

Philippe Carillo

# CONCEPTION D'UN PROJET ROUTIER

Guide technique

EYROLLES



# CONCEPTION D'UN PROJET ROUTIER

## Guide technique

Comment concevoir une route de A à Z ? Actuel et synthétique, ce guide expose une méthode de conception d'un projet routier hors agglomération.

Le secteur des travaux publics a récemment bénéficié d'**innovations** dans les domaines de la **réglementation**, des **techniques** et des **méthodes** mais, en l'absence d'un manuel de synthèse capable d'en faire bénéficier les étudiants et la communauté routière, on ne pouvait jusqu'ici se référer qu'aux documents spécialisés du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA).

Bref mais complet, ce tout nouveau **manuel de formation initiale et professionnelle** contient, à l'appui de photos, de schémas et de plans, les bases de la conception d'un projet routier. Il apporte un **socle de connaissances** ainsi qu'une **méthodologie** et structure la réflexion autour de la prise en compte de la **sécurité**, de l'**entretien** et de l'**environnement**.

C'est aussi un **outil de travail** où les questions essentielles à se poser en phase de conception sont répertoriées dans des grilles d'analyse.

Ingénieur dans la fonction publique, responsable de service et de bureau d'études grands travaux routiers, **Philippe Carillo** exerce également une activité de formateur au Centre national de la fonction publique territoriale (CNFPT).

Le Directeur des routes du Conseil général de l'Hérault, Dominique Jaumard, souligne dans sa préface « le professionnalisme de l'auteur qui, attentif à la rigueur technique des projets, n'en est pas moins animé d'un souci d'innovation et de partage des connaissances. »

Philippe Carillo travaille actuellement pour le département des routes du Conseil général de l'Hérault qui, depuis 2010, s'est engagé dans une démarche volontariste de Management durable des activités routières (MDAR) reconnue au niveau national par l'Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité (IDRRIM). Par d'ailleurs, cette collectivité a reçu en 2014 le **Grand prix de la commande publique**, le jury ayant tout particulièrement salué « la stratégie d'achat public durable dans le **secteur routier** » et « les démarches, pour leur caractère opérationnel et transposable » (voir Le Moniteur du 21/11/2014).

### Sommaire

- I. Terrassements - Assainissement - Chaussées
- II. Conception générale et géométrie de la route
- III. Les carrefours plans

### PUBLICS

**Professionnels** (projeteurs routiers, chargés d'études ou d'opérations, contrôleurs ou conducteurs de travaux, etc.)

**Candidats qui préparent les concours de la fonction publique territoriale** dans le domaine des travaux publics

**Étudiants des filières génie civil et infrastructures routières** (BTS, IUT, licence, master, écoles d'ingénieurs, etc.)

**Organismes de formation continue**

**Collectivités territoriales** (Communauté urbaine, d'agglomération, métropole, département, etc.)

**Bureaux d'études routiers**

**Syndicats professionnels**

[www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)  
Groupe Eyrolles | Diffusion Geodif

Philippe Carillo

# Conception d'un projet routier

## Guide technique

**EYROLLES**



ÉDITIONS EYROLLES  
61, bd Saint-Germain  
75240 Paris Cedex 05  
[www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)

Chez le même éditeur (extrait du catalogue) :

Xavier Bezançon & Daniel Devillebichot, *Histoire de la construction*

– *de la Gaule romaine à la Révolution française*, 2013, 392 p. en couleurs

– *moderne et contemporaine en France*, 2014, 480 p. en couleurs

Jean-Paul Roy & Jean-Luc Blin-Lacroix, *Le dictionnaire professionnel du BTP*, 3<sup>e</sup> éd., 2011, 828 p.

Collectif Construire l'acier sous la direction de Jean-Pierre Muzeau, *Lexique de construction métallique et de résistance des matériaux*, 2013, 368 p.

Michel Brabant, Béatrice Patizel, Armelle Piègle & Hélène Müller, *Topographie opérationnelle. Mesures, calculs, dessins, implantations*, 2011, 396 p.

Serge Milles & Jean Lagofun, *Topographie et topométrie modernes : 1. Techniques de mesure et de représentation*, 1999, 528 p. – 2. *Calculs*, 1999, 344 p. (CD inclus)

Jean-Pierre Gousset, *Le Métré. CAO & DAO avec Autocad. Étude de prix*, 2<sup>e</sup> éd., 2011, 312 p.

– *Dessin technique et lecture de plan. Principes ; exercices*, 2<sup>e</sup> éd., 2013, 288 p.

– *Plans topographiques, plans d'architecte, permis de construire et RT 2012. Détails de construction*, 2014, 280 p.

Daniel Faisantieu, *Prévention des désordres liés au sol dans la construction*, 2013, 172 p. en couleurs

Armando Lencastre, *Hydraulique générale*, 1996, 640 p.

Christian Lemaitre, *Les propriétés physico-chimiques des matériaux de construction*, 2012, 132 p.

– *Mise en œuvre et emploi des matériaux de construction. Sols. Pierres. Terres cuites. Liants hydrauliques. Bétons. Métaux & alliages métalliques. Bois. Verre & vitrages. Dégradations, protection, maintenance. Préoccupations sociétales*, 2012, 268 p.

Léonard Hamburger, *Maître d'œuvre bâtiment. Guide pratique, technique et juridique*, 2<sup>e</sup> éd., 2013, 400 p.

Patrick Dupin, *Le LEAN appliqué à la construction. Comment optimiser la gestion de projet et réduire coûts et délais dans le bâtiment*, 2014, 400 p.

Sauf mention contraire, les photographies et les schémas sont de l'auteur.

Droits réservés pour les autres illustrations.

Mise en pages : GraphieProd/Jean-Louis Liennard

Dépôt légal : janvier 2015

N° d'imprimeur :

Imprimé en Slovénie par GPS Group sur de l'offset 90g

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

# Sommaire

## **PARTIE 1 – Terrassements, assainissement, chaussées**

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| <b>CHAPITRE 1.</b> <u>Les terrassements</u> .....        | 2  |
| <b>CHAPITRE 2.</b> <u>l'assainissement routier</u> ..... | 9  |
| <b>CHAPITRE 3.</b> <u>Les chaussées</u> .....            | 22 |

## **PARTIE 2 – Conception générale et géométrie de la route**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CHAPITRE 4.</b> <u>Le tracé en plan et le profil en long</u> ..... | 36 |
| <b>CHAPITRE 5.</b> <u>Le tracé en plan</u> .....                      | 38 |
| <b>CHAPITRE 6.</b> <u>Le profil en long</u> .....                     | 44 |
| <b>CHAPITRE 7.</b> <u>Le profil en travers</u> .....                  | 50 |

## **PARTIE 3 – Les carrefours plans**

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CHAPITRE 8.</b> <u>Les carrefours plans ordinaires et giratoires</u> ..... | 66 |
| <b>CHAPITRE 9.</b> <u>Les carrefours plans ordinaires</u> .....               | 69 |
| <b>CHAPITRE 10.</b> <u>Les carrefours giratoires</u> .....                    | 78 |

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <u>Tableau de synthèse – Les aménagements qui améliorent ou<br/>détériorent la sécurité sur les routes de type R à chaussée unique</u> ..... | 86 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                     |    |
|---------------------|----|
| <u>Annexe</u> ..... | 87 |
|---------------------|----|

# Table des matières

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <u>Préface</u> .....      | VII |
| <u>Avant-propos</u> ..... | IX  |

## PARTIE 1

### Terrassements, assainissement, chaussées

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| <b>CHAPITRE 1.</b> <u>Les terrassements</u> .....           | 2  |
| <u>1.1 La plate-forme support de chaussée</u> .....         | 2  |
| <u>1.2 Les sols</u> .....                                   | 4  |
| <u>1.3 Le mouvement des terres</u> .....                    | 5  |
| <i>Grille d'analyse</i> — Les terrassements.....            | 7  |
| <b>CHAPITRE 2.</b> <u>L'assainissement routier</u> .....    | 9  |
| <u>2.1 L'assainissement de la plate-forme</u> .....         | 9  |
| <u>2.1.1 Le réseau d'assainissement</u> .....               | 9  |
| <u>2.1.1.1 Les eaux superficielles</u> .....                | 10 |
| <u>2.1.1.2 Les eaux internes</u> .....                      | 11 |
| <u>2.1.2 Recommandations</u> .....                          | 13 |
| <u>2.1.3 Le dimensionnement</u> .....                       | 14 |
| <u>2.2 Le rétablissement des écoulements naturels</u> ..... | 15 |
| <u>2.2.1 Le dimensionnement</u> .....                       | 15 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.2 Les dispositifs de protection des ouvrages de rétablissement..... | 16 |
| <i>Grille d'analyse</i> — L'assainissement.....                         | 18 |
| <i>Grille d'analyse</i> — L'assainissement des eaux internes.....       | 19 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Plan d'assainissement.....                    | 19 |
| <b>CHAPITRE 3. Les chaussées</b> .....                                  | 22 |
| 3.1 Le dimensionnement.....                                             | 23 |
| 3.1.1 Le calcul de la structure.....                                    | 23 |
| 3.1.2 La vérification au gel/dégel.....                                 | 25 |
| 3.2 La couche de roulement.....                                         | 26 |
| 3.2.1 Les techniques disponibles.....                                   | 27 |
| 3.2.2 Les critères de choix.....                                        | 27 |
| 3.2.3 Cas particulier des giratoires.....                               | 28 |
| 3.2.4 Qualité de la couche de roulement.....                            | 29 |
| 3.3 La couche d'accrochage.....                                         | 30 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Les chaussées.....                            | 32 |

## PARTIE 2

# Conception générale et géométrie de la route

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CHAPITRE 4. Le tracé en plan et le profil en long</b> .....       | 36 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Le tracé en plan et le profil en long..... | 36 |
| <b>CHAPITRE 5. Le tracé en plan</b> .....                            | 38 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Le tracé en plan.....                      | 42 |
| <b>CHAPITRE 6. Le profil en long</b> .....                           | 44 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Le profil en long (PL).....                | 47 |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CHAPITRE 7. Le profil en travers</b> .....                                | 50 |
| <b>7.1 Le profil en travers type</b> .....                                   | 56 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Le profil en travers type (PTT).....               | 56 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Le profil en travers type et le tracé en plan..... | 57 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Le profil en travers type (PTT).....               | 58 |
| <b>7.2 Les profils en travers particuliers</b> .....                         | 60 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Les profils en travers particuliers.....           | 60 |

### PARTIE 3

## Les carrefours plans

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CHAPITRE 8. Les carrefours plans ordinaires et giratoires</b> .....                                                                   | 66 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Les carrefours plans ordinaires et giratoires.....                                                             | 67 |
| <b>CHAPITRE 9. Les carrefours plans ordinaires</b> .....                                                                                 | 69 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Les carrefours plans ordinaires.....                                                                           | 74 |
| <b>CHAPITRE 10. Les carrefours giratoires</b> .....                                                                                      | 78 |
| <i>Grille d'analyse</i> — Les carrefours giratoires.....                                                                                 | 81 |
| <b>Tableau de synthèse – Les aménagements qui améliorent ou détériorent la sécurité sur les routes de type R à chaussée unique</b> ..... | 86 |

### ANNEXE

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| <b>Schémas et photographies en couleurs</b> ..... | 87  |
| <b>Bibliographie</b> .....                        | 102 |

# Préface

Pourquoi produire un guide technique sur la conception d'un projet routier ? La question peut paraître légitime tant la documentation technique est riche sur les questions routières.

Cependant, si le corpus technique abonde en fascicules spécialisés relatifs à tel ou tel aspect délicat de la construction d'une route, la publication d'un document généraliste embrassant les étapes essentielles de l'élaboration d'un projet routier fait globalement défaut.

C'est d'autant plus vrai si l'on recherche un document clair, rapidement accessible, voire convivial.

Philippe Carillo a relevé ce défi à travers le présent guide dont la manipulation est aisée.

On relèvera tout particulièrement, pour chaque thème, la liste des « *questions à se poser* ». Au-delà de la pertinence technique, il s'agit d'un réflexe pour combattre une certaine routine, observée parfois, qui conduit à répliquer dans de multiples situations, même si ce n'est plus adapté, un cas de figure ayant réussi ailleurs.

Bien entendu, ce guide ne se suffit pas à lui-même et doit être utilisé avec des allers retours vers les normes ou recommandations techniques *ad hoc*, une de ses qualités étant précisément d'évoquer ces règles de l'art au moment opportun.

On reconnaît là le professionnalisme de l'auteur qui, attentif à la rigueur technique des projets, n'en est pas moins animé d'un souci d'innovation et de partage des connaissances.

La communauté routière peut donc remercier Philippe Carillo pour son ouvrage qui devrait trouver une bonne place dans la bibliothèque professionnelle du concepteur routier.

Dominique Jaumard  
Directeur des routes,  
Conseil général de l'Hérault



# Avant-propos

Une opération routière met en œuvre un processus complexe depuis les études préliminaires jusqu'à l'exécution des travaux. Les études doivent être menées en concertation avec les élus, riverains, administrations, gestionnaires de réseaux... Elles s'inscrivent dans un cadre réglementaire strict qui permet notamment de mener les acquisitions foncières et de répondre aux exigences environnementales.

Ce guide propose une approche transversale de la conception d'un projet routier hors agglomération. Il apporte une méthodologie et permet à ses utilisateurs d'acquérir les connaissances de base sur les terrassements, l'assainissement, les chaussées, la conception générale et la géométrie de la route, ainsi que sur les carrefours plans.

Les grilles d'analyse contiennent les questions essentielles à se poser lors de la conception d'un projet routier interurbain (études d'avant-projet et de projet). Les pièces graphiques visent à faciliter la compréhension du document. Elles constituent également une aide pour l'élaboration des dossiers de consultation des entreprises.

Ce document qui insiste sur la sécurité, l'entretien et l'environnement traite tout particulièrement les routes de type R à chaussée unique. Il s'adresse aux professionnels (projeteurs routiers, chargés d'études ou d'opérations, contrôleurs ou conducteurs de travaux...), aux candidats qui préparent les concours dans le domaine des travaux publics ainsi qu'aux étudiants des filières génie civil et infrastructures routières.

Philippe Carillo  
Ingénieur principal,  
Conseil général de l'Hérault

## Remerciements

Pour l'aide technique :

Centre d'études techniques de l'équipement – CETE Méditerranée

- Hervé CABANES – Ex-antenne de Montpellier

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement – CEREMA

Direction territoriale Méditerranée

- Jean-Claude ALBERTO – Service Sécurité et signalisation routières
- Pierre AZEMARD – Service Géologie et risques naturels
- Yannis FERRO – Service Conception intégrée des infrastructures

Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux – IFSTTAR

- Yasmina BOUSSAFIR – Département Géotechnique, environnement, risques naturels et sciences de la Terre

Pour le dessin assisté par ordinateur :

Conseil général de l'Hérault

- Jean-Michel GUITTARD et Didier VERTA – Département des routes – Service grands travaux Piémont biterrois

Pour la relecture :

Conseil général de l'Hérault

- Alain BOUDET et Olivier REVEYAZ – Département des routes – Service grands travaux Piémont biterrois

Pour la préface :

Conseil général de l'Hérault

- Dominique JAUMARD - Département des routes

*Enfin, je remercie le Conseil général de l'Hérault pour l'expérience que cette collectivité m'a permis d'acquérir.*

## **PARTIE 1**

---

# Terrassements, assainissement, chaussées

# Les terrassements

Les travaux de terrassement comprennent notamment le décapage de la terre végétale (20 centimètres en moyenne), les déblais (meubles ou rocheux), les remblais, les purges, les dispositifs de drainage et la couche de forme. Ils démarrent après le dégagement des emprises (débroussaillage, abattage des arbres, travaux de dépose et de démolition divers).

Le guide technique *Réalisation des remblais et des couches de forme* (GTR – SÉTRA, 1992 ; 2<sup>e</sup> édition en 2000) constitue le document de référence. Il propose une classification des sols et matériaux rocheux et définit les conditions d'utilisation des matériaux en remblai et couche de forme ainsi que les modalités de compactage.

## 1.1 La plate-forme support de chaussée

*Les structures de chaussée sont construites sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée (PF)* constitué du sol support désigné dans sa zone supérieure (sur 1 mètre d'épaisseur environ) par le terme partie supérieure des terrassements (PST) et dont la surface constitue l'arase de terrassement (AR) et d'une couche de forme éventuelle (Figure 1.1).

Cette plate-forme remplit deux fonctions essentielles :

- elle doit d'abord protéger le sol support des intempéries et supporter le trafic de chantier pour permettre la réalisation des travaux ;
- elle constitue ensuite le support de la chaussée.

Dans le cadre des études de terrassements, on doit définir les objectifs de portance à long terme sur l'arase de terrassement (AR) et sur la plate-forme support de chaussée (PF), qui sont classées par ordre croissant de portance en fonction du module de déformation EV2 (20, 50, 120 ou 200 MPa minimum). Ainsi, on

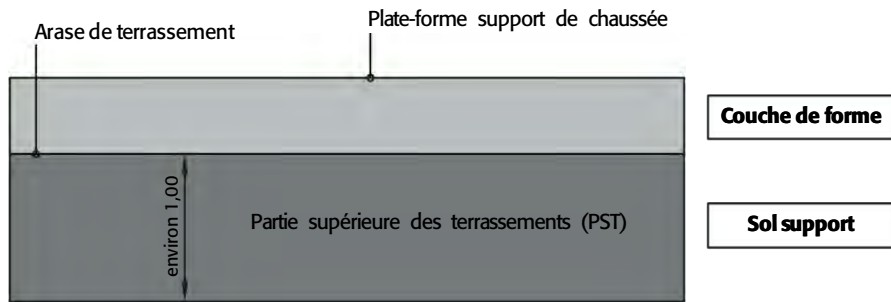


Figure 1.1 Définition des différents termes.

retrouve quatre classes de portance à long terme pour l'arase de terrassement (en plus de AR0<sup>1)</sup>) de AR1 à AR4 et la plate-forme de PF1 à PF4. Il est à noter que le catalogue des structures types de chaussées neuves (SETRA, 1998) retient trois classes de plate-forme (PF2 à PF4). Ainsi, la PF1 (portance comprise entre 20 et 50 MPa) est jugée trop médiocre pour être utilisée en plate-forme support de chaussée. Pour information, l'annexe D de la norme NF P 98-086 d'octobre 2011 introduit la classe PF2qs (portance comprise entre 80 et 120 MPa). À ce jour, leur réception n'est pas normalisée.

La classe de la plate-forme influe directement sur le dimensionnement de la structure de chaussée. À titre d'exemple, l'épaisseur de la chaussée est moindre avec une PF4 (portance minimum de 200 MPa) qu'avec une PF3 (portance comprise entre 120 et 200 MPa).

La couche de forme est réalisée en vue de remplir ces fonctions lorsque la PST ne peut y répondre. L'épaisseur de la couche de forme est liée à la nature de ses matériaux ainsi qu'à ceux de la PST.

Elle est constituée d'une ou plusieurs couches de matériaux incluant éventuellement un géotextile. Lorsque la portance de l'arase de terrassement est suffisante, les couches d'assises sont directement mises en œuvre sur la PST (avec ou sans couche de réglage).

Pour le dimensionnement de la couche de forme, le guide technique *Réalisation des remblais et des couches de forme* (GTR) répertorie sept cas de PST (PST0 à PST6 en fonction de la nature des matériaux et leur état hydrique) et y associe une voire deux classes d'arase de terrassement. Ainsi, **le dimensionnement de la couche de forme est établi à partir du classement du couple PST/AR**. Il est à noter que la classe de PST la plus faible correspond à des sols argileux très humides alors que la plus élevée correspond essentiellement à des matériaux rocheux insensibles à l'eau.

<sup>1</sup> L'AR0 correspond à une portance quasi nulle ( $EV2 < 20$  MPa). Une opération de terrassement (substitution de matériaux, traitement...) et de drainage est nécessaire afin de pouvoir reclasser le support au minimum en classe AR1.

## 1.2 Les sols

La classification des sols (classes A, B, C et D) s'effectue sur la base de paramètres de nature, mécaniques et d'état. Ces paramètres renseignent sur la granularité, l'argilosité, la résistance et l'état hydrique du sol. La dimension maximale des plus gros éléments contenus dans le sol ( $D_{max}$ ) et les tamisats à 80 microns et 2 millimètres permettent de distinguer les sols. L'indice de plasticité ( $I_p$ ) et la valeur au bleu de méthylène du sol (VBS) permettent de caractériser l'argilosité du sol. Les coefficients Los Angeles (LA) et Micro-Deval en présence d'eau (MDE) permettent de déterminer la résistance aux chocs et à l'usure.

Pour mémoire, la classe A correspond à des sols fins ( $D_{max} \leq 50$  mm et tamisat à 80 microns  $> 35\%$ ) sensibles à l'eau. Ainsi, la portance de ces sols varie sous l'effet d'une variation de la teneur en eau. Ils constituent la cible principale des traitements. Par opposition, les sols de la classe D (tamisat à 80 microns  $\leq 12\%$  et VBS  $\leq 0,1$ ) sont insensibles à l'eau. Ils sont utilisables à l'état naturel pour la PST, la couche de forme ou les remblais techniques. Il est à noter que les paramètres de comportement mécanique (LA et MDE) sont pris en considération pour juger de l'utilisation possible des sols en couche de forme.

Par ailleurs, il existe une classification pour les matériaux rocheux (classe R) établie notamment sur la base de leur nature géologique et de résultats d'essais ainsi qu'une classification pour les sols organiques et sous-produits industriels (classe F) établie sur la base du recensement des principales familles de matériaux de cette catégorie.

*Ainsi, la conception et la réalisation d'un ouvrage nécessitent une connaissance fine des sols.* Les études géotechniques répondent à ces objectifs, elles permettent notamment de définir :

- la nature des sols et leur état hydrique ;
- le classement de l'AR et le besoin ou non d'améliorer la PST ;
- le classement de la PF et le besoin ou non d'une couche de forme ;
- les conditions d'extraction des matériaux (pelle mécanique, brise-roche hydraulique, explosif...);
- les conditions de réemploi des matériaux (avec ou sans traitement) en PST, remblai ou couche de forme ;
- les pentes, le drainage et la hauteur maximum des talus de déblais et remblais;
- les dispositifs de confortement (barres d'ancrage, plaques de répartition, béton projeté, grillage, câbles de fixation...).

Dans le cas où le réemploi des matériaux nécessite un atelier de traitement ou de concassage mobile, il est souhaitable d'examiner le seuil de rentabilité. Ce seuil dépend notamment du volume de matériaux à traiter et de l'environnement du projet (proximité ou non d'une carrière...).

Lorsqu'un traitement est envisagé pour la partie supérieure des terrassements, la couche de forme ou les remblais, les études géotechniques permettent d'apprécier l'aptitude du matériau au traitement et le cas échéant précisent le ou les produits (chaux, liants hydrauliques...), leur dosage ainsi que l'état hydrique des matériaux au moment du traitement.

