

Travail de fin d'études

Modernisation et mise en conformité des infrastructures routières existantes

Cécile Forma

Promotion 60



Février 2021 – Juillet 2021

Sous la direction de :

Akram Haroun et Denis Reynard, tuteur et référent Setec

Brice Druhet, tuteur EIVP

Notice bibliographique

AUTEUR du mémoire	
NOM	Forma
Prénom	Cécile
ORGANISME de stage	
NOM organisme	Setec International
NOM, Prénom du maître de stage	Akram Haroun (ainsi que Denis Reynard)
NOM, Prénom du tuteur EIVP	Brice Druhet
ANALYSE	
TITRE du TFE	Modernisation et mise en conformité des infrastructures routières existantes
TITLE	Modernisation and compliance upgrade of existing road infrastructure
RÉSUMÉ	<p>Alors que de nouvelles technologies révolutionnent le milieu des infrastructures de transport, les anciennes infrastructures se doivent d'être entretenues et adaptées aux enjeux actuels. Le réseau routier et autoroutier ayant été largement développé au cours du XXe siècle, il fait aujourd'hui l'objet de nombreuses reprises aussi bien dans le cadre de l'urbanisation des grandes métropoles que pour la desserte de territoires plus isolés. Ainsi, le présent rapport traite de la modernisation d'infrastructures routières à travers deux projets : le réaménagement de l'échangeur de Corbeville sur la route nationale 118 et la sécurisation du tronçon Cherbourg-Valognes sur la route nationale 13.</p> <p>Les études techniques se concentrent sur la conformité des tracés en termes de visibilité et de charge de trafic pour la création de bretelles ou de voies sur des routes existantes. Les solutions améliorant la sécurité des véhicules et des riverains au ont également été abordées.</p>
ABSTRACT	<p>While new technologies are revolutionizing the transport infrastructure environment, old infrastructures must be maintained and adapted to current challenges. The road and highway network were largely developed during the 20th century, it is today the subject of numerous revisions both in the context of the urbanization of major cities and for the servicing of more isolated territories. This report deals with the modernization of road infrastructure through two projects: the redevelopment of the Corbeville interchange on the national road 118 and the securing of the Cherbourg-Valognes section of the national road 13.</p> <p>The technical studies focus on the conformity of the routes in terms of visibility and traffic load for the creation of ramps or lanes on existing</p>

	roads. This report also concerns solutions to improve the safety of vehicles and local residents.		
Mots-clés du thésaurus AUE	Infrastructures - Transports - Routes – Trafic – Visibilité – Sécurité		
Keyword thesaurus (anglais, 8 maxi)	Infrastructure - Transport - Roads - Traffic - Visibility - Safety		
Références			
	Nb de pages	Annexes (p. en chiffres romains)	Bibliogr. / webographie : nb de références
	41	16	9

Table des matières

Notice bibliographique	1
Table des matières	3
Liste des figures.....	4
Sigles	5
Remerciements	7
Introduction	8
1 L'organisme d'accueil : Setec International.....	9
2 Projets et missions	11
2.1 RER de Toronto	11
2.2 Certificats de conception/réalisation en Guinée	11
2.3 Appel d'offre pour un bus à haut niveau de service à Abidjan.....	12
2.4 Projets routiers	13
3 Méthodes et résultats des études routières.....	19
3.1 Réglementation et guides techniques.....	19
3.2 Vérification de la charge de trafic.....	19
3.3 Vérifications de visibilité.....	24
3.4 Fermeture des accès à une route nationale.....	31
3.5 Zones de croisement	33
4 Pistes d'amélioration et perspectives d'évolution	36
4.1 Création d'outils automatisés.....	36
4.2 Durabilité des aménagements	38
Conclusion.....	40
Bibliographie	41
Annexe A < Projet d'aménagement de l'échangeur de Corbeville>	xlii
Annexe B <Vérifications de visibilité des obstacles de type dispositif de retenue >	xliii
Annexe C < Outils de vérification du fonctionnement d'un convergent >	xlvi
Annexe D < Outils de vérification du fonctionnement d'un divergent >	xlix
Annexe E < Projet de sécurisation de la RN13 >	li
Annexe F < Proposition d'implantation des zones de croisement >	lvi

Liste des figures

Figure 1 : Organigramme Setec International	10
Figure 2 : Tronçon d'étude du BRT Y4	13
Figure 3 : Localisation de la RN118 et de l'échangeur de Corbeville	14
Figure 4 : Configuration actuelle "en lunette" de l'échangeur de Corbeville	15
Figure 5 : Projet de réaménagement de l'échangeur de Corbeville	15
Figure 6 : Contrainte de la ligne 18 sur la station essence Total existante.....	17
Figure 7 : Localisation du tronçon d'étude de la RN13 entre Cherbourg et Valognes	18
Figure 8 : Schéma de principe d'une voie d'entrecroisement	20
Figure 9 : Répartition des véhicules en section courante et sur l'entrecroisement	20
Figure 10 : Matrice origine-destination entre la section courante et l'entrecroisement.....	21
Figure 11 : Capacité d'une voie en fonction de la vitesse pratiquée.....	21
Figure 12 : Tableau de vérification de la charge de trafic en section courante et sur l'entrecroisement.....	22
Figure 13 : Routes convergentes	23
Figure 14 : Routes divergentes	23
Figure 15 : Visibilité sur obstacle à la distance d'arrêt	25
Figure 16 : Vérification de visibilité d'un véhicule arrêté avant les piles de la ligne 18	26
Figure 17 : Vérification de visibilité d'un véhicule arrêté après les piles de la ligne 18	26
Figure 18 : Visibilité sur un carrefour giratoire.....	27
Figure 19 : Visibilité pour le franchissement du carrefour giratoire	29
Figure 20 : Visibilité sur entrée	30
Figure 21 : Vérification de la visibilité sur entrée	31
Figure 22 : Fermeture d'accès par raccordement de glissières	32
Figure 23 : Situation propice à un raccordement de fossés existants	33
Figure 24 : Identification des zones humides	34
Figure 25 : Implantation des zones de croisement	35
Figure 26 : Schéma type d'un refuge routier	35
Figure 27 : Outils de calcul de la charge de trafic pour les entrecroisements	36
Figure 28 : Principe d'application des pourcentages "poids lourds"	37
Figure 29 : Solutions de fermeture d'accès.....	39

Sigles

APD : Avant-Projet Détaillé

APS : Avant-Projet Sommaire

AVP : Avant Projet

BHNS : Bus à au Niveau de service

BRT : Bus Rapid Transit

CBG : Compagnie des Bauxites de Guinée

CD91 : Conseil Départemental de l'Essone

COBAD : Compagnie de Bauxite et Alumine de Djandjan

Cerema : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

DDI : Direction du Développement International

DIRIF : Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France

EGA : Emirates Global Aluminium

EPAPS : l'Établissement Public d'Aménagement Paris-Saclay

FIFO : « First in, first out »

GAC : Guinea Alumina Corporation

IFC : International Finance Corporation

L18 : Ligne de métro 18 du Grand Paris

LTA : Lender Technical Advisor

OA : Ouvrages d'Art

RD : Route Départementale

RN : Route Nationale

SDUGA : Schéma Directeur d'Urbanisme du Grand Abidjan

Setra : Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

ZAC : Zone d'Aménagement Concerté

ZPNAF : Zone de Protection Naturelle, Agricole et Forestière

Remerciements

Je tiens à remercier Denis Reynard et Akram Haroun, référent et maître de stage, pour l'opportunité d'effectuer ce stage chez Setec International.

Je remercie également Brice Druhet, tuteur EIVP, pour son suivi et ses conseils.

Je remercie les équipes de la direction internationale et du pôle routier pour leur disponibilité tout au long de ces six mois. Je tiens notamment à remercier Barbara Flister pour son accueil et son soutien ainsi que Zaynab El Gazouli, Noureddine Skander et François Khandzian pour m'avoir initié aux études routières.

Enfin, je remercie tous les stagiaires pour l'esprit de solidarité et d'entraide dont ils ont fait preuve.

Introduction

Les infrastructures de transport structurent et font vivre les territoires. C'est pour cela qu'il est particulièrement important que ces dernières soient fonctionnelles et entretenues, notamment les infrastructures linéaires de transport.

Il existe une distinction entre les infrastructures reliant un point A à un point B en suivant tout le linéaire du trajet et les infrastructures « ponctuelles » telles que les ports ou aéroports, qui se situent seulement au départ et à l'arrivée du trajet. J'ai, durant ces six mois, travaillé majoritairement sur les infrastructures linéaires de transport.

Le pôle dans lequel j'ai débuté ce stage de fin d'études est un pôle transversal où tous les types d'infrastructures de transport peuvent être étudiés, ce qui m'a permis de me familiariser avec chacun d'entre eux. J'ai ensuite affiné mon champ d'étude aux infrastructures routières dans un pôle spécialisé.

Les projets sur lesquels j'ai été sollicitée concernaient des routes nationales existantes. Les enjeux liés à ces axes sont susceptibles d'évoluer avec le temps et selon les politiques d'aménagement.

En effet, le premier projet consistait à étudier une nouvelle configuration d'échangeur sur la route nationale 118 au niveau de Corbeville. Cette opération s'inscrit dans le cadre du « Grand Paris » et fait suite au projet de développement du plateau de Saclay qui se veut devenir un des premiers pôles d'activité de la région. Le nombre prévu d'usagers de la route nationale est largement supérieur à celui constaté à l'heure actuelle. L'échangeur de Corbeville, déjà fréquemment congestionné, a dû être repensé afin de permettre que la circulation projetée à l'horizon 2030 soit fluide. Ainsi, des vérifications de trafic et de conformité géométrique ont fait l'objet d'une partie de ce travail de fin d'études.

Le second projet portait sur la sécurisation d'une portion accidentogène de la route nationale 13. Sur ce tronçon entre Cherbourg et Valognes, bien que quelques nouveaux aménagements tels que des réaménagements de bretelles aient nécessité des vérifications techniques, l'enjeu était avant tout de trouver des solutions à partir de l'infrastructure existante pour réduire au maximum les zones de danger.

C'est donc dans ce contexte que j'ai décidé de développer ce rapport de fin d'études autour des sujets de modernisation et de mise en conformité des infrastructures routières existantes. Après avoir présenté l'entreprise, je reviendrai dans un premier temps sur les différents projets sur lesquels j'ai été amenée à travailler, notamment les projets routiers. Je détaillerai ensuite les méthodes utilisées pour mener à bien les études routières ainsi que les résultats de ces études. Enfin je développerai les pistes d'amélioration et les perspectives d'évolutions.

1 L'organisme d'accueil : Setec International

Le groupe Setec (Société d'Etudes Techniques et Economiques) est un acteur majeur de l'ingénierie française. Le groupe a été créé en 1957 et compte aujourd'hui une quarantaine de sociétés situées sur l'ensemble des continents.

Setec International est une filiale du groupe, créée en 1972. Les prestations de Setec International sont majoritairement liées aux grands projets d'infrastructures de transport ainsi qu'à l'aménagement urbain, les études de déplacement, d'environnement, d'impact et paysagères. L'entreprise peut être sollicitée à tous les stades de la maîtrise d'œuvre, en assistance à la maîtrise d'ouvrage et notamment à l'international.

Setec international est implantée sur plusieurs sites en France : Vitrolles, où se situe son siège social, Paris, Lyon et Bordeaux. L'entreprise compte aujourd'hui près de 350 employés dont une centaine à Paris.

Les équipes de production sont réparties entre différents pôles :

- Aéroportuaire
- Direction Développement International (DDI)
- Environnement
- Hydraulique
- Géotechnique
- Paysage
- Ferroviaire
- Mobilités
- Portuaire
- Routier
- Urbain

J'étais rattachée à la DDI qui a pour rôle principal de se positionner sur les offres à l'étranger et de développer le rayonnement et la présence de Setec à l'international. Une fois les offres gagnées, les ingénieurs rattachés à ce pôle assurent également le suivi de projet ainsi qu'une partie des études. J'ai poursuivi mon stage au pôle routier sur des projets en France. De manière générale les pôles sont très souvent en interaction et sont complémentaires comme cela peut être interprété grâce à la lecture de l'organigramme de l'entreprise.

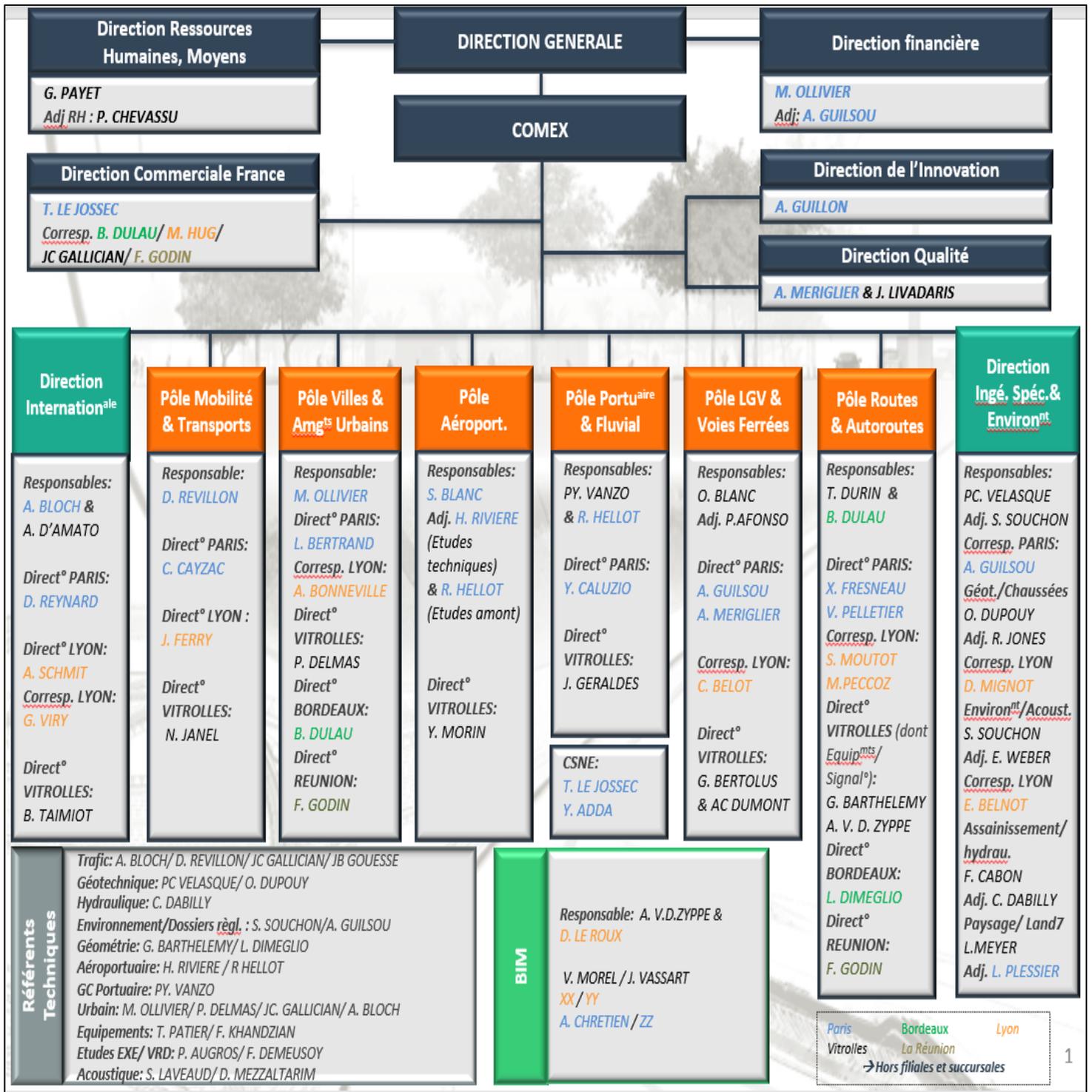


Figure 1 : Organigramme Setec International

2 Projets et missions

Ce stage s'est déroulé entre deux pôles. J'ai débuté mes missions au sein de la direction du développement international avec lequel j'aurais initialement dû réaliser les études du RER de Toronto, sujet prévu pour ces six mois au sein de l'entreprise. Ce projet n'ayant finalement pas été réalisé j'ai tout d'abord aidé en support commercial (analyse et réponses aux appels d'offre, délivrance de certificats aux clients sur des études terminées). C'est seulement dans un second temps que j'ai réalisé des études techniques au sein du pôle routier, projets sur lesquels j'ai décidé d'axer mon rapport.

2.1 RER de Toronto

Ce stage de fin d'études devait initialement porter sur le projet du RER de Toronto. Le « GO Rail Expansion – On Corridor Project » est un concours de conception-construction pour les travaux d'extension du réseau de RER de la région du Grand Toronto. Ils consistent en la création et l'amélioration de stations, la création de nouvelles voies, l'électrification, les travaux sur les ouvrages d'art (OA) tels que les ponts, les passages à niveau, etc. L'objectif est d'offrir un service bidirectionnel toute la journée avec des trains à une fréquence moyenne de 15min.

Cette opération est divisée en plusieurs contrats, or, suite à divers événements et négociations, ce sont finalement les contrats relatifs aux études de mobilité et d'hydraulique qui ont été attribués à Setec International. Bien qu'ayant participé à l'identification des documents clés pour les études ainsi qu'à une partie de l'appel d'offre je n'ai finalement pas effectué les études de plateformes ferroviaires et passages à niveau comme cela était prévu.

2.2 Certificats de conception/réalisation en Guinée

J'ai donc dans un premier temps été missionnée pour la rédaction de certificats de conception, procédures et réalisation sur un projet ferroviaire en Guinée entre les villes de Kamsar et Sangarédi.

CBG, Compagnie des Bauxites de Guinée constituée en 1963, était le seul opérateur et exploitant historique de cette liaison ferroviaire. Deux sociétés minières Guinea Alumina Corporation (GAC, filiale d'EGA : Emirates Global Aluminium) et la Compagnie de Bauxite et Alumine de Djandjan (COBAD, filiale de Rusal) ont obtenu en mai 2018 les droits et autorisations d'accès à cette ligne ferroviaire. Ces sociétés ont formalisé, par le biais de conventions, des objectifs d'exploitation (tonnages transportés) sur le moyen et long terme et doivent donc adapter l'infrastructure ferroviaire pour supporter des convois plus importants. Pour permettre la réalisation des travaux d'investissement liés à ce projet, GAC a contracté une partie des financements nécessaires auprès d'IFC (International Finance Corporation).

IFC a sollicité un LTA, Lenders Technical Advisor (Conseiller Technique du Prêteur), chargé du suivi de la réalisation de ce projet au regard des divers contrats. Le groupement Setec

Ferroviaire/Setec International, assure la mission d'Independent Engineer sur la ligne ferroviaire Kamsar/Sangarédi. Le contrat du groupement SETEC, prévoit d'établir un certificat de travaux sur le volet infrastructure (Infrastructure Génie Civil et voie) destiné au LTA (Société Vecturis).

