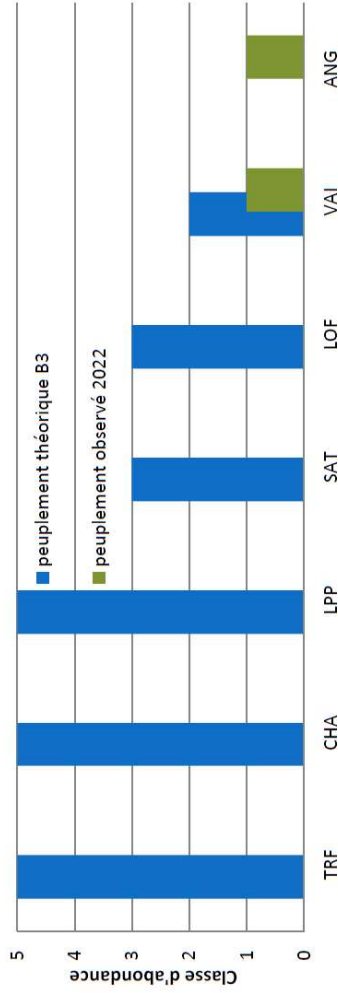




Photo 72- Anguille et vairons capturés sur la station de pêche (source : Fédération de pêche 56)



(*) sans tenir compte des anguilles

Figure 56- Abondance du peuplement piscicole observé par rapport au peuplement théorique – Ruisseau de Keralvy (source : Fédération de pêche 56, avril 2022)

V.2 Incidences du projet et mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Le projet d'aménagement de la RD775 sur la commune de La Vraie-Croix a des incidences sur l'eau et les milieux aquatiques. Le présent chapitre vise à présenter ces différentes incidences ainsi que les solutions étudiées et retenues afin d'éviter, réduire ou compenser ces incidences.

Les incidences du projet sur l'eau et les écosystèmes aquatiques peuvent être regroupées en 4 catégories qui feront l'objet de sous-chapitres distincts :

- ❖ Incidences des rejets d'eaux pluviales ;
- ❖ Incidences sur les cours d'eau (rétablissement des écoulements naturels et lit majeur) ;
- ❖ Incidences sur les zones humides ;
- ❖ Incidences sur la faune intérodée aux milieux aquatiques.

Un sous-chapitre distinct sera également consacré à l'analyse des incidences sur les sites Natura 2000 conformément à l'article R414-19 du code de l'environnement.

Enfin les incidences spécifiques à la période des travaux feront également l'objet d'un chapitre à part.

V.2.1 - Incidences et mesures vis-à-vis des rejets d'eaux pluviales

Les incidences des rejets d'eaux pluviales sont de 2 ordres :

- ❖ Les incidences quantitatives liées à la collecte et à la concentration eaux de ruissellement ;
- ❖ Les incidences qualitatives liées à la pollution véhiculée par les eaux de ruissellement.

V.2.1.1 - Incidences et mesures vis-à-vis du régime des eaux

L'aménagement de la RD775 va entraîner une modification des conditions hydrologiques sur le secteur d'étude. L'imperméabilisation des sols et la modification du réseau de collecte des eaux pluviales vont favoriser le ruissellement et la concentration des écoulements.

V.2.1.1a Calcul de l'évolution débitimétrique des rejets d'eaux pluviales

Nous procédons au calcul des débits de rejets d'eaux pluviales pour la pluie décennale avant et après réalisation du projet afin d'apprécier son incidence sur les rejets d'eaux pluviales.

Les rejets en situation actuelle étant multiples afin de permettre la comparaison des débits rejetés nous procédons à un calcul théorique d'un débit de pointe global généré par l'ensemble de la voirie actuelle que nous comparons au débit théorique global de l'ensemble la voirie projetée.

❖ Situation actuelle

Le débit d'eaux pluviales rejeté est apprécié pour l'ensemble des surfaces de voirie existante à partir de la formule superficielle et d'un coefficient d'apport égal à 1. La surface de voiries est déterminée de manière approximative à partir d'une largeur de chaussée de 6.5 m sur un linéaire de 4.1 km.

Tableau 36- Estimation du débit d'eaux pluviales rejeté en situation actuelle pour une pluie décennale

Typologie des surfaces	Données d'entrée	
	Coefficient d'apport	Surface (m ²)
Voiries (chaussée)	1,00	26650
Total	1,00	26650
I : Pente moyenne (m/m)		0,01
Coefficient Montana retenu	a	5,732
Etude MétéoFrance T10 2018 - 1h à 24h	b	-0,663
Débit de pointe décennale - Formule superficielle (Caquot)		
$Q = K \times C^i \times i^a \times A^b$ avec		
$\mu = 1 / (1+0,287 \times b)$		
$\alpha = (-0,41 \times b) / (1+0,287 \times b)$		
$\beta = (0,507 \times b + 0,95) / (1+0,287 \times b)$		
$K = ((a / 6,6) \times 0,5^b)^\mu$		
	μ	1,235
	α	0,336
	β	0,758
	K	1,482
Débit de pointe décennale : QT10 (l/s) =		664

Le débit rejeté en situation actuelle est estimé à environ 660 l/s pour la pluie décennale.

❖ Situation après aménagement

Le débit d'eaux pluviales rejeté par la voirie après mise en œuvre de la 2x2 voies est apprécié pour l'ensemble du projet à partir de la même méthode que pour la situation actuelle.

La surface de voiries est déterminée de manière approximative à partir d'une largeur de chaussée de 22.1 m sur un linéaire de 4 km.

Tableau 37- Estimation du débit d'eaux pluviales rejetés après aménagement pour une pluie décennale

Données d'entrée		
Typologie des surfaces	Coefficient d'apport	Surface (m ²)
Voiries (chaussée)	1,00	88400
Total	1,00	88400
i : Pente moyenne (m/m)		
		0,01
Coefficient Montana retenu		
	a	5,732
Etude MétéoFrance T10 2018 - 1h à 24h		
	b	-0,663
Débit de pointe décennale - Formule superficielle (Caquot)		
$Q = K \times C^{\mu} \times i^{\alpha} \times A^{\beta}$ avec		
$\mu = 1 / (1+0,287 \times b)$		
$\alpha = (-0,41 \times b) / (1+0,287 \times b)$		
$\beta = (0,507 \times b + 0,95) / (1+0,287 \times b)$		
$K = ((a / 6,6) \times 0,5^{b \times \mu})$		
	μ	1,235
	α	0,336
	β	0,758
	K	1,482
Débit de pointe décennale : QT10 (l/s) =		1648

Le débit rejeté après aménagement est estimé à environ 1 650 l/s pour la pluie décennale.

❖ Incidences du projet sur les débits d'eaux pluviales en l'absence de mesures correctives

Le projet d'aménagement des voies entraîne une augmentation significative des surfaces imperméabilisées. Les incidences du projet sur les débits de pointes des rejets d'eaux pluviales vers les milieux récepteurs ne seront pas négligeables en l'absence de mesure corrective.

Le débit de pointe rejeté est déjà important en situation actuelle, il sera encore supérieur après aménagement. Il est susceptible de perturber le régime des écoulements des cours d'eau milieux récepteurs. Les perturbations du régime hydraulique liées à une augmentation de débit sont susceptibles d'engendrer :

- ✓ L'extension du secteur d'inondation en aval et le sous-dimensionnement des ouvrages hydrauliques en aval.
- ✓ Des phénomènes d'érosion du lit mineur des cours d'eau en aval des rejets en raison de l'augmentation brutale des débits.

La mise en œuvre de mesures afin de réduire les effets de l'imperméabilisation et de l'augmentation des débits est nécessaire afin de réduire et/ou de supprimer les incidences dommageables sur les milieux récepteurs.

❖ Mesure de gestion quantitative des eaux pluviales

La maîtrise des eaux pluviales est basée sur le principe suivant : « Le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs, eaux pluviales puis dans le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits acceptables par ces derniers et de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement. » (SDAGE Loire Bretagne »

Dans le cadre du projet routier, **les eaux de ruissellement issues des bassins versants naturels interceptés et les eaux de ruissellement de la plateforme routière (haussees) seront recueillies séparément dans des ouvrages de collecte distincts**. Les eaux collectées sur la plateforme routière seront acheminées vers des ouvrages assurant la régulation des débits et le traitement des eaux pluviales rejetées.

Ces ouvrages permettront de réduire l'impact sur les conditions hydrologiques du secteur d'étude et de ne pas surdimensionner les bassins de rétention et traitement.

Les objectifs de régulation des débits retenus dans le cadre du projet d'assainissement de la voirie sont basés sur :

- ✓ **Une période de retour de 10 ans**. En l'absence d'enjeu hydraulique particulier, c'est le niveau de protection communément retenu pour l'assainissement des infrastructures routières. Au-delà de cette période de retour, les ouvrages de régulation n'assureront plus leur fonction, mais les ouvrages de rétention seront équipés de surverse et de bypass pour prendre en charge des évènements exceptionnels.
- ✓ **Un débit de fuite régulé à 3 l/s/ha**. Sur le département l'application de ce débit de fuite est communément admise, il est issu du SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 (disposition 3D-2).

❖ Collectes des eaux de ruissellement

Les eaux de ruissellement en provenance de la plateforme routière entre les giratoires du Croizac et celui de Kergonioux seront collectées dans un réseau spécifique indépendant du réseau de collecte des eaux de ruissellement issues des bassins versants interceptés : on parle de réseau séparatif.

Le réseau séparatif de collecte des eaux de ruissellement sera constitué de :

- ✓ Ouvrages de type cunettes enherbées, fossés ou caniveaux pour la collecte des eaux de ruissellement de la plateforme routière
- ✓ Fossés enherbés pour la collecte des eaux de ruissellement issues des bassins versants naturels. Ces fossés dirigeront les eaux de ruissellement vers les ouvrages de franchissement ou directement vers le milieu récepteur. Ces ouvrages de collecte ont pour fonction de rétablir les écoulements naturels.



Photo 73- Exemple de système de collecte des eaux de ruissellement en crête de plateforme réalisé à Muzillac (source : CD 56)

❖ Dimensionnement des volumes de rétention

Le dimensionnement des volumes de rétention est réalisé à partir de la méthode des pluies décrites par l'instruction technique de 1977. Nous utilisons des coefficients de Montana locaux (Étude Météo France réalisée en 2018).

Les coefficients d'apports relatifs à la pluie décennale et appliqués à chacun des bassins versants routiers sont déterminés à partir du calcul des surfaces desservies par le réseau d'assainissement pondérées par un coefficient propre à chaque type de surface.

La bibliographie fournit plusieurs tables de références différentes de coefficient de ruissellement. Ce paramètre varie en fonction de l'occupation du sol, du relief, de la nature du sol (capacité d'infiltration).

Les coefficients d'apport retenu dans le cadre du projet sont présentés ci-dessous.

Ils sont calés à partir de la bibliographie et des retours d'expérience obtenus lors de la modélisation de réseaux d'eaux pluviales.

Typologie des surfaces	Coefficient d'apport	Sources /références de l'hypothèse retenue
Accotement (stabilisés empièrtement)	0,60	Bourrier, Les réseaux d'assainissement, 2008 : Stabilisé C=0,60 Guide GTAR, 2006 : Accotement grave stabilisé non traité C=0,5 Guide EP dpt 37, 2008 : Accotement gravier C=0,15 à 0,30
Voitures (chaussée)	0,95	Bourrier, Les réseaux d'assainissement, 2008 : Chaussées et parking C=0,80 Cahier Technique Eaux Pluviales, Office International de l'EAU : Voiture C=0,9 Guide GTAR, 2006 : Chaussées et parties revêtues C=1
Bassin	1,00	Guide EP dpt 37, 2008 : Bassin de rétention aérien C=1 Guide GTAR, 2006 : Terre végétale et talus ne recevant pas l'eau de la chaussée et talus C=0,30 / Terre végétale recevant les eaux de la chaussée C=0,70
Talus et délaissés végétalisés	0,50	Guide EP dpt 37 - 2008 : Talus C=0,50 Bourrier, Les réseaux d'assainissement, 2008 : Espace vert C=0,15 à 0,25

Le projet routier se décompose en 4 bassins de collecte des eaux de ruissellement de la plateforme.

Les volumes de rétention requis afin d'atteindre les objectifs de régulation fixés sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Bassins versants routiers	Surface du bassin versant (ha)	Coefficient d'apport	Débit de fuite (l/s)	Volume requis (m ³)
BV Rouffier 1	6,88	0,77	20,7	2 350
BV Rouffier 2	2,64	0,77	7,9	900
BV Rouffier 3	4,72	0,81	14,2	1 750
BV Rouffier 4	1,41	0,71	4,2	450

Figure 57- Dimensionnement des volumes de rétention

Le plan de principe des bassins de rétention est présenté au sein des annexes du présent rapport.

❖ Ouvrages de régulation

Le respect des débits de fuite en aval des bassins sera assuré par la mise en place d'un ouvrage de régulation à la sortie de chaque bassin de rétention. Le débit de fuite indiqué dans le tableau précédent correspond au débit de fuite maximum rejeté par l'ouvrage de régulation lorsque le niveau d'eau dans le bassin atteint la surverse.

Les ouvrages de rétention seront basés sur l'utilisation d'une cloison percée par un orifice de fuite calibré à partir de la hauteur de charge maximum du bassin. Le détail des calculs d'ajutage est fourni en annexe du présent rapport pour chacun des bassins.

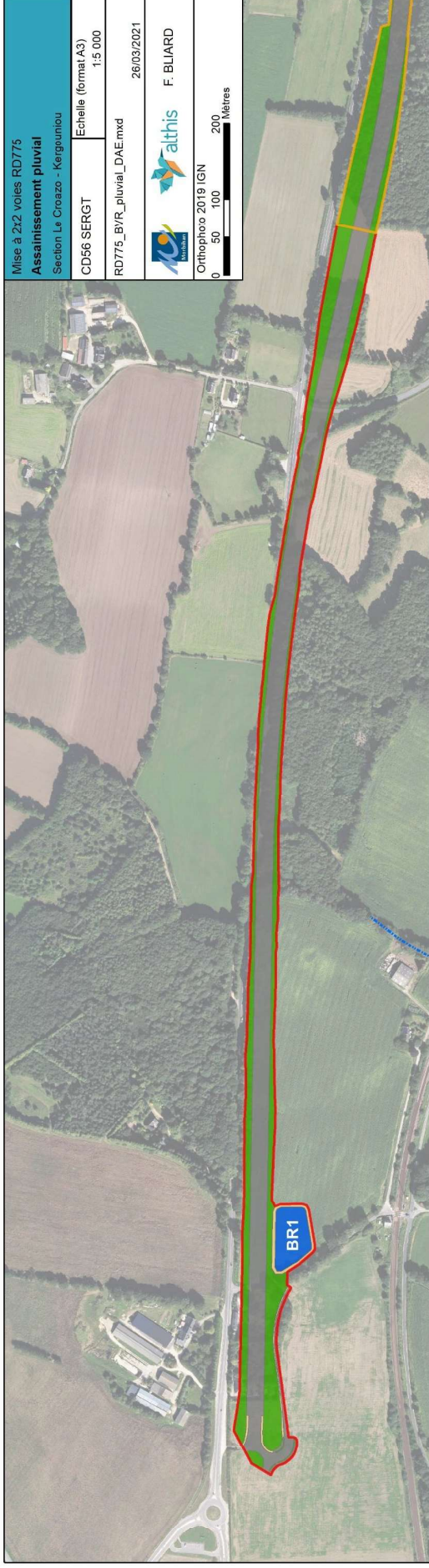
Bassin de rétention	Débit de fuite maximum	Hauteur de charge maximum	Orifice d'ajutage
BR1	20.7 l/s	1.03 m	100 mm
BR2	7.9 l/s	0.70 m	68 mm
BR3	14.2 l/s	0.77 m	89 mm
BR4	4.2 l/s	0.45 m	56 mm

Lorsque les calculs conduisent à retenir un ajutage de diamètre inférieur à 5 cm, il est nécessaire de mettre en œuvre un système de régulation de type vortex afin d'élargir l'ajutage et limiter ainsi les risques de colmatage.

À noter que le diamètre d'ajutage varie en fonction du niveau de plus hautes eaux retenu pour chaque bassin de rétention. En conséquence, les diamètres fournis dans le présent rapport sont susceptibles d'évoluer lors des études de détail des ouvrages. En revanche, les volumes utiles et les débits de fuite des bassins sont fixés de manière définitive.



Photo 74- Exemple d'un bassin multifonction réalisé à Colpo - RD 767 (source : CD 56)



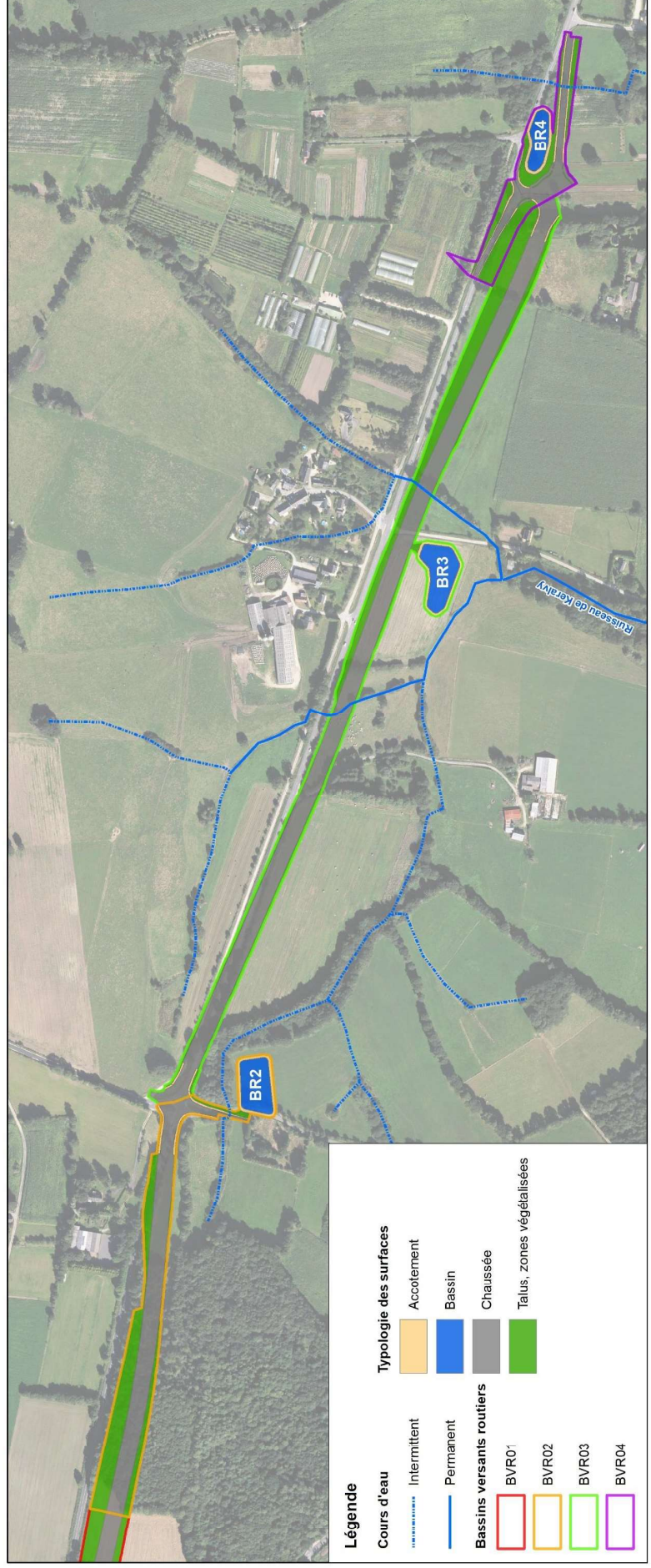
Mise à 2x2 voies RD775
Assainissement pluvial
Section Le Croazzo - Kergouniou

CD56 SERGT
Echelle (format A3)
1:5 000

RD775_BVR_pluvial_DAE.mxd
26/03/2021

F. BLIARD

Orthophoto 2019 IGN
0 50 100 200 Mètres



Légende

Cours d'eau
Intermittent
Permanent

Typologie des surfaces
Acotement
Bassin
Chaussée
Talus, zones végétalisées

Bassins versants routiers
BVR01
BVR02
BVR03
BVR04

Figure 58- Bassins de collecte des eaux de ruissellement de la plateforme

❖ Dimensionnement de la surverse

Les dimensions de la surverse des bassins de rétention sont définies afin de permettre l'évacuation d'une crue de fréquence centennale.

Le débit de pointe centennale au niveau du bassin de rétention est estimé grâce à l'application d'un facteur α appliqué au débit de pointe décennal, ce dernier étant calculé à partir de la formule superficielle.

Les débits de pointe décennaux à retenir pour le dimensionnement de la surverse sont indiqués dans le tableau suivant :

Bassin de rétention	Débit de pointe centennial
BR1	1 700 l/s
BR2	765 l/s
BR3	1 250 l/s
BR4	380 l/s

Figure 59- Débit de dimensionnement des surverses

Le dimensionnement d'ouvrages de surverse est réalisé à partir des formules usuelles adaptées au type de surverse mise en œuvre. Nous proposons ci-dessous des dimensions indicatives de surverses pour un déversoir rectangulaire à crête épaisse et pour un seuil à paroi mince rectangulaire.

Les calculs de dimensionnement devront être mis à jour en phase de réalisation des plans de travaux définitifs. Le détail des formules utilisées est présenté en annexe.

Bassin de rétention	Débit de pointe centennial	Déversoir à paroi mince	Déversoir rectangulaire à crête épaisse et section trapézoïdale
BR1	1 700 l/s	Largeur = 5.6m Hauteur = 0.30m	Largeur = 6.25m Hauteur = 0.30m
BR2	765 l/s	Largeur = 2.5 m Hauteur = 0.30m	Largeur = 2.8m Hauteur = 0.30m
BR3	1 250 l/s	Largeur = 4.1m Hauteur = 0.30m	Largeur = 4.6m Hauteur = 0.30m
BR4	380 l/s	Largeur = 1.25m Hauteur = 0.30m	Largeur = 1.4m Hauteur = 0.30m

Figure 60- Dimensions indicatives des surverses

❖ Milieu récepteur

Après leur passage dans les bassins de rétention et régulation, les eaux pluviales seront restituées au milieu naturel :

- BR1 : Le rejet en sortie de l'ouvrage de régulation est dirigé vers le fossé qui longe le bassin de rétention à l'est et au sud (Figure 61). La surverse sera elle aussi dirigée vers le fossé. Ce fossé suit la route communale n°104 avant de rejoindre le ruisseau de Saint-Just.
- BR2 : Les eaux pluviales seront restituées en amont d'une zone humide et s'écouleront vers le ruisseau de Keraly situé au nord du bassin de rétention (Figure 62). La surverse sera également dirigée vers la zone humide, sans création de fossé.
- BR3 : A la sortie de l'ouvrage de régulation, les eaux pluviales rejoignent le ruisseau de Keraly situé au sud du bassin de rétention (Figure 63). Le bypass associé à la surverse sera quant à lui orienté vers le fossé routier existant par l'intermédiaire d'une buse béton. Ce fossé est connecté à l'affluent ruisseau de Keraly qui s'écoule au sud-ouest du bassin.



Figure 61- Milieu récepteur à l'aval du bassin de rétention n°1

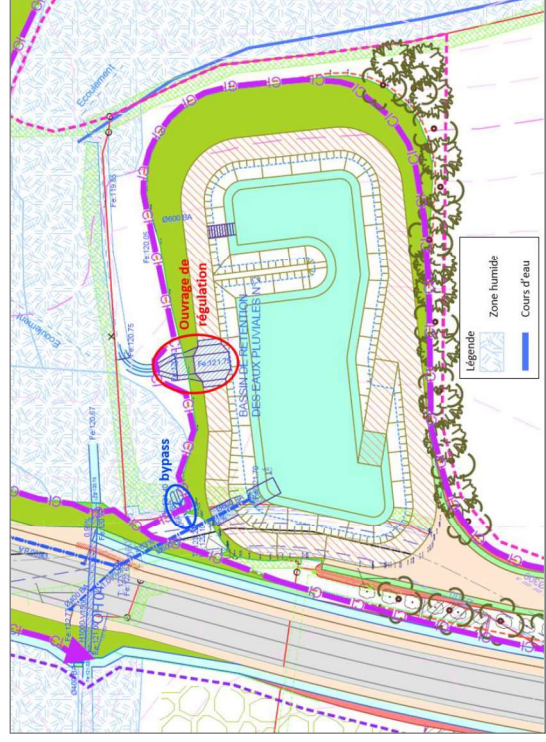


Figure 62- Milieu récepteur à l'aval du bassin de rétention n°2

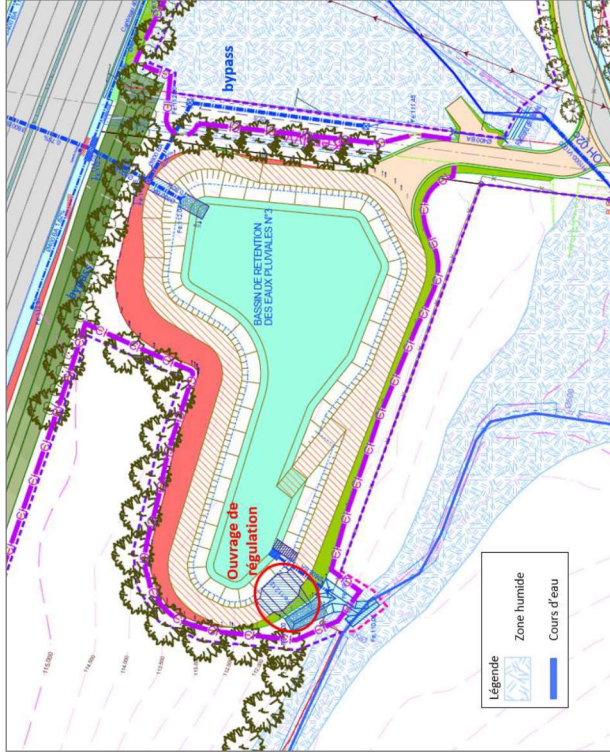


Figure 63- Milieu récepteur à l'aval du bassin de rétention n°3

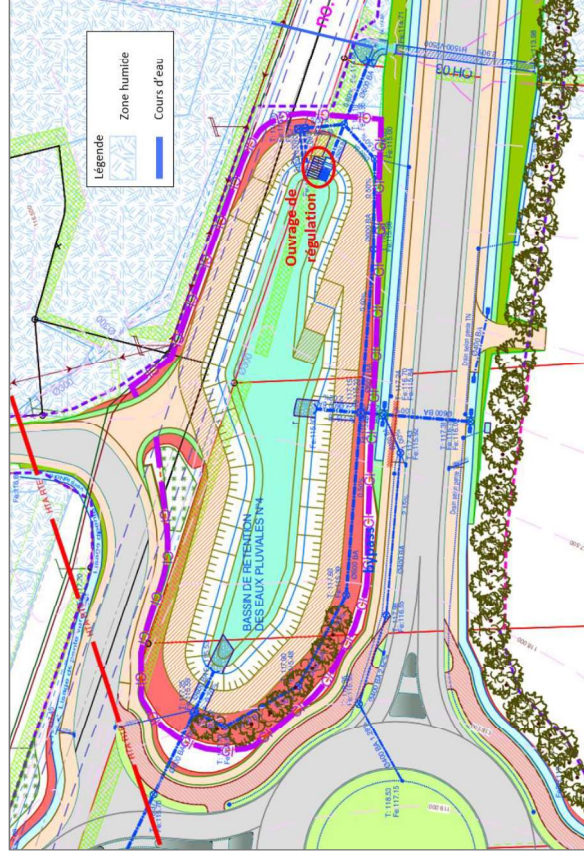


Figure 64- Milieu récepteur à l'aval du bassin de rétention n°4

Tableau 38- Incidences et mesures de rejets d'eaux pluviales sur le régime des eaux

INCIDENCES ET MESURES DES REJETS D'EAUX PLUVIALES SUR LE RÉGIME DES EAUX		Effets résiduels
Incidences du projet Perturbations des régimes hydrologiques des cours d'eau et augmentation du risque d'inondation en aval des rejets.	Mesures de réduction - La majorité des surfaces de voiries sera desservie par des ouvrages de rétention dimensionnés pour une pluie d'occurrence décennale. Ils seront équipés d'un ouvrage de régulation assurant un débit de fuite maximal de 3 l/s/ha et d'une surverse. Ces ouvrages permettront de réduire efficacement les débits en aval du projet routier à un niveau inférieur aux débits rejetés en situation actuelle (absence d'ouvrage de régulation sur l'actuelle RD). - Après leur passage dans les bassins de rétention et régulation, les eaux pluviales sont restituées au milieu naturel (ruisseaux de Saint-Just, Kerahy et Kergonioux).	Négligeables à positifs

SYNTHÈSE

La mise en place d'un **réseau séparatif et de quatre bassins multifonctions pour la gestion des eaux pluviales de la plateforme routière permettra de réduire suffisamment les incidences du projet sur les régimes hydrologiques des cours d'eau et in fine le risque d'inondation en aval.**

De plus, ce risque est réduit localement par le **remplacement des ouvrages de franchissement hydraulique actuellement sous-dimensionnés. Le projet permettra de restaurer la continuité hydraulique sur les ruisseaux de Kerahy et Kergonioux.** Les bénéfices attendus ne nécessitent pas la mise en place de mesures de compensation spécifiques.

V.2.1.2 - Incidences et mesures vis-à-vis de la qualité des eaux souterraines

Les effets d'une infrastructure routière sur la qualité des eaux souterraines sont liés à l'infiltration des eaux de ruissellement de la plateforme routière chargées en polluants vers les nappes souterraines. La sensibilité du projet par rapport à la pollution des eaux souterraines est appréciée à partir des critères suivants :

- ✓ **La vulnérabilité des eaux souterraines.** Celle-ci dépend des possibilités de diffusion des polluants véhiculés par les eaux de ruissellement vers les eaux souterraines.
- ✓ **La sensibilité des usages recensés à proximité de l'aire d'étude.** Elle révèle les enjeux associés à la pollution des eaux souterraines.