### 1.3 Le mouvement des terres

*Pour des raisons économiques et environnementales, le concepteur doit limiter le volume de matériaux à évacuer ainsi que le volume d'apport extérieur. Ainsi, il doit veiller à compenser les déblais par des remblais et à limiter au maximum le transport des matériaux.*

La connaissance des sols et le développement de techniques de traitement et de concassage favorisent la réutilisation des matériaux, ce qui contribue à réduire le coût des travaux et à mener des actions en faveur du développement durable.

Les cubatures qui découlent de l'axe en plan, du profil en long et des profils en travers permettent d'approcher le volume de terrassements (déblais - remblais). Il peut être nécessaire de reprendre la géométrie du projet pour optimiser le mouvement des terres.

Il faut intégrer la terre végétale issue du décapage au volume non réutilisable pour définir les volumes mis en remblais paysagers ou à évacuer.

Pour limiter le volume de matériaux à évacuer dans une décharge agréée, il peut être envisagé, dans le cadre de l'opération, de mener des acquisitions foncières supplémentaires pour la mise en remblai paysager des matériaux excédentaires ou impropres au réemploi. Lorsque la mise en dépôt provisoire ou définitive (hors décharge) des matériaux excédentaires s'effectue en dehors des emprises du chantier, il convient de respecter la réglementation en vigueur. L'étude du mouvement des terres s'attachera donc à valoriser les matériaux, à limiter les distances de transport et à définir les zones de dépôts pour les matériaux impropres à un réemploi.

Il est important de noter que, pour les travaux routiers, *les terrassements constituent un des enjeux majeurs du développement durable*. La convention d'engage-

ment volontaire nationale du 25 mars 2009 fixe des objectifs pour la préservation de la ressource et la réutilisation des matériaux du site. L'ouverture aux variantes techniques et environnementales dans les marchés peut créer une véritable compétitivité écologique. Lorsque la variante proposée porte sur la couche de forme (nature et/ou épaisseur), il convient de contrôler l'incidence que la variante peut avoir sur la vérification au gel/dégel (voir le dimensionnement des chaussées).



Figure 1.2 Réalisation d'une protection superficielle sur une couche de réglage.



Figure 1.3 Vue rapprochée de la couche d'imprégnation sur la grave non traitée (GNT 0/20).

### Grille d'analyse

#### Les terrassements – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Oui | Non |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Y a-t-il eu une étude géotechnique ?</p> <p>Dans l'affirmative, est-ce pour définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la classe de l'arase de terrassement et de la plate-forme ?</li> <li>• la stabilité des talus (<i>pente, confortement...</i>) ?</li> <li>• les conditions d'extraction et de réemploi des matériaux en PST, remblais ou en couche de forme ?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                  |     |     |
| <p>Est-il prévu une couche de forme (<i>vérifier le couple PST/AR</i>) ?</p> <p>Dans l'affirmative, est-il prévu une protection superficielle ?</p> <p><i>La protection superficielle permet notamment à la couche de forme (traitée ou non) de bénéficier d'une résistance suffisante vis-à-vis des efforts tangentiels créés par les pneumatiques des engins de chantier.</i></p> <p><i>Pour une couche de forme traitée, la protection superficielle est indispensable puisqu'elle permet également durant la période de prise et de durcissement de maintenir relativement constant l'état hydrique des matériaux.</i></p> |     |     |
| <p>Est-on en présence de sols rocheux ?</p> <p>Dans l'affirmative, est-il prévu un concassage des matériaux ?</p> <p><i>Pour les déblais rocheux, la couche de forme se réduit généralement à une couche de réglage. Elle permet de réaliser la couche de fondation dans les tolérances d'épaisseur fixées.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |     |
| <p>Dans la mesure où la réutilisation des matériaux est possible, le projet permet-il l'équilibre déblais/remblais ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |
| <p>Y a-t-il des déblais excédentaires ?</p> <p>Dans l'affirmative, est-il prévu dans le cadre de l'opération des acquisitions foncières supplémentaires pour la mise en remblai paysager ?</p> <p>Est-il prévu une zone de mise en dépôt hors des emprises du chantier ?</p> <p>Dans ce cas, les aspects réglementaires (<i>déchets, urbanisme, loi sur eau...</i>) et privés (<i>conventions...</i>) ont-ils été examinés ?</p>                                                                                                                                                                                               |     |     |

## Grille d'analyse

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Oui | Non |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Le décapage de la terre végétale est-il prévu ?</p> <p>La terre végétale est-elle totalement réutilisée pour les aménagements paysagers?</p> <p><i>Il peut être envisagé de végétaliser les talus. En règle générale, il convient de prévoir entre 5 et 15 centimètres de terre végétale pour un enherbement et entre 15 et 20 centimètres pour des plantations. La pente du talus doit permettre la tenue de la terre végétale.</i></p>                                     |     |     |
| <p>Le fruit des talus et fossés est-il différent de l'existant ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |     |
| <p>La hauteur des talus de déblais et remblais est-elle significative (<i>hauteur supérieure à 4 mètres</i>)?</p> <p>Dans l'affirmative, une étude géotechnique est-elle prévue pour définir les conditions d'exécution (<i>risbermes, redans, drainage...</i>)?</p> <p><i>Lorsqu'une risberge est envisagée, il est souhaitable de prévoir une largeur suffisante (3 mètres minimum) afin de faciliter la circulation des engins de chantier et l'entretien ultérieur.</i></p> |     |     |

# L'assainissement routier

Les travaux d'assainissement comprennent notamment la pose de caniveaux, fossés, tuyaux, cadres, descentes d'eau, puisards, regards, tampons, avaloirs, grilles ainsi que les ouvrages de tête et les fourreaux de protection.

L'assainissement routier concerne essentiellement l'assainissement de la plate-forme et le rétablissement des écoulements naturels.

Le guide technique *Assainissement routier* (GTAR – SÉTRA, 2006) constitue le document de référence.

## 2.1 L'assainissement de la plate-forme

L'eau de pluie s'infiltre dans la chaussée et les accotements. Pour limiter les désordres, il est important d'évacuer les eaux superficielles et de drainer les eaux internes.

### 2.1.1 Le réseau d'assainissement

Un réseau d'assainissement est constitué d'un ensemble d'ouvrages. Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire. *Le point de rejet doit être situé hors de l'emprise routière.*

Outre le critère hydraulique, le choix d'un ouvrage s'établit en prenant en compte la sécurité des usagers, le coût, l'environnement et l'entretien ultérieur.

### 2.1.1.1 Les eaux superficielles

On distingue principalement les réseaux de collecte longitudinaux des ouvrages transversaux et de raccordement.

Les réseaux de collecte longitudinaux comprennent notamment les cunettes, les fossés, les caniveaux, les bourrelets, les collecteurs enterrés et les têtes de sécurité.

#### Les réseaux de crête de talus<sup>1</sup>

En déblai, il peut être nécessaire de prévoir un ouvrage longitudinal pour collecter les eaux issues du bassin versant. Il s'agit généralement d'un fossé trapézoïdal. Quelle que soit la pente du terrain naturel, il est recommandé de prévoir un ouvrage revêtu pour éviter les infiltrations d'eau susceptibles de compromettre la stabilité du talus. Il doit être implanté à 1 mètre minimum de la crête du talus pour limiter les lentilles de glissement.

En remblai, il peut être nécessaire de prévoir un caniveau, un bourrelet ou une bordure pour éviter l'érosion du talus routier. En règle générale, ce type d'ouvrage est à prévoir lorsque la hauteur du talus est supérieure à 4 mètres (2 mètres dans les régions soumises à de fortes intensités pluviométriques). En pratique, il faut également prendre en compte la pente et la végétalisation des talus. Il est à noter que ce type d'ouvrage permet également de collecter les eaux souillées par les hydrocarbures avant traitement.

#### Les réseaux de pied de talus<sup>1</sup>

En déblai, un ouvrage peu profond (fossé ou cunette de 20 centimètres ou moins) est généralement prévu pour collecter les eaux provenant du ruissellement du talus et de la plate-forme routière. En fonction des contraintes (pente, entretien, vulnérabilité du milieu...), il est enherbé ou revêtu.

En remblai, l'ouvrage est généralement à forte capacité hydraulique. En fonction des contraintes, il peut s'agir d'un fossé trapézoïdal enherbé ou revêtu. Pour information, les fossés profonds ou pentus de pied de remblais constituent des obstacles continus susceptibles de favoriser le retournement d'un véhicule en sortie de route. Ils doivent donc être isolés par un dispositif de retenue ou éloignés du pied de talus.

---

<sup>1</sup> Ces réseaux de collecte longitudinaux sont dessinés sur le profil en travers à chaussée unique (2 ou 3 voies).



Figure 2.1 Aménagement d'une cunette en pied de talus de déblais.

Les ouvrages transversaux et de raccordement comprennent notamment les collecteurs enterrés, les têtes de pont, les descentes d'eau et les regards. Ils permettent le transfert des eaux vers un autre réseau. L'implantation de ces ouvrages découle de la géométrie du projet.

D'une manière générale, les raccordements entre descente d'eau et fossé sont bétonnés afin de limiter les phénomènes d'érosion au droit de ces dispositifs.

#### 2.1.1.2 Les eaux internes

Le drainage routier fait partie des travaux de terrassement. Il permet de collecter et d'évacuer les eaux situées à l'intérieur de la chaussée et de la plate-forme support de chaussée ainsi que celles situées aux abords de la plate-forme routière.

Le drainage routier permet de maintenir la portance du sol support et les caractéristiques mécaniques des matériaux de la chaussée. Il assure donc la pérennité des ouvrages routiers.

Le guide technique *Drainage routier* (SÉTRA, 2006) constitue le document de référence. Il détaille notamment les dispositifs de drainage et les conditions d'exécution des travaux.

Les couches de chaussées constituées de matériaux traités au liant hydrocarboné sont peu influencées par la présence d'eau. Pour les couches de chaussées constituées de graves traitées au liant hydraulique (GTLH) et les structures en béton, l'érosion du sol support et/ou des fissures en présence d'eau peut créer à long terme des remontées de boues et des phénomènes de battement de dalles. Il convient donc de prévoir un drainage latéral. En ce qui concerne les couches de chaussées constituées de graves non traitées (GNT), elles voient leurs performances mécaniques chuter en présence d'eau. Ainsi, il convient également de prévoir un drainage latéral ou de prolonger à l'identique sous l'accotement la GNT jusqu'à l'exutoire (talus ou fossé). Il est à noter que la couche de forme peut participer au drainage de la chaussée.

La couche de forme peut être traitée ou constituée de matériaux granulaires non traités insensibles à l'eau et au gel. Lorsque la couche de forme est traitée, elle est quasiment imperméable et ne participe donc pas au drainage. Par contre, lorsqu'elle est constituée de matériaux granulaires non traités, elle est perméable et peut contribuer au drainage de la chaussée. À noter qu'il est indispensable d'évacuer les eaux de la couche de forme jusqu'aux exutoires afin qu'elles ne soient pas piégées.

La réalisation d'une couche de forme constituée de matériaux granulaires non traités jusqu'à l'exutoire (talus ou fossé) peut permettre d'éviter la mise en œuvre d'un dispositif de drainage. C'est le cas en remblai lorsque la couche de forme va jusqu'au talus et que son fond de forme est plus haut que le pied du talus, ou en déblai lorsque la couche de forme va jusqu'au fossé et que son fond de forme est plus haut que le fil d'eau du fossé. Il est important de parvenir à caler l'exutoire au-dessus du niveau d'eau maximum du fossé.

Dans le cas où en remblai le talus est éloigné de la chaussée, il peut être économiquement intéressant de prévoir un drainage latéral. En déblai, lorsque le fond de forme est plus bas que le fil d'eau du fossé, il peut être envisagé un drain longitudinal dont la pente et le diamètre ne doivent pas être inférieurs respectivement à 2 % et 100 millimètres. Il est à noter qu'une pente plus faible impose un surdimensionnement des drains et un entretien plus fréquent.

En ce qui concerne la partie supérieure des terrassements, les opérations de drainage s'imposent pour les matériaux sensibles à l'eau et au gel situés de surcroît dans un contexte hydrique défavorable. Il est à noter que certains sols sensibles à l'eau ne voient pas leur teneur en eau diminuer par une action de drainage (sols imperméables). Pour ce type de matériaux, il est envisageable de prévoir des matériaux de substitution ou un traitement. Par ailleurs, les points singuliers du profil en long tels que les points bas, les zones de transition déblai-remblai ou de

forte pente sont souvent le siège de désordres. Dans ces zones, il convient donc de prévoir un drainage de la PST.

Lorsque le drainage est nécessaire pour la PST et la couche de forme, il est souhaitable d'envisager un ouvrage commun (exemple : tranchée drainante).

### 2.1.2 Recommandations

*Il est important d'éviter les regards et les tampons sous les chaussées.* A fortiori sur les routes à fort trafic (plus de 300 poids lourds par jour et par sens). En ce qui concerne les grilles en fonte 400 kN circulables sous chaussée, les grilles rectangulaires (750 × 300 millimètres), implantées dans la surlargeur de chaussée, en combinaison avec des avaloirs, sont à privilégier aux grilles carrées. Il convient de vérifier la capacité d'avalement.

D'autre part, le concepteur doit s'assurer que la pente des ouvrages enherbés et celle des revêtus ne sont pas inférieures respectivement à 1 % et 0,5 % afin d'éviter la stagnation des eaux pluviales. A contrario, il convient d'éviter les vitesses d'écoulement érosives. La pente critique est souvent de l'ordre de 3 à 3,5 %.

Selon la vulnérabilité de la ressource, l'étanchéification des réseaux de la plate-forme par des ouvrages revêtus peut être nécessaire. Ainsi, la mise en place d'une étanchéité peut se justifier pour des enjeux de protection de la ressource en eau (périmètre de protection d'un captage...) ou des enjeux environnementaux (zone Natura 2000...).

*Pour des raisons liées au coût du projet et à l'entretien, il est recommandé d'utiliser le plus possible des ouvrages superficiels plutôt qu'enterrés.*

*Par rapport aux ouvrages revêtus, les ouvrages engazonnés réduisent le coût du projet, ralentissent les transferts de débit à l'aval et favorisent l'abattement de la pollution.* Par contre, les ouvrages engazonnés demandent davantage d'entretien. Pour ce type d'ouvrage, un défaut d'entretien peut jouer un rôle très défavorable et alimenter la chaussée ou la couche de forme en eau (fossé obstrué ou fil d'eau ne permettant plus l'écoulement vers un exutoire).

Par ailleurs, il est souhaitable de rejeter régulièrement les eaux de la plate-forme vers les exutoires naturels. En effet, un faible débit permet de réduire les risques d'érosion et limite la dimension des ouvrages. Pour un ouvrage qui se trouve sous la chaussée, la couverture minimale assurant sa résistance pourra être obtenue plus facilement.

Des ouvrages de régulation et de dépollution sont généralement à prévoir avant rejet dans le milieu naturel, que ce soit pour limiter le débit acceptable par exutoire, préserver le milieu (pollution chronique et/ou accidentelle) ou répondre à des exigences réglementaires (loi sur l'eau...). Dans ce cas, il convient de *prévoir des ouvrages rustiques, adaptés aux enjeux et faciles d'entretien afin de réduire les coûts et assurer leur pérennité.*

### 2.1.3 Le dimensionnement

Il convient de vérifier que les ouvrages constituant le réseau d'assainissement sont suffisants pour évacuer les eaux d'apport du projet.

Le réseau d'assainissement doit au moins être dimensionné pour la pluie d'occurrence décennale. Par ailleurs, il convient de vérifier la non-inondabilité de la chaussée pour une période de retour de 25 ans.

Le concepteur doit comparer le débit d'apport (formule rationnelle) au débit capable de l'ouvrage qui permet d'évacuer les eaux (formule de Manning Strickler).

Le débit capable de l'ouvrage ne dépend que de ses caractéristiques (sa forme, sa section, sa pente, sa rugosité).

Le débit d'apport dépend de la pluviométrie locale, de la surface de la plate-forme qui alimente en eau de ruissellement l'ouvrage à dimensionner et du coefficient de ruissellement de l'impluvium.

Deux cas peuvent se présenter.

- Le débit d'apport est inférieur ou égal au débit capable : l'ouvrage est suffisant. Lorsque le débit d'apport est nettement inférieur au débit capable, il est souhaitable de diminuer les caractéristiques de l'ouvrage afin de réduire le coût du projet.
- Le débit d'apport est supérieur au débit capable : l'ouvrage est insuffisant. Dans ce cas, il faut changer d'ouvrage ou y associer un autre ouvrage.

Il est conseillé de consulter la mission interservices de l'eau (MISE) suffisamment en amont afin d'intégrer les enjeux du milieu et les contraintes du service instructeur, notamment lorsque le projet est soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau.

## 2.2 Le rétablissement des écoulements naturels

Le rétablissement des écoulements naturels permet d'assurer la continuité des écoulements superficiels des bassins versants interceptés par un projet routier. Les ouvrages doivent être conçus pour assurer la transparence hydraulique de la route vis-à-vis des eaux de ruissellement naturelles. Par ailleurs, ils doivent être conçus pour assurer la séparation des eaux de la plate-forme routière par rapport aux eaux issues des bassins versants.

### 2.2.1 Le dimensionnement

Le dimensionnement des ouvrages de rétablissement des écoulements naturels est généralement défini sur la base de l'occurrence centennale.

Il est nécessaire de vérifier l'aspect réglementaire (loi sur eau, plan de prévention des risques inondation...) et de déterminer le ou les bassins versants interceptés par le projet et leurs surfaces.

Pour le dimensionnement de l'ouvrage hydraulique, il existe plusieurs méthodes pour le calcul du débit de projet (débit de pointe pour une période de retour donnée). La surface du bassin versant et le lieu géographique (façade méditerranéenne ou non) conditionnent la formule à retenir (rationnelle, crupédix ou transition).

Outre le débit, le choix des ouvrages doit prendre en compte la pérennité de la route, la sécurité des usagers, l'environnement, le coût et l'entretien ultérieur. Il est à noter qu'un ouvrage cadre peut se justifier par une fonction environnementale de passage de la petite et moyenne faune sous la route.

Il est souhaitable de caler l'ouvrage dans la pente du lit naturel du cours d'eau. Son ouverture doit au moins être égale à celle du lit mineur. Les ouvrages doivent disposer d'un tirant d'air suffisant pour permettre l'évacuation des corps flottants sans générer d'embâcle. Ainsi, le taux de remplissage de l'ouvrage pour le débit projet ne doit pas excéder 75 %.

Pour le dimensionnement, il est recommandé de faire appel à un bureau d'études spécialisé afin que l'étude soit complète, rigoureuse et inattaquable devant les tribunaux. Pour les dossiers sensibles, il peut être nécessaire de recourir à une assistance à maîtrise d'ouvrage.

## 2.2.2 Les dispositifs de protection des ouvrages de rétablissement

Les dispositifs de protection des ouvrages de rétablissement se situent à l'entrée et à la sortie de l'ouvrage.

La tête amont doit être protégée par un parafeuille et un mur de tête jusqu'à la hauteur d'eau déterminée. Il convient également de protéger les talus par des murs en aile.

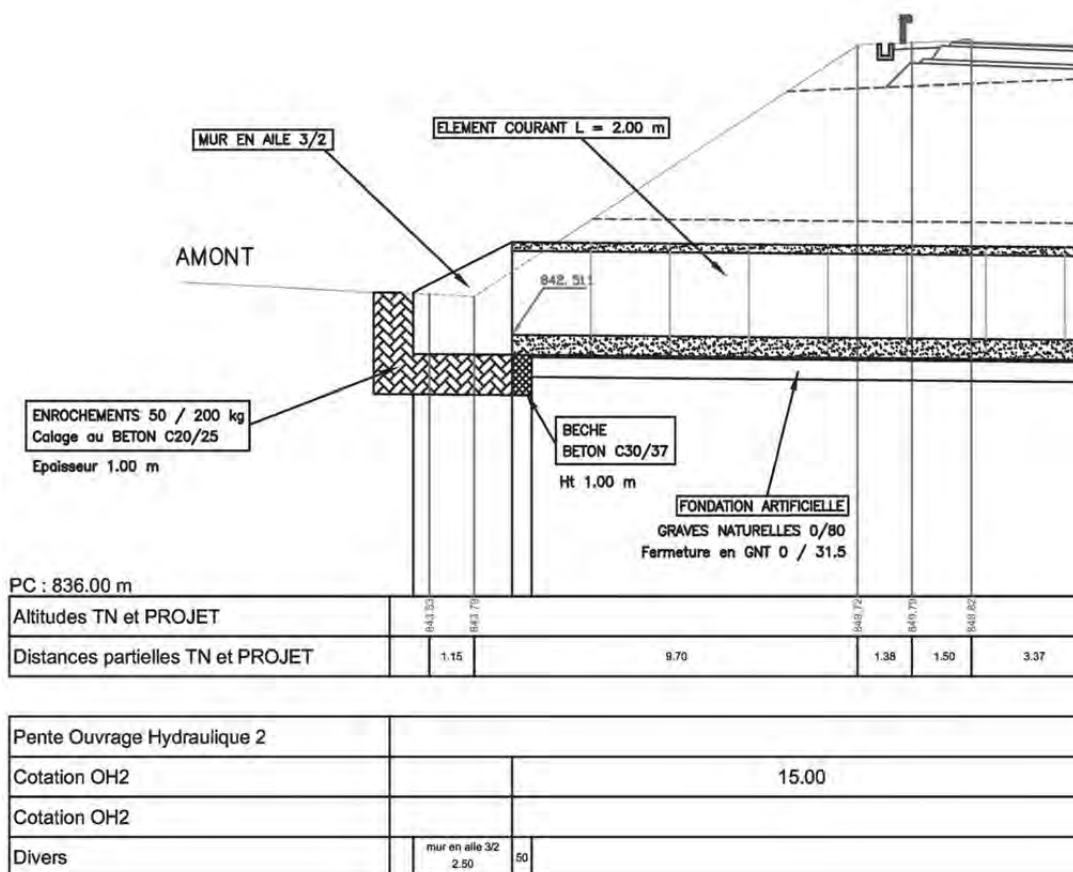
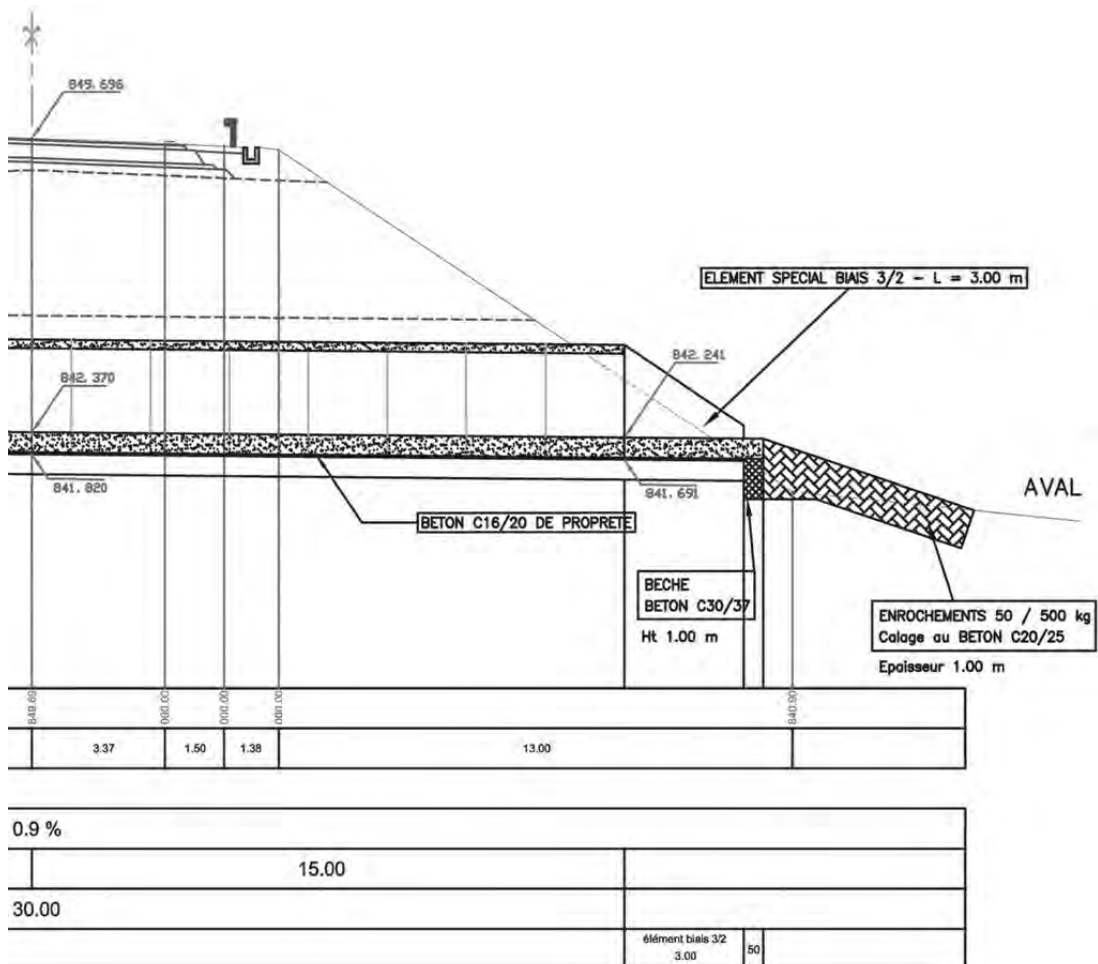


Figure 2.2 Coupe longitudinale d'un ouvrage de rétablissement. (Voir cahier couleur p.88-89)

La tête aval doit aussi être protégée par un parafeuille. Le lit et les berges sont également à protéger (protection végétale ou enrochements bétonnés par exemple lorsque la vitesse de l'eau à la sortie est élevée).



