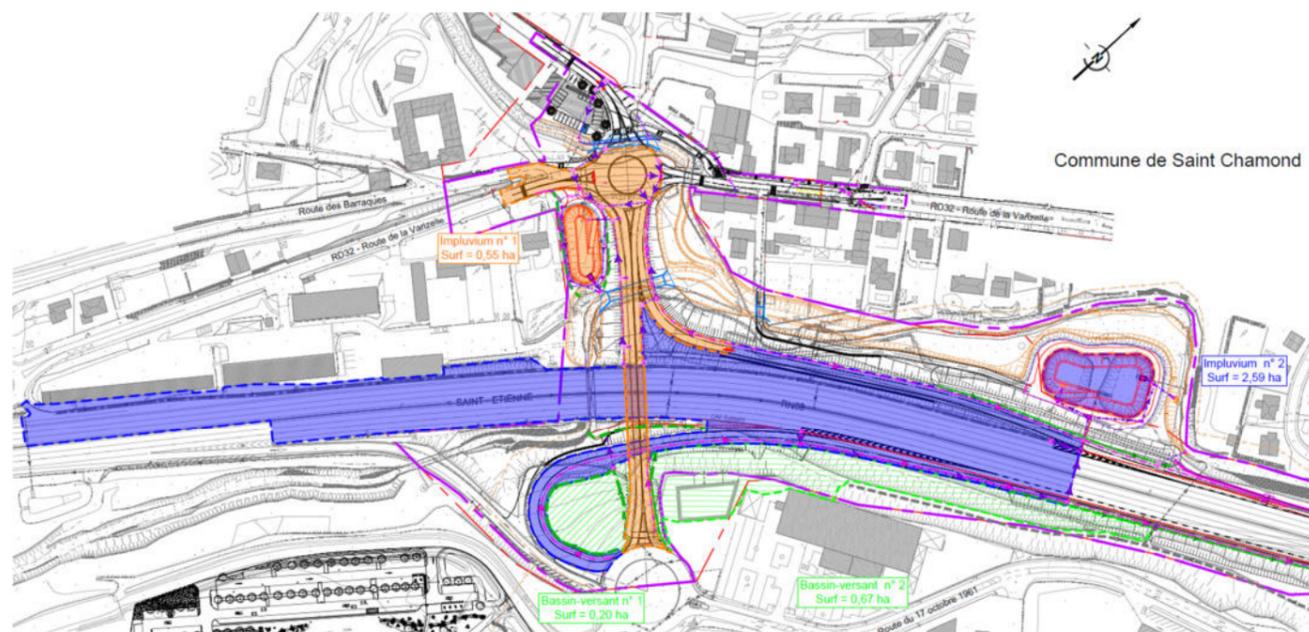


Figure 53 : Définition des impluviums routiers du projet

• Impluvium 1 :

Ce bassin a été déplacé à l'ouest du barreau de franchissement, permettant ainsi de garantir son implantation en dehors de la zone de compensation (inondable).

- Surface de ruissellement de l'impluvium : **5 470 m²**
- Coefficient de ruissellement : 1,00.
- Surface du bassin pondérée : 5 470 m² = **0,55 ha**.

• Impluvium 2 :

Les deux bassins appartenant à la DIRCE ont été mutualisés et remis aux normes concernant les pollutions accidentelles et chroniques. La gestion des pollutions par temps de pluie a été considérée afin de gérer au mieux chaque incident de pollution. Les bassins-versants au sud de la RN88 ont quant à eux été déconnectés de cet impluvium, les eaux ruisselant à l'intérieur ne sont donc plus prises en compte.

- Surface de ruissellement de l'impluvium : **25 882 m²**
- Coefficient de ruissellement : **0,91** (coef 1 pour la surface de chaussée, et 0,3 pour la surface de talus)
- Surface du bassin pondérée : 23 573 m² = **2,36 ha**.

7.1.3 Définition des hypothèses de calcul des débits et bassins

L'aménagement du demi-échangeur doit veiller à ne pas rehausser les lignes d'eau, ni agrandir le périmètre des zones exposées au risque.

La lecture du schéma directeur des eaux pluviales de Saint-Etienne Métropole permet de définir les hypothèses de conception des bassins suivantes :

- Débit spécifique de 5 l/s/ha pour les projets neufs,
- Occurrence de la période de retour : 30 ans.

La rectification du Janon induit d'après le SDAGE Rhône-Méditerranée, la réalisation d'opération de restauration écologique de la zone déviée.

Enfin, le PLU de la commune de Saint-Chamond indique les préconisations en termes de maîtrise des zones pluviales suivantes (Figure 54) :

- **Surface grise** : L'imperméabilisation de surface doit être compensée par un assainissement des eaux de ruissellement afin que le débit généré par l'aménagement soit équivalent à celui sans aménagement.
- **Surface rose** : Des ouvrages de rétention des eaux pluviales doivent être mis en place de capacité équivalente aux débits générés. L'imperméabilisation de surface doit être compensée par un assainissement des eaux de ruissellement afin que le débit généré par l'aménagement soit équivalent à celui sans aménagement. Les eaux de ruissellement de la chaussée devront être traitées avant rejet (aménagement de bacs séparateurs d'hydrocarbures). Les bassins seront enherbés et plantés.

Les bassins sont dimensionnés conformément au Guide Technique Pollution d'Origine Routière du SETRA pour la gestion des pollutions accidentelles et chroniques et suivant la méthode des pluies pour les écrêtements, méthode la plus couramment utilisée pour ce type de bassin.

Le niveau des données d'entrée n'étant pas suffisant pour estimer la vulnérabilité réelle de la zone d'études, les bassins seront dimensionnés de façon sécuritaire vis-à-vis de leur capacité et avec un volume mort. Le point de rejet sera considéré comme **très fortement vulnérable**.

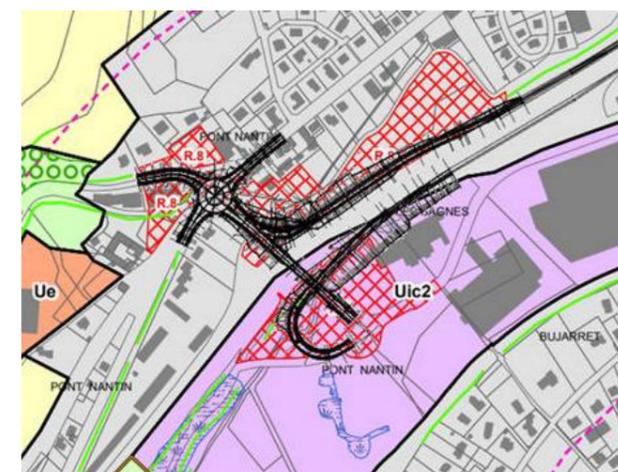


Figure 54 : Extrait du PLU – Saint-Chamond

7.1.4 Dimensionnement des bassins

Les bassins sont dimensionnés conformément au guide technique *Pollution d'origine routière – Conception des ouvrages de traitement des eaux* du SETRA (2007) pour contenir une pollution accidentelle lors d'une pluie de période de retour de 2 ans, avec l'ouvrage de sorti fermé pendant 2 heures. Le dimensionnement des bassins doit également être compatible avec un délai d'intervention de 1 heure.

Les calculs de rétention sont réalisés pour une période de retour de 30 ans avec un débit de fuite indiqué ci-dessous, respectant les 5 l/s/ha. Saint Etienne Métropole indique qu'à partir de 2l/s le débit de fuite est techniquement réalisable.

Bassin	Impluvium 1	Impluvium 2
Débit de fuite théorique 5 l/s/ha	2,7 l/s	12,9 l/s

Figure 55 : Débit de fuite des deux bassins

Un échange avec la DDT42 a confirmé la nécessité d'application stricte de ces débits de fuite.

Afin d'assurer des débits de fuite aussi faibles, l'un des deux bassins sera équipé d'un régulateur (type à diaphragme ou « vortex »). Pour information seul le bassin collectant les eaux de l'impluvium n°1 sera équipé d'un tel dispositif. En revanche, le bassin de rétention existant modifié de la DIR CE, sera régulé par un simple orifice de régulation de débit. De plus, afin de d'empêcher la remontée des eaux provenant du Janon en cas de crues, des clapets-anti-retours seront installés en sortie des deux ouvrages.

Les coefficients de Montana utilisés sont issus des mesures de la station Météo-France de St-Etienne – Bouthéon. Ils sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les intensités de pluie pour des durées de retours données.

Période de retour	6 min < T < 2 h		2 h < T < 24 h	
	a	b	a	b
10 ans	7,628	0,612		
30 ans	8,836	0,596	10,967	0,676

Figure 56 : Coefficients de Montana de la station de St-Etienne – Bouthéon

Le calcul du volume utile des bassins a été réalisé, conformément aux préconisations du CEREMA, pour le traitement de la pollution accidentelle, pour le traitement de la pollution chronique et pour l'écêtement des débits. Le volume utile le plus grand, le plus contraignant, sera retenu.

Les volumes utiles V_u calculés pour les différents cas sont les suivants (le volume utile calculé pour le traitement de la pollution chronique est déterminée par la surface utile de sédimentation, pour une hauteur de volume mort de 0,5 m) :

Bassin	Impluvium 1	Impluvium 2
V_u pour pollution accidentelle	205 + 50 m ³	725 + 50 m ³
V_u pour écêtement des débits	400 m ³	1 980 m ³
V_u retenu	400 m³	1 980 m³

Figure 57 : Volumes utiles retenu pour les deux bassins

Les feuilles de calcul en annexe (pièce C10 de l'étude d'impact) une application stricte du Guide technique *Pollution d'origine routière – Conception des ouvrages de traitement des eaux* du SETRA (2007), développé par les services internes de l'État.

7.1.5 Traitement

Le traitement de la pollution chronique est réalisé par mise en place d'ouvrages simples de décantation et de déshuilage (type ouvrage en béton équipé de cloison siphonide) sur chacun des bassins considérés.

Les déchets flottants (sous l'action d'un dégrillage) et les liquides non miscibles à l'eau et plus légers (comme les huiles et les hydrocarbures) seront donc piégés par les ouvrages de sortie, dans les bassins.

Ceux-ci se dégraderont sous l'effet du soleil de l'activité bactérienne.

De plus, la surface de fond des bassins, sera définie pour permettre la décantation des particules pendant le temps de séjour dans chacun des bassins.

Les vitesses de sédimentation seront déterminées en fonction des objectifs de traitement permettant de respecter le bon état écologique des milieux naturels récepteurs et selon les résultats de la vulnérabilité du site.

Le dimensionnement qualitatif, qui permet de déterminer les caractéristiques nécessaires pour un abattement de pollution en termes de surface de décantation :

$$S_b = \left(\frac{0,8 * Q_r - Q_f}{V_s * L_n \left(\frac{0,8 * Q_r}{Q_f} \right)} \right) * 3600$$

Avec :

S_b : Surface (m²) au miroir

Q_f = Débit (m³/s) de fuite du bassin à mi-hauteur

Q_r = Débit (m³/s) de pointe d'entrée de référence (2 ans)

V_s = Vitesse (m/h) de sédimentation du bassin ; fixée ici à 1 m/h

L'étude d'assainissement avec les plans et les feuilles de calcul sont en annexe 6 de la pièce C.10 ANNEXES.

7.2 HYDRAULIQUE – ZONE D'INONDATION

L'étude hydraulique est en annexe 2 de la pièce C.10 ANNEXES et les plans sont dans la pièce plans.

7.2.1 Synthèse des études précédentes

7.2.1.1 Synthèse de l'étude SOGREAH (2010)

L'étude hydraulique effectuée en 2010 par SOGREAH a permis l'estimation des débits du Gier et du Janon ainsi que la délimitation des zones inondables.

7.2.1.1.1 Estimation des débits de crues de la zone d'études

Le tableau suivant synthétise les débits de crues estimés aux différents points de calculs.

Cours d'eau	Point de calcul	S	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100
		km ²	m ³ /s						
Janon	Amont Ricolin	23.7	7	14	24	34	39	46	55
	Aval Ricolin	30.6	9	17	29	41	48	56	67
	Amont Langonand	31.5	9	17	30	42	49	57	69
	Aval Langonand	49	12	24	42	58	68	80	96
Ricolin	Amont confluence Janon	6.9	2.8	5.6	9.6	13	16	18	22
Langonand	Amont confluence Janon	16.5	5.5	10.7	18.4	26	30	35	42

Figure 58 : Débits de crues aux principaux points de calculs

7.2.1.1.2 Écoulements et débordements sur le Janon

Les singularités identifiées sur le Janon par cette étude sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Point kilométrique	Description de la singularité
PK -4750	Inondation en rive gauche de deux habitations à la confluence Janon-Ricolin (à partir d'une crue décennale)
PK -5225	Inondations fréquentes du lotissement de la rue des Glycines en rive gauche à partir de la crue décennale. Inondations de neuf habitations au cours de la crue centennale
PK -5403	Identification d'une surverse sur l'autoroute en rive droite à environ 30 mètres en amont de ce point pour la crue centennale. En rive gauche, inondation du lit majeur. Écoulements identifiés vers l'aval pour une crue centennale au niveau de l'intersection entre les rues Jean Rivaud et la Roche (point bas). Une école située rue Jean Rivaud est concernée par ces débordements.
PK -5425	A partir d'une crue décennale, identification des débordements en rive gauche dus au sous-dimensionnement de l'ouvrage sous l'autoroute. L'autoroute est inondée à partir de crues trentennales.
PK -5621	Réhausse de la lame d'eau en amont du pont à proximité, submergé à partir d'une crue trentennale. Aussi, trois habitations sont inondées en rive gauche.
PK -6169 et 6245	Débordements en rive droite pour une crue centennale
PK -6162	Débordements sur la voirie en amont de la couverture de Saint-Chamond à partir d'une crue trentennale. L'entrée de la couverture de Saint-Chamond est identifiée comme un point noir hydraulique.

Figure 59 : Synthèse des singularités identifiées sur le Janon

7.2.1.1.3 Écoulement et débordements sur le Ricolin

Sur environ 300 m à l'amont de sa confluence avec le Janon, des débordements ont été identifiés sur la route de la Varizelle en rive gauche à partir d'une crue trentennale (à proximité du garage Opel). Ces derniers s'expliquent par un sous-dimensionnement du lit du Ricolin.

7.2.1.2 Synthèse de l'étude ARTELIA (2012)

Il s'agit d'un complément d'études réalisé par ARTELIA (ex SOGREAH) afin d'identifier et caractériser les débordements sur le Gier et le Janon au sein du secteur d'études.

Une modélisation hydraulique a été effectuée sous le logiciel CARIMA qui a permis de faire ressortir les résultats suivants :

- Sur les 96 m³/s du débit de pointe du Janon en amont de la couverture sous Saint-Chamond, 21 m³/s s'écoulent dans la rue en aval et 14 m³/s débordent vers la rue du président Wilson. Au total, 35 m³/s se retrouvent en dehors du Janon.
- Un débit de crue de 45 m³/s constitue le seuil critique pour lequel sont visibles les premiers débordements.

Cette étude a mis en évidence les débits centennaux du Janon à des points spécifiques :

- En amont de la couverture : 96 m³/s
- A l'intérieur de la couverture : 61 m³/s
- Débit débordant : 35 m³/s

7.2.1.3 Synthèse de l'étude HTV (2014)

7.2.1.3.1 Aménagements sur le tronçon A sur le Janon

Les aménagements projetés dans ce secteur devaient permettre de supprimer le risque inondation en rive gauche du lit majeur du Janon ainsi qu'en lit majeur du Ricolin au lieu-dit Pont Nantin.

Plusieurs aménagements sont alors proposés :

- Arasement du seuil
- Création d'un passage submersible au niveau de l'impasse de la Magie de dimensions :
 - o Longueur : 6 m
 - o Section hydraulique : L = 8 m, H = 1 m
 - o Côte sous poutre : 383,74 m
- Reprofilage de la voirie sur 60 mètres
- Reprofilage du lit et élargissement de la section d'écoulement du Janon sur 170 mètres

Un abaissement du lit mineur du Janon sera par conséquent réalisé. Le tableau ci-dessous synthétise l'évolution des côtes altimétriques du lit mineur du Janon entre l'état existant et l'état projeté :

Numéro de profil	Évolution de l'altimétrie du lit mineur
Pont de la Magie	- 1,52 m
Profil 4750	- 0,75 m
Profil 4640	- 0,91 m
Profil 4635	- 0,55 m
Profil 4630	- 0,47 m

Figure 60 : Évolution des côtes altimétriques du lit mineur entre l'état existant et l'état projeté sur le Janon

7.2.1.3.2 Aménagements sur le tronçon A sur le Ricolin

L'objectif des aménagements projetés dans ce secteur consistait à supprimer le risque inondation sur les habitations en rive gauche du lieu-dit la Varizelle. Un reprofilage du lit du Ricolin est alors prévu sur 90 m.

Un abaissement du lit mineur du Ricolin sera également effectué. De la même façon que précédemment, le tableau ci-dessous présente l'évolution des côtes altimétriques du lit mineur du Ricolin entre l'état existant et l'état projeté :

Numéro de profil	Évolution de l'altimétrie du lit mineur
Pont de la Magie	- 1,52 m
Profil 4750	- 0,75 m
Profil 4640	- 0,91 m
Profil 4635	- 0,55 m
Profil 4630	- 0,47 m

Figure 61 : Évolution des côtes altimétriques du lit mineur entre l'état existant et l'état projeté sur le Ricolin

La figure ci-dessous extraite du PPRI du Gier et de ses affluents illustre les secteurs présentant un risque d'inondation pour une crue centennale.

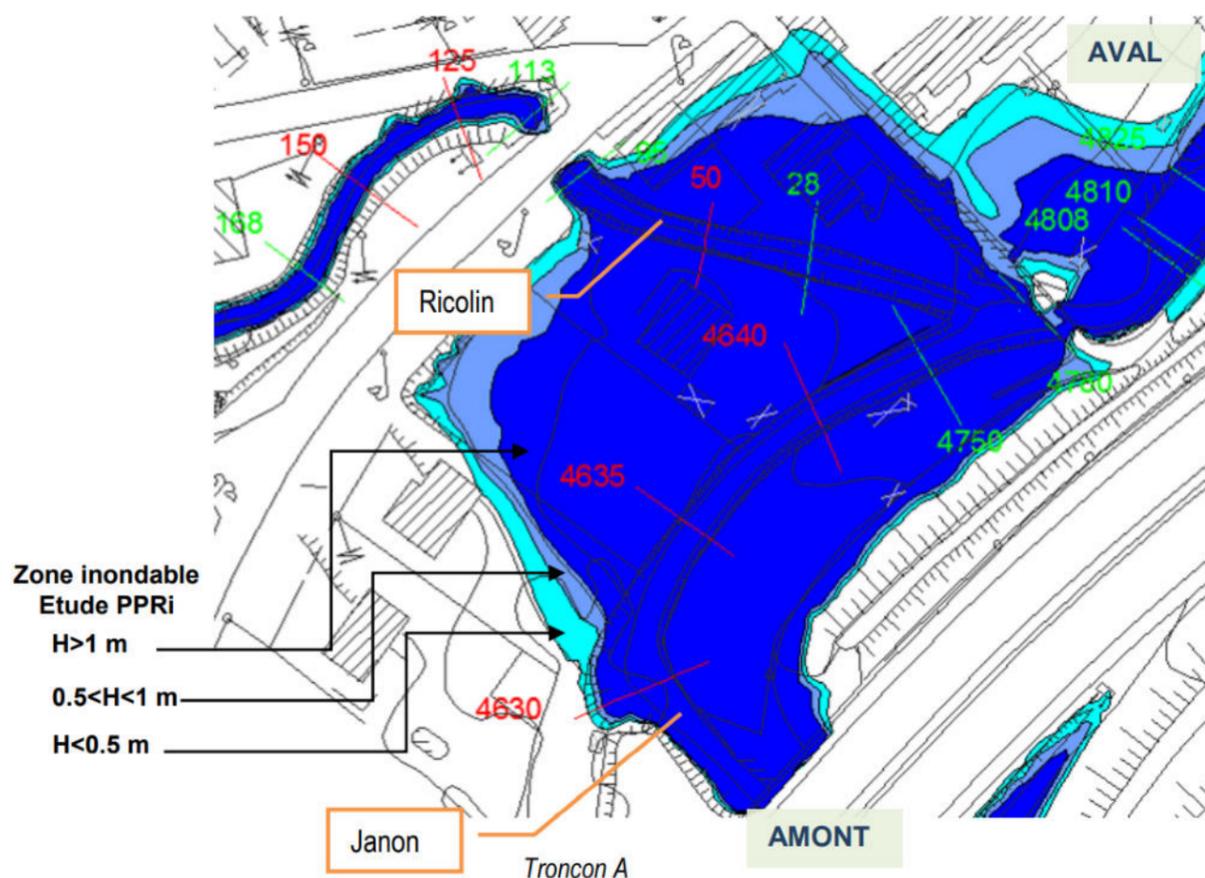


Figure 62 : Secteurs en zones inondables sur le tronçon A

7.2.1.3.3 Aménagements sur le tronçon B sur le Janon

Dans ce secteur, l'objectif consistait à supprimer le risque inondation sur les habitations en rive gauche au lieu-dit la Varizelle.

Un élargissement de la section d'écoulement était alors prévu sur un linéaire de 30 mètres environ. De plus, le merlon de protection en rive gauche à l'amont de la RD 32 ((H = 0,5 m, L = 70 m) devait être prolongé.

La figure ci-dessous extraite du PPRI du Gier et de ses affluents synthétise le risque d'inondation pour une crue centennale dans ce secteur.

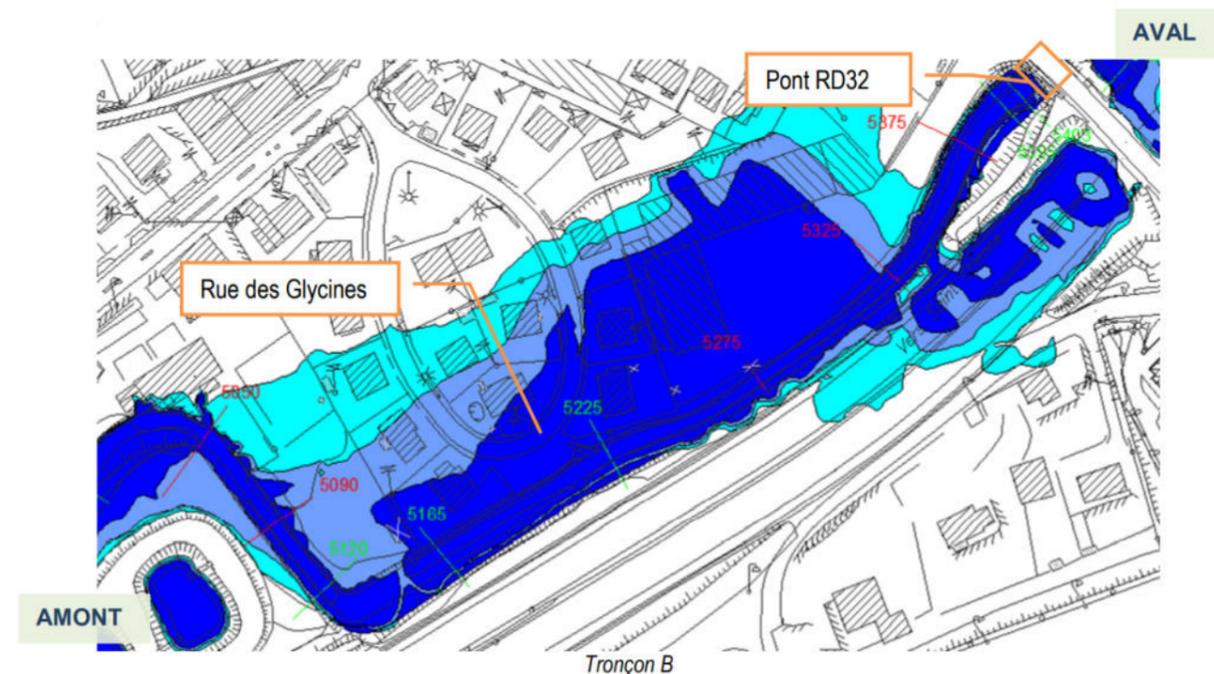


Figure 63 : Secteurs en zones inondables sur le tronçon B

Sur ce tronçon, Saint Etienne Métropole a effectué une **étude de faisabilité d'aménagement** au cours des **années 2014- 2015**. Les prestataires de cette étude ont travaillé en étroite collaboration avec le prestataire en charge de l'étude de faisabilité de création des ouvrages de **ralentissement dynamique (ORD)**.

Ainsi, plusieurs scénarios d'aménagements ont été déterminés sur ce tronçon avec les conclusions suivantes :

- **Scénario 1** : création de deux ouvrages de ralentissement dynamique à l'amont seul pour une protection jusqu'à la Q30
- **Scénario 2** : aménagement du lit et des berges seul pour une protection jusqu'à la Q100,
- **Scénario 3** : combinaison d'aménagement de deux ouvrages de ralentissement dynamique avec l'aménagement du lit et des berges pour une protection jusqu'à la Q100.

A noter dans ce scénario 3, que la création des deux ORD permet d'effectuer une réduction des débits qui a pour conséquence de minimiser l'aménagement du lit et des berges d'où l'économie effectuée par rapport au scénario 2.

Au regard des conclusions ci-dessus, le scénario 3 avait été retenu :

- A l'amont : création de deux ouvrages de ralentissement dynamique des crues (hauteurs de 14 et 11m, pour des stockages respectifs de 260 000 et 100 000 m³, ouvrages de classe C)
- Sous-tronçon A : élargissement du Janon et reprofilage du lit, reprofilage du lit du Ricolin aval, reprofilage de la voirie et création d'un passage submersible, arasement d'un seuil
- Sous-tronçon B : élargissement du Janon et création d'un merlon de protection.

A ce jour, le projet d'ouvrage de ralentissement dynamique envisagé à l'amont de la zone d'étude a été abandonné.

Ainsi, conformément à ce qui nous a été demandé suite à nos échanges avec la DDT et le SEM, la modélisation hydraulique ne prend pas compte l'écrêtement d'un tel ouvrage et son impact positif sur le site d'étude.

Cette hypothèse est plus restrictive, en cas de réalisation de cet ouvrage a posteriori des travaux de la Varizelle, on constaterait une incidence positive plus importante vis-à-vis du risque d'inondation dans le secteur.

7.2.2 Définition de l'état de référence

Les objectifs du projet de restauration consistent à dégrader le seuil existant en aval du pont de l'impasse de la Magie, de reprendre les profils en long des deux cours d'eau (le Janon et le Ricolin), et de compenser les volumes du projet routier implanté en partie dans le lit majeur des cours d'eau.

Le chapitre suivant dresse un état des lieux du secteur d'études.

Plusieurs ouvrages ont été identifiés sur le Janon et le Ricolin. Il est important de noter que les ouvrages sous la RN88 et sous la bretelle constituent des ouvrages limitants.

OH 4500 bretelle amont



OH sous la RN 88 sur le Janon



OH impasse de la Magie sur le Janon



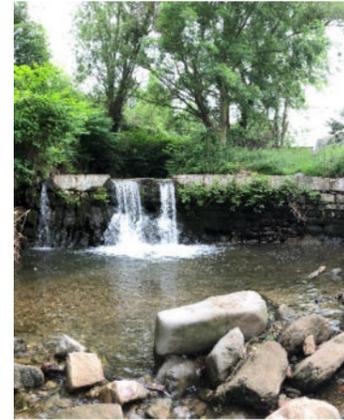
OH sous la RD 32 sur le Ricolin



Ouvrage sous la RD 32 à l'aval



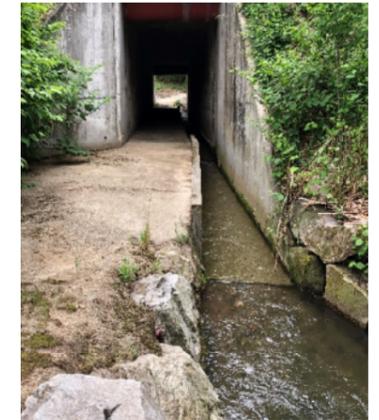
Présence d'un seuil infranchissable



Protection de berges en enrochements effondrés



Franchissabilité piscicole limitée dans l'ouvrage de la RN88



Deux bassins de rétention appartenant à la DIRCE ont également été identifiés sur le site.

Dans le cadre de cet avant-projet, et conformément aux échanges précédents, nous avons étudié la possibilité de regrouper ces 2 bassins, afin d'optimiser la gestion des eaux pluviales dans le secteur, et notamment pour ne pas créer un bassin supplémentaire implanté en zone inondable.

Bassin de rétention 1 de la DIRCE



Bassin de rétention 2 de la DIRCE



Le Ricolin est également fortement encaissé en amont et en aval de l'ouvrage sous la RD32.

Encaissement du Ricolin



Encaissement du Ricolin



Les figures ci-contre, illustrent les principaux problèmes identifiés sur le linéaire d'étude. Ainsi, la franchissabilité piscicole se trouve fortement impactée au niveau du seuil existant et dans l'ouvrage sous la RN88 (OH 4621).

Colonisation de plantes invasives (Renouée du Japon)



Présence de plusieurs réseaux d'assainissement EP



Présence du réseau d'assainissement d'EU dans le lit



7.2.3 Description de la modélisation de l'état existant

7.2.3.1 Calage du modèle

Les modélisations de l'état existant effectuées sur le Ricolin et le Janon ont été structurées sur la base de celles réalisées par HTV avec 37 profils en travers répartis sur 2163 mètres environ (une partie du modèle HTV) pour le Janon et 13 profils en travers répartis sur 3848 mètres (linéaire global initial) pour le Ricolin.

Nota : le modèle d'HTV sur le Janon a été coupé au niveau du profil aval n°5600, qui se trouve suffisamment à l'aval de notre zone d'étude pour se trouver hors influence au niveau de l'impasse des lilas.

La vue en plan suivante présente les profils en travers utilisés pour le scénario modélisé de l'état existant. Ainsi, les profils en travers utilisés pour l'état existant sont symbolisés en verts.

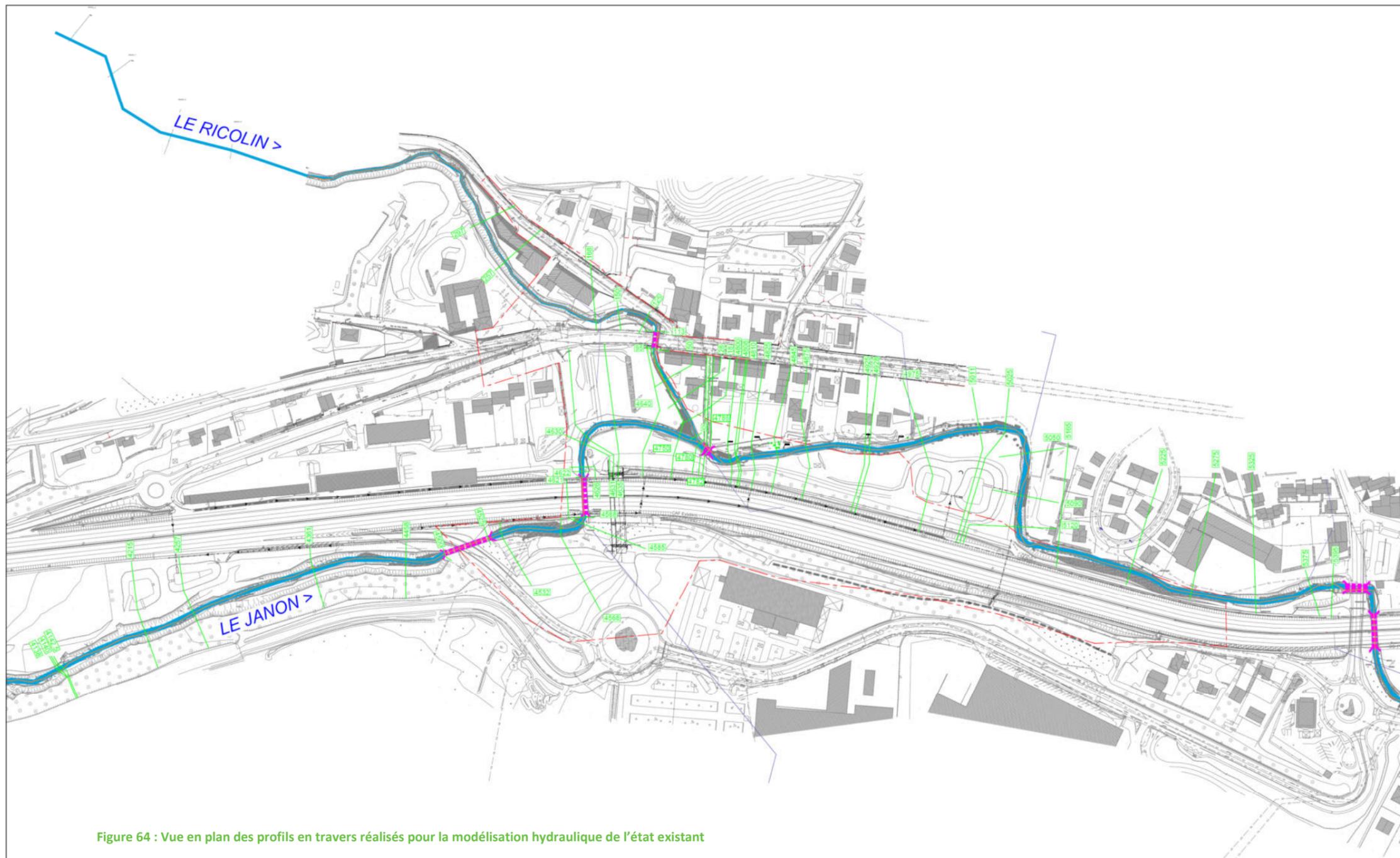


Figure 64 : Vue en plan des profils en travers réalisés pour la modélisation hydraulique de l'état existant

<ul style="list-style-type: none"> — Limite DUP — Levés Ouvrages Hydrauliques — Axe du profil en long 	Assainissement existant : <ul style="list-style-type: none"> — Collecteur EP — Cunette — Fossé terre — Caniveau à fente 	Profil en travers modélisé : <ul style="list-style-type: none"> — Profil état initial 	<p>Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Auvergne-Rhône-Alpes Service Mobilité, Aménagements, Paysages 5, place Jules Ferry 69493 Lyon Cedex 06</p>	<p>INGÉROP Innovations demain</p>	Affaire : Etude de l'aménagement de l'échangeur de la Varizelle Titre : Implantation des profils en travers Modélisation état existant Collaborateur : T.ZAJACZ Echelle : 1/2000 Format : A3 Date rev. : 29/07/2021 Numero : ETU_AV_P_R_D_P_G_R_P_L_N_I_N_F_0001 Rev. : A00 Page : 1/1
--	--	---	---	---------------------------------------	--

Les modélisations réalisées par HTV se basent quant à elles sur celles effectuées pour la réalisation du PPRI. Ces dernières ont alors été enrichies par un complément topographique afin d'améliorer la description hydraulique du secteur d'étude par la modélisation numérique.