V.2.1.2a Vulnérabilité des eaux souterraines

❖ Caractéristiques hydrogéologiques du sous-sol

Afin d'apprécier la vulnérabilité des eaux souterraines au droit du projet, nous utilisons la méthodologie définie par la note d'information du CEREMA (note n°1 – août 2014). D'après cette note, les terrains sont classés en 3 catégories, selon leurs intérêts ou potentialités hydrogéologiques :

- ✓ Classe 3 : terrains à perméabilité très faible ne comportant aucune nappe souterraine étendue.
- ✓ Classe 2 : Formations complexes constituées de :
 - terrains hétérogènes à perméabilité variable localement (formations sablo-argileuses à structure lentillaire) ;
 - séries à alternance de couches de perméabilité variable (marno-calcaires) ;
 - terrains perméables dans leur masse, mais peu perméables en surface à cause d'une formation superficielle d'apport ou d'altération colmatante.
- ✓ Classe 1 :
 - terrains à perméabilité très forte à forte comportant des nappes ou réseaux aquifères étendus ;
 - terrains perméables en relation avec l'un de ces aquifères ;
 - terrains karstiques (sauf si leur connaissance permet une autre classification).

Le classement des terrains traversés ; selon les catégories citées ci-dessus, repose sur l'interprétation du contexte géologique général (carte géologique 1/50 000). Le projet repose sur des formations de socle (granites). Le sous-sol profond est imperméable, il ne présente pas d'aquifère important à l'exception des zones de fracture profonde. Sur l'aire d'étude, il n'est pas identifié de zone de fracture. Cependant, les formations de socles possèdent également des aquifères superficiels (tranche 0-100m) dit multicouches :

- ✓ Un premier réservoir constitué par les altérites (horizon d'altération : marne, argille, arène) qui présente en général une perméabilité faible, mais une porosité plus importante.
- ✓ Un deuxième réservoir constitué par le milieu fissuré (roche fissurée en cours d'altération) à porosité plus faible, mais significative (1 à 5 %) et à perméabilité plus importante (10-4 à 10-6 m/s).

La vulnérabilité de ce deuxième aquifère dépend de l'épaisseur et de la nature des altérites. Sur le secteur d'étude, les altérites sont globalement bien développées sur toutes les formations de socle. Au droit du projet, les terrains sont donc rangés en classe 3.

❖ Profondeur du toit de la nappe

Un autre paramètre intéressant afin d'apprécier la vulnérabilité des eaux souterraines aux pollutions est la profondeur du toit de la nappe. En effet, plus la nappe est proche de la surface et moins les pollutions mettront de temps pour atteindre l'aquifère superficiel puis rejoindre les eaux superficielles (cours d'eau) ou l'aquifère de socle. Ce paramètre est appréhendé à partir de la cartographie des risques de remontées de nappe réalisée par le BRGM.

Ainsi, les terrains présentant une forte sensibilité au risque de remontées de nappe ou sur lesquels la nappe est sub-affleurante sont considérés comme plus vulnérables.

❖ Indice de vulnérabilité du BRGM

Le BRGM a mis en place un indicateur spatial pour évaluer la vulnérabilité intrinsèque des nappes aux pollutions diffuses. Appelé Indice de développement et de persistance des réseaux (IDPR), il se base sur l'aptitude des formations du sous-sol à laisser ruisseler ou s'infiltrer les eaux de surface. Il se fonde sur l'analyse du modèle numérique de terrain et des réseaux hydrographiques naturels, conditionnés par la géologie.

Sur le secteur d'étude, l'infiltration est faible à moyenne, à l'exception du secteur de Kergonioux.

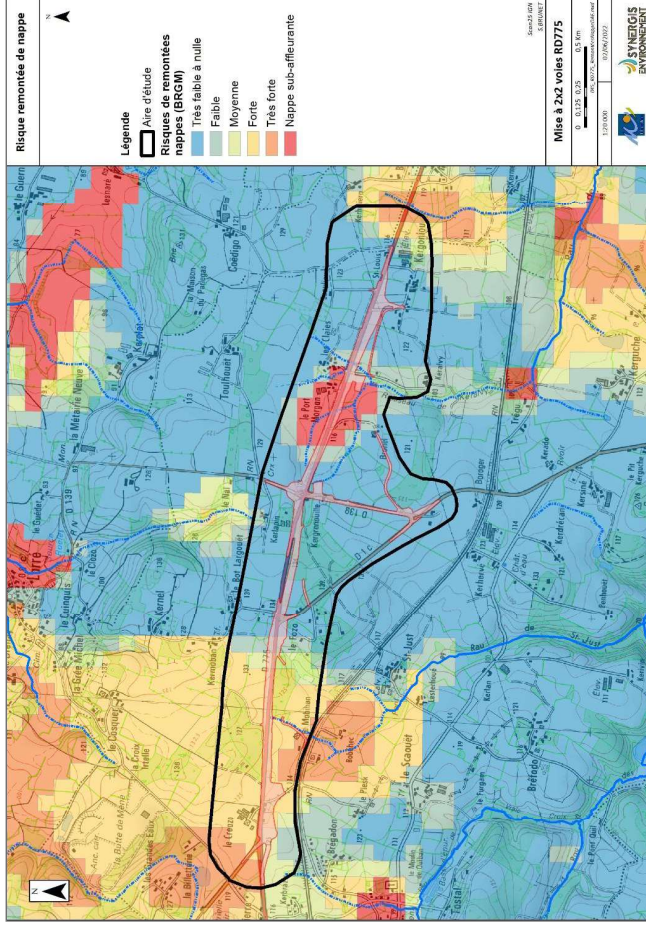


Figure 65- Risque de remontées de nappe (BRGM)

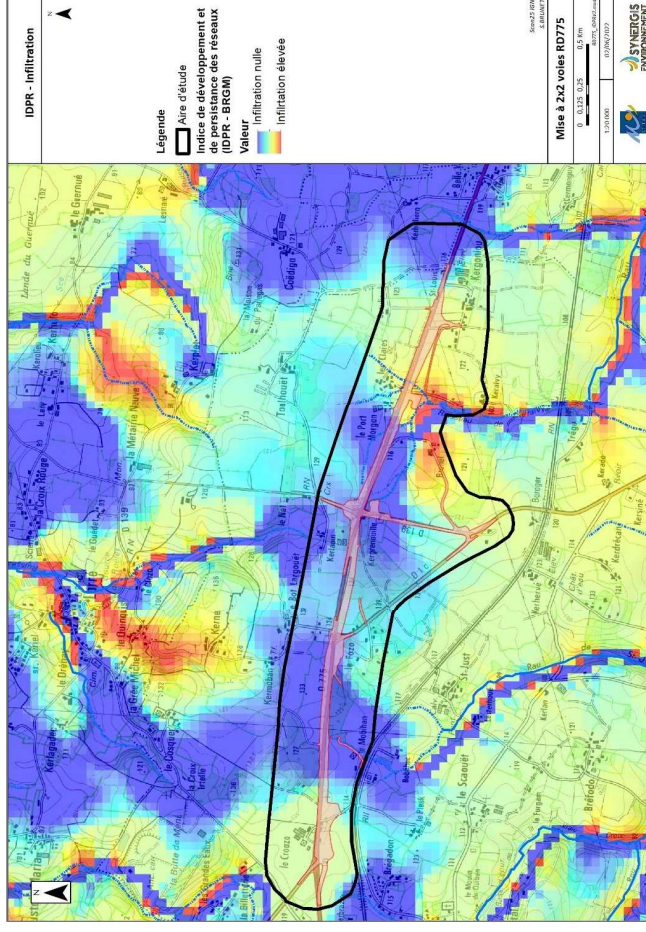


Figure 66- Indice relatif à l'infiltration – IDPR – BRGM

❖ Synthèse sur la vulnérabilité des eaux souterraines

La carte ci-contre met en avant la vulnérabilité des eaux souterraines aux pollutions. Elle prend en compte la nature du sous-sol, la profondeur du toit de la nappe et l'indice de vulnérabilité du BRGM. Sur l'aire d'étude, le sous-sol possède globalement les mêmes caractéristiques (terrains à perméabilité très faible ne comportant aucune nappe souterraine étendue). La vulnérabilité des eaux souterraines dépend donc exclusivement de la profondeur de la nappe et des potentialités d'infiltration des horizons supérieurs. La grille d'analyse ci-dessous permet de cartographier la vulnérabilité des eaux souterraines.

Tableau 39- Grille d'analyse de la vulnérabilité des eaux souterraines

		Indice du BRGM sur l'infiltration (IDPR)		
		Faible	Moyen	Fort
Sensibilité aux risques de remontées de nappe	Faible à moyenne	Faible	Faible	Moyenne
	Forte à sub-affleurante	Faible	Moyenne	Forte

V.2.1.2b Sensibilités des usages

Le projet n'est situé sur aucun périmètre de protection de captage souterrain. Il n'existe pas de captage souterrain à usage sensible à proximité du site d'étude.

En conséquence, le projet est jugé peu sensible vis-à-vis de ces effets potentiels sur les eaux souterraines.

V.2.1.2c Conclusions sur les incidences du projet sur les eaux souterraines

Les terrains sont dans l'ensemble peu vulnérables à la pollution des eaux souterraines à l'exception de secteurs très localisés : au sud du lieu-dit de Port Morgan. Sur cette zone, il est projeté la réalisation d'un bassin de rétention, des précautions devront donc être prises afin d'éviter les risques de transfert des polluants vers le sous-sol au droit du bassin de rétention. En effet, les bassins de rétention constituent les principales zones à risques en matière de transfert de polluants en raison de l'accumulation potentielle de polluants au droit des ouvrages.

Par ailleurs, le secteur d'étude présente des enjeux faibles vis-à-vis des eaux souterraines, aucun usage sensible n'ayant été recensé à proximité.

V.2.1.2d Mesures de protection des eaux souterraines

Comme indiqué précédemment, la zone d'implantation du projet est dans l'ensemble peu vulnérable aux pollutions souterraines et elle n'est pas soumise à des enjeux forts en matière d'usage des eaux souterraines.

Pour autant, certaines zones localisées présentent une vulnérabilité potentiellement plus forte. Le fond du bassin de rétention (BR3) situé au niveau d'une zone identifiée comme étant fortement vulnérable respectera une étanchéité minimale de 10⁻⁷ m/s sur 60cm² (ou dispositif équivalent).

Dans tous les cas, les bassins de rétention comprendront tous un volume mort. En conséquence, ils disposeront sur leur fond d'un dispositif (sol imperméable ou géomembrane) permettant d'assurer une étanchéité suffisante pour le maintien en eau du volume mort.

Tableau 40- Incidences et mesures des rejets d'eaux pluviales sur la qualité des eaux souterraines

INCIDENCES ET MESURES DES REJETS D'EAUX PLUVIALES SUR LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES		Effets résiduels
Incidences du projet	Mesures de réduction	
Diffusion de polluants véhiculés par les eaux pluviales vers les eaux souterraines.	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un réseau séparatif permettant de collecter les eaux pluviales ruisselées sur la plateforme routière. - Les bassins de rétention disposeront au moins sur une partie de leur fond d'un dispositif (sol peu perméable ou géomembrane) permettant d'assurer une étanchéité suffisante pour le maintien en eau du volume mort. Ils seront également équipés d'une cloison siphonnée et d'une vanne d'isolement (utilisée en cas de pollution accidentelle). - Le bassin de rétention n°3 respectera une étanchéité minimale de 10⁻⁷ m/s sur 60cm (ou dispositif équivalent). 	Négligeables à positifs

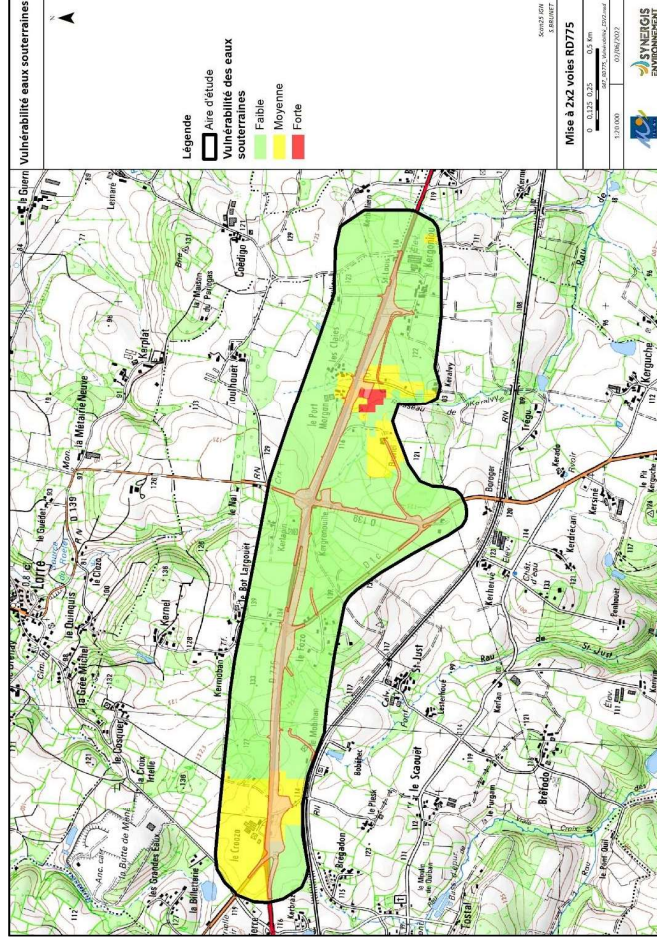


Figure 67- Vulnérabilité des eaux souterraines

⁵ Étanchéité à atteindre afin de respecter un délai minimum de 20 jours pour la traversée du dispositif de protection (délai suffisant pour que les pollutions chroniques se fixent sur les premiers centimètres du sol et pour intervenir en cas de pollutions accidentelles)

SYNTHÈSE

La mise en place d'un **réseau séparatif et de bassins multifonctions pour la gestion des eaux pluviales de la plateforme routière permettra de réduire suffisamment les incidences du projet sur la qualité des eaux souterraines, voire d'améliorer la situation existante.**

En effet, la route actuelle n'est pas équipée d'un réseau de collecte séparatif permettant d'abattre la pollution des eaux ruisselées sur la plateforme. Les bénéfices attendus ne nécessitent pas la mise en place de mesures de compensation spécifiques.

V.2.1.3 - Incidences et mesures vis-à-vis de l'alimentation des eaux souterraines

D'un point de vue quantitatif, le projet routier entraînera une augmentation de l'imperméabilisation des sols et donc une diminution de l'infiltration naturelle des eaux. Théoriquement, il sera alors observé une diminution de l'alimentation en eau des aquifères souterrains par infiltration. Il est difficile d'apprécier quantitativement cette diminution, cependant, nous pouvons estimer qu'elle sera très faible en raison du caractère peu perméable du sous-sol et de l'absence d'aquifère exploitée au droit du projet.

Certaines mesures participent à la réduction de cette incidence :

- ✓ Les surfaces de voiries existantes qui deviendront des délaissés dans le cadre du projet seront désimperméabilisées (environ 7000 m²). C'est le cas au niveau du giratoire du Croiso et sur certaines portions de la voie communale parallèle à la RD775 où la chaussée sera démontée et où des sols naturels seront reconstitués.
- ✓ Les eaux pluviales seront dirigées vers les bassins de rétention grâce à un réseau de fossés, de cunettes, de caniveaux et de canalisations. Leur trajet au sein des fossés enherbés permettra l'infiltration des eaux pluviales.

Tableau 41- Incidences et mesures vis-à-vis de l'alimentation des eaux souterraines

INCIDENCES ET MESURES VIS-À-VIS DE L'ALIMENTATION DES EAUX SOUTERRAINES		Effets résiduels
Incidences du projet	Mesures de réduction	
Augmentation de l'imperméabilisation des sols entraînant une diminution de l'infiltration naturelle	- Désimperméabilisation des futurs délaissés routiers (environ 7000 m ²). - Transport des eaux pluviales dans des fossés enherbés favorisant l'infiltration.	Négligeables

SYNTHÈSE

La désimperméabilisation des futurs délaissés routiers (7 000 m²) et le transport des eaux pluviales dans des fossés enherbés permettront de réduire l'incidence du projet sur l'infiltration naturelle des eaux pluviales. A noter que l'enjeu est faible sur le secteur (sols peu perméables, absence d'aquifère exploité). Les effets résiduels ne nécessitent pas la mise en place de mesures de compensation spécifiques.

V.2.1.4 - Incidences et mesures vis-à-vis de la qualité des eaux superficielles

L'analyse des incidences du projet sur la qualité des eaux superficielles distingue :

- ✓ Les pollutions chroniques dues aux résidus (combustion des carburants, usure des pneumatiques, corrosion des éléments métalliques des véhicules ou des équipements d'infrastructures) déposés sur la chaussée et entraînés par les eaux de ruissellement (lors d'orages notamment) ;
- ✓ Les pollutions saisonnières occasionnées par le déverglaçage (sel en période de gel) et plus exceptionnellement par l'utilisation de produits phytosanitaires utilisés pour l'entretien des abords de la départementale ;
- ✓ Les pollutions accidentelles liées au déversement de matières dangereuses (hydrocarbures, produits toxiques) lors d'un accident de la circulation.

V.2.1.4Q Incidences et mesures relatives à la pollution chronique

La pollution chronique correspond à la reprise par les eaux de ruissellement de toutes les matières déposées sur la plateforme routière.

Les atteintes chroniques sont essentiellement causées par les produits suivants : les hydrocarbures, les huiles, les caoutchoucs, les phénols, les benzopyrènes, les métaux lourds (le plomb, le cadmium et le zinc), les matières organiques (DCO et DBO5), les ions nitrates (NO3-) et ammonium (NH4+) et les matières en suspension.

Elles ont diverses origines et notamment :

- ✓ l'usure de la chaussée,
- ✓ l'usure des pneumatiques des véhicules,
- ✓ la corrosion des éléments métalliques (glissières, carrosseries, moteurs),
- ✓ l'émission des gaz d'échappement,
- ✓ les fuites d'hydrocarbures (huiles, carburants),
- ✓ la végétation en bordure de route.

Les quantités de matières organiques, de matières minérales et de matières en suspension générées par une infrastructure routière sont voisines de celles générées par un bassin versant naturel. En revanche, les substances toxiques (hydrocarbures, métaux lourds ...) dues à l'usure du revêtement de la chaussée et des pneumatiques ainsi qu'à l'émission des gaz d'échappement, sont en quantités non négligeables par rapport aux eaux naturelles.

Ces polluants se déposent sur la chaussée et s'accumulent en période sèche avant d'être lessivés par les eaux de pluie. Ils se fixent aux matières en suspension qui sédimenteront dans les cours d'eau.

La pollution chronique est proportionnelle au trafic et dépend du volume et de la dynamique des précipitations.

Elle dépend également de deux facteurs importants :

- ✓ la nature des terrains sur lesquels les eaux ruissellent,
- ✓ la période de temps sec précédant la pluie.

La bibliographie fournit cependant quelques valeurs références relatives au ruissellement sur des infrastructures routières pour les paramètres suivants : Matières en suspension (MES), Demande Chimique en Oxygène (DCO), Zinc (Zn), Cadmium (Cd), Hydrocarbures totaux, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Les effets de ces polluants sur les milieux aquatiques peuvent être les suivants :

- ✓ Les matières organiques entraînent, lors de leur dégradation, une consommation d'oxygène dans l'eau qui se fait au détriment de la respiration des organismes vivants.
 - ✓ Les matières en suspension (MES) augmentent la turbidité de l'eau ce qui ralentit la photosynthèse de la flore aquatique et constitue un facteur limitant pour une partie de la faune aquatique.
 - ✓ Les métaux lourds (Zinc, Cuivre et cadmium) sont à la fois entraînés par le ruissellement vers les cours d'eau et fixés sur les poussières. Ils sont à l'origine d'une contamination des sédiments et peuvent s'accumuler dans la chaîne alimentaire.
 - ✓ La dégradation des hydrocarbures consomme l'oxygène dissous présent dans l'eau au détriment de la respiration des êtres vivants.
- L'impact des pollutions chroniques est analysé à partir du calcul de l'impact moyen annuel des rejets d'eaux pluviales et de l'impact lors d'un événement ponctuel en période défavorable (pluie d'orage d'une durée de 2 heures et d'intensité égale à une pluie de période de retour annuel).

❖ Quantification des charges annuelles polluantes par les eaux de ruissellement

La méthodologie du calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plateformes routières est fournie dans la note d'information du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes – SEIRA n°75 (juillet 2006).

La charge annuelle de chaque polluant (Ca) en fonction de la surface imperméabilisée et pour des trafics inférieurs à 10 000 v/j est donnée par l'expression suivante :

$$Ca = Cu \times (T / 1000) \times S$$

Ca : charge annuelle en kg de 0 à 10 000 véhicules/jour ;

CU : charge unitaire annuelle en kg/ha pour 1 000 véhicules/jour ;

T : le trafic global retenu en véhicules/jour quel que soit le pourcentage de poids lourds ;

S : surface de voiries en ha.

Les charges polluantes annuelles unitaires (Cu) à prendre en compte pour des trafics globaux (qui regroupent la somme des trafics de chacun des deux sens de circulation) sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 42- Charges unitaires annuelles par ha applicables pour un trafic global > 10 000 véhicules /jour (source :SEIRA, 2007)

Polluants mesurés	Flux de polluants par hectare de surface revêtue et pour 1000 véhicules/jour	Flux de polluants par hectare de surface revêtue et pour 1000véhicules/jour au-delà de 10 000 véhicules/jour
MES (Matières En Suspension)	40 kg	10 kg
DCO (Demande chimique en oxygène) ⁴	40 kg	4 kg
Zn (Zinc)	0.4 kg	0.0125 kg
Cu (cuivre)	0.02 kg	0.011 kg
Cd (Cadmium)	2 g	0.3 g
Hydrocarbures totaux	600 g	400 g
HAP ⁷	0.08 g	0.05 g

⁴ DCO : la Demande Chimique en Oxygène est la consommation en oxygène requise pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau. Elle permet d'évaluer la charge polluante des eaux.

❖ Quantification des concentrations moyennes annuelles des rejets d'eau de ruissellement issues de la plateforme

La pollution véhiculée par la pluie est caractérisée par des phénomènes chroniques et par des phénomènes aigus constituant un événement de pointe qui se produit une fois par an (notion d'incidence maximale définie au paragraphe suivant). La concentration moyenne CM est calculée de la manière suivante :

$$C_M = \frac{C_A}{9 \times S \times H}$$

CM = concentration moyenne annuelle en mg/l ;

Ca = charge annuelle en kg ;

S = Sa = surface active en ha ;

H = hauteur de pluie moyenne annuelle en m.

❖ Concentration maximale des rejets d'eau de ruissellement issues de la plateforme

Comme indiqué précédemment, les concentrations en polluants des rejets d'eau de ruissellement sont variables. L'expérience a montré que les incidences maximales sont générées par une pluie d'été en période d'étéage. Les charges polluantes hivernales ne sont donc pas prises en compte. Les mesures issues des sites expérimentaux ont également montré que l'évènement de pointe est proportionnel à la charge polluante annuelle, et est directement lié à la hauteur de pluie qui génère cet évènement de pointe.

La concentration maximale émise (Ce) par l'infrastructure est donnée par la formule empirique suivante :

$$C_e = \frac{2,3 \times C_a}{10 \times S}$$

Ca = charge annuelle en kg ;

S = Sa = surface active en ha.

❖ Impact des rejets d'eau de ruissellement issues de la plateforme au niveau du milieu récepteur

Une fois les concentrations moyennes et maximales calculées, il est nécessaire d'évaluer la dilution des eaux pluviales rejetées avec le débit caractéristique de l'exutoire naturel. Il est ainsi possible d'estimer les concentrations en polluants au sein du milieu récepteur en aval du rejet.

Les débits pris en compte pour les calculs de dilution sont :

- ✓ D'une part, le débit moyen interannuel du milieu récepteur pour évaluer l'impact moyen annuel et le débit moyen mensuel sec de récurrence 5 ans (QMNA5) pour évaluer l'impact maximal lors d'un événement pluvieux de pointe (orage en été)

- ✓ Et d'autre part le volume moyen annuel ruisselé sur le bassin versant routier pour évaluer l'impact moyen annuel et le volume ruisselé dû à l'évènement pluvieux de pointe pris pour référence pour évaluer l'impact maximal lors d'un événement pluvieux de pointe (orage en été)

Par temps de pluie, le débit du cours d'eau étant relativement soutenu, le débit de référence utilisé pour le milieu récepteur est souvent dépassé. Ces hypothèses maximisent les concentrations à l'aval du rejet afin d'avoir une « marge de sécurité » par rapport aux diverses incertitudes.

La concentration résultante dans le milieu récepteur en aval des rejets est calculée à partir de la formule suivante :

$$C_r = \frac{C_i Q_i + C_e Q_e}{Q_r}$$

⁷ HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique : molécules constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène, mais dont la structure comprend au moins deux cycles aromatiques condensés. Ces composés peuvent présenter une forte toxicité et sont cancérigènes. La valeur fournie correspond à la somme des 6 HAP listés par l'OMS (WHO, 2003).

Cr = concentration résultante dans le milieu récepteur
 Ci = concentration initiale dans le milieu récepteur
 Qi = débit initial dans le milieu récepteur
 Ce = concentration du rejet
 Qe = débit de rejet
 Qr = Qi + Qe

❖ Normes et seuils applicables

Conformément à l'article R.214-6 du Code de l'environnement, l'évaluation de l'incidence des eaux pluviales rejetées sur le milieu naturel est réalisée au regard des objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D.211-10 du Code de l'environnement.

Différents objectifs de qualité sont ainsi à prendre en compte et qui concernent : les eaux conchylicoles, les eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons, les eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire et les eaux des bassins de piscine et les eaux de baignade.

Au regard des enjeux déterminés au droit du projet (cours d'eau de première catégorie piscicole nécessitant de préserver pour la vie piscicole, absence de prélèvement d'eaux superficielles pour la consommation humaine et de site de baignade à proximité immédiate), les rejets d'eaux pluviales du projet devront seulement être compatibles avec la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons.

Les polluants, seuils et Normes de Qualité Environnementale (NQE) à considérer sont établis à partir des références bibliographiques suivantes :

- ✓ guide technique du SETRA « Pollution d'origine routière » (août 2007) ;
- ✓ arrêté du 25 janvier 2010 modifié par l'arrêté du 27 juillet 2015 et du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ;
- ✓ article D211-10 du Code de l'environnement fixant les objectifs de qualité des eaux conchylicoles et des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons.
- ✓ Grille d'évaluation du SEQ-EAU V2 – mars 2003.

Tableau 43- Normes environnementales utilisées pour évaluer la qualité du cours d'eau

Paramètres	Valeurs retenues	Références utilisées
MES	25 mg/l	Tableau II de l'article D211-10 du code de l'environnement (qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées pour être aptes à la vie des poissons)
DCO	20 mg/l	Classe de qualité 1A du SEQ Eau – aptitude à la biologie (V2 mars 2003)
Zn	7,8 µg/l	NQE-MA (Norme de Qualité Environnementale) - Moyenne Annuelle (arrêté du 25-01-2010 modifié)
Cu	1,0 µg/l	
	0,8 µg/l	
Cd	0,45 µg/l	NQE-CMA (Norme de Qualité Environnementale) - Concentration Maximale Admissible (arrêté du 25-01-2010 modifié)
Hc tot	-	Pas de normes connues
HAP	0,0065 µg/l	Sommes des NQE-MA fixés pour 2 des HAP listés par l'OMS (Fluoranthène et Benzo(a)pyrène) (arrêté du 25-01-2010 modifié)
HAP	0,43 µg/l	Sommes des NQE-CMA fixés pour 5 des HAP listés par l'OMS (Fluoranthène, Benzo(a)pyrène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène et Benzo(ghi)peryène) (arrêté du 25-01-2010 modifié)

(Pour les normes relatives au Cadmium, on considère une durée faible (<50 mg/l de CaCO3))

L'utilisation de ces données doit être accompagnée de plusieurs réserves :

- ✓ Il n'existe pas de NQE pour les hydrocarbures totaux ;
- ✓ Pour les métaux, les concentrations s'appliquent à la phase dissoute, la phase particulaire (c'est-à-dire « attachée » aux MES) ne fait pas l'objet de NQE. En revanche, le guide du SETRA ne précise pas pour les métaux si les concentrations des rejets sont calculées sur la phase dissoute, particulaire ou sur le total des deux. Cette dernière hypothèse est la plus probable en l'absence de précision. Les NQE des métaux s'appliquent à la phase dissoute, la comparaison des concentrations rejetées avec les NQE est vraisemblablement faussée et conduit à majorer l'impact des rejets.
- ✓ La norme relative à la somme des HAP est déduite à partir des seuils propres à chacun des HAP pour lesquels un seuil a été fixé.

❖ Données d'entrée utilisées

Les données d'entrée pour le calcul de la pollution chronique générée par les 4 bassins multifonctions sont précisées dans le tableau ci-après.

Tableau 44- Données d'entrée utilisées pour le calcul de l'incidence de la pollution chronique

Données	BVR1	BVR2	BVR3	BVR4
TMA (Veh/j) à l'horizon 2038		9780		
Hauteur de pluie annuelle moyenne (mm)		998		
h : Événement pluvieux de pointe (m)		0,012		
Pluie de 2h de période de retour 1 an				
Surface de chaussées (ha)	3,735	1,271	2,850	0,442
Milieu récepteur	Saint Just		Keralvy	Kergoniou
Surface du bassin versant du milieu récepteur (ha)	53	14	91	12
Module moyen interannuel (m ³ /s) du milieu récepteur	0,006	0,002	0,010	0,001
QMINAS (m ³ /s) du milieu récepteur	0,0005	0,0001	0,0008	0,0001
Débit de fuite du bassin de rétention (l/s)	20,7	7,9	14,2	4,2

Figure 68- Données d'entrée utilisées pour le calcul de l'incidence de la pollution chronique

Les modules interannuels et les débits d'étiage (QMINAS) des écoulements issus des bassins versants naturels ont été déterminés aux points de rejet du futur projet routier à partir de l'extrapolation des débits spécifiques des stations de référence.

La concentration initiale dans le milieu récepteur n'a pas fait l'objet de mesure in situ. Il est généralement très difficile d'avoir des données de qualité fiable de l'état initial. De plus, utiliser une mesure ponctuelle sur site n'est pas forcément plus judicieux, car elle ne sera pas nécessairement représentative des concentrations moyennes. Le choix est fait de prendre en référence la valeur seuil de référence (NQE lorsqu'elle existe ou classe de qualité 1A) du milieu récepteur puis de lui appliquer un facteur de 50%. Ce seuil de 50% est celui usuellement utilisé à défaut de données précises sur le milieu récepteur, dans le cadre d'autres études sur l'incidence de rejets polluants⁸.