Afin de permettre l'établissement du certificat de travaux, la mission d'Independent Engineer a été structurée en 3 parties :

- Analyser le dossier de conception produit par Canarail/Systra,
- Analyser la conformité des procédures travaux au regard du dossier de conception,
- S'assurer que la réalisation des travaux soient conformes au dossier de conception. »

Lors de mon arrivée les travaux étaient terminés et les experts techniques avaient donné leur avis sur la réalisation par le biais de compte rendus de visites. De même, j'ai pu retrouver les avis sur la conception et les procédures. De plus, une grille de notation avec des commentaires provisoires avait été envoyée au maître d'œuvre et à l'entreprise travaux pour recommander d'effectuer des modifications ou demander des précisions.

Mon travail portait sur la partie « Génie Civil » des certificats. Après avoir pris connaissance de tous ces documents j'ai collaboré avec les experts techniques (géotechnicien, hydraulicien et expert en ouvrages d'art) pour mettre à jour ces remarques selon les retours transmis par l'entreprise et la maîtrise d'œuvre. J'ai ensuite rédigé les certificats comme une synthèse de des remarques faites au cours du projet. Nous avons, avec Setec ferroviaire, harmonisé les rendus pour mettre en commun nos rapports et rendre un unique document. Enfin nous avons établi une grille de notation et avons attribué une note à chaque point vérifié en conception, procédures ou réalisation.

2.3 Appel d'offre pour un bus à haut niveau de service à Abidjan

Une fois la majeure partie de ces certificats rédigés et mis en cohérence avec le pôle ferroviaire et le temps de programmer la suite de mon stage, j'ai participé à une réponse à appel d'offre pour un projet de « Bus Rapid Transit » (BRT ou Bus à Haut Niveau de Service, BHNS, en français) à Abidjan.

Principal pôle économique et démographique de la Côte d'Ivoire, la métropole d'Abidjan concentre la majorité des activités du pays. Cependant les difficultés de mobilité, caractérisées par les déplacements lents et onéreux, plombent la productivité et la compétitivité de la ville.

Pour répondre à ces enjeux de mobilité, le Gouvernement ivoirien s'est depuis quelques années orienté vers le développement des transports de masse. Pour ce faire, le Gouvernement a adopté un Schéma Directeur d'Urbanisme du Grand Abidjan (SDUGA) et validé un Master Plan des BRT afin d'apporter une réponse durable pour satisfaire la demande, de plus en plus croissante, de déplacement des populations dans le Grand Abidjan.

C'est dans ce cadre qu'un appel d'offre a été lancé pour les études d'avant-projet sommaire (APS) et d'avant-projet détaillé (APD) de la ligne de BRT Y4. Le tracé de cette nouvelle ligne suivrait une route périphérique comme indiqué ci-dessous.

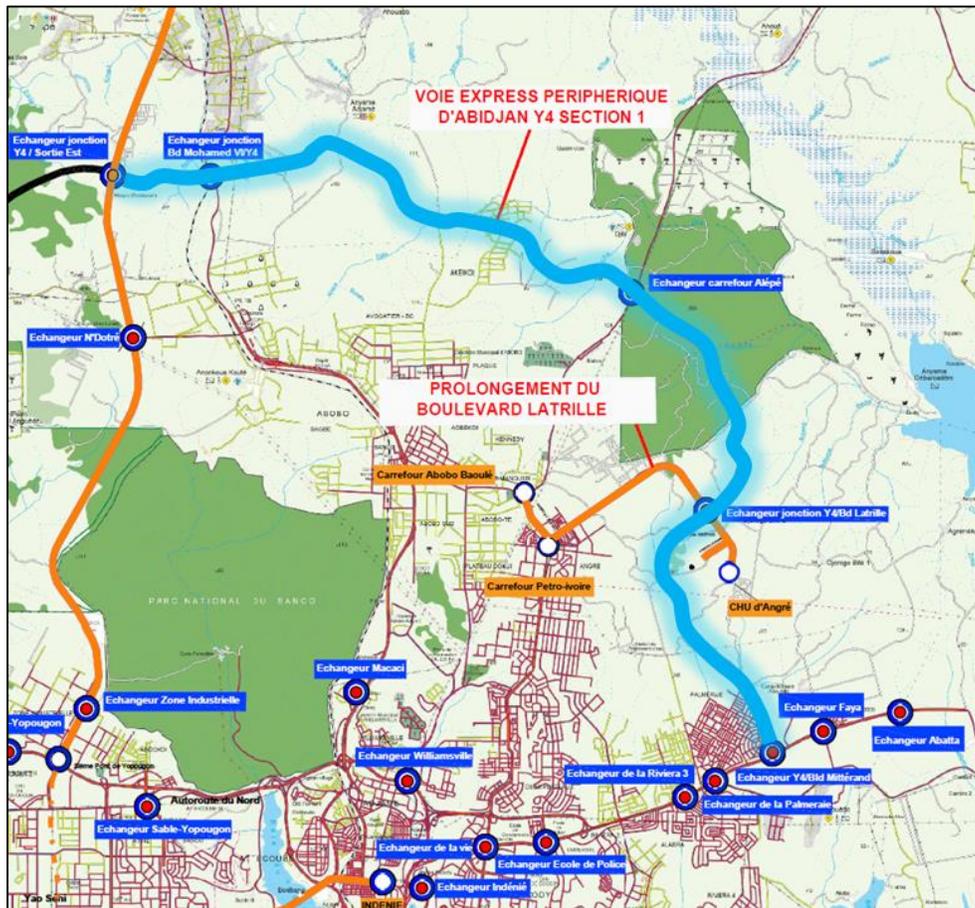


Figure 2 : Tronçon d'étude du BRT Y4

Mes missions sur cet appel d'offre se sont concentrées sur l'analyse de l'offre, la répartition des compétences par pôles et filiales de Setec, l'identification des experts clés et la rédaction de la méthodologie.

2.4 Projets routiers

La suite et fin de mon stage se sont déroulées auprès du pôle routier de Setec International. Les missions que j'ai effectuées auprès de ce pôle constituent la majeure partie de mon travail de fin d'études. C'est à ce stade que j'ai réellement commencé à participer et produire des documents d'étude à partir des données disponibles et des guides réglementaires en vigueur.

2.4.1 Echangeur de Corbeville

J'ai commencé par travailler sur le projet de réaménagement de l'échangeur de Corbeville au stade de la reprise de l'avant-projet (AVP) et sur l'étude d'opportunité de maintien des accès d'une station essence en amont de l'échangeur de Corbeville.

L'avant-projet porte sur le réaménagement de l'échangeur n°9 de la RN118 dit de Corbeville. Il est porté par l'Établissement Public d'Aménagement Paris-Saclay (EPAPS), par transfert de maîtrise d'ouvrage pour le compte :

- du Conseil départemental de l'Essonne propriétaire et gestionnaire de la RD128 et de la RD446 appelée également route de Versailles ;
- de l'État (Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France, DIRIF), propriétaire et gestionnaire de la RN118 [6].

Le projet de réaménagement de l'échangeur de Corbeville s'inscrit dans deux communes du département de l'Essonne (CD91) : Saclay et Orsay au Nord de l'échangeur n°10 du Guichet et au Sud de l'échangeur n°8 du Christ. La suppression de l'échangeur existant concerne, en plus, la commune de Gif-sur-Yvette.

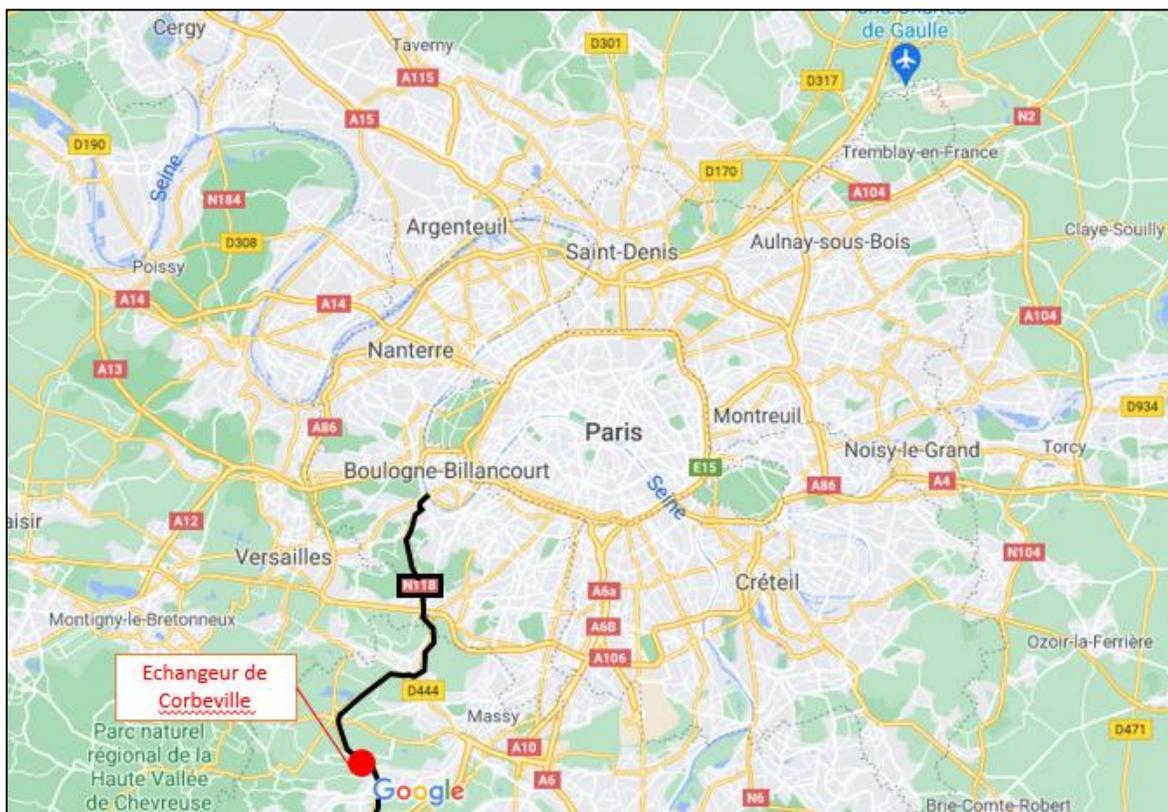


Figure 3 : Localisation de la RN118 et de l'échangeur de Corbeville (Source : Google Maps)

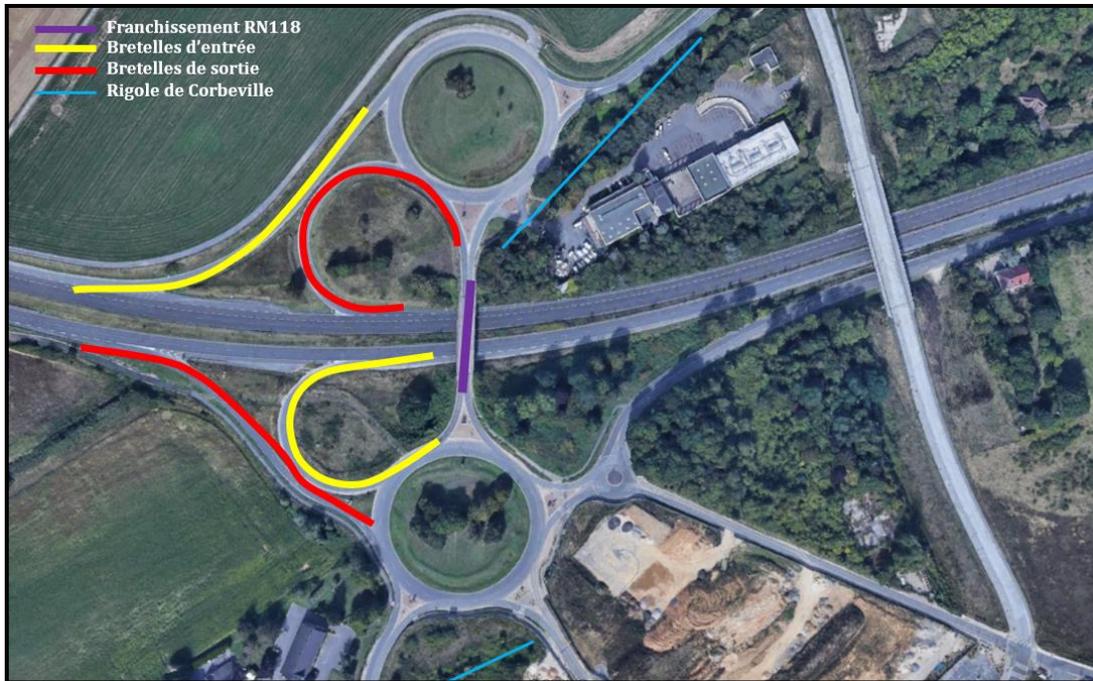


Figure 4 : Configuration actuelle "en lunette" de l'échangeur de Corbeville (Source : [7])

Il permet de relier deux zones d'aménagement concerté (ZAC) en cours de développement : celle de Corbeville à l'Est et celle du Moulon à l'Ouest.

Le schéma suivant représente l'implantation du nouvel échangeur dans la zone d'étude.

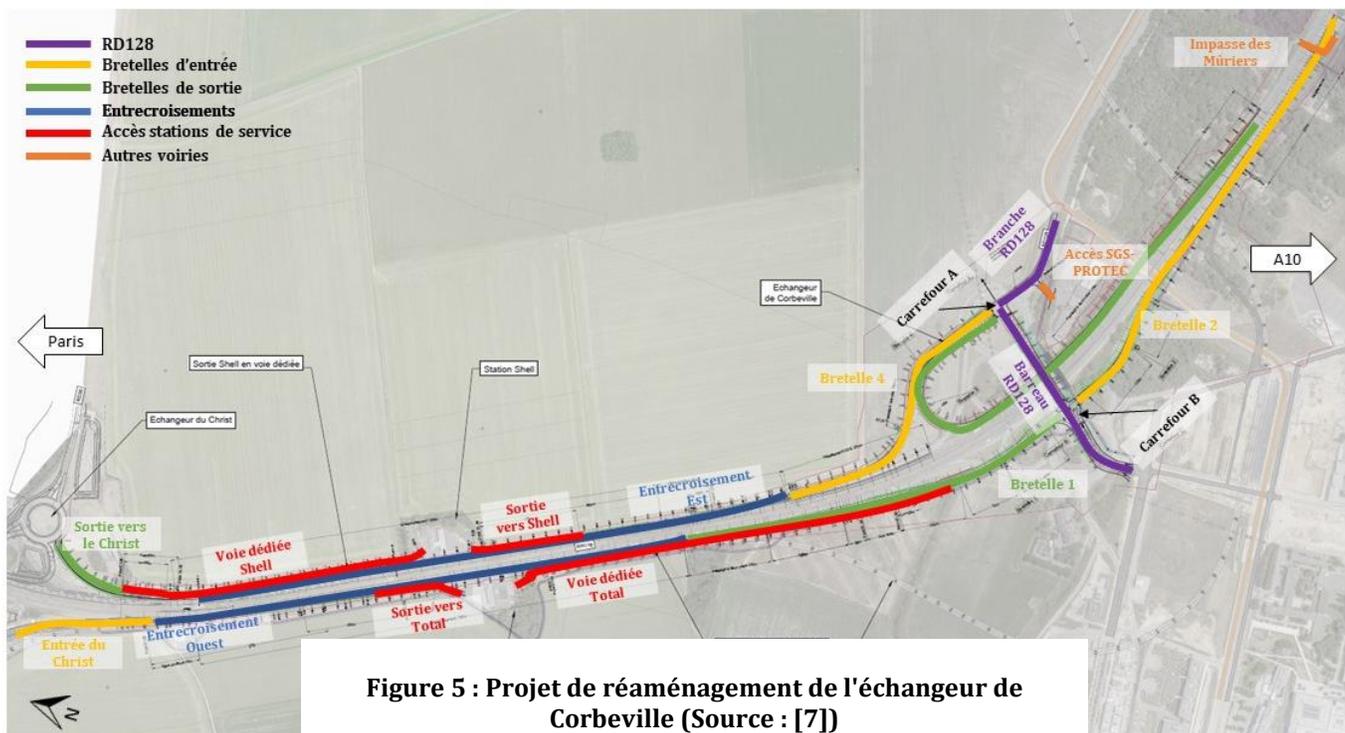


Figure 5 : Projet de réaménagement de l'échangeur de Corbeville (Source : [7])

Les objectifs du projet de réaménagement de l'échangeur de Corbeville et du franchissement de la RN118 sont les suivants :

- Garantir la fluidité du trafic à long terme, en tenant compte de l'augmentation des flux liés au développement urbain ;
- Améliorer le fonctionnement et la sécurité de l'échangeur ;
- Faciliter les liens entre les quartiers du plateau, la RN 118 et la vallée pour l'ensemble des modes de transport. De nombreux programmes urbains impactent cette aire et des stations de métro de la future L18 (ligne de métro 18 du Grand Paris) seront situées de part et d'autre de l'échangeur ;
- Améliorer son intégration urbaine et paysagère [7].

Ma contribution dans la reprise de l'avant-projet portait majoritairement sur les deux premiers objectifs. J'effectuais des vérifications de visibilité sur les nouvelles bretelles de l'échangeur et des vérifications de charge de trafic sur les voies d'entrecroisement ainsi qu'au niveau des routes convergentes et divergentes.

Par ailleurs, la zone d'étude comporte deux stations de service, Shell et Total, sur la RN118 entre les deux échangeurs de Corbeville et du Christ.

Les appuis de l'ouvrage aérien de la ligne 18 du Grand Paris sont localisés sur l'emprise actuelle de la station Total. Il a donc été prévu que cette station soit déplacée et que ses accès soient étudiés pour permettre son fonctionnement pendant et après la période de travaux de l'échangeur de Corbeville.

La localisation de la station TOTAL est indiquée par un cercle bleu sur la carte ci-après et le tracé de la future ligne 18 correspond au linéaire vert.