## Grille d'analyse

## L'assainissement – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Oui | Non |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Les eaux issues des bassins versants naturels sont-elles séparées de celles de la plate-forme routière?<br><i>Contrairement aux eaux de la plate-forme routière, les eaux issues du bassin versant naturel sont dites propres.</i>                                                                                                                |     |     |
| L'assainissement de la plate-forme routière est-il assuré jusqu'aux exutoires naturels ?<br><i>Il est important de bien identifier et de protéger les points de rejet dans le milieu naturel. Pour appréhender le fonctionnement hydraulique, un plan de l'existant est recommandé.</i>                                                           |     |     |
| Le projet prévoit-il des points bas en déblai ?<br>Dans l'affirmative, les eaux s'écoulent-elles vers un exutoire ?                                                                                                                                                                                                                               |     |     |
| Le projet prévoit-il des talus de remblai au droit de parcelles appartenant à des personnes privées ?<br>Dans l'affirmative, les eaux sont-elles collectées ?                                                                                                                                                                                     |     |     |
| La section hydraulique des ouvrages superficiels ( <i>cunettes, fossés...</i> ) et enterrés ( <i>tuyaux, cadres...</i> ) projetés est-elle au minimum équivalente à l'existant ?                                                                                                                                                                  |     |     |
| La pente des ouvrages superficiels non revêtus est-elle comprise entre 1 et 3 % ?<br>Si la réponse est négative, des ouvrages revêtus sont-ils prévus ( <i>éviter les pentes inférieures à 0,5 %</i> ) ?<br><i>Il est à noter que, selon la vulnérabilité de la ressource, l'étanchéification des ouvrages superficiels peut être nécessaire.</i> |     |     |
| La pente des ouvrages revêtus ( <i>superficiels ou enterrés</i> ) est-elle comprise entre 0,5 et 3,5 % ? ( <i>éviter les pentes inférieures à 0,5 %</i> )                                                                                                                                                                                         |     |     |
| Dans l'hypothèse où la pente est supérieure à 7%, est-il prévu de réaliser un revêtement très rugueux et/ou un dissipateur d'énergie ?                                                                                                                                                                                                            |     |     |
| Le diamètre des ouvrages projetés ( <i>tuyaux B.A, PEHD*...</i> ) est-il adapté à la profondeur des fossés ?<br>Si la réponse est négative, est-il prévu un ouvrage cadre rectangulaire ? ( <i>vérifier l'équivalence hydraulique</i> )                                                                                                           |     |     |
| Le diamètre des ouvrages hydrauliques en traversée sous chaussée est-il au minimum de 600 millimètres afin notamment de faciliter l'entretien et de limiter la déformation des ouvrages ?                                                                                                                                                         |     |     |
| La couverture sur les ouvrages hydrauliques enterrés est-elle suffisante ( <i>minimum 40 centimètres pour les éléments en béton armé et 60 centimètres pour les éléments en PEHD</i> ) ?<br>Si la réponse est négative, est-il prévu une protection en béton ou un ouvrage renforcé ?                                                             |     |     |
| Le projet prévoit-il systématiquement des regards de transition et de jonction ?<br><i>Un regard est à prévoir à chaque changement de direction ou pour raccorder deux ouvrages.</i>                                                                                                                                                              |     |     |
| Le projet prévoit-il des têtes de sécurité ou de pont ?                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |     |

\* Polyéthylène haute densité.

### Grille d'analyse

#### L'assainissement des eaux internes – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Oui | Non |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Le projet prévoit-il des dispositifs de drainage ?</p> <p>Dans l'affirmative :</p> <p>Le drainage est-il assuré gravitairement jusqu'aux exutoires ?</p> <p>Les eaux issues du drainage sont-elles séparées de celles de la plate-forme routière ?</p> <p><i>Pour mémoire, les eaux de drainage sont des eaux dites propres.</i></p>                                                                                                                                                                         |     |     |
| <p>Est-il prévu un drainage de la partie supérieure des terrassements (PST)?</p> <p><i>Il est important de connaître la nature des sols et leur état hydrique et de traiter à minima les points singuliers du profil en long.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |     |
| <p>La couche de forme est-elle prévue en matériaux granulaires non traités ?</p> <p>Dans l'affirmative, les eaux sont-elles évacuées jusqu'aux exutoires ?</p> <p><i>S'agissant de matériaux perméables, il est important de ne pas piéger les eaux internes et de disposer d'une pente transversale suffisante pour les évacuer vers les exutoires (dévers compris entre 2 et 4 % selon la classe de la PST). L'objectif est de limiter les infiltrations dans la partie supérieure des terrassements.</i></p> |     |     |
| <p>Les couches de chaussée sont-elles prévues avec des matériaux traités au liant hydro-carboné?</p> <p>Si la réponse est négative, est-il prévu un drainage des couches de chaussée ou une couche de forme en grave non traitée permettant d'évacuer les eaux de la structure ?</p> <p><i>Il est à noter qu'une couche de forme traitée est quasi imperméable et ne participe donc pas au drainage de la structure de chaussée.</i></p>                                                                        |     |     |

#### Plan d'assainissement – Les questions à se poser pour améliorer la lisibilité du document graphique

|                                                                                                                        | Oui | Non |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Les ouvrages hydrauliques sont-ils numérotés ?                                                                         |     |     |
| Les caractéristiques des ouvrages sont-elles indiquées ( <i>cotes fil d'eau, longueurs, pentes...</i> )?               |     |     |
| Y a-t-il des flèches pour indiquer le sens d'écoulement des eaux ?                                                     |     |     |
| Les points hauts et bas sont-ils indiqués ?                                                                            |     |     |
| Au droit des zones de raccordement des ouvrages à l'existant, les cotes du terrain naturel (TN) sont-elles indiquées ? |     |     |

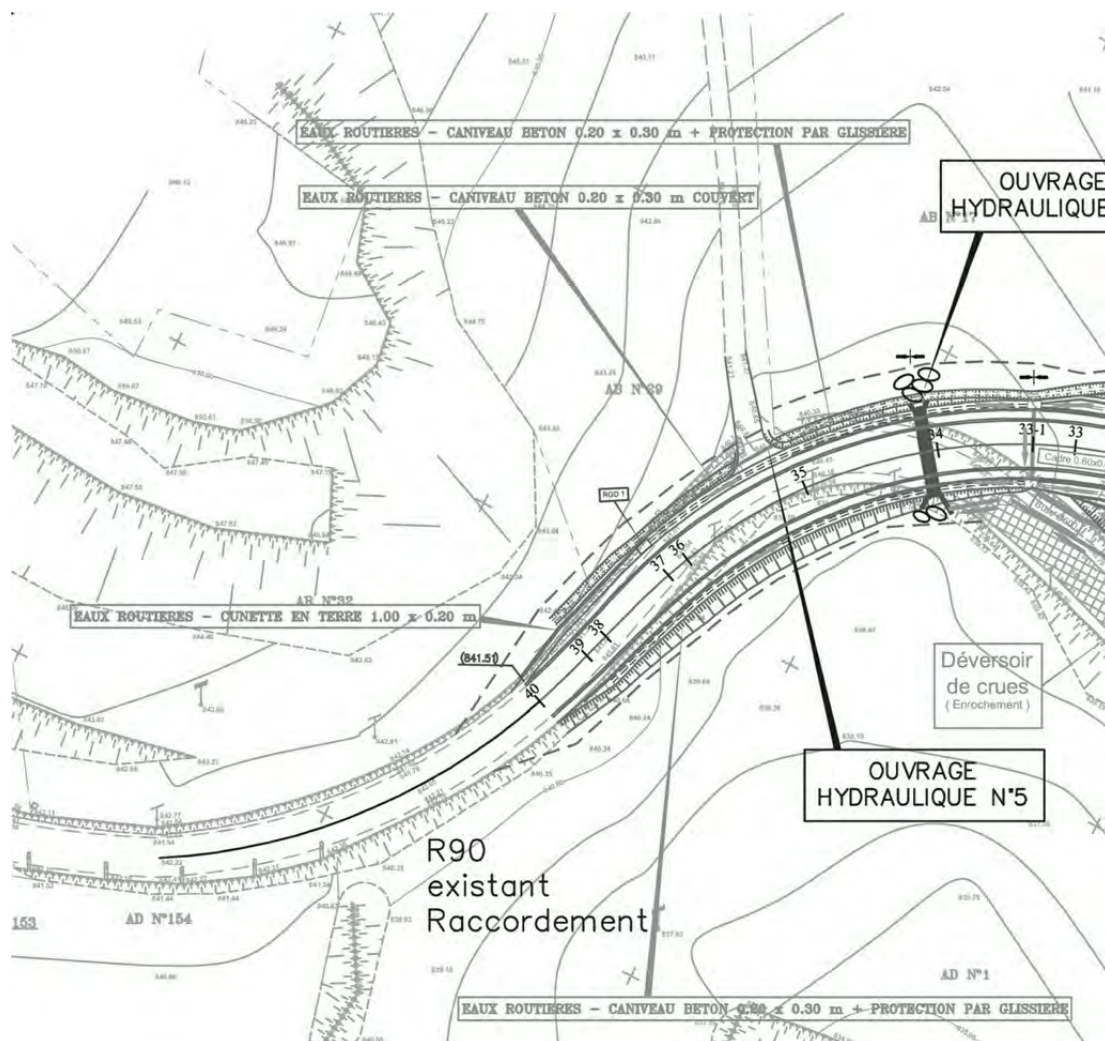
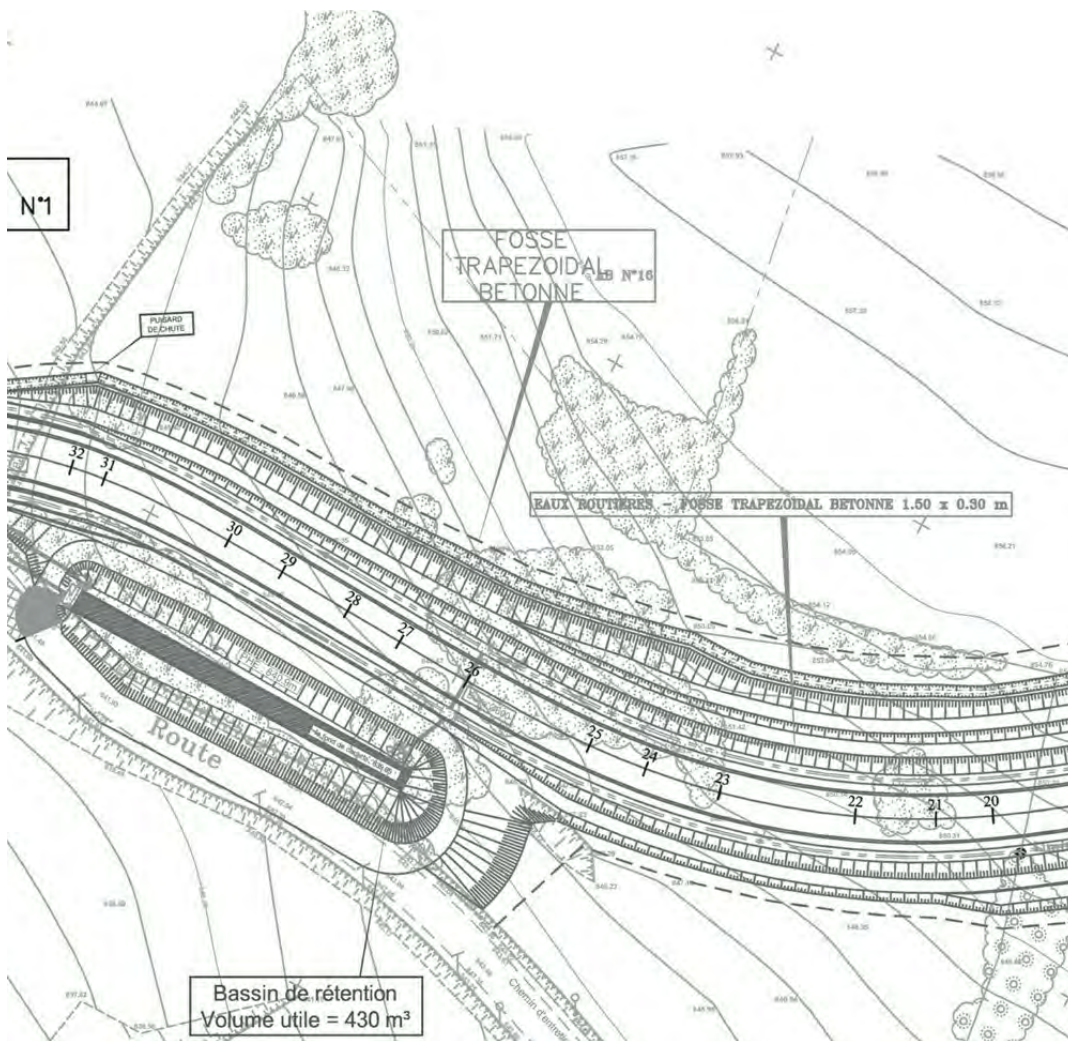


Figure 2.3 Extrait d'un plan d'assainissement. (Voir cahier couleur p.90-91)

Dans cet exemple, les eaux issues du bassin versant naturel sont séparées de celles de la plate-forme routière. Ces dernières transitent par un ouvrage de contenance et de dépollution avant rejet dans le milieu naturel.



# Les chaussées

Les travaux de chaussées comprennent notamment le découpage par sciage, le rabotage, la scarification, la structure de chaussée ainsi que les couches d'accrochage et d'imprégnation.

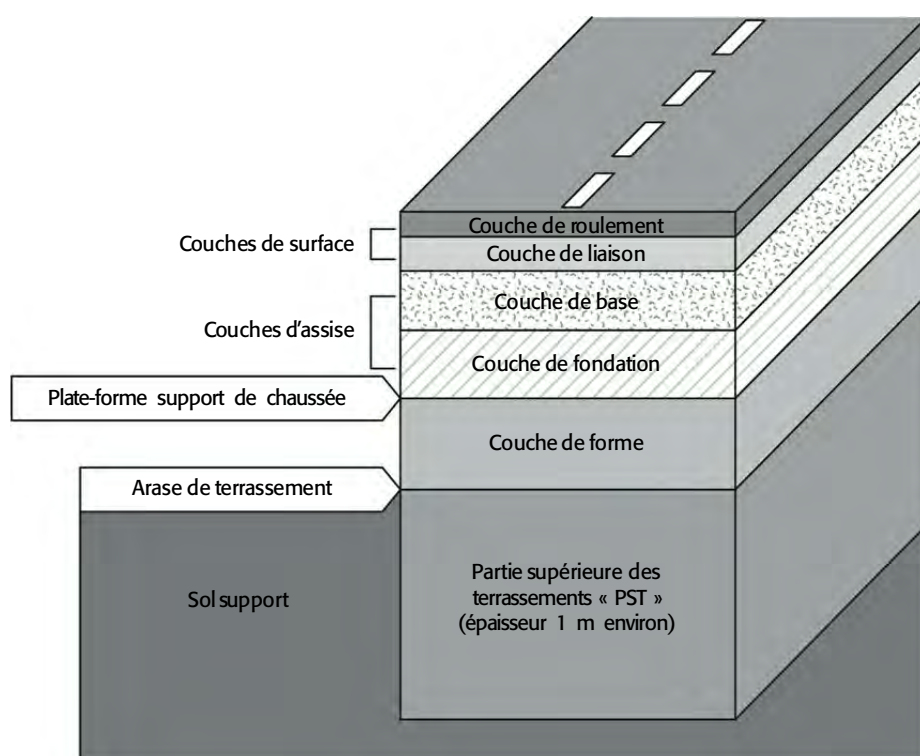


Figure 3.1 Définition des différents termes.

Le rôle d'une chaussée est de reporter sur le sol support, en les répartissant convenablement, les efforts dus au trafic. La structure de chaussée doit être telle que la pression verticale transmise au sol support soit suffisamment faible afin que celui-ci puisse la supporter sans dégradation.

Les structures de chaussée se composent des couches d'assise et de surface (couche de roulement et éventuellement une couche de liaison). Elles apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Il est à noter que les couches d'assise sont généralement constituées de deux couches, la couche de fondation surmontée de la couche de base. (Figure 3.1. )

Le choix de la couche de roulement et des assises a un impact direct sur la nature et la fréquence des travaux d'entretien nécessaires au maintien du niveau de service recherché. Ainsi, il appartient à la maîtrise d'ouvrage de hiérarchiser son réseau. Le classement en sous-ensembles homogènes des différentes routes est le résultat d'études menées en amont.

## 3.1 Le dimensionnement

Le dimensionnement d'une chaussée permet de définir la déformation admissible à la base de la couche de fondation. Il consiste donc en la détermination du nombre et de l'épaisseur des différentes couches d'une structure routière afin de supporter le trafic poids lourds prévu pendant une période déterminée sur une plate-forme support de chaussée donnée.

L'objectif est de limiter la probabilité d'apparition des dégradations avant une période fixée (durée de vie). La seconde étape consiste à vérifier que cette structure peut supporter un cycle gel/dégel.

### 3.1.1 Le calcul de la structure

Le document couramment utilisé pour le dimensionnement des chaussées est le catalogue des structures types de chaussées neuves (SÉTRA, 1998) se référant à la norme NF P 98-086 de décembre 1992. Il est à noter que cette norme a été remplacée en octobre 2011. *Les chaussées sont dimensionnées vis-à-vis du trafic poids lourds.*

Dans les fiches de structures, la donnée de trafic prise en compte est une classe de trafic exprimée en nombre de poids lourds cumulé sur la durée de dimensionnement de la chaussée.

Le trafic pris en compte est le nombre de poids lourds circulant sur la voie la plus chargée (exprimé en millions de PL).

Le catalogue différencie vis-à-vis du dimensionnement deux catégories de voies. Pour chaque structure de chaussée, il existe donc deux types de fiches :

- celles relatives aux Voies du Réseau Structurant (VRS, autoroutes et routes express à une chaussée) ;
- celles relatives aux Voies du Réseau Non Structurant (VRNS, artères inter-urbaines et autres routes).

La différence de dimensionnement des structures de chaussées de ces deux catégories de voies résulte essentiellement d'hypothèses de calculs différentes. Il s'agit notamment du taux d'accroissement du trafic et de la durée de dimensionnement initiale, 30 ans pour les voies du réseau structurant (VRS) et 20 ans pour les voies du réseau non structurant (VRNS).

Dans un premier temps, le concepteur doit définir la classe de trafic (TC).

Le calcul se fait à l'aide de la relation suivante :

$$TC_{20 \text{ ou } 30} = 365 \times T \times C$$

avec  $T$  : TMJA (trafic moyen journalier annuel) poids lourds à l'année de mise en service sur la voie la plus chargée.

Dans le cas des chaussées bidirectionnelles de faible largeur, il convient de tenir compte du recouvrement des bandes de roulement (norme NF P 98-086 d'octobre 2011) :

- si la largeur de chaussée est inférieure à 5 mètres : 100 % du trafic total PL des 2 sens ;
- si la largeur est supérieure ou égale à 5 mètres et inférieure à 6 mètres : 75 % du trafic total PL des 2 sens ;
- si la largeur de chaussée est supérieure ou égale à 6 mètres : 50 % du trafic total PL des 2 sens ;

$C$  : coefficient fonction de la durée de dimensionnement et du taux de croissance poids lourds

$$C = d + t \times d \times (d - 1)/2$$

$d$  : durée de dimensionnement initiale de la chaussée (20 ou 30 ans). La stratégie d'investissement et d'entretien du maître d'ouvrage orientera le choix de la durée de dimensionnement ;

$t$  : taux de croissance linéaire annuelle du trafic lourd. Une analyse spécifique du pourcentage poids lourd peut être envisagée (desserte zone industrielle, déchetterie). Généralement,  $t$  est égal à 2 % pour VRNS et 5 % pour VRS.