⁸ « Éléments de méthode pour la définition des niveaux de rejets du petit collectif », Décembre 2015 - Groupe du ministère de l'assainissement du petit collectif

Tableau 45- Valeurs de concentrations initiales retenues

Ci : Concentrations initiales du milieu récepteur (mg/l)					
MES	DCO	Zn	Cu	Cd	Hc tot
12,5	10	0,0039	0,0005	0,00004	0

Origine des valeurs retenues	
MES	0.5* valeur de 1A du SEQ Eau
DCO	0.5* valeur de 1A du SEQ Eau
Zn	0.5* valeur NQE Moyenne Annuelle (arrêté du 27-07-2015)
Cu	0.5* valeur NQE Moyenne Annuelle (arrêté du 27-07-2015)
Cd	0.5* valeur NQE Moyenne Annuelle (arrêté du 27-07-2015)
Hc tot	-
HAP	-

Figure 69- Valeurs de concentrations initiales retenues

❖ **Synthèses des incidences de la pollution chronique sur la qualité des eaux superficielles en l'absence de mesure corrective**

Les méthodes de calcul présentées précédemment permettent d'évaluer la qualité des eaux superficielles en aval de chacun des rejets.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-contre et le détail des calculs est présenté en annexe pour chacun des points de rejet.

Les résultats mettent en évidence qu'en l'absence système de traitement des eaux pluviales, l'impact moyen de la pollution chronique est important et entraîne un dépassement des valeurs de référence pour les métaux et les HAP. Ces dépassements s'expliquent par la position des rejets qui sont situés très en amont des bassins versants. Les débits du milieu récepteur sont très faibles et ne permettent pas de suffisamment diluer les polluants.

De même, l'impact maximal lors d'un événement pluvial ponctuel est fort. Il existe peu de valeurs de référence pour ce type d'impact, mais les valeurs obtenues dépassent largement pour la totalité des paramètres les valeurs de référence moyenne. De plus, la valeur seuil maximale retenue pour le paramètre Cadmium est nettement dépassée lors de l'événement pluvieux de pointe.

Tableau 46- Impact du projet en l'absence de mesure corrective

Bassin versant routier concerné	Paramètres	Qualité Milieu récepteur en aval du rejet sans traitement			Valeur seuil retenue	
		Impact Maximal	Impact Moyen	Max Admissible	Moyenne	
BVR1	MES	57,1 mg/l	16,1 mg/l	/	25,0 mg/l	
	DCO	57,1 mg/l	14,2 mg/l	/	20,0 mg/l	
	Zn	570,7 µg/l	68,7 µg/l	/	7,8 µg/l	
	Cu	28,54 µg/l	3,67 µg/l	/	1,0 µg/l	
	Cd	2,85 µg/l	0,359 µg/l	0,45 µg/l	0,08 µg/l	
	Hc tot	856 µg/l	98,64 µg/l	/	/	
	HAP	0,114 µg/l	0,0132 µg/l	0,43 µg/l	0,0065 µg/l	
	MES	39,0 mg/l	14,9 mg/l	/	25,0 mg/l	
	DCO	39,0 mg/l	13,3 mg/l	/	20,0 mg/l	
	Zn	390,3 µg/l	72,5 µg/l	/	7,8 µg/l	
BVR2	Cu	19,52 µg/l	3,81 µg/l	/	1,0 µg/l	
	Cd	1,95 µg/l	0,375 µg/l	0,45 µg/l	0,08 µg/l	
	Hc tot	585 µg/l	105,00 µg/l	/	/	
	HAP	0,078 µg/l	0,0140 µg/l	0,43 µg/l	0,0065 µg/l	
	MES	66,1 mg/l	14,6 mg/l	/	25,0 mg/l	
	DCO	66,3 mg/l	12,4 mg/l	/	20,0 mg/l	
	Zn	663,8 µg/l	38,4 µg/l	/	7,8 µg/l	
	Cu	32,81 µg/l	2,17 µg/l	/	1,0 µg/l	
	Cd	3,31 µg/l	0,210 µg/l	0,45 µg/l	0,08 µg/l	
	Hc tot	982 µg/l	51,66 µg/l	/	/	
BVR3	HAP	0,131 µg/l	0,0069 µg/l	0,43 µg/l	0,0065 µg/l	
	MES	44,4 mg/l	14,1 mg/l	/	25,0 mg/l	
	DCO	44,6 mg/l	12,0 mg/l	/	20,0 mg/l	
	Zn	446,2 µg/l	41,2 µg/l	/	7,8 µg/l	
	Cu	22,05 µg/l	2,29 µg/l	/	1,0 µg/l	
	Cd	2,22 µg/l	0,222 µg/l	0,45 µg/l	0,08 µg/l	
	Hc tot	660 µg/l	56,16 µg/l	/	/	
	HAP	0,088 µg/l	0,0075 µg/l	0,43 µg/l	0,0065 µg/l	

❖ Choix des ouvrages de traitement de la pollution chronique

L'objectif des mesures de gestion qualitative est de permettre le respect du bon état écologique des milieux récepteurs. La majorité des polluants contenus dans les eaux pluviales sont fixés sur les matières en suspension (MES) c'est pourquoi les techniques de traitement des eaux pluviales s'attachent en priorité à traiter ce paramètre.

Le traitement des eaux pluviales peut s'effectuer au niveau :

- ✓ des ouvrages de collecte
- ✓ des ouvrages de rétention
- ✓ des ouvrages de régulation
- ✓ d'ouvrages de traitement spécifiques

Conformément aux préconisations du SETRA, il est prioritairement retenu des ouvrages rustiques de conception simple, dont l'entretien est peu contraignant. Les ouvrages "industriels" de type séparateur hydrocarbure ne sont pas adaptés à la problématique du traitement de la pollution chronique des eaux pluviales. Les faibles concentrations en hydrocarbures véhiculés par ces eaux et les formes sous lesquelles se trouvent ces polluants ne sont pas compatibles avec un traitement par ce type d'ouvrage (source : note d'information du SETRA, février 2008).

En matière d'ouvrage de collecte, les fossés et cunettes enherbés situés en bordure de voirie sont privilégiés. Les études menées sur le pouvoir épurateur des fossés nous indiquent qu'un linéaire de 100 m de fossé enherbé (pente nulle) permet de retenir jusqu'à 65% des matières en suspension véhiculées par les eaux pluviales⁹.

Pour chacun des bassins versants routiers, le linéaire de cunette enherbée utilisé pour la collecte des eaux de ruissellement est supérieur à 400 ml/ha de voiries. En conséquence, le taux d'abattement global retenu prend en compte le pouvoir épurateur des cunettes enherbées. À l'exception du bassin versant routier n°4 pour lequel le linéaire de cunette enherbée ne permet pas de prendre en compte le pouvoir épurateur de celle-ci.

Les ouvrages de stockage tels que les bassins de rétention assurent également un traitement des eaux de ruissellement par décantation. La décantation effective dépend du temps de séjour des eaux pluviales dans le bassin. Ainsi pour de petits événements pluvieux, le temps de séjour est faible et ne permet pas une décantation efficace. Le bassin de rétention se rapproche alors d'un fossé enherbé en matière de rendement épuratoire.

Cependant, lors des forts événements pluvieux (12mm en 2 heures), le temps de séjour dans les bassins de rétention est supérieur à 6 heures, il permet donc d'assurer une décantation effective des eaux pluviales¹⁰. Les taux d'abattement retenus pour le projet sont affichés dans le tableau ci-dessous.

Ouvrages	MES	DCO	Métaux (Cu, Cd, Zn)	HC tot	HAP ¹¹
Bassin avec volume mort (Vs<1m/h)	0,85	0,75	0,80	0,65	0,65
Cunette enherbée	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50
R : Rendement global	0,93	0,85	0,90	0,83	0,83

Figure 70- Taux d'abattement des pollutions chroniques

❖ Synthèses des incidences résiduelles de la pollution chronique sur la qualité des eaux superficielles avec prise en compte des ouvrages de traitement

Les mêmes méthodes de calcul que celles utilisées précédemment permettent d'évaluer la qualité des eaux superficielles en aval de chacun des rejets avec prise en compte des ouvrages de traitement. Les taux d'abattement indiqués ci-dessus sont appliqués sur les concentrations des rejets.

Les résultats sont présentés dans le Tableau ci-contre et le détail des calculs est présenté en annexe pour chacun des points de rejet.

Tableau 48- Impact du projet avec prise en compte des ouvrages de traitement

Bassin versant routier concerné	Paramètres	Qualité Milieu récepteur en aval du rejet avec traitement		Valeur seuil retenue	
		Impact Maximal	Impact Moyen	Max Admissible	Moyenne
BVR1	MES	4,5 mg/l	10,0 mg/l	/	25,0 mg/l
	DCO	8,6 mg/l	8,6 mg/l	/	20,0 mg/l
	Zn	56,0 µg/l	9,5 µg/l	/	7,8 µg/l
	Cu	2,81 µg/l	0,71 µg/l	/	1,0 µg/l
	Cd	0,280 µg/l	0,063 µg/l	0,45 µg/l	0,08 µg/l
	Hc tot	146,71 µg/l	17,26 µg/l	/	/
BVR2	HAP	0,0196 µg/l	0,0023 µg/l	0,43 µg/l	0,0065 µg/l
	MES	3,1 mg/l	8,4 mg/l	/	25,0 mg/l
	DCO	5,9 mg/l	7,3 mg/l	/	20,0 mg/l
	Zn	38,5 µg/l	9,5 µg/l	/	7,8 µg/l
	Cu	1,93 µg/l	0,66 µg/l	/	1,0 µg/l
	Cd	0,193 µg/l	0,060 µg/l	0,45 µg/l	0,08 µg/l
BVR3	Hc tot	100,93 µg/l	18,37 µg/l	/	/
	HAP	0,0135 µg/l	0,0024 µg/l	0,43 µg/l	0,0065 µg/l
	MES	5,3 mg/l	11,4 mg/l	/	25,0 mg/l
	DCO	9,8 mg/l	9,4 mg/l	/	20,0 mg/l
	Zn	61,8 µg/l	6,9 µg/l	/	7,8 µg/l
	Cu	3,11 µg/l	0,62 µg/l	/	1,0 µg/l
BVR4	Cd	0,310 µg/l	0,053 µg/l	0,45 µg/l	0,08 µg/l
	Hc tot	161,75 µg/l	8,97 µg/l	/	/
	HAP	0,0216 µg/l	0,0012 µg/l	0,43 µg/l	0,0065 µg/l
	MES	6,7 mg/l	10,9 mg/l	/	25,0 mg/l
	DCO	10,9 mg/l	9,2 mg/l	/	20,0 mg/l
	Zn	85,3 µg/l	10,6 µg/l	/	7,8 µg/l
	Cu	4,27 µg/l	0,78 µg/l	/	1,0 µg/l
	Cd	0,427 µg/l	0,070 µg/l	0,45 µg/l	0,08 µg/l
	Hc tot	223,68 µg/l	19,51 µg/l	/	/
	HAP	0,0298 µg/l	0,0026 µg/l	0,43 µg/l	0,0065 µg/l

Figure 71 - Impact du projet avec prise en compte des ouvrages de traitement

Les résultats mettent en évidence, l'absence d'incidence significative des rejets sur les concentrations moyennes annuelles à l'exception des concentrations en zinc qui dépassent les valeurs seuils pour 3 des bassins versants routiers (ceux pour lesquels le milieu récepteur n'assure pas une dilution suffisante pour réduire les concentrations en polluants dans le milieu récepteur).

⁹ Guide technique « Pollution d'origine routière – Conception des ouvrages de traitement des eaux » (SETRA – 2007)
¹⁰ D'après le guide technique eaux pluviales de la Région Bretagne un temps de séjour supérieur à 6h permet d'atteindre des taux d'abattement comparables à ceux fournis par le guide technique du SETRA pour une vitesse de sédimentation inférieure à 1m/h

¹¹ Par défaut, le taux d'abattement pour les HAP est pris égal au taux relatif aux hydrocarbures totaux.

L'impact résiduel maximal lors d'un événement pluvieux est également faible même si ce type d'évènement pluvieux entraîne ponctuellement le dépassement des valeurs de référence moyennes pour les métaux et HAP.

L'analyse réalisée met en évidence un impact non négligeable pour les rejets de polluants métalliques notamment pour le zinc. L'une des principales sources d'émissions de ce polluant est liée aux dispositifs de retenue routiers (glissières de sécurité en métal galvanisé). Afin de limiter les émissions de polluants métalliques, l'une des solutions à mettre en œuvre est de recourir à des dispositifs de retenue routiers en béton en lieu et place de glissière en métal.

Il est également de plus en plus souvent recouru à des supports de signalisation « fragilisés » pour éviter la mise en place de glissières dédiées à leur protection. Ces supports remplacent les anciens dispositifs soutenant les panneaux directionnels. Désormais, en cas de choc, le mât se pliera ou cédera en fonction de la vitesse. Cette signalisation est également constituée de sorte à se disjoindre après un impact. Ces panneaux ne constituent donc plus un obstacle dangereux susceptible d'aggraver les conséquences d'un accident en cas de sortie de route.

Dans le cadre du projet, il a été retenu de privilégier les dispositifs de retenue en béton. C'est notamment le cas pour l'ensemble des linéaires de séparateur central. Au total sur le projet d'aménagement de la RD775, les dispositifs en béton représentent 70% des dispositifs de retenue qui seront mis en place. De ce fait, les concentrations en zinc en aval des rejets seront vraisemblablement inférieures au seuil NQE moyen.

V.2.1.4b Incidences et mesures relatives à la pollution accidentelle

La pollution accidentelle est consécutive à un accident de circulation au cours duquel sont déversées des matières polluantes, voire dangereuses.

Les conséquences d'une pollution accidentelle sont variables. Elles dépendent de la nature et de la quantité de produits déversés, mais également de la sensibilité des milieux affectés. Deux cents accidents de transport routier de matières dangereuses surviennent chaque année en France ; il s'agit la plupart du temps de camions transportant des liquides inflammables et surtout des hydrocarbures légers dont le pouvoir polluant est très important, car aucun terrain ne leur oppose de véritable imperméabilité.

De tels évènements se produisent principalement hors des agglomérations (72 %) et se répartissent de la façon suivante en fonction des différentes infrastructures routières :

- ✓ 35 % sur les routes départementales,
- ✓ 32 % sur les routes nationales,
- ✓ 20 % sur les autoroutes et les bretelles d'accès.

❖ Vulnérabilité vis-à-vis des pollutions accidentelles

Afin de mieux apprécier les conséquences dommageables en cas de pollutions accidentelles, la note d'information du CEREMA (note n°1 – août 2014) définit une méthode pour hiérarchiser la vulnérabilité des eaux superficielles à la pollution d'origine routière.

Les paramètres pris en compte pour l'appréciation de la vulnérabilité sont :

- ✓ les usages et la distance entre le point de rejet et l'usage. L'analyse distingue : le nombre d'usages, la sensibilité de l'usage (eau potable, eau de baignade, aquaculture), la présence de servitudes ou de protection réglementaire associée à l'usage.

- ✓ la présence de milieux naturels remarquables inféodés à l'eau en aval hydraulique du projet et la distance entre le point de rejet et ces milieux. L'analyse prend en compte la présence d'espèces ou d'espaces protégés ou d'intérêt patrimonial (ZNIEFF, Natura 2000, ENS...)

Dans le cas présent, nous relevons les informations suivantes en aval des points de rejets du projet routier :

- ✓ Aucun usage sensible n'est recensé en aval à moins de 20 km (prises d'eau destinée à l'alimentation en eau potable, aquaculture, eau de baignade)
- ✓ La zone Natura 2000 la plus proche du projet est la vallée de l'Arz, située à 5,7 km au nord-est. Pour autant, les cours d'eau impactés par le projet ne sont pas connectés à l'Arz. Le site Natura 2000 situé en aval du projet est l'estuaire de la Vilaine, à environ 13 km en aval.
- ✓ Les points de rejets du projet routier sont situés à proximité immédiate des cours d'eau (ruisseau de Keralvy et ses affluents, ruisseau de Kergonioù). Ces cours d'eau sont peu favorables à la faune piscicole au droit du projet (débit limitant et morphologie dégradée). Pour autant, il s'agit de cours d'eau de première catégorie piscicole pouvant abriter plus en aval des espèces piscicoles d'intérêt : truite commune notamment. Par ailleurs, des espèces patrimoniales inféodées à l'eau ont été recensées au niveau du ruisseau de Keralvy et de ces affluents (campagnol amphibie et agrio de mercure) ...

L'application de la méthodologie du CEREMA conduit, d'après les critères énoncés précédemment, à classer les eaux de surface en aval des points de rejet comme étant fortement vulnérables à une pollution accidentelle en raison de l'intérêt potentiel des cours d'eau milieu récepteur pour la faune protégée. Les rejets d'eaux pluviales issues de la plateforme devront transférer par des ouvrages permettant de réduire efficacement les risques de pollution accidentelle.

❖ Mesures de gestion des pollutions accidentelles

Conformément au guide technique sur la pollution d'origine routière du SETRA, en cas de milieu récepteur fortement vulnérable, il est préconisé la mise en place d'un ouvrage de type bassin multifonction intégrant un volume mort¹².

Le volume mort permet de ralentir la propagation de la pollution durant le temps d'intervention nécessaire pour actionner la vanne d'isolement placée en aval de l'ouvrage de rétention.

Afin de s'assurer que ce type de bassin est dimensionné correctement pour assurer la gestion des pollutions accidentelles, il est nécessaire de déterminer :

- ✓ Le volume utile pour stocker la pollution accidentelle. En général, ce volume est nettement inférieur au volume requis afin de réguler les débits rejetés. Ce paramètre est donc rarement dimensionnant pour l'ouvrage.
- ✓ Le volume mort requis afin de ralentir la propagation de la pollution le temps nécessaire pour actionner la vanne d'isolement placée en aval de l'ouvrage de rétention. Ce volume dépend en grande partie du temps d'intervention qui est jugé nécessaire pour actionner la vanne d'isolement suite à l'accident.

¹² Volume mort : volume toujours en eau au sein du bassin de rétention. Ce volume permet de fournir en délai de transfert des pollutions lors d'une pollution accidentelle. Ce délai permet d'actionner la vanne d'isolement du bassin et évite le déversement des polluants vers le milieu récepteur.

➤ Le volume utile pour stocker la pollution accidentelle est déterminé à partir de la formule suivante :

$$Vu = Sa \times h + Vpa$$

Vu = Volume utile en m³

Sa = surface active du bassin versant routier en m²

h = Pluie de référence retenue en m

Vpa = Volume de pollution accidentelle pris en charge en m³

➤ Le volume mort requis est déterminé à partir de la formule suivante :

$$Vm = Qf(1/2) \times 2 \times Tps$$

Vm = volume mort en m³

Qf (1/2) = débit de fuite à mi-hauteur

Tps = temps d'intervention (2 heures maximum)

Tableau 49- Dimensionnement du volume mort

	BVR1	BVR2	BVR3	BVR4
Volume utile : Vu (m ³)	1102	455	805	250
Volume requis régulation (m ³)	2333	901	1716	427
Volume mort : Vm (m ³)	207	80	142	43

Le détail des calculs est présenté en annexe du présent rapport.

Le volume des bassins de rétention requis dans le cadre de la gestion des débits est suffisant pour assurer le stockage d'une pollution accidentelle. Un volume mort sera aménagé au niveau de chacun des bassins son volume sera à minima celui indiqué dans le tableau ci-dessus et la profondeur du volume mort sera de 50 cm minimum.

Les plans de principe des bassins multifonctions sont présentés au sein du chapitre résumant les caractéristiques des ouvrages d'assainissement pluvial.

V.2.1.4a Incidences et mesures relatives à la pollution saisonnière

La pollution saisonnière est surtout caractérisée par des rejets liés à la viabilité hivernale (fondants routiers) ou à l'utilisation des produits phytosanitaires d'entretien.

Les fondants routiers les plus utilisés sont le chlorure de sodium et le chlorure de calcium. Les sels apportent un ajout en ions sodium et chlorure dépassant rarement les seuils de potabilité des eaux de nappes (sauf dans le cas de dépôt de sels non protégés). Ils peuvent cependant avoir un impact significatif sur les cours d'eau peu minéralisés ou d'une sensibilité spécifique ainsi que sur les eaux closes.

Les quantités de fondants routiers varient selon les régions, la rigueur de l'hiver et le niveau de services de l'infrastructure. L'aire d'étude bénéficie d'un climat doux avec un faible nombre de jours de gel par an (2.3 jours de gel sévère par an). L'épandage de fondants routiers sur la RD775 est exceptionnel.

Sur la base de 8 salages par ans, à raison de 180g par mètre linéaire (en comptant 15g/m² sur 2x6m de large), les quantités moyennes annuelles épandues sur les 4 km de voirie s'élèveront à 5,76 T de sel par an. Ce chiffre est important, mais l'impact reste ponctuel et limité en raison des phénomènes de dilution. À titre d'exemple, un épandage à 15g/m² (soit environ 320 kg de sel en amont du bassin versant de Keralvy) entraînerait une concentration journalière moyenne en sel de l'ordre de 360 mg/l (sur la base du module interannuel de la rivière du Keralvy et en partant de l'hypothèse que l'ensemble du sel épandu sera évacué vers le milieu récepteur, le même jour).

La présence de végétation aux abords des routes peut nécessiter l'emploi de produits phytosanitaires (dés herbants sélectifs, débroussaillants, ralentisseurs et inhibiteurs de croissance...) pour l'entretien et la gestion des dépendances vertes routière. Dans le cadre de la politique d'entretien du réseau routier, le département abandonne progressivement l'usage des produits phytosanitaires. Ce sera le cas pour la RD775 à 2x2 voies.

❖ Mesures pour limiter la pollution saisonnière

Les pollutions saisonnières peuvent être limitées grâce à des salages préventifs utilisant des quantités plus faibles de saumure. Les produits phytosanitaires ne sont plus utilisés par le département. L'entretien de la végétation s'effectue uniquement par des procédés mécaniques.

En ce qui concerne les sels de déverglaçage, les précautions suivantes peuvent être retenues :

- ✓ le salage préventif systématique doit être abandonné au profit d'un salage ciblé en fonction des prévisions météorologiques, réalisé dans les délais les plus courts précédant l'avènement des intempéries. Les informations nécessaires à la mise en œuvre d'une telle approche peuvent être recueillies auprès des services spécialisés de Météo France ou par une surveillance des conditions atmosphériques au voisinage immédiat de l'aménagement ;
- ✓ la nature des fondants peut être adaptée aux conditions d'humidité de la chaussée :
 - sur chaussée sèche, il convient d'exclure l'emploi de sel solide qui se trouve rejeté sur les abords de la bande de roulement par le trafic routier ;
 - sur chaussée humide, le sel solide convient.
- ✓ les dosages appliqués doivent être adaptés :
 - 10 à 15 g/m² de sel cristallisé en traitement préventif contre le verglas ;
 - 20 à 30 g/m² de sel cristallisé en traitement curatif contre le verglas ;
 - 30 g/m² de sel cristallisé pour lutter contre la neige.
- ✓ L'apport fractionné de ces doses est favorable à l'efficacité du traitement.
- ✓ le sel de déverglaçage est stocké sur une zone étanche et couverte, dans le centre d'entretien le plus proche.

Tableau 50- Incidences et mesures des rejets d'eaux pluviales sur les eaux superficielles

INCIDENCES ET MESURES DES REJETS D'EAUX PLUVIALES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES	Effets résiduels
<p>Incidences du projet</p> <p>Pollution chronique véhiculée par les eaux de ruissellement vers les milieux récepteurs.</p> <p>Pollution accidentelle véhiculée par les eaux de ruissellement vers les milieux récepteurs.</p>	<p>Mesures d'évitement et de réduction</p> <p>Mesures de réduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Collecte d'une grande partie des eaux de ruissellement par des fossés et cunettes enherbées et achèvement vers des bassins de rétention avec volume mort qui assureront leur décantation. - Installation de dispositifs de retenue routiers en béton en lieu et place de glissières en métal émettant des polluants métalliques. <p>Mesures de réduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Collecte et stockage des polluants au sein des bassins de rétention en cas de déversement accidentel sur la chaussée. Le volume mort est dimensionné afin de disposer d'un temps d'intervention suffisant pour stopper les rejets pollués avant qu'ils n'atteignent les eaux superficielles.
	<p>Négligeables à positifs</p> <p>Négligeables à positifs</p>

INCIDENCES ET MESURES DES REJETS D'EAUX PLUVIALES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES	
Incidences du projet	Mesures d'évitement et de réduction
Pollution saisonnière véhiculée par les eaux de ruissellement vers les milieux récepteurs.	Effets résiduels Négligeables
Mesure d'évitement : - Entretien des routes et délaissés routiers sans utilisation de produits phytosanitaires. Mesure de réduction : - Utilisation de fondants routiers réduite à son strict nécessaire. La nature, le dosage et les modalités d'épandage sont adaptés afin de limiter les volumes épandus. - Les produits sont stockés sur une zone étanche et couverte.	

SYNTHÈSE

La gestion quantitative et qualitative des eaux pluviales de la plateforme routière permet de réduire suffisamment les incidences du projet sur la pollution chronique et ainsi la qualité de l'eau des milieux récepteurs, voire d'améliorer la situation existante.

Le réseau séparatif et les bassins de rétention permettront également d'éviter la dispersion de polluants en cas d'accident. En effet, la route actuelle n'est pas équipée d'un réseau de collecte séparatif permettant d'abattre la pollution des eaux ruisselées sur la plateforme ou de contenir une pollution accidentelle.

Enfin, la pollution saisonnière sera réduite grâce à une utilisation adaptée et réduite à son strict nécessaire des fondants routiers ainsi qu'à l'absence d'utilisation de produits phytosanitaires.

Les bénéfices attendus de ces mesures ne nécessitent pas la mise en place de mesures de compensation spécifiques.

V.2.1.5 - Synthèse des mesures de gestion des eaux pluviales

V.2.1.5a Justification du parti d'aménagement retenu en doublement de l'infrastructure existante

L'analyse des incidences du projet d'aménagement de la RD775 par rapport à la situation actuelle permet de mettre en avant les incidences liées à l'infrastructure existante.

Le parti d'aménagement retenu, bien qu'augmentant les surfaces imperméabilisées, va permettre de réduire les incidences de la voirie actuelle sur les rejets d'eaux pluviales. La mise en place de mesures adaptées (bassins, restauration des continuités...) efface les incidences de la voirie actuelle. Ces incidences ne sont donc pas cumulatives. Ceci est d'autant plus vrai que le trafic n'augmentera pas significativement.

V.2.1.5b Résumé des caractéristiques des ouvrages d'assainissement pluvial

❖ Ouvrage de collecte

La collecte des eaux de ruissellement de la plateforme s'effectuera principalement par l'intermédiaire de cunettes enherbées. Certains secteurs en remblai seront desservis par des caniveaux afin d'assurer la séparation des eaux de ruissellement issues des bassins versants naturels et l'acheminement jusqu'au bassin.

❖ Bassin de rétention multifonctions

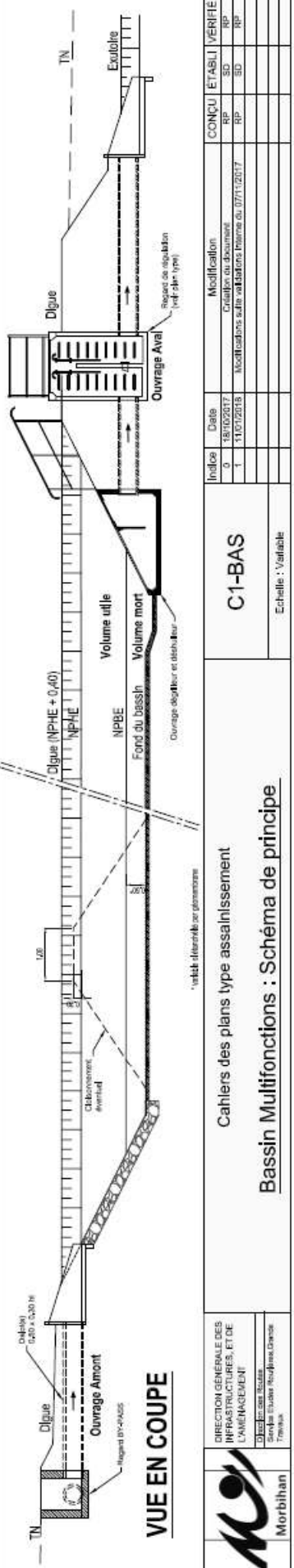
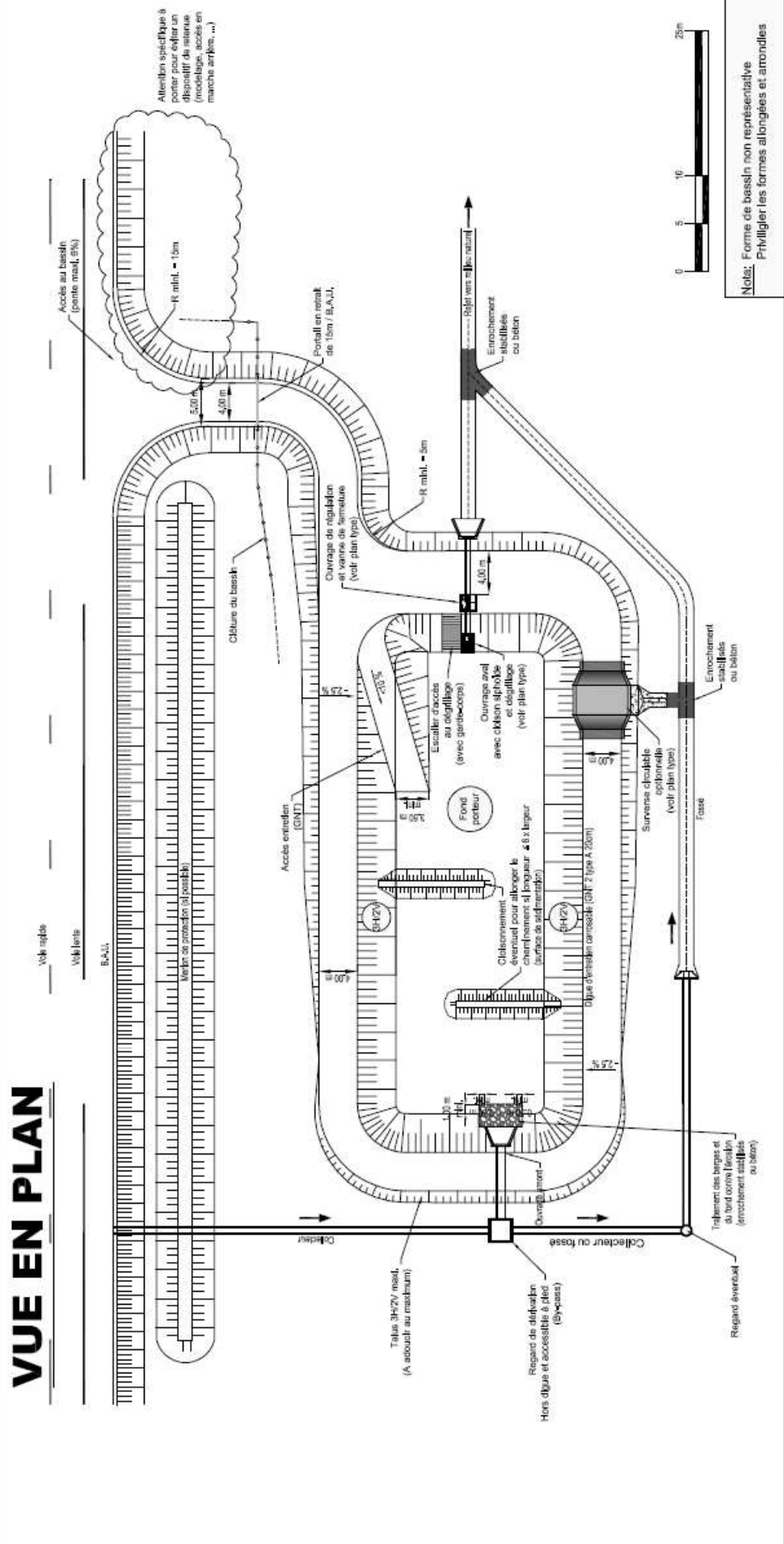
Chacun des bassins de rétention sera équipé d'un by-pass et d'une vanne d'isolement. Il comprendra un volume mort et son fond respectera une étanchéité minimale permettant de maintenir le volume mort en eau. Pour les bassins n°1 et 3 situés en zone moyennement vulnérable à fortement vulnérable l'étanchéité minimale est de 10⁻⁷ m/s sur 60cm.