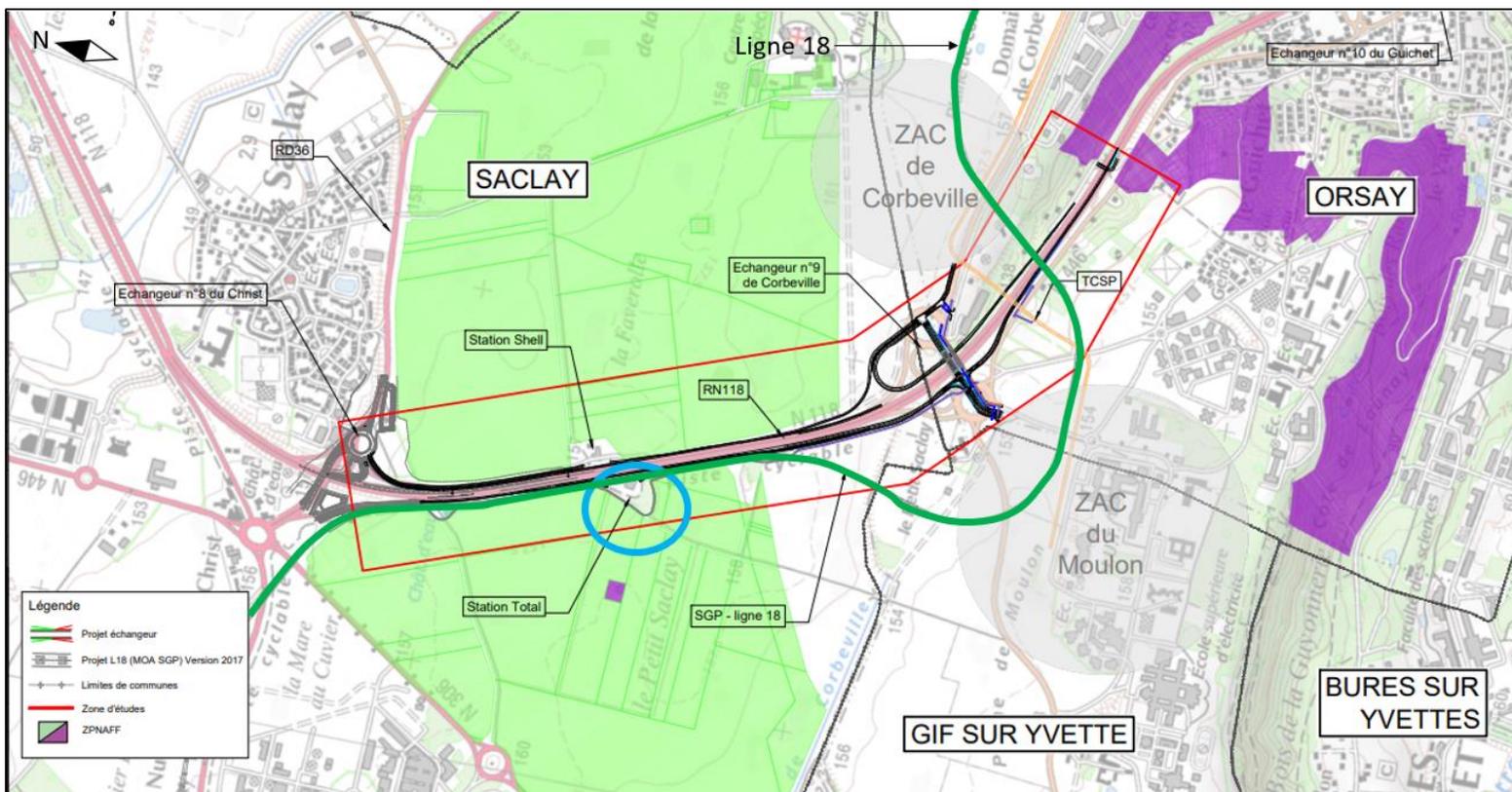


Figure 6 : Contrainte de la ligne 18 sur la station essence Total existante (Source : [7])

Une étude d'opportunité a donc été demandée par Total afin que le maintien de la station durant et à l'issue des travaux fasse l'objet d'une réflexion approfondie. La solution envisagée est de la déplacer afin qu'elle n'empiète ni sur la future ligne 18 ni sur la Zone de Protection Naturelle, Agricole et Forestière (ZPNAF), en vert sur la carte ci-dessus. Les accès à la station sont donc à repenser en fonction des contraintes imposées par la RN118 et notamment par le nouvel échangeur de Corbeville.

J'ai rédigé ce dossier d'opportunité en m'appuyant sur les éléments existants, en effectuant les vérifications de visibilité, géométrie et trafic en interaction avec les différents experts travaillant sur le projet de Corbeville. Le but de cette mission est de structurer le dossier d'opportunité autour des réponses à apporter aux questions suivantes [3] :

- quel est le besoin et comment y répondre ?
- le projet proposé apporte-t-il une réponse pertinente ?
- le projet est-il réalisable ?

Les deux missions (reprise de l'AVP et élaboration du dossier d'opportunité) ont été menées de manière indépendantes. Le client de l'étude d'opportunité est Total et ce dossier lui permettra de décider s'il souhaite maintenir ou non la station essence.

2.4.2 Sécurisation de la route nationale entre Cherbourg et Valognes

Dans un second temps j'ai été sollicitée pour participer à des études préalables sur le projet de sécurisation de la route nationale 13 (RN13) entre Cherbourg et Valognes.

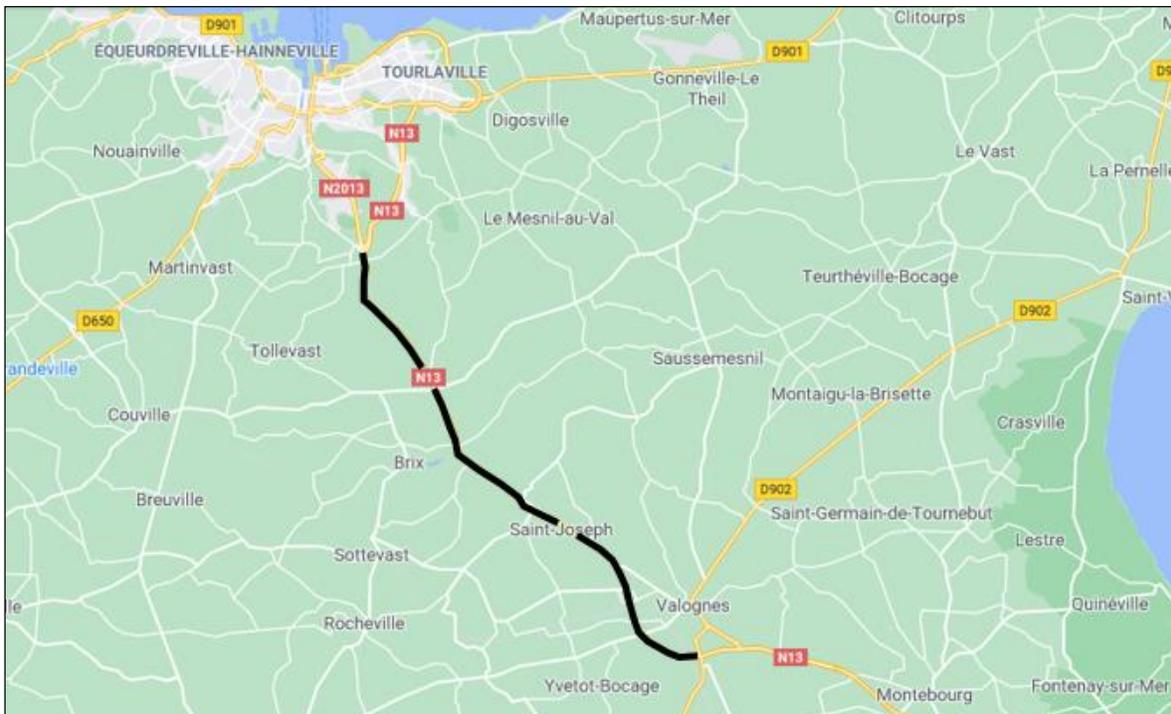


Figure 7 : Localisation du tronçon d'étude de la RN13 entre Cherbourg et Valognes (Source : Google Maps)

L'accidentologie et le sentiment d'insécurité des usagers sur la section Valognes-Cherbourg de la RN13 ont soulevé la nécessité de repenser l'aménagement de cet axe. Mon travail sur ce projet a servi à compléter les études préalables. Il a consisté à :

- Étudier la fermeture des accès riverains directs à la route nationale ainsi que des accès jugés dangereux.
- Proposer des emplacements pour les refuges et zones de croisement sur les plus petits itinéraires alternatifs permettant d'accéder à la route nationale au regard des contraintes environnementales.
- Étudier les caractéristiques géométriques et de visibilité des nouvelles bretelles et échangeurs créés dans le projet.

3 Méthodes et résultats des études routières

3.1 Réglementation et guides techniques

Les routes sont étudiées et conçues conformément aux guides techniques du Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) et anciennement du Setra (Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements).

J'ai été amenée à utiliser plusieurs de ces guides lors de ma participation aux études routières.

- Le guide de fonctionnement des accès pour évaluer la charge de trafic sur les voies d'entrecroisement, les convergents et divergents de la RN118 [5],
- Le guide des voies structurantes en agglomération à 90 et 110 km/h pour la géométrie et la visibilité de la RN118 de part et d'autre de l'échangeur de Corbeville [4],
- Le guide technique pour la visibilité de la RN118 et des bretelles l'échangeur de Corbeville [1],
- L'Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison pour les bretelles de la RN13 [2],
- Le guide d'aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales pour les giratoires de la RN13 [8],
- Le guide de traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération pour les dispositifs de fermeture des accès directs de la RN13 [9].

3.2 Vérification de la charge de trafic

Les routes existantes sont dimensionnées pour une certaine charge de trafic. Lors d'un nouvel aménagement sur ces routes la charge peut évoluer et il est donc primordial de vérifier qu'elles auront la capacité d'accueillir ces nouveaux véhicules.

3.2.1 Voie d'entrecroisement

Des voies d'entrecroisement sont prévues sur le projet de la RN118 entre le nouvel échangeur de Corbeville et l'échangeur du Christ de Saclay. Une voie d'entrecroisement relie deux bretelles, une d'entrée et une de sortie, sans interruption. Elle se caractérise notamment par sa zone de changement de voie (Zcv), qui correspond à la longueur de marquage T2-5u (marquage en pointillés), c'est-à-dire à la longueur durant laquelle les véhicules peuvent s'insérer ou sortir de cette voie.

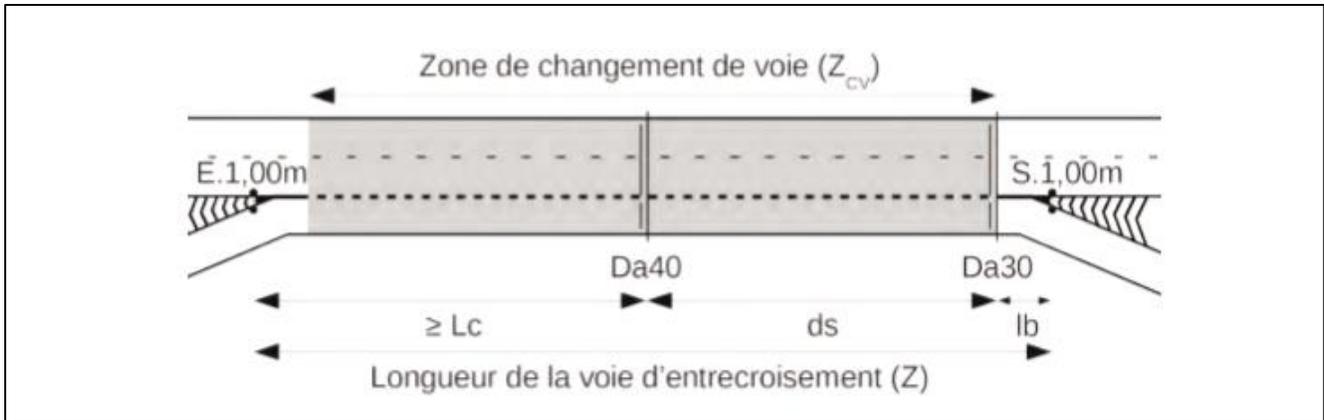


Figure 8 : Schéma de principe d'une voie d'entrecroisement
(Source : [5])

Le but lors de la création d'une telle voie est de désengorger la section courante. Il faut donc vérifier que la nouvelle voie d'entrecroisement ne va pas être saturée sans quoi cela aurait un impact sur la section courante.

Afin de savoir si la charge de trafic sur cette voie d'entrecroisement est acceptable il faut tout d'abord établir un matrice origine/destination en véhicules par heure. Nous prendrons dans cet exemple la voie d'entrecroisement allant de Saclay vers Corbeville en heure de pointe du matin à l'horizon 2030 (seule l'heure de pointe la plus contraignante a besoin d'être vérifiée).

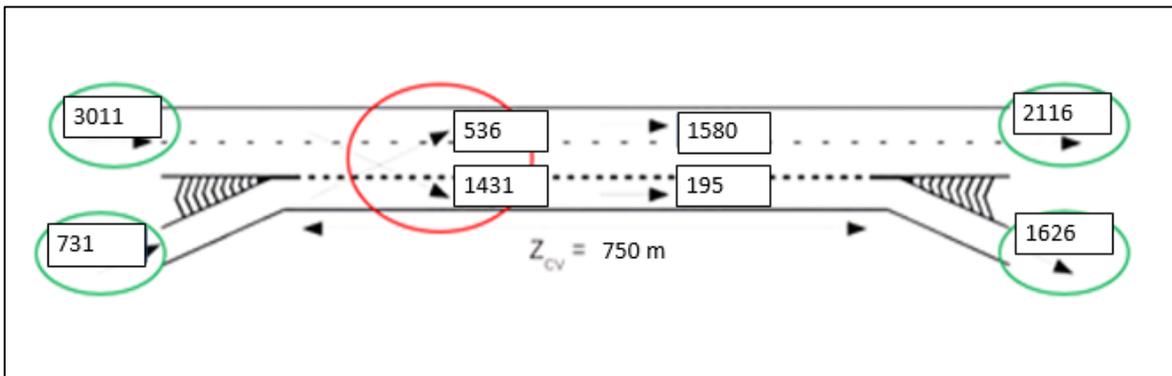


Figure 9 : Répartition des véhicules en section courante et sur l'entrecroisement
(Source : [5])

Destination Origine	Route nationale 118 (véh/h)	Bretelle de sortie (véh/h)	TOTAL (véh/h)
	Route nationale 118 (véh/h)	1580	1431
Bretelle d'entrée (véh/h)	536	195	731
TOTAL (véh/h)	2116	1626	3742

Figure 10 : Matrice origine-destination entre la section courante et l'entrecroisement

Conformément à la méthode appliquée dans le guide technique j'ai pris l'hypothèse qu'un nombre proportionnel de véhicules entrent et sortent de la voie d'entrecroisement par pas de 75m (ce pas est défini selon la vitesse pratiquée).

Cet exercice nous permet donc en sommant les véhicules entrants, sortants et restant sur la même voie, de connaître le nombre de véhicules sur chaque section de 75m de la voie d'entrecroisement et de la section courante. Cette somme qui correspond à la demande de trafic doit être inférieure à la capacité de la voie.

Vitesse pratiquée (en km/h)	30	50	70	90	110
Capacité d'une voie (en véh/h)	1550	1850	2000	2100	2150

Figure 11 : Capacité d'une voie en fonction de la vitesse pratiquée (Source : [5])

Notre voie d'entrecroisement étant circulaire à 90km/h, sa capacité est de 2100 véh/h et la section courante comprenant deux voies, sa capacité est donc de 4200 véh/h.

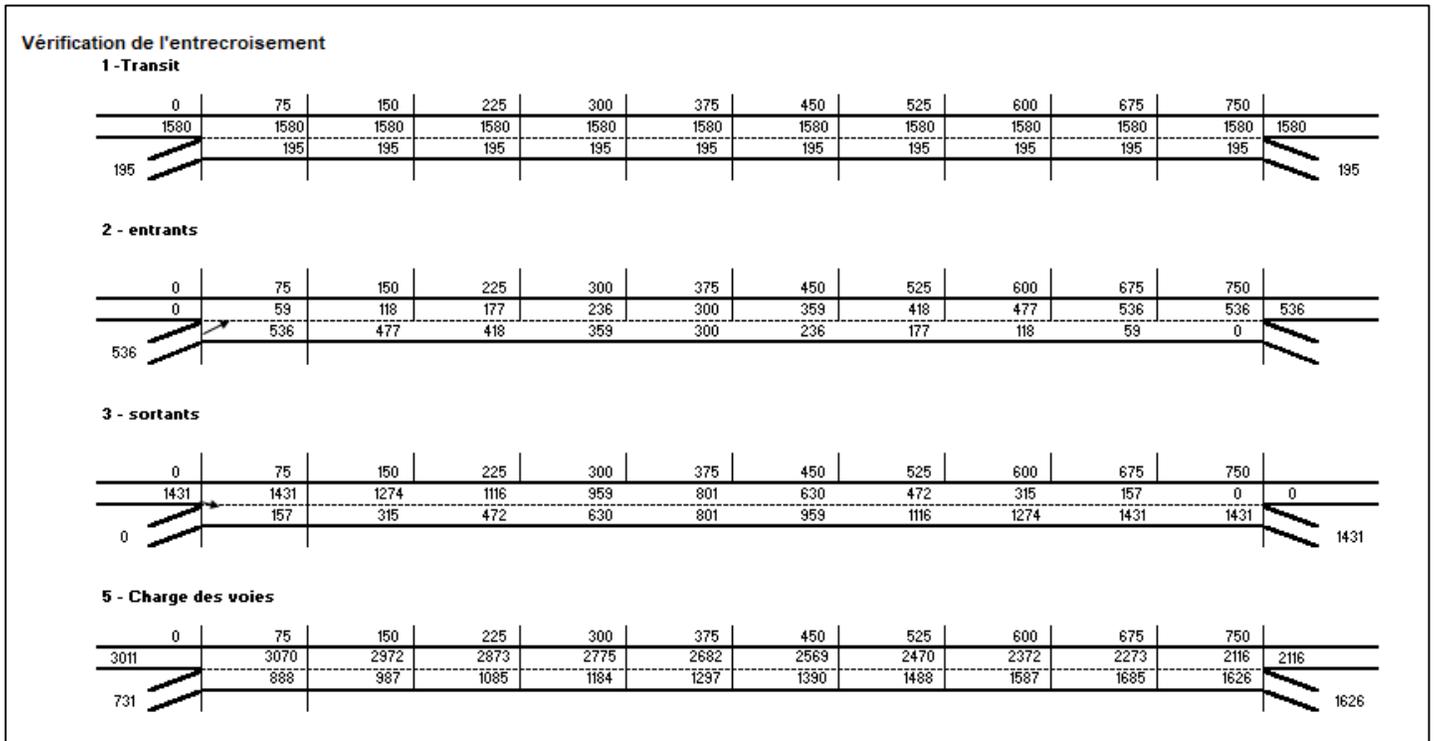


Figure 12 : Tableau de vérification de la charge de trafic en section courante et sur l'entrecroisement

La charge totale sur la section courante ne dépasse jamais les 4200 véh/h. La circulation est donc fluide sur la section courante. De même, la charge totale sur la voie d'entrecroisement ne dépasse pas les 2100 véh/h.

3.2.2 Convergents et divergents

Tout comme pour la voie d'entrecroisement il est nécessaire de vérifier que les convergents et divergents ne sont pas saturés.

On parle de convergent lorsque qu'une voie secondaire se raccorde sur une voie principale.

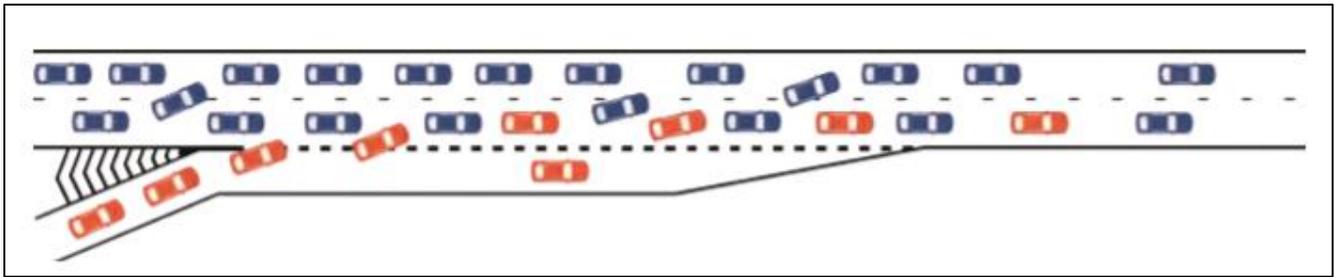


Figure 13 : Routes convergentes
(Source : [5])

Au contraire, on parle de divergent lorsque qu'une voie se scinde et donne naissance à une branche principale et une branche secondaire.