Dans un second temps, le concepteur doit choisir le type de structure (chaussée souple, bitumineuse épaisse, semi-rigide, rigide, mixte ou inverse). Pour les six familles de structure, le catalogue (SÉTRA, 1998) propose 52 fiches précalculées avec une combinaison de couches de surface. Il est à noter que les chaussées souples qui comportent une couverture bitumineuse relativement mince reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités ont une faible rigidité. Ce type de structure ne résiste pas à un trafic lourd. Elles subissent rapidement des déformations permanentes. Ainsi, elles ne sont pas autorisées sur les voies du réseau structurant (VRS).

### 3.1.2 La vérification au gel/dégel

Les chaussées faiblement dimensionnées reposant sur un sol support gélif sont sensibles au gel. Il est à noter que l'essai de gonflement permet d'apprécier la classe de sensibilité au gel des sols.

En période de gel, le changement d'état (eau – glace) crée un champ de pression qui entraîne l'eau vers la zone de congélation. La formation de lentille de glace provoque un gonflement de la chaussée.

Lors de la séquence de dégel, les lentilles de glace se transforment en eau. Le sol sous la chaussée contient une quantité d'eau beaucoup plus importante qu'en situation normale. Cet excès d'eau fait chuter considérablement la portance du sol support de la chaussée. Pendant la période nécessaire à l'évacuation de ce surplus d'eau, la chaussée devient particulièrement fragile. La circulation des poids lourds peut occasionner des dégâts importants sur des chaussées fragilisées. La pose de barrières de dégel est nécessaire jusqu'à ce que la chaussée présente à nouveau une portance suffisante.

Ainsi, les conséquences du gel et du dégel sont respectivement le gonflement de la chaussée et l'augmentation de la déformation du sol par retour des lentilles de glace à l'état liquide.

La vérification au gel/dégel consiste à comparer l'indice de gel de référence (IR) qui caractérise la rigueur de l'hiver dont on souhaite protéger la chaussée à l'indice de gel admissible (IA). Pour l'indice de gel de référence, il existe deux hivers caractéristiques, à savoir les hivers exceptionnels (HE) et les hivers rigoureux non

exceptionnels (HRNE). Le choix de l'hiver de référence a un impact sur la fréquence d'interruption de la circulation sur l'itinéraire (pose de barrières de dégel). Pour l'indice de gel admissible, il évolue en fonction de la sensibilité au gel du sol support, de la protection thermique et de la structure de chaussée.

*Lorsque  $IA$  est inférieur à  $IR$ , la vérification au gel est négative*, ce qui signifie que les phénomènes de gonflement et de perte de portance sont suffisamment importants pour créer des désordres. Selon le niveau de service de la route, la pose de barrières de dégel peut être ou pas envisagée. Il est à noter que le drainage des chaussées permet d'évacuer l'excès d'eau et donc de réduire les contraintes liées à la pose de barrières de dégel (durée, fréquence, tonnage).

*Lorsque la circulation ne peut pas être interrompue, il est nécessaire de reprendre la vérification au gel afin que  $IA$  soit supérieur à  $IR$ .*

Dans ce cas, il faut donc :

- soit diminuer la sensibilité au gel des matériaux ou augmenter l'épaisseur des matériaux non gélifs de la plate-forme support de chaussée ;
- soit choisir une structure de chaussée plus épaisse (classe de trafic supérieure ou classe de plate-forme inférieure) ;
- soit choisir une structure de chaussée différente plus épaisse.

Lorsque la vérification au gel est négative, il est souhaitable d'intervenir au niveau de la plate-forme support de chaussée pour réduire les coûts. À titre d'exemple, il est possible de traiter le sol support pour réduire sa sensibilité au gel et/ou d'augmenter l'épaisseur de la protection thermique (couche de forme).

## 3.2 La couche de roulement

La couche de roulement assure le contact avec les pneumatiques. Sur elle s'exercent directement les actions du trafic et du climat.

La couche de roulement a les rôles suivants :

- sécurité : adhérence de la chaussée ;
- confort de l'usager : uni de la chaussée ;
- participation à la structure : protège les assises ;
- esthétique ou phonique.

### 3.2.1 Les techniques disponibles<sup>1</sup>

Les différents produits utilisables en couche de roulement appartiennent aux familles suivantes :

- les enduits superficiels d'usure (ESU) ;
- les enrobés coulés à froid (ECF) ;
- les enrobés denses à froid (EDF) ;
- les enrobés à chaud avec notamment le béton bitumineux semi-grenu (BBSG), le béton bitumineux mince (BBM), le béton bitumineux drainant (BBD<sub>r</sub>) et le béton bitumineux très mince (BBTM) ;
- les bétons.

### 3.2.2 Les critères de choix<sup>2</sup>

(Voir tableau ci-après.)

Plus la couche de roulement est mince et moins elle intervient dans la structure de la chaussée. C'est le cas du BBTM (béton bitumineux très mince) dont l'apport structurel est négligeable et qui n'est employé que pour donner à la chaussée des caractéristiques de surface (adhérence) et un confort de roulement (réduction du bruit de roulement avec le BBTM 0/6). Lorsque la route est en rase campagne, il est préférable d'utiliser des BBTM 0/10 plutôt que les BBTM 0/6 qui se colmatent facilement. *Le BBTM 0/6 est à réserver pour l'environnement urbain*, sa faible granulométrie lui confère des qualités phoniques. Pour éviter une décroissance rapide de ses caractéristiques mécaniques, le BBTM doit être fabriqué avec un bitume modifié (ajout de polymères).

---

<sup>1</sup> Liste non exhaustive.

<sup>2</sup> Liste non exhaustive.

|                                        | <b>ESU (*)</b>                   | <b>ECF</b>                       | <b>BBTM<br/>0/6</b>              | <b>BBTM<br/>0/10</b>             | <b>BBM<br/>0/10</b> | <b>BBD<sup>r</sup> (**)</b><br>0/10 | <b>BBSG<br/>0/10</b> | <b>BBSG<br/>0/14</b> |
|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Trafic</b>                          | Moyen/<br>Faible                 | Moyen                            | Tout<br>type                     | Tout<br>type                     | Tout<br>type        | Tout<br>type                        | Fort                 | Fort                 |
| <b>Support<br/>(***)</b>               | Peu<br>déformé<br>et bon<br>état | Peu<br>déformé<br>et bon<br>état | Peu<br>déformé<br>et bon<br>état | Peu<br>déformé<br>et bon<br>état | Bon état            | Peu<br>déformé<br>et bon<br>état    | Déformé              | Déformé              |
| <b>Structure</b>                       | Sans<br>apport                   | Sans<br>apport                   | Sans<br>apport                   | Sans<br>apport                   | Faible<br>apport    | Faible<br>apport                    | Apport               | Apport               |
| <b>Épaisseur</b>                       | 1 cm                             | 1 à 2 cm                         | 2 à 3 cm                         | 2 à 3 cm                         | 3 à 4 cm            | 4 à 5 cm                            | 5 à 7 cm             | 6 à 9 cm             |
| <b>Prix (m<sup>2</sup>)<br/>(****)</b> | 2 €                              | 3 €                              | 5 €                              | 5 €                              | 6 €                 | 7 €                                 | 10 €                 | 10 €                 |
| <b>Bruit (dBa)</b>                     | 78,9                             | 77,3                             | 73,8                             | 77,7                             | Inconnu             | 73,5                                | 76,2                 | 79,4                 |
| <b>Étanchéité</b>                      | +++                              | ++/+                             | -/+                              | -/+                              | +                   | -                                   | ++                   | ++                   |
| <b>Adhérence</b>                       | ++                               | ++/+                             | ++/+                             | ++/+                             | +                   | +++                                 | -/+                  | -/+                  |
| <b>Uni</b>                             | -                                | -                                | -/+                              | -/+                              | +                   | +                                   | ++                   | ++                   |

(\*) Le bicouche apporte une bonne étanchéité au support.

(\*\*) Dispositions particulières pour l'entretien (décolmatage) et l'exploitation (viabilité hivernale).

(\*\*\*) En entretien ou réhabilitation.

(\*\*\*\*) Les prix au m<sup>2</sup> facilitent la comparaison des produits.

NB: Cette comparaison n'est donnée qu'à titre indicatif.

+++ très adapté ; ++ bien adapté ; + moyennement adapté ; - pas adapté.

### 3.2.3 Cas particulier des giratoires

Dans les giratoires, les vitesses de passage sont faibles d'où des temps de charge plus long qu'en section courante, ce qui augmente les contraintes dans les couches de matériaux et les risques d'orniérage.

Les véhicules longs développent pour les couches de roulement des efforts tangentiels élevés. Il est donc recommandé d'employer un BBSG sur une épaisseur moyenne de 6 cm. Les enrobés en couche mince (épaisseur inférieure à 4 centimètres) et à texture ouverte sont à proscrire (BBTM, BBD<sup>r</sup>...). Il est à noter que les vides diminuent la densité des points de contact, ce qui a pour conséquence d'augmenter les efforts de cisaillement.

### 3.2.4 Qualité de la couche de roulement

#### Uni

Par rapport à un profil de référence, l'uni représente la variation des dénivellations de la surface d'une chaussée longitudinalement et transversalement. Ces défauts géométriques du profil de la chaussée sont de nature à compromettre la sécurité et le confort de l'usager. L'obtention d'un bon uni est directement lié à la qualité des travaux de mise en œuvre des différentes couches. Depuis les terrassements qui peuvent générer des défauts en grandes ondes, jusqu'aux revêtements de surface dont les défauts apparaîtront plutôt en petites ondes.

*Les seuils d'uni longitudinal à respecter sont fixés dans la circulaire n°2000-36 du 22 mai 2000. Les mesures contractuelles de contrôle de l'uni longitudinal ne visent que les couches de roulement définitives des chaussées.*

#### Adhérence

L'adhérence d'une chaussée correspond à sa capacité à mobiliser des forces de frottement entre les pneumatiques d'un véhicule et la surface de la chaussée sous l'effet des sollicitations engendrées par la conduite (zones de freinage, virages à faibles rayons...). Sur chaussée sèche, le niveau d'adhérence est généralement satisfaisant. Par contre sur chaussée mouillée ou humide, l'adhérence diminue considérablement. Il est à noter que plus la vitesse des véhicules augmente, plus l'adhérence diminue.

L'adhérence en conditions humides est impossible tant qu'un film d'eau s'interpose entre la chaussée et le pneumatique. Rétablir cette adhérence nécessite de retrouver des conditions de contact à sec.

La première étape consiste à évacuer la lame d'eau présente à la surface de la chaussée. C'est le rôle conjugué de la macrotexture et des sculptures du pneumatique. Reste ensuite un film d'eau de quelques microns d'épaisseur qui ne pourra être transpercé que par les arêtes et les pointes à la surface de l'enrobé, on retrouve ici l'importance de la microtexture.

La macrotexture réduit les risques « d'aquaplaning ». Elle est différente selon le type de produit. La macrotexture est fonction de la dimension maximale des granulats et de la composition granulométrique. Une texture dite « ouverte » (pourcentage de vide élevé) correspond à un béton bitumineux qui a une granulométrie discontinue (exemple BBTM, BBDr...). Ces bétons bitumineux ont une composition qui se caractérise par la prédominance d'une fraction granulométrique (exemple : fraction 6/10 pour une granularité 0/10) et l'absence de

fraction granulométrique intermédiaire (exemple : fraction 2/6 pour un enrobé 0/10). Ils permettent de faire circuler une importante quantité d'eau pluviale. A contrario, une texture dite « fermée » qui en outre assure une meilleure étanchéité (faible pourcentage de vide) correspond à un béton bitumineux qui a une granulométrie continue (exemple BBSG, BBME...). Pour ce type d'enrobés, la répartition granulométrique est homogène. De manière générale, un béton bitumineux qui présente une texture fermée contient plus de fines qu'un béton bitumineux qui présente une texture ouverte.

La microtexture est la propriété que possèdent les granulats de présenter une surface durablement rugueuse capable de perforer le film d'eau résiduel au contact du pneumatique. Elle dépend de la capacité des granulats à présenter et à conserver le plus longtemps possible des arêtes vives (angularité des granulats) et de leur bonne résistance mécanique (résistance au polissage).

L'adhérence est directement liée à la texture de surface du revêtement routier. *Ainsi, les mesures contractuelles de contrôle de la macrotexture visent les couches de roulement définitives des chaussées. Les valeurs à atteindre sont données dans la circulaire n° 2002-39 du 16 mai 2002. Il est à noter que l'annexe B de la norme NFP98-150-1 donne par type de produit le niveau de macrotexture minimal exigé après mise en œuvre.*

### 3.3 La couche d'accrochage

Les différentes couches constituant une chaussée doivent être parfaitement collées pour qu'il y ait transmission des contraintes. En revanche, s'il y a un décollement, toutes les couches travaillent en traction, ce qui réduit considérablement la durée de vie de la chaussée.

Lors de la mise en œuvre des enrobés, l'utilisation de couches d'accrochage aux interfaces permet de faciliter le collage des couches de la chaussée. Elle permet à la structure de chaussée de travailler comme un seul bloc. La rigidité globale augmente et les contraintes de déformation diminuent.

En l'absence de couche d'accrochage, les couches d'enrobés risquent de ne pas être collées et, dans ce cas, toutes les couches de la structure travaillent de manière indépendante. La rigidité globale baisse et les contraintes de déformation augmentent. Ainsi, la détérioration de la chaussée est accélérée (dégradation par fatigue).

La couche d'accrochage est à prévoir entre le blanc (matériaux traités avec un liant hydraulique ou non) et le noir (matériaux traités avec un liant hydrocarboné)

ou entre deux couches de noir. Il s'agit d'une émulsion de bitume pur ou modifié.

Lorsqu'une couche d'accrochage concerne l'interface entre le blanc et le noir, on parle de couche d'imprégnation. En effet, le matériau est imprégné en surface, après compactage, d'une couche d'émulsion de bitume et recouvert de granulats. La couche d'imprégnation est mise en œuvre sur une couche de forme ou sur une couche de fondation (cas de chaussée souple GNT/GB).

Lorsque la couche d'accrochage concerne deux couches d'assise traitées avec un liant hydrocarboné (GB/GB ou EME/EME), le dosage minimal en liant résiduel est de 250 g/m<sup>2</sup>. Le dosage est identique entre une couche de base et une couche de roulement à texture fermée (BBSG, BBME).

Par contre, le dosage doit être majoré entre une couche de base et une couche de roulement à texture ouverte (BBTM, BBDr...). Pour information, le dosage minimal en liant résiduel est de 300 g/m<sup>2</sup> pour le BBTM et de 350 g/m<sup>2</sup> pour le BBDr. En effet, la couche d'accrochage sert aussi à imperméabiliser la chaussée lorsque des enrobés contenant un pourcentage de vide élevé sont utilisés.

Pour les bétons bitumineux qui sont mis en œuvre sur de faibles épaisseurs (2,5 cm), le parfait collage est primordial pour garantir une bonne durée de vie de la couche de roulement et éviter l'apparition précoce de fissures. À cette fin, l'utilisation d'une couche d'accrochage à l'émulsion de bitume modifiée est vivement conseillée.

Ainsi, *la couche d'accrochage est un élément essentiel de la structure de chaussée*. Elle assure sa pérennité pour un coût très faible (environ 1 €/m<sup>2</sup>). En fonction du type d'enrobé, il est important d'adapter le dosage.

Il est important de noter que, pour les travaux routiers, *les chaussées constituent un des enjeux majeurs du développement durable*. La convention d'engagement volontaire nationale fixe des objectifs pour le recyclage des matériaux bitumineux issus de la déconstruction routière et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cela se traduit techniquement par l'utilisation d'agrégats d'enrobés et l'abaissement des températures de fabrication et de mise en œuvre des enrobés (enrobés dits tièdes). L'ouverture aux variantes techniques et environnementales dans les marchés peut créer une véritable compétitivité écologique. Il est à noter que le guide technique *Spécifications des variantes* (SÉTRA, 2003) autorise sur le réseau routier national les variantes sur les couches de surface (nature des matériaux et/ou épaisseurs), les couches d'assise (nature des matériaux ou type de structure) et sur la couche de forme (nature et épaisseur). La variante proposée peut concerner tout ou partie de ces éléments.

## Grille d'analyse

## Les chaussées – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Oui | Non |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Le projet prévoit-il la réutilisation totale ou partielle d'une chaussée existante ?</p> <p>Dans l'affirmative, la chaussée existante a-t-elle fait l'objet d'un diagnostic et, le cas échéant, d'une étude de renforcement ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |     |
| <p>Est-il prévu un renforcement de la chaussée existante ?</p> <p>Dans l'affirmative, il est important d'identifier la couche de roulement en place afin de prévoir le rabotage des couches en BBTM avant renforcement.</p> <p><i>En effet, ces enrobés présentent une faiblesse structurelle qui ne permet pas de les conserver. Par ailleurs, ils ont un indice de vide élevé, ce qui les rend perméables à l'eau et entraîne un risque de dégradation de la chaussée en cas de gel.</i></p>                                                                                                                                                                                                                      |     |     |
| <p>Détermination de la classe de trafic</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La durée de dimensionnement initiale de la chaussée (<math>d</math>) est-elle de 20 ans (VRNS) ?</li> </ul> <p><i>La stratégie d'investissement et d'entretien du maître d'ouvrage orientera le choix de la durée de dimensionnement.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le taux de croissance linéaire annuelle du trafic lourd (<math>t</math>) est-il cohérent avec le contexte local ?</li> </ul> <p>Dans le cas des chaussées bidirectionnelles de faible largeur, le trafic moyen journalier annuel poids lourd à l'année de mise en service tient-il compte du recouvrement des bandes de roulement ?</p> |     |     |
| <p>La structure de chaussée a-t-elle été définie sur la base de la classe de trafic et de la PF (cf. catalogue des structures types de chaussées neuves – SÉTRA, 1998) ?</p> <p>Le choix des couches d'assise est-il adapté aux contraintes et au contexte local ?</p> <p><i>À titre d'exemple, il peut être nécessaire de limiter les travaux de décaissement pour ne pas impacter le réseau d'un concessionnaire. Dans ce cas, il convient de mener une approche performantielle (résistance à l'orniérage, module de rigidité, résistance en fatigue). Les matériaux disposant de meilleures caractéristiques mécaniques permettent de réduire l'épaisseur des assises.</i></p>                                  |     |     |

## Grille d'analyse

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Oui | Non |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>S'agit-il d'une route à fort trafic (<i>plus de 300 poids lourds par jour et par sens</i>)?</p> <p>Dans l'affirmative, est-il prévu une structure bitumineuse épaisse ?</p> <p><i>Pour les routes à fort trafic, il peut être envisagé une GB de classe 4 plutôt que de classe 3.</i></p> <p><i>Sur les routes à faible trafic (0 à 150 PL par jour et par sens), une structure souple peut être envisagée.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |     |
| <p>Le choix de la couche de roulement est-il adapté aux contraintes locales (<i>tracé sinueux, bruit...</i>) ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |     |
| <p>L'épaisseur d'utilisation par couche des produits hydrocarbonés à chaud est-elle conforme à l'annexe A de la norme NF P 98-150-1 de janvier 2008?</p> <p><i>À titre d'exemple, l'épaisseur moyenne d'utilisation des BBSG 0/10 et 0/14 est respectivement comprise entre 5 à 7 centimètres et 6 à 9 centimètres. Le concepteur doit rechercher une valeur médiane, à savoir 6 centimètres pour le BBSG 0/10 et 8 centimètres pour le BBSG 0/14.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |
| <p>Est-il prévu un BBTM ?</p> <p>Dans l'affirmative, est-il prévu d'utiliser un liant modifié ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |     |
| <p>Est-il prévu un carrefour giratoire ?</p> <p>Dans l'affirmative, est-il prévu un BBSG en couche de roulement ?</p> <p><i>Sur les routes à fort trafic, il peut être recommandé d'utiliser un BBSG avec un bitume modifié ou un bitume permettant de renforcer le caractère anti-orniérage (bitume multigrade).</i></p> <p><i>Il est à noter qu'un béton bitumineux à module élevé (BBME) peut également être envisagé. Il présente des performances (résistance à l'orniérage, module de rigidité, résistance en fatigue) supérieures à celles du BBSG. Par contre, le liant dur du BBME peut conduire à une faible résistance à la fissuration. De plus, il est plus difficilement recyclable.</i></p> |     |     |
| <p>La vérification au gel est-elle positive (<math>IA &gt; IR</math>)?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |
| <p>Les couches d'accrochage et d'imprégnation sont-elles prévues ?</p> <p>Dans le cas où un BBTM est prévu, la couche d'accrochage est-elle à base de bitume modifié ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |

# Conception générale et géométrie de la route

La connaissance du réseau routier (trafic, accidentologie, transports exceptionnels...), de ses perspectives de développement et des objectifs fixés par la maîtrise d'ouvrage permettent d'établir une hiérarchisation du réseau.

Le choix du type de route (desserte locale, transit...) fixe notamment les règles de traitement des carrefours et des accès. Pour la sécurité des usagers, il est important de conserver le même type de route tout au long d'un itinéraire.

Au sein de chaque type de route sont associées des catégories. Chaque catégorie définit les caractéristiques géométriques minimales applicables au tracé en plan et au profil en long. Ainsi, on admet des niveaux de confort différents. Le choix de la catégorie permet de tenir compte des contraintes topographiques. Il en résulte un compromis entre le coût et le confort des usagers de la route.

Le guide *Aménagement des routes principales*<sup>1</sup> (ARP – SÉTRA, 1994) constitue le document de référence pour les routes principales interurbaines. Pour les routes de type R (une ou deux chaussées) qui constituent l'essentiel du réseau, on retrouve deux catégories (R60 et R80). La catégorie R60 est utilisée en relief vallonné. La catégorie R80 est utilisée en faible relief. Lorsque les contraintes

---

<sup>1</sup> Au sens de la circulaire du 5 août 1994, les routes principales sont des routes qui présentent un caractère structurant à l'échelle du réseau routier national ou des réseaux départementaux. Elles supportent en général un trafic journalier moyen supérieur à 1 500 véhicules.

topographiques génèrent des coûts démesurés pour l'application de la catégorie minimale R60, il est possible d'envisager ponctuellement des dérogations. Dans le cas où les difficultés sont continues ou fréquentes sur une dizaine de kilomètres au moins, le concepteur pourra appliquer la catégorie « routes en relief difficile ».

## CHAPITRE 4

# Le tracé en plan et le profil en long

Pour le confort et la sécurité des usagers, il ne suffit pas que le tracé en plan et le profil en long considérés séparément soient conformes aux valeurs minimales de la catégorie retenue et que les conditions d'enchaînement soient respectées.

Il convient également de ne pas dissocier l'étude du tracé en plan de celle du profil en long. Ainsi, la coordination du tracé en plan et du profil en long améliore la visibilité et la perception générale du tracé.