De la même façon, les débits de crues utilisés se basent sur la modélisation réalisée par HTV. Pour rappel, le tableau en partie 7.2.1.1.1 Estimation des débits de crues de la zone d'études.

Le paramètre de calage a été le coefficient de rugosité qui en pratique est assez difficile à estimer. En rivière, il peut varier assez facilement en fonction du type de substrats et de la granulométrie moyenne. Habituellement, des valeurs limites sont cependant considérées : K peut varier de 5 à 40 en lit mineur et de 7 à 35 en lit majeur.

Dans la présente étude, le paramètre de calage varie selon 4 types de surfaces : 50 dans les ouvrages, 30 en lit majeur, 25 en lit mineur et 10 en zones urbanisées.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de ce calage sur le Janon. Les résultats de niveaux d'eau et d'altitude du niveau de fond pour une crue centennale sont comparées entre les modélisations INGEROP et HTV. L'écart de l'altitude de la ligne d'eau est également comparé entre les modélisations INGEROP et PPRI.

	Modèle ING		Modèle HTV		Ecart Q100 ING/HTV	PPRI 2017	Ecart Q100 ING/PPRI	Commentaires
	Niv eau INGEROP	Alti fond INGEROP	Niv eau HTV 2014	Alti fond HTV				
-3300	408.90	406.88	408.90	406.88	0.0			
-3310	408.40	406.34	408.40	406.34	0.0			
-3700	404.00	402.44	404.00	402.44	0.0			
-3920	399.88	397.73	399.94	397.73	-0.1			
-3925	399.91	397.73	399.96	397.73	0.0			
-3926								
-3934	399.65	397.73	399.65	397.73	0.0			
-4138	395.08	393.07	397.27	395.73	-2.2			
-4140	395.34	393.11	393.69	392.64	1.6			Différence d'implantation du seuil
-4142.5	393.88	392.37	394.23	393.03	-0.4			
-4500	392.92	388.03	392.41	387.76	0.5	392.79	0.13	Proche valeur PPRI 2017 - Erreur Modele HTV Niveau d'eau débordant dessus de l'ouvrage (passage Culvert à Bridge)
-4501								
-4525	391.50	388.03	391.12	387.44	0.4	391.54	-0.04	
-4585	391.63	386.66	391.13	386.30	0.5	391.28	0.35	
-4588	391.58	386.39						
-4589								Pb réduction de section de l'ouvrage et pente différente
-4621	389.47	386.00	389.24	385.74	0.2			
-4622	388.01	386.06	387.59	386.14	0.4			Remou hydraulique à la sortie de l'ouvrage = Rehausse de la ligne d'eau
-4630	388.93	385.95	388.99	385.97	-0.1			
-4635	388.93	385.60	389.08	385.54	-0.1			Modele calé à la modélisation HTV
-4640	388.93	385.52	388.99	385.31	-0.1			
-4750	388.93	385.25	388.98	384.75	-0.1	388.24	0.69	
-4780	388.90	385.07	388.92	384.84	0.0	387.97	0.93	L'ouvrage de la Magie est sous l'influence du seuil à l'aval = Réduction capacité hydraulique = Rehausse de la ligne d'eau en amont
-4781								
-4786	386.75	384.80	386.27	384.73	0.5			
-4808	385.86	384.94	386.57	384.98	-0.7	385.80	0.06	Ajout d'une loi de seuil par rapport à HTV --> calé au PPRI
-4810	385.60	382.36	385.68	382.73	-0.1			
-4825	385.28	382.55	385.63	382.60	-0.4			
-4875	384.97	382.27	385.25	382.05	-0.3			
-4925	384.90	381.77	384.63	381.97	0.3			
-4975	384.42	381.52	384.42	381.48	0.0			
-5011	384.24	381.32	384.38	381.29	-0.1	384.80	-0.56	
-5050	383.98	380.96	383.93	380.98	0.1			
-5090	383.40	380.36	383.59	380.45	-0.2			
-5120	382.89	380.70	383.43	380.20	-0.5	383.94	-1.05	La réduction de la ligne d'eau s'explique par d'importantes différences sections en travers. La nouvelle topographie, plus étendue et plus préc
-5165	382.71	380.49	383.22	380.08	-0.5	383.41	-0.70	
-5225	382.51	379.60	383.22	379.60	-0.7			
-5275	382.45	379.16	382.31	379.21	0.1			
-5325	381.98	378.97	382.16	378.91	-0.2			
-5375	381.75	378.01	382.07	377.56	-0.3			
-5395	381.74	378.06	382.10	378.35	-0.4			
-5396								
-5403	381.74	377.90	381.98	377.90	-0.2			
-5404								
-5425	381.07	377.38	380.95	377.38	0.1			
-5425.5								
-5429	380.68	376.87	380.61	376.87	0.1			
-5430								
-5460	380.32	376.67	380.37	376.67	-0.1			
-5490	380.29	376.43	380.06	376.43	0.2			
-5500	380.03	376.21	380.04	376.21	0.0			
-5541	379.99	376.45	380.00	376.45	0.0			
-5542	380.07	375.38	380.07	375.38	0.0			
-5600	380.06	374.62	380.06	374.62	0.0			

Figure 65 : Calage du modèle hydraulique sur le Janon

En amont de l'OH4500 de la bretelle, il est possible de constater une différence de 2,2 mètres entre les résultats obtenus des modélisations INGEROP et HTV. Celle-ci s'explique par l'implantation du seuil qui est différente entre les deux modélisations. En effet, cette implantation différente, s'explique par l'ajout de compléments topographiques à la modélisation INGEROP par rapport à celle réalisée par HTV (sans aucune incidence sur la zone d'étude).

Entre l'OH4500 de la bretelle et l'OH4621 de la RN88, la comparaison entre les deux modélisations, le paramétrage présente également quelques différences. Tout d'abord, sur l'OH4500, la modélisation INGEROP est plus proche du résultat obtenu pour la réalisation du PPRI 2017 du fait de la correction du paramétrage de l'ouvrage (passage d'une buse à un pont). En amont de l'OH 4621, les pentes des deux modélisations sont différentes avec une différence de section.

Entre l'OH4621 de la RN88 et l'OH4781 de l'impasse de la Magie, l'apparition d'un remous hydraulique à la sortie de l'OH4621 provoque la rehausse de la ligne d'eau de 40 cm (au PK -4622). La modélisation INGEROP est toutefois correctement calée sur celle d'HTV pour le reste de ce tronçon. L'OH4781 sous l'impasse de la Magie est directement sous l'influence du seuil à l'aval. La réduction de sa capacité hydraulique induit une rehausse de la ligne d'eau en amont.

Au droit du seuil au PK - 4808, la modélisation INGEROP ajoute une loi de seuil par rapport à celle réalisée par HTV, permettant ainsi de se caler plus finement sur les résultats obtenus sur la modélisation du PPRI.

À l'aval du site, au PK - 5120 et - 5165, la ligne d'eau de la modélisation INGEROP se trouve être respectivement à -1,05 et -0,70. Cela s'explique par des sections en travers différentes induites par une topographie plus étendue et plus fine.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de ce calage sur le Ricolin. De la même façon que précédemment, la modélisation INGEROP pour une crue centennale est comparé à celles réalisée par HTV et pour l'élaboration du PPRI.

	Modèle ING		Modèle HTV		Ecart Q100 ING/HTV	PPRI 2017	Ecart Q100 ING/PPRI
	Niv eau INGEROP	Alti fond INGEROP	Niv eau HTV	Alti fond HTV			
3512	482,64	481,18	482,64	481,18	0,00		
3502	482,65	480,28	482,65	480,28	0,00		
3470							
3430	478,10	477,32	478,10	477,32	0,00		
2460	446,18	444,85	446,26	444,85	-0,08		
2390	439,99	439,21	440,32	439,21	-0,33		
297	392,23	389,95	391,68	389,50	0,55		
257	391,07	389,27	391,16	389,34	-0,09		
168	389,66	387,51	389,59	387,62	0,07		
150	389,58	387,19	389,24	387,19	0,34		
125	389,49	386,68	389,12	386,68	0,37		
113	389,48	386,29	389,20	385,68	0,28		
100							
98	388,91	386,44	389,02	385,68	-0,11		
95	388,89	386,43	389,02	386,23	-0,13	389,01	0,12
50	388,96	385,85	389,04	385,85	-0,08		
28	388,91	385,75	388,98	385,73	-0,07		
18	388,88	385,24	388,97	385,40	-0,09		
0	388,89	385,13				389,01	0,12
-4780	388,91	385,07	389,01	384,84	-0,10		

Figure 66 : Calage du modèle hydraulique sur le Ricolin

Les écarts INGEROP / HTV sont principalement dus à la reprise de berge du gabarit du cours d'eau en rive droite. Le gabarit de l'ouvrage hydraulique existant sous la RD32, est différent de la modélisation HTV et la pente est plus faible. L'engravement de cet ouvrage pourrait expliquer ces différences. Sur la partie aval les variations sont dues à la différence du niveau d'eau sur le Janon.

7.2.3.2 Modélisation de l'état existant du Janon

La modélisation de l'état existant amène les résultats suivants. Sur ce tableau sont indiquées les altitudes des niveaux de fond ainsi que des niveaux d'eau pour une crue centennale pour chaque profil.

PROFIL	Niveau du fond	Niveau d'eau Q100
	Initial (m NGF)	Initial (m NGF)
-4361	389.15	393.09
-4458	388.67	393.05
-4500	388.03	392.92
-4501	OH4500 - Sous Bretelle de sortie RN88	
-4525	388.03	391.50
-4532	387.95	391.55
-4568	387.30	391.59
-4585	386.66	391.63
-4588	386.39	391.58
-4588.2	386.17	391.60
-4588.5	OH4621 - Sous RN88	
-4621	386.00	389.47
-4622	386.06	388.01
-4626	386.06	388.84
-4630	385.95	388.93
-4631	385.87	388.92
-4636	OH4636 - Sous Barreau	
-4640	385.52	388.93
-4750	385.25	388.93
-4780	385.07	388.90
-4782	384.79	388.90
-4785	OH4781 - Sous Impasse de la Magie	
-4786	384.80	386.75
-4800	384.64	386.35
-4808	384.94	385.86
-4810	382.36	385.60
-4825	382.55	385.28
-4845	382.39	385.12
-4875	382.27	384.97
-4925	381.77	384.90
-4928	381.84	384.67
-4975	381.52	384.42

Figure 67 : Résultats de la modélisation actuelle sur le Janon pour une crue centennale

La figure suivante présente le profil en long existant de la modélisation existante pour une crue centennale. Les 5 ouvrages existants sont également représentés.

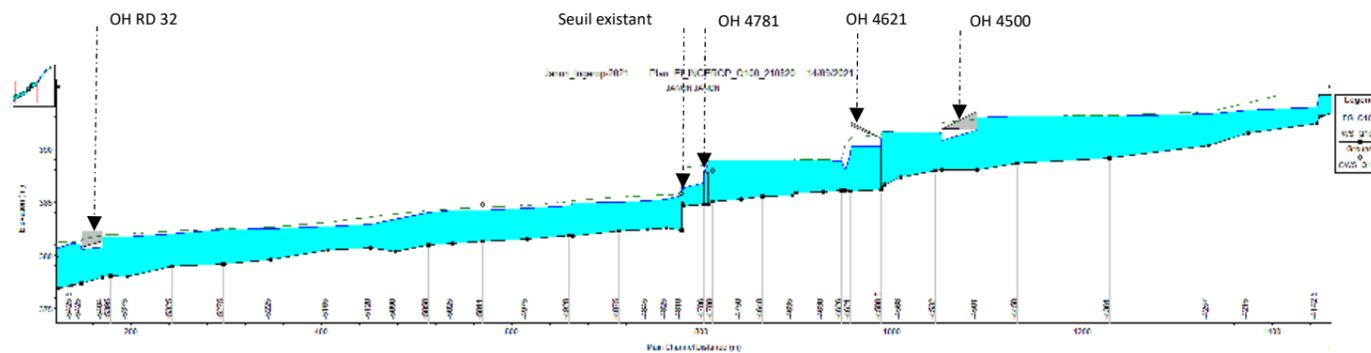


Figure 68 : Profil en long de l'état existant du Janon pour une crue centennale

Aussi, les losanges blancs notés « OWS Q100 » symbolisent les niveaux de lignes d'eau obtenus lors de la modélisation utilisée pour l'élaboration du PPRI. L'altitude de la ligne d'eau d'une crue centennale pour la modélisation INGEROP est représentée par la surface bleue. Il est possible de voir apparaître en amont de chaque ouvrage une augmentation de la ligne d'eau due à la réduction de la section d'écoulement à l'intérieur de l'ouvrage. Par conséquent, en amont de l'OH4781, la mise en charge de l'ouvrage est actuellement très importante. La ligne verte en pointillés symbolise la ligne d'énergie du cours d'eau, c'est-à-dire le potentiel d'élévation de son niveau d'eau.

7.2.3.3 Modélisation de l'état existant du Ricolin

Les résultats de la modélisation de l'état existant du Ricolin sont répertoriés dans le tableau ci-dessous. De la même façon que précédemment, les niveaux de fond et de la ligne d'eau pour une crue centennale sont indiqués pour chaque profil modélisé.

PROFIL	Niveau du fond	Niveau d'eau Q100
	Initial (m NGF)	Initial (m NGF)
3512	481.18	482.64
3502	480.28	482.65
3470	Ouvrage hydraulique Amont	
3430	477.32	478.10
2460	444.85	446.18
2360	439.21	439.99
257	389.27	391.07
165	Ouvrage sous Giratoire	
125.0	386.68	389.49
113	386.29	389.48
100	Ouvrage sous RD32	
98	386.44	388.91
95	386.43	388.89
50	385.85	388.96
28	385.75	388.91
18	385.24	388.88
0	385.13	388.89
-4780	385.07	388.91

Figure 69 : Résultats de la modélisation actuelle sur le Ricolin pour une crue centennale

La figure suivante présente le profil en long existant de la modélisation existante. Les altitudes des lignes d'eau de la modélisation INGEROP pour une crue centennale, celles du PPRI, ainsi que la ligne d'énergie sont également représentées. De la même façon que sur la Janon, une mise en charge est visible en amont de l'ouvrage due à la réduction de la section d'écoulement en entrée d'ouvrage. À noter que comme dans la modélisation HTV, le niveau d'eau dans l'ouvrage est fortement influencé par le niveau d'eau dans le Janon (contrainte aval au niveau de la confluence – Seuil et ouvrage de l'impasse de la Magie).

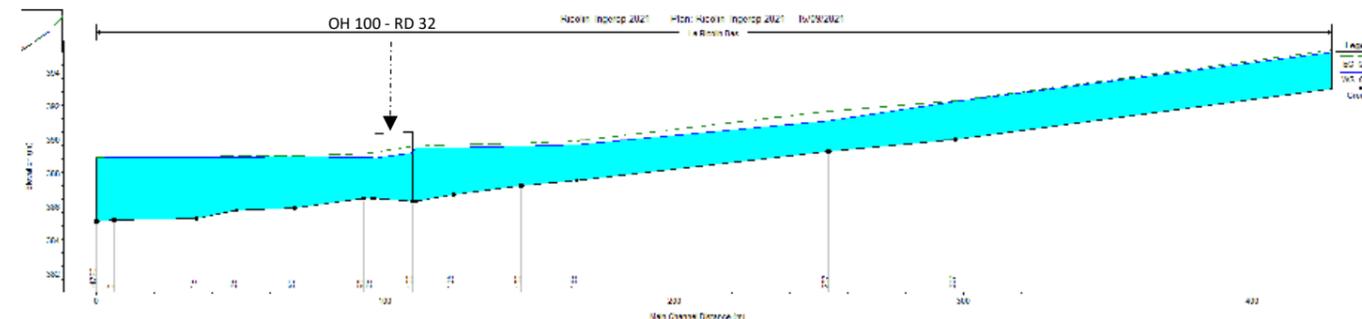


Figure 70 : Profil en long de l'état existant du Ricolin pour une crue centennale

7.2.3.4 Nappes d'inondation à l'état existant

La nappe d'inondation centennale, pour l'état existant est symbolisée sur les figures suivantes.

Secteur amont de l'impasse de la Magie :

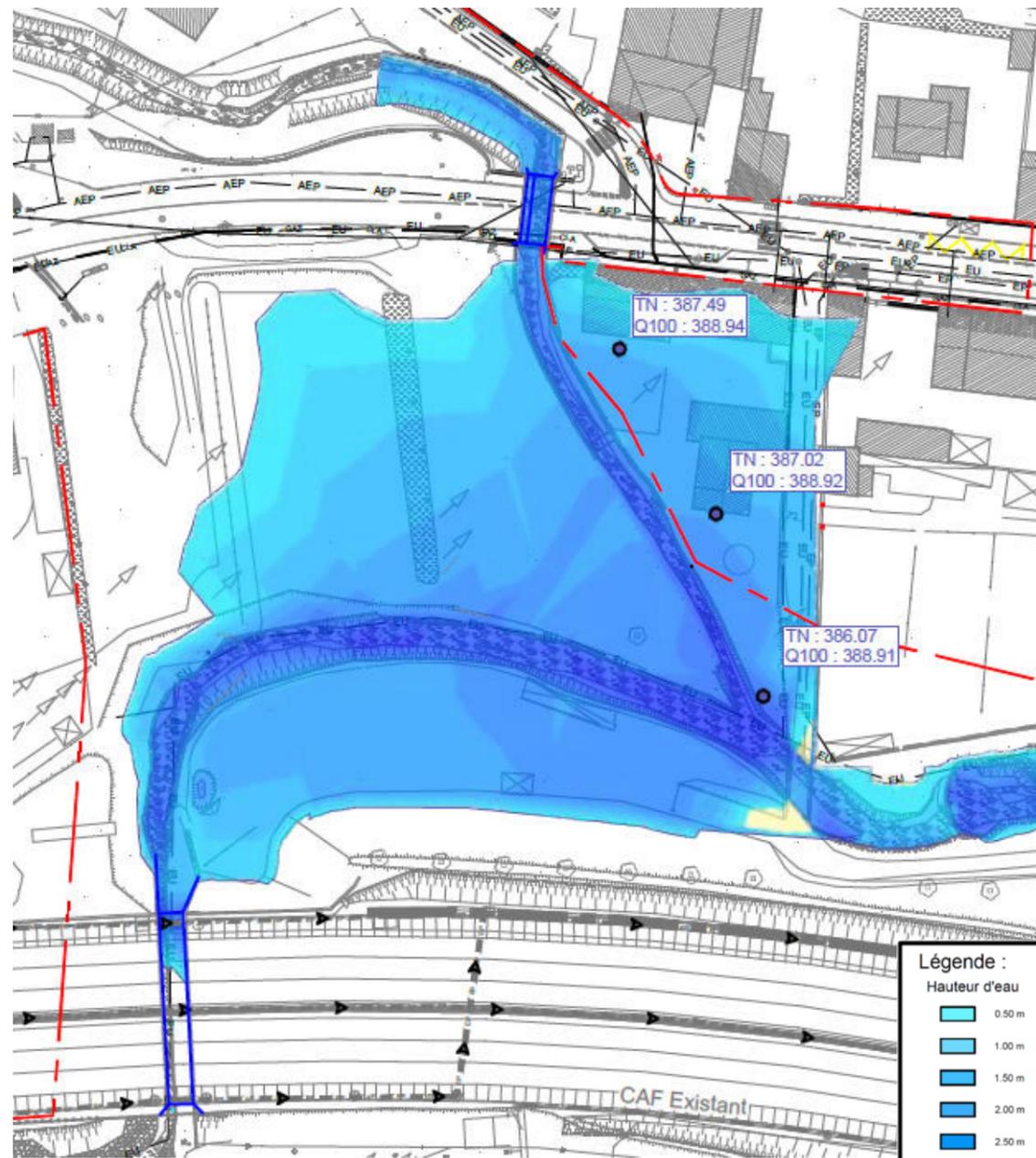
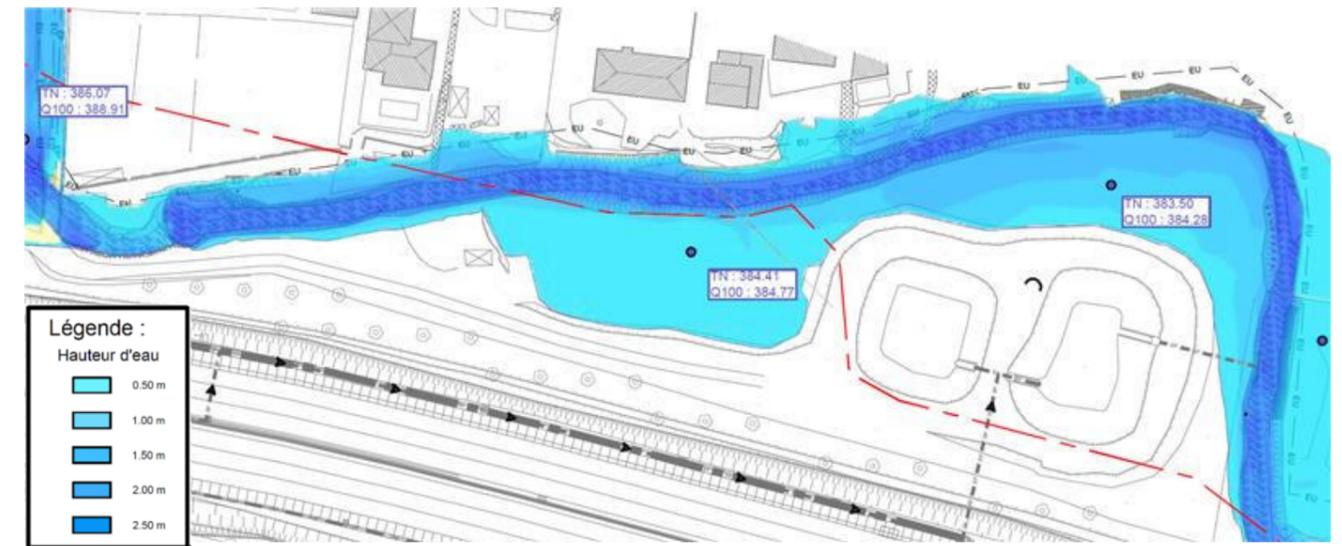


Figure 71 : Nappes d'inondation pour une crue centennale à l'état existant

Ainsi, le secteur du Pont Nantin présenté ici, se trouve fortement inondé pour une période de crue d'occurrence 100 ans (en cohérence avec les modélisations HTV), allant jusqu'à des hauteurs de 2,5 mètres à 3 mètres. Les propriétés en rive gauche du Ricolin sont par exemple inondées avec des hauteurs d'eau allant de 1,45 mètre à 2,84 mètres.

On constate tout de même une légère différence de la zone inondable par rapport à HTV, en rive gauche après l'impasse de la Magie, qui reste plus ou moins préservé par la présence d'un mur de clôture.

Secteur aval de l'impasse de la Magie :



La crue centennale est contenue en aval de l'OH4781 impasse de la Magie à l'état existant. De plus, d'importantes zones inondables sont identifiées en rive droite du Janon avec actuellement une lame d'eau relativement faible de 36 cm environ. La zone inondable plus en aval au nord des bassins DIRCE présente quant à elle une lame d'eau d'environ 78 cm.

7.2.3.5 Description géométrique des aménagements projetés

Les aménagements projetés doivent permettre de rétablir la franchissabilité piscicole sur l'entièreté du linéaire restauré, ainsi que compenser les remblais du projet routier en lit majeur, afin de ne pas aggraver l'aléa d'inondation dans le secteur (crue centennale).

7.2.3.6 Analyse des profils en long existants des cours d'eau

Le profil en long suivant permet d'apprécier l'évolution des pentes sur le Janon. En amont de l'OH 4500, la pente varie de 1,1 % à l'amont direct de l'ouvrage à 2 % plus en amont. En aval l'OH 4781, la pente varie dans ce secteur entre 0,7 % à 1 %. La pente d'équilibre au droit du tronçon d'études est estimée à 1 % environ.

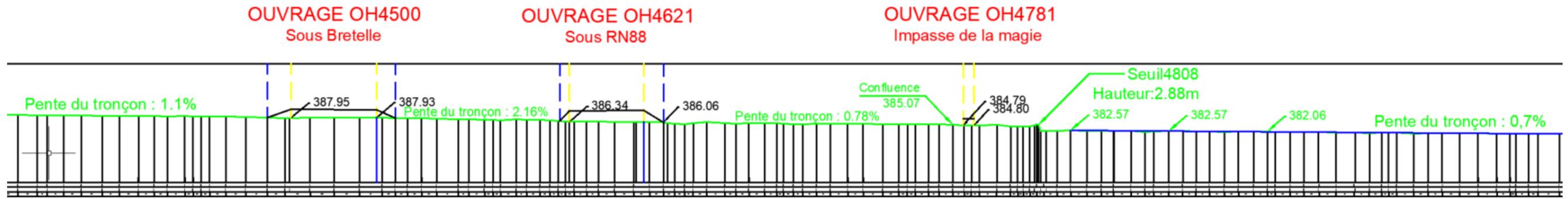


Figure 72 : Profil en long de l'état existant du Janon

La figure ci-dessous quant à elle, représente le profil en long du Ricolin.

En amont de l'OH 100 sous la RD32, la pente varie de 1,9 % à l'amont direct de l'ouvrage à 1,3 % plus en amont.

A l'aval de cet ouvrage, la pente est proche de 1,6 %. La pente d'équilibre est estimée aux alentours de 1,6 %.

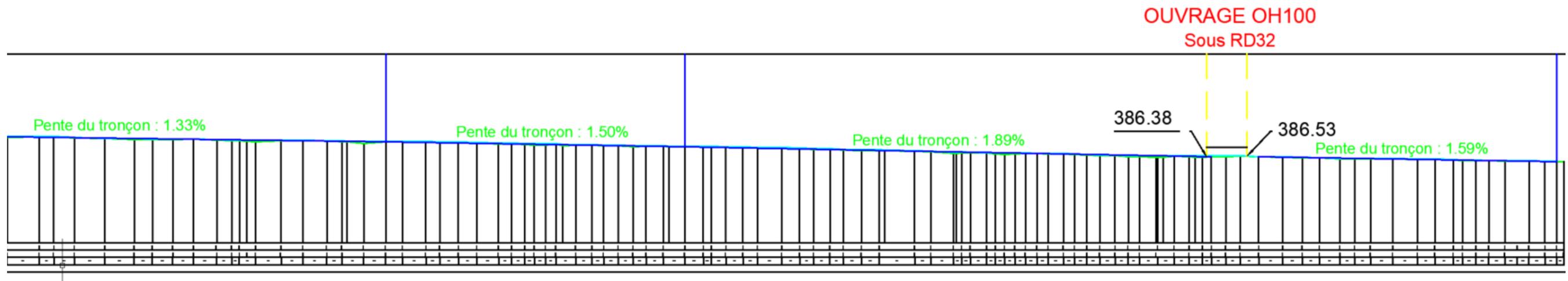


Figure 73 : Profil en long de l'état existant du Ricolin

Nota : Cette pente d'équilibre est essentielle, pour le calage des futurs aménagements. En effet, une pente supérieure à cette pente d'équilibre, imposera une stabilisation du profil en long, à l'aide des seuils de fond.

Sur le Ricolin, la pente moyenne est d'environ 2,3 % dans l'OH 165 projeté, avec une pente d'équilibre comprise entre 1,3 et 1,9 % comme présenté sur la figure ci-dessous. Quatre seuils de fond, dont deux en sortie d'ouvrage, seront réalisés sur le Ricolin.

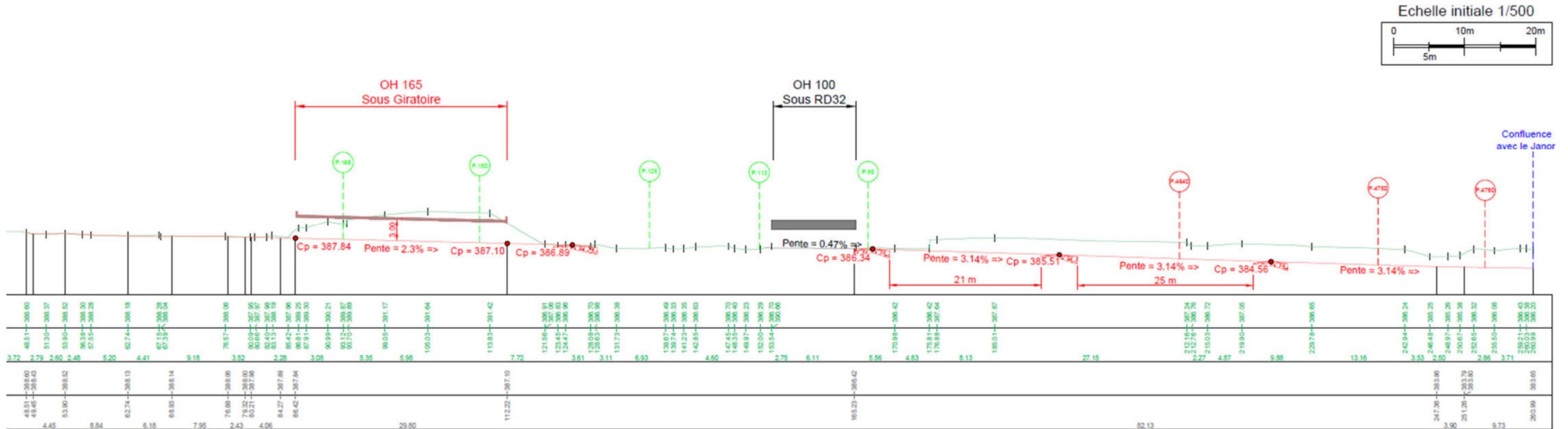


Figure 76 : Profil en long projeté du Ricolin

7.2.3.8 Dérasement du seuil existant, en aval du pont de l'Impasse de la Magie

L'opération envisagée consiste à déraser le seuil existant jusqu'à la cote 383,19 m NGF, ce qui implique un réajustement du profil en long. De plus, l'aménagement doit proposer un confortement des berges adapté afin d'éviter la déstabilisation voire l'effondrement des ouvrages de soutènement existants (murs et enrochements). L'ajustement du profil en long a été envisagé selon une pente de 1,8 % (pente comprise dans la gamme de la « pente naturelle », à savoir entre 1 et 2 %) ce qui induit un reprofilage du cours d'eau sur l'intégralité de la zone d'étude.

Les matériaux graveleux ($\varnothing - 400$ mm) actuellement retenus dans la fosse en amont du seuil sont estimés à 800 m³. Un contrôle des sédiments sera cependant nécessaire en phase chantier, afin de vérifier la qualité des matériaux avant leur remise en œuvre sur l'ensemble du lit des deux cours d'eau reprofilés.