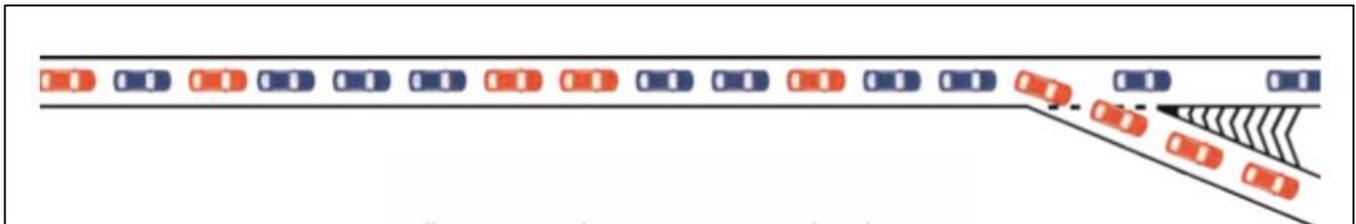


Figure 14 : Routes divergentes
(Source : [5])

Les convergents et divergents identifiés au niveau de l'échangeur de Corbeville ont été considérés comme fluides. En effet pour les convergents la somme des demandes des voies en amont étaient inférieures à la capacité de la voie en aval ; pour les divergents les demandes de débit restant et sortant sont respectivement inférieures aux capacités des branches principales et des sorties en aval du divergent.

Cependant il existe des configurations complexes où il est également nécessaire de considérer le coefficient de partage des débits à capacité (rapport du nombre de voies de chaque branche), la chute de capacité d'une voie ou encore l'hypothèse FIFO, « first in, first out », où les véhicules d'un divergent seraient à la file et passeraient les uns après les autres dans l'une ou l'autre des branches.

Ces vérifications ont été effectuées dans un premier temps sur un fichier Excel que j'ai créé en fonction des données d'entrées disponibles et du guide technique, puis à l'aide d'un fichier automatisé développé par le pôle routier de Setec International.

3.3 Vérifications de visibilité

Les vérifications de visibilité ont fait l'objet d'une grande partie de mon travail au sein du pôle routier. Elles permettent de s'assurer qu'à la vitesse autorisée sur la route étudiée les véhicules auront le temps de voir toute situation nécessitant d'être anticipée. Ces vérifications sont un véritable gage de sécurité pour les usagers de la route or les routes existantes sont souvent dérogoatoires aux règles de visibilité.

Il existe plusieurs types de vérifications :

- Visibilité sur obstacle
- Visibilité sur virage
- Visibilité en carrefour plan ordinaire
- Visibilité en carrefour giratoire
- Visibilité en carrefour à feux
- Visibilité sur une sortie (échangeur, aire)
- Visibilité sur une entrée (échangeur, aire)
- Visibilité dans une bretelle ou une branche
- Visibilité sous ouvrage
- Visibilité sur un refuge
- Visibilité sur un lit d'arrêt d'urgence
- Visibilité sur un accès de service
- Visibilité pour le dépassement (cas des routes bidirectionnelles)
- Visibilité pour une VRTC
- Visibilité sur les traversées piétonnes

Chacune de ces vérifications se fait en ayant au préalable déterminé la position de l'observateur et du point observé. La distance minimale séparant ces deux entités pour que la visibilité soit assurée dépend de la vitesse pratiquée et parfois également du niveau de performance visé ainsi que de la catégorie de la voie [4].

Les niveaux de performance permettent de s'adapter aux différences d'exigence selon l'environnement de chaque projet : « les niveaux de performance correspondent à des risques de défaillance (autrement dit des niveaux de fiabilité) sensiblement différents pour le système conçu » (2.3 - Niveaux de performance en matière de visibilité _ [1]). Il est possible de définir entre 1 et 3 niveaux de performance pour un même projet (A, B ou C).

La catégorie de la voie est associée à la vitesse à laquelle on peut circuler sur l'ensemble de la voie. Elle se classe également en trois niveaux A, B et C. La catégorie A permet de circuler à 70 km/h sur l'ensemble de la branche ou bretelle, la catégorie B à 50km/h et la catégorie C en dessous de 50 km/h.

Les projets sur lesquels j'ai travaillé ont nécessité que je vérifie la visibilité sur obstacle, la visibilité en carrefour giratoire et la visibilité sur une entrée.

3.3.1 Visibilité sur obstacle

La visibilité sur obstacle doit permettre à un véhicule de s'arrêter à temps pour éviter cet obstacle. Il s'agit la plupart du temps de véhicules à l'arrêt ou circulant à vitesse réduite (usager de modes doux, véhicule agricole, etc.).

La distance de visibilité correspond donc dans ces configurations à la distance d'arrêt.

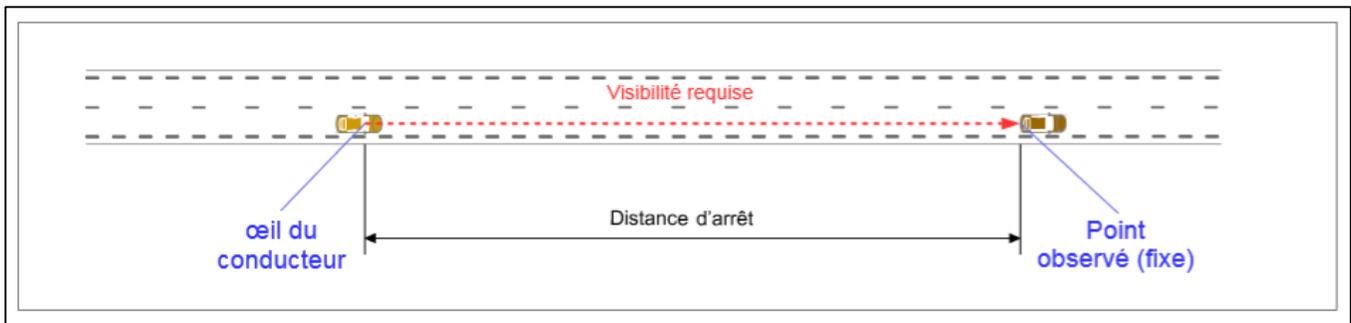


Figure 15 : Visibilité sur obstacle à la distance d'arrêt
(Source : [1])

Lors de l'étude d'opportunité pour la station essence Total, il a été nécessaire de vérifier que les véhicules qui venaient de la RN118 et voulant rejoindre la station pouvaient voir les véhicules déjà insérés sur l'entrée de la station. La contrainte dans cette vérification a été que les futures piles de la ligne 18 peuvent entraver la visibilité.

J'ai donc vérifié la visibilité dans deux configurations : le cas où le véhicules à l'arrêt se situerait avant les piles et le cas où le véhicules à l'arrêt se situerait après les piles. J'ai également effectué cette vérification pour des véhicules qui arriveraient à différentes vitesses (30 km/h, 50 km/h, 70km/h et 90 km/h).

Dans le cas du véhicule arrêté avant les piles on obtient le résultat suivant :

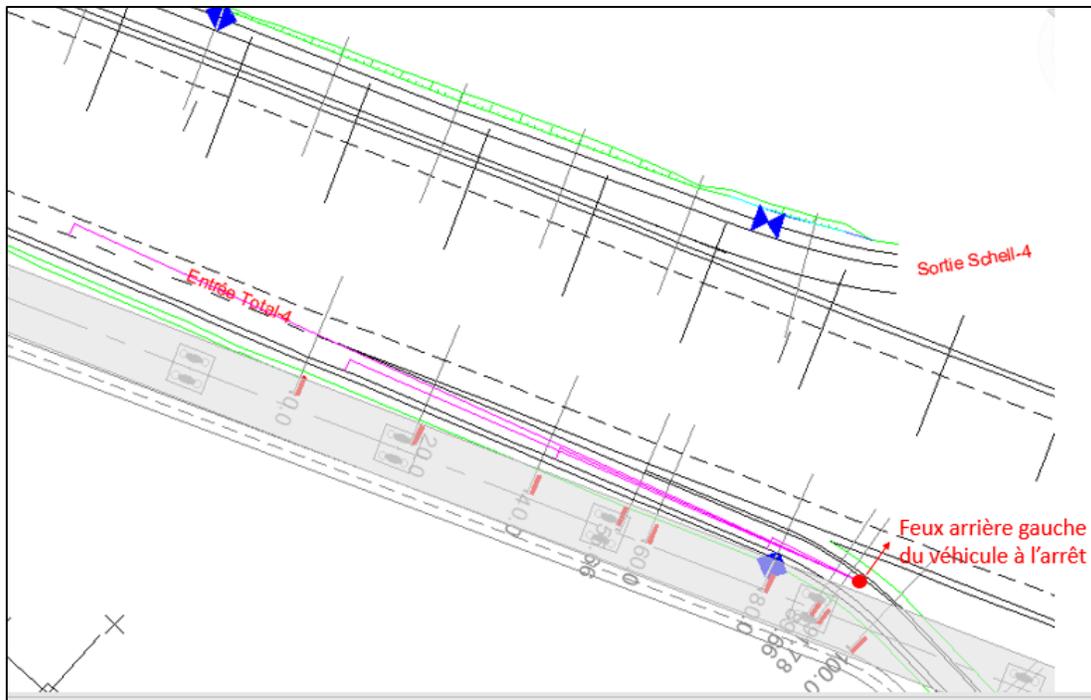


Figure 16 : Vérification de visibilité d'un véhicule arrêté avant les piles de la ligne 18

Les lignes roses correspondent aux lignes de visibilité. Quelle que soit la vitesse du véhicule arrivant de la RN118 il a le temps d'anticiper car il voit le feu arrière du véhicule à l'arrêt.

Dans le cas du véhicule arrêté après les piles on obtient le résultat suivant :

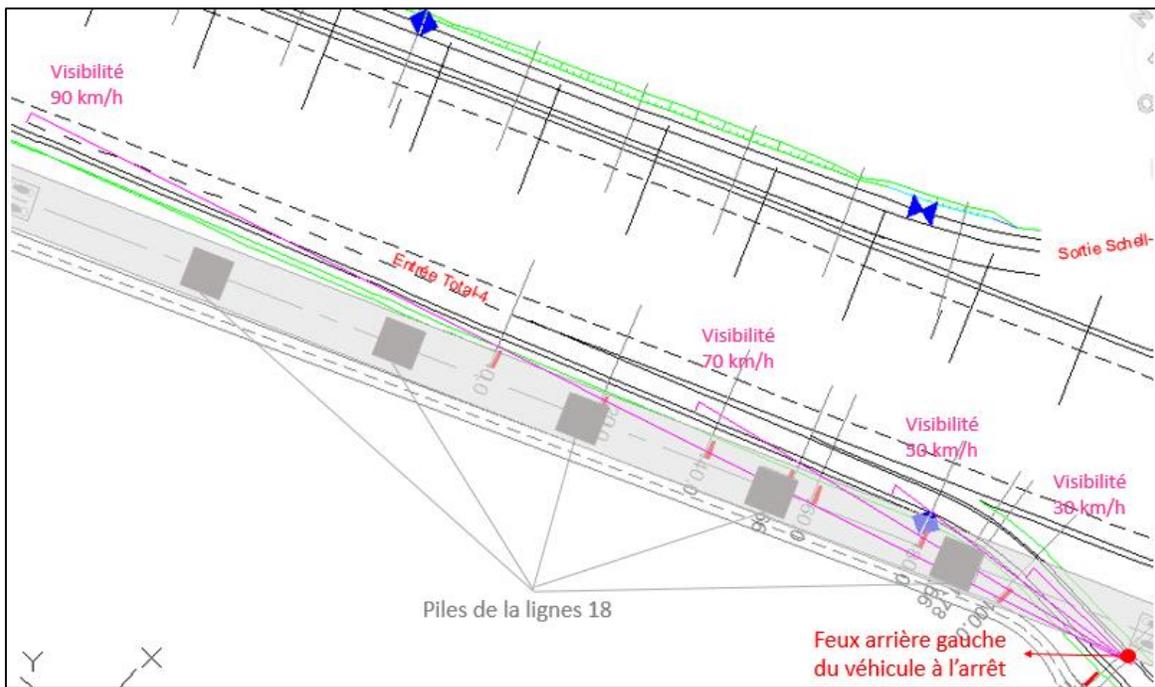


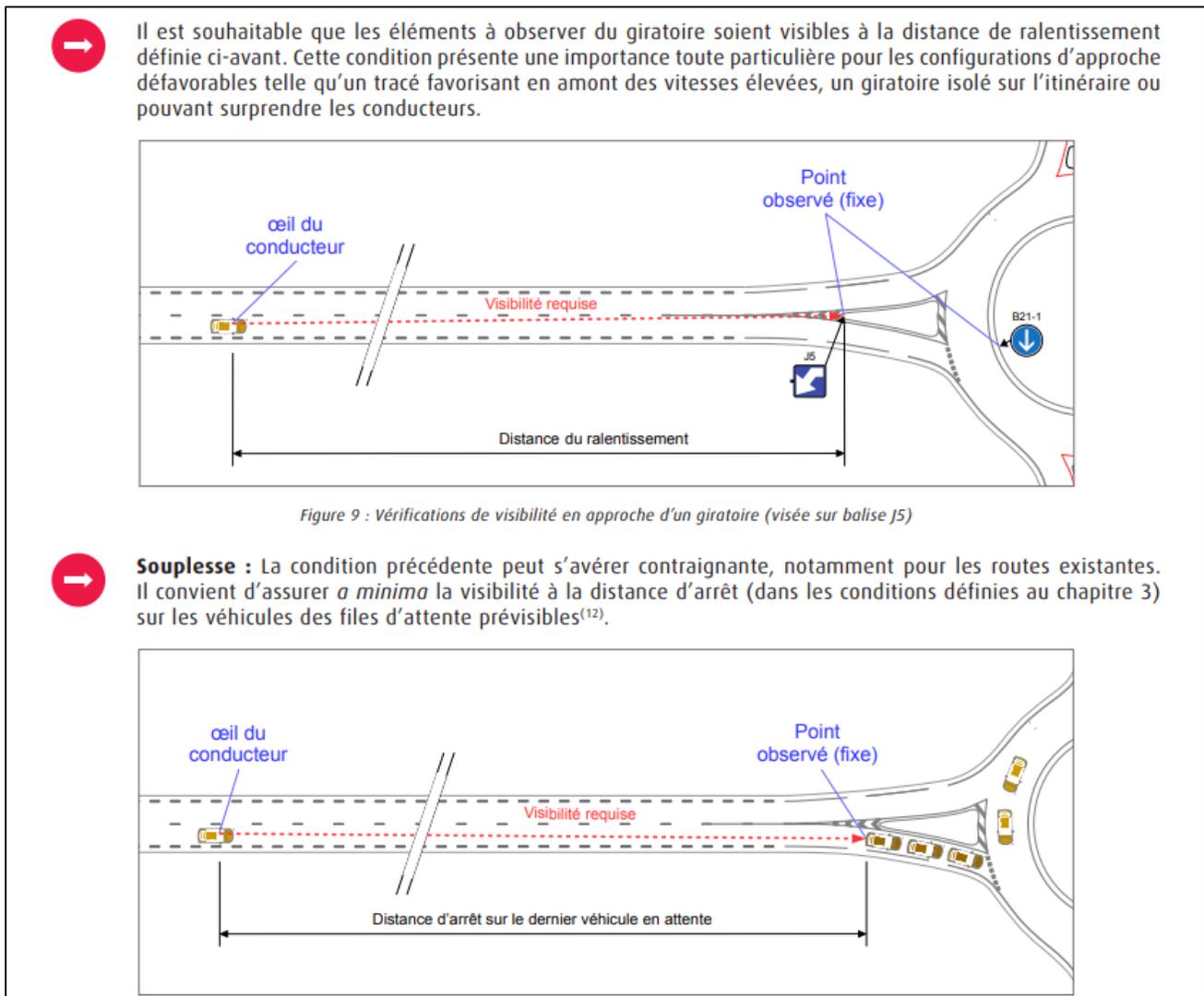
Figure 17 : Vérification de visibilité d'un véhicule arrêté après les piles de la ligne 18

Seuls les véhicules arrivant à 30km/h ou 50 km/h pourront anticiper à temps un véhicule à l'arrêt après les piles de la ligne 18. Les lignes de visibilité pour 70km/h et 90 km/h sont coupées par les piles de la ligne 18.

Une signalisation adaptée devra donc être mise en place pour empêcher les véhicules d'arriver trop vite sur l'entrée de la station Total.

3.3.2 Visibilité en carrefour giratoire

Dans un premier temps il est nécessaire de vérifier qu'un utilisateur arrivant en amont du giratoire puisse l'anticiper ainsi que les véhicules qui y circulent où y sont arrêtés avant insertion.

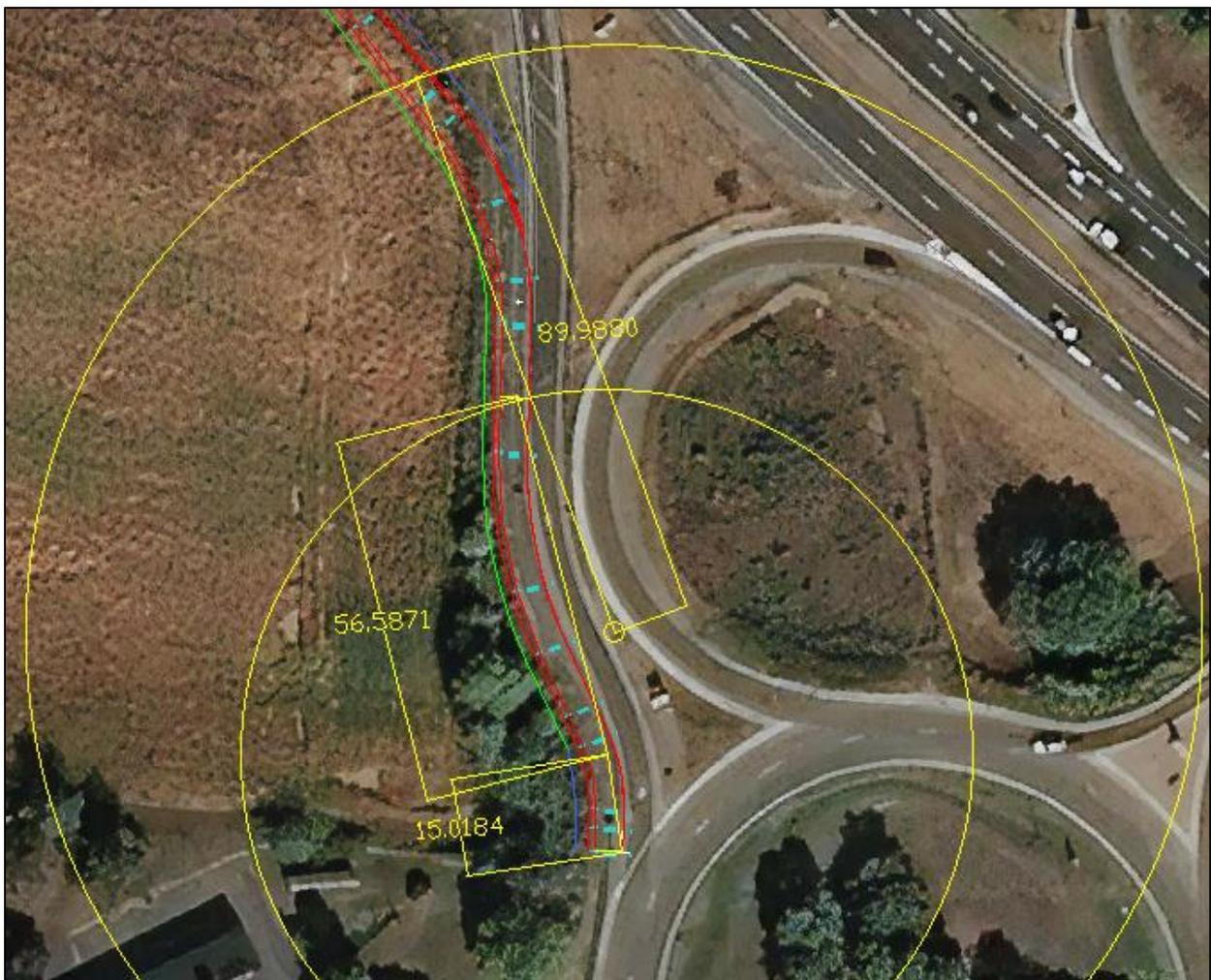


J'ai eu à vérifier ce cas de figure dans le cadre de l'étude d'opportunité des accès à la station essence Total. Lors des travaux et de façon provisoire il a été prévu que la station Total se raccorde directement au carrefour giratoire de l'échangeur.