De plus, les bassins de rétention seront équipés d'ouvrages de régulation. Ces ouvrages comprendront un orifice calibré, une cloison siphonnée et une grille assurant ainsi la rétention des principaux débris végétaux et des corps flottants.

Tableau 51- Résumé des caractéristiques des bassins multifonctions

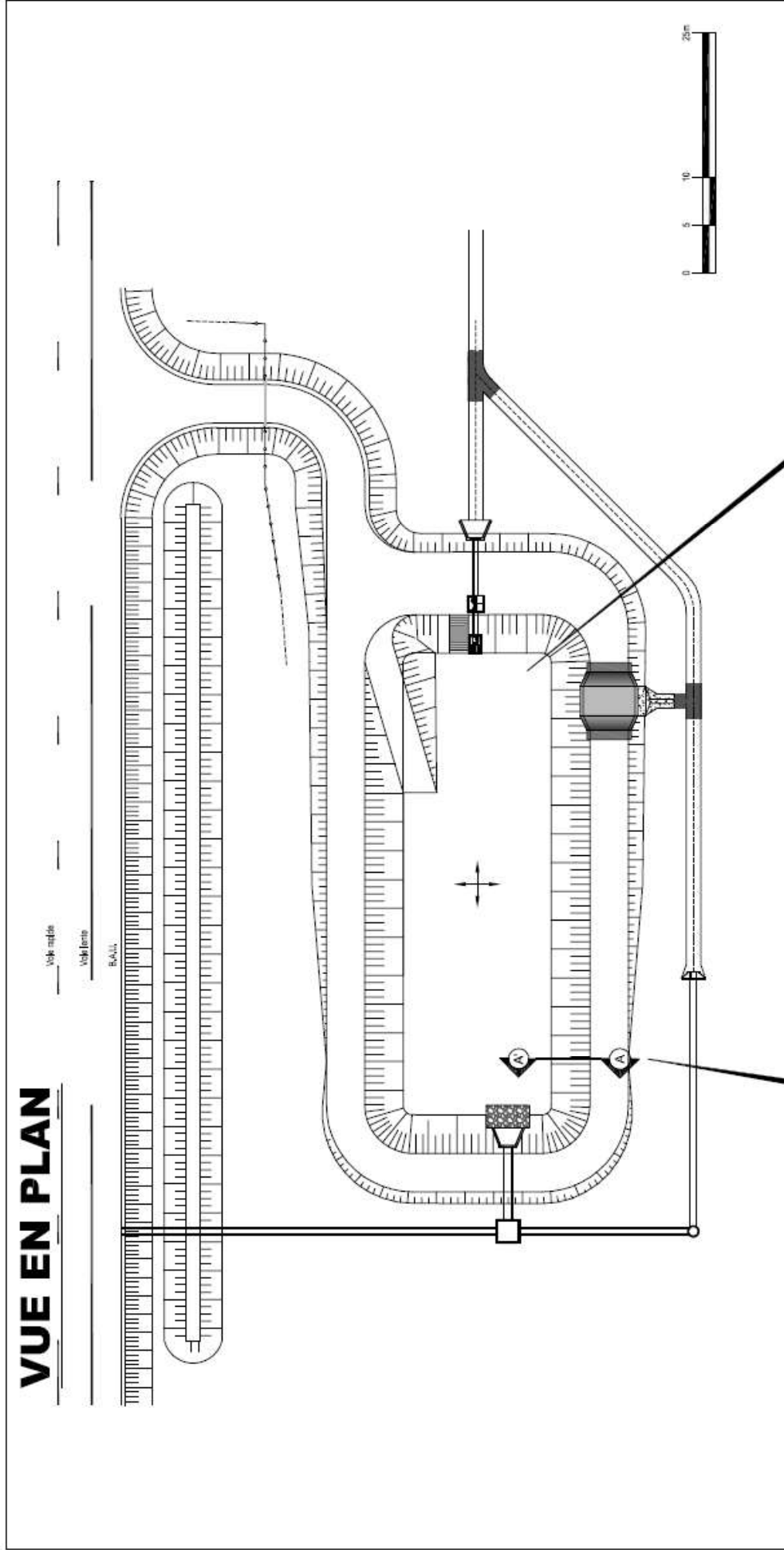
	BVR1	BVR2	BVR3	BVR4
Volume utile requis m ³	2 350	900	1 750	450
Débit de fuite maximum en l/s	20,7 l/s	7,9 l/s	14,2 l/s	4,2 l/s
Pente des talus (H/V)	3/2	3/2	3/2	3/2
Durée de vidange complète après une pluie décennale	Environ 31h	Environ 31h	Environ 34h	Environ 29 h
Ouvrage en sortie	Dispositif de régulation, ouvrage équipé d'un dégrillage, d'une cloison siphonnée, d'une vanne d'isolement.			

Coût prévisionnel de la mesure : surcoût du système de collecte séparative et de traitement estimé à 233 000 € HT.



<p>Morbihan</p>	<p>Cahiers des plans type assainissement</p> <p>Bassin Multifonctions : Schéma de principe</p>		<p>C1-BAS</p> <p>Echelle : Variable</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Indice</th> <th>Date</th> <th>Modification</th> <th>CONÇU</th> <th>ÉTABLI</th> <th>VÉRIFIÉ</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>18/10/2017</td> <td>Création du document</td> <td>RP</td> <td>SD</td> <td>RP</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>11/01/2018</td> <td>Modifications suite validations Paima et 07/11/2017</td> <td>RP</td> <td>SD</td> <td>RP</td> </tr> </table>	Indice	Date	Modification	CONÇU	ÉTABLI	VÉRIFIÉ	0	18/10/2017	Création du document	RP	SD	RP	1	11/01/2018	Modifications suite validations Paima et 07/11/2017	RP	SD	RP
	Indice	Date	Modification	CONÇU	ÉTABLI	VÉRIFIÉ																
0	18/10/2017	Création du document	RP	SD	RP																	
1	11/01/2018	Modifications suite validations Paima et 07/11/2017	RP	SD	RP																	
<p>DIRECTION GÉNÉRALE DES INFRASTRUCTURES ET DE L'AMÉNAGEMENT</p> <p>Service des Bâtiments</p> <p>Service des Travaux Neufs</p> <p>Travaux</p>																						

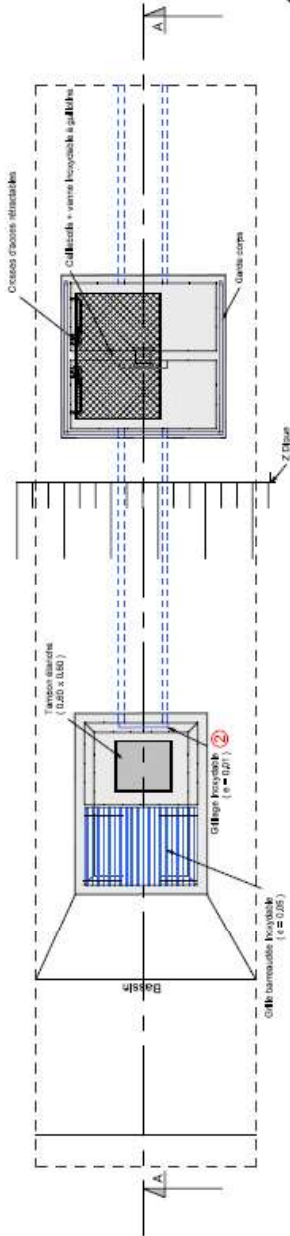
Figure 72- Schéma de principe du bassin multifonction



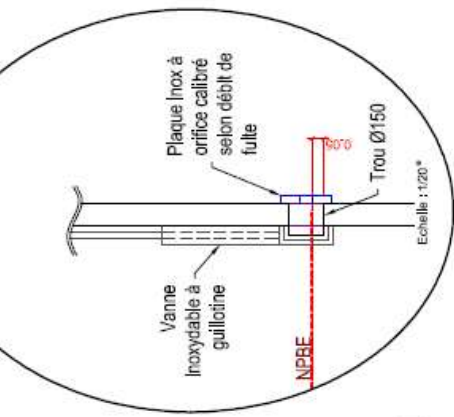
	DIRECTION GENERALE DES INFRASTRUCTURES, ET DE L'AMENAGEMENT		Cahiers des plans type assainissement Imperméabilisation aux matériaux fins de bassin multifonctions		C-1-BAS 10 Echelle : Variable		Indice Date 0 18/10/2017 1 11/07/2018		Modification Création du document Modifications suite validation interne du 07/11/2017		CONQU ETABLI VERIFIE RP SD RP RP SD RP	
	DREHER & ASSOCIES 10 rue de la République, 44100 Nantes France		Imperméabilisation aux matériaux fins de bassin multifonctions		Echelle : Variable		0 18/10/2017 1 11/07/2018		Création du document Modifications suite validation interne du 07/11/2017		CONQU ETABLI VERIFIE RP SD RP RP SD RP	

Figure 73- Schéma de principe de l'imperméabilisation du fond de bassin par des limons argileux

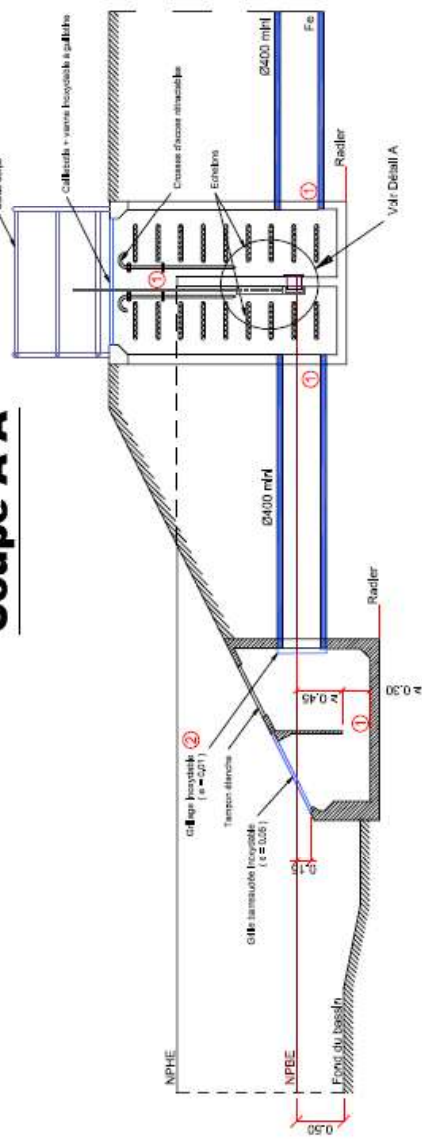
Vue en plan



Détail A



Coupe A-A



- ① Ouvertures suffisantes pour évacuer le débit de référence Q10
- ② Selon taille de orifice (si Ø < 100mm)

	DIRECTION GENERALE DES INFRASTRUCTURES, ET DE L'AMENAGEMENT		Cahiers des plans type assainissement Ouvrage de régulation et de déshuilage		C1-OUV 02		Indice 0 1		Date 18/02/2017 11/02/2018		Modification Calculs et tracés Modifications suite validation Insee du 07/11/2017		CONQU ETABLI VERIFIE RP SD RP SD RP	
	Echelle : 1/50° (A3)													

Figure 74-Schéma de principe de l'ouvrage de régulation des débits

V.2.2 - Incidences et mesures vis-à-vis des écoulements naturels

V.2.2.1 - Incidences et mesures liées à l'interception des écoulements naturels

V.2.2.1a Incidences de l'interception des écoulements naturels par l'infrastructure routière

Le tracé de la RD775 franchit 5 petits cours d'eau et plusieurs talwegs secs. Il intercepte ainsi plusieurs bassins versants. Les écoulements naturels sont rétablis par l'intermédiaire d'ouvrages de franchissement qui sont décrits au chapitre V.1.1.5f et certains talwegs secs sont aujourd'hui interceptés et non restitués en aval de la RD775.

Les ouvrages de franchissements actuels ont pour effets de :

- ✓ Concentrer les écoulements issus du bassin versant amont. Les débits restitués en aval de l'ouvrage sont par conséquent plus importants que ceux observés initialement.
- ✓ Modifier la morphologie des cours d'eau et entraîner une discontinuité dans la continuité morphologique et sédimentaire du cours d'eau.
- ✓ Modifier la zone d'expansion des crues. Les ouvrages existants sont souvent insuffisants pour assurer l'écoulement de la crue centennale. De ce fait, la zone d'expansion est augmentée en amont de l'ouvrage et réduite en aval.
- ✓ Entraîner une discontinuité pour la faune aquatique et terrestre pour laquelle les talwegs et cours d'eau constituent des axes de déplacements privilégiés.

En fonction des choix techniques et des dimensionnements retenus pour ces ouvrages, les effets du projet pourront accentuer ou bien atténuer les impacts de l'actuelle voirie.

V.2.2.1b Principes et objectifs des mesures visant à rétablir les écoulements naturels

Les mesures mises en œuvre relatives aux rétablissements des écoulements naturels comprennent :

- ✓ La **séparation entre les eaux pluviales de la plateforme et les eaux de ruissellement issues des bassins versants amont interceptées par l'infrastructure routière**. La création d'un double réseau de collecte lorsque cela est nécessaire permet de restituer les écoulements naturels de manière la plus fidèle possible en termes de qualité et de quantité (débit) par rapport à la situation initiale avant la création de l'infrastructure routière. Les réseaux de collecte mis en œuvre sont présentés sur les plans de principe présentés sur les pages suivantes.
- ✓ La conception d'ouvrages de franchissement assurant la plus grande **transparence hydraulique et écologique** possible. Dans le cas présent, il s'agit de modifier les ouvrages existants pour rétablir la continuité écologique des cours d'eau franchis par la RD775.

En conséquence, les zones d'expansion des crues des cours d'eau traversés retrouveront autant que possible leurs périmètres initiaux. Les ouvrages redimensionnés seront conçus et calés de manière à assurer les continuités sédimentaire et écologique des cours d'eau. Les effets relatifs à la concentration des débits en aval des ouvrages de franchissement perdureront, mais seront réduits par rapport à la situation actuelle en raison de la mise en œuvre d'un réseau de collecte spécifique pour les eaux de ruissellement de la voirie, séparé des eaux de ruissellement naturelles issues des bassins versants interceptés.

V.2.2.1c Définition des débits de projets dimensionnant les ouvrages de franchissement

Le débit de projet correspond au débit de pointe pour une période de retour donnée, dimensionnant l'ouvrage hydraulique.

❖ Détermination de la période de retour

La période de retour à prendre en compte doit dans chaque cas, faire l'objet d'une analyse mettant en regard le coût d'investissement de l'infrastructure avec les conséquences d'une insuffisance pour l'usager, les riverains, les ouvrages routiers (perturbations locales et temporaires de la circulation et situations à risques) et l'impact sur le milieu naturel.

Dans le cas présent, la période de retour retenue est de 100 ans par défaut. L'analyse du contexte hydrologique et des ouvrages au cas par cas permet parfois de retenir une période de retour plus faible en fonction :

- ✓ des contraintes techniques relatives à la réalisation de l'ouvrage.
- ✓ des risques de débordement et des incidences associées à une insuffisance de l'ouvrage.

❖ Calcul du débit de pointe

Le calcul du débit de pointe est réalisé à partir de 3 approches théoriques différentes et complémentaires. Cela permet une comparaison des résultats de calcul et conduit dans certains cas à nuancer les résultats pour retenir un débit de projet réaliste :

- ✓ Une estimation du débit de pointe à partir de débits spécifiques issus de stations de jaugeage
- ✓ Une estimation du débit de pointe à partir de la formule rationnelle et/ou de transition
- ✓ Une estimation du débit de pointe à partir des capacités hydrauliques de l'ouvrage existant

❖ Estimation du débit de pointe à partir de débits spécifiques issus de stations de jaugeage

Le débit de projet est estimé par interpolation à partir du débit spécifique instantané de la crue centennale observée sur une station de jaugeage de référence.

Tableau 52- Débits spécifiques relevés aux stations de jaugeage

Station de jaugeage	Surface du bassin versant jaugé (km ²)	Débit de crue décennale spécifique (l/s/km ²)	Débit maximum connu spécifique (l/s/km ²)
Le Rohan à Saint Avé	10.2	166.7	181.4
La Claire à Saint Jean Brévelay (Iker Henry)	135	185.2	385.9
(Le Coët-Organ à Quistinic)	47.7	251.6	371.1

Le débit de crue centennale au droit de l'ouvrage de rétablissement des écoulements est déterminé à partir de l'extrapolation des données issues des stations jaugées ci-dessus. L'extrapolation est réalisée selon la méthode de régionalisation basée sur la proximité géographique des stations¹³.

En l'absence de donnée statistique sur le débit centennial des bassins versants jaugés, le débit projet pris en compte correspond au débit décennial multiplié par 2 ou bien au débit maximum connu si celui-ci est supérieur.

Les débits statistiques des stations jaugées de référence sont également utilisés afin de déterminer les ratios moyens entre la pluie décennale et les débits de crue journalière de récurrence 2 ans et le module moyen interannuel.

¹³ Méthode issue de la note de l'ONEMA « Connaître les débits des rivières : quelles méthodes d'extrapolation lorsqu'il n'existe pas de station de mesures permanentes ? »

❖ Estimation du débit de pointe à partir de la formule rationnelle et/ou de transition

Les débits de pointe centennaux théoriques ont été calculés conformément aux méthodes de calcul définies par le guide technique Assainissement routier du SETRA. Les formules de calcul utilisées sont choisies en fonction de la taille du bassin versant. Dans le cas présent, nous serons amenés à utiliser la formule rationnelle.

Tableau 53- Plages d'utilisation des formules de calcul du débit de projet

Superficie du bassin versant (en km ²)	1	10	50	100
France sauf façade méditerranéenne	Formule rationnelle	Formule de transition	Formule Crupedix	Formule Crupedix
Façade méditerranéenne	Formule rationnelle	Formule rationnelle	Formule de transition	Formule Crupedix

Formule rationnelle :

$$Q_{(T)} = \frac{C_{(T)} \times I_{(T)} \times A_{BVS}}{3,6}$$

Avec :

Q (T) = débit de projet de période de retour T en m³ /s

C (T) = coefficient d'apport du bassin versant pour la période de retour T

A_{BVS} = Surface totale du bassin versant en km²

I (T) = intensité moyenne de la pluie en mm/h

$$I_{(T)} = a_{(T)} \times I_c^{-b_{(T)}}$$

a (T) et b (T) = coefficient de Montana de la pluie de période de retour T

I_c = Temps de concentration en minute

Le coefficient d'apport pour la pluie décennale du bassin versant est déterminé pour chacun des bassins versants considérés à partir de la décomposition des surfaces en deux catégories selon l'occupation du sol.

Tableau 54- Coefficient d'apport des bassins versants

Typologie des surfaces	Coefficient d'apport	Sources / références de l'hypothèse retenue
Culture, Bois, prairies, zone rurale	0,20	Guide EP apt 37 - 2008 (Culture en terrain limoneux et argileux C entre 0,10 et 0,35 selon la pente) Bourrier et al 1993 (Cultures C=0,08 - Forêt C=0,04 - Prés pâturage C=0,07)
Zone urbanisée	0,50	CERTU - 2003 (Habitat résidentiels individuels C=0,2 à 0,4 - Habitats denses, zones Industrielles et commerciales C=0,6 à 0,8) Bourrier et al 1993 (Zone résidentielle C=0,35 - Zone Industriels et artisanale C=0,5)

Le coefficient d'apport pour la pluie centennial est déterminé à partir de la formule suivante :

$$C_{(100)} = 0,8 \times [1 - (P_0 / P_{100})]$$

Avec :

P₀ = Réétention initiale = (1 - C₍₁₀₀₎ / 0,8) * P₁₀

P₁₀ = hauteur de la pluie journalière décennale en mm

P₁₀₀ = hauteur de la pluie journalière centennale en mm

Les coefficients de montana utilisés sont fournis par Météo France et obtenus à partir d'une étude spécifique menée pour le compte du département sur 22 stations du département entre 2008 et 2017.

Tableau 55- Coefficient de Montana utilisé (source : Météo France)

Période de retour / pas de temps	Coefficient de Montana	
	a	b
T10 / 6min à 60min	3,83	-0,554
T10 / 1h à 24h	5,732	-0,663
T100 / 6min à 60min	6,640	-0,531
T100 / 1h à 24h	16,982	-0,775

Le temps de concentration correspond au temps nécessaire pour que l'ensemble des surfaces du bassin versant contribuent au débit observé en aval. Sa valeur est déterminée de manière approximative à partir de formules déterminées empiriquement. Il existe de nombreuses formules pour calculer le temps de concentration de la pluie de période de retour décennale d'un bassin versant, cependant le champ d'application de ces dernières n'est pas toujours défini de manière précise.

Dans le cadre de la présente étude, le temps de concentration a été déterminé par l'intermédiaire de 7 formules distinctes puis les valeurs extrêmes sont écartées et la valeur retenue est sélectionnée au sein du groupe de valeurs proches fourni par les calculs.

Le temps de concentration de la pluie de période de retour centennale est déterminé à partir de la formule suivante :

$$T_{C(100)} = T_{C(10)} * ((P_{(100-T)}) / (P_{(10-T)}))^{0,23}$$

❖ Estimation des capacités hydrauliques des ouvrages existants

Les capacités hydrauliques de l'ouvrage existant sont déterminées sommairement à partir de la formule de Manning-Strickler pour un ouvrage en pleine charge.

$$Q = K \times i^{0,5} \times S_m \times Rh^{2/3}$$

Avec :

K = coefficient de rugosité

i = pente de l'ouvrage en m/m

S_m = section mouillée en m²

Rh = Rayon hydraulique en m

❖ Résultats des calculs de débits de projets

La délimitation des différents bassins versants est visible sur les cartes présentées page suivante et les résultats des différentes méthodes de calcul sont exposés à suivre. Le détail des calculs est présenté en annexe pour chacun des bassins versants interceptés.

Les débits de crue journalière de période de retour 2 ans (Q₂) et les débits correspondant à 2.5 fois le Module (Q_{2.5M}) sont également déterminés à partir des mêmes méthodes de calcul. Ces débits sont également utilisés afin de vérifier ou de caler certains éléments de dimensionnement.

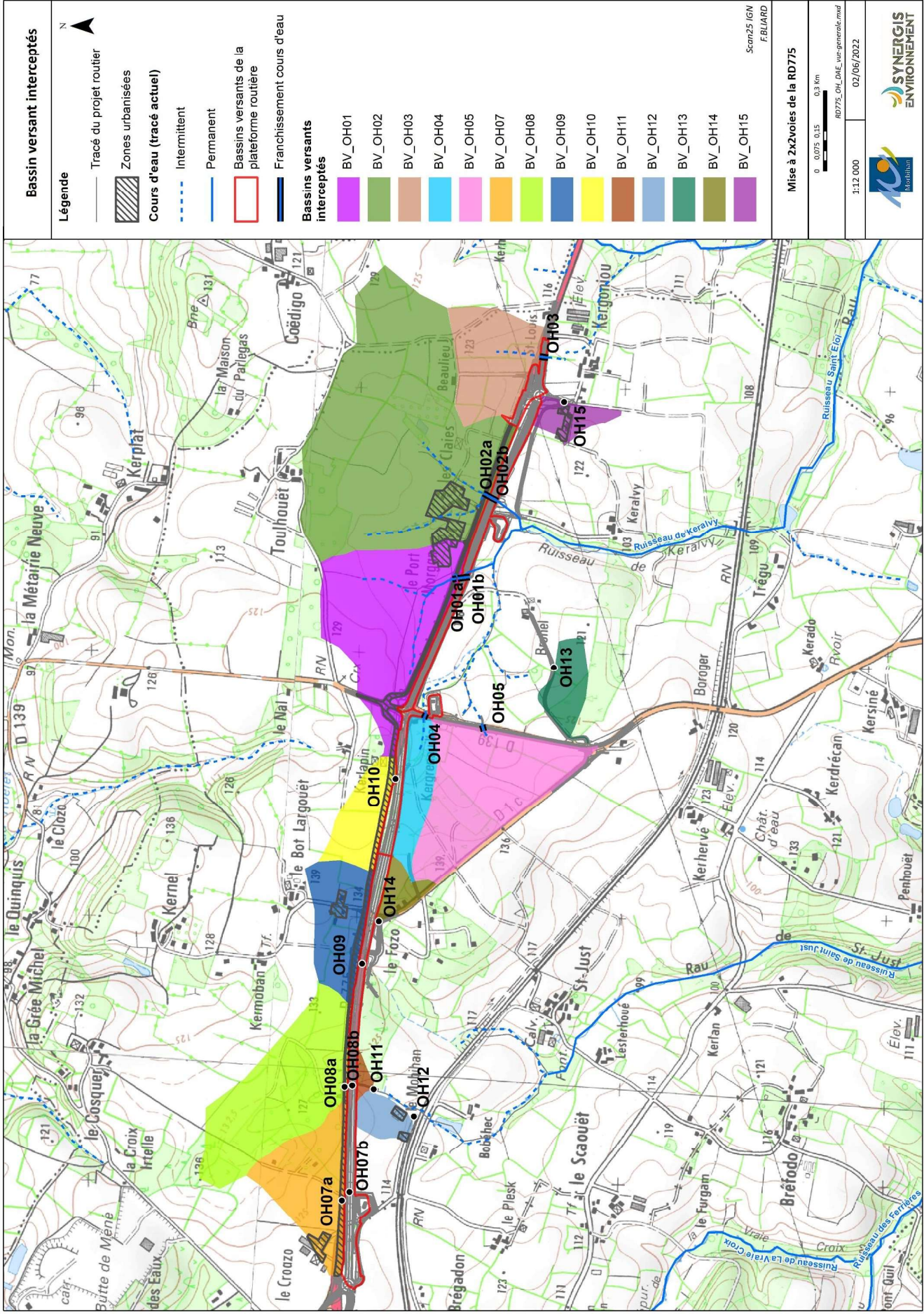


Figure 75- Bassins versants interceptés par l'infrastructure routière

Tableau 56- Résultats des calculs de débits de projets

Ouvrage de franchissement	Surface du bassin versant (ha)	Coefficient d'apport		Débit de projet (m3/s) - formule rationnelle		Débit par interpolation (m3/s)					Débit capable OH existant	Débit de plein bords CE		
		T10	T100	Q2,5M	Q100	Q21	Q10	Q100	Q2,5M	Q21			Q10	Q100
OH01a	23,96	0,22	0,38	0,08	0,19	0,08	0,47	1,68	0,007	0,017	0,043	/	0,400	0,297
OH01b	24,85	0,22	0,38	0,09	0,23	0,09	0,58	2,03	0,007	0,018	0,045	/	0,695	0,297
OH02a	54,83	0,21	0,37	0,14	0,35	0,14	0,88	3,23	0,015	0,039	0,098	/	0,204	2,511
OH02b	55,72	0,21	0,37	0,14	0,35	0,14	0,89	3,29	0,016	0,039	0,100	/	1,270	3,314
OH03	11,82	0,20	0,36	0,05	0,12	0,05	0,30	1,04	0,003	0,008	0,021	/	0,000	1,015
OH04	5,91	0,20	0,36	0,03	0,07	0,03	0,18	0,68	0,002	0,004	0,011	/	0,747	/
OH05	20,91	0,20	0,36	0,08	0,20	0,08	0,50	1,85	0,006	0,015	0,037	/	1,257	/
OH07a	11,35	0,21	0,37	0,04	0,11	0,04	0,28	1,00	0,003	0,008	0,020	/	/	/
OH07b	12,53	0,24	0,39	0,06	0,15	0,06	0,38	1,25	0,004	0,009	0,022	/	/	/
OH08a	21,65	0,20	0,36	0,08	0,19	0,08	0,48	1,80	0,006	0,015	0,039	/	/	/
OH08b	22,05	0,21	0,37	0,08	0,19	0,08	0,49	1,80	0,006	0,016	0,040	/	/	/
OH09	9,37	0,25	0,39	0,05	0,12	0,05	0,31	1,02	0,003	0,007	0,017	/	/	/
OH10	6,54	0,24	0,39	0,03	0,08	0,03	0,20	0,66	0,002	0,005	0,012	/	/	/
OH11	22,73	0,21	0,37	0,08	0,19	0,08	0,48	1,75	0,006	0,016	0,041	/	/	/
OH12	2,86	0,23	0,38	0,02	0,05	0,02	0,13	0,43	0,001	0,002	0,005	/	/	/
OH13	4,46	0,20	0,36	0,03	0,07	0,03	0,19	0,46	0,001	0,003	0,008	/	/	/
OH14	2,55	0,20	0,36	0,01	0,03	0,01	0,08	0,30	0,001	0,002	0,005	/	/	/
OH15	3,05	0,24	0,39	0,02	0,05	0,02	0,12	0,40	0,001	0,002	0,005	/	/	/

A noter que seuls les ouvrages OH01a à OH05 correspondent à des franchissements de cours d'eau. Les autres ouvrages permettront le rétablissement des écoulements naturels non qualifiés de cours d'eau. Les ouvrages OH1 et OH2 sont placés en série afin de permettre le passage de la voie communale (voie latérale de désenclavement et circulations locales) et de la RD 775.