A terme, il était prévu que le Janon retrouve un profil altérant des faciès d'écoulement de type radier (pente et vitesse importantes) et plats lotiques (pente et vitesse modérées) tels qu'observable sur les tronçons « naturels » en amont de la zone d'étude (Cf figure ci-dessous). C'est vers une succession de tels faciès qu'il est prévu d'orienter l'accompagnement du projet de dérasement du seuil.

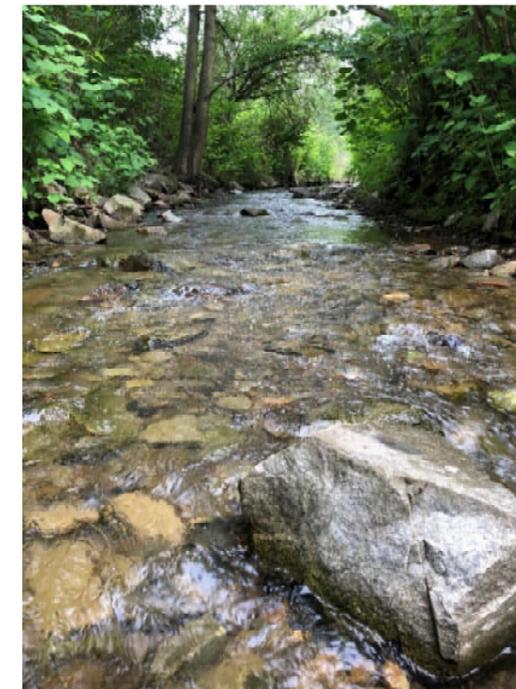


Figure 75 : Illustration du lit du Janon en aval de la zone d'étude

7.2.3.9 Principe d'aménagement du lit mineur et lit vif

Afin de permettre une bonne diversité des faciès d'écoulement au sein du lit vif, un certain nombre de petits aménagements pourront être réalisés.

C'est pourquoi la technique de lits emboîtés sera employée dans les secteurs contraints. Ainsi, la largeur minimale du lit majeur sera comprise entre 5 et 10 fois la largeur en plein bord. Cette largeur correspond globalement à l'amplitude moyenne observée sur les cours d'eau français (hors rivière en tresse) [Cf. MALAVOI et al. 1998].

Cette largeur de lit majeur est optimisée dans certains secteurs particuliers où les emprises foncières permettent une inondation latérale, conformément au fonctionnement existant. Les pentes de talus seront adaptées afin de permettre le respect des largeurs de lits majeurs précédemment déterminées, en recherchant des pentes homogènes plutôt modérées et voisines de 2/1.

En profil en travers, le lit majeur présentera une pente nulle. Toutefois aux abords du lit mineur (1 mètre de part et d'autre environ), le lit majeur présentera un léger dévers compris entre 1 et 3% pour concentrer les écoulements en période de montée des eaux).

Le profil en long du lit majeur suivra globalement la pente du cours d'eau, et la largeur du fond de lit sera d'environ 4 m pour le Janon, avec un lit d'étiage d'environ 2 m (largeur estimée sur la base du QMNA5), et 3 m pour le Ricolin, avec un lit d'étiage d'environ 1.5 m (largeur estimée sur la base du QMNA5).

Ce dispositif permettra de redonner au cours d'eau une certaine liberté « divagation latérale contrôlée » et facilitera la conservation (ou la réduction des impacts) sur les volumes d'inondation actuellement identifiés.

La largeur du lit de la rivière sera également diminuée grâce à la mise en place de banquettes graveleuses et de blocs de diversification. Cela permettra d'augmenter la ligne d'eau en période d'étiage et d'augmenter la sinuosité du cours d'eau en lit mineur. Le cintrage du lit (20 cm de profondeur) permettra de créer un lit d'étiage, qui sera repris naturellement, par la dynamique des cours d'eau.

Le renforcement des berges se fera par des enrochements ou des empierrements en pied de berge qui seront complétés par un lit de plants et plançons ou par la réalisation de fascines de saules ou d'hélophytes.

Les écoulements en lit mineur seront également diversifiés par l'installation de blocs à l'intérieur du lit mineur. Cela permettra également la création de caches piscicoles intéressantes pour l'ichtyofaune. Au total, environ 300 blocs de diversification seront répartis sur les 400 m de cours d'eau (Janon et Ricolin), avec un ratio de 76 blocs pour 100 mètres linéaires. Le seuil de remobilisation sera analysé tronçon par tronçon dans le chapitre 7.2.3.10.2 Forces d'arrachement.

Les fonds de lit des ouvrages hydrauliques existants (OH4500 sur le Janon et OH100 sur le Ricolin) non repris par le projet ne feront pas l'objet d'une recharge sédimentaire, du fait de la présence de matériaux alluvionnaires actuellement présents. La franchissabilité existante de ces ouvrages sera étudiée dans les chapitres suivants.

La figure suivante illustre une banquette faune dimensionnée pour une occurrence biennale.

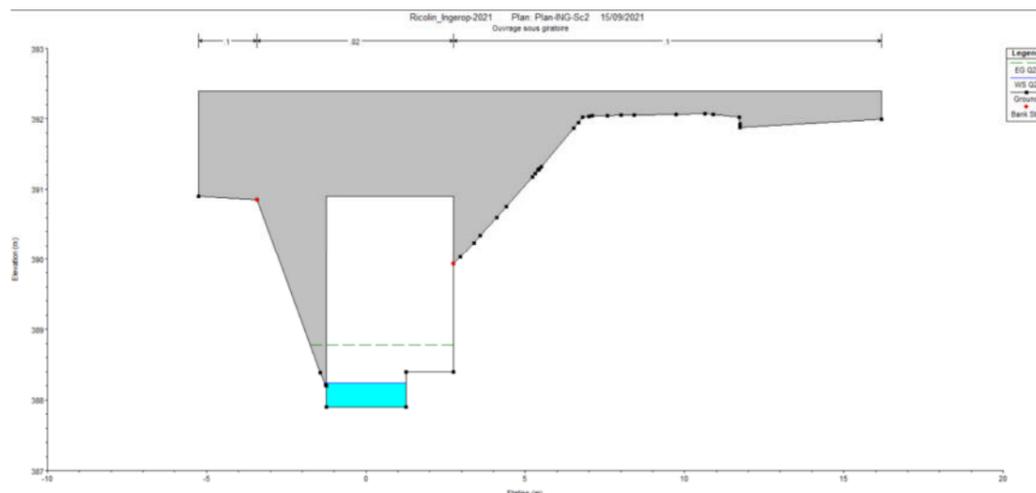


Figure 77 : Exemple de calage Q2 pour les banquettes faunes

La figure suivante présente une vue en plan de principe synthétique des aménagements projetés sur le Janon et le Ricolin.

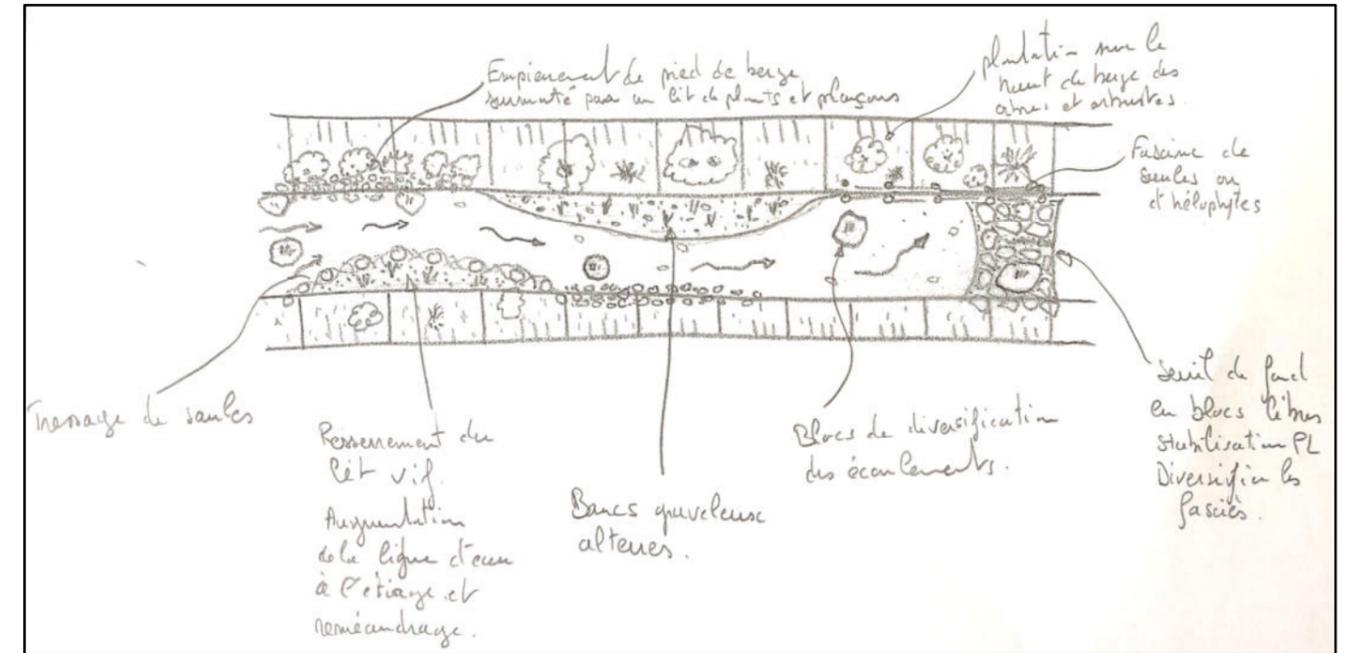
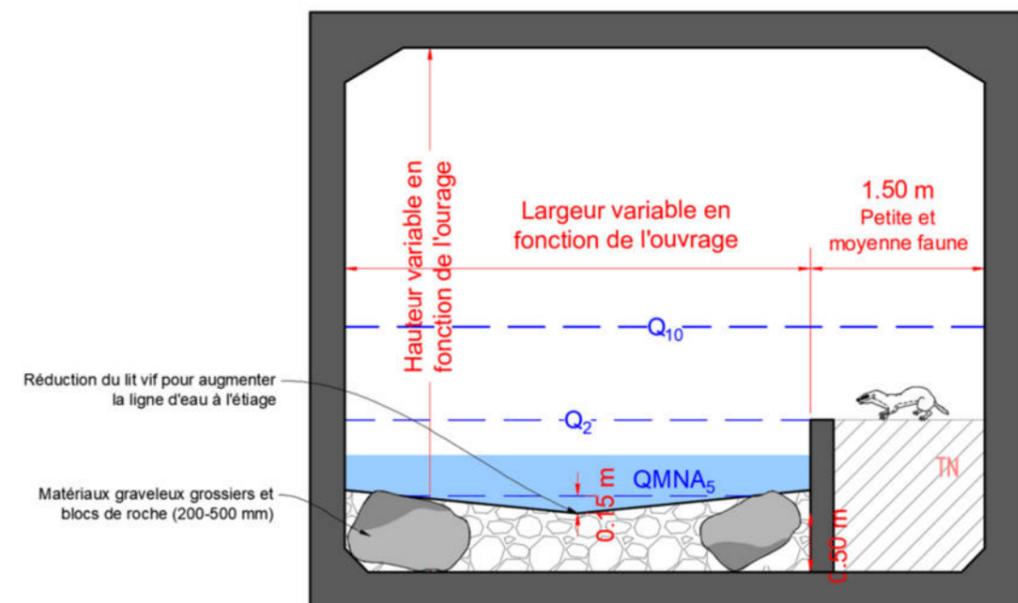
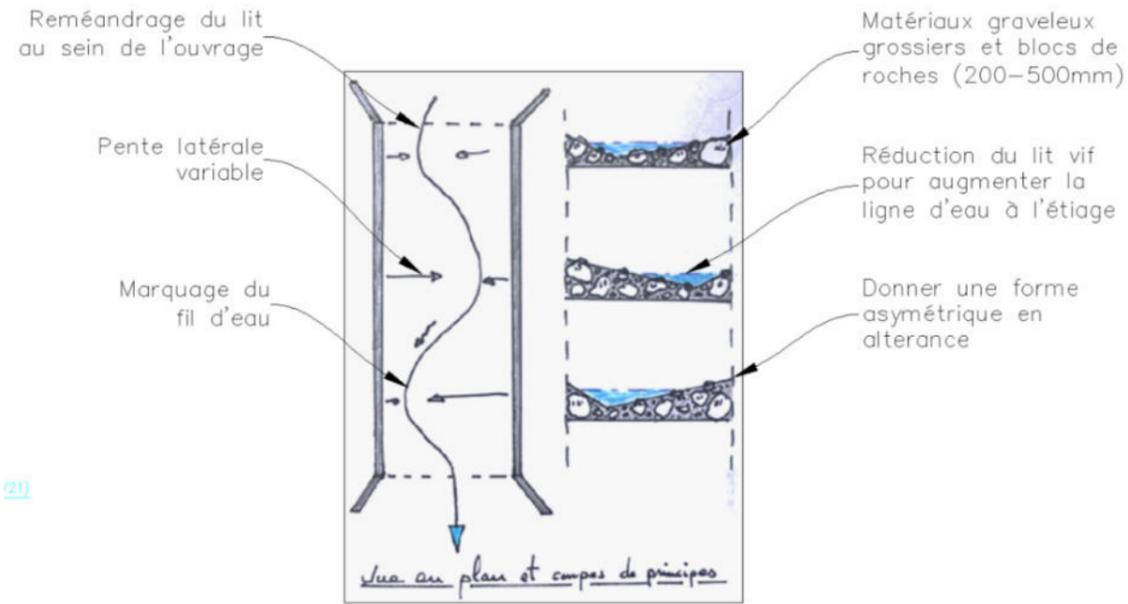


Figure 78 : Schéma de principe des aménagements projetés sur le lit des cours d'eau

Les lits des futurs cours d'eau rescindés seront reconstitués, sur le radier des ouvrages hydrauliques et présenteront une hauteur minimale, de recharge de 50 cm. Afin de maintenir la circulation des poissons et la capacité biogène du ruisseau, il convient d'être très vigilant sur la composition granulométrique du substrat utilisé (C'est pourquoi ce rechargement alluvionnaire est essentiellement issu de matériaux prélevés sur site et réutilisés dans la réalisation des futurs lits). Ce substrat (naturel) doit d'une part, être suffisamment imperméable afin d'éviter toute infiltration, qui conduirait à réduire le débit voire assécher le tronçon de cours d'eau ainsi reconstitué ; et d'autre part présenter des caractéristiques similaires au substrat naturel préexistant. Une étude préalable de la distribution en taille des matériaux naturellement présents dans le cours d'eau au droit du franchissement sera effectuée en phase travaux. Le substrat mis en place doit présenter une gamme de taille variée, composée à la fois de blocs de roche (prélevés sur site ou d'apport), de matériaux grossiers et fins, complétés le cas échéant, par des argiles ou des limons.

Les coupes et schémas ci-dessous présentent, les aménagements prévus dans les fonds d'ouvrages.





Nota : cette forme cintrée du lit sera réalisée sur l'ensemble du linéaire des cours d'eau.

Le **profil en long du fond de forme sera diversifié** afin de permettre la création d'une **alternance "radier/ mouille"**. Le terrassement du nouveau lit anticipera la recharge sédimentaire sur une épaisseur de 50 cm en moyenne.

En synthèse, les caractéristiques des radiers sont les suivantes (Cf. Bramard et Boutet-Berry, 2017) :

Les différences altimétriques entre radiers et mouilles ne seront pas modelées uniquement dans l'apport de matériaux mais seront réglées au moment du terrassement du « fond de forme » du lit. Cela permettra le maintien de fosses en eau indispensables dans le fonctionnement de ce type de cours d'eau intermittent (AFB, 2017).

La figure suivante schématise l'alternance radiers / mouilles le long d'une rivière.

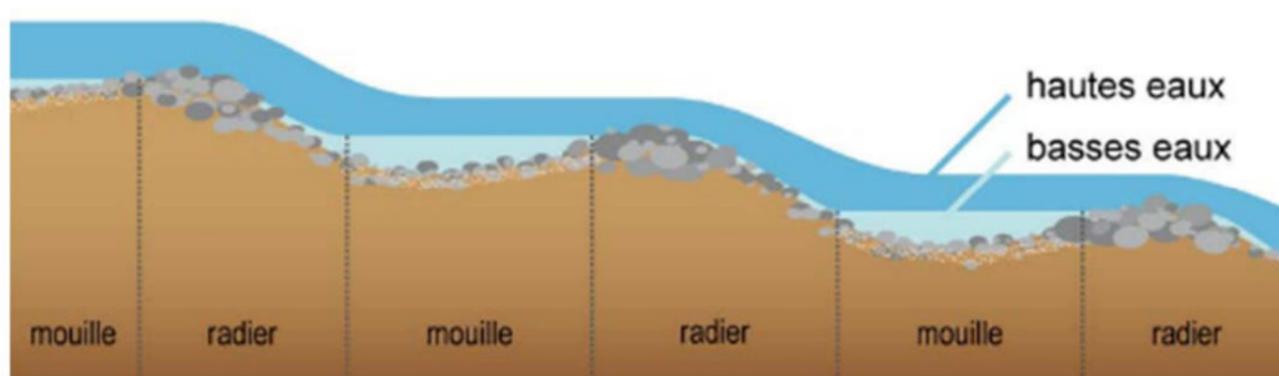


Figure 79 : Schéma illustrant l'alternance radiers/mouilles

Ci-dessous, quelques illustrations d'aménagement d'un lit d'un cours d'eau suite à un dérasement de seuil, effectué sur la Turdine, à l'Arbresle, qui présentait une largeur de lit similaire :



Figure 80: Photos et suivi de travaux de deux dérasements de seuils réalisés par l'équipe INGEROP

7.2.3.10 Principes d'aménagements des berges

7.2.3.10.1 Principe de dimensionnement et calage des empièvements

L'arasement du seuil va faire l'objet d'un rééquilibrage, principalement en déblai, du profil en long des deux cours d'eau, s'accompagnant d'une augmentation de la pente sur le Janon et le Ricolin. Afin de pallier tout risque d'érosion et d'incision, dans les nouveaux lits, des seuils de fonds seront implantés, avec une reprise des protections de berges qui ne seront plus adaptées à l'approfondissement projeté.

Le secteur étudié se trouve en pleine zone urbaine, avec les contraintes qui en découlent (importance de proposer des techniques adaptées aux contraintes du site). Pour cela dans les zones avec contraintes hydrauliques importantes sera privilégiée une technique mixte constituée par un empièchement de pied de berge, surmonté de lits de plants et plançons, dont le niveau d'implantation serait calé entre Q2 et Q5 pour la partie minérale et Q10 pour la partie végétale.

Cet empièchement sera constitué comme suit :

- Réalisation d'une bêche de stabilisation de l'ouvrage implantée 50 cm en dessous du futur lit du cours d'eau (profil en long avec une pente de 0.8%),
- Constitution d'un empièchement de pied de berge avec sabot parafouille (+géotextile synthétique pour garantir l'étanchéité de l'ouvrage), dont la hauteur a été fixée pour une crue d'occurrence proche de 2 ans. La solution optimale « gestion de l'érosion et biologie des milieux » devrait situer la hauteur des blocs (diamètre 40-60 cm) de +50 à +100 cm au-dessus du niveau du futur fond.

7.2.3.10.2 Forces d'arrachement

Le premier calcul porte sur la force tractrice exercée par l'écoulement du Janon et du Ricolin et de son potentiel érosif. Il est donc nécessaire d'estimer cette tension de frottement, appelée aussi force d'arrachement, afin de déterminer les techniques végétales capables de résister à cette force. Pour les cours d'eau de largeur importante, nous admettons que le rayon hydraulique est à peu près égal à la hauteur d'eau, donc :

$$\tau = \rho R J \sim \rho h l$$

τ : force tractrice (N/m^2), ρ : poids unitaire de l'eau (9810 kg/m^3), h : hauteur d'eau (m), J : pente d'énergie

L'utilisation de la hauteur d'eau dans la formule donne des valeurs de contrainte légèrement supérieures, ce qui amène à la prise en compte d'un facteur de sécurité en surestimant les contraintes d'arrachement. L'effet de sinuosité doit aussi être pris en compte, en effet, la force d'arrachement est plus élevée dans la courbe externe d'un méandre, un facteur multiplicatif de 1.1 permet de palier à la sous-estimation de la contrainte dans les méandres pour un cours d'eau légèrement sinueux. De plus, un facteur multiplicatif de 0,77 permet d'obtenir les contraintes sur la berge à partir des contraintes exercées sur le fond.

Le tableau suivant présente les résultats pour le Janon. Pour chaque profil est attribuée une force d'arrachement pour des berges concaves et droites pour 3 occurrences différentes (10 ans, 50 ans et 100 ans).

Forces d'arrachement (avec h eau)						
Berge Q10 (N/m^2)	Berge concave Q10 (N/m^2)	Berge Q50 (N/m^2)	Berge concave Q50 (N/m^2)	Berge Q100 (N/m^2)	Berge concave Q100 (N/m^2)	PROFIL
39	43	15	17	14	16	-4361
37	40	15	17	11	12	-4458
5	5	4	5	4	4	-4500
OH4500 - Sous Bretelle de sortie RN88						
359	395	14	15	9	10	-4532
3	3	4	4	4	4	-4568
2	3	1	1	1	1	-4585
2	2	2	3	2	2	-4588
2	2	2	2	2	2	-4588
OH4621 - Sous RN88						
220	242	307	337	335	369	-4622
247	272	16	18	12	13	-4626
29	31	25	27	24	26	-4628
29	32	25	28	24	27	-4630
19	21	17	19	16	18	-4631
9	10	8	8	7	8	-4632
12	13	9	10	8	8	-4633
OH4636 - Sous Barreau						
11	12	12	13	10	11	-4640
13	14	11	12	10	11	-4750
56	61	59	65	50	55	-4780
21	23	29	31	30	33	-4782
OH4781 - Sous Impasse de la Magie						
133	146	169	186	179	197	-4800
217	239	286	315	299	329	-4808
194	213	258	284	272	300	-4810
178	196	240	264	262	288	-4825
151	166	254	279	298	328	-4845
127	140	176	193	170	186	-4875
48	53	77	85	80	88	-4900
21	23	35	39	38	42	-4925
28	30	43	47	45	49	-4928
21	23	36	40	39	42	-4938
89	98	362	398	457	503	-4964
69	76	284	312	302	332	-4975

Figure 81 : Synthèse des forces d'arrachement pour une crue décennale, cinquantennale et centennale sur le Janon

Le tableau suivant synthétise les résultats de force d'arrachement sur le Ricolin. De la même façon que précédemment, les forces d'arrachement ont été calculées en chaque point pour des trois occurrences : 10 ans, 30 ans et 100 ans.

PROFIL	Forces d'arrachement					
	Berge Q10 (N/m ²)	Berge concave Q10 (N/m ²)	Berge Q50 (N/m ²)	Berge concave Q50 (N/m ²)	Berge Q100 (N/m ²)	Berge concave Q100 (N/m ²)
3512	143	158	14	15	18	20
3502	9	10	1	2	2	2
3470	Ouvrage hydraulique amont					
3430	205	225	179	196	193	212
2460	208	229	307	338	337	371
2390	1096	1205	1130	1243	1215	1337
257	246	271	315	346	344	378
175	153	168	28	31	29	32
165	Ouvrage sous giratoire					
125	283	311	318	350	284	312
113	15	16	19	21	21	23
100	Ouvrage sous RD32					
98	75	82	104	114	117	128
95	386	425	554	610	633	696
50	99	109	6	6	2	3
28	1	1	1	1	1	1
18	2	3	2	2	2	2
0	7	7	7	7	6	7
-4780	6	7	6	7	5	6

Figure 82 : Synthèse des forces d'arrachement pour une crue décennale, cinquantennale et centennale sur le Ricolin

La figure suivante présente l'évolution de la vitesse du courant pour une crue centennale, sur le linéaire étudié du Ricolin :

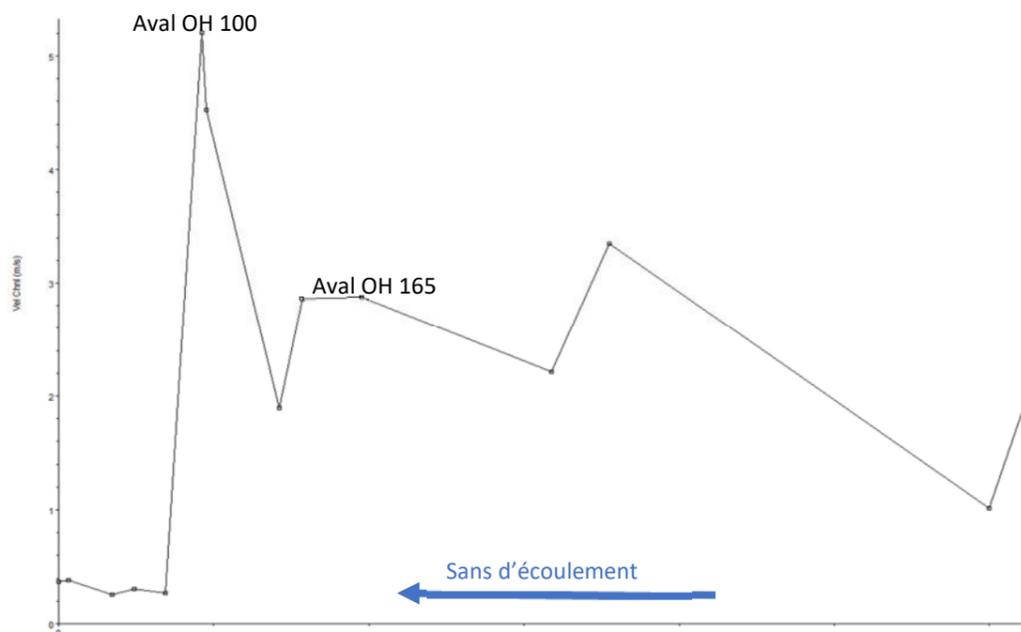


Figure 83 : Évolution des vitesses d'écoulement en fonction des profils modélisés sur le Ricolin

La figure suivante présente l'évolution de la vitesse du courant pour une crue centennale, sur le linéaire étudié du Janon :

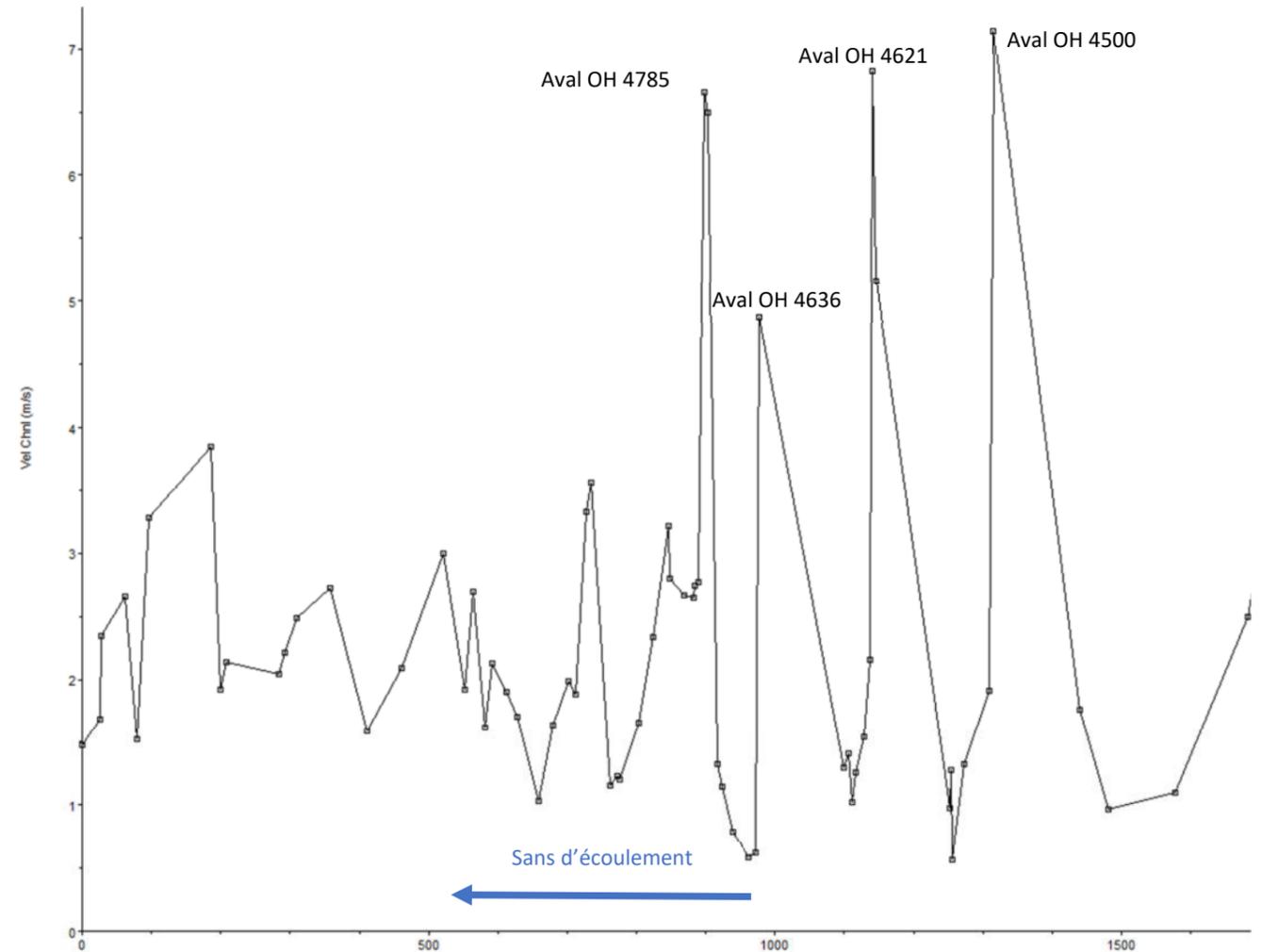


Figure 84 : Évolution des vitesses d'écoulement en fonction des profils modélisés sur le Janon

Les résultats de ces deux graphiques seront analysés secteur par secteur dans la partie suivante.

La figure suivante présente le diagramme de Hjulström, permettant de définir l'activité des sédiments présents dans le fond du lit en fonction de la vitesse d'écoulement.

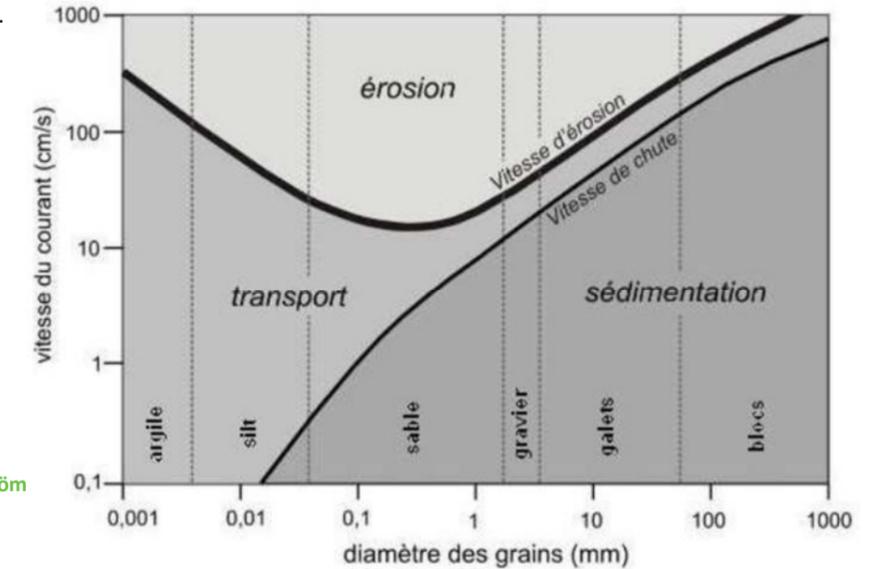


Figure 85 : Diagramme de Hjulström

La figure suivante présente l'évolution des forces d'arrachement sur le Janon et le Ricolin :



Le **secteur 1**, entre l'ouvrage sous la RN88 et celui du barreau nouvellement créé, présente des forces d'arrachement théoriques centennales allant de 70 N/m² à 350 N/m². Le renforcement en rive gauche sera assuré par un enrochement calé sur le niveau d'eau biennal, surmonté par quatre lits de plants et plançons. En rive droite, seul un enrochement sera réalisé. Pour une crue centennale, les blocs de diversification mis en œuvre dans ce secteur, de diamètre compris entre 400 et 600 mm (idem sur les autres tronçons), sont soumis à des vitesses de courant entre 5,15 et 6,82 m/s à la sortie de l'OH4500 (bretelle). D'après le diagramme de Hjulström présenté précédemment, la valeur maximale de 6,82 m/s s'approche du seuil limite permettant la remobilisation des blocs, à savoir environ 7 m/s environ. Cette vitesse est cependant théorique et reste ponctuelle, limitant le risque de remobilisation de ces blocs.