La distance de ralentissement et la distance d'arrêt sont prises pour une vitesse de 50 km/h :

- d_r (50 km/h) = 90 m
- d_a (50 km/h) = 56 m (valeur pour un niveau de performance A et une bretelle de catégorie C).

La vérification faite à partir du tracé Autocad et de la carte géo-référencée aboutie au résultat suivant.



La visibilité en approche du giratoire est bien respectée. Les 15m correspondent à trois véhicules légers en attente d'insertion sur le giratoire. Aucun obstacle n'entrave les 90m de visibilité de distance de ralentissement et les 56m de visibilité de distance d'arrêt.

La visibilité de franchissement du giratoire est ensuite vérifiée.

Conditions de vérification

👁️ **Point d'observation :** C'est l'œil d'un conducteur de véhicule léger, positionné à une hauteur de 1,10 m du sol, à 2 m de l'axe central de sa voie, et entre 4 et 15 m de la chaussée annulaire.

👁️ **Point observé :** Il s'agit d'un véhicule prioritaire circulant sur la chaussée annulaire, ou provenant d'une éventuelle entrée au niveau du quart gauche de la chaussée annulaire, observé à une hauteur de 0,70 m. La condition relative au franchissement du giratoire se traduit au niveau de la conception par le dégagement de zones de visibilité (de forme trapézoïdale), telles que définies Figure 11, à l'intérieur desquelles il ne faut pas d'obstacle à la vue.

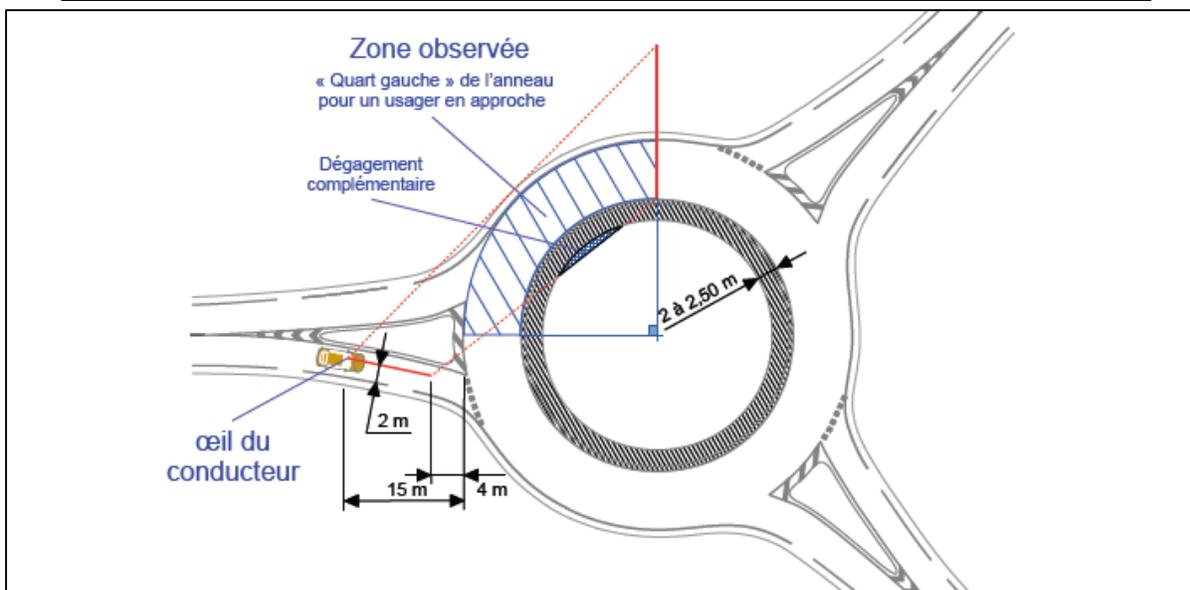


Figure 19 : Visibilité pour le franchissement du carrefour giratoire
(Source : [1])



Ici encore, aucun obstacle n'entrave la visibilité du carrefour giratoire.

3.3.3 Visibilité sur une entrée

Durant la reprise de l'avant-projet de l'échangeur de Corbeville j'ai effectué les vérifications de visibilité pour les bretelles d'entrée. En effet, les véhicules circulant sur la RN118 doivent être en capacité de voir les véhicules sur le point de s'insérer.

La disposition suivante doit être vérifiée.

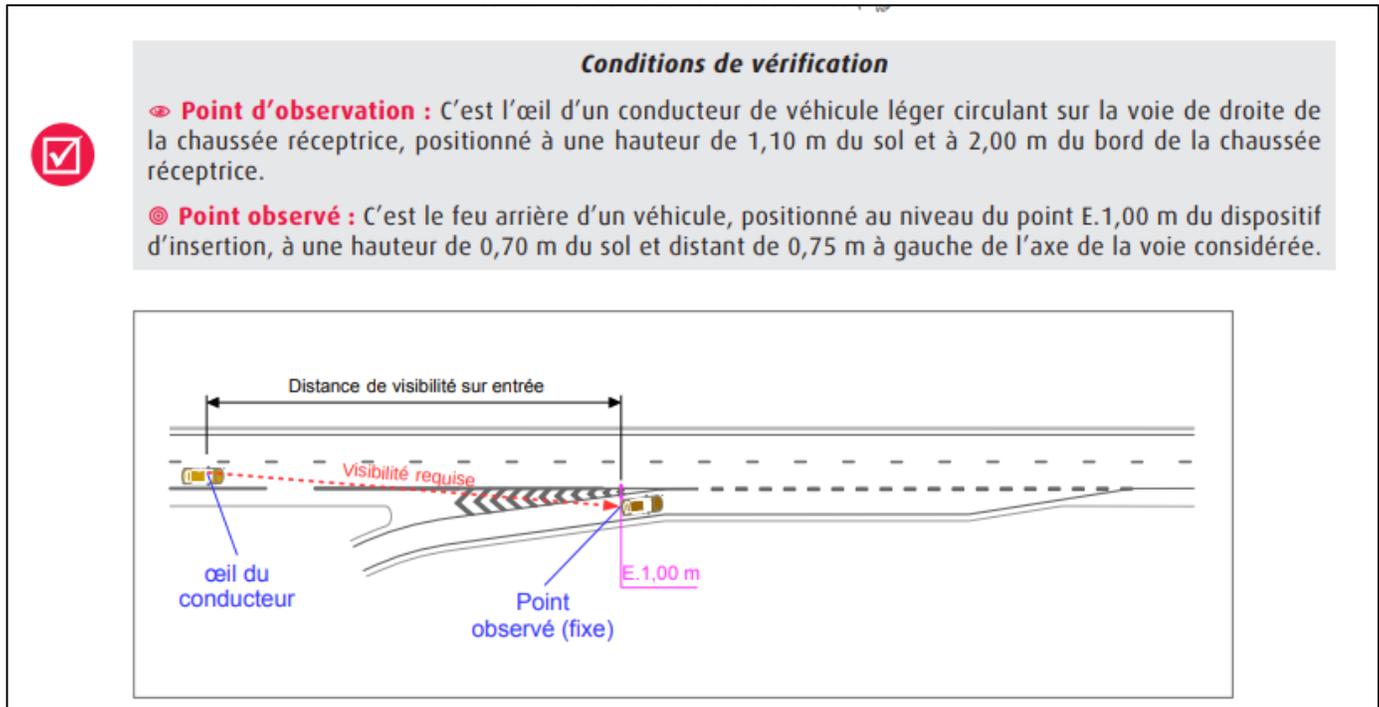


Figure 20 : Visibilité sur entrée
(Source : [1])

Cette règle s'applique également pour les entrées sur des voies secondaires. Par exemple, la sortie de la station Total se raccorde à une bretelle de l'échangeur circulée à 50 km/h. Pour un niveau de performance A il faut compter une distance de visibilité sur entrée, dve, égale à 30m.



Figure 21 : Vérification de la visibilité sur entrée

Les 30m de visibilité sont bien respectés, cette insertion ne constitue pas de danger.

3.4 Fermeture des accès à une route nationale

Les routes existantes n'offrent pas toujours une géométrie optimale et plus particulièrement au niveau des intersections avec des accès riverains ou des routes secondaires. Le projet de sécurisation de la RN13 entre Cherbourg et Valognes a, par exemple, nécessité de réfléchir à la fermeture d'accès jugés dangereux.

Ces accès sont pour beaucoup des entrées directes sur des propriétés privées. L'absence de dispositif de retenue à ces endroits et le contraste de vitesse entre les véhicules circulant sur la route nationale et les habitants de ces maisons peuvent mener à des situations dramatiques. C'est pour cela que des itinéraires alternatifs ont été étudiés pour relier les habitations à la RN13 de façon à ce que ces accès directs soient définitivement fermés.

Il existe également des configurations où une route perpendiculaire à la RN13 ne permet pas une visibilité conforme et a une géométrie accidentelle. Dans ces configurations la fermeture des accès à la RN13 depuis ces routes est aussi à l'étude.

Une fois ces emplacements identifiés, mon travail a été de choisir une solution adaptée à chaque situation.

La solution la moins coûteuse et la plus facile à mettre en œuvre est le prolongement des glissières métalliques de sécurité existantes. Le guide de traitement des obstacles latéraux, du Setra, préconise de raccorder deux glissières dès lors qu'elles sont espacées de moins de 150m [9]. Ce fut le cas pour la fermeture de l'accès à un ancien restaurant et une entreprise de vente de voitures se situant en bordure de la RN13.

Les glissières existantes (représentées en rouge) étaient séparées de 109m. La solution dans ce cas de figure est de prolonger l'aménagement dans la continuité de l'existant.



Figure 22 : Fermeture d'accès par raccordement de glissières

Lorsqu'aucune glissière n'est déjà installée à proximité de l'accès à fermer la solution privilégiée à proposer au client est de le dés-imperméabiliser et de rétablir un fossé reliant les fossés existants. Ce cas de figure a été assez fréquent pour notre projet. Dans le cas où le

client retient effectivement cette solution, l'étude devra être menée avec les hydrauliciens pour prévoir les impacts de cet aménagement sur le réseau d'assainissement.

Ci-dessous un exemple de configuration où la création d'un fossé est envisagée.



Figure 23 : Situation propice à un raccordement de fossés existants
(Source : Google Maps)

Dans la grande majorité les fermetures d'accès se sont résumées aux deux solutions exposées précédemment. Cependant il a parfois fallu combiner ces solutions ou bien trouver des alternatives à l'aide de signalisation horizontale et verticale.

3.5 Zones de croisement

Au-delà des vérifications géométriques ou de visibilité pour les routes créées dans les projets routiers il est important d'anticiper l'impact que les nouveaux aménagements vont engendrer sur les routes voisines.

Dans le projet de réaménagement de la RN13 entre Cherbourg et Valognes les véhicules sont souvent redirigés vers des itinéraires alternatifs qui permettent d'accéder à des échangeurs ou croisements sécurisés pour communiquer avec la route nationale [2]. Ces routes sont assez étroites et accueillent aujourd'hui un nombre de véhicules bien inférieur au trafic projeté après le projet de sécurisation. Afin qu'à terme les véhicules circulent sereinement il a été nécessaire de prévoir des zones de croisement.

Ces zones peuvent prendre la forme de sur-largeurs enherbées ou de refuges. Dans le cas où un refuge est envisagé il doit être vérifié que la zone de croisement ne se situe pas sur une zone humide.

Des cartes ont été établies par les environnementalistes du projet afin de répertorier ces zones humides et de les classer par niveau d'enjeu.

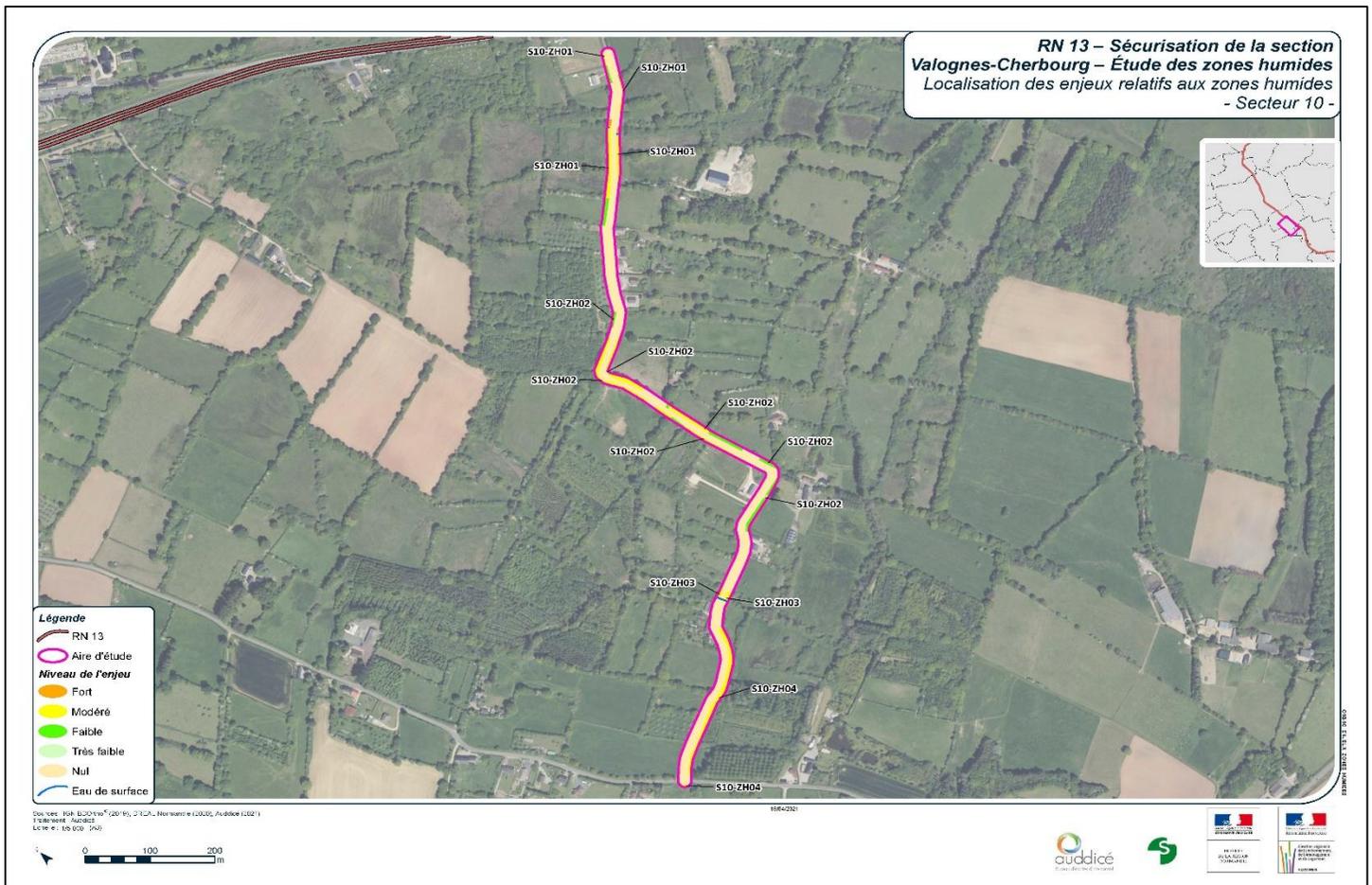


Figure 24 : Identification des zones humides

L'objectif est de ne pas impacter ces zones, cependant il peut être toléré d'empiéter sur une zone à enjeu faible si aucune autre disposition n'est possible. De plus les zones de croisement doivent idéalement être espacées de 200m à 300m [8] bien qu'il y ait fréquemment des dérogations à cette règle compte tenu des spécificités de chaque itinéraire et des contraintes environnementales.

Au stade des études préalables les propositions d'implantation des zones de croisement prendront la forme de schémas tels que le suivant.

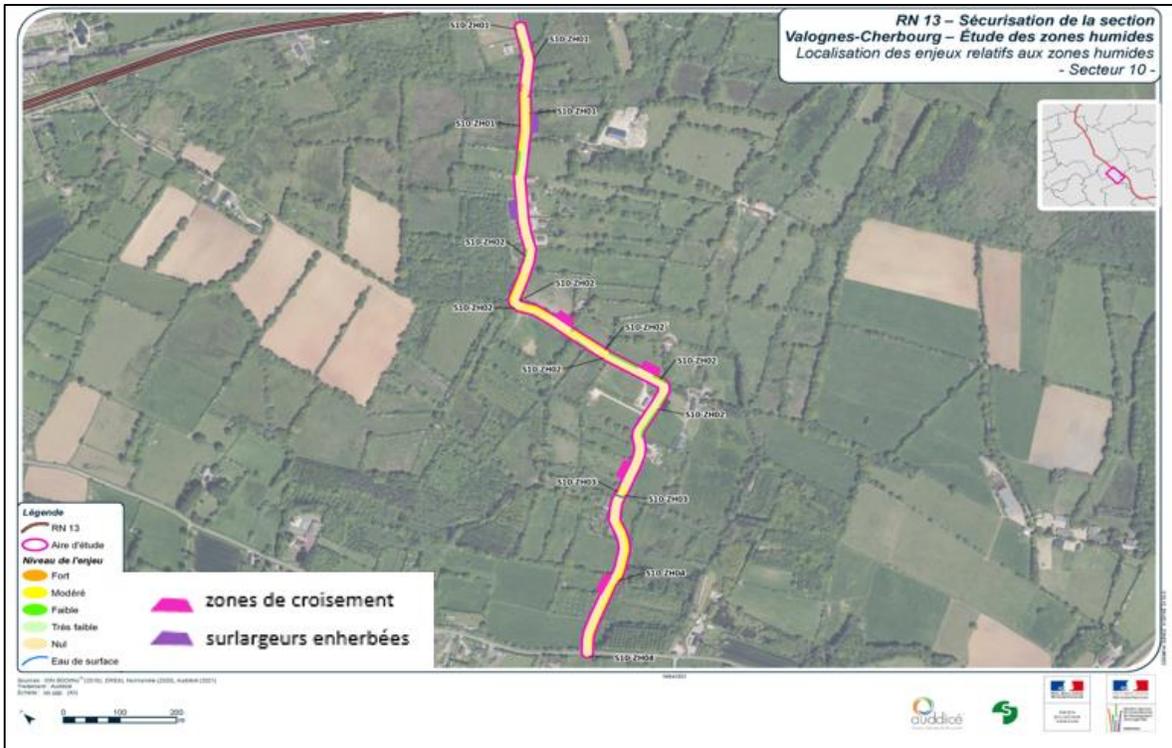


Figure 25 : Implantation des zones de croisement

L'emprise classique des refuges respecte les dimensions suivantes.