Tableau 57- Synthèse des caractéristiques des ouvrages de rétablissement des écoulements naturels

Réf. de l'OH	Enjeux écologiques		Nature de l'écoulement	Ouvrage existant	Longueur ouvrage existant (m)	Débit de projet (Qp)		Largeur lit mineur actuel (cm)	Ouvrage retenu	Dimensions (avec banquette)	Banquette faune	Position banquette	Observations - Remarques sur les caractéristiques de l'ouvrage retenu	Longueur ouvrage projeté (m)	Pente du radier	Débit capable théorique (m³/s)	Taux de remplissage de l'ouvrage Qprojet
	faune piscicole	petite faune terrestre				en m³/s	Référence										
OH01a	Nul à faible	Fort	Cours d'eau permanent	Ø600	7,8	1,685 m³/s	Q100 (formule rationnelle)	200	Pont-cadre	Largeur : 1500 Hauteur : 2000	Largeur : 0,5 m	Rive droite		19	0,7%	6,15	51%
OH01b	Nul à faible	Fort	Cours d'eau permanent	Ø600	17,8	2,03 m³/s	Q100 (formule rationnelle)	200	Pont-cadre	Largeur : 1500 Hauteur : 2000	Largeur : 0,5 m	Rive droite		38	0,8%	6,26	58%
OH02a	Nul à faible	Modéré	Cours d'eau permanent	Ø600	7,5	3,23 m³/s	Q100 (formule rationnelle)	150	Pont-cadre	Largeur : 1500 Hauteur : 1500	Largeur : 0,5 m	Rive droite	Ouvrage calé en régime torrentiel	16	1,9%	5,50	75%
OH02b	Nul à faible	Modéré	Cours d'eau permanent	Ø600	18,8	3,29 m³/s	Q100 (formule rationnelle)	150	Pont-cadre	Largeur : 1500 Hauteur : 2000	Largeur : 0,5 m	Rive droite	Ouvrage calé en régime torrentiel (ressaut hydraulique en aval) fosse de dissipation à prévoir	38	2,5%	11,33	50%
OH03	Nul à faible	Faible	Cours d'eau temporaire	Ø400	10,7	1,04 m³/s	Q100 (formule rationnelle)	70	Pont-cadre	Largeur : 1500 Hauteur : 2500	Largeur : 0,5 m	Rive gauche	Ouvrage calé en régime torrentiel (ressaut hydraulique en aval) fosse de dissipation à prévoir	30	3,2%	19,01	22%
OH04	Nul à faible	Fort	Cours d'eau temporaire	Ø600	9,5	0,68 m³/s	Q100 (formule rationnelle)	60	Pont-cadre	Largeur : 1000 Hauteur : 1500	Largeur : 0,5 m	Rive gauche	Profil en long et en travers du cours à l'aval incertain	27	1,0%	2,17	58%
OH05	Nul à faible	Fort	Cours d'eau temporaire	Ø300	8,8	1,84 m³/s	Q100 (formule rationnelle)	60	Pont-cadre	Largeur : 1500 Hauteur : 1500	Largeur : 0,5 m	Rive gauche	Profil en long et en travers du cours à l'aval inconnu	21	0,7%	3,40	72%
OH07a	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,55 m³/s	2*Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø600	Non	/		15	1,7%	0,72	77%
OH07b	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,75 m³/s	2*Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø800	Non	/		39	0,8%	1,08	70%
OH08a	Nul	Modéré	Talweg sec	/	/	0,97 m³/s	2*Q10 (formule rationnelle)	/	Pont-cadre	Largeur : 1500 Hauteur : 1500	Non	/		15	1,3%	6,25	15%
OH08b	Nul	Modéré	Talweg sec	/	/	0,98 m³/s	2*Q10 (formule rationnelle)	/	Pont-cadre	Largeur : 1500 Hauteur : 1500	Non	/		39	1,0%	4,99	20%
OH09	Nul	Modéré	Talweg sec	/	/	0,63 m³/s	2*Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø600	Non	/	La petite faune terrestre peut transitée par le passage inférieur du Fozo. On accepte un risque de mise en charge en débit de pointe exceptionnel	93	1,1%	0,59	107%
OH10a	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,40 m³/s	2*Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø600	Non	/	Pente forte. Prévoir une protection à l'aval pour éviter l'érosion.	18	5,0%	1,25	32%
OH10b	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,40 m³/s	2*Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø600	Non	/		39	1,8%	0,74	53%
OH11	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,48 m³/s	Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø600	Non	/	On retiens le Q10 pour le débit de référence. Enjeu moindre - chemin agricole	9	3,6%	1,05	45%
OH12	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,13 m³/s	Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø400	Non	/	On retiens le Q10 pour le débit de référence. Enjeu moindre - voie de desserte locale	8	1,0%	0,19	68%
OH13	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,19 m³/s	Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø400	Non	/	On retiens le Q10 pour le débit de référence. Enjeu moindre - voie de desserte locale	8	1,5%	0,23	80%
OH14	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,08 m³/s	Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø400	Non	/	On retiens le Q10 pour le débit de référence. Enjeu moindre - voie de desserte locale	18	1,0%	0,19	43%
OH15	Nul	Faible	Talweg sec	/	/	0,12 m³/s	Q10 (formule rationnelle)	/	Buse	Ø400	Non	/	On retiens le Q10 pour le débit de référence. Enjeu moindre - voie de desserte locale	19	0,8%	0,17	71%

V.2.2.1d Dimensionnement des ouvrages de franchissement

La conception et le dimensionnement des ouvrages ont été réalisés afin de satisfaire autant que possible aux exigences suivantes :

- ✓ Le débit de projet retenu correspond au débit de pointe théorique de période de retour 100 ans (crue centennale). Pour les cours d'eau, nous avons retenu en tant que débit de projet le débit obtenu par la formule rationnelle même si ce débit semble conduire au surdimensionnement des ouvrages au regard des débits capables des ouvrages existants et des débits observés sur les bassins versants jugés de référence. Pour les talwegs secs, le débit de projet retenu correspond à 2 fois le débit décennal obtenu par la formule rationnelle et pour les ouvrages de rétablissement de talweg sec sous les voiries annexes, le débit de projet retenu correspond au débit décennal obtenu par la formule rationnelle.
- ✓ L'intégration de dispositifs et d'aménagement permettant d'assurer la continuité biologique au sein des ouvrages de franchissement de cours d'eau (OH1 à OH5) :
 - Mise en œuvre d'une banquette faune d'une largeur de 50 cm. Le tirant d'air au-dessus de la banquette est dans la mesure du possible égal à 70 cm.
 - La vitesse d'écoulement au sein de l'ouvrage pour un débit égal à 2.5 fois le module du cours d'eau ne doit pas excéder la capacité de nage des poissons (la vitesse de référence retenue est la vitesse « de crasière » de la truite de rivière soit environ 1 m/s).
 - L'ouvrage est positionné au plus près de la pente naturelle du cours d'eau afin de ne pas créer de rupture de pente.
 - Un fond naturel est reconstitué dans l'ouvrage. La position de la partie supérieure du radier est calée au moins 30 cm sous la cote du fond naturel du cours d'eau.
 - Les dimensions initiales du lit mineur sont respectées (classiquement, elles correspondent à la capacité d'écoulement de la crue journalière de période de retour 2 ans).
- ✓ La vitesse d'écoulement ne doit pas excéder 4 m/s pour les ouvrages en béton et 2,5 m/s pour les buses métalliques. Ces valeurs doivent être respectées afin de limiter les risques d'usure prématurée des ouvrages.

Le calcul des ouvrages est basé sur les méthodes exposées dans le guide technique « Assainissement routier » du SETRA. Ces méthodes permettent :

- ✓ de vérifier le calage de l'ouvrage pour prendre en compte les risques de ressaut hydraulique
- ✓ d'apprécier les conséquences du rétrécissement du lit majeur sur la hauteur d'eau en amont de l'ouvrage, lors de crue exceptionnelle.

Les caractéristiques des ouvrages sont expliquées dans le tableau de synthèse présenté sur la page précédente. Les détails des hypothèses de calcul, des côtes et niveaux d'eau dans les ouvrages sont présentés en annexe.

V.2.2.1e Principe d'aménagement des ouvrages de franchissement des cours d'eau

Les principes d'aménagement des ouvrages permettent d'assurer les continuités écologiques grâce au choix du type d'ouvrages (ponts-cadres), de leurs dimensions (géométrie, transparence hydraulique), de leur positionnement (calage allométrique) et de leurs équipements (substrat naturel, limitation de la vitesse du courant, banquette faune, réduction de la perte de luminosité).

Ils sont notamment basés sur la note technique du Cerema (ex-SETRA) sur les petits ouvrages hydrauliques et continuités écologiques – cas de la faune piscicole¹⁴.

À noter que la reconstitution du lit mineur en amont et aval des ouvrages sur plusieurs dizaines de mètres linéaires, augmente également l'efficacité de la mesure.

❖ Réduction de la perte de luminosité

Actuellement, les ouvrages de franchissement hydraulique entraînent la couverture de 104 ml de cours d'eau. Le projet prévoit la couverture de près de 100 ml supplémentaires répartis sur l'ensemble des ouvrages hydrauliques. La perte de luminosité prise en compte n'est pas absolue puisqu'aujourd'hui les ouvrages sont des buses et que la luminosité est quasi nulle.

La couverture supplémentaire augmente certes le linéaire recouvert, mais permet de rétablir un minimum de luminosité augmentant largement la transparence actuelle de l'ouvrage et favorisant le passage de la faune piscicole et terrestre.

De plus, des puits de lumière seront présents entre la RD775 et la voie de desserte secondaire au nord. En effet, les ouvrages hydrauliques de franchissement sont limités à l'emprise des plateformes routières.

Tableau 58- Couverture des cours d'eau par les ouvrages de franchissement hydraulique

ÉTAT ACTUEL		PROJET		
Ouvrages de franchissement de cours d'eau	Couverture actuelle (m)	Ouvrages de franchissement de cours d'eau	Couverture totale après le projet (m)	Couverture supplémentaire liée au projet (m)
OH1a	7,8	OH1a	19	+11,2
OH1b + OH1c	17,8	OH1b	38	+20,2
OH2a	7,5	OH2a	16	+ 8,5
OH2b + OH2c	18,8	OH2b	38	+19,2
OH2d	23	OH2d	15	-8
OH3	10,7	OH3	30	+19,3
OH4	9,5	OH4	27	+17,5
OH5	8,8	OH5	21	+12,2
Couverture totale actuelle	104	Couverture totale après le projet	204	+100

D'après la note d'information du Sétra sur les petits ouvrages hydrauliques et les continuités écologiques dans le cas de la faune piscicole (2013), l'aménagement de « puits de lumière » ou la mise en place d'un éclairage artificiel ne sont pas très concluants. Les deux autres solutions plus pertinentes recommandées sont :

- ✓ L'adaptation des dimensions de l'ouvrage, et notamment le rapport section/longueur

Tableau 59- Modulation du rapport section/longueur en fonction de la longueur de couverture (source : Sétra, 2013)

Longueur de couverture	Rapport section/longueur
L < 30 m	0,25
30 ≤ L ≤ 60 m	0,50
L > 60 m	0,75

- ✓ La réduction de la longueur de couverture des ouvrages, par la construction de murs en ailes ou de murs de soutènement de remblais verticaux.

Malgré une augmentation de la couverture, l'augmentation de la luminosité actuelle sera effective grâce :

- ✓ Au remplacement des petites buses existantes par de larges ponts-cadres avec des murs d'extrémité en ailes. Même si le rapport section/longueur préconisé n'est toujours toujours pas atteint, il est plus élevé que celui des buses en place actuellement (rapport section/longueur < 0,04) ;
- ✓ À la création d'une ripisylve afin de recréer un ombrage naturel du cours d'eau et **atténuer les variations brutales de luminosité**. Ces plantations seront effectuées à l'aide d'espèces locales, diversifiées et adaptées au milieu avec **l'utilisation de techniques de génie végétal** (y compris pour le renforcement des berges).

Tableau 60- Rapport section/longueur des ouvrages de franchissement hydraulique projetés

Ouvrages de franchissement hydraulique	État actuel		État projeté				
	Longueur de couverture (m)	Section ¹ (m ²)	Rapport section / longueur	Longueur de couverture (m)	Section ² (m ²)	Rapport section / longueur	Évolution du ratio
OH1a	7,8	0,28	0,036	19	2,25	0,118	x3,3
OH1b	17,8	0,28	0,023	38	2,25	0,059	x2,6
OH2a	7,5	0,28	0,037	16	1,50	0,094	x2,5
OH2b	18,8	0,28	0,023	38	2,25	0,059	x2,6
OH2d	23	0,28	0,012	15	0,5	0,033	x2,8
OH3	10,7	0,13	0,012	30	3	0,100	x8,3
OH4	9,5	0,28	0,029	27	1	0,037	x1,3
OH5	8,8	0,07	0,008	21	1,5	0,071	x8,9

¹ L'intégralité de la section des buses est prise en compte, malgré la présence du lit de sédiments et la hauteur de l'eau. Le rapport section/longueur est donc majoré.

² Dans le cas des ponts-cadres, le calcul de la section prend en compte la présence d'un lit de sédiments de 30 cm d'épaisseur ainsi qu'une hauteur d'eau moyenne de 20 cm. La hauteur des ouvrages est ainsi diminuée de 50 cm.

Un suivi de la continuité écologique (piscicole et petite faune) sera mis en place par le Conseil Départemental du Morbihan.

❖ Banquette faune

Au niveau des ouvrages, les enjeux écologiques pour la faune terrestre et semi-aquatique sont modérés à fort pour les franchissements de cours d'eau. La faune ciblée sur ce type de passage correspond aux petits mammifères utilisant des passages souterrains (renards, micromammifères, mustélidés, notamment les mammifères semi-aquatiques tels que le campagnol amphibie) et aux amphibiens. L'aménagement d'une banquette est préconisé afin d'assurer un passage au sec sécurisé pour la petite faune terrestre. Pour être efficace, la conception d'une banquette respecte les règles suivantes :

- ✓ Tirant d'air minimal entre la banquette et le plafond de l'ouvrage : 70 cm ;
- ✓ Largeur de banquette minimale recommandée : 50 cm ;
- ✓ Banquette suffisamment surélevée pour être hors d'eau lors de la majorité des crues.

Les ouvrages mis en œuvre dans le cadre de l'aménagement de la RD775 respecteront ces préconisations. À noter que le respect d'un tirant d'air de 70 cm ne permet pas toujours d'éviter la submersion de la banquette lors de la crue décennale, mais la banquette restera à sec la majorité du temps hors crue exceptionnelle.

Le choix de la position de la banquette faune en rive droite ou en rive gauche est réalisé au cas par cas en fonction de la configuration de la berge en amont et en aval afin de favoriser une continuité de cheminement pour la faune.

Tableau 61- Position de la banquette faune au sein des ouvrages de franchissement

Ouvrage de franchissement	Position de la banquette faune
OH01a et OH01b	Rive droite
OH02a et OH02b	Rive droite
OH03	Rive gauche
OH04	Rive gauche
OH05	Rive gauche



Photo 75- Exemple d'ouvrage de franchissement hydraulique avec banquette faune réalisée à Muzillac (source : CD 56)

❖ Reconstitution d'un substrat naturel

Un lit « naturel » doit être reconstitué sur le radier de l'ouvrage sur une épaisseur minimale de 30 cm. Afin de maintenir la circulation des poissons et la capacité biogène du cours d'eau, il convient d'être très vigilant sur la composition granulométrique du substrat utilisé. Ce dernier doit d'une part, être suffisamment imperméable afin d'éviter toute infiltration qui conduirait à réduire le débit voire à assécher le tronçon de cours d'eau ainsi reconstitué ; et d'autre part, présenter des caractéristiques similaires au substrat naturel du cours d'eau préexistant. Dans le cas présent, les matériaux de recharge pourront être récupérés au droit du lit mineur détourné et complété par l'apport de matériaux de même nature c'est-à-dire un mélange de limon et de graviers (taille des matériaux d'apport : 0/40mm).

Afin d'assurer le maintien du substrat en fond d'ouvrage et d'éviter un décapage lors d'une forte crue, des barrettes seront disposées en fond de chaque ouvrage. Elles se présenteront sous forme de cloison échancrée épousant la forme du lit mineur. Disposées au sein des deux ouvrages environ tous les 3 mètres, elles sont fixées sur le radier de l'ouvrage. Leur forme échancrée favorise le maintien d'une lame d'eau minimale en période d'étiage.



Photo 76- Exemple de barrette échancrée intégrée dans le substrat reconstitué en fond d'ouvrage

❖ Raccordement des berges et de la banquette faune

Les ouvrages sont calés sur la pente naturelle du cours d'eau et leur largeur légèrement supérieure à la largeur du lit mineur du cours d'eau. En conséquence, en période normale d'écoulement, les ouvrages présenteront une totale transparence hydrologique. Pour autant en période de crue, le franchissement de l'ouvrage entraîne un resserrement du lit majeur du cours d'eau. Afin d'éviter tout désordre hydraulique, le resserrement du lit majeur doit se faire progressivement. Il est accompagné par des dispositifs permettant de protéger l'ouvrage des effets provoqués par l'augmentation des vitesses due à ce resserrement.

Les dispositifs de protection sont classiquement la mise en œuvre d'enrochement (cf. photo ci-dessous) ou la création de murs en ailes en béton.

Le raccordement de la banquette faune doit faire l'objet d'une attention particulière. L'aménagement doit permettre de relier la berge du cours d'eau à la banquette et dissuader la traversée par la chaussée.



Photo 77- Exemple d'enrochement protégeant l'ouvrage et permettant le raccordement de la banquette faune (Giratoire de Pont Hamon – Reguiny, source : CD 56)

❖ Fosse de dissipation et seuil de contrôle

Les ouvrages sont calés sur la pente naturelle du cours d'eau et un substrat naturel est reconstitué en fond d'ouvrage. Ces mesures permettent normalement d'éviter les risques de dysfonctionnements hydrauliques et notamment les phénomènes d'érosion en aval ou en amont de l'ouvrage.

Il sera créé en aval de chacun des ouvrages une fosse de dissipation suivie d'un seuil de contrôle calé sur l'alignement du lit mineur en sortie d'ouvrage. Ces aménagements permettront de maintenir la ligne d'eau en aval de l'ouvrage et d'éviter tout risque de surcreusement du lit.

Le principe de l'aménagement est présenté sur le schéma à suivre.

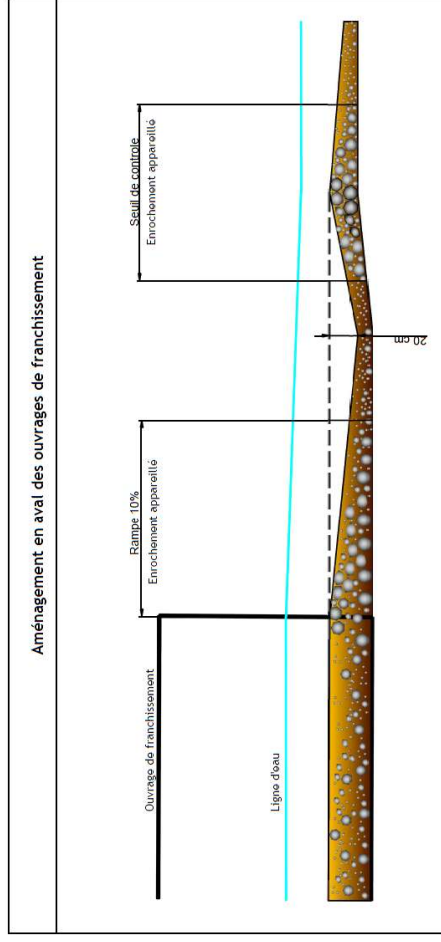


Figure 76- Aménagements aval des ouvrages de franchissement



Photo 78- Exemple d'aménagement seuil de contrôle en aval de l'ouvrage (Giratoire de Pont Hamon – Reguiny, source : CD 56 – AMO Synergis Environnement)

Le respect de ces principes d'aménagement est particulièrement important pour les ouvrages cadés en régime torrentiel qui généreront un ressaut hydraulique en aval.

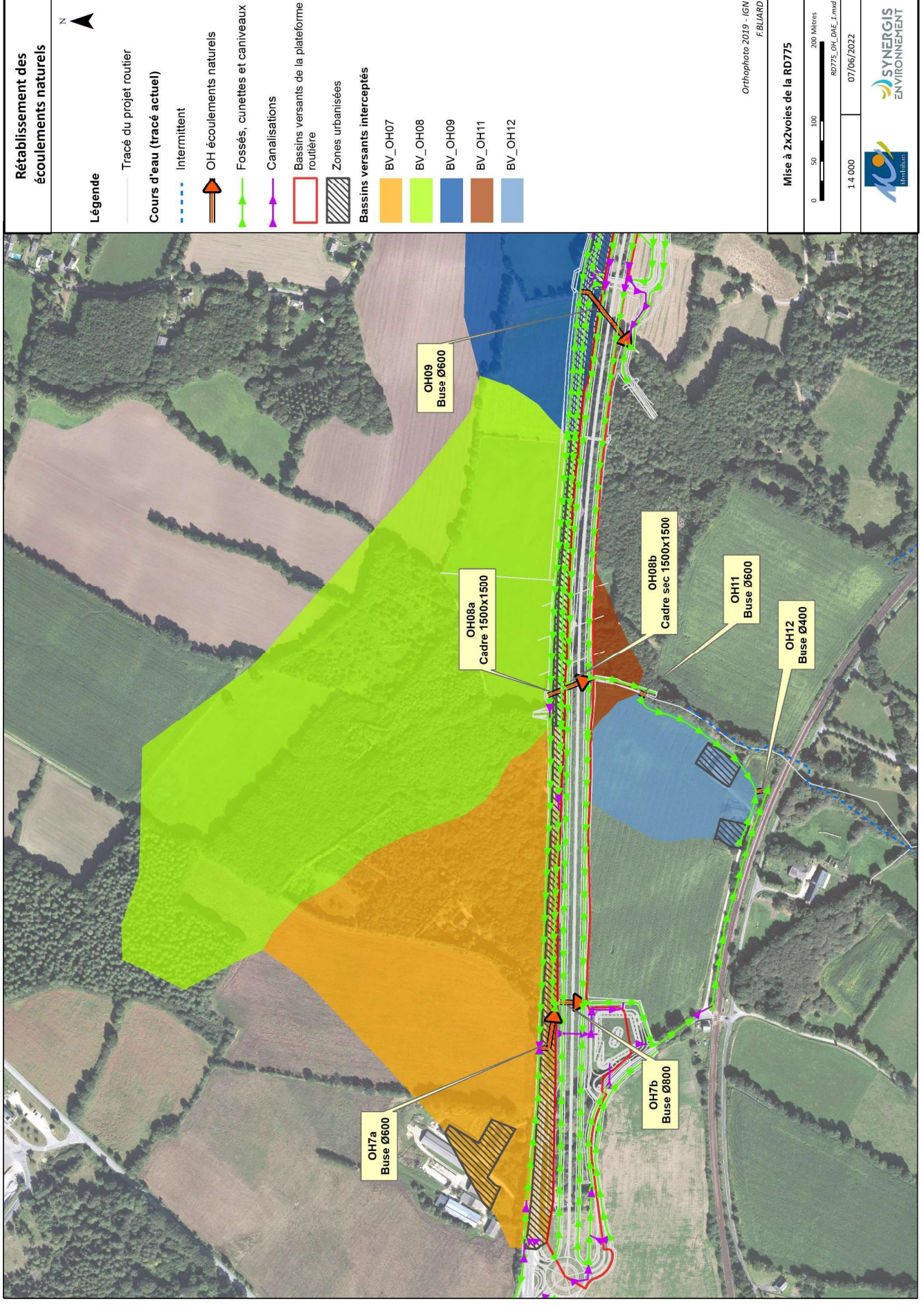


Figure 77- Bassins versants interceptés par l'infrastructure routière - partie ouest

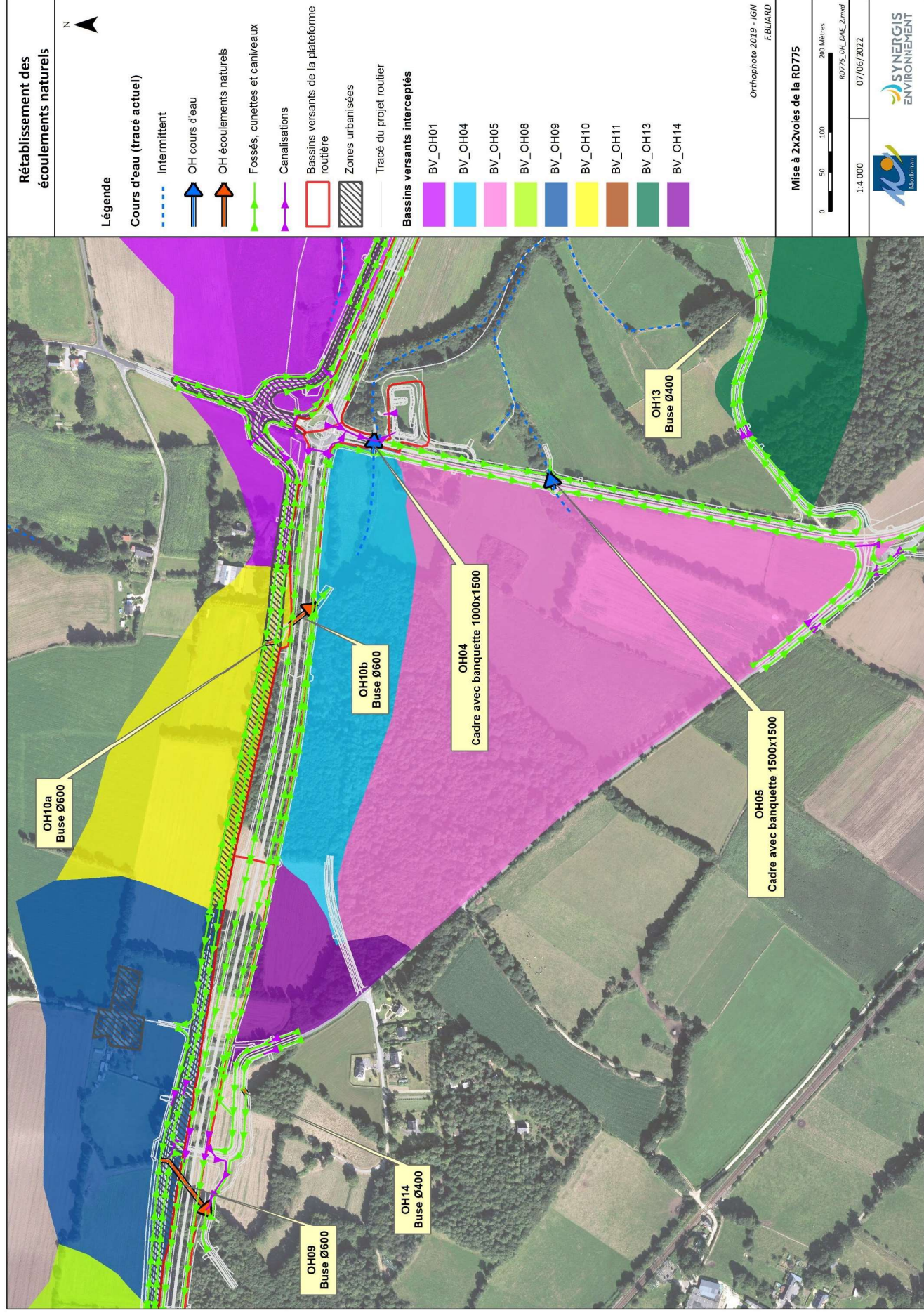


Figure 78- Bassins versants interceptés par l'infrastructure routière – partie centrale

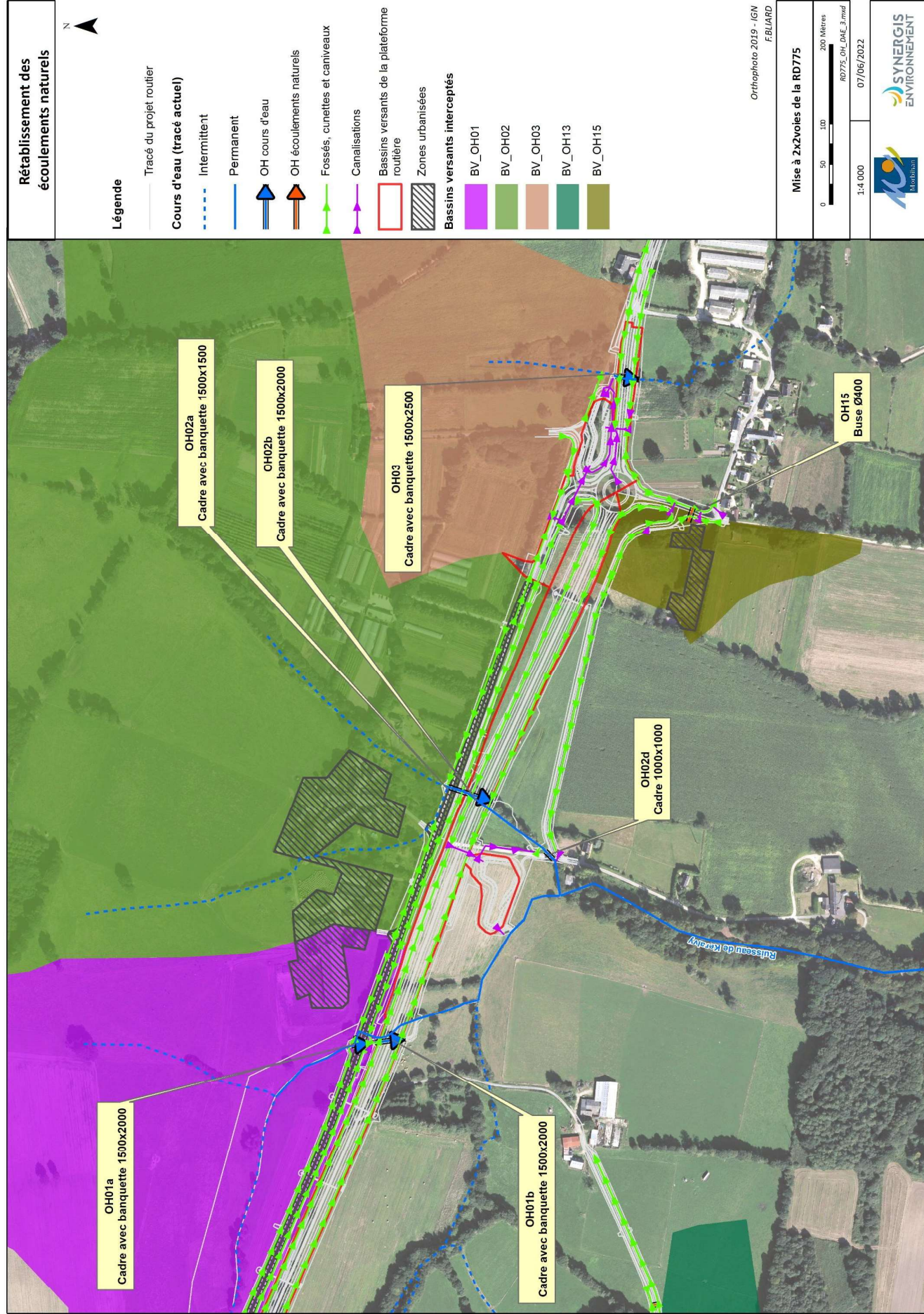


Figure 79- Bassins versants interceptés par l'infrastructure routière – partie est

V.2.2.1f Justification du parti d'aménagement retenu en doublement de l'infrastructure existante

Le tracé actuel de la RD775 intercepte plusieurs écoulements naturels. Les ouvrages de franchissement actuels ne permettent pas de limiter les incidences de ces interceptions. Leur dimensionnement est souvent insuffisant pour assurer la transparence hydraulique lors des crues et ils constituent des obstacles pour la continuité écologique des cours d'eau franchis. Ils ont ainsi un impact sur :

- la libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation et leur abri. L'effet « obstacle » des ouvrages hydrauliques peut soit engendrer une interruption totale de la libre circulation des poissons ; soit contribuer, par leur sélectivité, à favoriser certaines espèces ou classes d'âge et limiter ainsi le nombre d'espèces et d'individus qui pourront accomplir entièrement leur cycle de vie (reproduction, alimentation, croissance) (ex-Sétra, 2013);
- le bon déroulement du transport naturel des sédiments. Le calage de l'ouvrage hydraulique fermé indépendamment de la pente naturelle du cours d'eau entraîne des phénomènes d'érosion ou d'accumulation de sédiments localisés en amont et aval de l'ouvrage.