Sur le **secteur 2**, le Janon en amont de la confluence avec le Ricolin, les forces d'arrachement sont comprises entre 11 et 55 N/m². Un enrochement surmonté de deux étages de lits de plants et plançons assurera la protection de la berge rive gauche. En rive droite, le renforcement sera réalisé par la réalisation d'une fascine d'hélophytes ou de saules. La vitesse du courant maximale étant de 4,87 m/s sur ce tronçon, en sortie directe de l'OH4621 (RN88), les blocs mis en œuvre ne seront pas remobilisés pour une crue centennale, comme illustré sur le diagramme de Hjulström.

Entre l'ouvrage sous le giratoire nouvellement créé et l'ouvrage sous la RD32, le **secteur 3** présente des forces d'arrachement théoriques allant de 23 à 312 N/m². Le renforcement en rives gauche et droite sera assuré par la réalisation d'un enrochement jusqu'au niveau biennal surmonté de deux étages de lits de plants et plançons afin de garantir une protection des berges jusqu'à un niveau de crue décennale. Ce tronçon présente des vitesses de courant allant de 1,89 à 2,87 m/s en sortie de l'OH 165, pour une crue centennale, loin du seuil de remobilisation des blocs mis en œuvre.

Le **secteur 4**, sur le Ricolin entre l'ouvrage sous la RD32 et la confluence avec le Janon, les forces d'arrachement varient de 130 à 630 N/m² en aval direct de l'ouvrage, et sont inférieures à 10 N/m². En aval de l'ouvrage, un seuil de stabilisation ainsi que des enrochements en rive gauche et droite seront réalisés, tandis qu'en aval des fascines de saules ou d'hélophytes assureront le renforcement de la berge. Pour une crue centennale, les vitesses de courant sont comprises entre 4,52 et 5,21 m/s en sortie de l'OH100. Comme pour le tronçon précédent, ces vitesses sont inférieures au seuil de remobilisation.

Sur le **secteur 5**, en aval de la confluence, les forces d'arrachement théoriques varient de 90 à 330 N/m². Le renforcement des berges en rive gauche et droite sera assuré par un enrochement, surmonté de deux étages de lits de plants et plançons et rive gauche. En sortie de l'OH4785 (Impasse de la Magie), les vitesses de courant sont comprises entre 6,50 et 6,66 m/s, proches du seuil de remobilisation mais tout de même inférieures.

Les forces d'arrachement théoriques sur le **secteur 6**, en aval du seuil existant, varient de 40 à 50 N/m². La mise en place d'une fascine de hélophytes ou de saules, surmontés par l'implantation de boutures, permettra le renforcement de la berge en rive droite. Les vitesses de courant pour une crue centennale sur ce tronçon sont, comme pour les tronçons précédents, également inférieures au seuil de remobilisation des blocs, avec des valeurs allant de 1,03 à 3,57 m/s.

Le **secteur 7**, sur le Janon aval, les forces d'arrachement théoriques sont comprises entre 300 et 450 N/m². Aussi, un enrochement en rive droite sera réalisé jusqu'au niveau d'une crue biennale, surmonté par quatre étages de lits de plants et plançons jusqu'au niveau atteint par une crue d'occurrence décennale. La période de retour retenue pour la définition des aménagements de berges est la décennale. Avec une vitesse de courant maximale de 2,69 m/s sur ce tronçon, les blocs mis en œuvre ne seront pas remobilisés pour une crue centennale.

Nota : globalement, on remarque que les vitesses les plus fortes sont constatées en sortie d'ouvrage hydraulique, c'est pourquoi des seuils de stabilisation en aval sont prévus. Sur le reste du linéaire, l'ouverture du gabarit du secteur a permis la réduction des vitesses, en favorisant l'inondation du lit intermédiaire.

Les résultats de ces évolutions de forces d'arrachement peuvent ensuite être comparés à des valeurs limites ou « forces tractrices critiques » de résistance des végétaux. A ce titre, on mentionne fréquemment les résistances limites suivantes :

- Herbacées : 30-50 N/m² ;
- Herbacées bien adaptées, graminées : 50-80 N/m² ;
- Jeunes saules : 50-100 N/m² ;
- Fascine de saules et couche de branches à rejets et lit de plants et plançons : 250-300 N/m².

Le tableau suivant donne de manière plus précise la résistance des techniques envisagées sur la berge.

	Contraintes tractrice [N/m ²]		
	A la réalisation	1 à 2 ans après	3 ou 4 ans après
Enherbement	4 - 20	25 - 30	30 - 100
Saules		50 - 70	100 - 140
Plantation d'arbres	20		120
Lit de plants et plançons	20	120	140
Enrochements	Végétalisés	100 - 200	100 - 300
	Nus	250	250

Figure 86 : Résistance des techniques de renforcement de berges

Le renforcement des berges entre les OH 4636 et 4781 ne nécessitent pas forcément, au vu des résultats obtenus d'enrochements spécifiques. Un simple enherbement pourrait être pertinent dans ce secteur.

En revanche, en aval de l'ouvrage sous l'impasse de la Magie, ainsi qu'en aval direct de celui sous la RN88, les forces tractrices apparaissent comme très importantes. Dans ces secteurs, la mise en place d'enrochements sera obligatoire, avec un complément végétal sur les parties supérieures.

7.2.3.10.3 Végétalisation des berges

Une ripisylve sera alors recréée de manière systématique le long des cours d'eau afin de garantir un ombrage pour limiter l'élévation de la température de l'eau (fortement sensible compte tenu des faibles débits). Les essences implantées seront conformes à ce qui est observé sur le terrain : *Alnus glutinosa*, *Salix aurita*, *Salix atrocinerea*.

Un retrait de 1,5 m depuis la crête de berge sera appliqué pour l'implantation de la ripisylve afin de permettre les ajustements des cours d'eau et de limiter la concentration des écoulements qui pourraient favoriser l'incision.

La végétalisation des talus s'insèrera en cohérence avec la végétation adjacente en place : dans les secteurs prairiaux, les talus seront ensemencés avec une végétation herbacée et dans les secteurs boisés, les talus seront plantés avec une végétation arborescente ou arbustive.

L'origine des semences et la composition du mélange grainier feront l'objet d'une validation par le Maître d'œuvre. Autant que possible, les graines présenteront le label végétal local et seront obligatoirement originaire de France. Les variétés hybrides et cultivars seront prohibés.

Dans les secteurs boisés, les talus seront plantés avec des essences ligneuses autochtones.

Les espèces à planter dans les secteurs boisés pourront être les suivantes :

- Chêne pédonculé (*Quercus robur*),
- Hêtre (*Fagus sylvatica*),
- Charme (*Carpinus betulus*),
- Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*),
- Noisetier (*Corylus avellana*).

Les plants devront présenter le label végétal local. La densité de plantation sera de 1,5 plants / m².

L'origine des semences et la composition du mélange grainier feront l'objet d'une validation par le Maître d'œuvre. Autant que possible les graines présenteront le label végétal local et seront obligatoirement originaire de France. Les variétés hybrides et cultivars seront prohibés. Le mélange grainier pourra être composé de la manière suivante :

- Graminées
 - Agrostide capillaire (*Agrostis capillaris*),
 - Vulpin des prés (*Alopecurus pratensis*),
 - Flouve odorante (*Anthoxanthum odoratum*),
 - Fromental (*Arrhenatherum eliatius*),
 - Crételle des prés (*Cynosurus cristatus*),
 - Dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*),
 - Fétuque faux-roseau (*Festuca arundinacea*),
 - Fétuque des prés (*Festuca pratensis*),
 - Fétuque rouge gazonnante (*Festuca rubra* subsp. *Cummutata*),
 - Fétuque rouge traçante (*Festuca rubra* subsp. *Rubra*),
 - Houllue laineuse (*Holcus lanatus*),
 - Ray-grass anglais (*Lolium perenne*),
 - Fléole des prés (*Phleum pratense*),
 - Pâturin des prés (*Poa pratensis*),
 - Pâturin commun (*Poa trivialis*).
- Légumineuses
 - Lotier comiculé (*Lotus comiculatus*),
 - Minette (*Medicago lupulina*),
 - Trèfle des prés (*Trifolium pratense*),
 - Trèfle blanc (*Trifolium repens*).
- Autres
 - Achillée millefeuille (*Achillea millefolium*),
 - Pâquerette (*Bellis perennis*),
 - Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*).

Dans les secteurs boisés, les talus seront plantés avec des essences ligneuses autochtones. Les espèces à implanter dans les secteurs boisés pourront être les suivantes :

- Chêne pédonculé (*Quercus robur*),
- Hêtre (*Fagus sylvatica*),
- Charme (*Carpinus betulus*),
- Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*),
- Noisetier (*Corylus avellana*).

Les lits de plants et plançons seront caractérisés selon les espèces suivantes :

- Pour les plants
 - Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*),
 - Noisetier (*Corylus avellana*),
 - Fusain (*Evonymus europaeus*),
 - Troène commun (*Ligustrum vulgare*),
 - Sureau noir (*Sambucus nigra*),
 - Viorne lantane (*Viburnum lantana*),
 - Viorne obier (*Viburnum opulus*).
- Pour les plançons
 - Saule cendré (*Salix cinerea*),
 - Saule pourpre (*Salix purpurea*),
 - Saule à trois étamines (*Salix triandra*),
 - Saule des vaniers (*Salix viminalis*).

7.2.3.11 Traitement de la Renouée du Japon

Le contrat de rivière du Gier et de ses affluents exige, de traiter la problématique des espèces invasives (Renouée du Japon).

Le traitement de la Renouée du Japon s'effectue par arrachage et évacuation, par dégrappage des rhizomes et évacuation des matériaux impropres sur une profondeur moyenne de 1 mètre. Afin d'optimiser, le chiffrage pour le traitement de cette espèce invasive, nous avons fait faire un relevé des zones infectées par la plante. Pour information, la surface totale de Renouée à extraire est estimée à 1165 m². La vue en plan suivante présente le résultat de ces relevés.

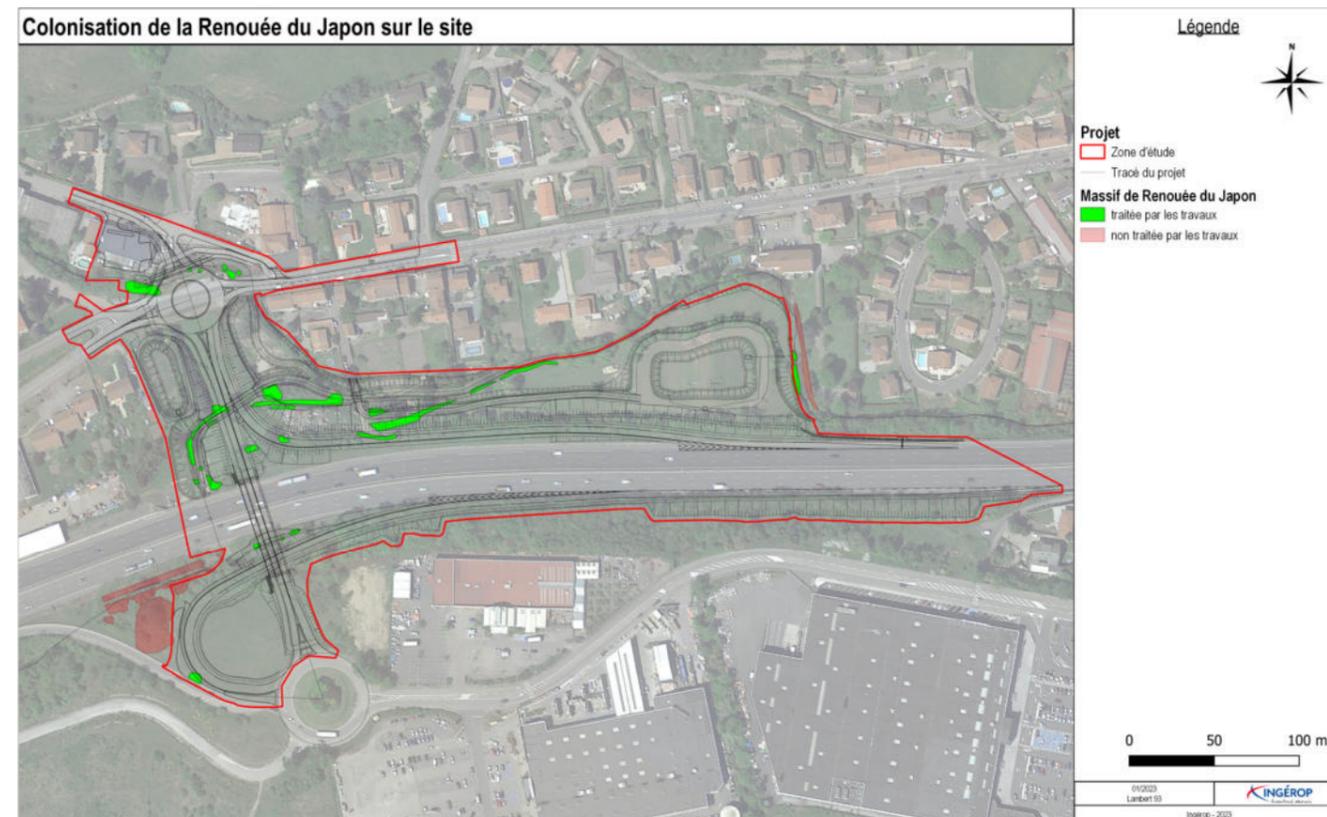


Figure 87 : Vue en plan de la colonisation de la Renouée du Japon sur le site

Le traitement de la Renouée du Japon ne sera réalisé que dans l'emprise des travaux, entre l'aval de l'OH RN88 et l'aval du bassin DIRCE (symbolisé en vert sur la vue en plan ci-dessus). La Renouée non traitée est quant à elle représentée en rouge.

Ainsi, les secteurs symbolisés en rouge ne seront pas traités dans les travaux.

En effet, le traitement de la Renouée du Japon le long de la RN88, au sud, nécessiterait la dépose complète des enrochements et du mur de soutènement en rive gauche stabilisant actuellement l'infrastructure routière. Mise à part le coût important que cela occasionnerait, la dépose de ces éléments engendrerait un risque non négligeable sur la stabilité de la section. En rive droite, le traitement de la Renouée induirait des terrassements trop importants, et par conséquent des coûts conséquents, et la suppression de la ripisylve (300 k € HT).

Le secteur à l'est de la zone d'étude, à proximité des bassins DIRCE, est situé quant à lui en dehors de limite DUP, sur des parcelles privées.

Le traitement de la Renouée du Japon dans ce secteur ne sera donc réalisé qu'en rive droite, dans la zone concernée par les travaux.



Figure 88 : Vue en plan du talus de la RN88

Le procédé suivant pourrait être une solution intéressante, pour le traitement des déblais contaminés par la partie souterraine de la plante. Les photos suivantes illustrent cette problématique :



Figure 89 : Colonisation de la Renouée du Japon sur le site

La procédure envisageable et ayant fait ses preuves sur d'autres projets envahis par cette espèce (bassin versant de l'Yzeron, de la Brévenne et de la Turdine dans le Rhône) est la suivante :

Il faut faire sécher la plante, la transporter dans un bac ou un camion ayant une bâche, et la brûler.

Le devenir des déblais se décline sous deux modes d'évacuation en fonction de leurs natures :

- Les matériaux contaminés par la Renouée du Japon (après un criblage des terres) seront évacués vers une plateforme de retraitement de ce type de matériaux.



Figure 90 : Procédure de criblage – concassage

- Les matériaux de berge non-contaminés par des espèces invasives, seront évacués par l'entreprise. Le développement d'espèces végétales invasives est favorisé par les travaux via les engins qui véhiculent de nombreuses graines ou rhizomes dans leurs pneus ou chenilles. L'impact du développement de ces espèces peut être significatif sur la flore et les habitats locaux.

Sur le tronçon considéré, les berges des cours d'eau du secteur sont particulièrement concernées par la prolifération de ces espèces invasives et envahissantes (Renouée principalement). Dans le cadre des travaux, les berges feront l'objet de remaniement.

Afin de limiter au maximum le risque de propagation de la Renouée du Japon, les matériaux manipulés feront l'objet de criblage/concassage.

Cette méthode déjà éprouvée en Rhône-Alpes consiste à faire subir aux matériaux contaminés un protocole précis afin d'éradiquer le pouvoir de reprise des rhizomes.

- Les foyers de Renouée sont précisément localisés lors du piquetage préalable aux interventions en prenant soin de délimiter une zone tampon autour de ces derniers ;
- Les parties aériennes des Renouées du Japon sont préalablement coupées, stockées sur bâche pendant 10 jours puis broyées ;
- Les volumes tassés sont criblés avec une maille de 0/20mm. La fraction criblée est alors exempte de rhizomes et peut être utilement réemployée en nappage sur les talus tassés, afin d'êtreensemencée ;
- Le refus de criblage (> à 20mm) est concassé à l'aide d'un concasseur à percussion en circuit fermé avec une maille de 20mm.

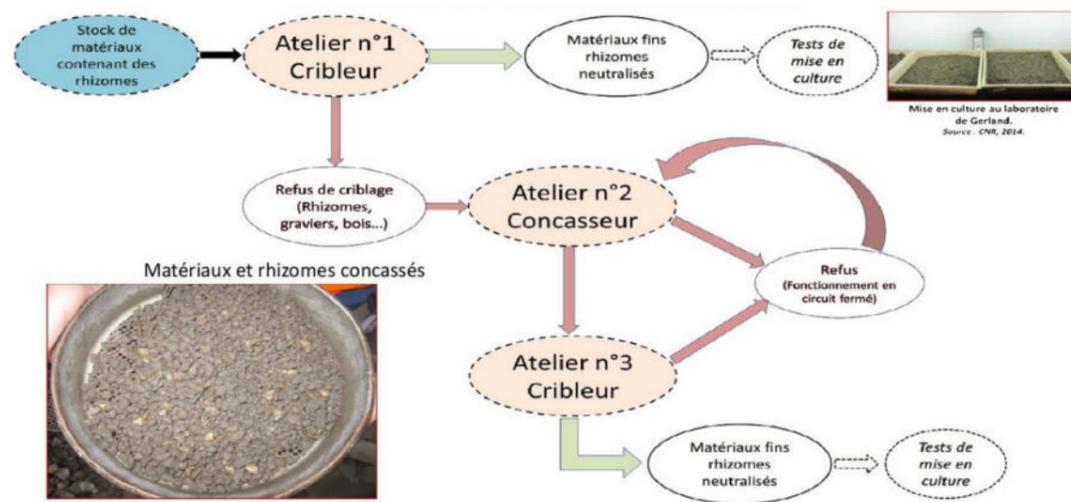


Figure 91 : Illustrations des opérations de criblage : concassage des terres contaminées par la Renouée du Japon avant leur réemploi – SYRIBT 2017

L'ensemble des matériaux ainsi criblés/concassés et n'étant pas destinés à une réutilisation sur site sera évacué vers des centres de stockages de matériaux inertes.

Ces sites seront laissés à l'appréciation de l'entreprise titulaire du marché. En tout état de cause, les déblais courants évacués seront soumis à l'agrément du Maître d'Œuvre.

L'entreprise doit impérativement chercher à optimiser les volumes d'évacuation des matériaux contaminés par la Renouée du Japon.

Une fois les terrassements terminés et le traitement des matériaux contaminés évacués, une remise en œuvre de terre végétale propre, exempte de toute trace de cette plante, sera renappée sur l'ensemble des surfaces traitées, et ensencées, dans l'attente des plantations ligneuses qui seront plantées afin de concurrencer d'éventuelle repousse.

7.2.4 Description des aménagements projetés

Il est important de rappeler que le dérasement du seuil à l'aval de la base de l'ouvrage sous l'impassé de la Magie modifie de façon significative les pentes des deux profils en long, sur le Janon et le Ricolin. L'augmentation de cette pente permet un regain de capacité hydraulique des deux cours d'eau (en supprimant la contrainte aval).

La solution proposée par HTV en 2014 consistait à réaliser un gué submersible de buses ϕ 600. Cela permettait de réduire significativement l'aléa d'inondation en amont de l'ouvrage mais présentait certaines limites :

- Franchissabilité piscicole non résolue (notamment en raison des vitesses d'écoulement) ;
- Modification significative de l'altimétrie de la voirie d'accès (notamment dans des emprises privées en dehors de la DUP) ;
- Ajout de contraintes hydrauliques : la surverse provoquerait d'importantes contraintes aval qui renforceraient le caractère infranchissable (création d'une fosse et difficulté à maintenir le profil en long) ;
- Ajout d'une grosse problématique d'obstruction par des embâcles (entretien très important).

Dans le scénario retenu en phase AVP, les deux ouvrages projetés sous l'infrastructure routière, présente les caractéristiques suivantes : 4 mètres de largeur pour le lit vif plus 1,5 mètres de banquettes faune, pour une hauteur de 4 m.

La modification de l'ouvrage sous l'impassé de la Magie permet un abaissement conséquent de la ligne d'eau obtenue, limitant ainsi le risque d'inondation.

7.2.4.1 Secteur entre l'OH 4621 sous la RN88 et l'OH 4636 sous le barreau routier

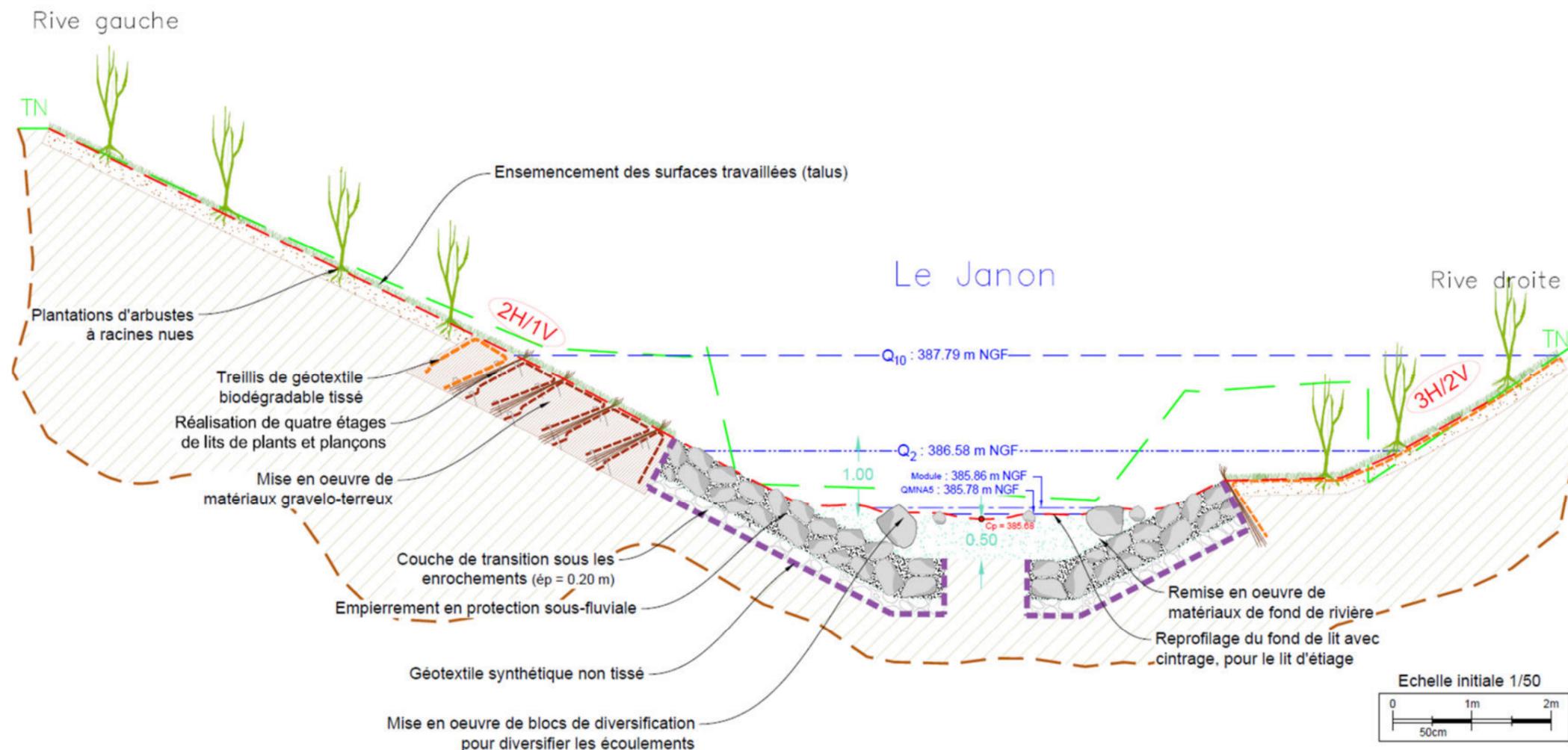
L'aménagement de la berge rive gauche se compose de la façon suivante :

- Démontage des enrochements existants, tri et récupération des blocs de petit gabarit pour réutilisation dans le cadre du chantier ;
- Constitution d'un empierrement de pied de berge avec sabot parafeuilles (+géotextile synthétique non tissé pour garantir l'étanchéité de l'ouvrage), dont la hauteur a été fixée pour une crue d'occurrence proche de 2 ans. La solution optimale, gestion de l'érosion et biologie des milieux, devrait situer la hauteur des blocs (diamètre 40 - 60 cm) à 100 cm au-dessus du niveau du futur fond ;
- Mise en œuvre de terre végétale sur 20 cm ;
- Terrassement des berges selon des pentes adoucies (de l'ordre de 2H/1V) ;
- Mise en œuvre de quatre étages de lits de plants et plançons entre Q_2 et Q_{10} ;
- Fourniture et mise en œuvre de matériaux gravo-terreux d'apport, et pose d'un géotextile biodégradable agrafé ;
- Replantation d'arbustes d'espèces adaptées au milieu au-dessus des lits de plants et plançons ;
- Ensemencement des surfaces travaillées au moyen d'un mélange grainier adapté.

L'aménagement de la berge rive droite se compose de la façon suivante :

- Constitution d'un empierrement avec sabot parafeuilles (+géotextile synthétique pour garantir l'étanchéité de l'ouvrage) ;
- Mise en œuvre de terre végétale sur 20 cm ;
- Terrassement des berges selon des pentes adoucies (de l'ordre de 2H/1V puis 3H/2V) ;
- Replantation d'arbustes d'espèces adaptées au milieu au-dessus des lits de plants et plançons ;
- Ensemencement des surfaces travaillées au moyen d'un mélange grainier adapté.

Figure 92 : Coupe des aménagements projetés entre l'OH4621 et l'OH4636



7.2.4.2 Secteur entre l'OH4636 sous le barreau routier et l'OH4781 impasse de la Magie

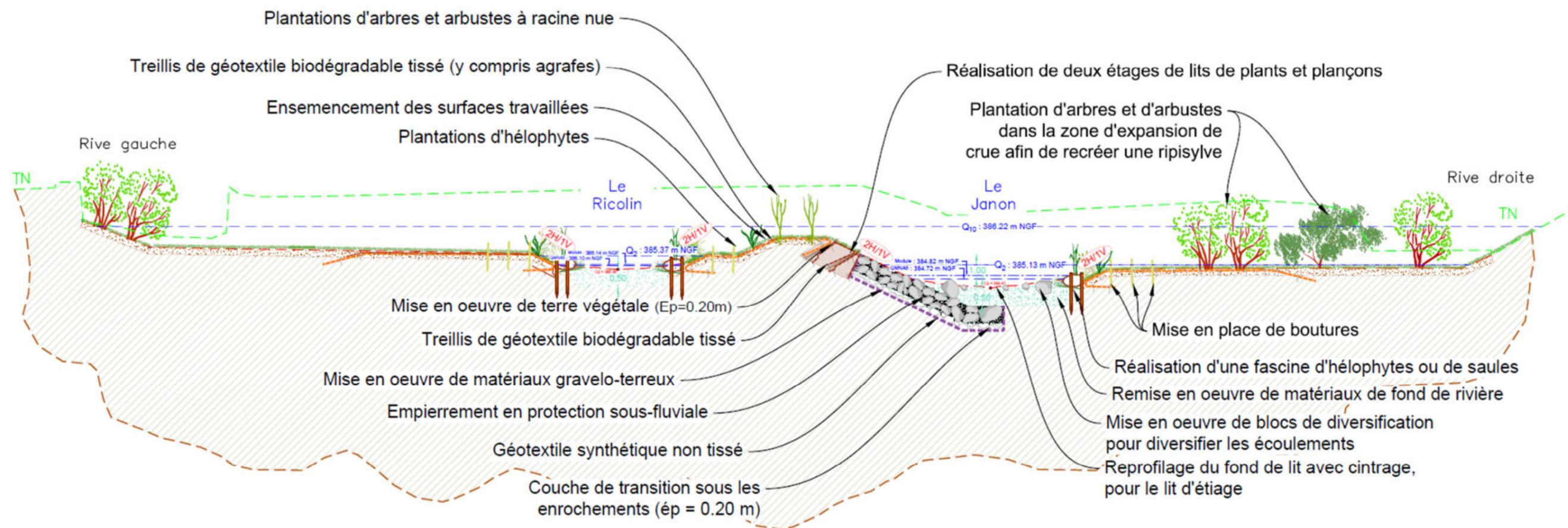
L'aménagement du Janon se compose de la façon suivante :

- Démontage des enrochements existants, tri et récupération des blocs de petit gabarit pour réutilisation dans le cadre du chantier ;
- Constitution d'un empierrement de pied de berge avec sabot parafeuille (+géotextile synthétique non tissé pour garantir l'étanchéité de l'ouvrage), dont la hauteur a été fixée pour une crue d'occurrence proche de 2 ans. La solution optimale, gestion de l'érosion et biologie des milieux, devrait situer la hauteur des blocs (diamètre 40 - 60 cm) à 100 cm au-dessus du niveau du futur fond ;
- Création d'une fascine d'hélophyte ou de saules en rive droite ;
- Terrassement des berges selon des pentes adoucies (de l'ordre de 2H/1V) ;
- Mise en œuvre de lits de plants et plançons aux environs entre Q₂ et Q₁₀ ;
- Fourniture et mise en œuvre de matériaux gravo-terreux d'apport, et pose d'un géotextile biodégradable agrafé ;
- Replantation d'arbustes d'espèces adaptées au milieu au-dessus des lits de plants et plançons ;
- Ensemencement des surfaces travaillées au moyen d'un mélange grainier adapté.

L'aménagement du Ricolin se compose de la façon suivante :

- Plantation d'hélophytes en milieu de berge ;
- Plantation d'arbres et d'arbustes à racine nue en rive droite ; rive commune avec la Janon ;
- Terrassement des berges selon des pentes adoucies (de l'ordre de 2H/1V) ;
- Ensemencement des surfaces travaillées au moyen d'un mélange grainier adapté.

Figure 93 : Coupe des aménagements projetés entre l'OH4636 et l'OH4781



7.2.4.3 Secteur entre l'OH4781 impasse de la Magie et la zone de compensation

Dans ce secteur, le seuil identifié sur le Janon fera l'objet d'un arasement total. Actuellement, ce dernier constitue une contrainte majeure au regard de la continuité écologique du fait notamment de sa hauteur de chute trop importante.

L'aménagement de la berge rive gauche se compose de la façon suivante :

- Démontage des enrochements existants, tri et récupération des blocs de petit gabarit pour réutilisation dans le cadre du chantier ;
- Constitution d'un empierrement de pied de berge avec sabot para fouille (+géotextile synthétique non tissé pour garantir l'étanchéité de l'ouvrage), dont la hauteur a été fixée pour une crue d'occurrence proche de 2 ans. La solution optimale, gestion de l'érosion et biologie des milieux, devrait situer la hauteur des blocs (diamètre 40 - 60 cm) à 100 cm au-dessus du niveau du futur fond ;
- Terrassement des berges selon des pentes adoucies (de l'ordre de 2H/1V) ;
- Mise en œuvre de lits de plants et plançons aux environs entre Q_2 et Q_{10} ;
- Fourniture et mise en œuvre de matériaux gravo-terreux d'apport, et pose d'un géotextile biodégradable agrafé ;
- Replantation d'arbustes d'espèces adaptées au milieu au-dessus des lits de plants et plançons ;
- Ensemencement des surfaces travaillées au moyen d'un mélange grainier adapté ;

L'aménagement de la berge rive droite se compose de la façon suivante :

- Constitution d'un empierrement avec sabot para fouille (+géotextile synthétique pour garantir l'étanchéité de l'ouvrage), dont la hauteur a été fixée au même niveau que précédemment ;
- Mise en œuvre de terre végétale sur 20 cm ;
- Terrassement des berges selon des pentes adoucies (de l'ordre de 2H/1V puis 3H/2V) ;
- Recréation d'une ripisylve en haut de berge avec la plantation d'arbres adaptés ;
- Ensemencement des surfaces travaillées au moyen d'un mélange grainier adapté.