### Grille d'analyse

**Le tracé en plan et le profil en long** – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Oui | Non |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Sur les routes neuves :<br>Les courbes du tracé en plan coïncident-elles avec les courbes du profil en long?<br>Dans l'affirmative, les rayons du profil en long sont-ils suffisamment importants par rapport à ceux du tracé en plan ?<br><i>L'Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (ICTAAL – SÉTRA, 2000) préconise de respecter la proportion suivante : rayon vertical supérieur à 6 fois le rayon horizontal.</i><br><i>Pour ne pas entraîner une dégradation de la perception du virage, le début d'une courbe de rayon inférieur à 300 mètres ne doit pas coïncider avec un point haut du profil en long (ou se situer à proximité immédiate).</i> |     |     |



Figure 4.1 À éviter : le début de la courbe de faible rayon coïncide avec le point haut du profil en long (rayon en angle saillant).  
La perception du virage est dégradée.

## CHAPITRE 5

---

# Le tracé en plan

Le tracé en plan est une projection de la route sur le plan horizontal. L'échelle de représentation (niveau projet) est généralement le 1/500 (1/200 ou 1/250 pour les carrefours giratoires).

Le tracé est constitué d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou non par des clothoïdes (courbes de raccordement progressif). En fonction de la catégorie retenue, le guide *Aménagement des routes principales* (ARP – SÉTRA, 1994) donne la valeur limite des paramètres suivants :

- le rayon non déversé (Rnd). Les courbes de rayon supérieur ou égal à Rnd conservent un profil en toit (2,5 % vers l'extérieur de la route). Ce dévers (ou pente transversale) favorise l'évacuation des eaux de surface, ce qui améliore la sécurité et le confort des usagers (adhérence de la chaussée...) ;
- le rayon au dévers minimal (Rdm). Pour les courbes de rayon compris entre Rdm et Rnd, la chaussée est déversée dans le sens correspondant à la courbure avec un dévers de 2,5 %. Les courbes de rayon inférieur à Rdm sont déversées vers l'intérieur du virage avec un dévers dont la valeur est fixée par interpolation linéaire en fonction de  $1/R$  entre 2,5 % pour Rdm et 7 % pour Rm (6 % pour les routes en relief difficile) ;
- le rayon minimal (Rm) associé au dévers maximal (7 % pour les routes de type R).

| Catégorie                     | R80   | R60   | Routes en relief difficile |
|-------------------------------|-------|-------|----------------------------|
| Rayon non déversé (Rnd)       | 900 m | 600 m | 400 m                      |
| Rayon au dévers minimal (Rdm) | 650 m | 450 m | 250 m                      |
| Rayon minimal (Rm)            | 240 m | 120 m | 40 m ou moins              |
| Dévers maximal                | 7 %   | 7 %   | 6 %                        |

Lorsqu'une courbe circulaire a un rayon inférieur au  $R_{nd}$ , il convient de prévoir une clothoïde pour introduire progressivement le dévers et la courbure, ce qui permet de ne pas imprimer un mouvement brutal de balancement au véhicule. *Un raccordement progressif ne peut être envisagé qu'entre un alignement droit et une courbe circulaire ou entre deux courbes circulaires de sens opposés.*

Lorsque les contraintes topographiques imposent de réduire la longueur du raccordement progressif, la variation de dévers peut débuter dans l'alignement droit précédant la clothoïde. Parfois, il faut aussi réduire la valeur du dévers maximum (5 % au lieu de 7 % généralement) dans le rayon minimal ( $R_m$ ). Dans ce cas, il est alors souhaitable de réduire la vitesse maximale autorisée. Pour les routes en relief difficile, il est possible de supprimer les raccordements progressifs. Les variations du dévers dans la courbe sont à éviter.

*Dans les courbes de rayon inférieur à 200 mètres, une surlargeur est introduite par voie de circulation* (valeur  $50/R$ ) afin de permettre aux poids lourds de ne pas déborder de leur voie. En règle générale, cette surlargeur peut être réduite (valeur  $25/R$ ) sur les routes en relief difficile. Dans des cas particuliers (contraintes topographiques...), la surlargeur peut être dimensionnée sur la base des épures de giration des poids lourds.

Lors de la conception, il est particulièrement important de respecter les exigences de visibilité. La distance de visibilité nécessaire dépend généralement de la vitesse pratiquée, du temps de réaction et de la distance imposée par la manœuvre (freinage, changement de trajectoire...). La vitesse pratiquée  $V_{85}$  est la vitesse en dessous de laquelle roulent 85 % des usagers. Par convention, la  $V_{85}$  est définie dans des conditions de circulation fluide. Elle peut être écrêtée au niveau de la limitation de vitesse sauf pour le calcul de la visibilité au niveau des carrefours et accès où l'on prend en compte les vitesses pratiquées supérieures aux vitesses réglementaires pour des raisons de sécurité.

Les exigences en matière de visibilité s'appliquent notamment à l'approche d'un virage, sur un obstacle situé sur la chaussée, pour le dépassement et dans un carrefour.

Pour la visibilité sur un virage, le conducteur doit disposer de la distance de visibilité lui permettant de percevoir le virage et d'adapter son comportement. La distance de visibilité nécessaire est estimée à 3 fois  $V_{85}$  (en m/s) sauf pour les rayons inférieurs à 120 mètres où les exigences sont supérieures. Le point d'observation se situe à 2 mètres du bord droit de la chaussée et à une hauteur de 1 mètre. Le point observé se situe sur l'axe de la chaussée au début de la partie circulaire du virage et à une hauteur de 0 mètre.

Pour effectuer une manœuvre de dépassement sur une route à chaussée unique à 2 voies, il est recommandé de disposer d'une distance de visibilité de l'ordre de 500 mètres quel que soit le niveau de vitesse et le type d'itinéraire. Le point d'observation se situe sur l'axe de la chaussée et à une hauteur de 1 mètre. Le point observé à une hauteur de 1 mètre se situe sur l'axe de la voie de sens inverse.

Pour la visibilité sur un obstacle situé sur la chaussée (voir également le profil en long), la distance de visibilité doit être supérieure ou égale à la distance d'arrêt. Cette dernière est composée de la distance de freinage qui permet de passer de la vitesse pratiquée (V85) à 0 km/h sur chaussée mouillée, et de la distance parcourue pendant le temps de réaction (2 secondes). À titre indicatif, la distance d'arrêt à 90 km/h est égale à 130 mètres en ligne droite et à 151 mètres en courbe. La distance d'arrêt en courbe<sup>1</sup> est majorée uniquement pour les rayons inférieurs à 5 fois V85 (en km/h). Pour le calcul de la visibilité sur un obstacle situé sur la chaussée, le point d'observation se situe à 2 mètres du bord droit de la chaussée et à une hauteur de 1 mètre. Le point observé se situe sur l'axe de la voie de circulation concernée à une hauteur généralement de 0,35 mètre (feux arrière d'un véhicule).

La distance d'arrêt (d) en fonction des vitesses V85 se résume dans le tableau suivant:

| <b>V85 (en km/h)</b>           | 50 | 70 | 80  | 90  |
|--------------------------------|----|----|-----|-----|
| <b>d en AD (en mètres)</b>     | 50 | 85 | 105 | 130 |
| <b>d en courbe (en mètres)</b> | 55 | 95 | 121 | 151 |

Dans l'intérieur des courbes, le dégagement du masque latéral est à prévoir pour assurer la visibilité à la distance d'arrêt. Lorsque les dégagements latéraux induisent des coûts démesurés, la distance de visibilité peut correspondre à la distance d'arrêt en ligne droite. Pour information, le dégagement latéral (e) à partir de l'axe de la voie située dans l'intérieur de la courbe est donné par la formule suivante:

$$e = d^2 / 8 R$$

où d est la distance de visibilité et R le rayon de la trajectoire.

Lorsque les dégagements latéraux nécessaires pour assurer la visibilité à la distance d'arrêt conduisent à des terrassements démesurés, il peut être envisagé de réduire

<sup>1</sup> La distance de freinage est majorée de 25 %.

la largeur du dégagement à 3 mètres minimum à compter du bord de la chaussée, sous réserve de disposer d'une distance de visibilité (3,5 fois V85 en m/s) permettant une manœuvre d'évitement latéral de l'obstacle. Dans ce cas, il convient alors de prévoir un accotement avec une bande revêtue afin de limiter la probabilité de présence d'un véhicule, lent ou arrêté sur la chaussée, d'inciter les usagers non motorisés à circuler hors chaussée et de faciliter les manœuvres d'évitement.

*Lorsque la distance de visibilité ne correspond pas à la distance d'arrêt (en courbe pour les rayons inférieurs à 5 fois V85), il est nécessaire de prévoir une réduction localisée de la vitesse maximale autorisée.*

## Grille d'analyse

## Le tracé en plan – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Oui | Non |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>S'agit-il d'une route existante ?</p> <p>Dans l'affirmative :</p> <p>Le tracé en plan permet-il d'optimiser la récupération de la chaussée existante ?</p> <p>Les rayons du projet sont-ils supérieurs aux rayons existants ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |     |
| <p>Les valeurs limites des paramètres du tracé en plan sont-elles respectées ?</p> <p><i>Pour mémoire, les caractéristiques géométriques (rayon minimal, dévers maximal, rayon au dévers minimal, rayon non déversé) découlent de la catégorie retenue.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |     |
| <p>Lorsque le rayon est inférieur au rayon non déversé (<math>R_{nd}</math>), une clothoïde est-elle prévue entre un alignement et une courbe ou entre deux courbes de rayons de sens opposés ?</p> <p>Si la réponse est négative, s'agit-il d'une route en relief difficile ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |     |
| <p>Les conditions d'enchaînement sont-elles respectées ?</p> <p><i>Lorsque deux courbes se succèdent (rayons inférieurs à 500 mètres) même si elles sont séparées par un alignement droit, il convient de respecter : <math>0,67 &lt; R1/R2 &lt; 1,5</math>.</i></p> <p><i>Éviter les rayons inférieurs à 300 mètres en extrémité d'un alignement droit de plus de 1 km.</i></p> <p><i>Éviter les rayons inférieurs à 200 mètres en extrémité d'un alignement droit compris entre 0,5 et 1 km.</i></p> <p><i>Pour les rayons inférieurs à 120 mètres en extrémité d'un alignement droit de moins de 0,5 km :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>le rayon doit être supérieur à 1/4 de la longueur de l'alignement droit (<math>R &gt; L/4</math>) ;</i></li> <li><i>la visibilité en amont du virage doit être assurée.</i></li> </ul> <p><i>Deux courbes de même sens doivent être séparées par un alignement droit. La longueur est égale à 3 fois <math>V_{85}</math> (en m/s) soit 75 mètres à 90 km/h (67 mètres à 80 km/h).</i></p> <p><i>Deux courbes circulaires de sens opposés et de rayon supérieur à <math>R_{nd}</math> (rayon non déversé) doivent être séparées par un alignement droit d'une cinquantaine de mètres.</i></p> |     |     |
| <p>Les exigences de visibilité sont-elles respectées ?</p> <p><i>Il est à noter que la réduction de la vitesse maximale autorisée limite corrélativement les exigences de visibilité.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |     |
| Tous les accès et chemins sont-ils rétablis ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |     |
| Le raccordement du projet se fait-il bien sur l'existant ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |     |

### Grille d'analyse

**Le tracé en plan** – Les questions à se poser pour améliorer la lisibilité du document graphique

|                                                                                                                                                                                                           | Oui | Non |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Les caractéristiques géométriques du tracé sont-elles indiquées ( <i>alignements droits, courbes, clothoïdes</i> ) ?                                                                                      |     |     |
| La limite d'emprise est-elle indiquée ?<br><i>Il s'agit de la limite de propriété du domaine public (existant ou augmenté des acquisitions foncières nécessaires à la réalisation du projet routier).</i> |     |     |
| Le parcellaire est-il représenté ?                                                                                                                                                                        |     |     |
| Les directions sont-elles indiquées ?                                                                                                                                                                     |     |     |

## CHAPITRE 6

---

# Le profil en long

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe du projet. On représente sur le même document le projet et le terrain naturel. L'échelle de représentation est différente en abscisse et en ordonnée. Un rapport de 1/10 permet de souligner le relief (exemple, X : 1/500 et Y : 1/50).

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes (pentes ou rampes) caractérisés par leur déclivité et de raccordements circulaires caractérisés par leur rayon. En fonction de la catégorie retenue, le guide *Aménagement des routes principales* (ARP – SÉTRA, 1994) donne la déclivité maximale ainsi que la valeur minimale des rayons en angle saillant et en angle rentrant.

| Catégorie                       | R80    | R60    | Routes en relief difficile                  |
|---------------------------------|--------|--------|---------------------------------------------|
| Rayon minimal en angle saillant | 3000 m | 1500 m | 1500 m*                                     |
| Rayon minimal en angle rentrant | 2200 m | 1500 m | 700 m*                                      |
| Déclivité maximale              | 6 %    | 7 %    | 8 % (10 % en l'absence de neige ou verglas) |

\* Il est important d'analyser les conditions dynamiques. Ces valeurs sont données à titre indicatif. Elles ne sont pas proposées par le guide *Aménagement des routes principales* (SÉTRA, 1994).

*Selon la vitesse pratiquée (V85), la valeur minimale du rayon en angle saillant n'est pas toujours suffisante pour assurer la visibilité sur un obstacle situé sur la chaussée.*

Pour répondre aux exigences de visibilité, le rayon minimal (R) en angle saillant est donné par la formule suivante :

$$R = 0,5 d^2 / (h^{0,5} + x^{0,5})^2$$

où d est la distance de visibilité, h la hauteur du point d'observation à 1 mètre et x la hauteur du point observé à 0,15 ou 0,35 mètre.

Le concepteur doit déterminer la hauteur de l'obstacle à prendre en compte. Généralement, la hauteur est égale à 0,35 mètre (feux arrière d'un véhicule) mais elle peut être ramenée à 0,15 mètre (routes exposées à des chutes de pierres fréquentes...).

Lorsque la vitesse pratiquée est de 90 km/h, l'exigence de visibilité permettant au conducteur de s'arrêter sur un obstacle situé à 0,35 mètre de hauteur conduit à utiliser un rayon en angle saillant de 3300 mètres en alignement droit et de 4 500 mètres en courbe.

Pour une vitesse pratiquée de 80 km/h, l'exigence de visibilité permettant au conducteur de s'arrêter sur un obstacle situé à 0,35 mètre de hauteur conduit à utiliser un rayon en angle saillant de 2 200 mètres en alignement droit et de 2 900 mètres en courbe.

On notera qu'à 80 ou 90 km/h la valeur minimale du rayon en angle saillant de la catégorie R60 (1 500 mètres) n'est pas suffisante pour assurer la visibilité sur un obstacle situé à 0,35 mètre de hauteur. Elle ne permet pas d'éviter le masque du profil en long.

Lors de la conception, il convient de prendre en compte les éléments suivants :

- Il est souvent préférable de prévoir un profil en long en léger remblai plutôt qu'un profil en long rasant afin de faciliter la réalisation des travaux (terrassements et chaussées) ainsi que l'évacuation des eaux de la chaussée.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, il convient de placer les zones de dévers nul dans les zones de pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre les volumes de déblais et de remblais afin de répondre aux exigences économiques et environnementales.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Remplacer les lignes brisées constituées de plusieurs segments de pentes voisines par un cercle unique.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Éviter une hauteur excessive en déblai ou remblai.



Figure 6.1 Sur cette route principale, la valeur du rayon en angle saillant ne permet pas d'assurer la visibilité sur l'intersection.

En bord chaussée, on notera que l'alignement d'arbres constitue un obstacle susceptible d'aggraver fortement les conséquences d'une sortie de route.

### Grille d'analyse

#### Le profil en long (PL) – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Oui | Non |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Les valeurs limites des paramètres du profil en long sont-elles respectées ?<br><i>Pour mémoire, les caractéristiques géométriques (déclivité maximale et rayons minimaux en angle saillant et rentrant) découlent de la catégorie retenue.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |     |
| Le profil en long du projet permet-il l'équilibre déblais/remblais ?<br><i>La compensation des déblais par les remblais répond à des enjeux économiques et environnementaux.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |     |
| Y a-t-il des points bas en déblais ?<br>Dans l'affirmative, les eaux s'écoulent-elles vers un exutoire ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |     |
| La route est-elle soumise à la neige ou au verglas ?<br><i>Dans les zones soumises à la neige ou verglas, il est déconseillé de dépasser une déclivité de 8 % sur les routes en relief difficile.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |     |
| La déclivité est-elle ponctuellement inférieure à 0,5 % ?<br><i>Dans les zones où la pente transversale est nulle, la pente longitudinale doit être supérieure ou égale à 0,5 % afin d'assurer l'évacuation des eaux de surface.</i><br><i>Dans les zones soumises au verglas et lorsque la pente transversale est inférieure à 0,5 %, il convient de prévoir une pente longitudinale supérieure ou égale à 0,5 %.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |
| Les conditions d'enchaînement sont-elles respectées ?<br><i>Afin d'inciter les usagers (notamment les conducteurs de poids lourds) à adopter leur comportement vis-à-vis des difficultés que représentent une forte déclivité (supérieure à 4 %) sur une grande longueur (plus d'un kilomètre), il ne faut pas intercaler sur plusieurs centaines de mètres une pente modérée entre deux zones de fortes pentes.</i><br><i>Par ailleurs, il convient d'éviter de situer les points particuliers (carrefour, échangeur, rayon en plan inférieur à 300 mètres si le tracé en amont est facile) dans la zone de forte déclivité et dans les quelques centaines de mètres qui la suivent.</i> |     |     |
| Au droit des zones de raccordement, les cotes projet sont-elles identiques à celles du terrain naturel (TN)?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |     |
| Un profil en long au droit des rétablissements d'accès a-t-il été envisagé ?<br><i>En fonction de la topographie du site, il peut être nécessaire de définir les entrées en terre.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |

#### Le profil en long (PL) – Les questions à se poser pour améliorer la lisibilité du document graphique

|                                                                    | Oui | Non |
|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Le rapport d'échelle est-il de 10 entre l'abscisse et l'ordonnée ? |     |     |
| La chaussée existante est-elle représentée sous le PL du projet ?  |     |     |

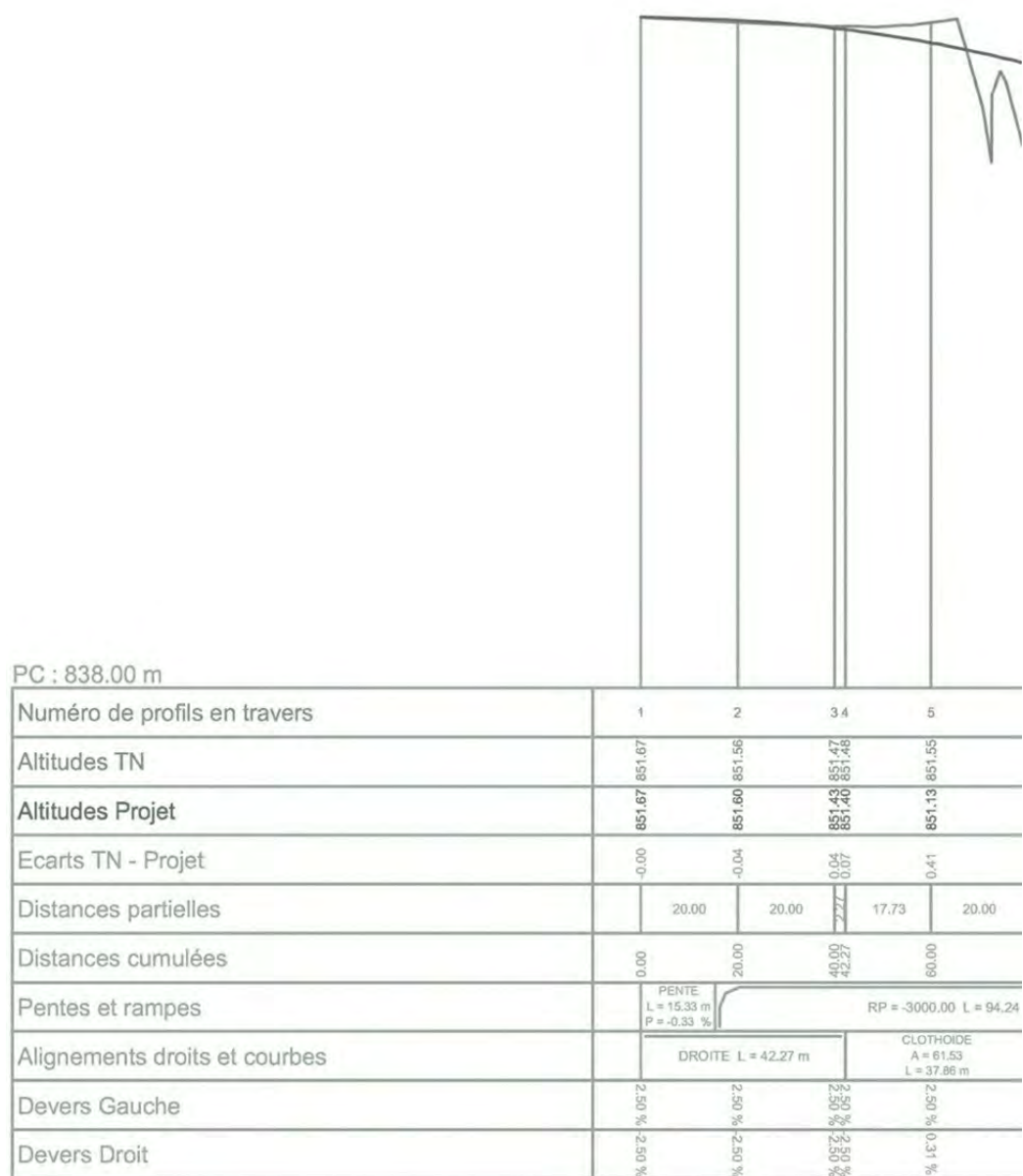
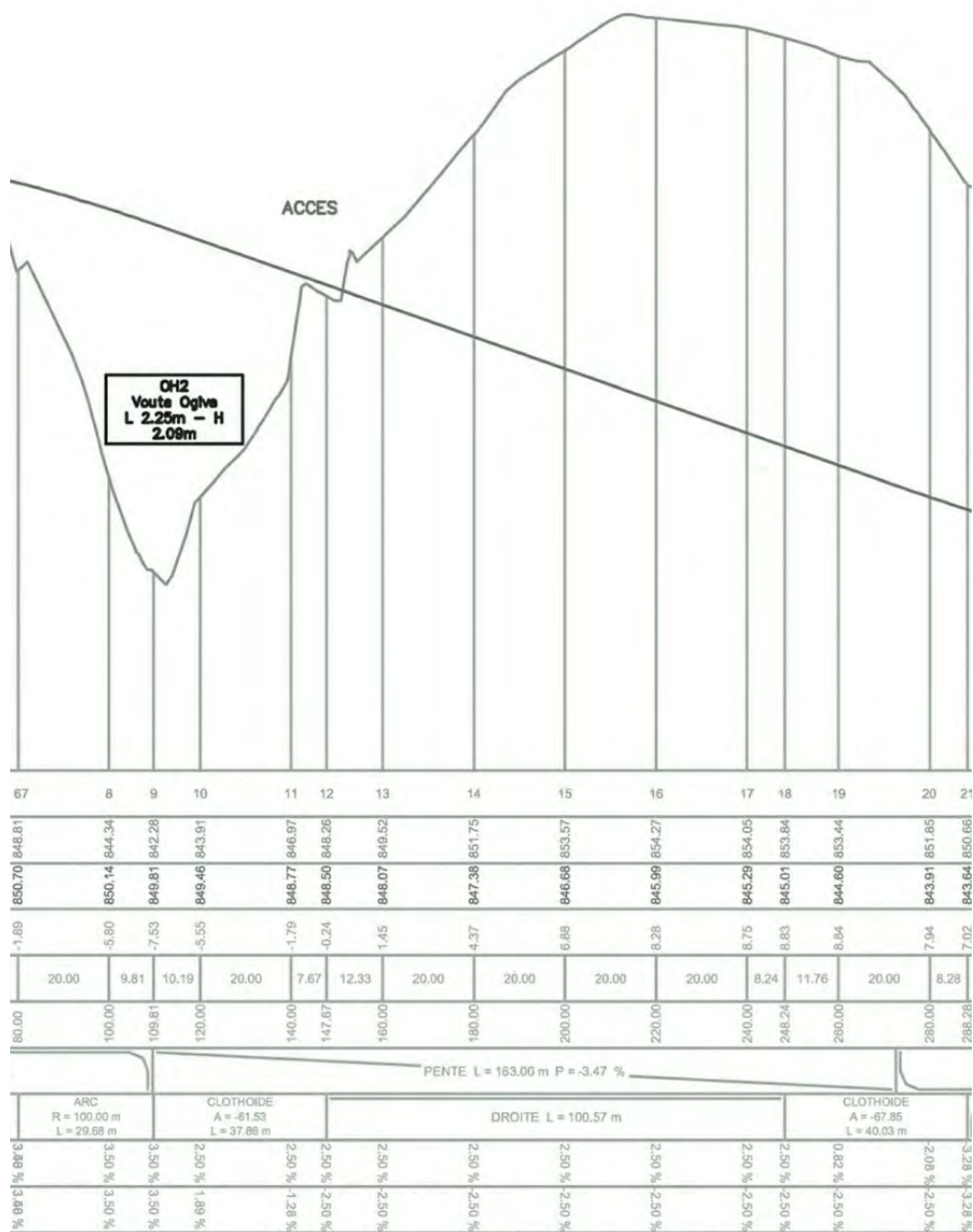


Figure 6.2 Extrait d'un profil en long.