Le parti d'aménagement retenu permet, par le remplacement de tous les ouvrages existants, de réduire l'incidence de la voirie actuelle liée au franchissement de cours d'eau. Sur ce projet, les incidences ne s'ajoutent pas aux incidences de la voirie existante, mais elles les remplacent et les atténuent. Au contraire, un aménagement sur site vierge aurait conduit à additionner les impacts du projet et de l'infrastructure existante. La conception des ouvrages de franchissement (calage, dimensionnement, équipements) permet d'améliorer la situation existante et de réduire les incidences du projet sur la libre circulation des espèces aquatiques et terrestres et des sédiments.

Tableau 62- Incidences et mesures de rétablissement des écoulements naturels

INCIDENCES ET MESURES DE RÉTABLISSEMENT DES ÉCOULEMENTS NATURELS		Effets résiduels
Incidences du projet Concentration des débits en aval des points de restitution	Mesures de réduction : - Réseau de collecte spécifique pour les eaux de ruissellement de la voirie, séparé des eaux de ruissellement naturelles issues des bassins versants interceptés ; - Nombreux ouvrages hydrauliques de restitution des écoulements naturels ; - Remplacement des ouvrages de franchissement de cours d'eau de type buses par des ponts-cadres dimensionnés selon le débit de pointe d'occurrence centennale. A noter que le projet ne modifie pas significativement les effets de concentration préexistants, dus à l'infrastructure existante.	Négligeables
Discontinuité hydraulique	Mesure d'évitement : - Choix d'un doublement de la RD775 sur place au lieu d'un tracé en ouverture ce qui permet d'éviter la création de nouveaux ouvrages de franchissement de cours d'eau. Mesures de réduction : - Remplacement des ouvrages de franchissement des cours d'eau afin de respecter leur morphologie initiale (largeur des ouvrages supérieure au lit mineur) et leur pente naturelle (absence de rupture de pente) ce qui n'est pas le cas de la majorité des ouvrages existants (OH1, OH2 et OH4).	Négligeables à positifs
Discontinuité sédimentaire	Mesure d'évitement : - Choix d'un doublement de la RD775 sur place au lieu d'un tracé en ouverture ce qui permet d'éviter la création de nouveaux ouvrages de franchissement de cours d'eau. Mesures de réduction : - Remplacement des ouvrages de franchissement hydraulique existants par des ouvrages assurant le bon déroulement du transport naturel des sédiments (augmentation de la section des ouvrages, calage sur la pente naturelle, reconstitution d'un substrat en fond d'ouvrage).	Négligeables à positifs

INCIDENCES ET MESURES DE RÉTABLISSEMENT DES ÉCOULEMENTS NATURELS	
Incidences du projet	Mesures d'évitement et de réduction
Discontinuité pour la faune aquatique et terrestre	<p>Mesure d'évitement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Choix d'un doublement de la RD775 sur place au lieu d'un tracé en ouverture ce qui permet d'éviter la création de nouvelles fractures des continuités écologiques. <p>Mesures de réduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Remplacement des ouvrages de franchissement de cours d'eau existants par des ouvrages assurant une meilleure continuité écologique (augmentation de la section des ouvrages, mise en place de banquette faune, continuité du lit mineur) qui n'est actuellement pas permise aux 5 points de franchissement. <p>Mesures de réduction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Remplacement des ouvrages de franchissement de cours d'eau (buses) par des ponts-cadres dimensionnés pour assurer le rétablissement du débit de crue centennale.
Modification de la zone d'expansion des crues	Négligeables à positifs
	Négligeables

Coût prévisionnel de la mesure : 460 000 € HT.

SYNTHÈSE

Les ouvrages de franchissement de cours d'eau existants (buses béton) sont sous-dimensionnés et sont responsables de discontinuités hydrauliques, sédimentaires, piscicoles et pour la faune terrestre.

Le projet prévoit de remplacer les ouvrages de franchissement de cours d'eau existants par des ouvrages hydrauliques assurant les continuités écologiques grâce au choix du type d'ouvrages (ponts-cadres), de leurs dimensions (géométrie, transparence hydraulique), de leur positionnement (calage allométrique) et de leurs équipements (substrat naturel, limitation de la vitesse du courant, banquette faune, réduction de la perte de luminosité).

En assurant le **remplacement des ouvrages existants par des ponts-cadres, dimensionnés en fonction du débit de crue centennale et aménagés en faveur du respect des continuités écologiques, le projet assure le rétablissement des écoulements naturels.**

Le remplacement des ouvrages de franchissement rétablira les zones d'expansion des crues qui ont été modifiées par les ouvrages hydrauliques actuels, qui se montent pour leur grande majorité insuffisants pour assurer l'écoulement de la crue centennale.

Les bénéfices attendus de ces mesures ne nécessitent pas la mise en place de mesures de compensation spécifiques.

V.2.2.2 - Incidences et mesures vis-à-vis du lit mineur des cours d'eau

V.2.2.2.A Incidences du projet sur le tracé des cours d'eau

Le projet de doublement sur place entraîne nécessairement une augmentation de l'emprise de la plateforme actuelle ce qui a pour effet d'impacter directement le lit mineur des cours d'eau franchis par les routes D775 et D139. Les linéaires impactés correspondent :

- ❖ À l'augmentation de la longueur des ouvrages hydrauliques de franchissement pour tenir compte de l'élargissement de la plateforme de la RD775 sur place ou de son décalage plus au sud, avec maintien de la voie de desserte des hameaux le Port Morgan et les Claiés ;
- ❖ Aux raccordements à ces futurs ouvrages hydrauliques de franchissement ;
- ❖ Aux autres linéaires situés sous l'emprise des terrassements nécessaires à l'élargissement de la plateforme ;
- ❖ À la modification du tracé de la RD139 au sud du giratoire de Kergrénouille.

Les linéaires impactés et leur localisation sont listés dans le tableau suivant. À noter que ces impacts sont bruts et tiennent pas compte de l'état actuel des cours d'eau identifiés ni des rétablissements opérés. La configuration existante et spécifique des cours d'eau avant impact (problématiques hydromorphologiques, positionnement dans un fossé routier, discontinuités hydro-sédimentaire et biologique...) sera intégrée lors du dimensionnement de la mesure de compensation et la méthode d'évaluation du ratio de compensation.

Le projet prévoit d'impacter environ 228 m linéaires de cours d'eau situés directement sous son emprise et environ 12 ml de cours d'eau en périphérie, soit près de **240 ml de lits mineurs naturels impactés**. Les portions correspondant aux ouvrages hydrauliques existants, qui représentent près de 100 ml (cf. Tableau 58), ne sont pas prises en compte puisque ces tronçons ont déjà été impactés par la route existante.

Tableau 63- Recensement des linéaires de cours d'eau impactés par le projet

Tronçon	Cours d'eau	Cause de l'impact	Linéaires bruts sous emprise impactés (m)	Linéaires bruts hors emprise impactés (m)
A	Ruisseau de Keralvy	- Élargissement de la voirie - Raccordement aux ouvrages OH1a et OH1b sous la RD775	75,6	3,5
B	Affluent ruisseau de Keralvy	- Élargissement de la voirie - Raccordement aux ouvrages OH2a et OH2b sous la RD775	44,5	0
C	Affluent ruisseau de Kergonitoux	- Élargissement de la voirie - Raccordement à l'ouvrage OH3 sous la RD775	37,4	3,9
D	Affluent ruisseau de Keralvy	- Élargissement de la voirie - Raccordement à l'ouvrage OH4 sous la RD139	38,8	4,4
E	Affluent ruisseau de Keralvy	- Élargissement de la voirie - Raccordement à l'ouvrage OH5 sous la RD139	31,2	0
	TOTAL		227,5	11,8
			239,3	

Au droit des linéaires de cours d'eau impactés, les travaux provoqueront la destruction du lit naturel. Différentes mesures devront être prises afin de restaurer les cours d'eau détruits au sein des ouvrages de franchissement et au niveau des cours d'eau rétablis.

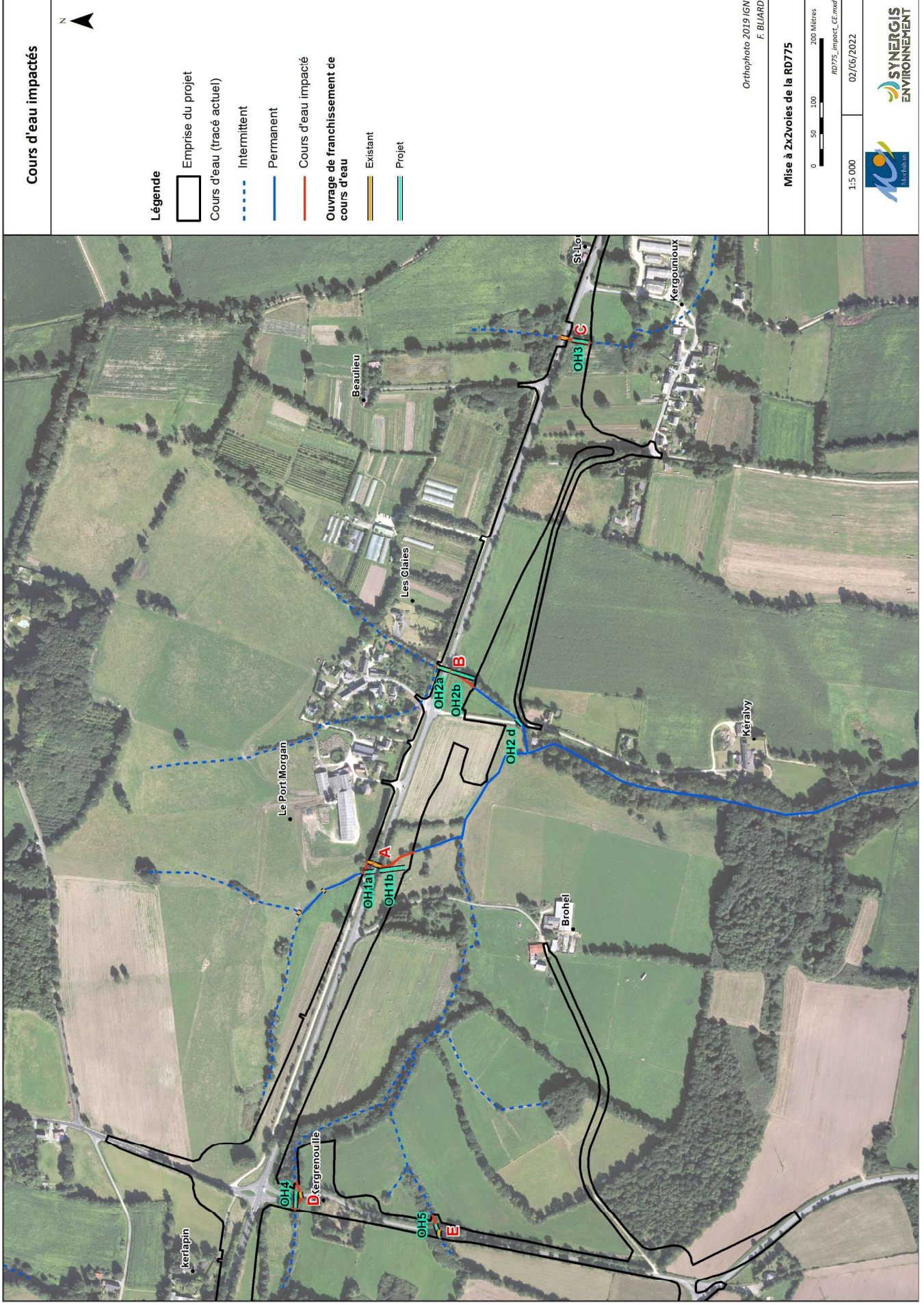


Figure 80- Localisation des linéaires de cours d'eau impactés par le projet

V.2.2.2b Recherche d'alternatives permettant d'éviter les incidences sur le lit mineur des cours d'eau

Le projet d'aménagement de la RD775 entre Le Croiso et Kergonioux est un projet d'infrastructure d'envergure avec une emprise d'une largeur minimale de 30 mètres sur un linéaire d'environ 4 kilomètres. Étant donné la densité du réseau hydrographique sur le secteur d'étude, situé en tête de bassin versant, il n'est pas possible de tracer un itinéraire évitant tout impact sur les cours d'eau du secteur. Par ailleurs, les ruisseaux sont déjà impactés par la route actuelle. Le projet ne prévoit pas de nouveau franchissement de cours d'eau, mais le remplacement des ouvrages existants.

❖ Rétablissement de l'accès au hameau de Brohel

La voie secondaire qui sera créée afin de rétablir l'accès au hameau de Brohel avait initialement fait l'objet d'un tracé plus direct qui franchissait un cours d'eau et impactait au moins 200 m² de zones humides.

Ce tracé a été modifié dans le cadre de la démarche d'évitement et de réduction afin d'éviter ces milieux sensibles. Le tracé retenu comprend ainsi un virage et passe plus au sud.

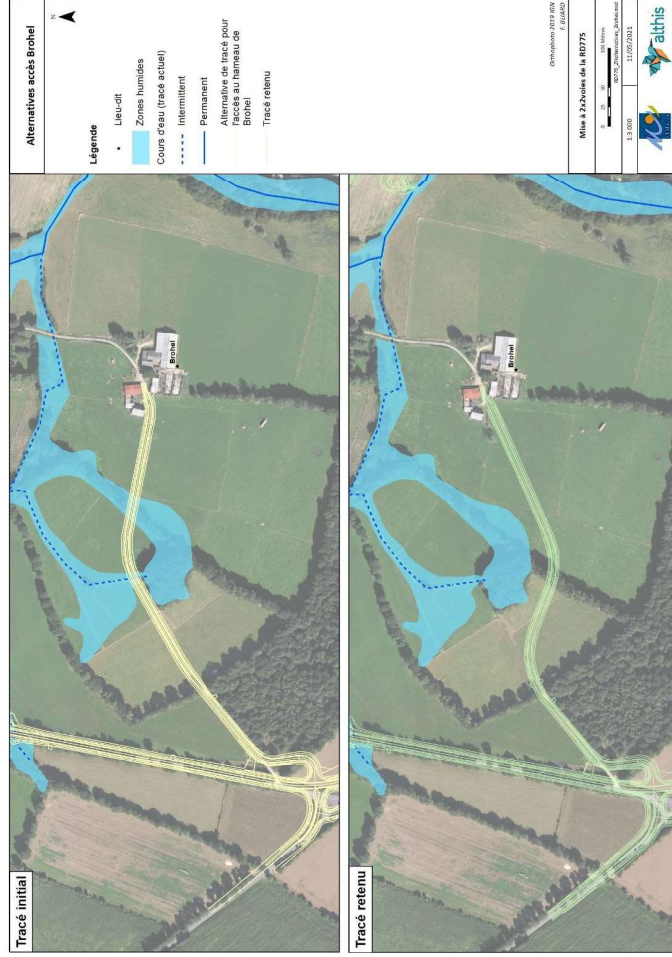


Figure 81- Alternatives de tracé du projet routier pour l'accès au hameau de Brohel

V.2.2.2c Réduction des impacts sur le lit mineur des cours d'eau

Le choix d'un aménagement en doublement sur place répond à la logique de réduction des impacts sur le lit mineur des cours d'eau puisque le choix d'un tracé en ouverture aurait nécessité la création de nouveaux ouvrages de franchissement sur des tronçons intacts. De plus, les ouvrages existants n'auraient pas forcément pu être supprimés du fait de la nécessité de maintenir les accès aux nombreux hameaux de part et d'autre de la RD775. L'efficacité de l'effacement des ouvrages hydrauliques et la remise en état des lits mineurs impactés actuellement sont également incertaines.

Au contraire, la variante retenue prévoit la remise à niveau intégral de l'infrastructure actuelle et ainsi le remplacement des ouvrages de franchissement hydraulique existants (buses) par des ouvrages de type ponts-cadres afin d'y maintenir la continuité sédimentaire, hydraulique et écologique.

Les ouvrages actuels ne respectent pas la pente d'équilibre des cours d'eau et des ruptures de pente ont été constatées. Le remplacement des ouvrages permettra de corriger les problèmes observés et respecter le profil en long des cours d'eau pour y maintenir des vitesses d'écoulement satisfaisantes.

De plus, les ouvrages de remplacement sont conçus de manière à respecter la morphologie des cours d'eau (largeur des ouvrages supérieure au lit mineur). Un lit « naturel » sera également reconstitué sur le radier des ouvrages sur une épaisseur minimale de 30 cm.

Enfin, la typologie des nouveaux ouvrages de franchissement (ponts-cadres avec murs en aile) permettra d'atténuer la perte de luminosité par rapport aux buses existantes, même si la longueur de ces ouvrages sera plus importante avec le doublement de la voirie. En effet, ce choix permettra d'optimiser l'éclaircissement naturel (tirant d'air plus important, évasement des extrémités). Enfin, la création d'une ripisylve permettra la transition progressive entre la pleine lumière et l'intensité lumineuse sous l'ouvrage.

V.2.2.2d Mesure de rétablissement des cours d'eau après modification de leur tracé

L'élargissement de la plateforme actuelle vers le sud et le raccordement aux ouvrages hydrauliques liés au franchissement des cours d'eau va cependant entraîner la modification du tracé de plusieurs tronçons des ruisseaux de Keralvy et Kergonioux.

Le projet prévoit d'impacter environ 228 m linéaires de cours d'eau situés directement sous son emprise et 12 ml de cours d'eau en périphérie, soit près de **240 ml de lits mineurs naturels impactés**. Les portions correspondant aux ouvrages hydrauliques existants, qui représentent près de 100 ml, ne sont pas prises en compte puisque ces tronçons ont déjà été impactés par la route existante.

Il est prévu de **rétablir environ 132 m linéaires de cours d'eau** de part et d'autre des ouvrages de franchissements, sans prendre en compte les linéaires correspondants aux lits reconstitués dans les ouvrages artificiels.

Tableau 64- Linéaires de cours d'eau impactés et rétablis

Tronçon	Cours d'eau	Cause de l'impact	Linéaires bruts sous emprise impactés (m)	Linéaires bruts hors emprise impactés (m)	Linéaires rétablis
A	Ruisseau de Keralvy	- Élargissement de la voirie - Raccordement aux ouvrages OH1a et OH1b sous la RD775	75,6	3,5	45
B	Affluent ruisseau de Keralvy	- Élargissement de la voirie - Raccordement aux ouvrages OH2a et OH2b sous la RD775	44,5	0	13
C	Affluent ruisseau de Kergonioux	- Élargissement de la voirie - Raccordement à l'ouvrage OH3 sous la RD775	37,4	3,9	31,5
D	Affluent ruisseau de Keralvy	- Élargissement de la voirie - Raccordement à l'ouvrage OH4 sous la RD139	38,8	4,4	23,5
E	Affluent ruisseau de Keralvy	- Élargissement de la voirie - Raccordement à l'ouvrage OH5 sous la RD139	31,2	0	19
TOTAL			227,5	11,8	132
			239,3		

L'objectif est de restaurer des cours d'eau fonctionnels en définissant un profil et un tracé prenant en compte les caractéristiques naturelles du cours d'eau (régime hydrologique, substrat, profil en long...) identifiées dans l'état initial. L'objectif de restauration est clairement orienté vers la fonctionnalité intrinsèque du cours d'eau et sa capacité à interagir avec les espaces conatifs. Les enjeux piscicoles étant très faibles sur les secteurs considérés, les techniques utilisées permettront de rétablir un système stable, en équilibre et résilient aux perturbations.

Les principales caractéristiques à définir qui guideront la conception des tronçons de cours d'eau à créer sont :

- ✓ **Le calage du profil en long du cours d'eau.** Le profil en long du cours d'eau est étudié afin d'apprécier le profil d'équilibre du cours d'eau, les points durs et les dynamiques morphologiques en cours. Le profil en long des tronçons rétablis est calé afin d'assurer l'absence de rupture de pente importante susceptible de déstabiliser la dynamique morphologique du cours d'eau. Ce calage tiendra compte également de objectifs fixés dans le cadre des mesures de restauration amont et/ou aval (mesures de compensation). L'idée est d'avoir une approche globale et pertinente sur une portion fonctionnelle du cours d'eau.

Sur le secteur concerné, les cours d'eau impactés sont des cours d'eau alluviaux de Rang 0 et 1 en tête de bassin versant. Couplée à une pente faible, l'inertie de ces cours d'eau est globalement très limitée ne permettant pas une mobilisation sédimentaire rapide. La stratégie ici est de faciliter/mobiliser au mieux les fonctionnalités hydrauliques et d'épuration propre au réseau de tête de bassin versant (accueillir les débordements pour favoriser les interactions cours d'eau/zones humides contiguës).

Dans la mesure du possible, la restauration est orientée vers le retour du cours d'eau dans son talweg initial et/ou lit mineur historique (OFB, 2017), permettant ainsi de retrouver un soutien optimal de la nappe – effet clairement recherché sur cette typologie de cours d'eau. La lecture orthophotographique constitue un travail préalable essentiel pour définir la mesure de restauration appropriée.

Le tracé du profil en long (différences d'altitude entre radiers et profonds) sera modelé dès le terrassement et non par recharge granulométrique suivant l'apport de matériaux exogènes (si nécessité d'apport). La création/maintenance de fosses est indispensable sur ce type de cours d'eau.

- ✓ **La définition de la sinuosité du lit.** Le tracé en plan des cours d'eau restauré dépendra des contraintes topographiques et surtout des éléments connus du cours d'eau avant dégradation. En tête de bassin versant sur pente constante, les chevelus hydrographiques sont peu méandriques. Cependant, cela n'empêche pas la capacité du cours d'eau à former des sinuosités dans un lit majeur contraint (cas de Port Morgan).

Le coefficient de sinuosité (SI) recherché sera compris entre 1 et 1.2 pour favoriser l'hydromorphogénèse naturelle des cours d'eau de tête de bassin versant de puissance spécifique faible. Par principe la restauration est orientée vers la diversification des faciès d'écoulement (par la diversification du profil en long) et des profils en travers (succession radier/mouille suivant la largeur plein bord de référence, création de fosses dans le nouveau lit dès la phase de travaux...).

- ✓ **La définition de la section du lit mineur.** Celle-ci doit être calibrée pour accueillir au maximum le débit de la crue journalière biennale en plein bord (Malavoi & Bravard, 2011). Cette crue est considérée comme correspondant à la section naturelle d'un cours d'eau. Il est d'ailleurs recommandé un sous-dimensionnement des sections à cette valeur guide afin de faciliter les ajustements hydromorphologiques.

Nous limiterons au maximum les recharges granulométriques avec la recherche de solutions alternatives en génie végétal par exemple.

Un lit mineur d'étiage (QMNA5) sera également créé ou recrée pour concentrer les débits en période estivale.

- ✓ En complément, des **mesures de diversification du lit mineur et des faciès d'écoulement** seront projetées. La succession des radiers/mouilles respectera la règle d'alternance (en moyenne 6 fois la largeur de plein bord).
- ✓ Dès que possible, une **ripisylve** sera plantée pour favoriser l'ombrage et limiter le réchauffement de l'eau. La ripisylve limite également le développement herbacé en rive et dans le cours d'eau.

❖ **Calage du profil en long et tracé en plan des tronçons de cours d'eau rétablis**

Le calage du profil en long du cours d'eau s'effectue dans un premier temps en reportant le profil en long global du cours d'eau dans son état actuel.

Ensuite, les tronçons qui seront impactés et subiront une restauration sont soustraits et un profil en long de remplacement est établi au niveau de ces tronçons. Ces profils de remplacement sont déterminés de manière à assurer l'absence de rupture de pente et afin de s'approcher d'un profil d'équilibre. Le calage de la pente de l'ouvrage respecte également le régime d'écoulement du cours d'eau (fluvial ou torrentiel).

➤ **Concernant le secteur de Port Morgan** (Figure 82), l'ouvrage OH1b semble être à l'origine de rupture de pente en amont et en aval de l'ouvrage. Le projet vise à remplacer les ouvrages de franchissement existants (OH1a, OH1b et OH1c) par deux ponts-cadres dont la pente se rapprochera de la pente d'équilibre du tronçon étudié.

En aval, un tronçon de cours d'eau est créé afin d'assurer la jonction avec le tracé actuel du ruisseau.

En amont, le ruisseau de Keraky fait l'objet de travaux de restauration en amont de l'OH1a. Cette restauration s'inscrit dans le cadre d'une mesure compensatoire en lien avec la zone humide de Port Morgan. Elle sera décrite dans la partie V.2.2.2e.

➤ **Concernant le secteur de Keraky** (Figure 84), les ouvrages de franchissement existants (OH2a, OH2b et OH2c) ne respectent pas la pente naturelle du cours d'eau et seront remplacés par deux ponts-cadres posés au droit du tracé actuel. En aval du deuxième pont-cadre, le ruisseau sera restauré. En effet, celui-ci est aujourd'hui rectiligne, incisé et draine les zones humides contiguës.

Dans le cadre de la restauration globale du secteur (entre la 2x2 voies et la desserte), le cours d'eau sera remis dans son ancien lit favorisant en parallèle la reconstitution de la zone humide. Les fossés drainants existants seront par ailleurs effacés. Les écoulements naturels au niveau de la zone de source au droit du futur délaissé routier (entre la voie communale et la RD775) et sous la plateforme routière seront captés par des drains ou ouvrages hydrauliques et restitués au niveau des zones humides. La buse située sous la voie communale desservant le hameau de Keraky sera également remplacée par un pont-cadre (OH2d).

Ces mesures seront décrites dans la partie V.2.2.2e.

➤ **Concernant le secteur de Kerarioux** (Figure 87), l'ouvrage OH3 existant est là encore responsable d'une rupture de pente. Le nouvel ouvrage sera positionné plus en aval du fait du décalage de la voirie vers le sud. Le tronçon de cours d'eau au droit de l'actuel busage sera restauré. Il sera ainsi aménagé conformément aux règles listées ci-dessus avec la recherche principale de caler aux caractéristiques intrinsèques du cours d'eau.

➤ **Concernant la RD139** (Figure 90 et Figure 93), les ouvrages de franchissement existants seront remplacés par des ponts-cadre posés au droit du tracé actuel du cours d'eau. Les tronçons à restaurer seront très réduits (une dizaine de mètres linéaires en aval principalement).

L'intégration des ouvrages dans le profil longitudinal des cours d'eau ainsi que les connexions amont et aval avec le cours d'eau naturel ou restauré sont représentés sur les profils en long suivant.