Figure 94 : Coupe des aménagements projetés entre l'OH4781 et la zone de compensation

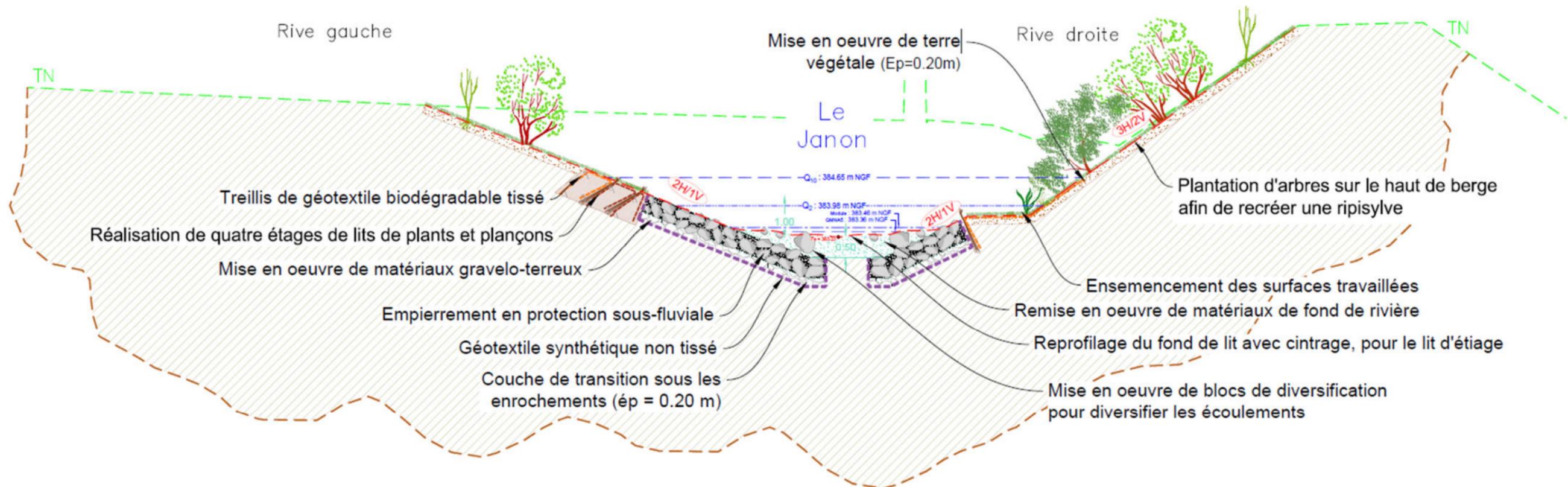


Figure 96 : Coupes des aménagements projetés sur le Janon au droit du bassin DIRCE

7.2.4.4 Secteur en aval de la zone de compensation

L'aménagement de la berge rive droite se compose de la façon suivante :

- Une banquette sera réalisée afin de favoriser les débordements en dehors du lit vif et ainsi stocker les eaux en période de crues dans la zone d'expansion ;
- Terrassement des berges selon des pentes adoucies (de l'ordre de 2H/1V) ;
- Réalisation d'une fascine d'hélophytes ou de saules ;
- Mise en œuvre de terre végétale sur 20 cm ;
- Recréation d'une ripisylve dans la zone d'expansion avec la plantation d'arbres adaptés ;
- Ensemencement des surfaces travaillées au moyen d'un mélange grainier adapté.

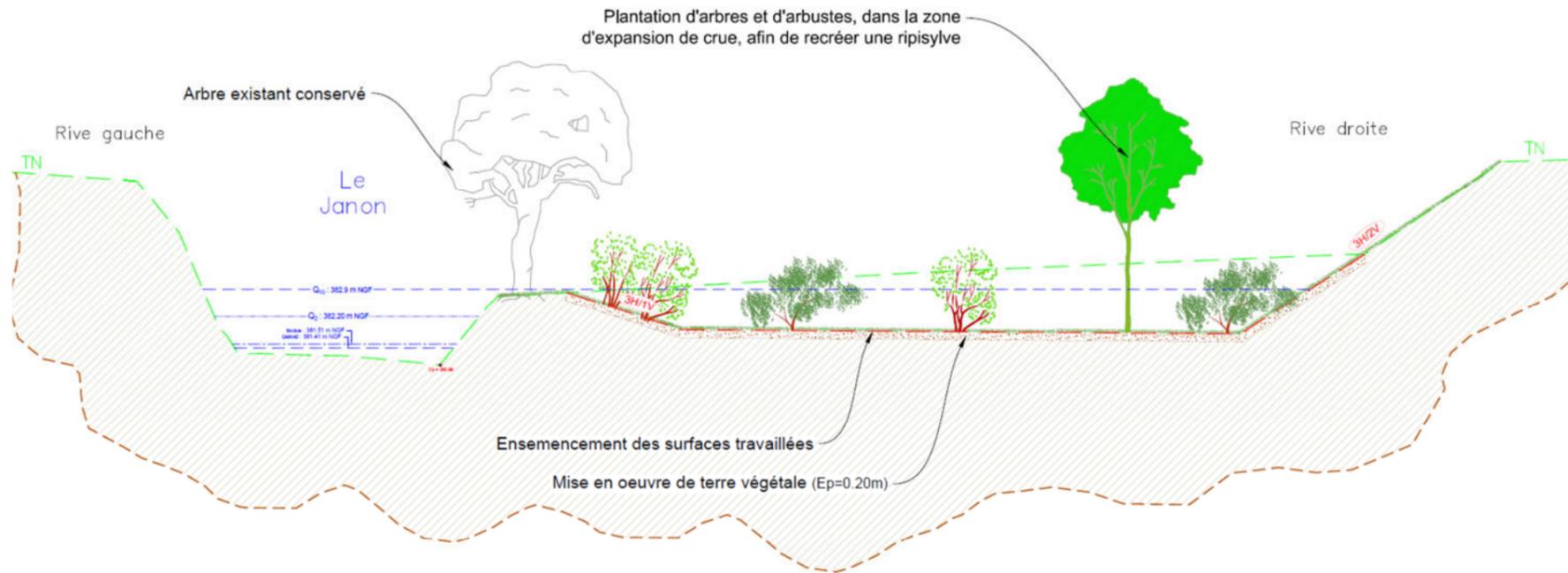
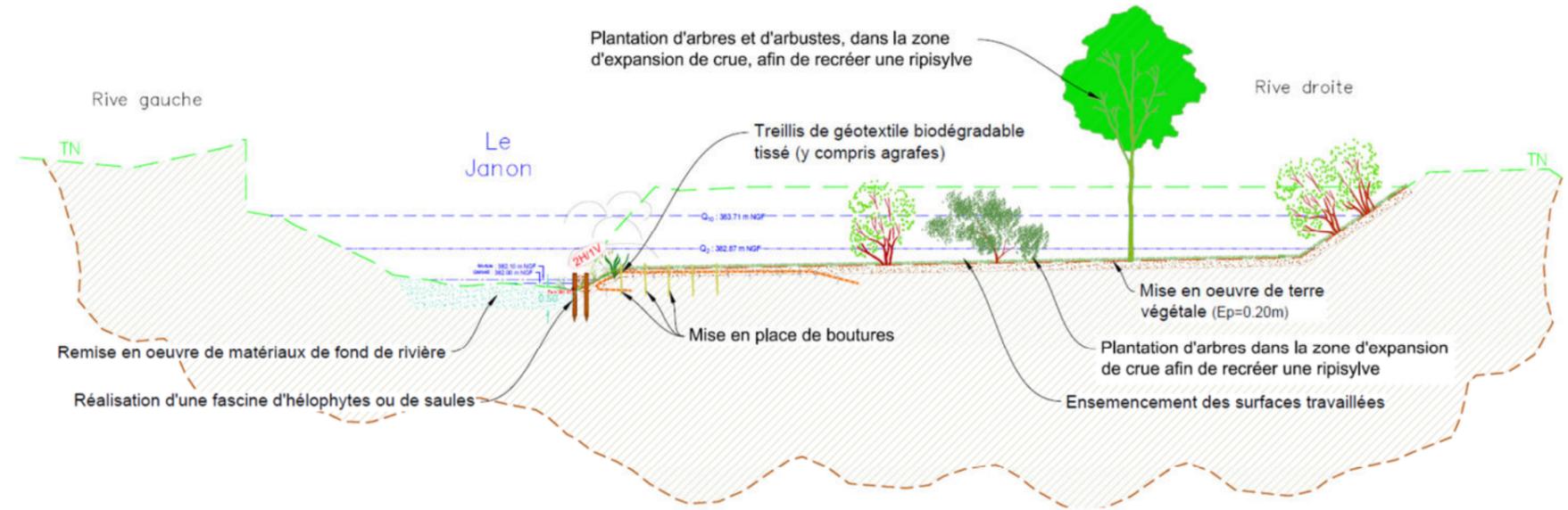
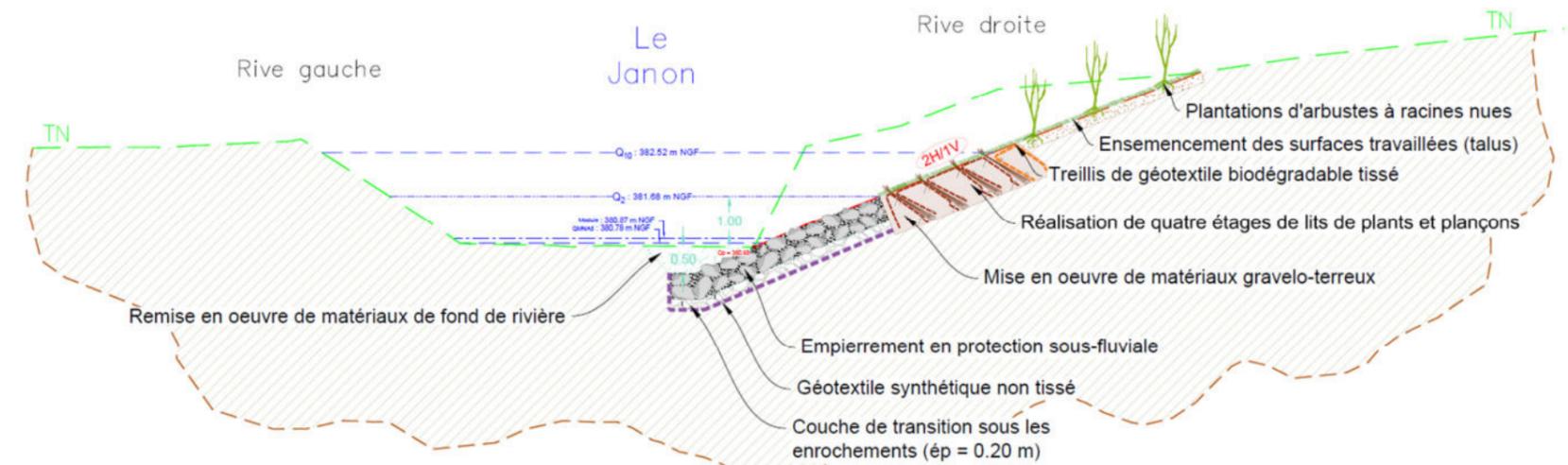


Figure 95 : Coupe des aménagements projetés sur le Janon à l'aval du bassin DIRCE



7.2.4.5 Description de la compensation hydraulique

Comme expliqué précédemment, une compensation volume pour volume est indispensable. Ainsi, les aménagements projetés prévoient un volume compensé de 10 835 m³, pour un volume à compenser équivalent à 9004 m³.

Le tableau ci-dessous synthétise les volumes de déblais et remblais pour chacun des secteurs :

Secteur	Volume à compenser	Volume compensé
Secteur 1	6012 m ³	3800 m ³
Secteur 2	2992 m ³	4540 m ³
Secteur 3	0 m ³	2495 m ³
TOTAL	9004 m³	10835 m³

Figure 97 : Synthèse des volumes pour la compensation hydraulique par secteur

La vue en plan ci-dessous présente les trois zones inondables créées, afin d'assurer la compensation hydraulique.

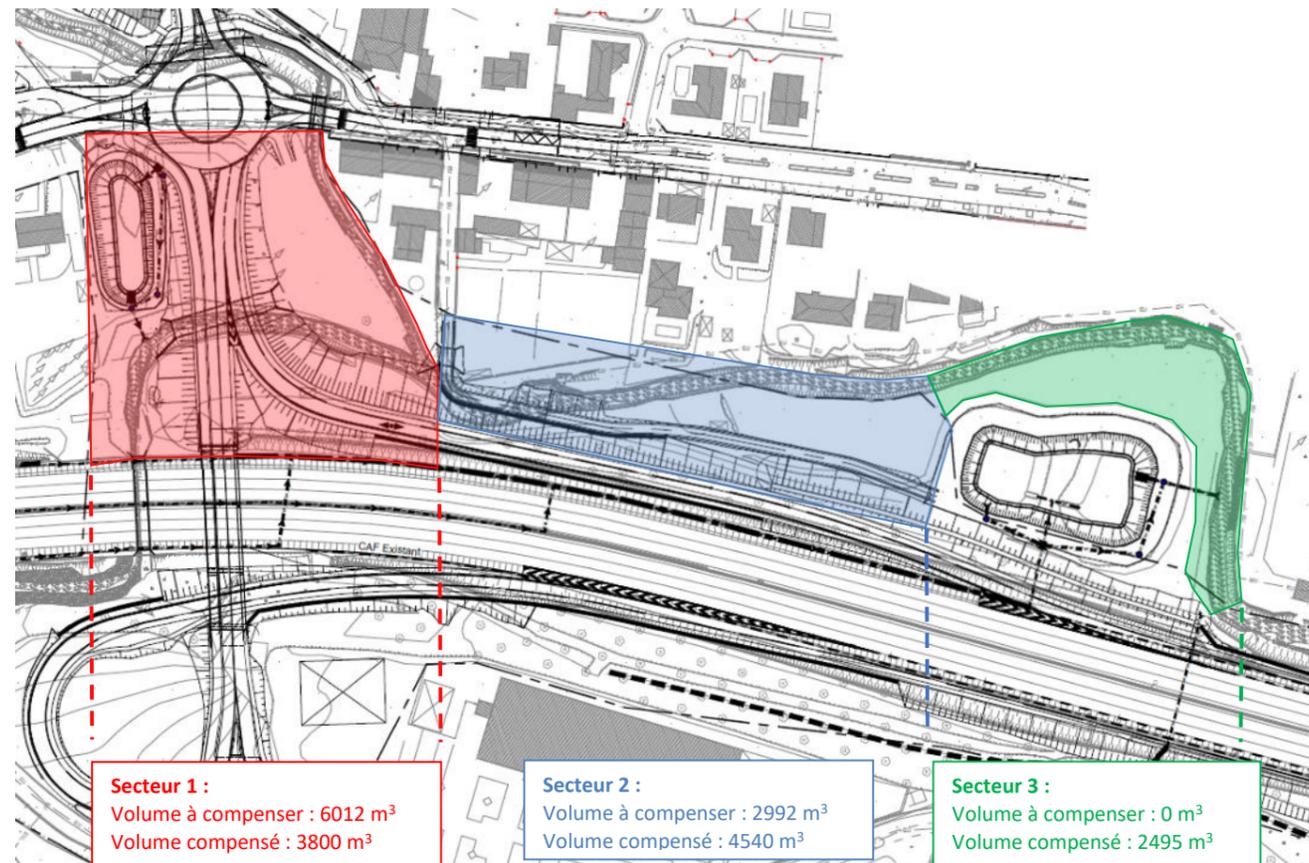
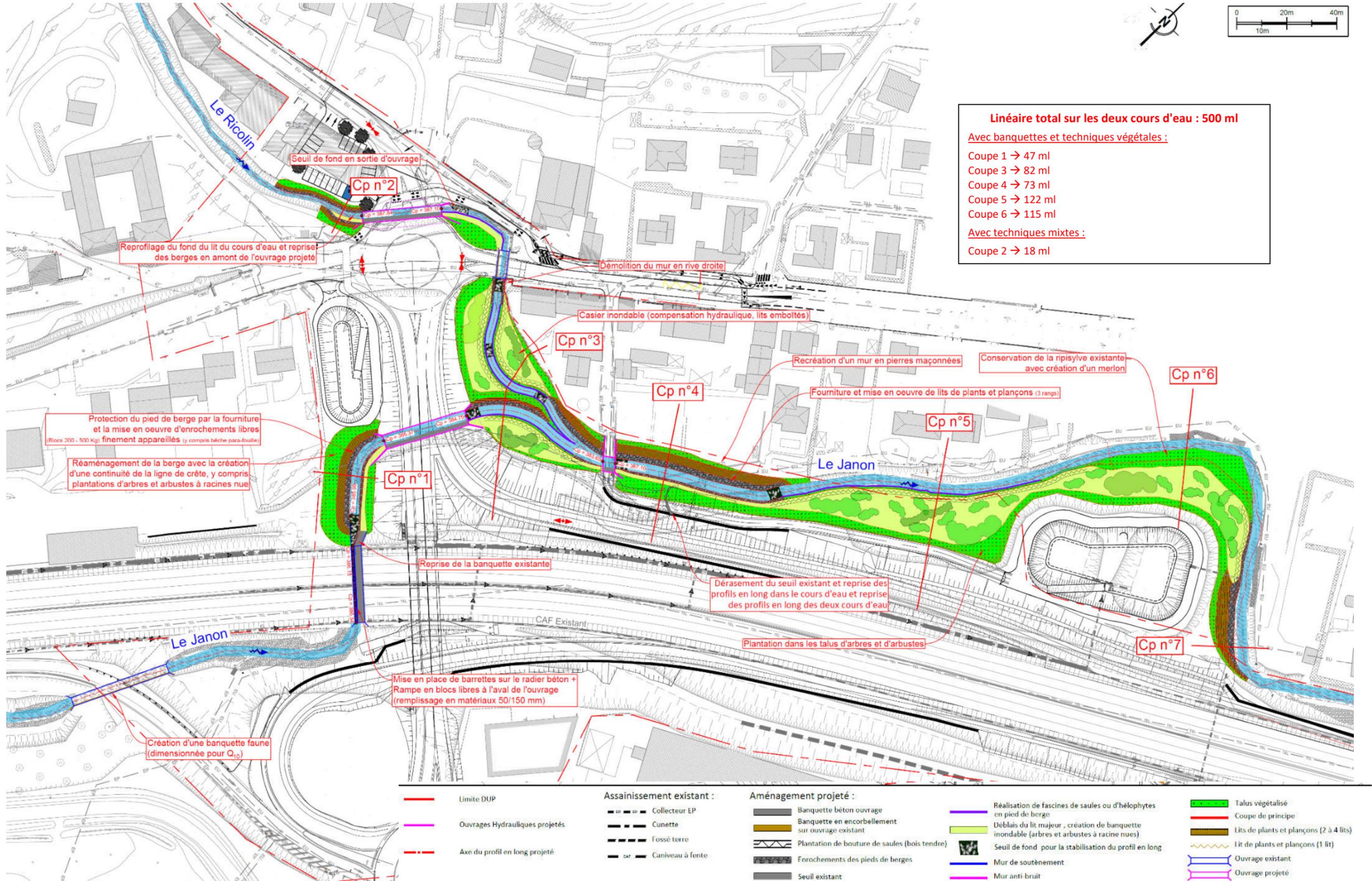


Figure 98 : Présentation des différentes zones inondables pour la compensation hydraulique

7.2.4.6 Tracé en plan des aménagements

La vue en plan suivante présente les aménagements projetés.

Figure 99 : Vue en plan détaillée des aménagements projetés



7.2.4.7 Analyse diachronique et comparative des tronçons témoins du Janon et du Ricolin

Les figures ci-dessous présentent l'analyse diachronique du Janon et du Ricolin entre la Carte d'Etat-Major (19e siècle) et le plan IGN actuel ou entre les orthophotos de 1953, avant la construction de la RN88 et 2019.

Sur la carte d'Etat-Major ci-dessous, deux secteurs sont similaires aux tracés du Janon et du Ricolin actuels (en bleu sur la figure ci-dessous). Ainsi, le Janon et le Ricolin en amont de la confluence présentent des tronçons témoins pouvant être utilisés pour valider la pertinence du projet proposé.

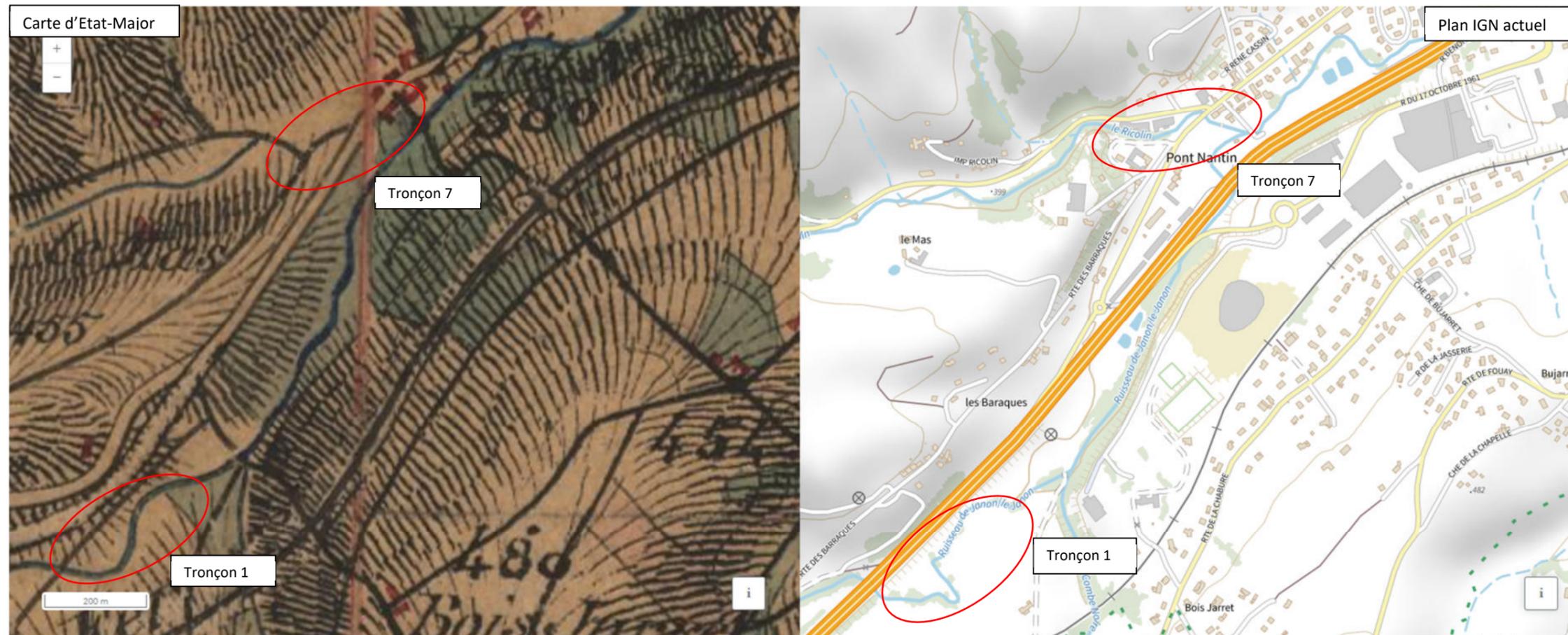


Figure 100 : Analyse diachronique entre la Carte d'Etat-Major et le plan IGN actuel

Plusieurs secteurs n'ont pas subi de modifications de tracé entre 1953 et 2019 (en bleu ci-dessous). Les deux tronçons identifiés précédemment se retrouvent également sur cette analyse, confirmant la présence de tronçons témoins. Trois autres secteurs, bien que plus impactés par l'anthropisation, présentent un tracé similaire entre 1953 et 2019 (secteur 2, 5 et 6). Le secteur 2 est impacté par la présence de remblais au droit de bassins de rétention, le secteur 5 par les bassins appartenant à la DIRCE, et le secteur 6 par le lotissement à proximité.

Les tronçons 3, 4 et 8 sont quant à eux repris par le projet présenté dans le présent dossier.

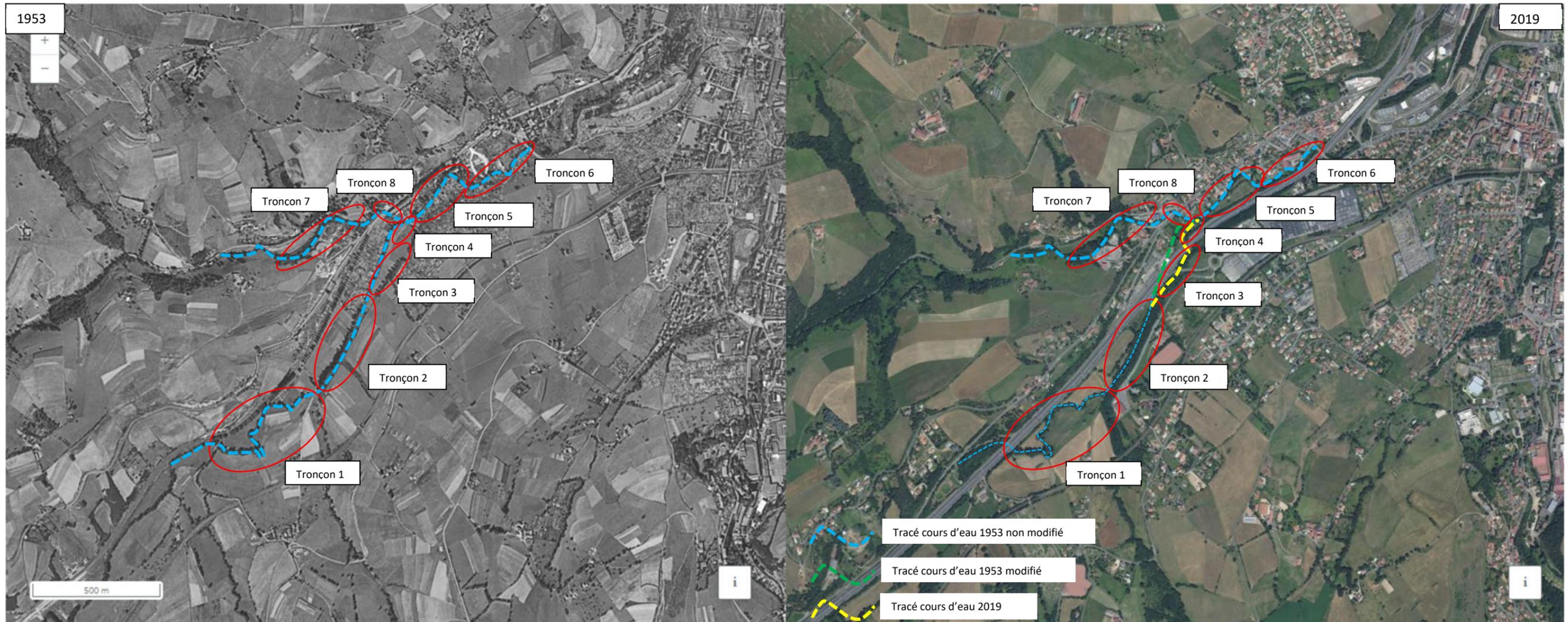


Figure 101 : Analyse diachronique entre les orthophotos de 1953 et 2019

La figure ci-dessous présente les différents secteurs analysés pour l'étude des tronçons témoins sur le Janon et le Ricolin. Les tracés projetés des cours d'eau sont représentés en bleu, et les différents secteurs analysés en rouge.

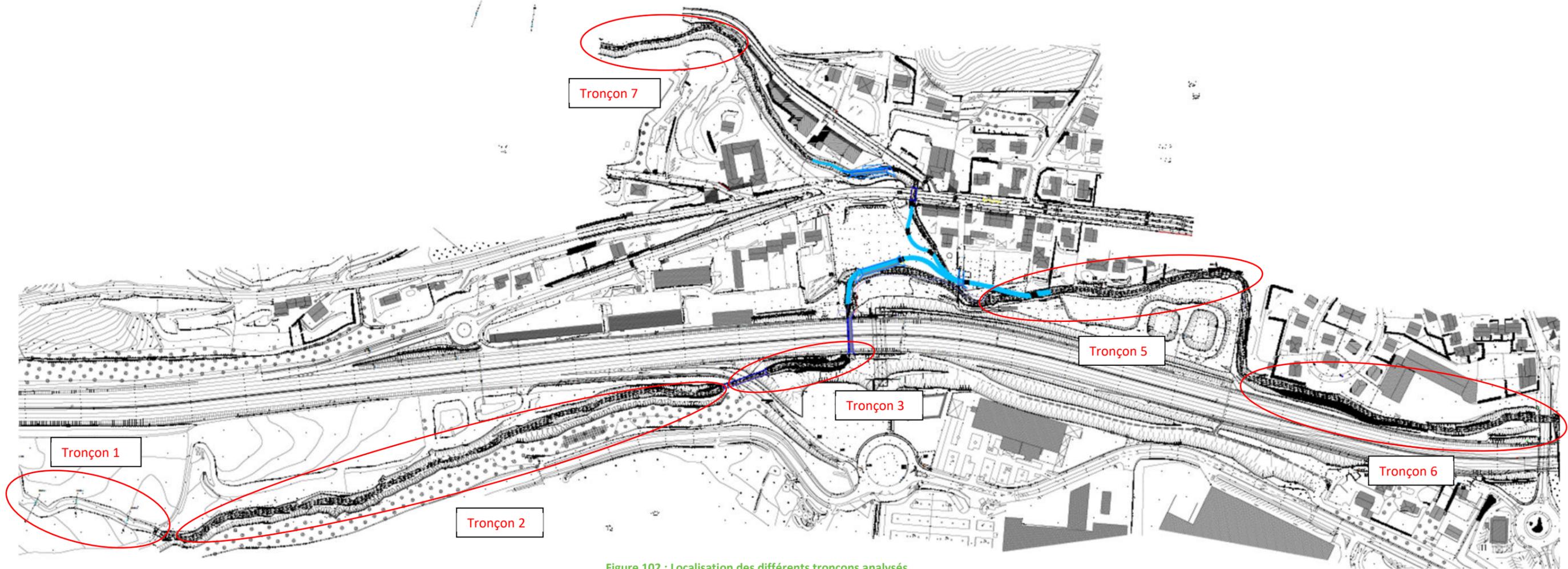
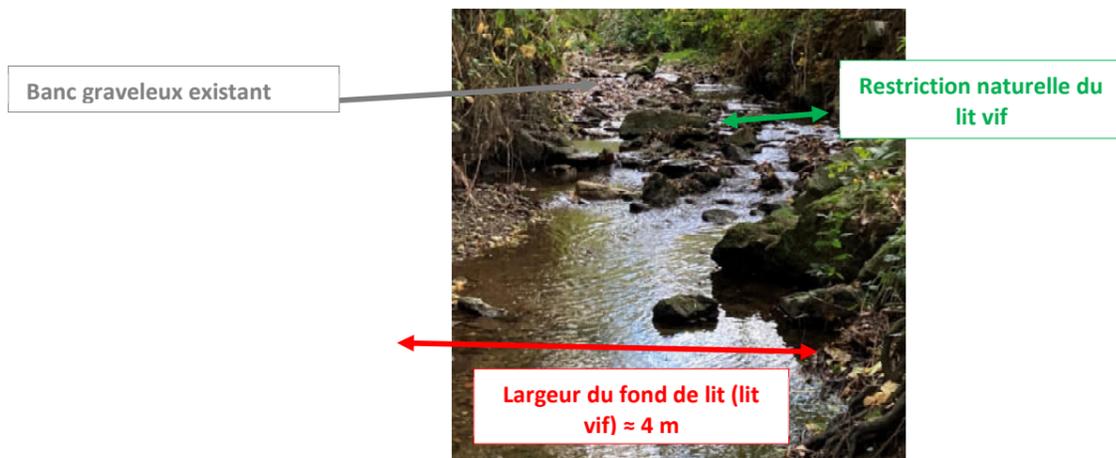


Figure 102 : Localisation des différents tronçons analysés

Le **tronçon n°1** sur le Janon amont, d'une longueur de 170 m environ, est caractérisé par une largeur du lit mineur comprise entre 3 et 5 m, et une pente d'équilibre d'environ 1,4 %. En amont de ce tronçon est identifié un seuil infranchissable, provoquant une fosse de dissipation importante en aval direct. Le tronçon étudié reste cependant peu anthropisé par rapport aux tronçons aval, avec un lit d'étiage méandrant relativement bien.