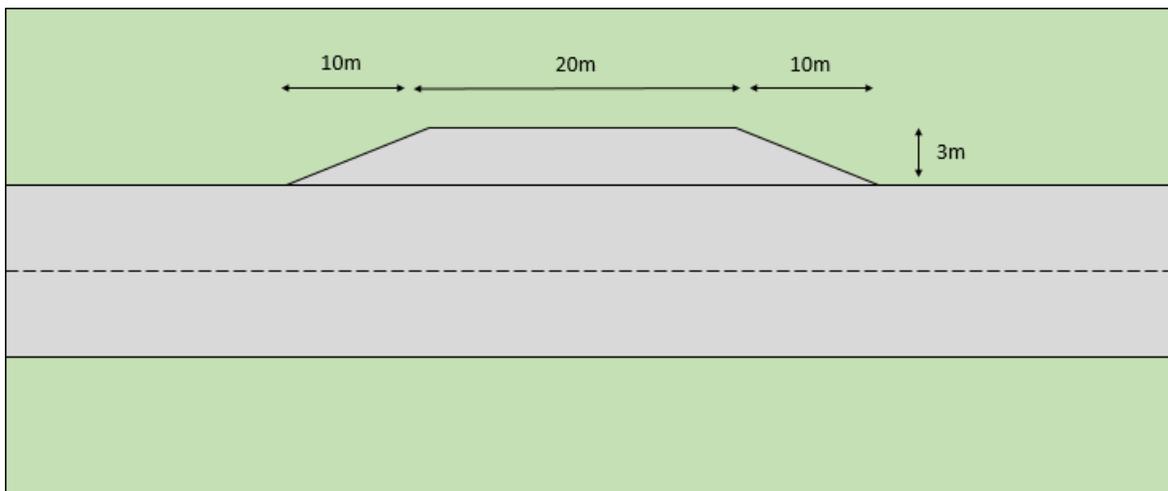


Figure 26 : Schéma type d'un refuge routier

Les dimensions des zones enherbées dépendent quant à elles de l'espace disponible sur le terrain.

Une fois les emplacements validés par le client un dessin Autocad à l'échelle pourra être réalisé.

4 Pistes d'amélioration et perspectives d'évolution

4.1 Création d'outils automatisés

Les vérifications de visibilité et de charge de trafic détaillées dans le chapitre précédent ont été faites au cas par cas en suivant les processus énoncés dans les guides techniques. Ces procédés prennent un temps de réalisation non négligeable et dans le cas de projets de grande ampleur il serait bénéfique de se servir d'outils automatisés.

Un outil a été développé par le pôle routier pour les vérifications de charge de trafic. Il permet notamment de réaliser les vérifications pour l'entrecroisement, les convergents et les divergents. Cet outil est récent ; il a été effectif à partir du mois de mai 2021.

Les données d'entrée demandées pour la vérification de la charge sur entrecroisement sont le nombre de voie en section courante et les différents trafics connus aux points stratégiques d'entrée et de sortie.

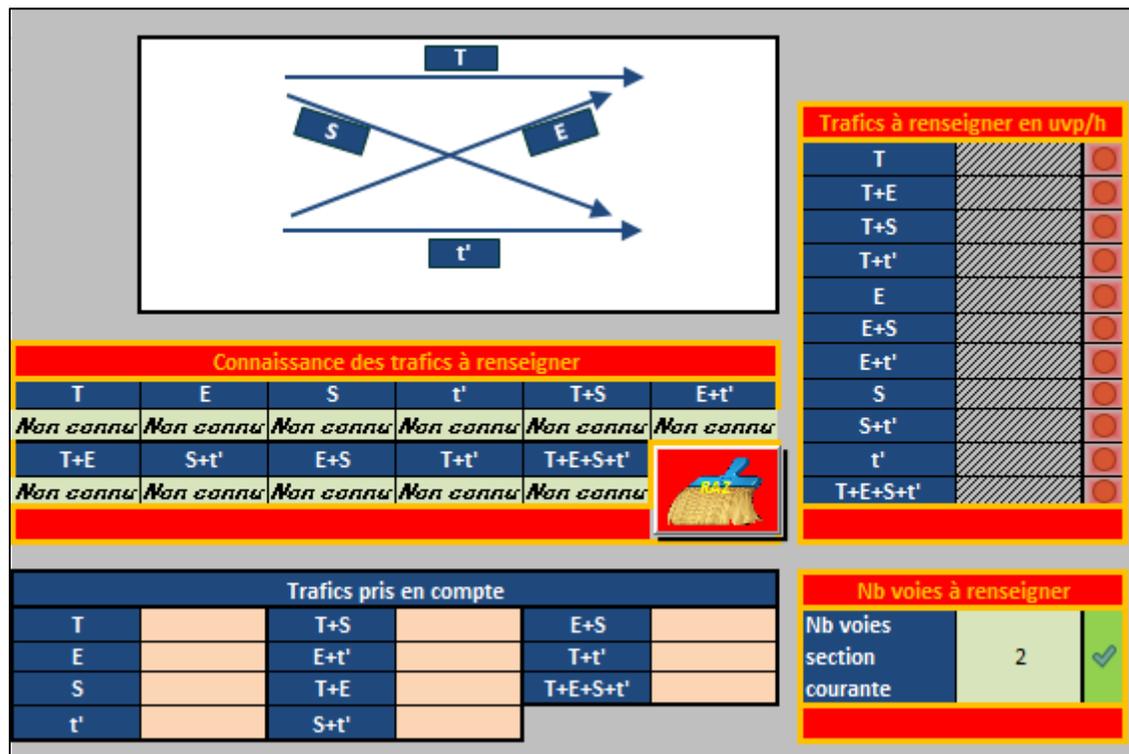


Figure 27 : Outils de calcul de la charge de trafic pour les entrecroisements

Cependant l'outil est configuré pour des longueurs de voie d'entrecroisement prédéfinies et non modifiables : 250m, 375m, 500m, 625m et 750m. Il s'agit des longueurs de référence des voies d'entrecroisement dans les guides techniques. En réalité la complexité des projets aboutit souvent à des longueurs de voies différentes de celles précédemment listées. L'outil ne donne donc pas toujours un résultat exact pour le projet. Il reste néanmoins efficace car il

permet de vérifier la charge pour toutes les longueurs référencées ; or si une voie d'entrecroisement d'une longueur inférieure à celle du projet n'est pas saturée, celle que l'on souhaite étudier ne sera pas saturée non plus. Il est très rare de trouver des voies d'entrecroisement inférieures à 250m. Il faudrait néanmoins faire l'étude « à la main » pour ces voies si ce cas de figure se présentait. L'outil est donc efficace dès lors que les trafics d'entrée et de sortie sont connus.

La difficulté réside dans la conversion des trafics lorsque ces derniers ne sont pas donnés directement en véhicules par heure. J'ai été confronté à ce cas de figure avec les données que nous avons récupéré du bureau d'étude de mobilité. Les trafics nous ont été envoyé en unité de véhicule particulier : uvp. Un véhicule léger ou camionnette correspond à 1 uvp, un poids lourd à 2 uvp, un cycle à 0,3 uvp, etc. Il fallait donc connaître le pourcentage de poids lourds circulants sur chacune des voies. Il se trouve que ce pourcentage diffère entre la voie d'entrecroisement et la section courante. Le bureau d'études en mobilité nous a informé que 5% des véhicules arrivant des bretelles sur la voie d'entrecroisement étaient des poids lourds contre 14% ou 16% en section courante selon le sens de circulation (de Paris vers Corbeville ou inversement).

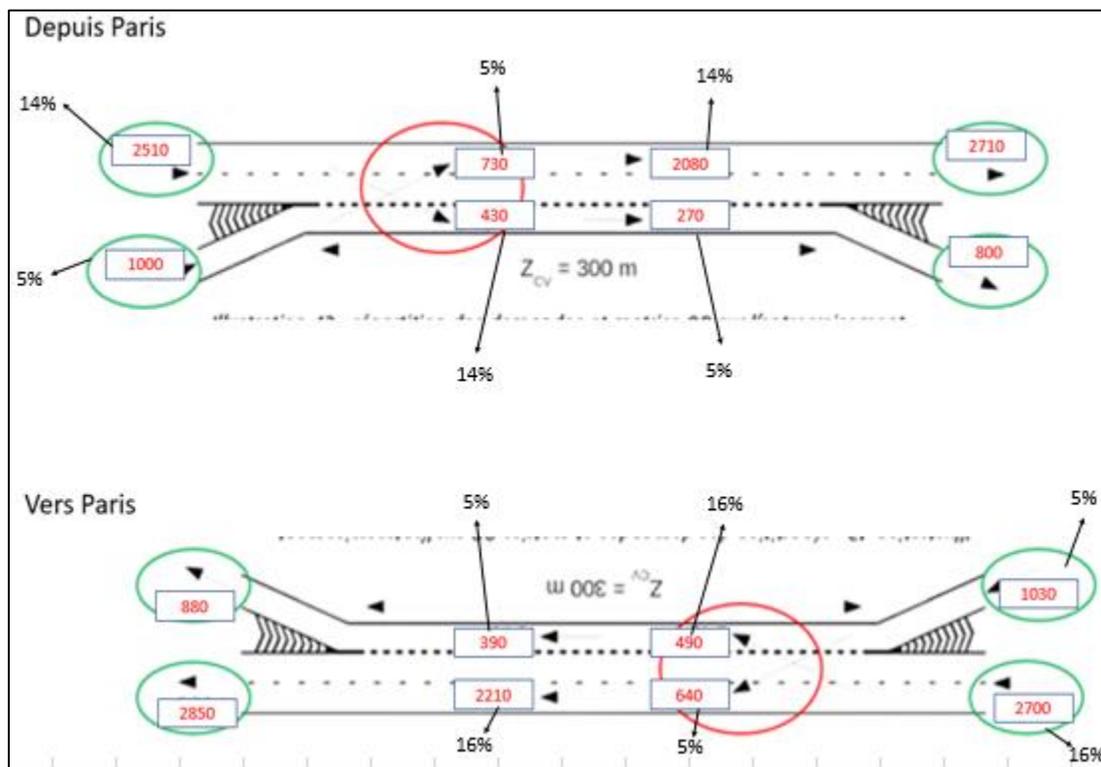


Figure 28 : Principe d'application des pourcentages "poids lourds"

Le calcul pour convertir le trafic des uvp en veh/h étaient donc le suivant :

$$T*(1 - Tpl) + T*Tpl/2$$

Avec

T : Trafic en uvp

Tpl : Taux de poids lourds en %

Ces conversions ont dû être appliquées pour les heures de pointe du matin et du soir dans les deux sens de circulation et à horizon 2026 et 2030 ce qui représente un nombre conséquent d'opérations à réaliser. L'utilisation d'un tableur réduit le temps passé sur cette tâche mais il reste néanmoins contraignant. Une fois les trafics en véh/h obtenus il reste à les rentrer dans l'outil automatique pour lancer la vérification.

Il serait intéressant d'ajouter une fonctionnalité dans l'outil automatique du pôle routier pour faciliter ces conversions et gagner du temps. Les données de trafic permettant également aux géotechniciens de dimensionner la chaussée une automatisation des conversions permettrait de réduire la marge d'erreur sur un résultat impactant plusieurs domaines d'étude.

4.2 Durabilité des aménagements

Les enjeux environnementaux représentent aujourd'hui une part essentielle dans la conception d'un projet. Or, en complément des dispositions prises par les environmentalistes pour assurer des continuités par des corridors pour la faune et la flore, maintenir les zones humides, etc., il serait judicieux d'intégrer la notion de durabilité aux comme facteur déterminant lors des choix d'aménagement effectués par le pôle routier.

Lors de la réflexion sur les fermetures d'accès de la RN13 la solution la plus rapide et la moins coûteuse à mettre en place était d'implanter une glissière métallique à la perpendiculaire de l'accès condamné. Cependant cette solution laisse, à l'arrière de la glissière, une emprise très souvent imperméabilisée inutilisée. La gestion des eaux pluviales est assurée par un dispositif de traversée de type buse dans ce genre de configuration. La solution de création d'un fossé et de dés-imperméabilisation de la chaussée devrait également être envisagée dans ces cas de figure comme cela est fait lorsque qu'il n'y a pas de glissière à proximité de la fermeture.

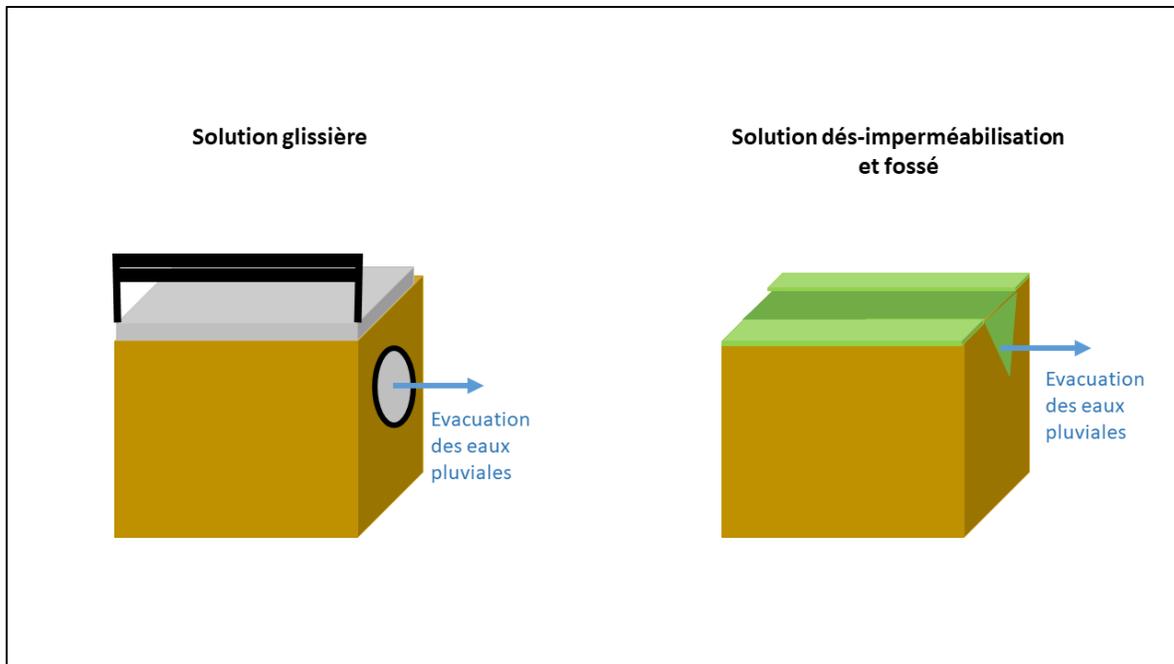


Figure 29 : Solutions de fermeture d'accès

Les récentes inondations nous ont montré que le réseau d'assainissement peut très rapidement se trouver saturé et que, lorsqu'une dés-imperméabilisation est possible, il est judicieux de faire ce choix. Le coût d'investissement est en effet plus élevé mais la durabilité et la fiabilité de l'aménagement peuvent amortir ce coût à long terme.

Conclusion

Le réaménagement d'un axe routier ou d'une infrastructure routière localisée nécessite de se conformer à une réglementation spécifique. Celle-ci n'était souvent pas applicable à l'époque de la construction de ces routes ce qui conduit parfois à des configurations dérogatoires au sens des nouveaux guides de conception. L'enjeu premier est donc de réussir à moderniser et mettre en conformité ces routes en optimisant les aménagements existants lorsque cela est possible et en créant de nouvelles infrastructures le cas échéant.

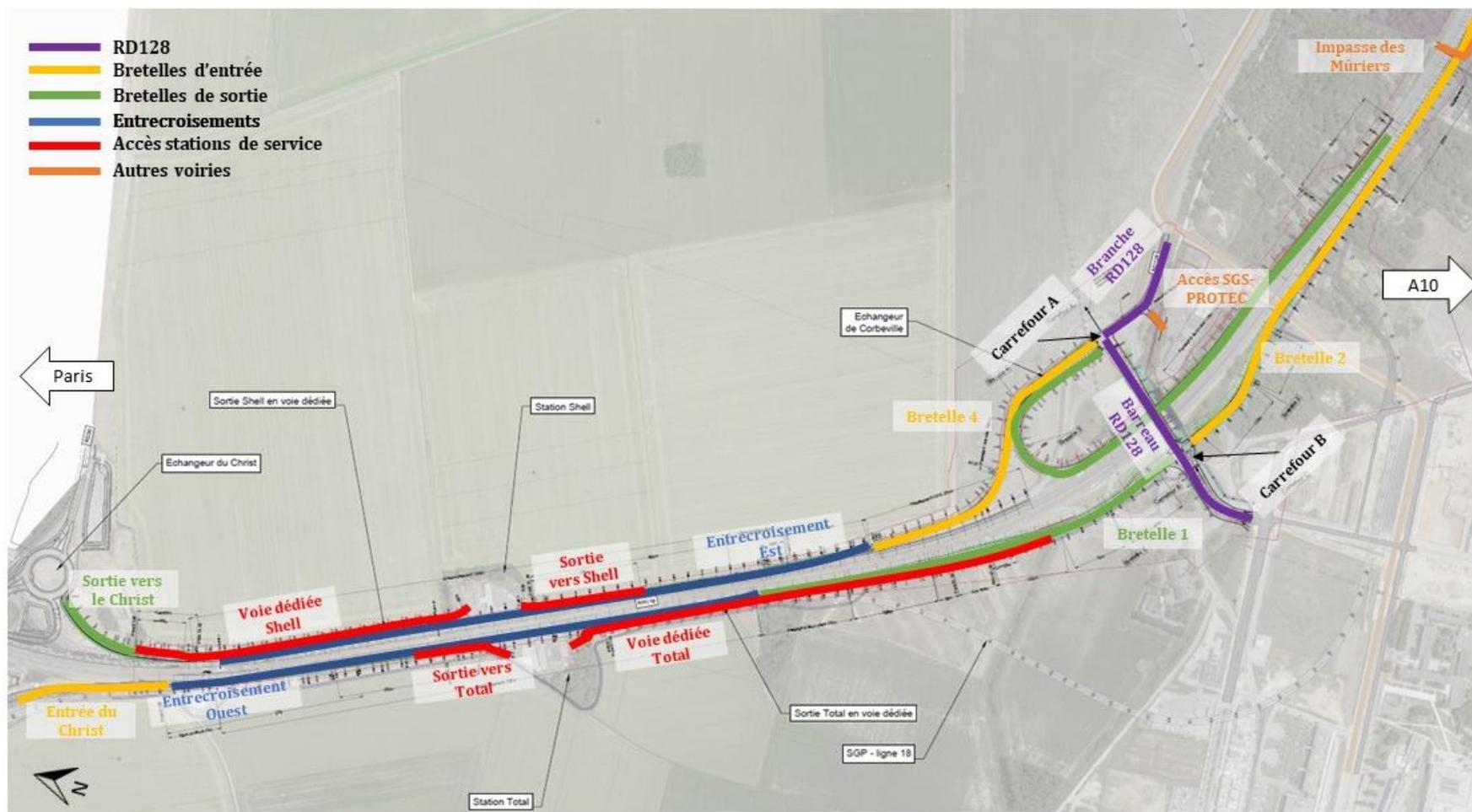
J'ai pu constater que les contraintes de visibilité et géométriques peuvent être un véritable frein pour la réalisation d'un projet. J'ai donc porté une attention particulière à ces vérifications. D'autre part, la collaboration entre les experts routiers et les hydrauliciens, les géotechniciens et les environnementalistes m'a semblé être un facteur crucial pour avoir une vision d'ensemble dès le démarrage du projet routier. Les conclusions qui peuvent résulter de ces échanges permettent de proposer des solutions pertinentes et durables.