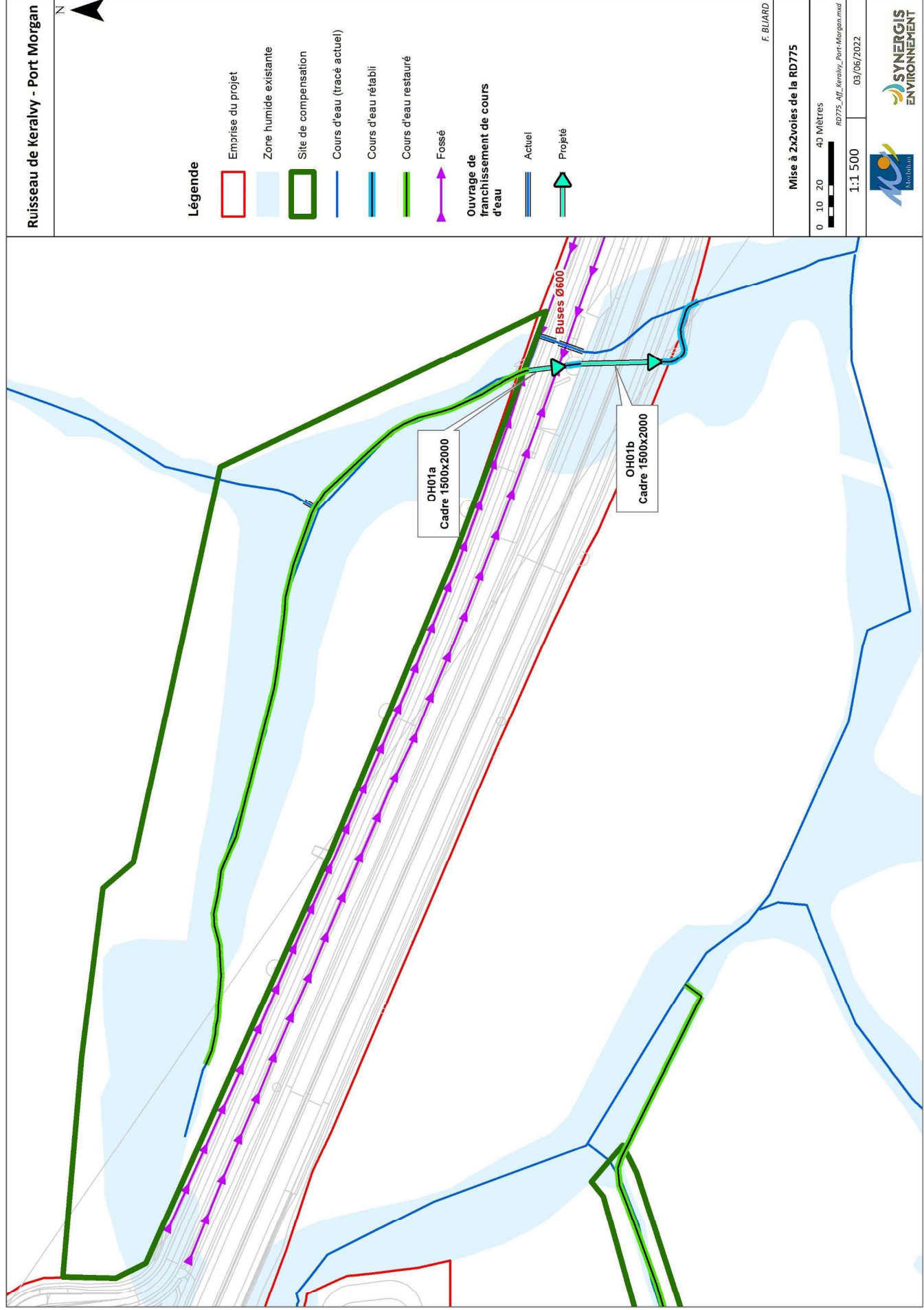


Figure 82- Ruisseau de Keralvy - Secteur de Port Morgan – tronçon A après travaux

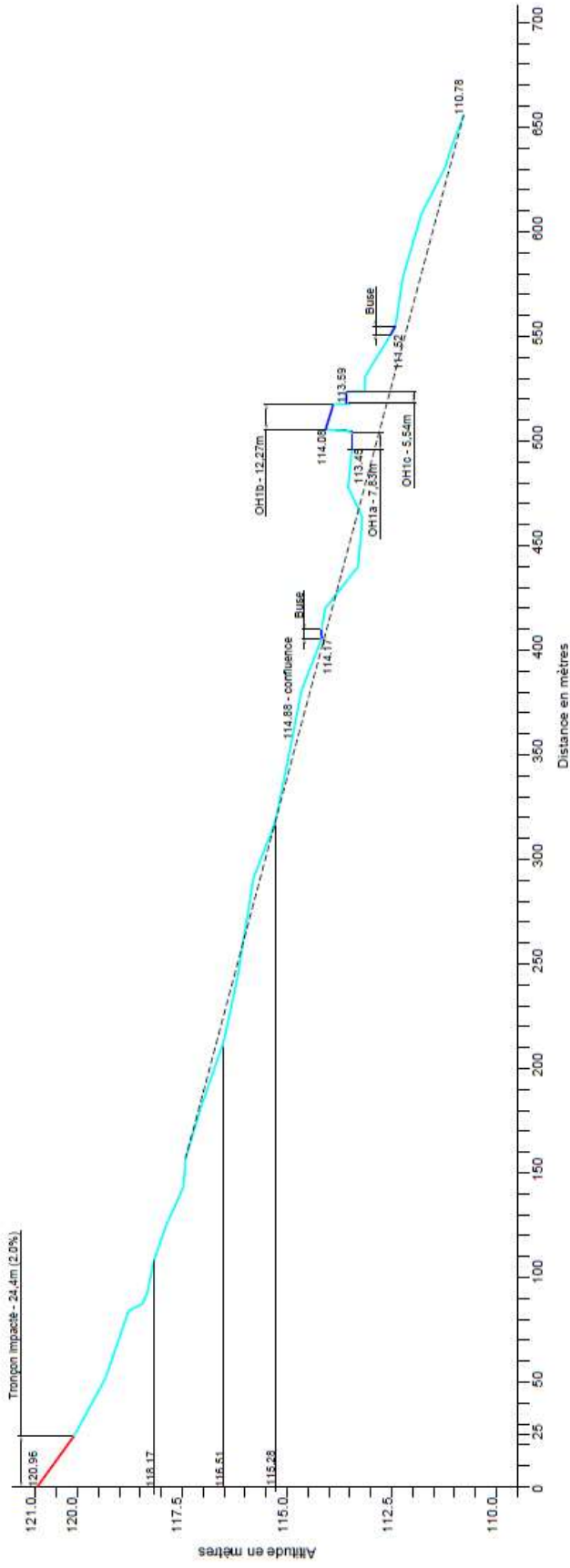


Figure 83- Ruisseau de Keralvy – Secteur de Port Morgan – profil en long du tronçon A actuel

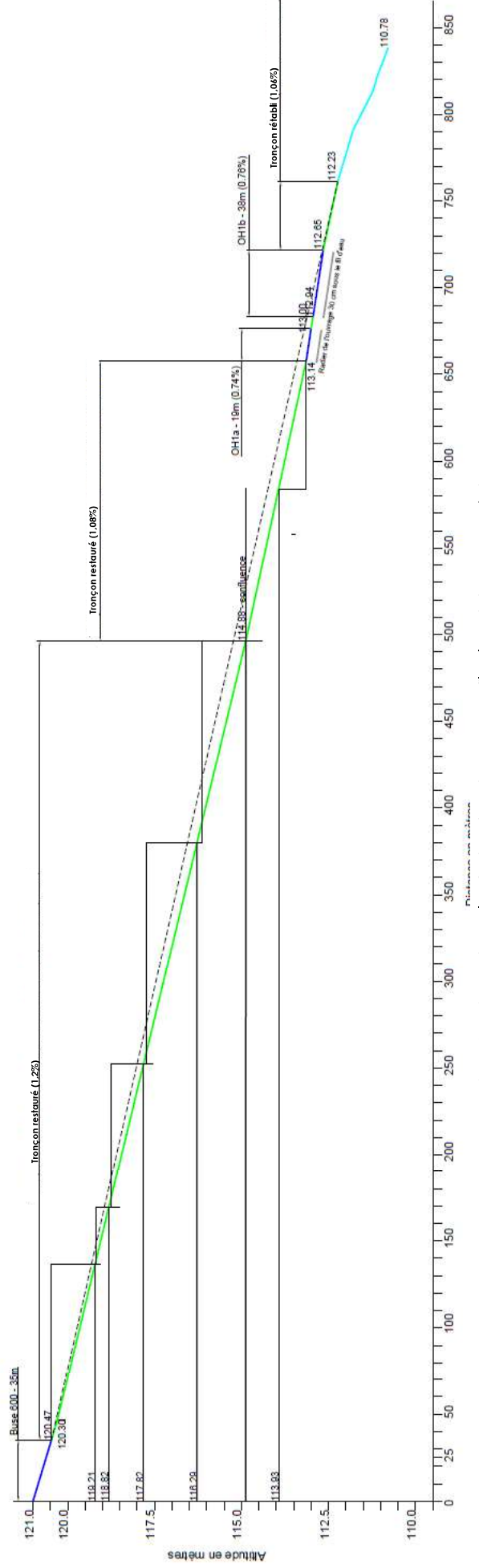


Figure 65- Ruisseau de Keralvy –Secteur de Port Morgan – profil en long du tronçon A après travaux

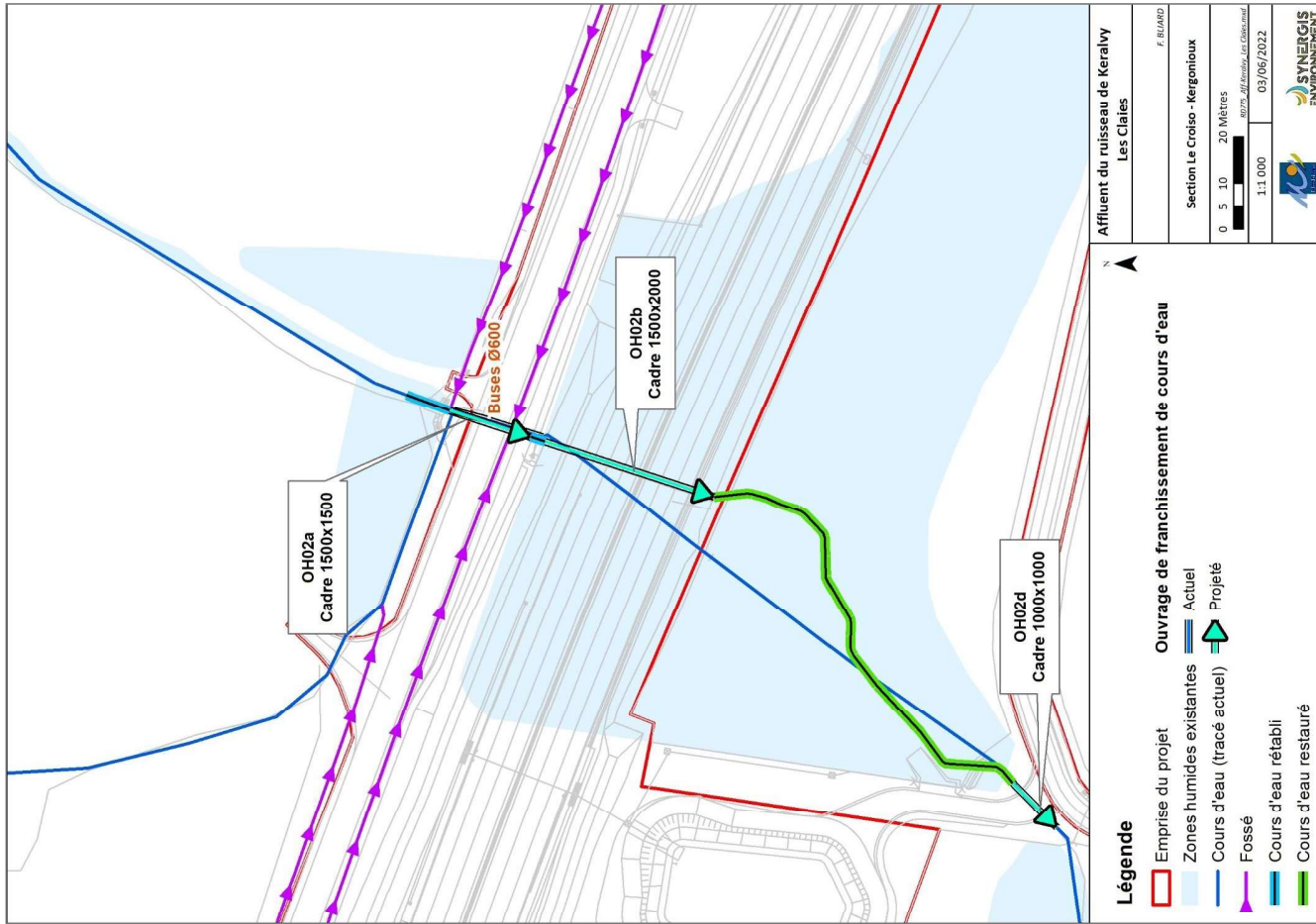


Figure 84- Affluent du ruisseau de Keralvy – Secteur Les Claires – tronçon B après travaux

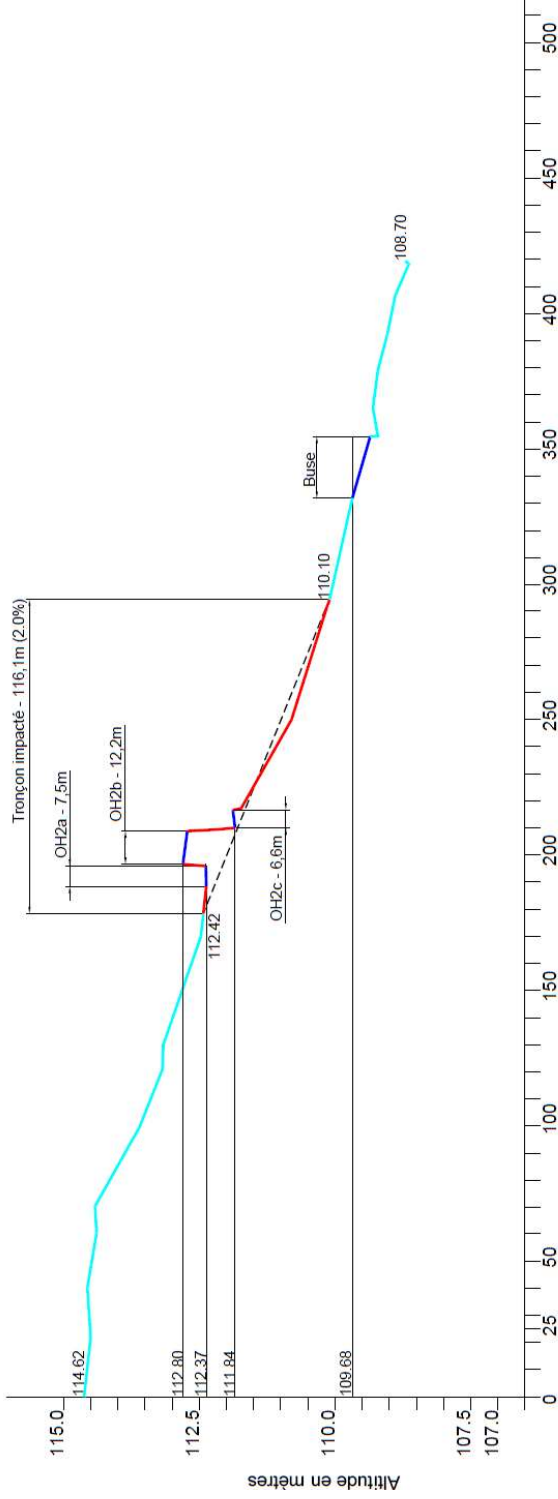


Figure 85- Affluent du ruisseau de Keradivy – Secteur Les Claires – profil du tronçon B actuel

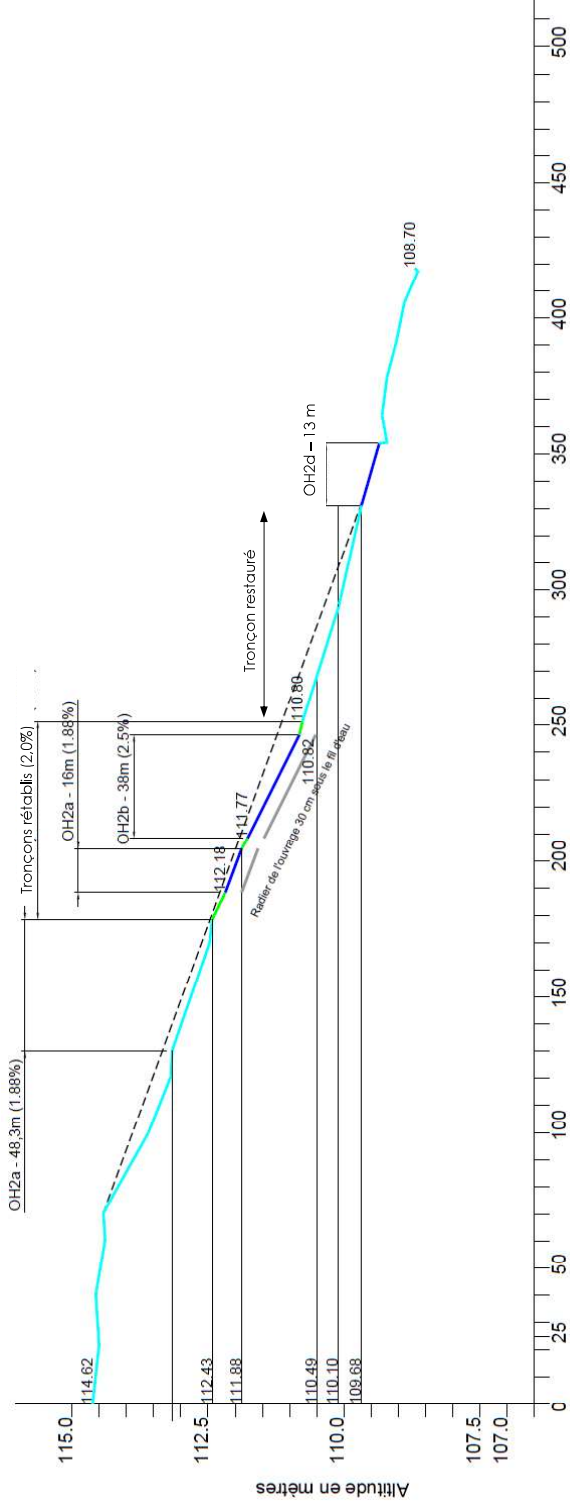


Figure 86- Affluent du ruisseau de Keradivy – Secteur Les Claires – profil du tronçon B après travaux

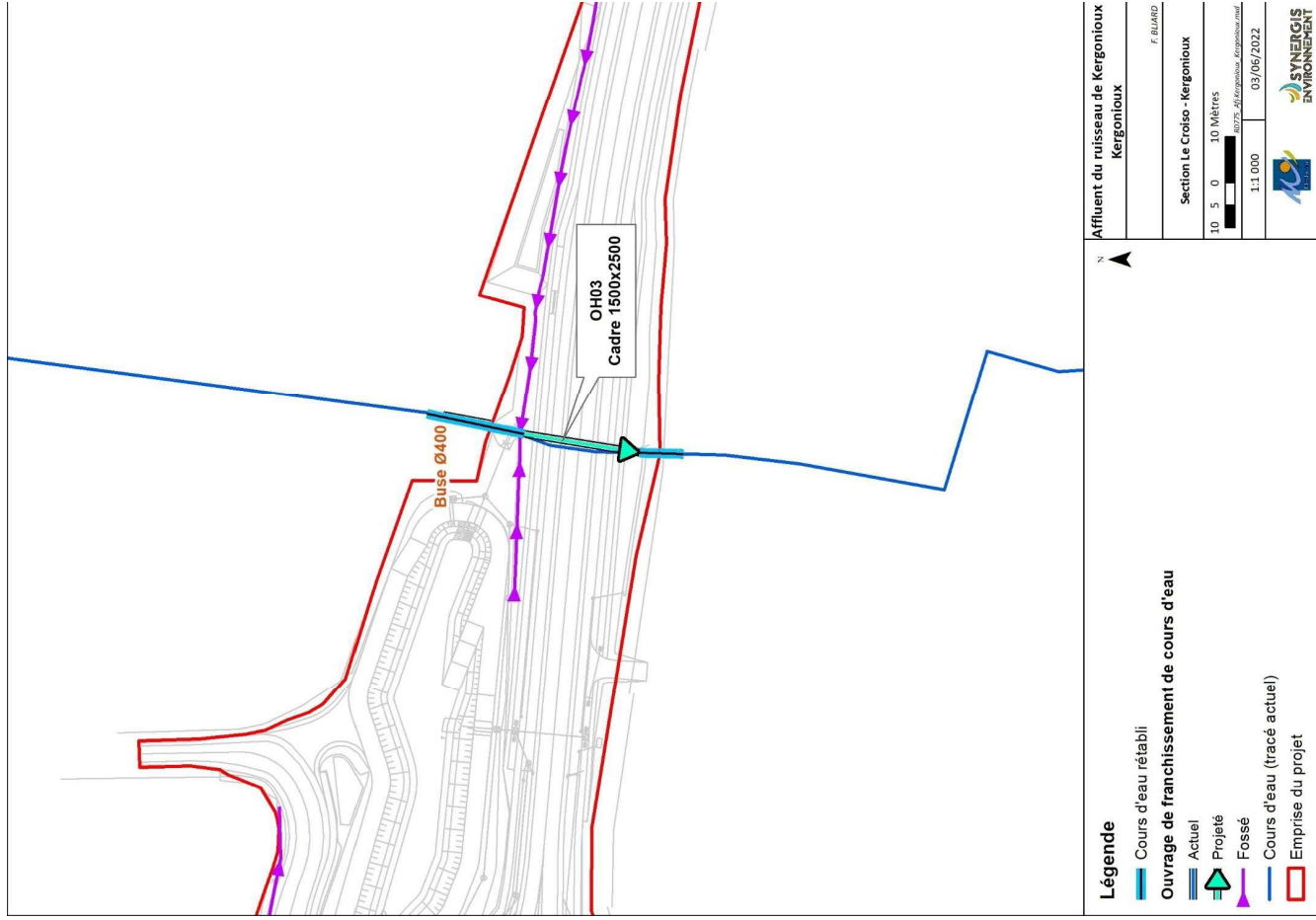


Figure 87- Affluent du ruisseau de Kergonioux - Après travaux

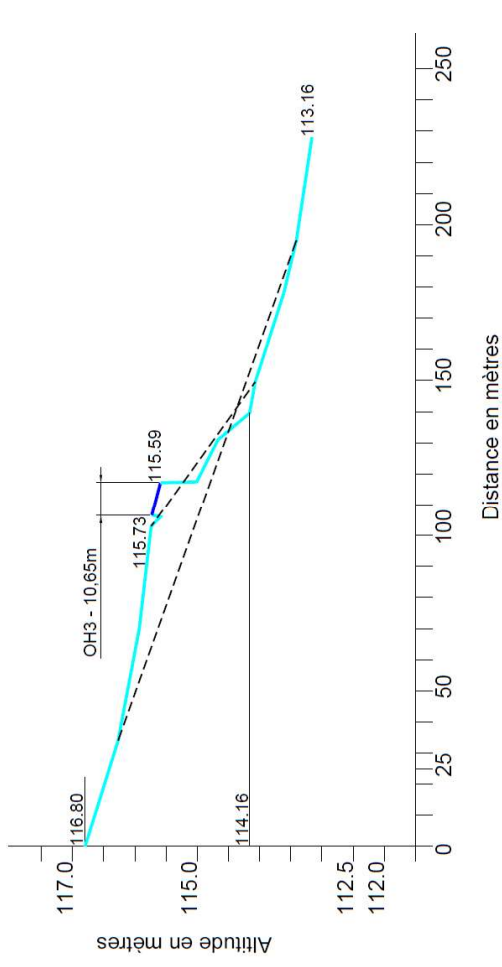


Figure 88- Affluent du ruisseau de Kergonioux – Profil en long du tronçon C actuel

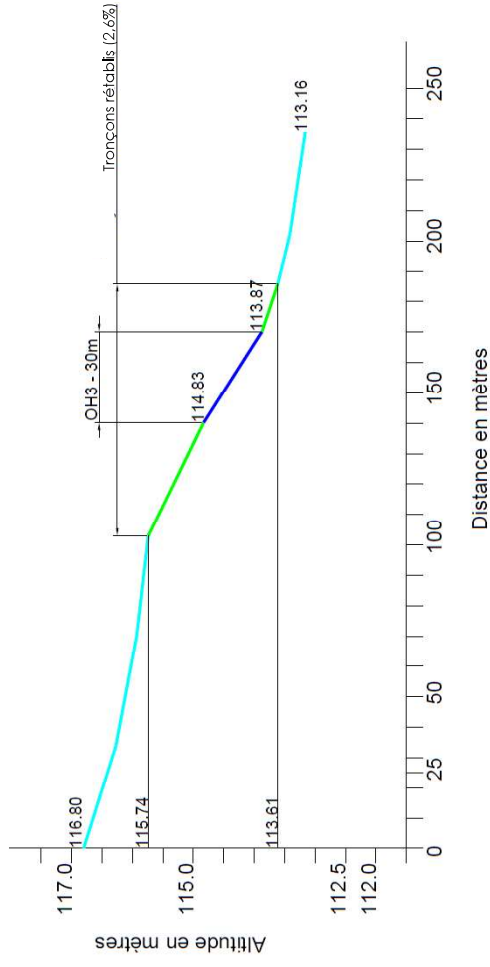


Figure 89- Affluent du ruisseau de Kergonioux – Profil en long du tronçon C après travaux

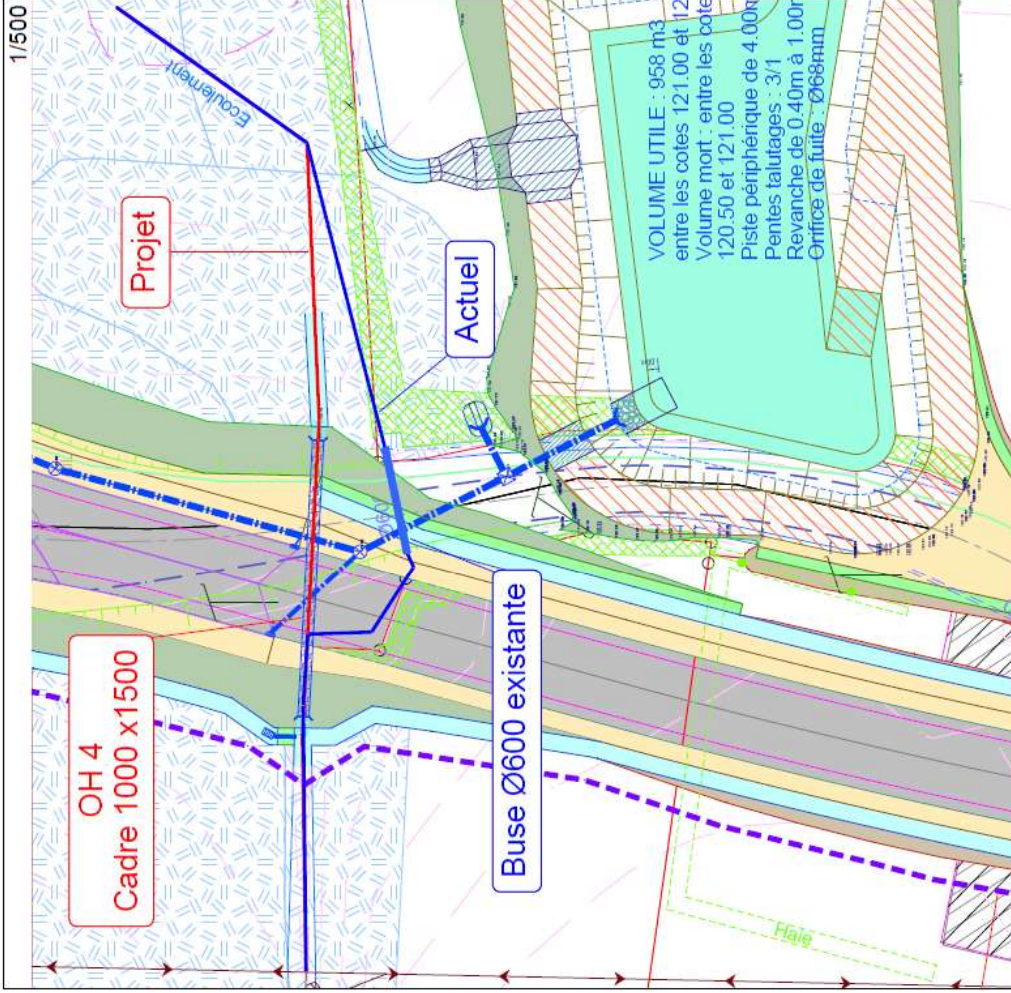


Figure 90- Affluent du ruisseau de Kergonioux – Secteur RD139 – tronçon D

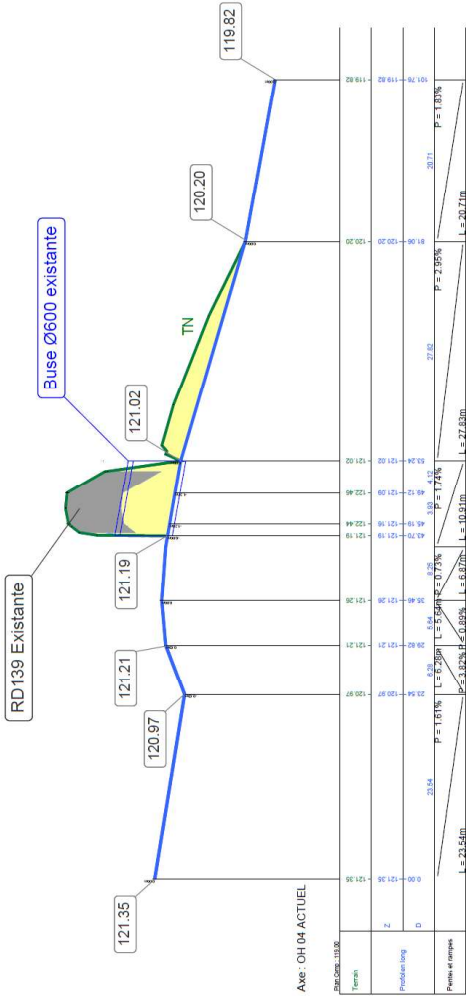


Figure 91 : Affluent du ruisseau de Kergonioux – Profil en long du tronçon D actuel

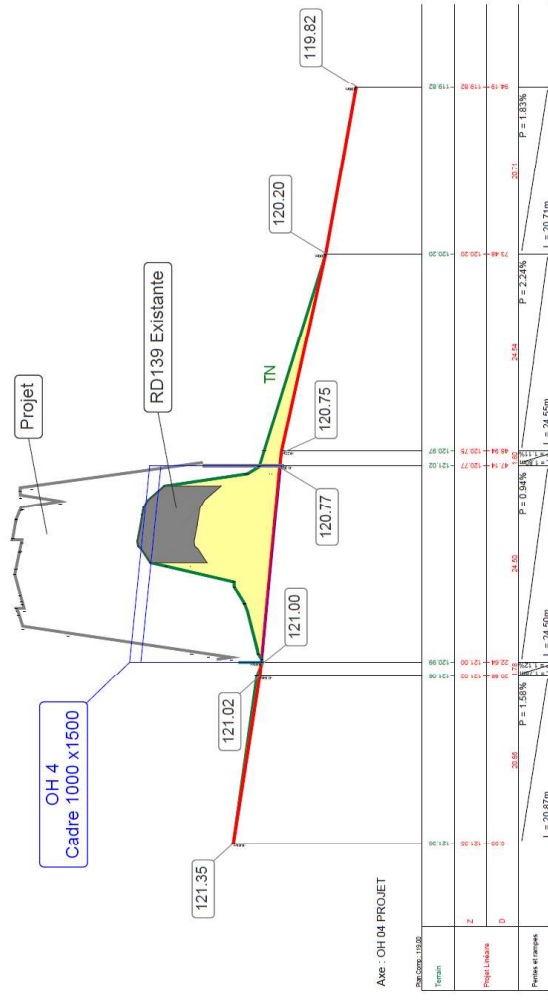


Figure 92- Affluent du ruisseau de Kergonioux – Profil en long du tronçon D après travaux