Le **tronçon n°2** sur le Janon, en amont de l'OH 4500 (bretelle), présente deux bassins en rive gauche impactant le cours d'eau. La largeur du lit mineur est comprise entre 4 et 5 m, pour un linéaire total de 550 m environ et une pente d'équilibre de 1,6 %. La photo ci-dessous présente la largeur du lit à l'amont et à l'aval de l'OH4500. A l'amont de l'ouvrage, la création naturelle d'un banc graveleux permet la restriction du lit vif, réhaussant la ligne d'eau lors des périodes de basses eaux. Le resserrement du lit par la mobilisation de matériaux alluvionnaires est un phénomène naturel, assurant une lame d'eau suffisante au cours des périodes de basses eaux.



Le **tronçon n°3** sur le Janon, en amont de l'OH4621 (RN88), correspond au tronçon modifié par rapport au tracé de 1953, mais non modifié par le projet présenté (Cf 7.2.4.7 Analyse diachronique et comparative des tronçons témoins du Janon et du Ricolin). La largeur du mineur dans ce secteur est comprise entre 3 et 4 m, en cohérence avec les tronçons témoins présentés précédemment. La pente d'équilibre du tronçon est de 1,8 % pour un linéaire de 80 m.



Le **tronçon n°4** sur le Janon, repris par le projet présenté dans cette note, est délimité entre l'OH4621 (RN88) et l'OH4781 (Impasse de la Magie). La largeur du lit mineur dans ce secteur sera conforme aux tronçons témoins, à savoir 4 m, avec une pente d'équilibre d'environ 1,8 %, proche des valeurs présentées précédemment sur les tronçons témoins. Le lit mineur présentera également un cintrage (20 cm de profondeur) créant un lit d'étiage, repris naturellement par la dynamique du cours d'eau.

La largeur du lit mineur sur le **tronçon n°5**, sur le Janon aval, en amont des bassins DIRCE, est d'environ 4 m sur un linéaire de 200 m environ pour une pente d'équilibre de 0,7 %.

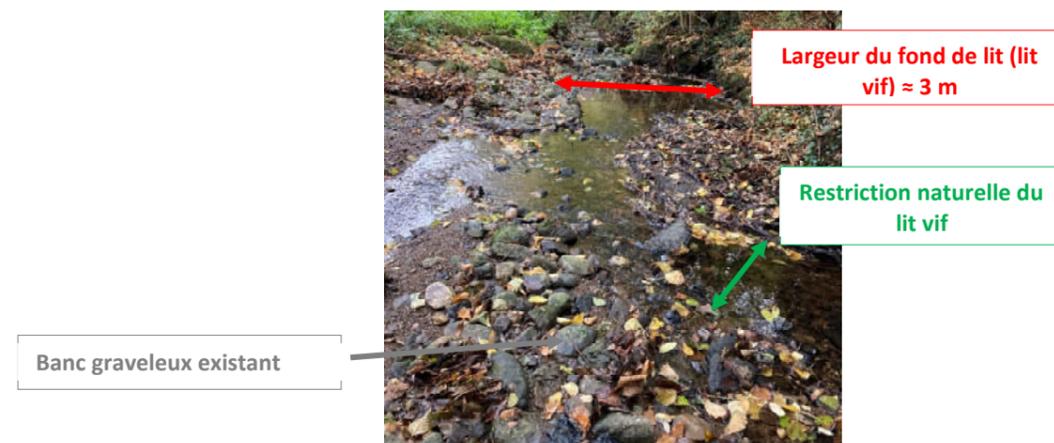


Conformément aux tronçons précédents, la largeur du lit mineur sur le **tronçon n°6**, sur le Janon en aval des bassins DIRCE, est comprise entre 4 et 5 m. Le linéaire total du cours d'eau est d'environ 250 m pour une pente d'équilibre à 0,9 %.



Le **tronçon n°7** sur le Ricolin amont se définit par une largeur de lit mineur comprise entre 2 et 3 m, sur un linéaire d'environ 200 m et une pente d'équilibre entre 1,5% et 1,9 %.

De la même façon que pour le Janon sur le tronçon n°1, le Ricolin présente de nombreux méandres, avec des blocs de roche de tailles plus ou moins importantes et des banquettes minérales réduisant ponctuellement la largeur du lit.



Le **tronçon n°8**, représente la partie du Ricolin reprise par le projet en amont de la confluence avec le Janon. La largeur du lit mineur sera comme pour le tronçon témoin d'environ 3 m, pour une pente d'équilibre avoisinant les 2,3 %, relativement proche de la pente d'équilibre décrite pour le tronçon n°2. De la même façon que pour les tronçons projetés, un lit d'étiage sera réalisé avec un cintrage du fond de lit.

En conclusion, les aménagements projetés sur le Janon et le Ricolin sont en cohérence avec les tronçons témoins identifiés grâce à l'analyse diachronique.

7.2.5 Description de la modélisation hydraulique projetée

La modélisation projetée se base sur les mêmes profils en travers que ceux présentés pour la modélisation existante (en vert sur la figure suivante) auxquels s'en ajoutent d'autres (en rouge sur la figure suivante). Au total, 44 profils en travers ont été réalisés pour le Janon répartis sur 2163 mètres et 11 profils en travers pour le Ricolin répartis en 3848 mètres.

La figure suivante présente la vue en plan localisant ces différents profils en travers.

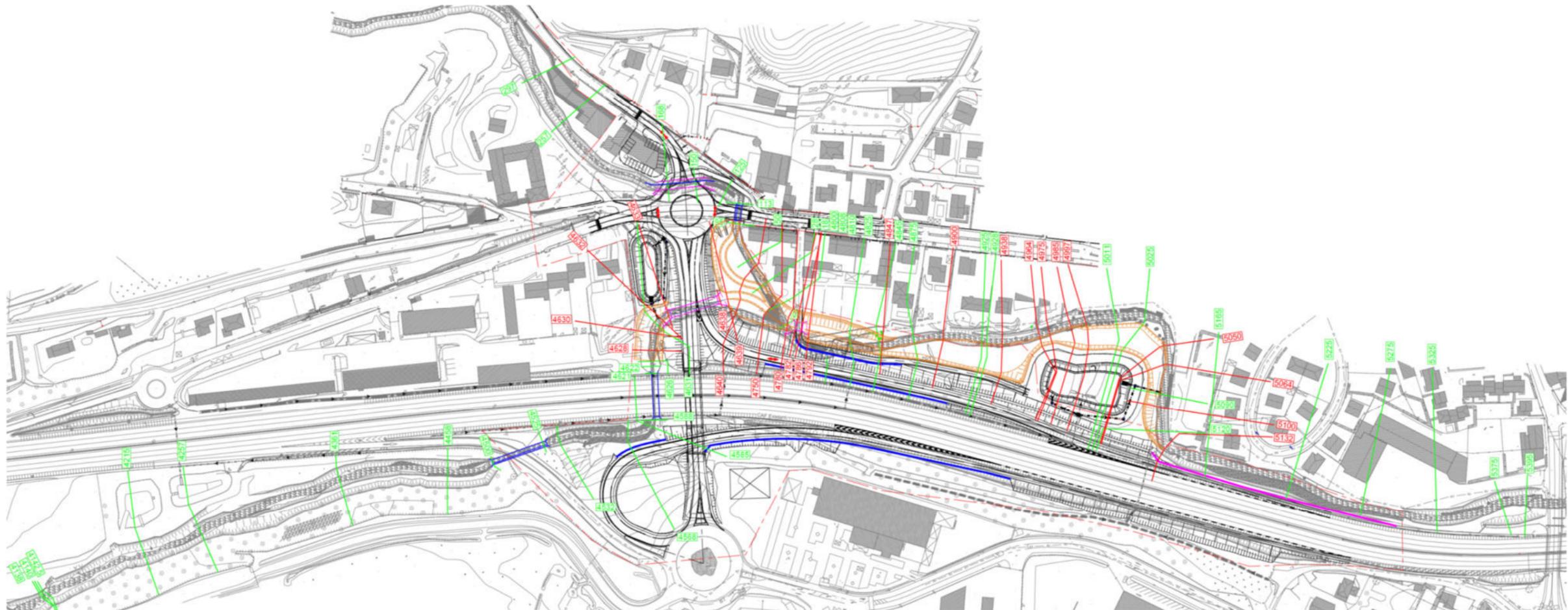


Figure 104 : Vue en plan des profils en travers utilisés pour la modélisation projetée

7.2.5.1 Modélisation de l'état projeté sur le Janon (scénario 2)

Bien que les aménagements projetés améliorent la situation actuelle, concernant le risque inondation au niveau de l'OH4621, une retenue se forme en amont de l'ouvrage pour la crue centennale. Cette dernière permet cependant d'augmenter l'écrêtement de la crue, le volume d'eau en excédant est donc stocké sur une courte période et restitué à la rivière progressivement.

Le reprofilage des profils en long suite à l'arasement du seuil, induit un abaissement du niveau de fond, accompagné d'une diminution des lignes d'eau sur l'ensemble du linéaire. En effet, de l'OH4500 sous la bretelle en aval du site au PK - 4975 la ligne d'eau a diminué pour la majorité des points modélisés (abaissement du fond compris entre 0 et 1,75 m). Cela conforte l'efficacité des aménagements projetés.

Les résultats issus de la modélisation ne concernent que ceux du scénario 2, présenté précédemment. Le tableau suivant donne l'évolution du profil en long (fond de lit) et de niveau d'eau centennal pour le Janon. Les résultats bruts pour des occurrences de crues 10 ans, 50 ans et 100 ans se trouvent en annexe 1 de l'étude hydraulique, en annexe 2 de l'étude d'impact, pièce C10. ANNEXES.

PROFIL	Niveau du fond			Niveau d'eau Q100		
	Initial (m NGF)	Projet (m NGF)	Delta Initial/Projet (m)	Initial (m NGF)	Projet (m NGF)	Delta Initial/Projet (m)
-4361	389.15	389.15	0.00	393.09	393.11	0.02
-4458	388.67	388.67	0.00	393.05	393.08	0.03
-4500	388.03	388.03	0.00	392.92	392.96	0.04
-4501	OH4500 - Sous Bretelle de sortie RN88					
-4525	388.03	388.03	0.00	391.50	389.55	-1.95
-4532	387.95	387.95	0.00	391.55	391.31	-0.24
-4568	387.30	387.30	0.00	391.59	391.36	-0.23
-4585	386.66	386.66	0.00	391.63	391.41	-0.22
-4588	386.39	386.39	0.00	391.58	391.35	-0.23
-4588.2	386.17	386.17	0.00	391.60	391.37	-0.23
-4588.5	OH4621 - Sous RN88					
-4621	386.00	386.00	0.00	389.47	389.42	-0.05
-4622	386.06	386.06	0.00	388.01	388.05	0.04
-4626	386.06	386.06	0.00	388.84	389.43	0.59
-4630	385.95	385.69	-0.26	388.93	389.48	0.55
-4631	385.87	385.55	-0.32	388.92	389.49	0.57
-4636	OH4636 - Sous Barreau					
-4640	385.52	384.45	-1.07	388.93	387.94	-0.99
-4750	385.25	384.01	-1.24	388.93	387.92	-1.01
-4780	385.07	383.74	-1.33	388.90	387.87	-1.03
-4782	384.79	383.64	-1.15	388.90	387.83	-1.07
-4785	OH4781 - Sous Impasse de la Magie					
-4786	384.80	383.57	-1.23	386.75	385.12	-1.63
-4800	384.64	383.30	-1.34	386.35	385.54	-0.81
-4808	384.94	383.19	-1.75	385.86	385.45	-0.41
-4810	382.36	383.15	0.79	385.60	385.45	-0.15
-4825	382.55	382.94	0.39	385.28	385.24	-0.04
-4845	382.39	382.54	0.15	385.12	384.88	-0.24
-4875	382.27	382.27	0.00	384.97	384.53	-0.44
-4925	381.77	381.88	0.11	384.90	384.46	-0.44
-4928	381.84	381.84	0.00	384.67	384.45	-0.22
-4975	381.52	381.52	0.00	384.42	383.59	-0.83

Figure 105 : Résultats de la modélisation projetée sur le Janon

Entre l'OH4500 et l'OH4621, les altitudes du niveau de fond sont strictement équivalentes du fait qu'il n'y a eu aucun aménagement du fond dans ce secteur. La ligne d'eau sera quant à elle abaissée du fait de l'impact des aménagements sur l'ouvrage aval, à savoir l'OH4621 sous la RN88.

Entre l'OH4621 et l'OH4636, la réhausse de la ligne d'eau constatée en amont de l'OH4636 (barreau) peut être expliquée par la modification de plusieurs paramètres :

- Modification de la localisation de certains profils, comme -4631, limitant la pertinence de la comparaison entre l'état existant et l'état projeté. Les lignes d'eau comparées ne se situent pas au même endroit.
- Réduction de la section hydraulique, créant ainsi un verrou hydraulique :
 - o Ajout de l'OH4636 sous le barreau nouvellement créé dans le modèle hydraulique,
 - o Réduction de la section hydraulique des profils -4630 et -4631.

Nota : Malgré la réhausse de la ligne d'eau constatée, le passage d'une crue centennale est assuré sous l'ouvrage avec un tirant d'air estimé à 1,36 m.

Entre l'OH4636 et l'OH4781, l'abaissement du fond du lit induit une diminution de la ligne d'eau d'environ 1 mètre.

En aval de l'OH4781, l'arasement total du seuil au PK - 4800 et - 4808 provoque l'abaissement du niveau de fond mais également le comblement de la fosse de dissipation existante en aval. La ligne d'eau sera quant à elle abaissée de 4 cm à 1,63 mètres.

En entrée et sortie d'ouvrage, le changement brutal des conditions hydrauliques provoque l'apparition d'un ressaut (passage d'un régime torrentiel à fluvial), expliquant les exhaussements localisés de la ligne d'eau.

La figure suivante compare l'évolution des profils en long existant et projeté pour une crue centennale.

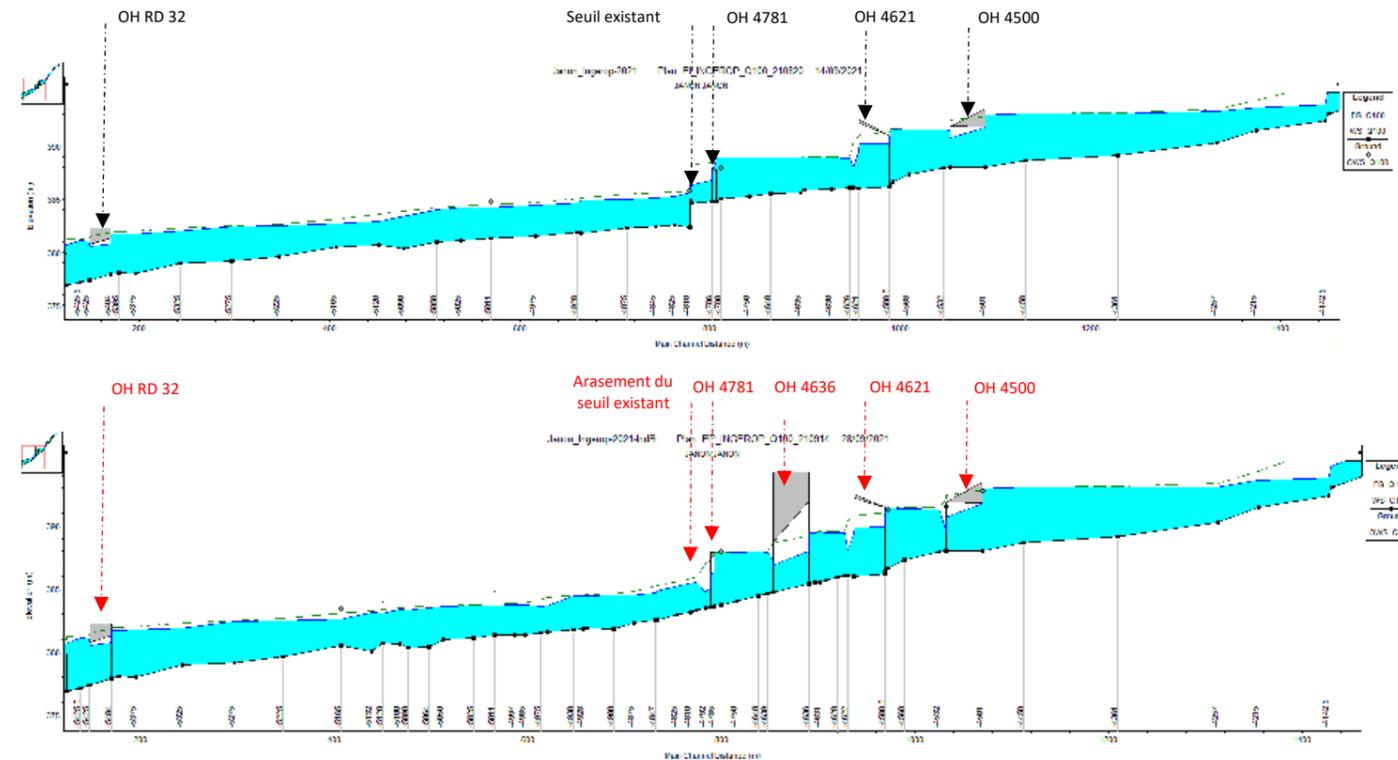


Figure 106 : Profil en long projeté pour une crue centennale sur le Janon

Ainsi, l'arasement du seuil a permis un abaissement significatif de la ligne d'eau dans ce secteur mais surtout la disparition de la hauteur de chute, que ce dernier provoquait, permettant ainsi la franchissabilité piscicole.

De plus, la diminution de la section d'écoulement en traversant l'ouvrage provoque une réhausse de la ligne d'eau en amont.

7.2.5.2 Modélisation de l'état projeté sur le Ricolin (scénario 2)

Le tableau suivant présente l'évolution du profil en long (fond de lit) et de niveau d'eau centennal pour le Ricolin : les résultats bruts pour des occurrences de crues 10 ans, 50 ans et 100 ans se trouvent en annexe de l'étude hydraulique qui est en annexe 2 de l'étude d'impact, pièce C.10 ANNEXES.

PROFIL	Niveau du fond			Niveau d'eau Q100		
	Initial (m NGF)	Projet (m NGF)	Delta Initial/Projet (m)	Initial (m NGF)	Projet (m NGF)	Delta Initial/Projet (m)
3512	481.18	481.18	0.00	482.64	482.64	0.00
3502	480.28	480.28	0.00	482.65	482.65	0.00
3470	Ouvrage hydraulique Amont					
3430	477.32	477.32	0.00	478.10	478.10	0.00
2460	444.85	444.85	0.00	446.18	446.19	0.01
2390	439.21	439.21	0.00	439.99	439.92	-0.07
257	389.27	389.27	0.00	391.07	391.08	0.01
165	Ouvrage sous Giratoire					
125.0	386.68	386.68	0.00	389.49	388.69	-0.80
113	386.29	386.29	0.00	389.48	388.81	-0.67
100	Ouvrage sous RD32					
98	386.44	386.44	0.00	388.91	387.69	-1.22
95	386.43	386.36	-0.07	388.89	387.24	-1.65
50	385.85	385.39	-0.46	388.96	387.92	-1.04
28	385.75	384.52	-1.23	388.91	387.93	-0.98
18	385.24	384.00	-1.24	388.88	387.93	-0.95
0	385.13	383.72	-1.41	388.89	387.92	-0.97
-4780	385.07	383.74	-1.33	388.91	387.92	-0.99

Figure 107 : Résultats de la modélisation projetée sur le Ricolin

De la même façon que précédemment, une diminution des niveaux de fond ainsi que des lignes d'eau, est obtenue au regard des résultats de la modélisation. L'abaissement est compris entre 0 m au minimum et 1,41 m au maximum. Les lignes d'eau seront également abaissées de 0 m à 1,65 m.

7.2.5.3 Nappes inondations à l'état projeté

Les nappes d'inondation pour l'état projeté sont symbolisées sur la figure suivante.

En comparaison avec l'état existant, les propriétés inondées en rive gauche ne présentent plus que des hauteurs d'eau comprises entre 33 cm et 90 cm (pour plus d'un mètre avant aménagement). Le fonctionnement en période de crues est donc nettement amélioré par rapport à l'état existant. Le propriétaire au point côté 387,82 m NGF pour le niveau Q₁₀₀ se trouve sur une zone en remblais, diminuant davantage le niveau d'eau pour une crue d'occurrence centennale.

Le point se trouvant dans le fond de lit au niveau de la confluence avec le Janon présente une ligne d'eau à 387,73 m NGF à l'état projeté pour une ligne d'eau de 388,91 m NGF à l'état existant (ce même point était alors en lit majeur).

Secteur amont de l'impasse de la Magie :

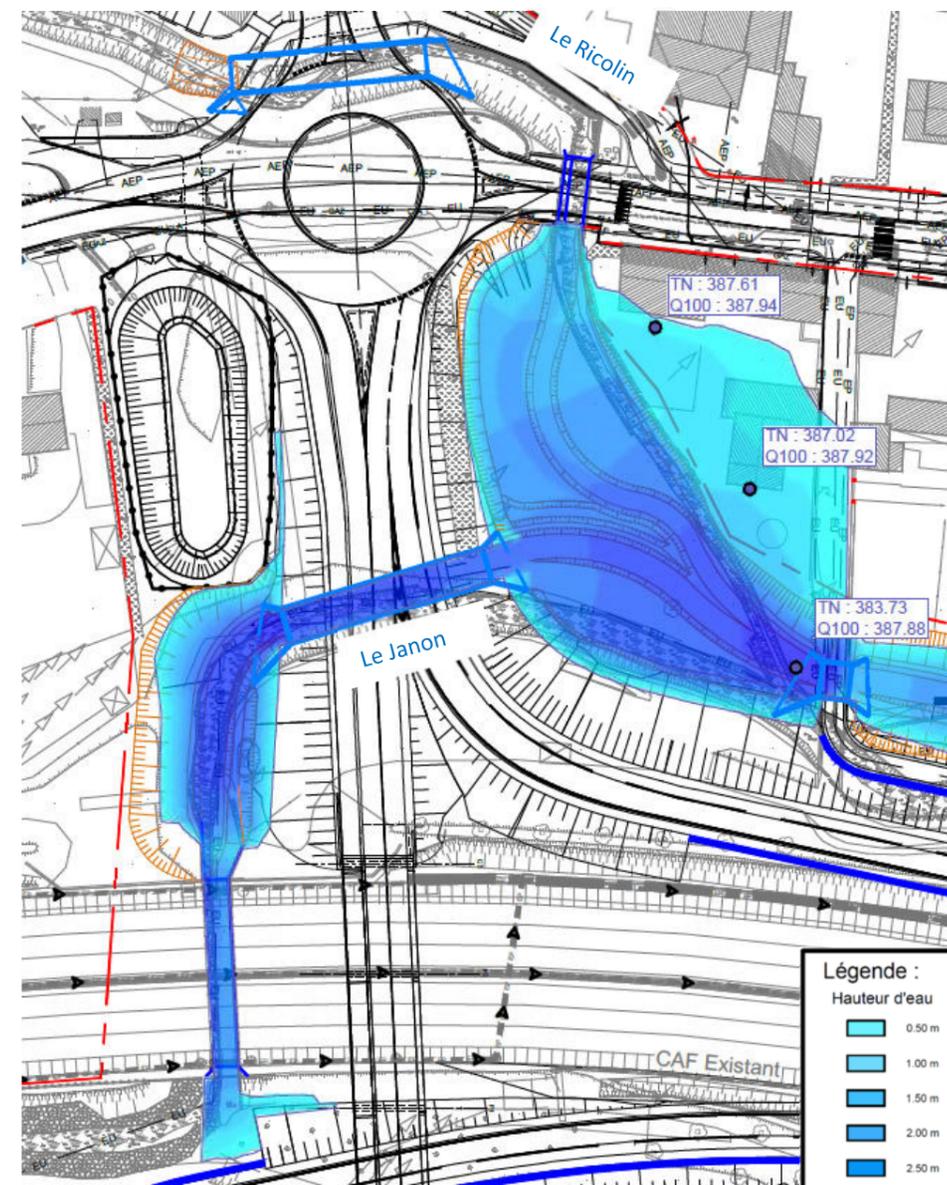
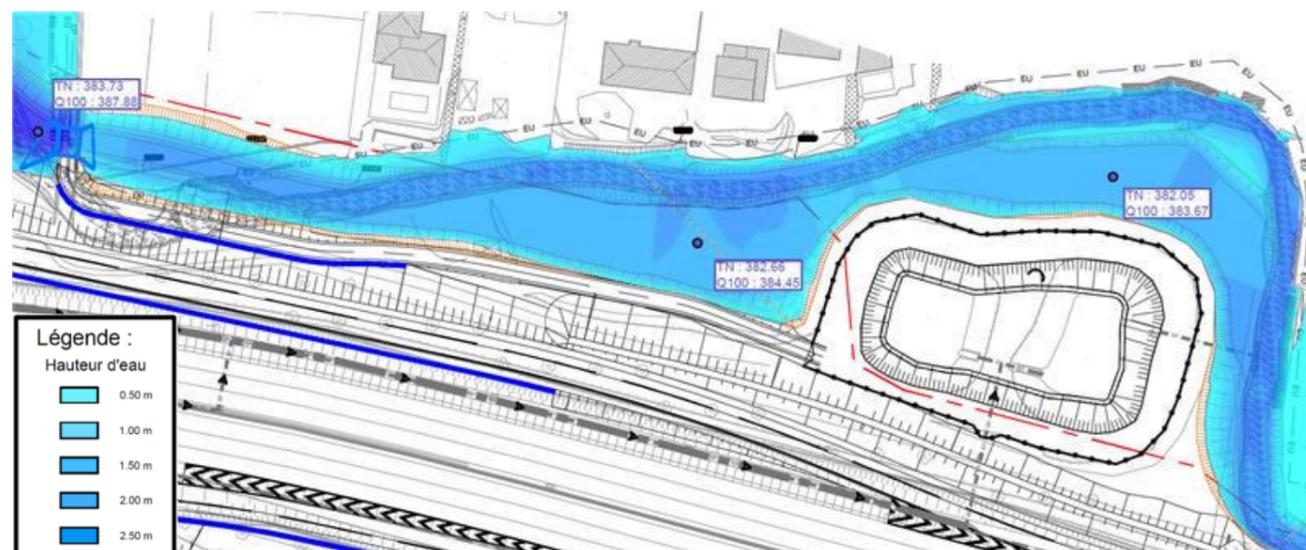


Figure 108 : Nappes d'inondation pour une crue centennale à l'état projeté

On constate sur la vue en plan ci-dessus, que les aménagements projetés permettent d'améliorer l'aléa d'inondation dans le secteur en rive gauche du Ricolin.

Le gabarit du nouveau lit du Janon permet de contenir la crue centennale à l'aval de l'ouvrage sous la RN88, n'aggravant pas l'aléa d'inondation dans le secteur.

Secteur aval de l'impasse de la Magie :



A l'état projeté, la zone inondable en rive droite du Janon présente une hauteur d'eau d'environ 1,8 m pour une crue d'occurrence centennale, comparé aux 36 cm à l'état existant.

La zone inondable au nord des bassins DIRCE quant à elle permet un stockage pour cette même crue de 1,6 m par rapport aux 80 cm actuellement. Cela témoigne de l'impact favorable des aménagements projetés, préservant le risque d'inondation dans ce secteur.

7.3 ANALYSE DE L'IMPACT DES AMÉNAGEMENTS SUR LES OUVRAGES HYDRAULIQUES (OH)

7.3.1 Présentation des caractéristiques des ouvrages du secteur

Il est important de garder à l'esprit que plusieurs contraintes hydrauliques nécessitent de contenir le risque d'inondation dans le secteur, afin de :

- Préserver l'infrastructure et les zones d'habitations.
- Ne pas aggraver le risque d'inondation au droit et à l'aval de la zone de travaux.
- Respecter les taux de remplissage et de tirants d'air « acceptables » au sein des ouvrages hydrauliques projetés, en visant un tirant d'air minimum de 50 cm pour les ouvrages projetés (conformément aux spécifications du guide SETRA).

Les ouvrages hydrauliques feront l'objet d'aménagements afin de restaurer la franchissabilité piscicole.

Les OH4636 (barreau) et OH4781 (Impasse de la Magie) seront équipés d'une banquette en béton pleine, de 1,50 m de largeur et calée au-dessus du niveau de la crue 2 ans. Les ouvrages hydrauliques OH4500 (bretelle) et l'OH sous la RD32 seront équipés de banquettes faune, en encorbellement (l:40cm x ép: 5cm), calée pour assurer sa non inondabilité pour une crue décennale. L'ouvrage hydraulique OH4621 (RN88) gardera la banquette existante de 3 mètres, et sera équipé de barrettes asymétriques en V fixées au radier de l'ouvrage (h=10 cm à l'axe). Ces barrettes seront espacées de 4 m de distance, et des matériaux de fond de lit prélevés sur site (Ø50 - 150 mm) seront mis en œuvre entre ces dernières.

Le tableau ci-dessous précise les résultats obtenus, avec un espacement des barrettes devant être compris entre 3,3 m et 5 m, pour une pente du fond de lit à 0,6%.

Paramètres	Ouvrage RN88 (OH 4621)
Pente (%)	0.60%
Pente (m/m)	0.006
Espacement minimum (0.20 m)	3.3
Espacement maximum (0.30 m)	5.0
Espacement entre seuil (m)	4.0
Hauteur de seuil (m)	0.1
0.20 ≤ i x L/P ≤ 0.30	0.24

Figure 109 : Tableau bilan du calcul de l'interdistance entre les barrettes sous l'OH4621

Pour permettre la franchissabilité de cet ouvrage, et afin de garantir une bonne stabilité de l'OH4621, l'aval de cet ouvrage sera accompagné par une rampe en blocs tapissant le fond du cours d'eau afin de bloquer le profil en long et éviter la création d'une nouvelle fosse plus difficilement franchissable. Les aménagements projetés prévoient la réalisation d'une rampe en blocs, d'une longueur totale de 10 mètres environ, se décomposant de la façon suivante :

- Constituée avec une densité de blocs importante (un géotextile synthétique sous-jacent sera implanté sous la couche de transition), les interstices seront remplis de matériaux graveleux grossiers ;
- L'accès à la banquette se fera au moyen de rampes en enrochements (Ø 400-800 mm) raccordées au terrain naturel en pied de talus ;
- En tête d'ouvrage une butée amont sera créée, avec un ancrage en fond de fosse existante ;
- La rugosité de la rampe sera de l'ordre de K = 25 ;
- La pente longitudinale sera de 1,30%, avec des pentes latérales de 10 %, permettant le cintrage de la rampe pour concentrer les écoulements, une attention particulière sera portée pendant la phase de réalisation de l'ouvrage, pour créer une bonne rugosité, afin de limiter les vitesses et rehausser les hauteurs d'eau à l'étiage, favorable aux petites espèces.

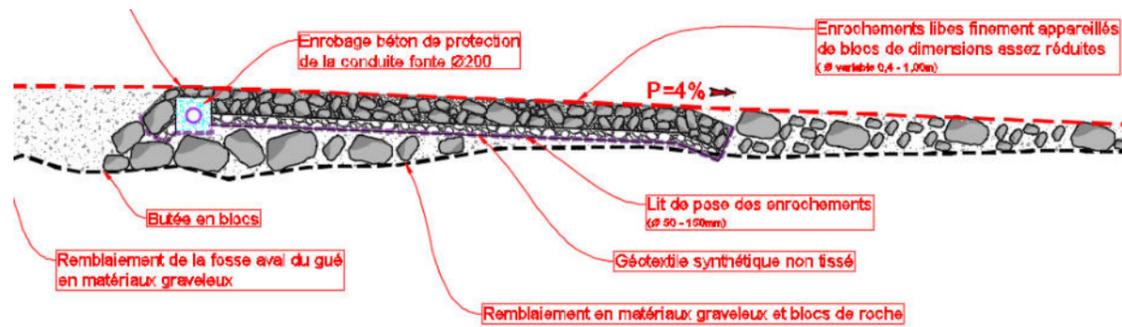


Figure 110 : Profil en long de principe d'une rampe en blocs

L'accès aux ouvrages sera compacté et recouvert de terre végétale pour faciliter les déplacements des petites espèces animales.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des ouvrages existants sur le Janon :

Paramètres	OH4500 : Ouvrage sous la Bretelle	OH4621 : Ouvrage sous la RN88	OH4781 : Ouvrage sous le Pont de la Magie	OH RD32
Pente en long	0,27 %	0,5 %	0 %	2,3 %
Longueur	37,30 m	32,44 m	4,62 m	22 m
Largeur	4 m	4 m	6,1 m	6 m
Hauteur	3,5 m	3,3 m sur banquettes 4,3 m sur cours d'eau	2,9 m	3,4 m
Section	14 m ²	14,2 m ²	17,5 m ²	20,4 m ²
Niveau Q100	391,74 m	390,22 m	388,89 m	380,77 m
Niveau haut de l'ouvrage	391,81 m	390,45 m	387,67 m	381,30 m
Tirant d'air	0,07 m	0,23 m	-1,22 m	0,53 m

Figure 111 : Synthèse des caractéristiques des ouvrages existants sur le Janon

Pour une crue centennale, les ouvrages existants sont donc actuellement en charge (OH4781 avec un dépassement du niveau d'eau de 1,22 mètre) ou présentant un tirant d'air relativement faible (7 cm pour l'OH4500 et 23 cm pour l'OH4621).