Alors que la demande en agglomération s'oriente chaque jour d'avantage vers une mobilité décarbonée ou à moindre impact carbone, les axes routiers continuent d'être réaménagés pour répondre à certains besoins spécifiques d'utilisation de la voiture ou des poids lourds. Le risque en élargissant et facilitant la circulation de ces véhicules est de ne pas seulement répondre à un besoin mais de créer une nouvelle demande. Ce point devra faire l'objet d'une attention particulière à l'heure de la transition écologique.

Bibliographie

- [1] Cerema. *Conception des routes et autoroutes Révision des règles sur la visibilité et sur les rayons*, octobre 2018. 56p. Disponible sur <www.cerema.fr>.
- [2] Cerema, *ICTAAL - Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison*, mai 2015. 60p. Disponible sur <www.cerema.fr>.
- [3] Cerema. *Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national*, 06/02/15. 260p. Disponible sur <www.cerema.fr>.
- [4] Cerema. *Voies structurantes d'agglomération, Conception des voies à 90 et 110 km/h*, 2013. 82p. Disponible sur <www.cerema.fr>.
- [5] Cerema. *Voies structurantes d'agglomération. Fonctionnement des accès*, 2019. 132p. Disponible sur <www.cerema.fr>.
- [6] Ministère de la transition écologique. *Acteurs de la route en France*, 16/06/2021. Disponible sur <<https://www.ecologie.gouv.fr/acteurs-route-en-france>>.
- [7] Setec International. *Avant-Projet « Echangeur de Corbeville et franchissement RN118 », indice A*, 15/12/2020. 190p. Document non publié et confidentiel.
- [8] Setra. *Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales – Carrefours Plans*, 1999. 138p. Disponible sur <www.cerema.fr>.
- [9] Setra. *Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération*, 2002. 136p. Disponible sur <www.cerema.fr>.

Annexe A < Projet d'aménagement de l'échangeur de Corbeville >



Annexe B <Vérifications de visibilité des obstacles de type dispositif de retenue >

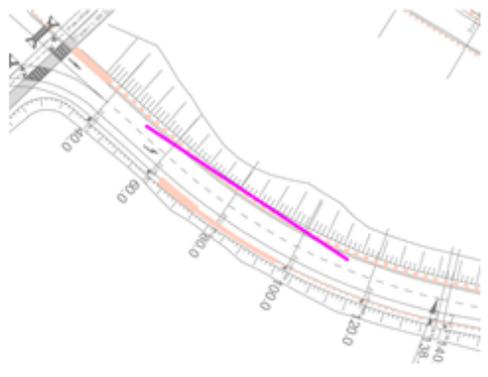
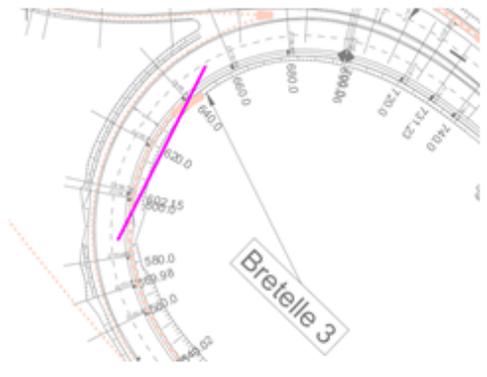
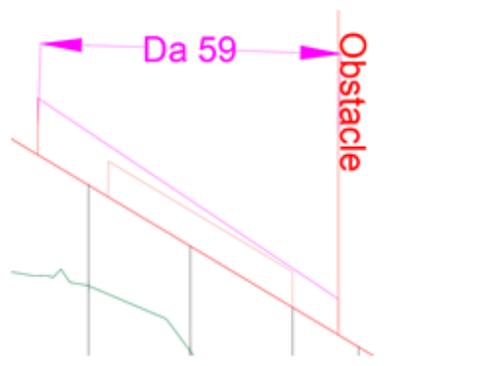
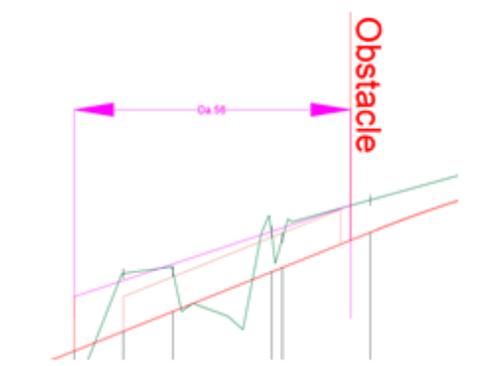
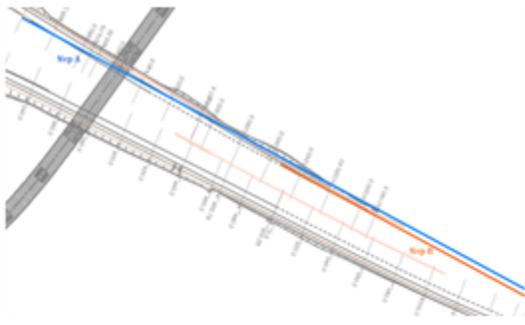
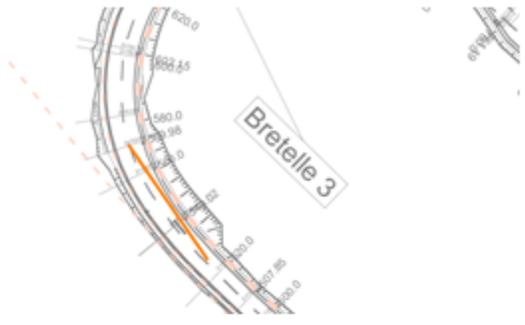
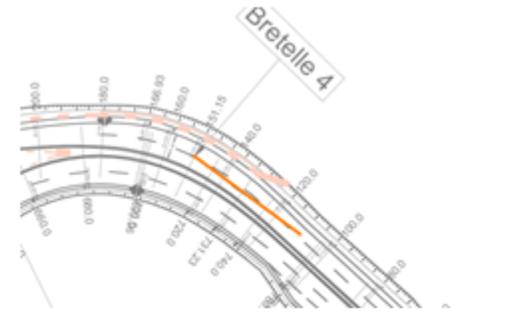
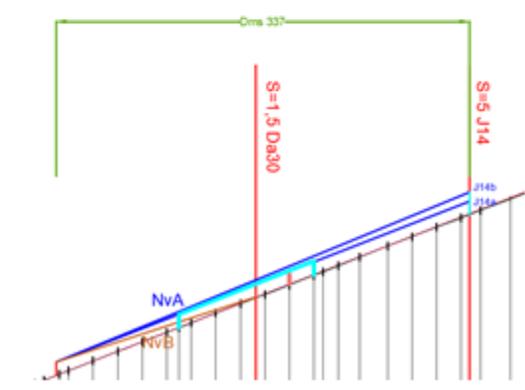
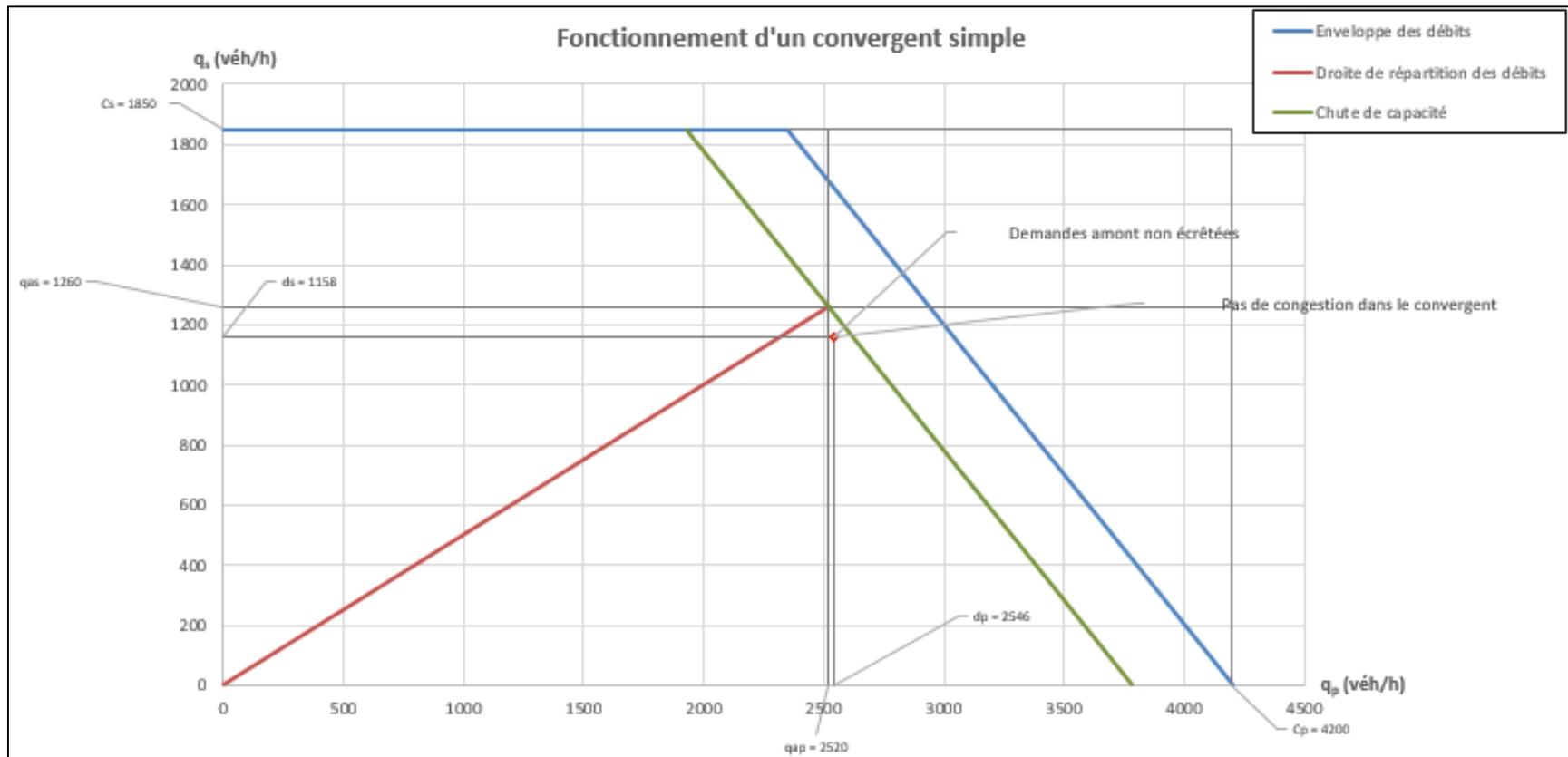
Schéma 1 - Vérification de la visibilité en long pour la bretelle 2	Schéma 2 - Vérification de la visibilité en long pour la bretelle 3	Schéma 2 - Vérification de la visibilité en long pour la bretelle 4
		
Masque en plan à cause des glissières	Masque en plan à cause des glissières	TPC dépourvu de masque de visibilité
		Sans objet
Ligne de visibilité non interrompue par le masque de visibilité	Ligne de visibilité non interrompue par le masque de visibilité	

Schéma 4 - Visibilité sur balise J14 pour la bretelle 3	Schéma 5 - Visibilité sur marquage pour la bretelle 3	Schéma 6 - Visibilité sur marquage pour la bretelle 4
		
<p>Niveau de performance A respecté en plan. Le respect du niveau de performance B dépend de la vérification en long.</p>	<p>La visibilité sur marquage est vérifiée en plan.</p>	<p>La visibilité sur marquage est vérifiée en plan.</p>
	<p>Sans objet.</p>	<p>Sans objet.</p>
<p>Le déblai le plus important au niveau de la zone de conflit est de 1,1m. Compte tenu de cette hauteur, une balise J14a n'est pas visible, contrairement à une balise J14b. Il est donc proposé de retenir une balise J14b qui améliore les conditions de visibilité.</p>		

Annexe C < Outils de vérification du fonctionnement d'un convergent >

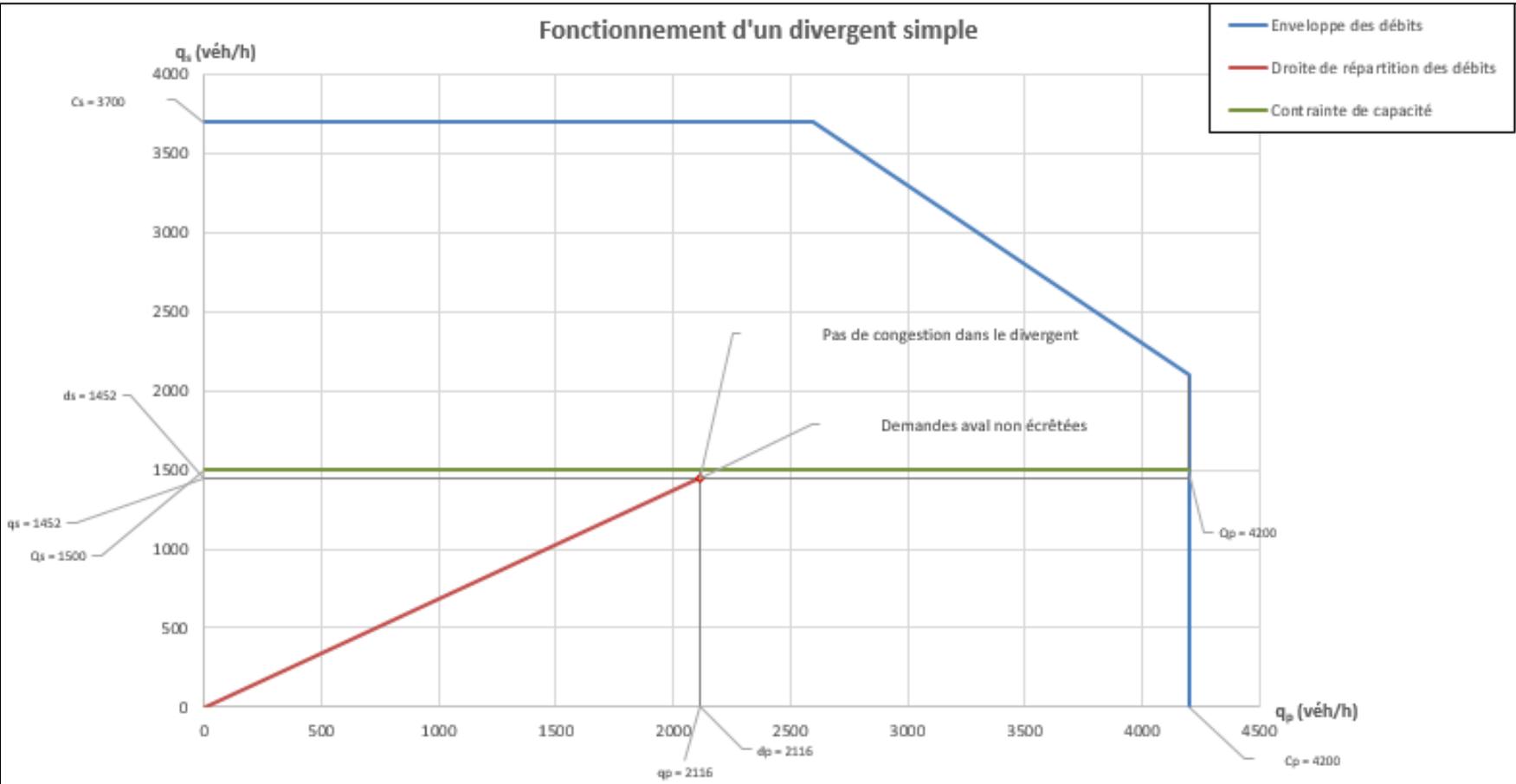
Fonctionnement d'un convergent simple	Situation à l'amont			Situation à l'aval		
	Demande sur la chaussée principale :		2546	Nb de voies sur la chaussée réceptrice :		2
	Demande sur la chaussée secondaire :		1158	Vitesse pratiquée sur la chaussée réceptrice :		90
	Nb de voies sur la chaussée principale :		2	Capacité de la chaussée réceptrice :	C (véh/h)	4200
	Vitesse pratiquée sur la chaussée principale :		90	Congestion à l'aval du convergent :	NON	
	Capacité de la chaussée principale :	C_p (véh/h)	4200	Offre sur la chaussée réceptrice :	Q (véh/h)	4200
	Nb de voies sur la chaussée secondaire :		1	Chute de capacité du convergent :	OUI	10%
	Vitesse pratiquée sur la chaussée secondaire :		50	Offre réduite de la chaussée réceptrice :	Q' (véh/h)	3780
	Capacité de la chaussée secondaire :	C_s (véh/h)	1850	Débit sur la chaussée réceptrice	q (véh/h)	3704
	Demande écrêtée sur la chaussée principale :	d_p (véh/h)	2546			
	Demande écrêtée sur la chaussée secondaire :	d_s (véh/h)	1158			
	Situation dans le convergent					
	Coeff. partage de débits à capacité :	α	0.50			
	Correction du coefficient α :	NON				
	Débit partage capacité principal :	q_p^α (véh/h)	2520			
	Débit partage capacité secondaire :	q_s^α (véh/h)	1260			
	Débit sur la chaussée principale :	q_p (véh/h)	2546			
	Débit sur la chaussée secondaire :	q_s (véh/h)	1158			
						