# Le profil en travers

Le profil en travers d'une route est représenté par une coupe perpendiculaire à l'axe du projet. On représente sur le même document le projet et le terrain naturel. Les caractéristiques du profil en travers découlent des études antérieures ou d'une hiérarchisation du réseau.

Pour la compréhension du profil en travers, il convient d'apporter les précisions suivantes.

- *L'emprise* est la surface du domaine public affectée à la route et à ses dépendances. Elle comprend l'assiette du projet ainsi qu'un espace de terrain additionnel.
- *L'assiette* est la surface du terrain qui comprend la plate-forme routière, les fossés et les talus. Elle est limitée par les entrées en terre (intersection du terrain naturel existant et du projet).
- *La plate-forme routière* est la surface de la route qui comprend la ou les chaussées, les accotements et les éventuels terre-pleins centraux.
  - *La chaussée* est limitée par le bord interne du marquage au sol. Pour mémoire, une surlargeur est introduite dans les courbes de rayon inférieur à 200 mètres.
  - *L'accotement comprend la bande dérasée et la berme.* La berme engazonnée est située à l'extérieur de la bande dérasée. Elle participe aux dégagements visuels et supporte les éventuels panneaux de signalisation<sup>1</sup> et dispositifs de

---

<sup>1</sup> Les supports de signalisation verticale dont le moment résistant dépasse 570 daN·m constituent des obstacles ponctuels.

retenue. Sur les routes de type R, la berme a une largeur de 0,75 mètre. Selon le dispositif de retenue mis en œuvre, sa largeur peut être portée à plus d'un mètre. Il est à noter que les dispositifs d'assainissement sûrs<sup>2</sup> sur le plan de la sécurité peuvent généralement être intégrés à la berme. Par exemple, les fossés ou cunettes peu profonds (20 centimètres ou moins) généralement associés à un dispositif de drainage dont la pente ne dépasse pas 25 %.

*La bande dérasée constitue la zone de récupération.* Elle comprend la sur largeur de chaussée, de même structure que la chaussée et qui supporte le marquage de rive, ainsi qu'une partie stabilisée ou revêtue pour assurer une meilleure sécurité et simplifier l'entretien. Une bande stabilisée peut être envisagée sur les routes de type R et en relief difficile. Néanmoins, une bande revêtue est à privilégier.

*La largeur recommandée pour la zone de récupération est de 2 mètres* (1,75 mètre minimum sur les routes de type R à chaussée unique et entre 0,75 et 1,5 mètre<sup>3</sup> sur les routes en relief difficile). Il ne doit pas y avoir de dénivellation entre la bande dérasée et la chaussée afin de faciliter les manœuvres de rattrapage.

La bande dérasée revêtue facilite notamment les manœuvres de récupération ou d'évitement. Elle permet de réduire le nombre et la gravité des accidents.

Par rapport à la structure de chaussée, la structure sous la partie revêtue peut être réduite afin de ne supporter que le passage occasionnel d'un poids lourd. Par ailleurs, il est souhaitable de rechercher un contraste visuel suffisant entre la couche de roulement de la chaussée et celle de la partie revêtue afin de les différencier.

Pour que les cyclistes empruntent la bande dérasée revêtue, le revêtement doit être de même qualité roulant que la chaussée. Pour leur sécurité, un aménagement en site propre est nécessaire lorsque le trafic des véhicules motorisés devient important. Le cahier technique *Aide à la conception des aménagements cyclables* (Départements et Régions Cyclables, 2010) retient le seuil de 6 000 véhicules par jour.

Pour les routes à chaussées séparées ou les routes unidirectionnelles, il est prévu une bande dérasée de droite (BDD) et une bande dérasée de gauche (BDG) qui supportent le marquage de rive.

---

2 Le guide *Traitement des obstacles latéraux* (SÉTRA, 2002) classe les dispositifs d'assainissement selon trois niveaux de sécurité (sûrs, modérément agressifs, agressifs).

3 En fonction du trafic total, du trafic poids lourds et de la largeur de la chaussée.

- *La zone de sécurité* est une bande latérale contiguë à la chaussée composée de la zone de récupération et d'une zone de gravité limitée.

Contrairement à la zone de récupération, la zone de gravité limitée ne vise pas à éviter une sortie de route mais à limiter la gravité des dommages corporels.

*Dans la zone de récupération, il ne doit pas y avoir d'obstacle.* Dans la zone de gravité limitée, un obstacle peut être isolé par un dispositif de retenue implanté dans la berme. Néanmoins, il convient de privilégier sa suppression, son éloignement, sa modification ou sa fragilisation en cas de choc.

La largeur de la zone de sécurité dépend de la vitesse d'exploitation. Sur les routes de type R limitées à 90 km/h, la largeur recommandée de la zone de sécurité en section courante est de 4 mètres pour l'aménagement de routes existantes et de 7 mètres en aménagement neuf. L'implantation d'obstacles nouveaux sur une route existante est à considérer comme un aménagement neuf. Ainsi, la largeur de la zone de sécurité à rechercher est de 7 mètres à compter du bord chaussée.

Pour ne pas constituer des obstacles continus dans la zone de sécurité, les fossés dont la profondeur est supérieure à 0,50 mètre doivent présenter une pente douce ou être isolés. Pour mémoire, une pente douce est inférieure ou égale à 25 % (4 de base pour 1 de hauteur).

Dans la zone de sécurité, il est également nécessaire d'identifier les talus les plus agressifs susceptibles d'entraîner un risque de retournement du véhicule. Ainsi, il convient d'éviter, de modifier ou d'isoler les talus de déblai dont la pente est supérieure à 70 % (arrondi de 67 % – 3 de base pour 2 de hauteur). Il est à noter qu'en déblai l'instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (SÉTRA, 2000) limite la zone de sécurité à une hauteur de 3 mètres.

En ce qui concerne les remblais, ils doivent obligatoirement être isolés par un dispositif de retenue, quel que soit le type de route, lorsque la hauteur dépasse 4 mètres (sauf ceux à pentes douces  $p \leq 25\%$ ) ou 1 mètre en cas de dénivellation brutale. Un diagnostic de sécurité peut conduire à isoler également les talus de remblai de plus de 2,5 mètres de hauteur (sauf ceux à pentes douces  $p \leq 25\%$ ).

Cependant, il est important de garder à l'esprit que *tout dispositif de retenue reste un obstacle*. Il ne doit donc être implanté que si son absence présente un risque plus important. Pour les motards, l'écran de protection qui se positionne en dessous de la glissière constitue une protection efficace en cas de chute accidentelle. En effet, il réduit la sévérité de choc en cas de collision du



Figure 7.1 Aménagement avec une bande dérasée revêtue et différenciée – Zone de sécurité de 4 mètres.



Figure 7.2 À éviter : alignements d'arbres qui jouxtent la chaussée.  
Il n'y a pas de zone de sécurité. « La route ne pardonne pas. »

motocycliste contre le dispositif de retenue. Conformément à la circulaire n°99-68 du 1<sup>er</sup> octobre 1999, il convient de prévoir systématiquement des dispositifs de retenue adaptés aux motocyclistes sur les infrastructures nouvelles.

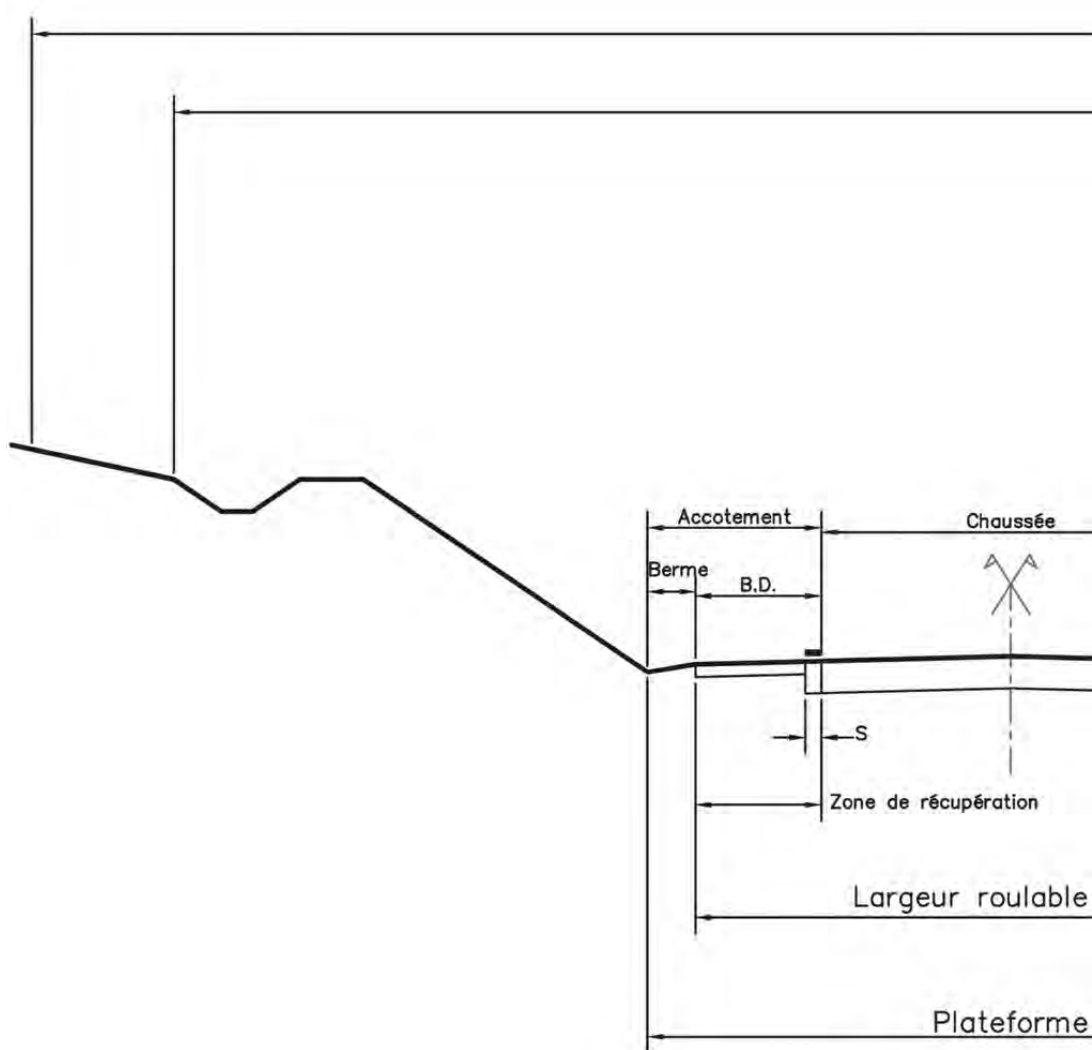
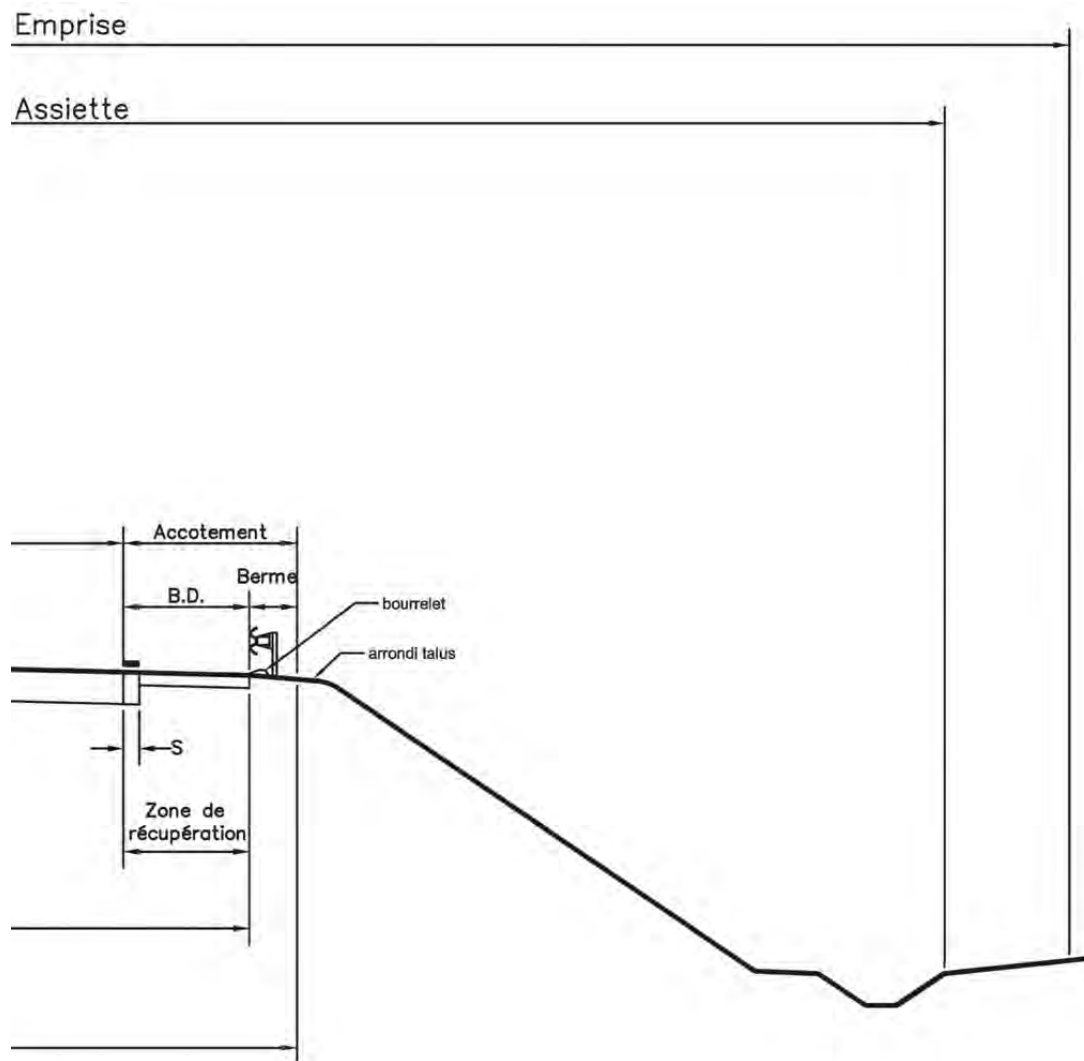


Figure 7.3 Profil en travers d'une route à chaussée unique (2 ou 3 voies).

Sur les routes à chaussée unique (hors carrefours), ce dispositif est à prévoir dans les courbes de rayon inférieur à 250 mètres avec sortie de route vers l'extérieur du virage.



## 7.1 Le profil en travers type

Le profil en travers type représente les éléments de la route (déblais ou remblais en section courante, carrefours...). Lorsque le tracé présente des différences importantes, il convient de prévoir des détails ou plusieurs profils types. L'échelle de représentation (niveau projet) est généralement de l'ordre du 1/50.

### Grille d'analyse

**Le profil en travers type (PTT)** – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Oui | Non |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Est-il prévu une bande revêtue ?</p> <p>Dans l'affirmative :</p> <p>Est-elle différenciée par rapport à la surface de la chaussée ?</p> <p>Sa structure est-elle réduite par rapport à la chaussée ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |     |
| <p>La nature et la largeur de la bande revêtue permettent-elles la circulation des cyclistes ?</p> <p><i>Pour la circulation des cyclistes, la largeur revêtue doit être de 1,25 mètre* (marquage de rive compris).</i></p> <p><i>Le choix de la couche de roulement a un impact sur la sécurité et le confort des cyclistes. D'une manière générale, les enduits sont peu appréciés par les cyclistes (granulats trop gros, gravillons roulants...).</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |     |
| <p>Le trafic des véhicules motorisés est-il compatible avec l'aménagement d'une bande dérasée revêtue empruntée par les cyclistes ?</p> <p><i>Le cahier technique Aide à la conception des aménagements cyclables (Départements et Régions Cyclables, 2010) donne les indications suivantes :</i></p> <p><i>Lorsque le trafic est inférieur à 1 500 véhicules par jour, il peut être envisagé de partager la voirie. Il est à noter que des aménagements visant à réduire la vitesse des véhicules motorisés peuvent être indispensables.</i></p> <p><i>Entre 1 500 et 6 000 véhicules par jour, le principe de la cohabitation séparée est à retenir. Une voie contiguë à la chaussée (bande revêtue autorisée aux cyclistes ou bande cyclable réservée aux cyclistes) doit être envisagée.</i></p> <p><i>Lorsque le trafic est supérieur à 6 000 véhicules par jour, il est souhaitable de séparer les trafics. Un aménagement en site propre (piste cyclable ou voie verte) est à privilégier.</i></p> |     |     |

\* L'article R414-4 du Code de la route modifié par le décret n°2003-536 du 20 juin 2003 porte la distance de 1 mètre à 1,5 mètre pour le dépassement hors agglomération d'un véhicule à traction animale, d'un engin à deux ou à trois roues, d'un piéton, d'un cavalier ou d'un animal. Le guide *Recommandations pour les aménagements cyclables* (RAC – CERTU, 2008) considère que cette disposition peut justifier d'augmenter la largeur de l'accotement revêtu (1,75 mètre au lieu de 1,25).