Les dimensions des ouvrages projetés doivent permettre d'améliorer la situation actuelle en période de crues. Chaque ouvrage a donc été dimensionné pour permettre le passage d'une crue centennale et d'améliorer la situation globale pour cet événement.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales caractéristiques concernant les ouvrages identifiés sur le Janon :

Paramètres	OH4500 : Ouvrage sous la Bretelle	OH4621 : Ouvrage sous la RN88	OH4636 : Ouvrage sous le barreau routier	OH4781 : Ouvrage sous l'impasse de la Magie	OH RD32
Pente en long	0,27 %	0,5 %	1,80 %	1,80 %	2,3 %
Longueur	37,30 m	32,44 m	36 m	4 m	22 m
Largeur	4 m	4 m	5,5 m	5,5 m	6 m
Hauteur	3,5 m	3,34 m sur banquettes 4,34 m sur cours d'eau	4 m	4 m	3,4 m
Section	14 m ²	14,2 m ²	20,8 m ²	20,8 m ²	20,4 m ²
Niveau Q100	391,77 m	389,96 m	388,01 m	386,34 m	380,76 m
Niveau haut de l'ouvrage	391,81 m	390,45 m	389,40 m	387,64 m	381,30 m
Tirant d'air	0,04 m	0,49 m	1,40 m	1,30 m	0,54 m
Largeur de la banquette	0,40 m (en encorbellement)	3 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m
Hauteur de la banquette	-	1 m	0,80 m	0,80 m	-

Figure 112 : Synthèse des caractéristiques des ouvrages projetés sur le Janon

Ainsi, l'OH4636 (sous le futur barreau) permet le passage d'un débit centennial avec un tirant d'air de 1,39 m.

L'ouvrage OH4781 (sous l'impasse de la Magie) quant à lui influence le niveau d'eau en amont malgré un tirant d'air de 1,3 mètre. Cela permet néanmoins d'optimiser le volume écrété en zone 1 en période de crues. Les dimensions et les pentes des ouvrages projetés sont supérieures à celles des ouvrages existants plus en amont, améliorant ainsi la situation actuelle en période de crues, y compris au niveau des ouvrages existants comme l'OH4621.

Ce dernier (sous la RN88) sera équipé de barrettes d'une hauteur d'environ 20 cm, afin de rehausser la hauteur d'eau, réduire les vitesses, reconstituer un fond de lit graveleux et ainsi améliorer la franchissabilité piscicole. Cela redonnera également une certaine sinuosité au lit vif de la rivière, ces barrettes étant asymétriques. Cet aménagement sera détaillé dans la suite de la présente note. La non-intervention sur la largeur de la banquette au profit du Janon et la non reprise de l'entonnement en amont s'explique par la décision de la DIRCE de conserver la banquette pour des raisons de stabilité d'ouvrage, celle-ci étant solidaire à ce dernier. Cette banquette permet également le passage de la grande faune à travers l'ouvrage hydraulique.

Le reprofilage du lit en amont de cet ouvrage est nécessaire à cause de la présence d'une chute conséquente, créant une discontinuité écologique (Cf figure ci-dessous). Des blocs seront redispés dans ce secteur afin d'adoucir au maximum la pente sur la partie amont (<3% permettant la restauration de la continuité écologique).

Figure 113 : Photo terrain de la chute en amont de l'OH 4621 (RN88)



L'OH4500 (bretelle) présente actuellement une très légère mise en charge de l'ordre de 7 cm pour la crue centennale, contre une mise en charge réduite à 4 cm en état projeté.

En effet, malgré le fait qu'il n'y ait pas d'intervention prévue sur cet ouvrage et sur le fond du lit dans ce secteur, un léger abaissement de la ligne d'eau centennale est à noter, grâce aux aménagements proposés en aval, notamment la suppression du verrou hydraulique, constitué par le seuil existant et le pont de l'impasse de la Magie.

Plusieurs raisons expliquent la non-intervention dans ce secteur et sur cet ouvrage :

- Les travaux ne comprennent pas la reprise de cet ouvrage car son dimensionnement ne crée qu'une légère mise en charge, pour une période de retour exceptionnelle, il n'est donc pas impactant vis-à-vis des inondations.
- Le coût occasionné par la reprise de cet ouvrage est trop important, pour les raisons précédemment évoquées.
- Éviter l'intervention dans le lit du cours d'eau d'engins mécaniques. Seule la mise en place d'une banquette en encorbellement sera réalisée pour permettre le passage de la petite faune.

Enfin, l'OH sous la RD32 sur le Janon présente la même altitude pour le niveau d'eau centennial, témoignant ainsi de la non-influence des aménagements projetés dans ce secteur.

Concernant le Ricolin, l'OH 00 sous la RD32 constitue le seul ouvrage existant dont les caractéristiques sont synthétisées ci-dessous.

Paramètres	OH100 : ouvrage sous la RD32
Pente en long	0,4 %
Longueur	13 m
Largeur	4 m
Hauteur	3,5 m
Section	11,2 m ²
Niveau Q100	388,86 m
Niveau haut de l'ouvrage	389,06 m
Tirant d'air	0,20 m

Figure 114 : Synthèse des caractéristiques de l'ouvrage existant sur le Ricolin

Cet ouvrage est aujourd'hui proche de la mise en charge lorsque survient une crue centennale, avec un tirant d'air de seulement 20 cm par rapport au niveau de l'ouvrage.

Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques hydrauliques des ouvrages à l'état projeté sur le Ricolin.

Paramètres	OH100 : ouvrage sous la RD32	OH165 : Giratoire
Pente en long	0,4 %	2,3 %
Longueur	13 m	30 m
Largeur	4 m	4 m
Hauteur	3,5 m	3 m
Section	11,2 m ²	11,25 m ²
Niveau Q100	388,18 m	389,54 m
Niveau haut de l'ouvrage	389,06 m	390,90 m
Tirant d'air	0,88 m	1,36 m
Largeur de la banquette	1,50 m	-
Hauteur de la banquette	0,50 m	-

Figure 115 : Synthèse des caractéristiques des ouvrages projetés sur le Ricolin

De la même façon que sur le Janon, la capacité de l'ouvrage projeté (sous le giratoire) sera supérieure à l'ouvrage existant, permettant également une nette amélioration du fonctionnement au cours d'importants événements de crues.

Les aménagements projetés à l'aval de l'OH100 sous la RD32 permettent une amélioration de la capacité hydraulique de l'ouvrage avec un gain de tirant d'air d'environ 68 cm.

Suite à un retour de terrain, il apparaît que l'ouvrage hydraulique sous la RN88, restait un ouvrage difficilement franchissable par la vie piscicole, du fait de sa forte restriction et de la nature du radier constitué en béton.

Ainsi il est proposé d'aménager le fond de cet ouvrage, en disposant des barrettes, présenté sur la photo ci-dessous :



Figure 116 : Illustration de banquettes béton à l'intérieur d'un ouvrage

L'OH4621 sous la RN88 présente une banquette existante de 3 mètres de large, ne laissant alors plus qu'une emprise d'un mètre pour le Janon. Afin de répondre à cette contrainte, comme évoqué précédemment des barrettes seront installées sur le fond du radier, permettant ainsi le maintien d'une lame d'eau suffisante en période d'étiage.

Les informations importantes

- ❖ Les aménagements projetés améliorent la situation initiale en période de crues ;
- ❖ L'OH4781 Impasse de la magie : passage d'une mise en charge de 1,22 m actuellement à un tirant d'air de 1,3 m en état projeté ;
- ❖ L'OH4621 sous la RN88 : installation de barrettes rehaussant la hauteur d'eau (à l'étiage) à l'intérieur de l'ouvrage, pour permettre la franchissabilité piscicole.

7.3.2 Présentation des résultats des lignes d'eau centennales au droit des ouvrages du secteur

Les illustrations suivantes sont issues de la modélisation Hec-Ras des ouvrages modélisés. Celles-ci seront présentées de l'amont vers l'aval et mettront en évidence l'évolution du niveau d'eau pour une crue centennale entre l'état existant et l'état projeté.

- Ouvrage hydraulique sur le Janon : OH4500 Bretelle

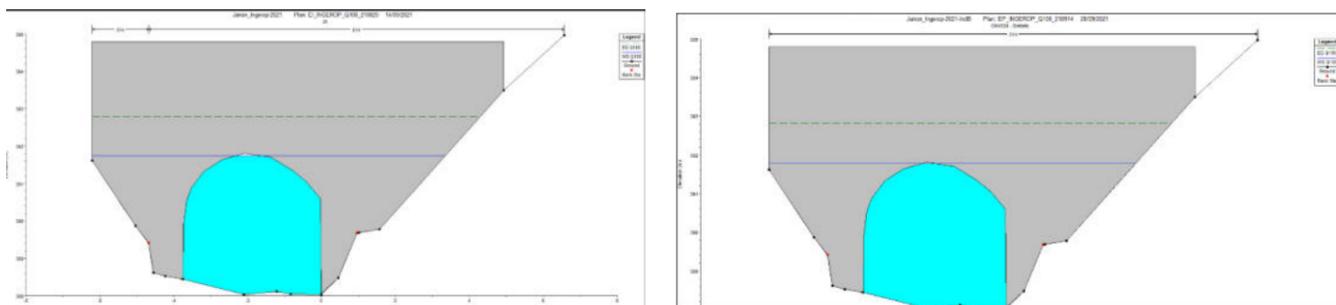


Figure 117 : Profil en travers de l'OH4500 pour une crue centennale à l'état existant et projeté

L'OH4500 se trouve être en charge pour une crue centennale en état initial et projeté.

- Ouvrage hydraulique sur le Janon : OH4621 RN88

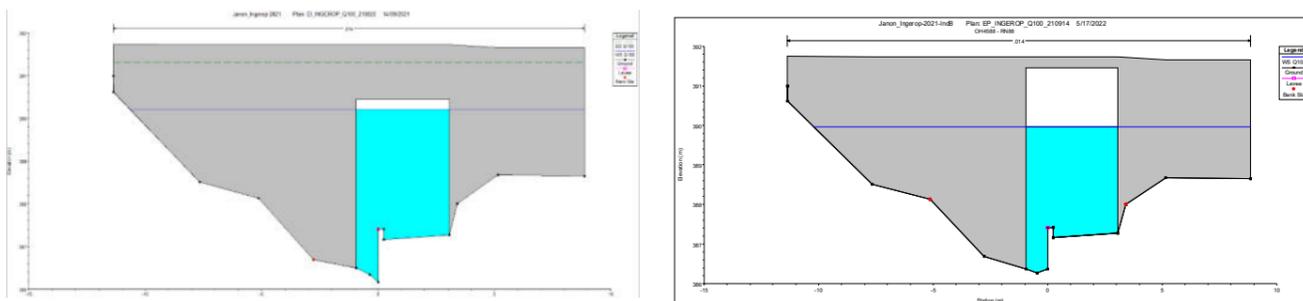


Figure 118 : Profil en travers de l'OH4621 pour une crue centennale à l'état existant et projeté

La comparaison entre l'état existant et projeté de l'OH4621 montre un net abaissement de la ligne d'eau pour une crue centennale. En effet, le niveau d'eau à l'état initial est de 390,22 m pour seulement 389,91 m à l'état projeté. Les aménagements projetés permettent donc une réelle amélioration dans ce secteur.

- Ouvrage hydraulique sur le Janon : OH4636 Barreau

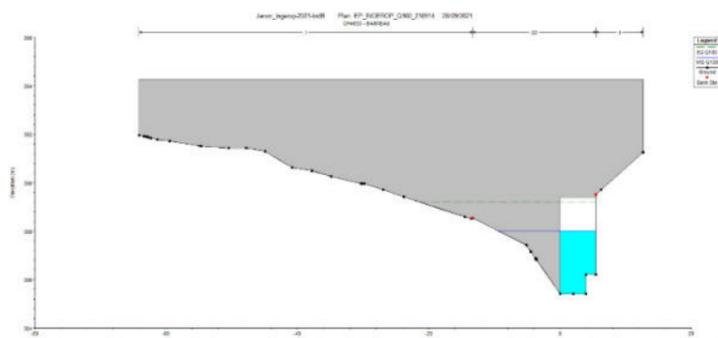


Figure 119 : Profil en travers de l'OH4636 pour une crue centennale à l'état projeté

L'OH4636 sous le barreau hydraulique projeté permet également le passage d'une crue centennale avec un niveau d'eau à l'intérieur de l'ouvrage de 388,01 m pour un tirant d'air de 1,39 m. Le dimensionnement de la capacité de cet ouvrage est donc pertinent au regard des résultats obtenus pour une modélisation centennale.

- Ouvrage hydraulique sur le Janon : OH4781 Pont de la Magie

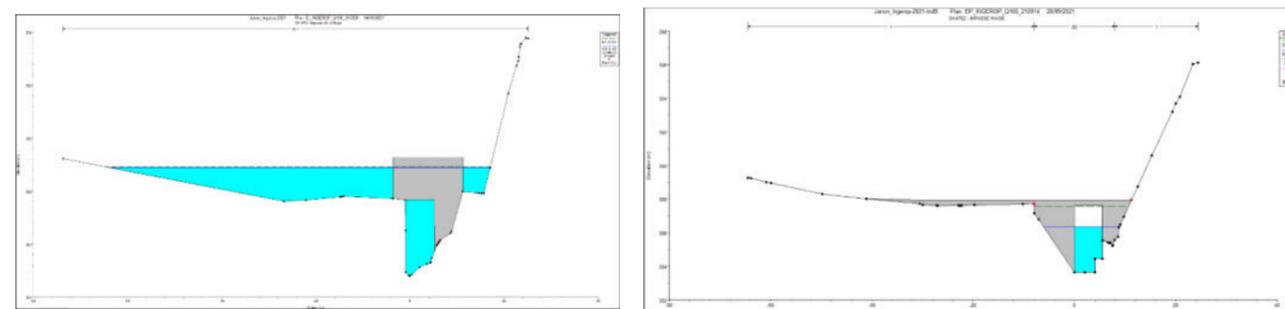


Figure 120 : Profil en travers de l'OH4781 pour une crue centennale à l'état existant et projeté

La modification de l'OH4781 permet à cet ouvrage de ne plus être en charge pour une crue d'occurrence centennale. En effet, en état existant le niveau d'eau centennal à l'intérieur de cet ouvrage est de 388,89 m, soit 1,22 m au-dessus du niveau haut de l'ouvrage.

En état projeté, cet ouvrage retrouve un tirant d'air de 1,3 m avec un niveau d'eau centennal de 386,34 m. Les aménagements projetés dans ce secteur permettent donc un abaissement significatif de la ligne d'eau et ainsi d'améliorer la situation en période de crues.

- Ouvrage hydraulique sur le Janon : OH RD32 Janon

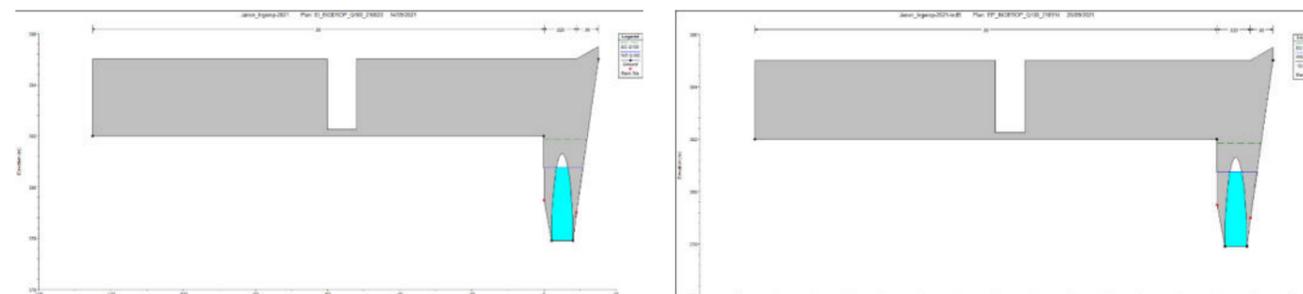


Figure 121 : Profil en travers de l'OH RD32 pour une crue centennale à l'état existant et projeté

Les niveaux d'eau pour une crue centennale à l'état existant et projeté, à l'intérieur de cet ouvrage sont équivalents, témoignant ainsi que ce secteur se situe en dehors de la zone d'influence des aménagements projetés.

■ Ouvrage hydraulique sur le Ricolin : OH100 RD32

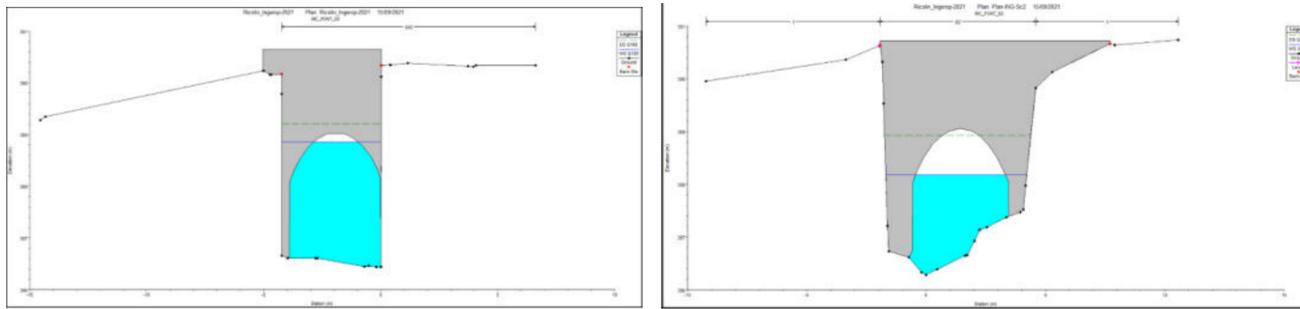


Figure 122 : Profil en travers de l'OH100 pour une crue centennale à l'état existant et projeté

L'OH100 sous la RD32 sur le Ricolin présente également un abaissement de la ligne d'eau significatif entre l'état existant et l'état projeté.

En effet, le niveau d'eau pour une crue centennale est de 388,86 m à l'état existant pour 388,18 m à l'état projeté, améliorant ainsi la situation en période de crues.

■ Ouvrage hydraulique sur le Ricolin : OH165 Giratoire

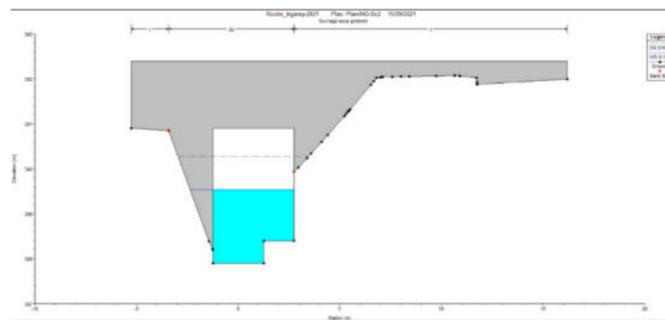


Figure 123 : Profil en travers de l'OH165 pour une crue centennale à l'état projeté

L'OH165 nouvellement créé permet largement le passage d'une crue centennale.

En effet, le niveau d'eau pour cette occurrence à l'intérieur de l'ouvrage est de 389,54 m pour un niveau haut de l'ouvrage à 390,90 m, soit un tirant d'air de 1,35 m.

À la suite à cette analyse du niveau de la crue centennale au passage des ouvrages, le niveau d'eau en amont immédiat de chaque ouvrage a été calculé.

Le tableau ci-dessous présente les altitudes de la ligne d'eau en amont immédiat des ouvrages à l'état projeté sur le Janon.

Ouvrages	Cote de mise en charge de l'ouvrage	Niveau Q20	Niveau Q30	Niveau Q50	Niveau Q100
OH 4500 Bretelle	391,81 m	391,25 m	391,61 m	392,22 m	392,96 m
OH 4621 RN 88	390,45 m	390,13 m	390,47 m	390,86 m	391,37 m
OH 4636 Barreau	389,40 m	388,31 m	388,62 m	388,98 m	389,45 m
OH 4781 Impasse de la magie	387,64 m	386,67 m	386,99 m	387,36 m	387,83 m
OH RD 32	381,30 m	380,88 m	381,15 m	381,57 m	381,73 m

Figure 124 : Altitude de la ligne d'eau en amont des ouvrages à l'état projeté

Ainsi, l'OH 4500 sous la bretelle permet le passage d'une crue trentennale sans mise en charge en amont de l'ouvrage. L'OH 4621 RN88 se trouve être l'ouvrage le plus limitant.

En effet, seule la crue vingtennale ne met pas en charge l'ouvrage en amont. Les OH 4636 et 4781 permettent quant à eux le passage d'une crue cinquantennale sans mise en charge à l'amont. Enfin, l'OH sous la RD32 est quant à lui dimensionné pour une crue trentennale.

En conclusion, bien que les ouvrages projetés soient correctement dimensionnés pour une période de retour centennale, on constate que la restriction relativement brutale, provoque une hausse de la ligne d'eau sur les profils en amont des ouvrages.

Nous avons fait cette analyse afin de garantir que même en prenant ce niveau d'eau à l'amont, les ouvrages projetés ne se mettent quasiment pas en charge (analyse sécuritaire).

Enfin, il faut rappeler que cet événement reste très exceptionnel et que les ouvrages existants en amont (bretelle et RN88), ont une capacité inférieure aux ouvrages projetés.

7.4 ÉTUDE DE LA FRANCHISSABILITÉ PISCICOLE

7.4.1 Maintien de la circulation piscicole

Dans de nombreux cas, le simple respect de la largeur moyenne du lit mineur, de la pente naturelle du cours d'eau et de la nature du substrat, lors du dimensionnement et du calage de l'ouvrage et des dérivations, suffit à maintenir la circulation des poissons. Un lit « naturel » doit toutefois être reconstitué dans l'ouvrage et les dérivations.

En revanche, lorsque les espèces de poissons présentes dans le cours d'eau ont de faibles capacités de saut et de nage, que la pente du cours d'eau ou sa dynamique sont élevées, que l'ouvrage et les dérivations associées ont des dimensions différentes de celles du cours d'eau, il est nécessaire d'ajouter des dispositifs de dissipation d'énergie et/ou de rehausse de la ligne d'eau.

Il conviendra d'autant plus de vérifier l'opportunité d'équiper l'ouvrage (et parfois les dérivations) dès lors qu'un des critères suivants est présent :

- Pente naturelle du cours d'eau supérieure à 0,5 % ;
- Vitesses du courant dans l'ouvrage supérieures à la capacité de nage des poissons et/ou hauteurs d'eau insuffisantes, pour des débits compris entre le QMNA (débit moyen mensuel d'étiage) et jusqu'à 2,5 fois le module (débit moyen interannuel).

Les valeurs seuils de vitesse du courant et de hauteurs d'eau « admissibles » dans les ouvrages fermés doivent être définies au cas par cas, ces dernières dépendant à la fois des caractéristiques hydrauliques du cours d'eau et des espèces de poissons présentes. A cette fin, un protocole de description des obstacles à l'écoulement et de diagnostic des risques d'entrave à la circulation des poissons a été élaboré par l'ONEMA et est disponible depuis juillet 2015.

Les paramètres déterminants du maintien de la continuité piscicole sont :

- La capacité de nage et de saut des espèces de poissons présentes ;
- La vitesse du courant au sein de l'ouvrage à différents débits ;
- L'épaisseur de la lame d'eau au sein de l'ouvrage à différents débits.

Un modèle hydraulique spécifique à la franchissabilité piscicole a été réalisée, afin de déterminer l'impact des aménagements. Les coefficients de rugosité du fond de lit, ainsi que la géométrie du lit d'étiage (mise en œuvre de banquettes graveleuses) ont été adaptés, afin de modéliser au mieux les paramètres hydrauliques post-aménagements.

7.4.1.1 Estimation des débits de basses-eaux et du module

Pour rappel, l'espèce-cible identifiée dans ce secteur est la Truite Fario. Concernant l'hydrologie du secteur d'étude, une estimation des débits de basses-eaux (QMNA) et du module a été effectuée en utilisant la formule de Myer en se basant sur les données issues de la station hydrométrique du Gier à Rive-de-Gier. La formule

$$Q_T = Q_{T\text{ BV Connu}} \times \left(\frac{S_{BV}}{S_{BV\text{ Connu}}} \right)^\alpha$$

Avec :

Q_T : débit de fréquence T en m³/s du bassin versant à étudier ;

$Q_{T\text{ BV Connu}}$: débit de fréquence T en m³/s du bassin versant connu ;

S_{BV} : surface en km² du bassin versant à étudier ;

$S_{BV\text{ Connu}}$: surface en km² du bassin versant connu ;

α : Coefficient de Myer.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

Cours d'eau	Point de calcul	S	QMNA5	Module
		km ²	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Janon	Amont Ricolin	23.7	0.050	0.307
	Aval Ricolin	30.6	0.061	0.377
Ricolin	Amont Janon	6.9	0.019	0.115
Données station hydrométrique		319	0.400	2.460

Figure 125 : Débits de basses eaux, calculés par la formule de Myer

L'analyse des débits de basses eaux s'est également appuyée sur la cartographie des cours d'eau de la DDT42, avec les résultats suivants :

Cours d'eau	Point de calcul	QMNA5	Module
		(m ³ /s)	(m ³ /s)
Janon	Amont Ricolin	0.047	0.227
	Aval Ricolin	0.065	0.300
Ricolin	Amont Janon	0.012	0.058

Figure 126 : Débits de basses eaux, issus de la cartographie de la DDT 42

La différence entre les débits calculés par la formule de Myer et récupérés sur le site de la DDT42 pour le module s'explique par la variation de pluviométrie entre la rive gauche et droite sur ce bassin versant.

Le tableau suivant synthétise les débits de basses eaux conservés pour l'étude de la franchissabilité piscicole sur le Janon et le Ricolin.

Cours d'eau	Point de calcul	QMNA5	1/10 ^e module	Module	2,5 x module
		(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Janon	Amont Ricolin	0.049	0.027	0.267	0.668
	Aval Ricolin	0.063	0.034	0.339	0.848
Ricolin	Amont Janon	0.016	0.009	0.087	0.218

Figure 127 : Débits de basses eaux retenus dans la modélisation hydraulique

7.4.1.2 Capacité de nage des poissons

La capacité de nage de chaque espèce de poissons dépend en particulier de la taille des individus et de la température de l'eau. Limitée, elle est définie par deux types de vitesses :

- La vitesse dite « de pointe » (ou de sprint) de l'espèce. Selon la taille des individus, les vitesses maximales de nage des espèces à l'âge adulte peuvent atteindre 2,5 à 5 m/s pour la truite de rivière ;
- La vitesse dite de « croisière » de l'espèce. Celle-ci correspond à la vitesse que peut maintenir un individu en continu pendant plus de 3 heures. Elle correspond en moyenne au 1/3 de la vitesse de pointe* d'une espèce.

Pour le franchissement des ouvrages hydrauliques, c'est la vitesse de « croisière » des espèces qui doit être utilisée comme référence. En effet, même si les poissons sont capables d'adopter une vitesse de pointe importante, celle-ci ne sera effective que sur de courtes distances.

* $U_{cr} = 0.15 + 2.4 L$ (avec U_{cr} = vitesse de croisière de l'espèce en cm/s et L = taille moyenne des individus en cm)

7.4.1.3 Épaisseur de la lame d'eau

Les poissons ont une capacité de nage variable en fonction de paramètres externes tels que la température, les caractéristiques de l'écoulement, la hauteur d'eau ; et internes tels que la longueur de l'individu, sa physiologie.

Cependant, cette capacité de nage ne peut s'exprimer que si l'épaisseur de la lame d'eau dans l'ouvrage et les dérivations associées leur permet de nager. Ainsi, la hauteur d'eau est également un facteur limitant de la libre circulation des poissons.

Pour les petites espèces telles que loches, vairons, chabots, goujons, etc. la hauteur d'eau minimale nécessaire à leur déplacement est faible, de l'ordre de 5 cm. Dès que la taille des individus augmente, l'épaisseur de la lame d'eau dans un ouvrage peut rapidement devenir un obstacle. Ainsi, pour assurer le déplacement des « grosses » espèces, les hauteurs d'eau minimales à respecter au point le moins profond des aménagements sont pour des individus adultes, de l'ordre 8 à 15 cm pour la truite de rivière (selon la taille à maturité). En présence de seuils, cette hauteur d'eau minimale doit être atteinte au point le moins profond de l'ouvrage.

Dans un ouvrage, et par extension au droit d'obstacles naturels ou non, les épaisseurs d'eau nécessaires à la montaison et à la dévalaison de la Truite de rivière adulte est de 10 cm.

La meilleure approche semble donc être celle qui permettra d'imposer une lame d'eau de 15 cm pendant les périodes prédéfinies. Avec une telle hauteur d'eau, l'ensemble des espèces présentes sur le secteur pourront remonter l'obstacle.

Pour se déplacer, et notamment de l'aval vers l'amont, il est par ailleurs nécessaire que les espèces disposent régulièrement de zones de repos, ainsi pour les futurs aménagements (réalisation de rampe), des blocs plus importants seront disposés de façons alternes pour créer des zones de repos pour la faune piscicole.

Espèces	Vitesse maximale	Vitesse de croisière	Hauteur d'eau minimum
Truites	2,5 à 4 m/s	1,35	10 cm
Chevesnes	2,5 à 4 m/s	1,35	10 cm
Gardons	1,5 à 3 m/s	1 m/s	5 cm
Goujons	1,5 à 3 m/s	1 m/s	5 cm
Loches franche	1,5 à 3 m/s	1 m/s	5 cm
Vairons	1 à 2 m/s	0,7 m/s	5 cm

Figure 128 : Caractéristiques des espèces piscicoles

Les informations importantes

- ❖ Capacité de nage de la Truite Fario
 - Vitesse maximale : **2,5 à 5 m/s**
 - Vitesse de croisière : **1,35 m/s**
 - Hauteur d'eau minimum : **10 cm**

7.4.2 Analyse de la franchissabilité de la Truite Fario

Afin d'assurer la franchissabilité de la Truite Fario, les conditions décrites précédemment (hauteur d'eau minimum et vitesse de croisière) doivent être remplies pour des débits allant des basses eaux (1/10^e module et QMNA5) et 2,5 fois le module.

Le tableau suivant synthétise les hauteurs d'eau et les vitesses pour chaque ouvrage sur le Janon :

		OH 4500 : Ouvrage sous la Bretelle		OH 4621 : Ouvrage sous la RN 88		OH 4636 : Ouvrage sous le barreau routier		OH 4781 : Ouvrage sous le Pont de la magie	
		Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Hauteur d'eau	1/10 ^e module	9 cm	7 cm	14 cm	12 cm	8 cm	8 cm	9 cm	9 cm
	QMNA ₅	11 cm	8 cm	18 cm	16 cm	10 cm	10 cm	11 cm	11 cm
	Module	22 cm	14 cm	43 cm	31 cm	19 cm	19 cm	21 cm	21 cm
	2,5 * module ^x	31 cm	16 cm	73 cm	47 cm	27 cm	27 cm	30 cm	29 cm
Vitesse	1/10 ^e module	0,31 m/s	0,28 m/s	2,25 m/s	0,42 m/s	0,44 m/s	0,41 m/s	0,42 m/s	0,41 m/s
	QMNA ₅	0,39 m/s	0,33 m/s	2,46 m/s	0,53 m/s	0,51 m/s	0,47 m/s	0,49 m/s	0,49 m/s
	Module	0,74 m/s	0,67 m/s	0,36 m/s	1,08 m/s	0,77 m/s	0,72 m/s	0,75 m/s	0,78 m/s
	2,5 * module ^x	1,05 m/s	1,44 m/s	0,38 m/s	1,67 m/s	1,00 m/s	0,99 m/s	1,04 m/s	1,10 m/s

Figure 129 : Synthèse des hauteurs d'eau et des vitesses au droit des ouvrages sur le Janon

Nota : les étiages sont sévères sur ces deux cours d'eau, ce qui explique les faibles hauteurs pour des débits tels que le 1/10^e du module.

Les hauteurs d'eau en période d'étiage (QMNA₅) pour les ouvrages faisant l'objet d'aménagements (OH4621, OH4636 et OH4781) sont suffisantes pour permettre le rétablissement de la franchissabilité piscicole, avec pour une hauteur minimum de 10 cm, hauteur nécessaire pour le franchissement piscicole de la Truite Fario.

Concernant les vitesses d'écoulement, seul l'OH4621 présente des valeurs au-dessus de la vitesse de croisière de la Truite Fario, pour des périodes de retour équivalente au QMNA₅ et au 1/10^e du module. Toutefois, ces valeurs restent inférieures à sa vitesse de pointe. C'est donc pour cette raison que l'ouvrage sera équipé de barrettes (barrettes asymétriques et en forme de « V ») et d'un substrat plus rugueux créant des zones de repos et réduisant la section d'écoulement.