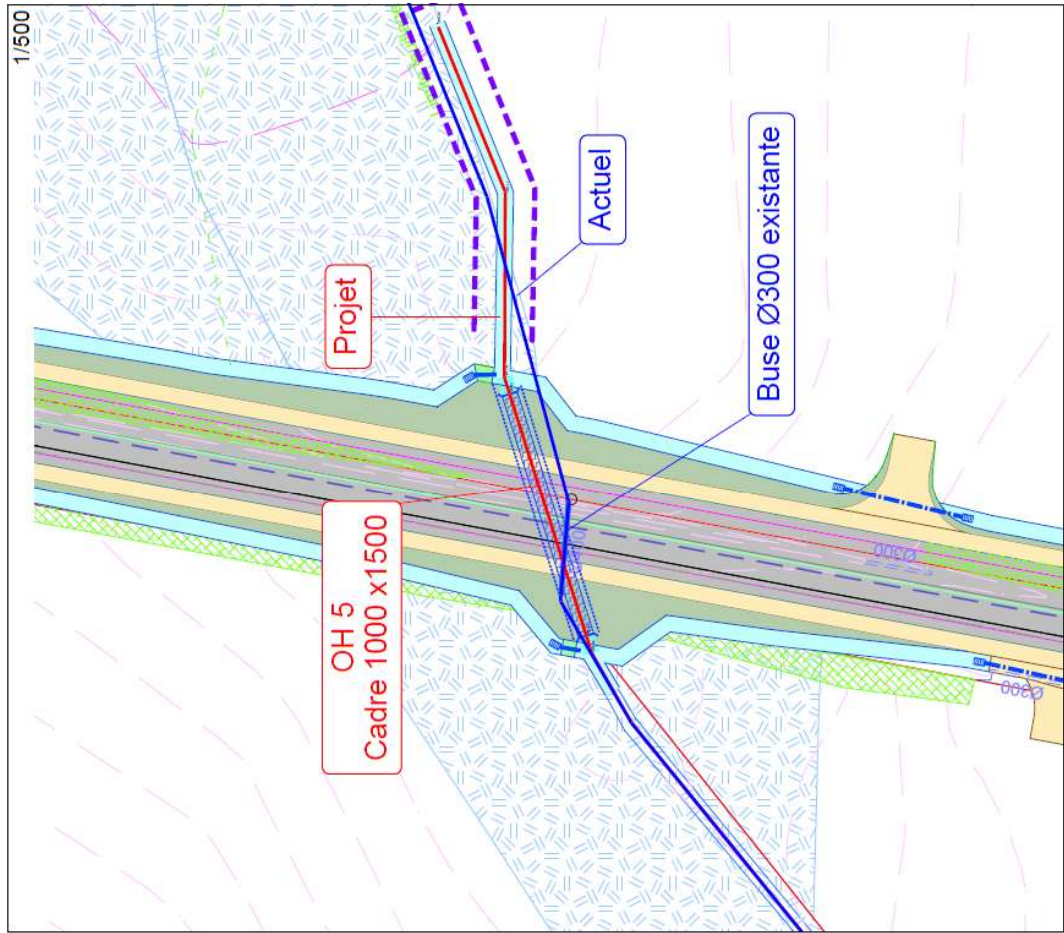


Figure 93- Affluent du ruisseau de Kergonioux – Secteur RD139 – tronçon E

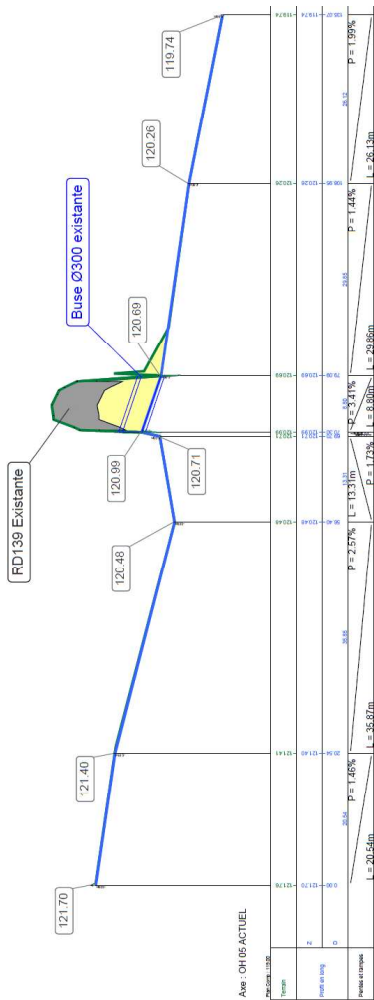


Figure 94- Affluent du ruisseau de Kergonioux – Profil en long du tronçon E actuel

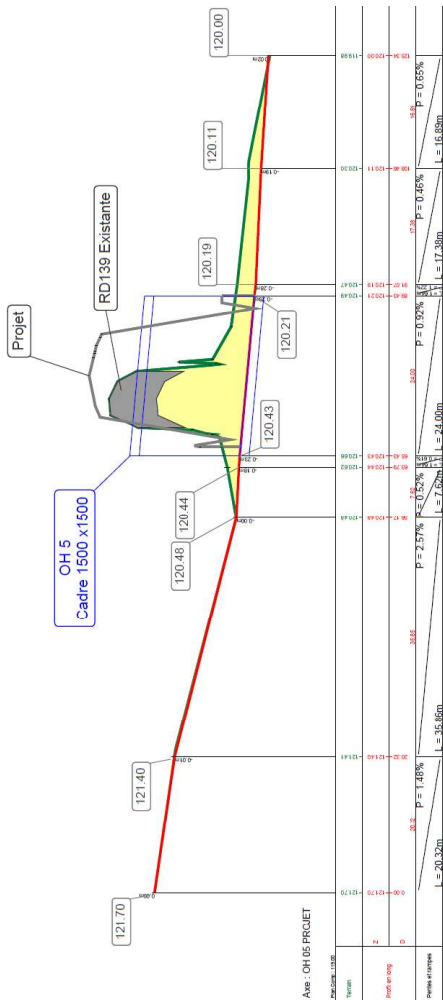


Figure 95- Affluent du ruisseau de Kergonioux – Profil en long du tronçon E après travaux

❖ Définition des dimensions des lits mineurs des tronçons restaurés

Le lit mineur des cours d'eau sera dimensionné afin d'assurer l'écoulement du débit de crue journalier de fréquence biennale (Q2).

Il est aujourd'hui communément admis que le débit de plein bord d'un cours d'eau est proche de la crue journalière de fréquence biennale (Malavoi & Bravard, 2010).

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour dimensionner ce débit de plein bord. Un comparatif aux valeurs de références et retours d'expérience doit également être pris en compte pour limiter le surdimensionnement surtout en tête de bassin versant.

La crue journalière biennale peut être évaluée à partir de formules rationnelles et de transition en fonction de la taille du bassin versant considéré. Cette méthode est adaptée au dimensionnement des ouvrages hydrauliques, mais difficilement transposable à la conception de lits dérivés.

Il est plutôt recommandé d'évaluer les débits de plein bord grâce à la formule de Manning-Strickler (dont l'ensemble des termes se déduisent des paramètres morphologiques du cours d'eau sur le terrain).

Cette valeur sera comparée aux références connues de la banque hydrologique de référence.

Pour les stations de référence, la station Rohan à Saint-Avé est la plus proche avec des caractéristiques hydromorphologiques se rapprochant :

Station de jaugeage	Surface du bassin versant jaugeé (km ²)	Débit de crue journalier de fréquence biennale (m ³ /s) – Loi de Gumbel
Le Rohan à Saint Avé	10	0.562

Cependant, cette valeur ne reflète pas le contexte précis du secteur d'étude étant donné la surface même du bassin versant pris en compte (10 km² contre 0.3 km² en moyenne), mais également le contexte vallonné d'évolution du cours d'eau (forte pente en tête de bassin versant).

Certaines références spécifiques au contexte breton et de tête de bassin versant sont disponibles dans la littérature notamment le travail réalisé par M. BOSSIS en 2014¹⁵.

Sur plus de 55 stations en Bretagne – spécifiquement en tête de bassin versant, 26 variables quantitatives ont été prises en comptes :

Surface pondérée du bassin versant en ha	Débit de plein bord en m ³ /s
70	0.203

Le profil en travers type des cours d'eau restaurés est difficilement représentable à cette étape puisqu'il sera adapté à l'objectif de restauration qui s'effectuera par portion du cours d'eau.

Cependant, il respectera plusieurs principes fondamentaux de reconstitution avec l'objectif d'atteindre l'équilibre fonctionnel (capacité) : concentrer les débits d'étiage et à dissiper les débits de crue (Ward, A. and Trimble, S. 2003). Sauf cas expliciter ci-dessous dans le descriptif des mesures, la restauration du cours d'eau par renaturation du lit s'effectuera à partir du lit existant soit par :

- Recharge granulométrique
- Déblai/remblai
- Création de radiers/seuils, risbermes

Soit par des techniques de génie minéral (essentiel pour la recharge granulométrique), soit par des techniques de génie végétal, soit les 2. Une attention particulière sera portée au maintien et/ou développement de la rugosité naturelle (diversité des obstacles à l'écoulement (roches, bois morts, touradons, ...)).

Si possible les principes de la restauration passive seront utilisés avec la limite contextuelle de se trouver avec des cours d'eau en tête de bassin-versant de faible puissance spécifique et donc une faible capacité de morphogénèse.

Pour les sections nécessitant une reconstitution du lit, les données de référence et calculées seront intégrées dans la réflexion de restauration avec des ratios de forme :

- Lpb/Hpb avec un ratio de forme maximum de 5
- Une sinuosité entre $1.05 < S < 1.25$,
- Allongement des radiers/mouilles entre 4 et 6 fois la largeur de plein bord avec la reconstitution de fosses de concavité,
- Apport exogène de matériaux sélectionnés (de proximité) avec une portion de fraction fine (0-16mm) suffisante pour ne pas entraîner de perte d'écoulement,
- Diversification dès la phase de travaux des différentes formes du nouveau lit en particulier sur les sols argileux où la faible érodabilité des berges ralentit les ajustements hydrologiques) + maintien des fosses pour les cours d'eau intermittents
- La hauteur du matelas alluvial (y compris la couche d'armure) ne dépassera pas 30 cm d'épaisseur avec la particularité d'avoir une couverture faible de matériaux alluvionnaires sur les tronçons de référence (sur site)

En fonction des paramètres relevés sur le terrain et l'application des calculs de débits de plein bord, le tableau ci-dessous reprend le dimensionnement souhaité pour les cours d'eau restaurés (grandes lignes). Les tronçons correspondants sont représentés sur la carte exposée plus loin.

Le profil en travers type ci-dessous permet de retrouver les éléments de définition des caractéristiques du cours d'eau :

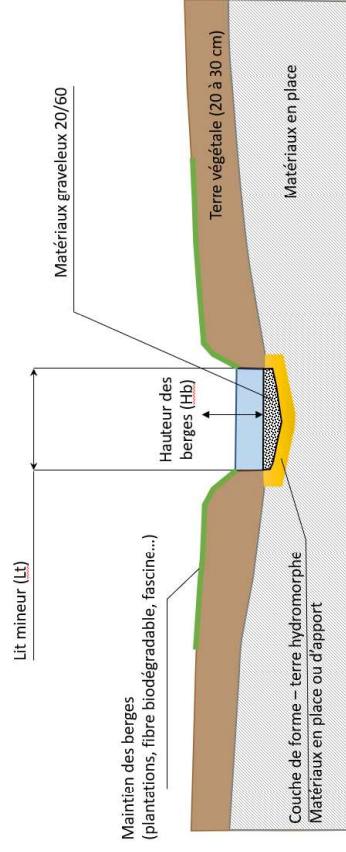


Figure 9-6- Profil en travers type des cours d'eau restaurés

¹⁵ BOSSIS (2014) Étude de l'hydromorphologie à l'échelle stationnelle des cours d'eau de tête de bassin versant en montagne, en situation de référence, Rapport de stage de Master 2, ONEMA / Université de Rennes 1

Volet C - Pièces justificatives de la demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau

Tableau 65- Dimensions des lits mineurs des tronçons de cours d'eau restaurés

Tronçon	1	2	3	4	5	5bis	6	7	8	9
Surface de bassin versant considéré (ha)	25.23	25.23	25.23	7.99	21.72	?	55.31	55.31	11.69	11.69
Débit de la crue biennale retenue (Q2=Qpb en m³/s) – ratio de référence (p/r au BV de référence)	0.075	0.075	0.085	0.023	0.063	?	0.161	0.161	0.033	0.033
Débit de la crue biennale calculé (Q2=Qpb en m³/s) – Formule de Manning-Strickler	0.097	0.097	0.119	0.033	0.088	0.062	0.243	0.243	0.062	0.062
Pente (%)	1.2	1.2	1.1	1.0	0.5	1.0	2.5	1.8	2.4	1.7
Rugosité du lit reconstitué*	15	15	15	15	15	15	20	20	15	30
Largeur du lit mineur (Ll en m)	0.30	0.35	0.40	0.30	0.40	0.30	0.30	0.40	0.35	0.20
Largeur miroir en pleins bords (Lm en m)	0.65	0.75	0.80	0.50	0.75	0.60	0.75	0.70	0.55	0.41
Hauteur des berges (Hb en m)	0.35	0.40	0.40	0.20	0.35	0.30	0.40	0.30	0.20	0.350
Puissance spécifique (W/m²)	18	14	11	8	4	10	53	113	14	33

*La rugosité étant fonction de plusieurs paramètres dont la présence ou non de végétation dans le lit et sur les berges, la valeur indiquée est celle vers laquelle il faut tendre. Rugosité recherchée K entre 15 et 30.

La puissance spécifique définit la capacité du cours d'eau à activer son processus de morphogénèse. Entre 10 et 30 W/m² = rivière faiblement active, de 30 à 100 W/m² = Rivière active.

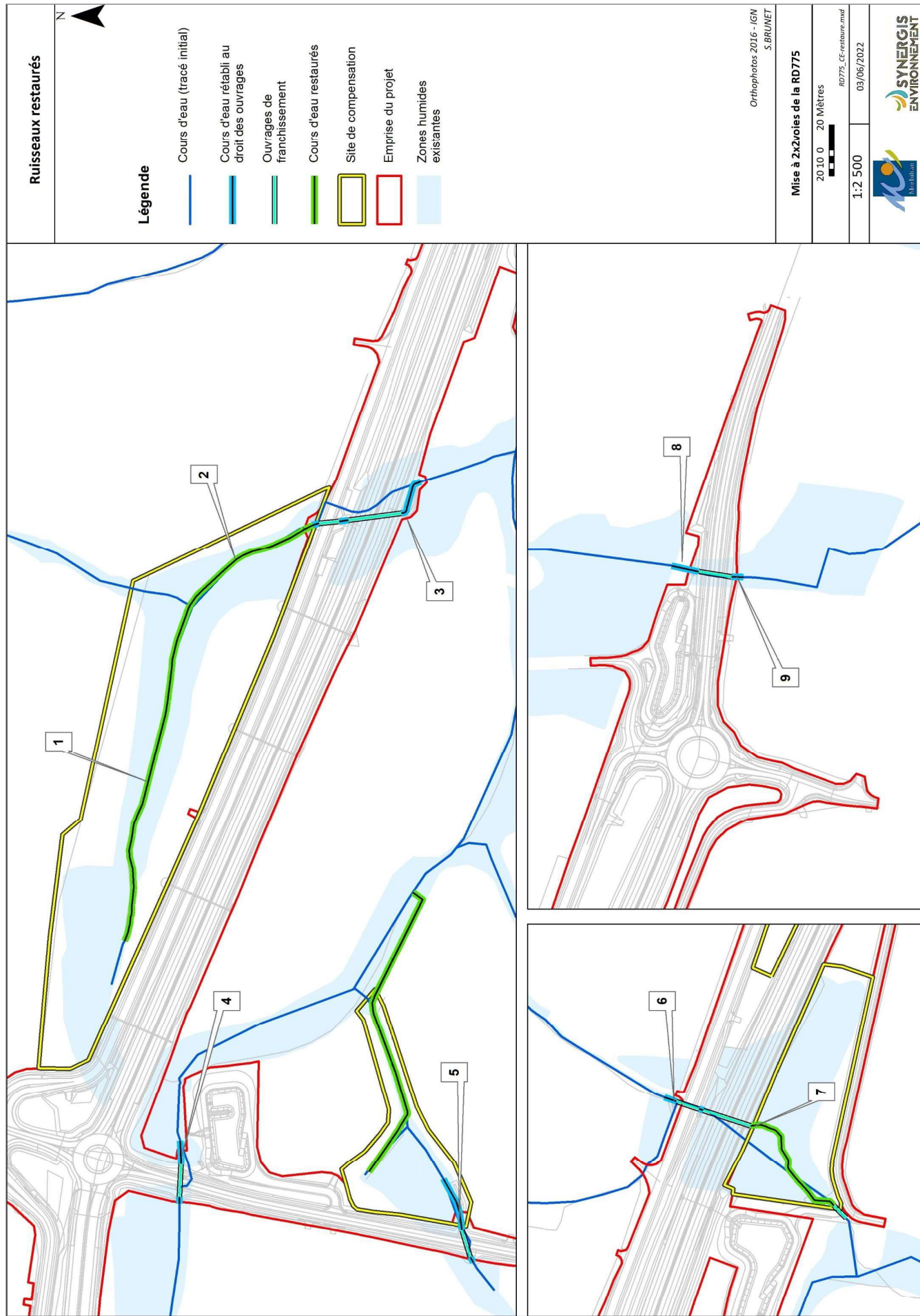


Figure 97- Tronçon de cours d'eau restauré et numéroté en fonction des dimensions de leur profil en travers

❖ Mesure de diversification des lits mineurs

La diversification des habitats aquatiques consiste à créer une hétérogénéité des faciès d'écoulement, au sein du lit mineur. Pour ce faire, la section du lit mineur (profil en long) ne doit pas être uniforme et homogène. Les profils en travers devront se rapprocher des profils caractéristiques des cours d'eau sinueux : symétriques dans les portions rectilignes et dissymétriques dans les courbes.

La portion symétrique accueillera les radiers et les courbes les fosses de concavité. La succession radier/mouille se fera suivant le principe ci-dessous :

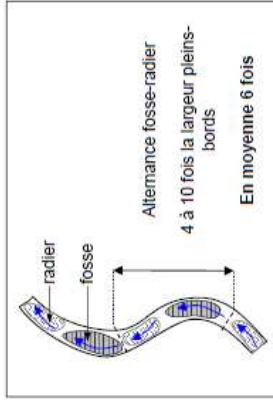


Figure 98 : Schéma de principe alternance radier/mouille (OFB, 2017)

Pour les sections recréées (remédration, restauration du lit initial), la diversification du lit (profil en long) se fera dès la phase de terrassement pour obtenir les faciès souhaités (avant l'apport de matériaux exogènes).

La reconstitution du matelas alluvial se fera par recharge granulométrique suivant les standards décrits ci-dessus et avec la granulométrie adaptée aux références initiales du site (références parfois biaisées avec un état déjà impacté). À noter qu'en tête de bassin versant du ruisseau de Keralvy (Port Morgan et Kergrenouille) la faible puissance spécifique et la faible érodabilité des berges ne permettent pas de retrouver d'éléments grossiers supérieurs à 20 mm y compris dans les secteurs de radiers. Pour reconstituer certains radiers dans ces secteurs, il sera nécessaire d'apporter un mélange composé d'éléments légèrement plus lourds (entre 30 et 50mm) pour limiter les risques de modification des faciès et d'incision (au-delà de l'évolution normale de la morphogénèse) et pour favoriser la vitesse des écoulements au niveau des radiers. Le détail des recharges sera indiqué dans la description des mesures.

Cette diversité des écoulements sera de plus amplifiée par l'ajout d'obstacles (roches, bois morts, végétation, ...) qui participeront à l'amélioration de la rétention des sédiments et de la matière organique (BOSSI, 2014).

Les deux profils types présentés ci-dessous (Figure 99 et Figure 101) illustrent cette variabilité.

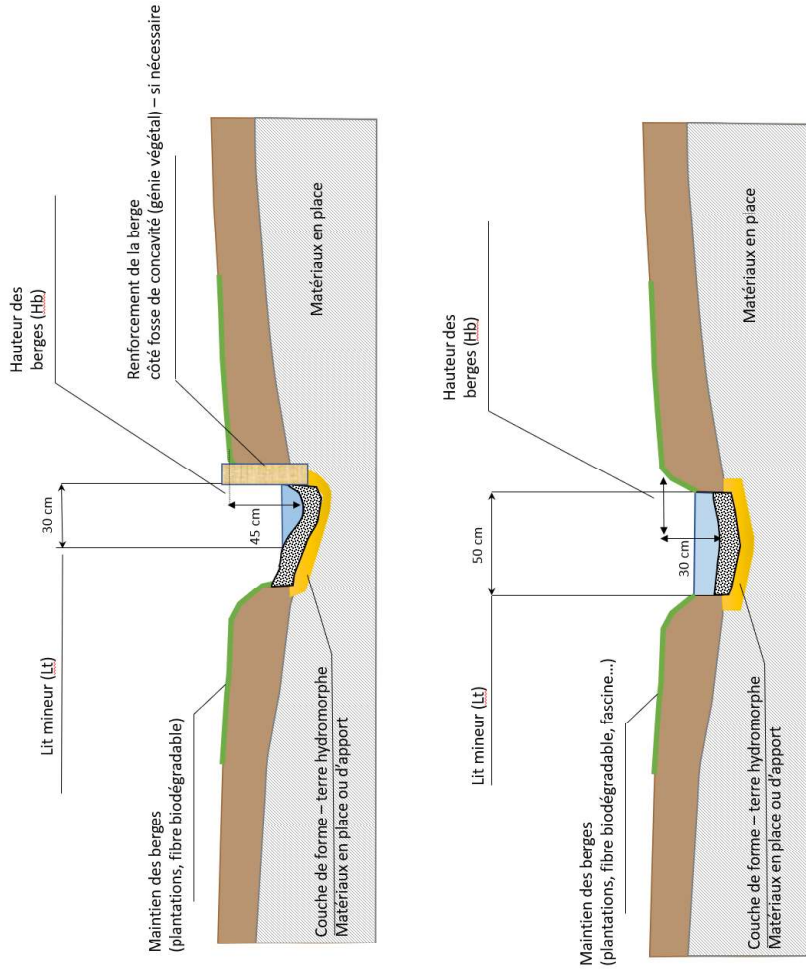


Figure 99- Profils en travers type différenciés selon leur position sur le tracé (en courbe et rectiligne)

En complément des radiers, la diversification des faciès d'écoulement est assurée par l'aménagement de risbermes qui assure également le resserrement du lit en certains points. Le résultat doit produire des veines de courant plus ou moins rapides, des contre-courants, et de légères variations de hauteurs d'eau.

V.2.2.2e Mesures de compensation au titre de l'impact sur les fonctionnalités des cours d'eau

❖ Rappel réglementaire

Rappel des objectifs du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 (disposition 1D-1)

La disposition 1D-1 du SDAGE Loire-Bretagne demande que :

« Pour toute opération sur un ouvrage transversal ayant un impact négatif résiduel, les mesures compensatoires présentées par le maître d'ouvrage prévoient, dans le même bassin versant, des actions d'effacement ou d'arasement partiel ou toute autre solution permettant de retrouver des conditions équivalentes de transport des sédiments, de diversification des habitats, de vitesse de transfert des eaux (retardant la production de phytoplancton) et de circulation piscicole.

Si les mesures compensatoires présentées ne respectent pas les conditions définies au paragraphe précédent, la compensation des impacts négatifs résiduels porte sur une réduction cumulée de chutes artificielles d'au moins 200 % en cherchant une continuité longitudinale la plus importante possible, sur le même bassin versant ou en dernier recours sur un autre immédiatement voisin.

Les deux aînées précédents relatifs aux mesures compensatoires ne s'appliquent pas aux ouvrages existants, légalement autorisés, dont l'usage a été suspendu pour des raisons de sécurité publique.

Pendant la période de travaux, les solutions permettant la circulation des poissons migrateurs amphihalins sont à privilégier. À défaut, les travaux susceptibles de perturber leurs migrations sont prioritairement réalisés en dehors des périodes de migration. Les espèces de poissons migrateurs amphihalins devant être prises en compte dans chaque tronçon de cours d'eau sont celles ciblées dans le classement en liste 2, arrêté le 10 juillet 2012 au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement. À l'issue des travaux, la remise en état du site veille à restaurer les frayères et zones de croissance et d'alimentation des espèces patrimoniales (cf. Orientation 9C) qui auraient été dégradées. »

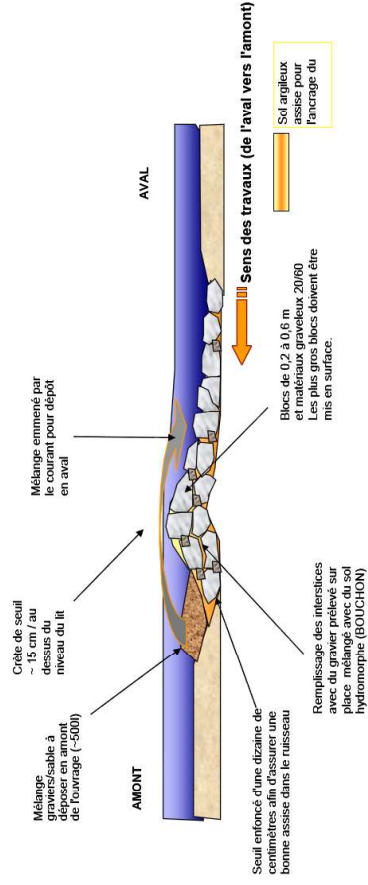


Figure 100- Coupe de principe d'un radier

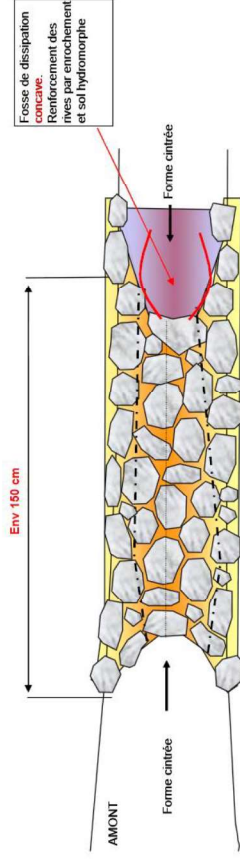


Figure 101- Schéma en plan d'un radier

Enfin, la réalisation de plantation sur les berges augmente la diversité des habitats aquatiques et permet de stabiliser les berges : plantations d'arbres et d'hélophytes. Les plantations à mettre œuvre alterneront les secteurs avec plantation d'arbres et arbustes (aulnes, saules, sureaux, noisetier, cornouiller...) et les secteurs ouverts couverts par des hélophytes (iris, typha, joncs, carex...).

À noter qu'il sera appliqué des techniques de génie végétal et génie minéral pour la reconstitution des cours d'eau et des berges. Ces techniques sont moins intrusives et permettent une renaturation plus efficace des linéaires. L'alternance de ces méthodes sera définie lors de la phase opérationnelle des travaux et réalisée par des entreprises spécialisées en génie écologique.

Loi pour la reconquête pour la biodiversité

La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 8 août 2016 renforce l'exigence de compensation des atteintes à la biodiversité et prescrit de viser « un objectif d'absence de perte nette, voire un gain de biodiversité »

De plus, sur la protection de la biodiversité dans les choix publics et privés : la stratégie nationale pour la biodiversité est inscrite dans le code de l'environnement ; la séquence « éviter les atteintes à la biodiversité, à défaut les réduire et, en dernier recours, compenser les impacts résiduels » (éviter-réduire-compenser) pour les projets d'aménagement est confortée et des sites naturels de compensation sont établis pour permettre des compensations effectives.

Rappel des objectifs du SAGE Vilaine, en vigueur sur le territoire du projet : Connaître et préserver les cours d'eau (orientation 1 du chapitre « Cours d'eau »)

L'orientation 1 énonce que « l'action sur les cours d'eau commence par leur respect, et la nécessité de les prendre en compte dès les premiers stades de la conception d'un aménagement, afin d'éviter de les dégrader, de réduire les impacts et de compenser ceux qui sont inévitables ».

La disposition 13 rappelle que « conformément à la réglementation, la préservation des cours d'eau doit être la règle, et leur dégradation ou destruction l'exception. Le recours à des mesures compensatoires n'est concevable que lorsque toutes les autres solutions alternatives ont été précisément étudiées ».

Ainsi « dès lors que la mise en œuvre d'un projet, conduit, sans alternative avérée, à dégrader un cours d'eau et ses fonctionnalités, le maître d'ouvrage est tenu de compenser les atteintes, en respectant les principes suivants :

- ✓ La compensation s'entend comme la réalisation, sur le même sous-bassin, de tous travaux permettant de restaurer la surface et les fonctionnalités des habitats du cours d'eau équivalentes à celles perdues (linéaire équivalent d'un cours d'eau de même largeur, surface équivalente de frayère recrée, etc.) ;
- ✓ Cette compensation est planifiée dans le temps et fait l'objet d'un suivi avant et après travaux à la charge du porteur de projet afin de s'assurer que la mesure compensatoire réalisée est conforme au résultat attendu ;
- ✓ La mesure compensatoire est réalisée dans la mesure du possible avant le projet. »

❖ Effets résiduels significatifs

Les exigences réglementaires pour les cours d'eau sont définies dans les rubriques de la nomenclature « loi sur l'eau » et ciblent particulièrement les IOTA 3.1.1.0, 3.1.2.0, 3.1.3.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0 et 3.2.2.0. Ainsi, les impacts résiduels négatifs significatifs des projets sur les cours d'eau doivent être compensés au même titre que ceux portant sur les autres milieux.