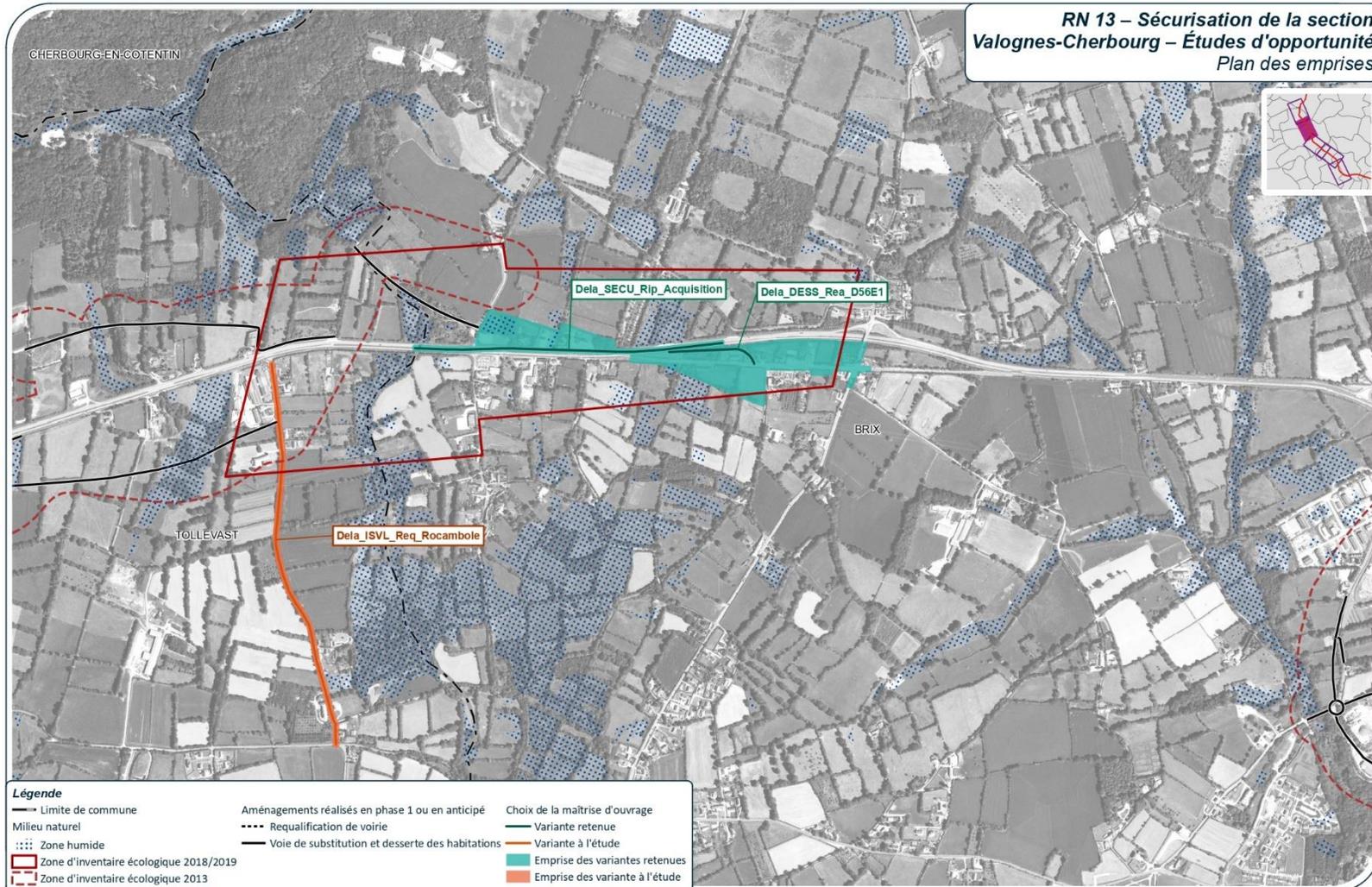
Annexe D < Outils de vérification du fonctionnement d'un divergent >

Fonctionnement d'un divergent simple	Situation à l'aval			Situation à l'amont		
	Nb de voies sur la chaussée principale :	Nb_p	2	Nb de voies sur la chaussée émettrice :	Nb_{voies}	3
	Vitesse pratiquée sur la chaussée principale :	V_p (km/h)	90	Vitesse pratiquée sur la chaussée émettrice :	V (km/h)	90
	Capacité de la chaussée principale :	C_p (véh/h)	4200	Capacité de la chaussée émettrice :	C (véh/h)	6300
	Nb de voies sur la chaussée secondaire :	Nb_s	2	Demande vers la chaussée principale :	D_p (véh/h)	2116
	Vitesse pratiquée sur la chaussée secondaire :	V_s (km/h)	50	Demande vers la chaussée secondaire :	D_s (véh/h)	1452
	Capacité de la chaussée secondaire :	C_s (véh/h)	3700	Demande totale sur la chaussée émettrice :	D (véh/h)	3568
	Offre sur la chaussée principale :	Q_p (véh/h)	4200	Demande totale écrêtée :	d (véh/h)	3568
	Contrainte sur chaussée principale :	NON		Demande écrêtée vers la chaussée principale :	d_p (véh/h)	2116
	Offre sur la chaussée secondaire :	Q_s (véh/h)	1500	Demande écrêtée vers la chaussée secondaire :	d_s (véh/h)	1452
	Contrainte sur la chaussée secondaire (véh/h) :	OUI	1500	Débit effectif sur la chaussée émettrice :	q (véh/h)	3568
	Situation dans le divergent					
	Coeff. directionnel :	β	0.41			
	Débit effectif sur la chaussée principale :	q_p (véh/h)	2116			
	Débit effectif sur la chaussée secondaire :	q_s (véh/h)	1452			
Hypothèse FIFO :	OUI					

Fonctionnement d'un divergent simple



**RN 13 – Sécurisation de la section
Valognes-Cherbourg – Études d'opportunité
Plan des emprises**



Légende

— Limite de commune	Aménagements réalisés en phase 1 ou en anticipé	Choix de la maîtrise d'ouvrage
Milieu naturel	--- Requalification de voirie	— Variante retenue
⋯ Zone humide	— Voie de substitution et desserte des habitations	— Variante à l'étude
▭ Zone d'inventaire écologique 2018/2019		▭ Emprise des variantes retenues
▭ Zone d'inventaire écologique 2013		▭ Emprise des variantes à l'étude

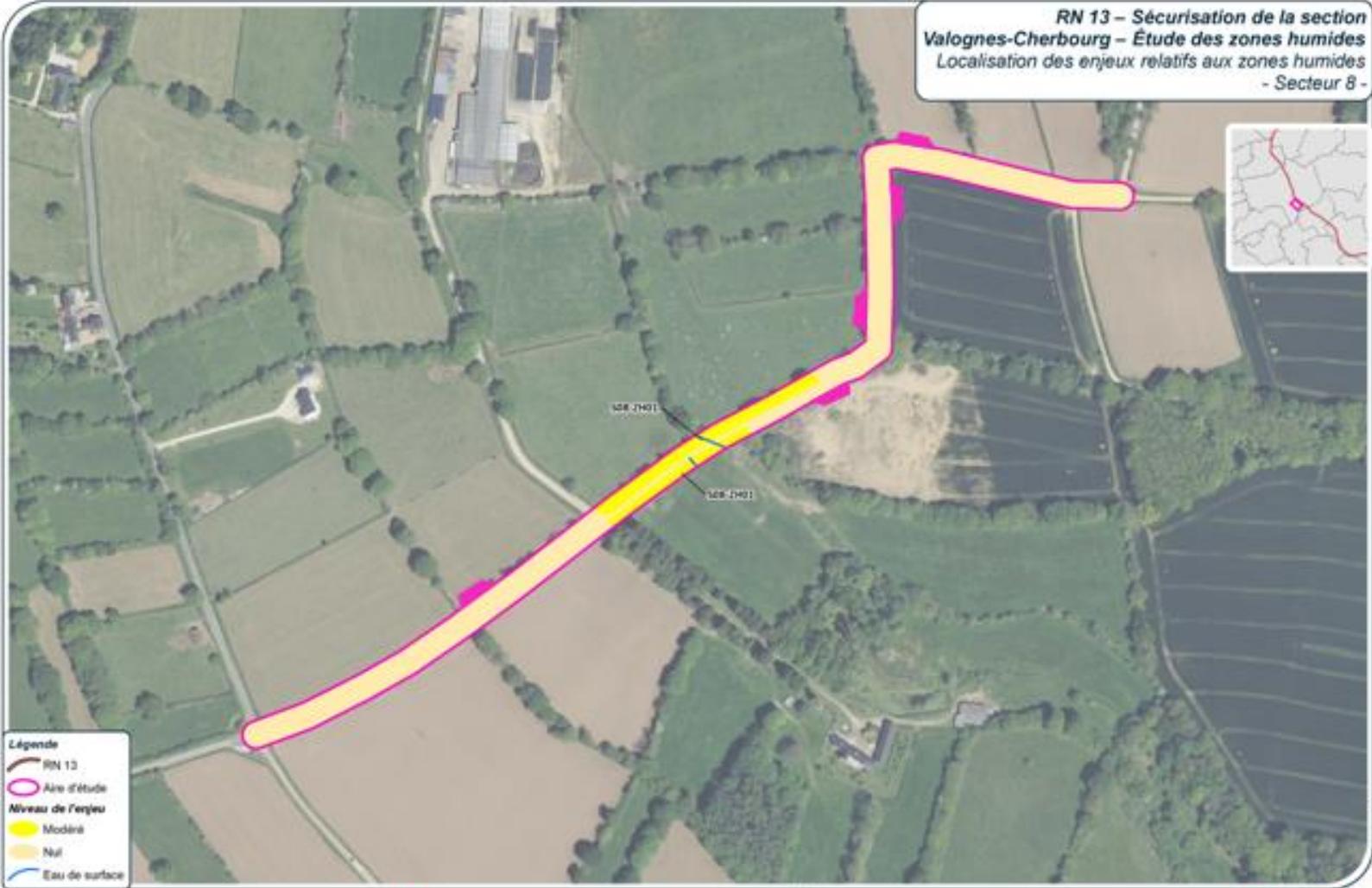
Sources : IGN (2018), DREAL Normandie (2018), Audisic (2018)
 Traitement : Sotac
 Echelle : 1:10 000 (A3)



17/08/2020



**RN 13 – Sécurisation de la section
Valognes-Cherbourg – Étude des zones humides**
Localisation des enjeux relatifs aux zones humides
- Secteur 8 -

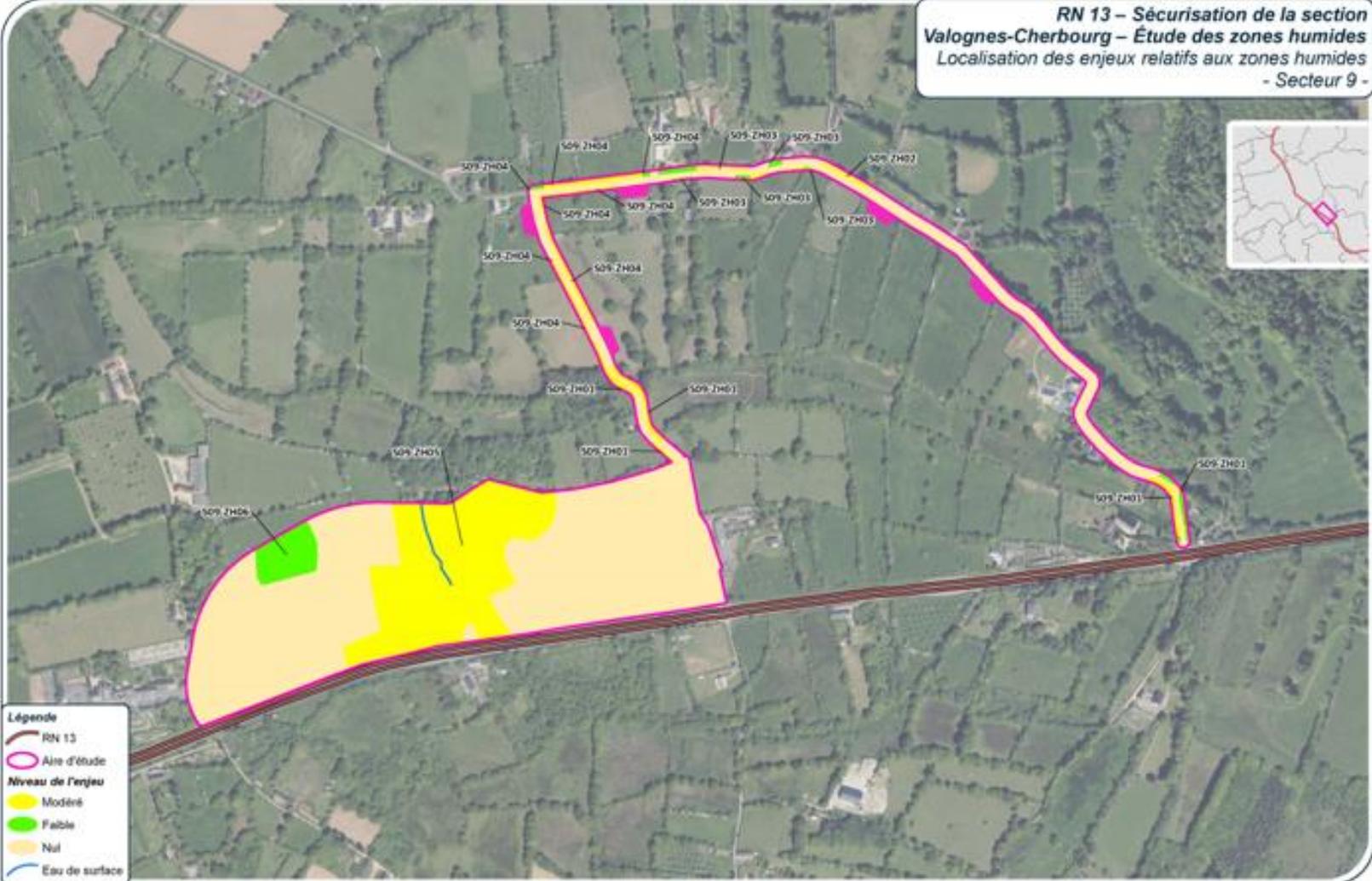


- Légende**
- RN 13
 - Aire d'étude
 - Niveau de l'enjeu**
 - Modéré
 - Nul
 - Eau de surface

zones de croisement



**RN 13 – Sécurisation de la section
Valognes-Cherbourg – Étude des zones humides
Localisation des enjeux relatifs aux zones humides
- Secteur 9 -**



Légende

- RN 13
- Aire d'étude
- Niveau de l'enjeu**
- Modéré
- Faible
- Nul
- Eau de surface

zones de croisement

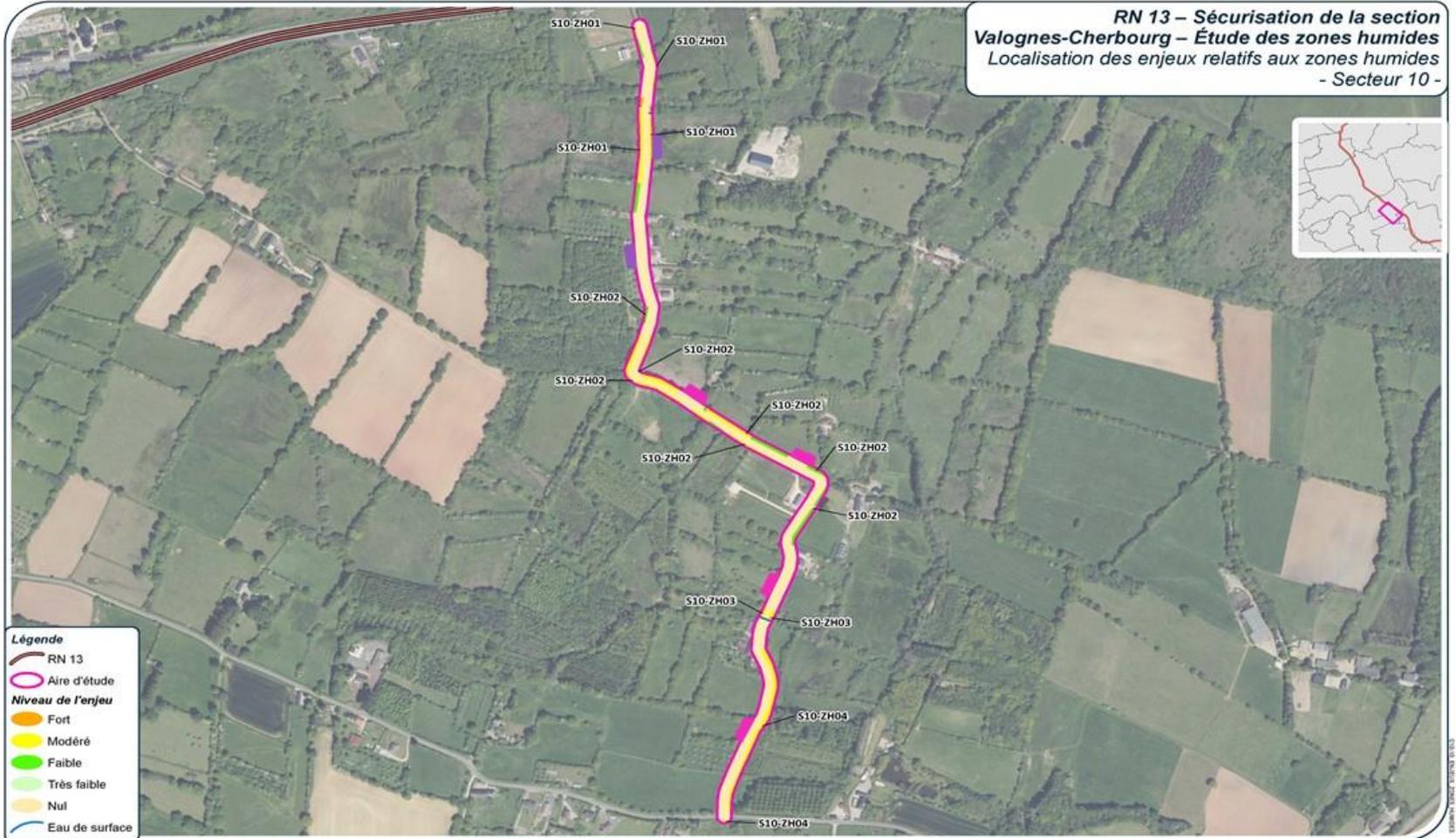
Source : IGN BD Carthage (2016), IGN, Nomenclature CORF, Année 2011

Projet de loi - 2016

SCM - 14 000 141



RN 13 – Sécurisation de la section Valognes-Cherbourg – Étude des zones humides
 Localisation des enjeux relatifs aux zones humides
 - Secteur 10 -



- Légende**
- RN 13
 - Aire d'étude
 - Niveau de l'enjeu**
 - Fort
 - Modéré
 - Faible
 - Très faible
 - Nul
 - Eau de surface

Source : IGN BDOtho[®] (2018), ONREAL Normandie (2020), Audéoc (2021)
 Traitement : Audéoc
 Echelle : 1/5 000 (A3)

- zones de croisement
- surlargeurs enherbées



ESR/01/2021/0001/0001/0001