Il est toutefois important de garder en mémoire que ces vitesses sont théoriques et ne seront en rien uniformes sur toute la section de passage. Des ralentissements seront en effet observables, créant ainsi des zones de repos pour les différentes espèces piscicoles.

La franchissabilité piscicole de l'OH4500 existant ne sera pas modifiée par rapport à l'état actuel pour des périodes de retour inférieures au module. Pour rappel, il n'a pas été prévu de modifier cet ouvrage dont la capacité hydraulique ne limite que très peu le passage d'une crue centennale. Cependant, cet ouvrage présente un substrat naturel, favorable à la franchissabilité piscicole, malgré le fait qu'actuellement la géométrie et les faibles débits d'étiage ne permettent pas d'obtenir une franchissabilité complète pour le débit 1/10^e du module.

Pour assurer la totale franchissabilité de cet ouvrage pour les faibles débits, des aménagements complémentaires devront être réalisés (barrettes, blocs...). L'intervention actuellement prévue dans cet ouvrage, consiste en la simple fixation d'une banquette faune en encorbellement, des aménagements plus importants impacteraient de façon plus conséquente le lit du Janon dans ce secteur.

Le tableau suivant synthétise les hauteurs d'eau et les vitesses pour chaque ouvrage sur le Ricolin :

		OH 165 : Giratoire		OH 100 : ouvrage sous la RD 32	
		Amont	Aval	Amont	Aval
Hauteur d'eau	1/10 ^e module	9 cm	21 cm	21 cm	10 cm
	QMNA ₅	10 cm	23 cm	23 cm	11 cm
	Module	19 cm	34 cm	34 cm	20 cm
	2,5 * module	26 cm	42 cm	42 cm	28 cm
Vitesse	1/10 ^e module	0,60 m/s	0,07 m/s	0,07 m/s	0,16 m/s
	QMNA ₅	0,65 m/s	0,10 m/s	0,10 m/s	0,52 m/s
	Module	0,93 m/s	0,29 m/s	0,29 m/s	0,81 m/s
	2,5 * module	1,16 m/s	0,46 m/s	0,46 m/s	0,85 m/s

Figure 131 : Synthèse des hauteurs d'eau et des vitesses au droit des ouvrages sur le Ricolin

Sur le Ricolin, les hauteurs d'eau au droit de l'OH 65 projeté sont suffisantes en période d'étiage pour assurer la franchissabilité piscicole, avec une hauteur d'eau minimale de 10 cm en amont pour le QMNA₅. Les vitesses sont également inférieures à la vitesse de la Truite Fario, à savoir 1,35 m/s.

Les hauteurs d'eau en aval de l'OH100 existant, sous la RD32, est suffisante en période d'étiage pour assurer la franchissabilité piscicole, suite au recalage de l'altimétrie de la crête de seuil de fond aval.

Les dépôts accumulés à l'intérieur de l'ouvrage réduisent ponctuellement la hauteur d'eau en période d'étiage à l'aval de cet ouvrage. La reprise du profil en long en aval, et l'augmentation de la pente qui en découle, permettra de remobiliser les sédiments de fond de lit et ainsi redonner une dynamique au Ricolin. Le fil d'eau du seuil de stabilisation à l'aval de l'ouvrage sera adapté pour rehausser la ligne d'eau à la sortie de l'ouvrage, et ainsi rendre franchissable cet OH pour les débits faibles.

Les hauteurs d'eau plus fortes en amont de l'ouvrage s'expliquent par la présence d'une fosse, accentuée par l'arrivée d'un collecteur d'eaux pluviales, comme illustré sur la figure ci-dessous.



Figure 130 : Synthèse Vue amont de l'OH100 sur le Ricolin



Figure 132 : Vue aval de l'OH 100 sur le Ricolin

7.5 PHASAGE DES TRAVAUX HYDRAULIQUES

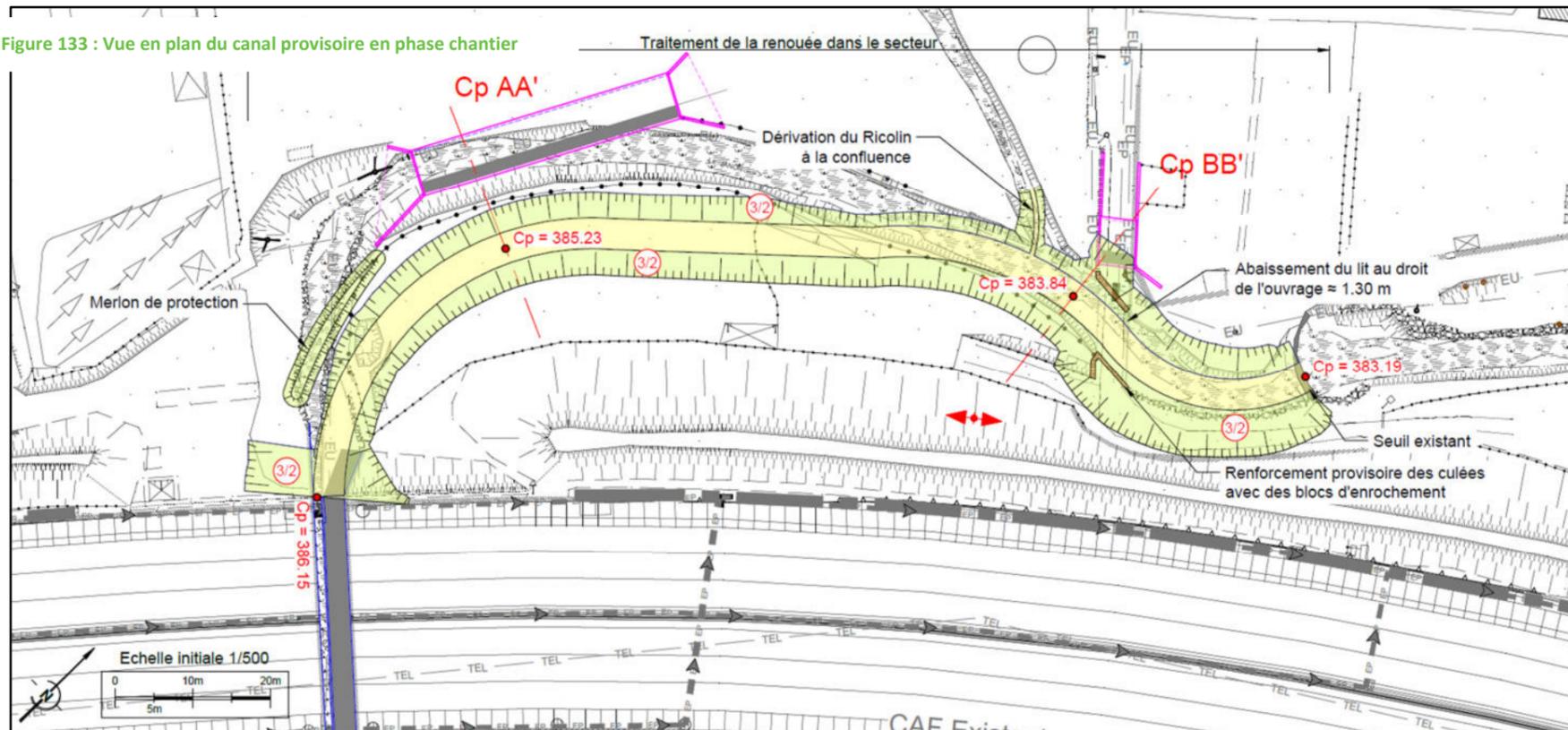
7.5.1 Dérivation provisoire du Janon

L'objectif de cette première phase est de permettre la réalisation des deux ouvrages hydrauliques sous le futur barreau et sous l'impasse de la Magie situés en partie dans le lit du cours d'eau actuel du Janon. C'est aussi pendant cette phase que sera traité (Janon et Ricolin) la Renouée du Japon dans le secteur amont, selon les préconisations imposées dans le cahier des charges.

La première phase chantier se déroulera comme suit :

- Création d'un canal de dérivation permettant de dériver les eaux provenant du lit du Janon existant (Cf plan ci-dessous), et mise en place d'un merlon de protection empêchant le transit des eaux dans le lit existant du Janon. Cette dérivation temporaire sera réalisée par la mise en place de tuyaux suffisamment dimensionnés pour tenir compte du débit dans le ruisseau, un batardeau souple autobloquant sera mis en place en amont et un filtre anti MES (type casier pouzzolane) sera disposé dans le cours d'eau à l'aval des travaux (Cf photos ci-dessous).
- Réalisation d'une pêche de sauvegarde (pêche électrique) sur le tronçon allant de la confluence Janon – Ricolin jusqu'à la fosse en aval du seuil existant, puis sur le secteur amont au niveau de l'ouvrage sous la RN88. La pêche de sauvegarde se fera en concertation avec la fédération de pêche.
- Mise en œuvre d'un batardeau filtrant anti-MES en aval du seuil existant ainsi qu'un barrage en amont de la confluence Janon – Ricolin ; pour la mise en assec du tronçon du Janon, pendant la déconstruction du seuil aval, et la reprise du profil en long du cours d'eau.
- Dérivation du Ricolin en amont du barrage nouvellement créé, avec pose d'une conduite provisoire pour la dérivation des eaux du Janon et du Ricolin (buse annelée Ø800, avec un débit capable de de 2,1 m³/s, correspondant à une occurrence à 2,5 fois le module).
- Dérasement du seuil existant jusqu'à la cote 383,19 m NGF, et comblement de la fosse à l'aval du seuil. Les matériaux graveleux (Ø0 – 400 mm) actuellement retenus en amont du seuil sont estimés à 800 m³. Un contrôle des sédiments sera cependant nécessaire en phase chantier, afin de vérifier la qualité des matériaux avant leur remise en œuvre sur l'ensemble des deux lits des cours d'eau reprofilés.
- Traitement de la Renouée Japon, dans l'emprise des travaux : arrachage et évacuation de la partie aérienne de la plante, dégrappage des rhizomes et évacuation des matériaux impropres sur une profondeur moyenne de 1m.

Figure 133 : Vue en plan du canal provisoire en phase chantier



- Réalisation des terrassements et autres aménagements, en remontant de l'aval vers l'amont jusqu'à l'ouvrage de la RN88 :

- Déblais et mise en stock des matériaux existants qui seront réutilisés pour les futurs aménagements projetés (Renappage de terre végétale, remise en œuvre de matériaux en fond de lit, comblement de la fosse en aval du seuil, réalisation de seuils de stabilisation, et empierrements de pied de berges). L'ensemble de ces matériaux sera stocké dans un secteur hors d'eau (comme la zone du futur bassin de rétention).
- Dépose des blocs d'enrochements existants et mise en dépôt des matériaux en vue de leur réutilisation dans le cadre des aménagements projetés (terre végétale, blocs d'enrochement, matériaux graveleux de fond de lit). Les matériaux excédentaires, issus du terrassement des berges, seront évacués par l'entreprise vers des sites agréés par le maître d'ouvrage.
- Renforcement des culées de l'ouvrage de l'impasse de la Magie, afin de prévenir d'éventuels affouillements, en cas de crue et suite à l'abaissement du fond de lit d'environ 1,3 m (pont conservé en phase provisoire).
- Terrassement du lit provisoire sur la rive gauche actuelle, et réalisation du raccordement à l'ouvrage RN88. Au droit de l'ancien lit, un merlon sera créé pour dériver les eaux vers le chenal provisoire.

Nota : Les aménagements prévus en phase chantier n'aggraveront pas la situation hydraulique actuelle. L'arasement du seuil existant à la cote 383,19 m NGF permettra l'abaissement du fond de lit actuel, et par conséquent de la ligne d'eau. C'est pourquoi l'arasement du seuil sera réalisé dès le début de la phase chantier, afin d'assurer pendant cette phase une protection décennale à minima.

La figure suivante présente la vue en plan du contournement du Janon en phase provisoire (dimensionnement décennal).



Figure 134: Illustrations de barrage souple autobloquant et filtre

7.5.2 Phase 2 : Reprise du tracé définitif sur le Janon et le Ricolin

L'objectif de cette seconde phase est de réaliser l'ensemble des deux rescindements cours d'eau du Janon et du Ricolin. Pour des raisons de planning, cette phase a été sous-découpée entre deux secteurs d'intervention, qui seront décalés dans le temps.

7.5.2.1 Secteur 2a -Partie amont

Cette 2^e phase comprendra en premier lieu la création des deux ouvrages sur le Janon (OH du barreau routier et de l'impasse de la Magie) et un ouvrage sur le Ricolin (sous le giratoire). Une fois, la création de ces différents ouvrages, les aménagements se décomposeront comme suit :

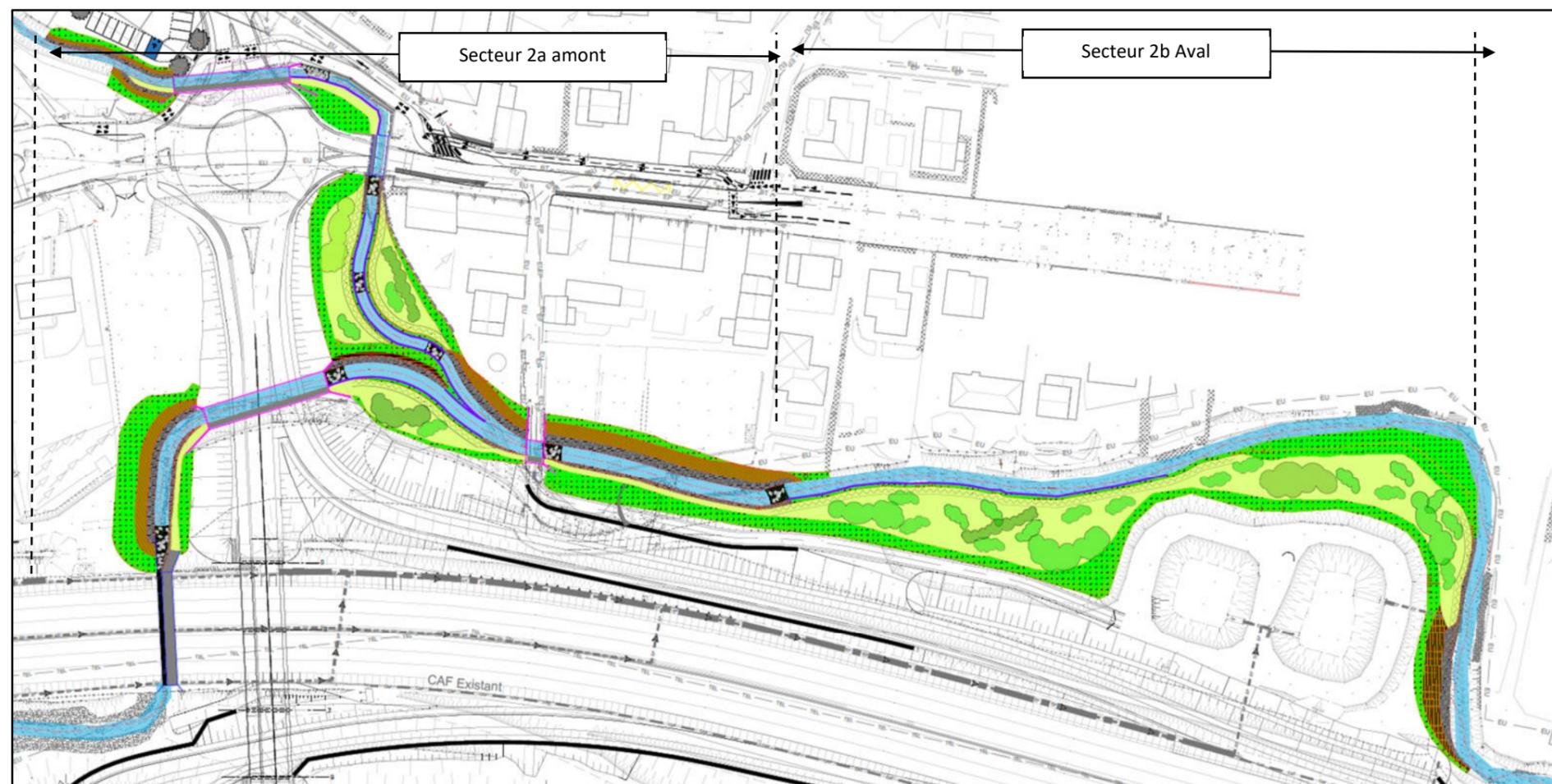
- Reprofilage du nouveau lit et des berges, de l'aval vers l'amont.
- Réalisation depuis la piste en fond de cours d'eau, de toutes les techniques de renforcement de berge, rampe en blocs, avec un appareillage fin des blocs pour la réalisation de l'ensemble des enrochements prévue dans les aménagements projetés (y compris la création de la bêche d'enrochements).
- Création des seuils de fond en blocs finement appareillés (\varnothing moyen variable 0,4 à 0,6 m), pour la stabilisation du profil en long, avec remplissage des interstices entre les blocs avec des matériaux graveleux.
- Fourniture et pose de barrettes béton à l'intérieur de l'ouvrage sous la RN88 sur le Janon.
- Réalisation de la banquette faune en encorbellement, à l'intérieur des OH existants, sous la bretelle de sortie de la RN88 et sous la RD32 route de la Varizelle.
- Remise en eau progressive du nouveau lit et comblement du lit provisoire.
- Déblais des zones de compensation (après le décapage de la terre végétale, sa mise en stock provisoire, et son renappage final).
- Réalisation des aménagements végétalisés (lits de plants et plançons, fascines de saules ou d'hélophytes, ensemencement de l'ensemble de surfaces travaillées, plantations d'arbres et d'arbustes).

7.5.2.2 Secteur 2b – Partie aval

Cette dernière phase comprendra les aménagements suivants :

- Traitement de la Renouée du Japon sur le secteur.
- Décapage de la terre végétale de l'ensemble des surfaces travaillées.
- Déblais des zones de compensation, et reprise de la berge rive droite à l'aval du bassin de la DIRCE (réalisation d'un batardeau provisoire, pêche de sauvegarde avant la mise en assec d'une partie du lit, enrochement de pied de berge avec sabot parafouille).
- Réalisation des aménagements végétalisés (fascines d'hélophytes, plantation d'arbres, d'arbustes et des boutures de saules, ensemencement).

Figure 135 : Vue en plan du déroulement de la deuxième phase chantier



La figure ci-dessous présente la limite d'inondation cinquantennale en rive gauche, dans le secteur d'implantation possible de la base vie lors de la phase chantier. Une zone hors d'eau pour cette occurrence de crue est identifiée, à l'emplacement du futur bassin de rétention n°1, avec une possibilité d'implantation de la base vie lors de la phase chantier.

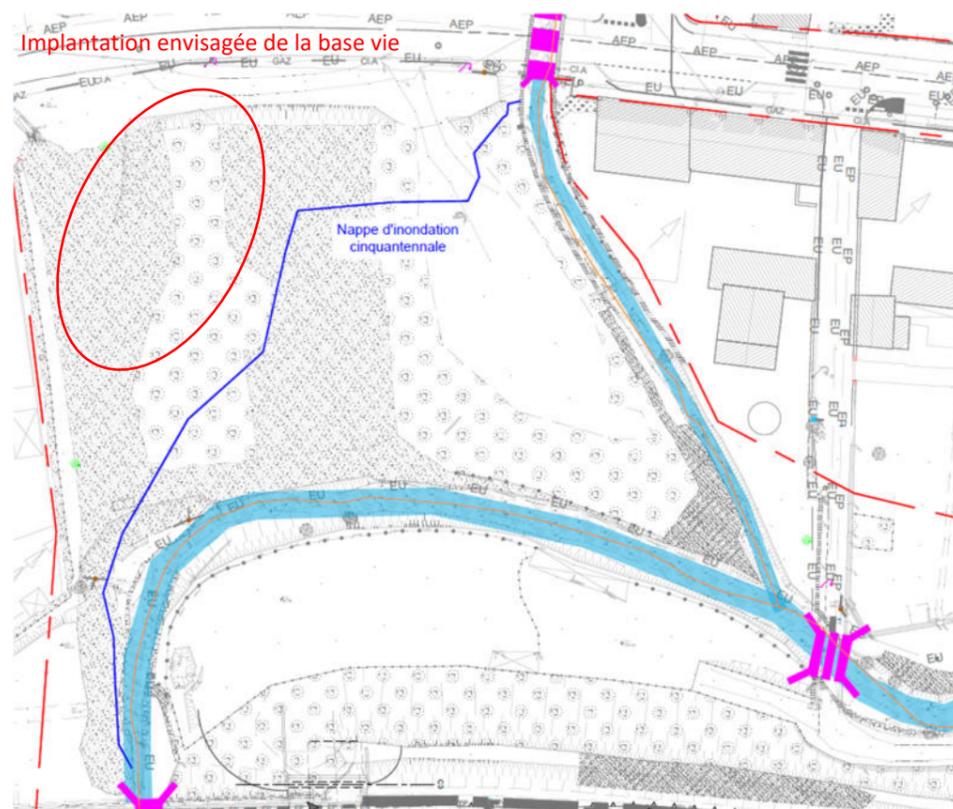


Figure 136 : Vue en plan de la nappe d'inondation cinquantennale et de l'implantation de la base vie

7.5.2.3 Bilan des matériaux

La partie suivante présente les principaux éléments concernant les mouvements de matériaux pendant les phases chantier 1 et 2 dans travaux en cours d'eau.

■ Phase 1 – Création d'une dérivation provisoire

Le schéma synthétisant les principaux mouvements de terre lors de la première phase chantier est en page 37 de l'étude hydraulique, en annexe 2 de la pièce C.10 Annexes.

Au total, le bilan des mouvements des matériaux se décompose comme suit :

- Évacuation estimée à : 335 m³.
- Réutilisation estimée à : 1088 m³.
- Mise en stock pour apport phase n°2 estimée à : 887 m³.

De plus, le délai pour la réalisation de la première phase de travaux est estimé à 10 semaines, soit 2 mois et demi

■ Phase 2 – Réalisation des aménagements de renaturation projetés

Le schéma synthétisant les principaux mouvements de terre lors de la première phase chantier est en page 37 de l'étude hydraulique, en annexe 2 de la pièce C.10 Annexes.

Au final, le bilan des mouvements de matériaux durant cette phase sera caractérisé comme suit :

- Évacuation estimée à : 11 290 m³.
- Réutilisation estimée à : 3241 m³.

Les travaux en deuxième phase seront sectorisés en deux parties, du fait de l'importance de la durée estimée des travaux :

- Secteur 2a : 19 semaines, soit 4 mois et demi. Ce secteur sera traité l'année suivante à la phase 1.
- Secteur 2b : 22 semaines, soit 5 mois et demi. Afin d'optimiser la durée totale des travaux, ce secteur pourra être traité en même temps que la phase 1.

7. RUBRIQUES CONCERNÉES AU TITRE DE L'ARTICLE L214-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Au vu des caractéristiques des aménagements, le projet nécessite une **procédure d'autorisation** au titre de la Loi sur l'Eau.

Rubrique	Intitulé	Projet
1.1.1.0	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D).	Dans le cadre des travaux, il est envisagé de pomper les venues d'eau lors de la réalisation des nouveaux ouvrages hydrauliques (nappe d'accompagnement des cours d'eau). → Déclaration
2.1.5.0	Rejet des eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : 1° Supérieure ou égale à 20 ha (A). 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).	Le projet n'intercepte aucun bassin versant extérieur. Seule la surface du projet est à prendre en compte, elle est de 0,57 ha pour le barreau, le giratoire cote Varizelle avec une partie de la bretelle de sortie. La surface de bassin versant de la RN88 avec les nouvelles bretelles de l'échangeur est de 2,39 ha. → Déclaration
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1° Un obstacle à l'écoulement des crues (A) ; 2° Un obstacle à la continuité écologique : a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A) ; b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (D). <i>Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments.</i>	Le projet n'aura pas d'impact sur les écoulements des crues. L'étude hydraulique menée sur la zone permet de justifier ce point. Concernant les ouvrages hydrauliques, ils seront implantés de façon à assurer la continuité écologique. De plus, la suppression du seuil et les aménagements dans l'ouvrage sous la RN88 permettront d'améliorer la continuité écologique des cours d'eau. → Sans objet
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ; 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D). <i>Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.</i>	Linéaire de cours d'eau modifié sur le Janon : 490 m Linéaire de cours d'eau modifié sur le Ricolin : 160 m → Autorisation
3.1.3.0	Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur : 1° Supérieure ou égale à 100 m (A) ; 2° Supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D).	Longueur des nouveaux ouvrages aménagés : Ricolin : OH sous le giratoire 4 m Janon : OH sous la barreau routier 36 m et OH sous l'impasse de la magie : 4 m → Déclaration

Rubrique	Intitulé	Projet
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).	Linéaire de berges modifiées par des techniques autres que végétales : Ricolin : 30 m Janon : 340 m → Autorisation
3.1.5.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet : 1° Destruction de plus de 200 m ² de frayères (A) ; 2° Dans les autres cas (D).	D'après les inventaires réalisés, sur la zone, les cours d'eau présentent des frayères et des zones d'alimentation. Le projet va donc supprimer environ 14 m ² de frayères sur Ricolin et 16 m ² sur le Janon. → Déclaration
3.2.2.0.	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ² (A) ; 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10 000 m ² (D). <i>Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.</i>	Le projet va engendrer un remblai d'environ 4.328 m ² sur la zone inondable. → Déclaration
3.3.1.0	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1° Supérieure ou égale à 1 ha (A). 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D).	Les aménagements impacteront 1771 m ² de zones humides. → Déclaration

Le projet est donc soumis au régime d'autorisation, et donc à une procédure d'autorisation environnementale.

Les arrêtés de prescriptions applicables aux rubriques visées sont les suivants :

- **1.1.1.0 : Arrêté du 11 septembre 2003** portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié,
- **3.1.3.0 : Arrêté du 13 février 2002** fixant les prescriptions générales applicables aux installations, ouvrages, travaux ou activités ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du Code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.1.3.0 (2°) de la nomenclature annexée décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié,
- **3.1.5.0 : Arrêté du 30 septembre 2014** fixant les prescriptions techniques générales applicables aux installations, ouvrages, travaux ou activités soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L.214-1 à L.214-3 du Code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.1.5.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du Code de l'environnement,
- **3.2.2.0 : Arrêté du 13 février 2002** fixant les prescriptions générales applicables aux installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur des cours d'eau soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du Code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.2.2.0 (2°) de la nomenclature annexée décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

8. MOYENS DE SUIVI, DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION EN CAS D'ACCIDENT

■ Suivi environnemental en phase chantier

Pour assurer la coordination environnementale, une personne qualifiée sera missionnée comme Coordinateur Environnement en phase travaux. Il fera partie intégrante de l'encadrement général du chantier sous la Direction des Travaux. En effet, le rôle du coordinateur environnemental consiste à :

- Planifier et coordonner la prise en compte de l'environnement (orientations, communications, procédures, plans, aménagements spécifiques, dispositifs de protection...),
- Faire respecter les engagements et les procédures, ainsi qu'encadrer la réalisation,
- Assurer la réalisation des mesures de suivi : suivis de la qualité de l'eau, suivis écologiques, suivi en faveur des espèces protégées...
- Vérifier et mesurer les écarts (constats, fiches de visite...) vis-à-vis des engagements en faveur de l'environnement,
- Agir, suivre et mettre en place des améliorations, notamment le traitement des non-conformités (actions préventives ou correctives, ou mesures curatives),
- Partager et faire connaître les bonnes pratiques,
- Réaliser un reporting au Maître d'Ouvrage sur le suivi du chantier,
- Alerter en cas de problèmes.

De plus, le maître d'ouvrage intègre que des analyses des eaux du Janon et du Ricolin pourront être réalisées par un laboratoire agréé, dont les modalités restent à définir en concertation avec les administrations compétentes (lieu de prélèvement, paramètres et fréquences).

De plus, un suivi sera effectué sur la biodiversité pendant la phase chantier.

■ Surveillance et entretien des ouvrages

La surveillance et l'entretien des ouvrages de collecte et de traitement des eaux pluviales sont assurés par les services d'exploitation de Saint-Etienne Métropole pour les sections routières raccordées au réseau intercommunal et la DIR Centre-Est pour les bretelles d'accès à la RN88.

Le suivi et l'entretien des ouvrages de collecte et de traitement des eaux pluviales seront effectués avec vigilance afin de détecter tout dysfonctionnement.

Les préconisations sont les suivantes :

- passage régulier pour évacuer les objets qui risquent de gêner le bon fonctionnement des ouvrages de collecte et de traitement,
- visite des ouvrages de collecte et de traitement suite à évènement climatique important,
- nettoyage des ouvrages de collecte et de traitement, comprenant :
 - le nettoyage des ouvrages de collecte, des regards de dérivation et des regards d'évacuation des bassins,
 - la vérification du bon fonctionnement des vannes,
 - l'entretien des grilles de sortie.

Type d'intervention	Périodicité indicative d'interventions	Observations
Surveillance et vérification		
Vérification du bon état de marche des ouvrages hydrauliques	2 fois par an	Si besoin, après chaque évènement pluvieux important.
Entretien des aménagements paysagers (haies, arbres et arbustes)	Taille de formation si besoin la 1ère année puis suivi tous les 3 à 5 ans.	Entretien adapté à la nature des plantations.
Assainissement des eaux pluviales	1 fois par an.	
Entretien		
Curage des ouvrages et évacuation en décharge agréée	Tous les 3 à 5 ans (ou lorsque les produits décantés nuisent au bon fonctionnement des installations)	
Enlèvement des déchets	1 fois par semaine d'avril à septembre. 1 fois tous les 15j le reste de l'année.	Périodicité à adapter à la fréquentation.
Aléas particuliers		
Aléas : inondation, tempête...		Intervention après chaque évènement climatique non courant.

Figure 137 : Surveillance, vérification et entretien

Les boues de curage feront l'objet d'analyses afin de déterminer leur devenir ; selon les résultats d'analyse de boues, ces dernières pourront être :

- épanchées sur les dépendances vertes de l'autoroute situées dans les emprises,
- envoyées dans une décharge agréée,
- envoyées dans un centre de traitement des déchets.

■ **Protocole d'intervention en phase travaux (pollution accidentelle)**

En phase de travaux, dans l'hypothèse d'un déversement accidentel d'hydrocarbures ou autre produit polluant, un protocole de réaction pour le bon déroulement des interventions, préalablement établi par l'entreprise, sera suivi et scrupuleusement respecté.

Il sera basé sur les principes suivants :

- localisation et arrêt de la source de pollution ;
- avertissement sans délai du Maître d'œuvre, avec description de l'incident et évaluation du risque ;
- confinement des déversements avec, selon la configuration des lieux, une identification de la trajectoire de diffusion des substances : risques d'étalement à la surface du sol, d'infiltration dans le sol, de pénétration dans un réseau existant (fossés, canalisation, cours d'eau...) ;
- en cas de déversement sur le sol : creusement d'une tranchée d'isolement, mise en œuvre d'une digue de retenue, utilisation de matériaux absorbants, mise en œuvre de barrages absorbants pour isoler toutes les sources d'eau ;
- en cas de déversement dans l'eau ou risquant d'atteindre une source d'eau : selon la configuration du site, construction de digues de retenues, utilisation du relief naturel ou d'un fossé, excavation d'un puits ou d'une tranchée ;
- une fois le contaminant confiné, les opérations de récupération doivent être immédiates ;
- le terrassement du maximum de terres polluées doit être réalisé, avec le stockage immédiat et provisoire de ces terres sur une aire étanche ou dans une benne étanche ;
- l'intervention d'une entreprise spécialisée doit être engagée pour le pompage de résidus liquides ou l'évacuation des terrains pollués ;
- selon la nature des risques, l'arrêt des postes de travail sera exécuté, dans la zone de sinistre ;
- réalisation d'un constat contradictoire ou intervention d'un huissier.

Des produits absorbants et/ou membranes étanches devront être tenus à disposition sur le site pour les interventions.

Le responsable de chantier sera en possession d'une liste d'entreprises spécialisées dans les interventions de dépollution. Cette liste sera inscrite dans le Plan de Respect de l'Environnement (PRE), établi par l'entreprise en charge des travaux.

■ **Suivi des mesures**

Il est prévu la mise en place de suivi des mesures :

- Suivi des dispositifs d'assainissement (cf. chapitre précédent),
- Suivi des cours d'eau en phase chantier et en phase exploitation (cf. suivi en phase chantier),
- Suivi des aménagements en faveur de la biodiversité (suivi des ouvrages hydrauliques mixtes après la mise en service, suivi des espèces végétales, entretien des bords de cours d'eau), Ce point est décrit dans la pièce D. Demande de dérogation vis-à-vis des espèces protégées,
- Suivi des nuisances sonores, mesures de suivi après la mise en service pour vérifier les niveaux de bruit.