## Grille d'analyse

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Oui | Non |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Est-il prévu un cheminement piétonnier ?</p> <p>Dans l'affirmative, le cheminement est-il accessible aux personnes à mobilité réduite (<i>largeur, dévers...</i>) ?</p> <p><i>Pour information, le CERTU a publié un dépliant Une voirie accessible qui présente les spécifications obligatoires ou recommandées.</i></p> |     |     |

**Le profil en travers type et le tracé en plan** – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Oui | Non |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Dans les courbes de rayon inférieur à 200 mètres, une surlargeur, par voie de circulation, est-elle prévue (<i>50/R ou 25/R sur les routes en relief difficile</i>) ?</p>                                                                                                                                                                                 |     |     |
| <p>En remblai, un arrondi de talus (<i>0,50 mètre minimum</i>) est-il prévu en sus de la largeur de la berme ?</p> <p><i>L'arrondi de talus raccorde l'accotement à la partie supérieure du talus. Il limite également l'érosion du remblai causée par l'écoulement des eaux de surface.</i></p>                                                             |     |     |
| <p>Y a-t-il des obstacles agressifs (<i>arbres, fossés profonds...</i>) dans la zone de sécurité ?</p> <p>Dans l'affirmative, la largeur de la berme est-elle suffisante pour implanter un dispositif de retenue ?</p> <p><i>Pour mémoire, il convient de privilégier la suppression ou l'éloignement des obstacles situés dans la zone de sécurité.</i></p> |     |     |

## Grille d'analyse

**Le profil en travers type (PTT)** – Les questions à se poser pour améliorer la lisibilité du document graphique

|                                                                                                                                                                                                                                                     | Oui | Non |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Le PTT indique-t-il la plate-forme routière, les fossés et les talus du projet?                                                                                                                                                                     |     |     |
| Le PTT indique-t-il la chaussée existante ?                                                                                                                                                                                                         |     |     |
| Le PTT indique-t-il la structure de chaussée ( <i>couches de roulement, de base et de fondation</i> ) ainsi que la couche de forme si nécessaire ?<br><i>Selon la classe de la PST, la couche de forme peut se réduire à une couche de réglage.</i> |     |     |
| Le PTT indique-t-il la sur largeur de chaque couche de chaussée par rapport à la couche qui lui est supérieure ?                                                                                                                                    |     |     |
| Le PTT indique-t-il le fruit des différentes couches de chaussées ( <i>1/2 pour les GB et EME ; 1/1 pour les GNT et les graves traitées</i> )?                                                                                                      |     |     |
| Le PTT indique-t-il le type et la hauteur de la face verticale vue ( <i>fv</i> ) des bordures?                                                                                                                                                      |     |     |

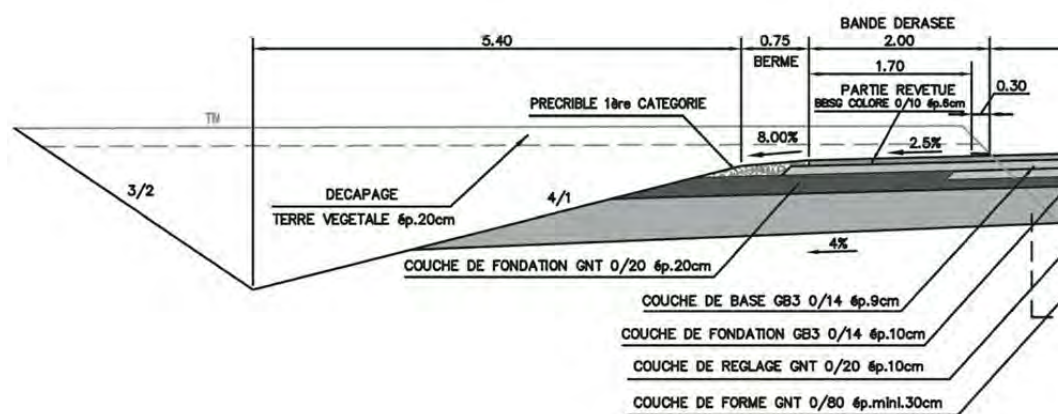
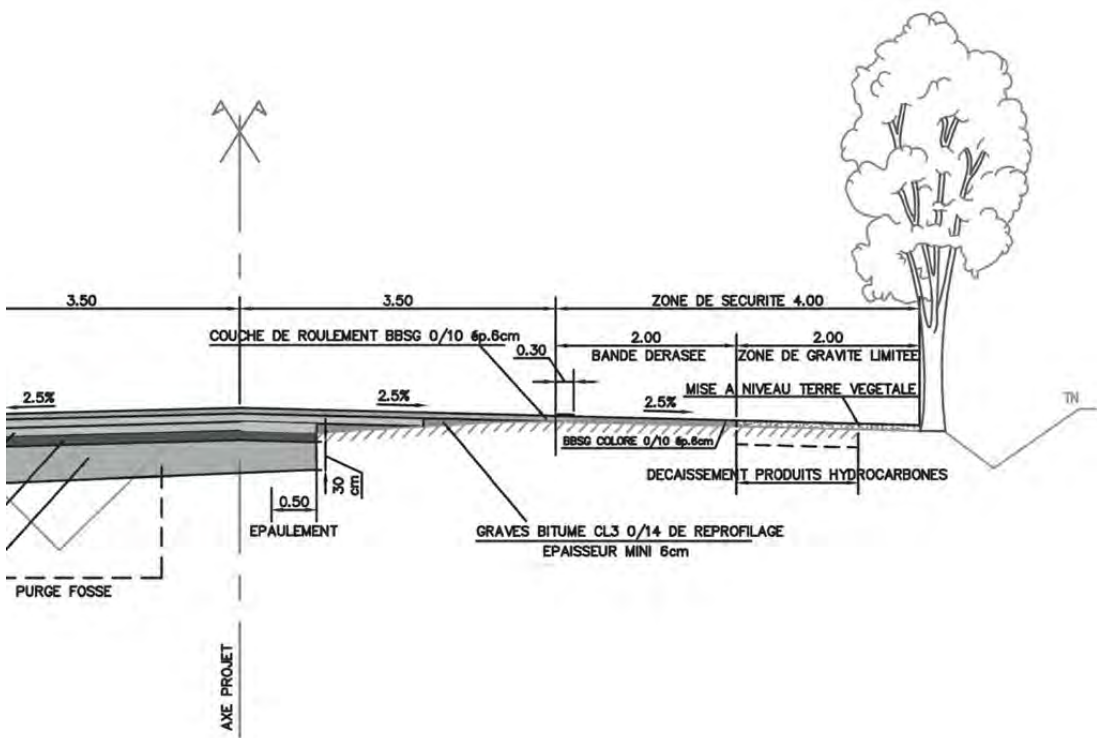


Figure 7.4 Profil en travers type – Section courante. (Voir cahier couleur p.92-93)

La structure de la bande revêtue est réduite par rapport à la chaussée.  
Dans la zone de sécurité, le fossé en pente douce ne constitue pas un obstacle à isoler.



## 7.2 Les profils en travers particuliers

Les profils en travers particuliers permettent de calculer les cubatures du projet (volume des déblais et des remblais ainsi que les volumes de la couche de forme, de fondation, de base, de roulement...). Il convient d'implanter un profil au droit de chaque élément constitutif de l'axe en plan et des points singuliers (ouvrage hydraulique, de soutènement...). Pour l'intervalle entre les profils, il est nécessaire de tenir compte de la topographie du site. Généralement, il est prévu un profil tous les 20 mètres en faible relief (10 à 15 mètres en relief vallonné). L'échelle de représentation est de l'ordre du 1/100 ou 1/200.

### Grille d'analyse

**Les profils en travers particuliers** – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Oui | Non |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| La route est-elle dans une zone soumise à la neige ou au verglas ?<br>Dans l'affirmative, la valeur du dévers maximal est-elle réduite ?<br>(5 % au lieu de 7 % généralement)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |
| Dans les zones où la pente du profil en long est forte ( <i>pente supérieure à 4 %</i> ), est-il prévu de réduire le dévers maximal (5 %) ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |     |
| Lorsque le dévers de la chaussée est supérieur à 4 %, la pente transversale de la bande dérasée située du côté intérieur du virage est-elle égale à celle de la chaussée ?<br>La pente transversale de la bande dérasée située du côté extérieur du virage est-elle égale à 1,5 % ( <i>si revêtue</i> ) ou 2,5 % ( <i>si stabilisée</i> ) ?                                                                                                                                                                      |     |     |
| Lorsque les contraintes topographiques imposent de réduire ou de supprimer la clothoïde entre un alignement droit et une courbe circulaire, la variation de dévers est-elle prévue dans l'alignement droit ?<br><i>Pour mémoire, il faut éviter de faire varier le dévers dans la courbe.</i><br>Lorsque les contraintes topographiques imposent de réduire ou de supprimer la clothoïde entre deux courbes circulaires de sens opposés, la valeur maximale du dévers est-elle atteinte au milieu de la courbe ? |     |     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Oui | Non |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Sur une chaussée existante à renforcer et après application du dévers projet, l'épaisseur minimale de la couche de roulement en enrobés est-elle respectée en bord chaussée ?</p> <p><i>L'annexe A de la norme NFP98-150-1 de janvier 2008 donne par type de produit l'épaisseur minimale et moyenne d'utilisation à respecter.</i></p> <p>Si la réponse est négative, est-il prévu un rabotage de la chaussée existante ?</p> |     |     |

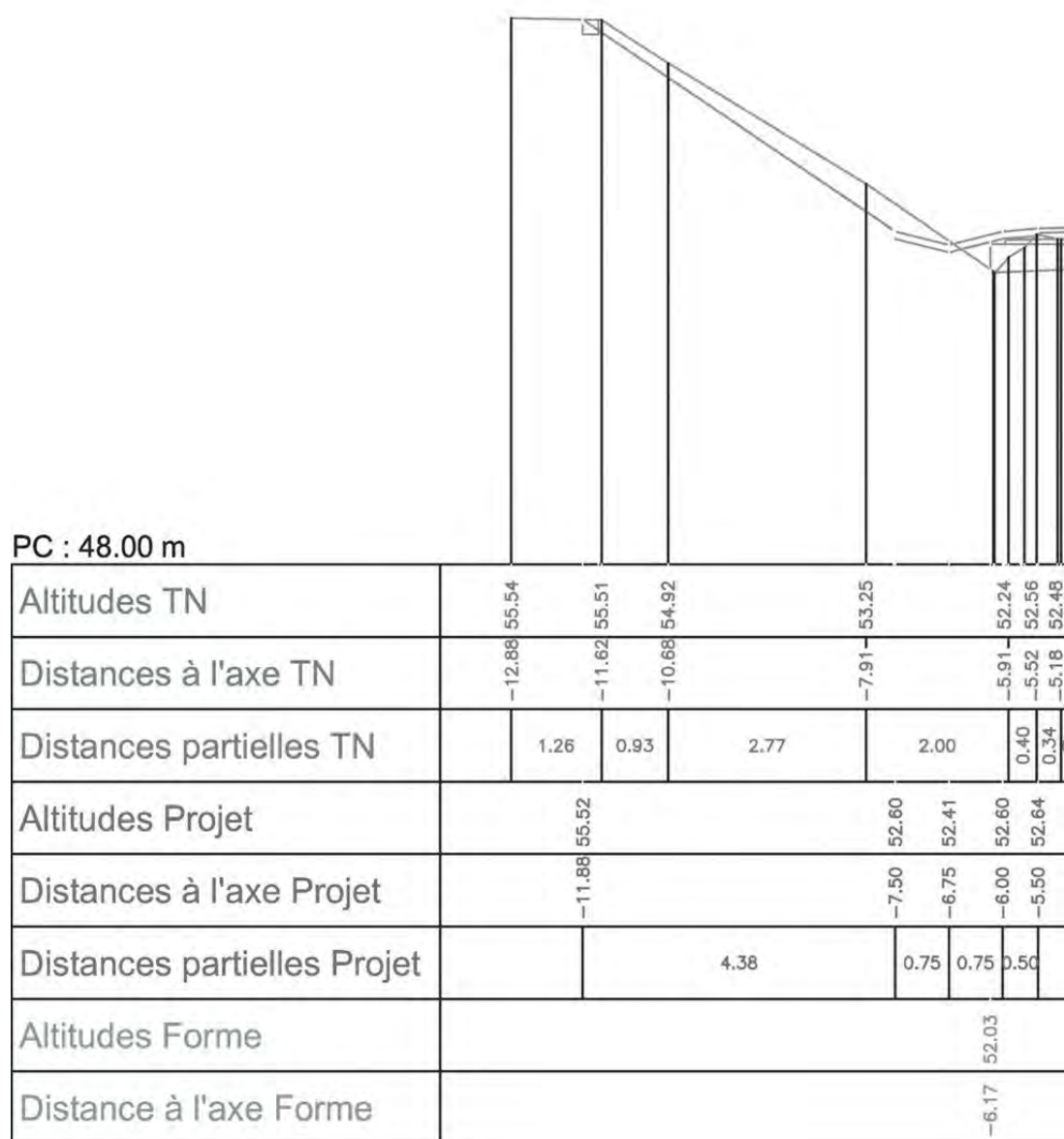


Figure 7.5 Profil en travers particulier - Exemple en section courante. (Voir cahier couleur p.94-95)

Recalibrage d'une route existante – bande dérasée revêtue et différenciée.

Le projet prévoit un talus de déblai à 3/2 et des cunettes peu profondes.



## Les carrefours plans

Les aménagements les mieux adaptés aux routes de type R sont les carrefours plans. Il s'agit d'intersections où se croisent plusieurs routes au même niveau.

Sur les routes de type R à chaussée unique, le choix s'établit après analyse entre les carrefours ordinaires (en té ou en croix) et les carrefours à sens giratoire.

Le guide *Aménagement des carrefours interurbains* (ACI – SÉTRA, 1998) constitue le document de référence. Il définit notamment les caractéristiques géométriques de ces deux types d'aménagement.

Le choix du type de carrefour plan s'effectue sur la base d'études et de données préalables.

Le concepteur doit notamment prendre en compte les éléments suivants :

- les données de base concernant le trafic et l'accidentologie ;
- l'adaptation de la nature de l'aménagement au type de la route ;
- la logique de l'itinéraire ;
- le respect des conditions de visibilité pour tous les flux ;
- la lisibilité de l'aménagement ;
- le niveau de service (fluidité, confort...) ;
- la compatibilité de l'aménagement avec l'ensemble des usagers (piétons, vélos, transports en commun, transports exceptionnels...) ;

- le bilan financier pour la puissance publique. Il est à noter que le coût d'aménagement d'un carrefour plan ordinaire est généralement inférieur à celui d'un carrefour giratoire ;
- l'environnement.

Lorsqu'une hiérarchisation du réseau est établie, une correspondance est envisageable entre le niveau hiérarchique de la voie et le type d'aménagement des carrefours de cette voie.

# Les carrefours plans ordinaires et giratoires

Pour la lisibilité et la visibilité des carrefours plans ordinaires et giratoires, il est souhaitable de réaliser des îlots séparateurs en saillie (îlots ceinturés de bordures basses chanfreinées de type I).

La surface des îlots séparateurs doit présenter une couleur différente de celle de la chaussée afin d'améliorer la lisibilité d'ensemble du carrefour. Il convient d'éviter un traitement paysager de ces îlots. L'engazonnement n'offre pas un contraste suffisant et génère des problèmes de sécurité et d'accessibilité pour l'entretien.

Les îlots séparateurs doivent être dépourvus d'obstacles agressifs (sculpture, mât d'éclairage...) et ne pas contenir d'élément constituant un masque à la visibilité. Une attention particulière devra être prise lors de l'implantation de la signalisation (balise de tête d'îlot J5...).

Pour les carrefours giratoires, il est souhaitable de disposer d'une visibilité de 250 mètres sur les îlots (central et séparateurs). Pour le calcul de la visibilité, le point d'observation est situé à 2 mètres du bord droit de la chaussée et à une hauteur de 1 mètre. Le point observé est situé à une hauteur de 0,35 mètre. Sur les routes à chaussée unique, il faut également rechercher un alignement radial des branches sur une longueur de 250 mètres pour un aménagement neuf et de 150 mètres pour l'aménagement d'une intersection existante en giratoire. Pour les carrefours plans ordinaires, la distance de visibilité sur les nez d'îlots séparateurs doit être au moins égale à la distance d'arrêt en alignement droit ou en courbe pour les rayons inférieurs à 5 fois  $V_{85}$  (en km/h).

Pour les carrefours plans ordinaires et giratoires, lorsque la distance de visibilité ne correspond pas à la distance d'arrêt (masques latéraux, masques du profil en long...) et que le report des échanges sur un carrefour voisin ne peut pas être envisagé, il convient de réduire la vitesse d'exploitation, d'améliorer la lisibilité de l'aménagement (dispositifs d'alerte...), voire d'allonger les têtes d'îlot.

Lorsque les règles de visibilité ne sont pas respectées, l'implantation d'un carrefour est à éviter sur une route existante, et à exclure sur une route neuve.

### Grille d'analyse

**Les carrefours plans ordinaires et giratoires** – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Oui | Non |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| S'agit-il d'une route existante ?<br>Dans l'affirmative, y a-t-il eu un diagnostic de sécurité ( <i>analyse du trafic, de l'accidentologie...</i> )?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |     |
| Le choix de l'aménagement est-il cohérent avec la typologie du réseau ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |     |
| Le projet réutilise-t-il la chaussée existante ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |     |
| Les épures de girations ont-elles été vérifiées ?<br>Si la réponse est négative, y a-t-il des dérogations aux normes de conception?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |     |
| S'agit-il d'un itinéraire pour les convois exceptionnels ?<br>Dans l'affirmative, les éventuelles zones franchissables ont-elles été définies sur la base des épures de giration ?<br><i>Outre la catégorie, il est important de connaître les caractéristiques techniques des convois (rayon de braquage...) et les mouvements effectués dans le carrefour (mouvements directs, tourne-à-droite ou tourne-à-gauche).</i><br><i>Il est à noter que certaines catégories de véhicules peuvent dépasser les limites réglementaires du Code de la route (articles R312-10, R312-11...) sans nécessiter une autorisation préalable de transport exceptionnel (exemple les véhicules forestiers tels que les grumiers qui n'excèdent pas 25 mètres de longueur ou 4,5 mètres de largeur).</i> |     |     |

## Grille d'analyse

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Oui | Non |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Les exigences liées à la lisibilité et à la visibilité de l'aménagement sont-elles assurées?</p> <p><i>Il est important de croiser les caractéristiques géométriques avec les règles de visibilité.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |
| <p>L'aménagement prend-il en compte tous les usagers (piétons, vélos...)?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |     |
| <p>Le type et la vue des bordures (îlot central, îlots séparateurs, en rive) sont-ils conformes?</p> <p><i>Pour les bordures de type I :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Îlots séparateurs d'un carrefour : la hauteur de la face verticale vue doit être inférieure ou égale à 6 centimètres sur les branches non prioritaires et à 3 centimètres sur les branches prioritaires.</i></li> <li>• <i>Îlot central d'un carrefour giratoire : la hauteur de la face verticale vue doit être inférieure ou égale à 6 centimètres pour la partie infranchissable et à 3 centimètres pour l'éventuelle bande franchissable.</i></li> </ul> <p><i>Pour les bordures de type T :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>En rive : la hauteur de la face verticale vue doit être inférieure ou égale à 14 centimètres.</i></li> </ul> |     |     |

# Les carrefours plans ordinaires

Les carrefours plans ordinaires raccordent normalement des routes appartenant à des réseaux de niveaux hiérarchiques différents. Pour un carrefour donné, la route principale est prioritaire par rapport à une ou plusieurs routes secondaires (non prioritaires). Selon les conditions de visibilité offertes sur les branches secondaires, les carrefours en croix ou en té sont aménagés avec un panneau de signalisation « stop » ou « cédez le passage ». Les carrefours avec un régime de priorité à droite sont à proscrire sur les routes de type R.

*Dans un carrefour plan ordinaire, les cisaillements et les mouvements en tourne-à-gauche de la voie prioritaire sont accidentogènes.* Le nombre d'accident est proportionnel au trafic sur les routes principales et secondaires.

Pour traverser le carrefour ou s'intégrer au trafic de la route principale, les usagers de la route non prioritaire doivent disposer du temps permettant de s'informer, décider et réaliser la manœuvre de franchissement en toute sécurité. La distance de visibilité de franchissement (D) est fonction du temps de franchissement (t) et de la vitesse pratiquée (V85) sur la voie principale. Ainsi, la distance de visibilité (D) est donnée par la formule suivante :  $D = t \text{ (en secondes)} \times V85 \text{ (en m/s)}$ . Le temps de franchissement (t) est fonction de la largeur de la voie principale franchie et du régime de priorité sur la voie secondaire.

Pour le calcul de la distance de visibilité, il est conseillé de majorer de 2 secondes le temps minimum absolu de franchissement<sup>1</sup> donné dans chacune des situations suivantes.

---

<sup>1</sup> Par rapport au temps minimum absolu de franchissement, le temps conseillé (majoré de 2 secondes) offre une plus grande marge de sécurité. Il est davantage adapté au cas des véhicules qui démarrent lentement (poids lourds, cyclistes...).

Pour la situation avec le panneau « stop », la distance de visibilité de franchissement doit être au minimum de 6 fois V85 (en m/s) sur une route bidirectionnelle (2 voies) et de 7 fois V85 (en m/s) sur une route à 3 voies (1 voie dans chaque sens plus une voie de tourne-à-gauche). Pour la situation avec le panneau « cédez le passage », la distance de visibilité de franchissement doit être au minimum de 8 fois V85 (en m/s) sur une route bidirectionnelle (2 voies) et de 9 fois V85 (en m/s) sur une route à 3 voies (1 voie dans chaque sens plus une voie de tourne-à-gauche).

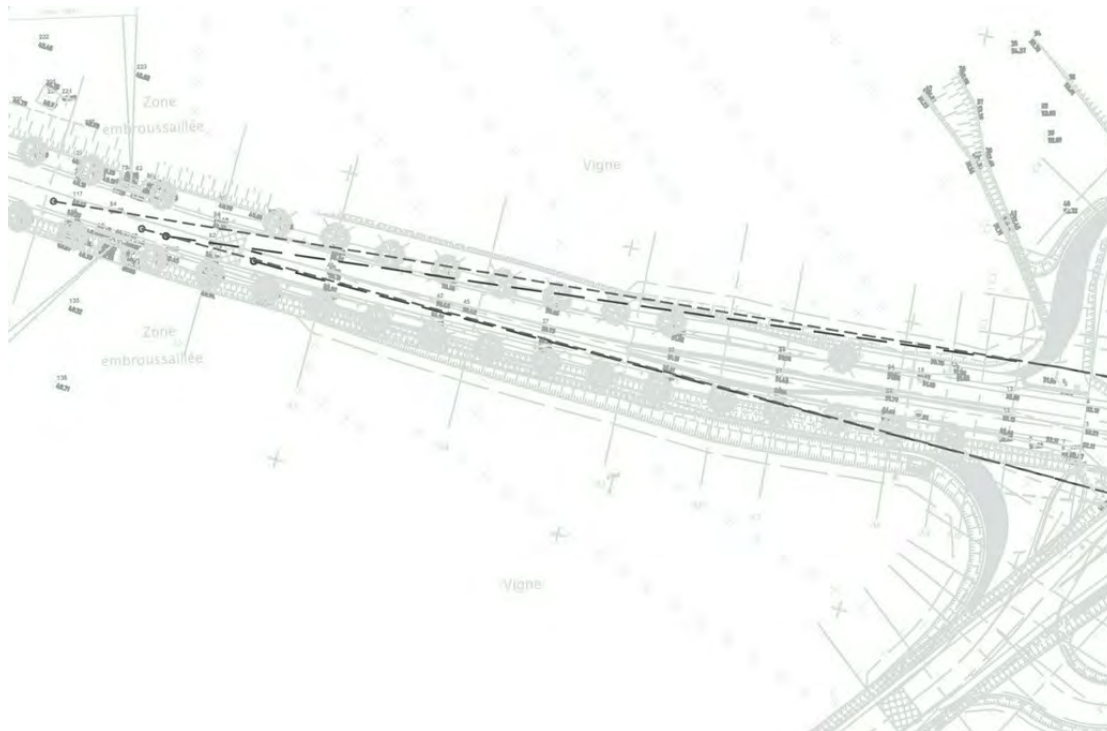


Figure 9.1 Construction des triangles de visibilité. (Voir cahier couleur p.92-93)

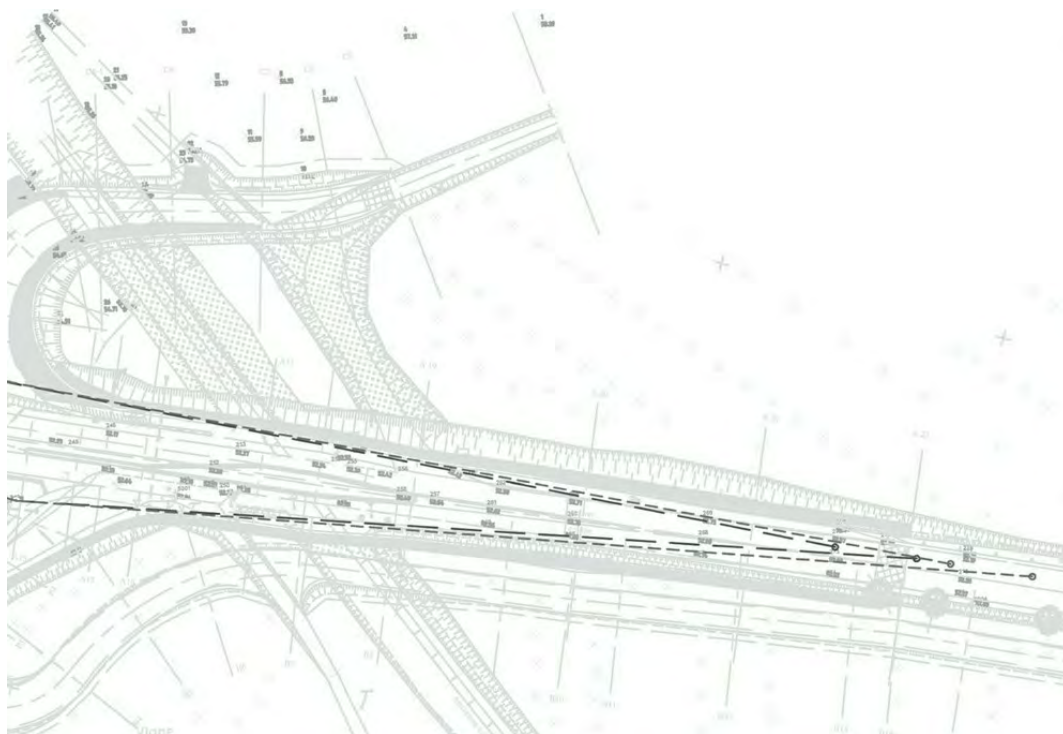
Situation avec le panneau « stop » sur une route à 3 voies (1 voie dans chaque sens plus 1 voie de tourne-à-gauche).

Pour les usagers de la voie secondaire, le temps minimum absolu de franchissement ( $t$ ) est de 7 secondes.

Ainsi, la distance minimale de visibilité de franchissement ( $D$ ) à 80 et 90 km/h est respectivement de 155 et 175 mètres.

Sur la route non prioritaire, le point d'observation limite à une hauteur de 1 mètre se situe à 2 mètres du bord droit de la chaussée, et en retrait de 4 ou 15 à 20 mètres par rapport à la ligne d'arrêt ou à la ligne transversale, selon qu'il s'agit respectivement d'un panneau de signalisation « stop » ou « cédez le passage ». Le point observé se situe sur l'axe concerné de la voie principale à une hauteur de 1 mètre. Cela se traduit au niveau de la conception par la construction de triangles de visibilité (4 pour les carrefours en croix et 2 pour les carrefours en té).

Pour les usagers de la route prioritaire qui tournent à gauche vers la route secondaire, la distance de visibilité doit être au minimum de 6 fois  $V_{85}$  (en m/s). Sur la route prioritaire, le point d'observation dépend de la géométrie du carrefour. Le point observé se situe sur l'axe de la voie de sens inverse à une hauteur de 1 mètre. Pour la sécurité des usagers, les panneaux implantés sur l'îlot séparateur ne doivent pas masquer les véhicules circulant dans le sens opposé.



*Le profil en long de la voie secondaire doit comporter avant le raccordement à la voie principale une zone de faible pente (2 % maximum) appelée palier.* Selon l'importance du trafic poids lourds sur la voie secondaire, la longueur du palier est comprise entre 10 et 20 mètres. Ce palier facilite les manœuvres de franchissement pour les usagers de la voie secondaire et les incite à marquer l'arrêt ou à ralentir fortement selon la signalisation en vigueur (« stop » ou « cédez le passage »). Par ailleurs, le palier de faible pente améliore la perception de l'intersection pour les usagers prioritaires. En cas de raccordement de la voie secondaire en rampe (pente supérieure à 2 %), ce qui est à éviter, le temps de franchissement est à majorer de 1 seconde.

La création d'une voie spéciale de tourne-à-gauche améliore la sécurité sur la voie principale. Par contre, elle augmente la largeur de traversée et donc le temps de franchissement pour les usagers de la voie secondaire. Ainsi, la largeur de la voie de tourne-à-gauche doit être réduite au strict nécessaire (largeur comprise entre 2,75 et 3,25 mètres selon la largeur de la chaussée et l'importance du trafic poids lourds tournant à gauche). Pour améliorer la perception du carrefour et assurer une réelle protection pour les usagers de la voie principale, l'aménagement d'une voie de tourne-à-gauche est à prévoir avec des îlots en saillie. *Il est également important de prévoir un îlot séparateur en saillie sur la route secondaire pour améliorer la perception de l'intersection et souligner la perte de priorité pour l'usager de la voie secondaire.* La géométrie de l'îlot doit permettre de guider les véhicules de la voie principale qui se rendent sur la voie secondaire et ceux de la voie secondaire qui doivent effectuer une manœuvre de franchissement. Sur les voies très secondaires (chaussée strictement inférieure à 5 mètres), l'îlot peut être de dimensions réduites.

Le concepteur doit également favoriser l'orthogonalité des branches afin notamment d'améliorer la visibilité pour les usagers de la route secondaire et limiter le temps de traversée (mouvements traversiers et d'insertions à gauche dans le courant principal).

Pour les carrefours en T qui supportent un faible niveau de trafic tournant à gauche (inférieur à 100 véhicules par jour) ou pour les accès riverains, l'aménagement d'une bande dérasée revêtue, du côté opposé à la voie secondaire, permet l'évitement par la droite d'un véhicule arrêté sur la chaussée pour tourner à gauche. Elle diminue ainsi le risque de collision arrière sur les routes à deux voies.

Une surlargeur revêtue localisée au droit du carrefour est également envisageable. Dans ce cas, elle doit respecter les dimensions suivantes : 10 mètres de biseau, 15 à 35 mètres d'alignement droit en amont de l'axe de la route secondaire, 10 mètres à l'aval et 10 mètres de biseau. La longueur de l'alignement droit en amont de

l'axe de la voie secondaire est porté à 35 mètres lorsque des poids lourds tournent à gauche. La largeur de la bande dérasée ou de la surlargeur revêtue doit être de 1,50 mètre pour les chaussées de 7 mètres et de 2 mètres pour les chaussées de 6 mètres. En effet, il faut rechercher une largeur roulable de 5 mètres minimum entre l'axe de la chaussée et le bord extérieur de la bande dérasée ou de la surlargeur revêtue.

Les voies de décélération, dites de tourne-à-droite, de la route principale vers la route secondaire favorisent la vitesse au niveau du carrefour et sont susceptibles de masquer la visibilité des usagers en attente sur la voie secondaire. Elles sont donc déconseillées.

*Les voies d'insertion à droite de la route secondaire vers la route principale sont à proscrire sur les routes à chaussée unique.* En effet, ce type d'aménagement peut avoir des effets négatifs sur le plan de la sécurité. À titre d'exemple, un véhicule circulant sur la voie principale peut être amené à s'écarter sur la voie opposée lorsqu'un véhicule s'insère, et l'absence de terre-plein central (TPC) peut être à l'origine d'un choc frontal entre deux véhicules. Ainsi, les voies d'insertion à droite ne peuvent être envisagées que sur les routes à chaussées séparées.

Pour des raisons liées à la sécurité, il convient également de proscrire les voies d'insertion à gauche pour le mouvement de la voie secondaire vers la voie principale lorsqu'elles s'apparentent à une voie d'accélération. Sur certains carrefours en té, il peut être envisagé, pour répondre à une problématique particulière, un allongement de l'aménagement central permettant à un véhicule de la voie secondaire une traversée en deux temps.



Figure 9.2 Carrefour plan ordinaire en té.

Aménagement avec une voie spéciale de tourne-à-gauche – îlots séparateurs en saillie.

## Grille d'analyse

**Les carrefours plans ordinaires** – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Oui | Non |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| L'intersection concerne-t-elle des routes appartenant à des réseaux de niveaux hiérarchiques différents ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |     |
| Le trafic en tourne-à-gauche est-il significatif ( <i>supérieur à 100 véhicules par jour pour un carrefour en té ; supérieur à 200 véhicules par jour pour un carrefour en croix</i> ) ?<br>Dans l'affirmative, y a-t-il une voie spéciale de tourne-à-gauche ?<br><i>Lorsque le trafic en tourne-à-gauche est inférieur à ces seuils, il est possible de maintenir le carrefour existant, ou de prévoir une surlargeur revêtue du côté opposé à la route secondaire pour les carrefours en té.</i> |     |     |
| L'aménagement du carrefour est-il suffisamment orthogonal ?<br><i>Pour la sécurité (amélioration des conditions de prise d'information pour l'usager non prioritaire, limitation de la largeur à traverser...), l'angle d'incidence ne doit pas dépasser 20°.</i>                                                                                                                                                                                                                                   |     |     |

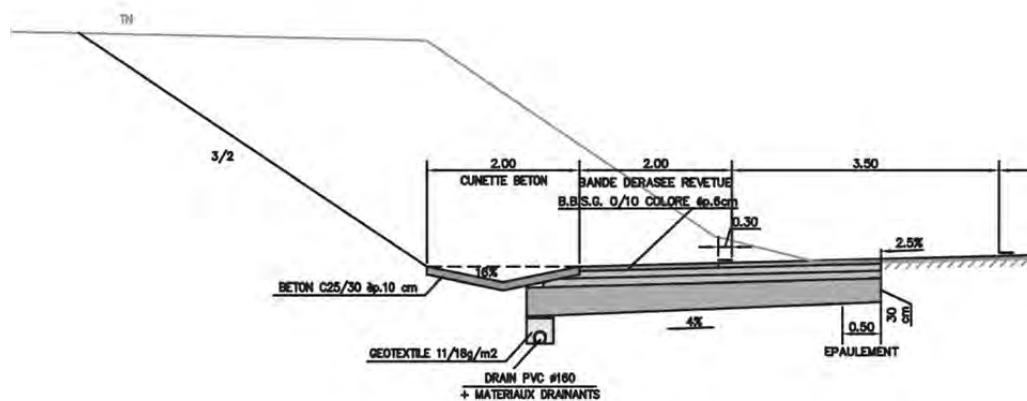
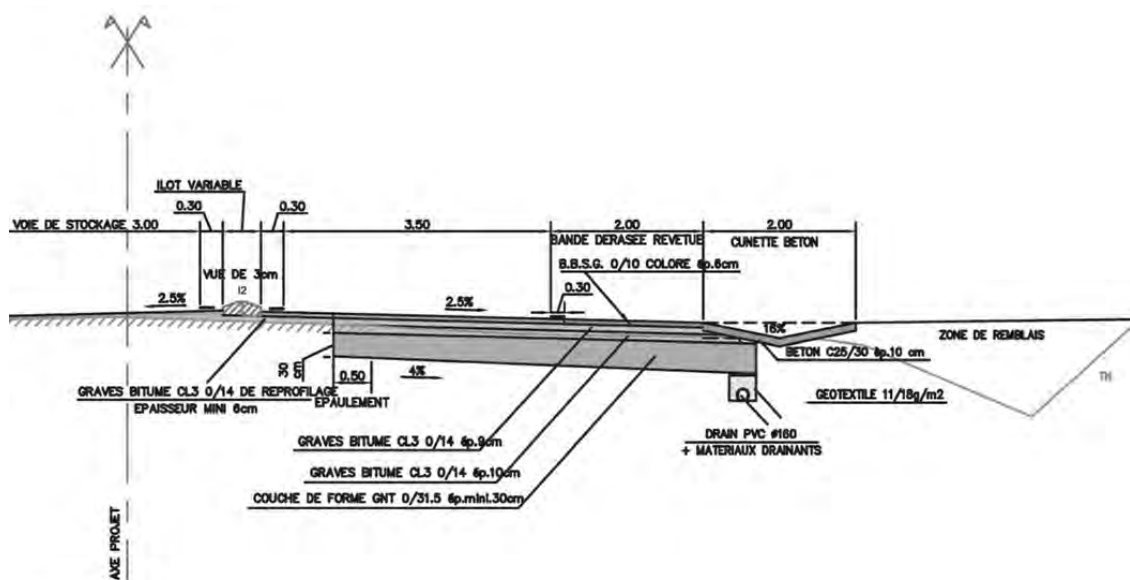


Figure 9.3 Carrefour plan ordinaire – Profil en travers type. (Voir cahier couleur p.100-101)

## Grille d'analyse

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Oui | Non |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <p>Y a-t-il des îlots séparateurs en saillie sur la route principale et les voies secondaires?</p> <p><i>Sur les voies secondaires, les îlots séparateurs en saillie permettent de souligner la présence du carrefour et la perte de priorité pour l'usager non prioritaire.</i></p> <p><i>Sur la route principale, l'îlot séparateur en saillie assure la protection arrière des véhicules tournant à gauche et souligne la présence du carrefour.</i></p> |     |     |
| <p>Un palier de faible pente est-il prévu sur la voie secondaire avant le raccordement à la voie principale ?</p> <p><i>Prévoir 10 à 20 mètres de longueur avec une pente à 2 %. Sur les routes en relief difficile, la longueur peut être réduite à 5 ou 6 mètres.</i></p>                                                                                                                                                                                 |     |     |
| <p>Les exigences de visibilité sont-elles respectées ?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |     |



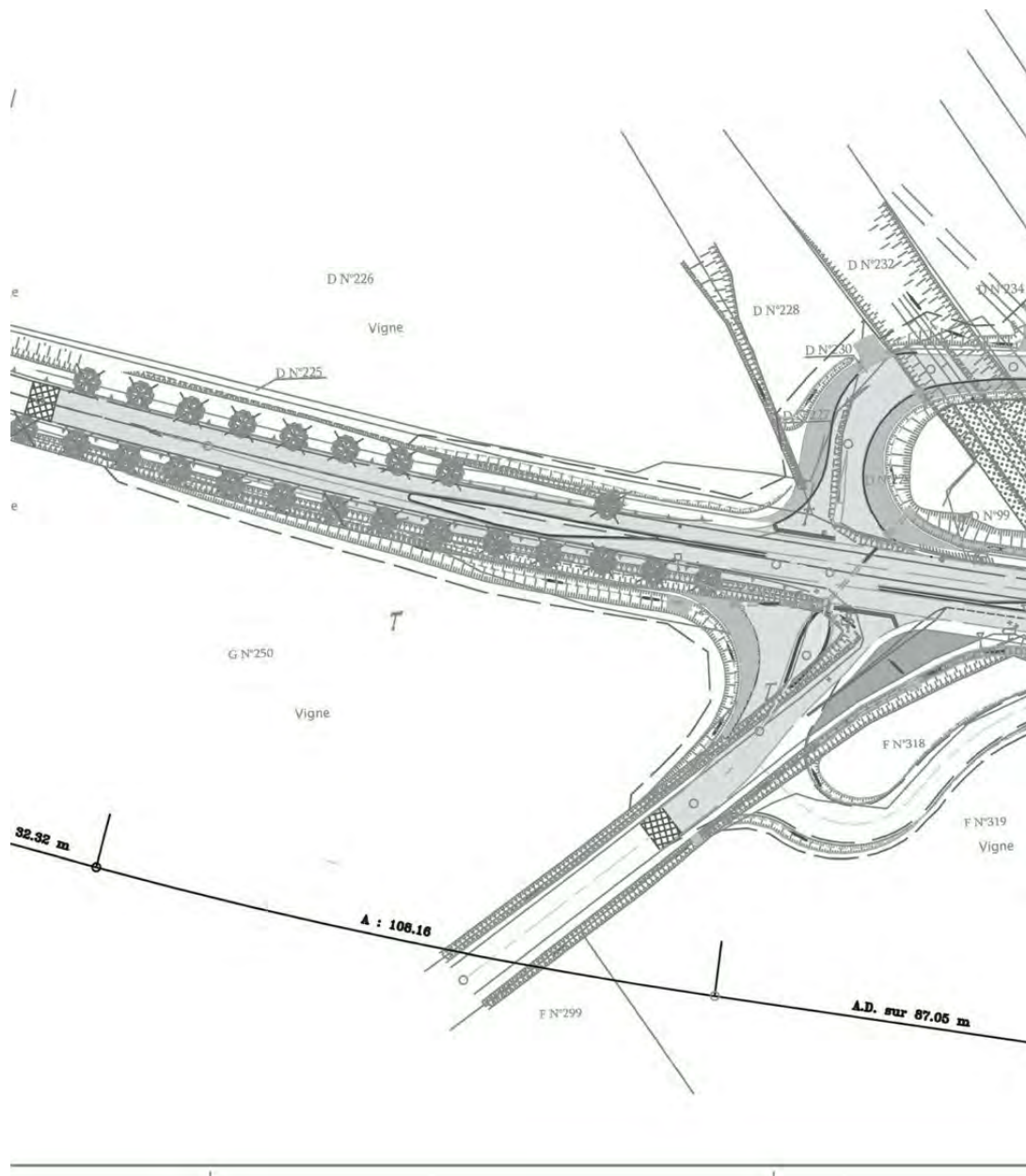
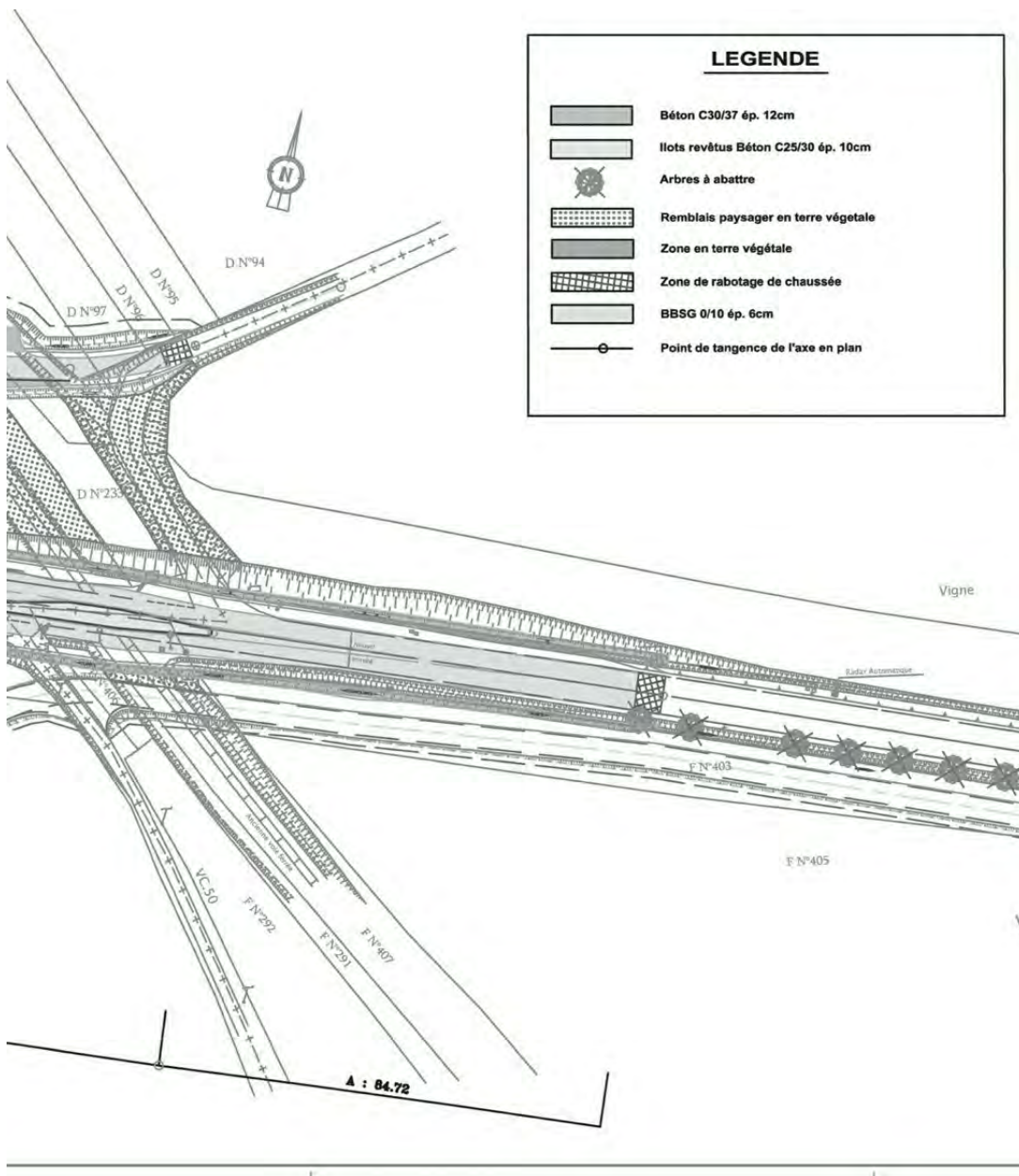


Figure 9.4 Aménagement d'un carrefour plan ordinaire en croix avec des voies spéciales de tourne-à-gauche – Îlots séparateurs en saillie. (Voir cahier couleur p.96-97)

Repositionnement des voies secondaires à la perpendiculaire de la voie principale –  
 Amélioration des rayons de giration (surlargeur franchissable pour les poids lourds) –  
 Aménagement d'une contre-allée pour sécuriser les échanges –  
 Recalibrage de la voie principale (bande dérasée revêtue de 2 mètres)  
 Abattage des arbres d'alignement (obstacles dans la zone de sécurité, masques pour la distance  
 de visibilité de franchissement) – Acquisitions foncières complémentaires pour équilibrer les déblais/remblais.



# Les carrefours giratoires

Lorsque le concepteur respecte les normes de conception et les exigences de visibilité, le carrefour giratoire est le carrefour plan qui offre le meilleur niveau de sécurité. Le nombre et la gravité des accidents sont beaucoup plus faibles qu'avec un carrefour plan ordinaire.

Néanmoins, le concepteur doit prendre en compte le fait que tous les usagers qui franchissent un carrefour giratoire subissent un retard géométrique. En moyenne, ce retard est de 12 secondes pour les véhicules légers et de 21 secondes pour les poids lourds.

À moins d'un problème de sécurité, l'aménagement d'un carrefour giratoire se justifie si tous les trafics sont sensiblement équivalents. D'une manière générale, le carrefour plan ordinaire est à privilégier (emprise et coût plus faibles) pour une intersection présentant un faible niveau de trafic sur la route secondaire par rapport au trafic sur la route principale.

Parmi les critères secondaires de choix, le carrefour giratoire répond à la volonté de marquer une entrée d'agglomération ou une limite entre deux types d'infrastructures. Il permet également d'effectuer les manœuvres de demi-tour et de traiter un carrefour avec un nombre élevé de branches (supérieur à 4).

Pour le dimensionnement d'un carrefour giratoire, il est nécessaire de calculer la capacité de chaque branche prise séparément. Le calcul de capacité peut justifier d'augmenter la largeur d'une entrée. Dans le cas d'une entrée à 2 voies (largeur d'entrée égale à 7 mètres), la largeur courante de la chaussée annulaire<sup>1</sup> est de 8,50 mètres. En effet, elle est supérieure d'au moins 20 % à la voie d'entrée la plus large sans dépasser 9 mètres.

---

<sup>1</sup> La largeur normale de la chaussée annulaire est de 7 mètres. Le dévers est compris entre 1,5 et 2 %.

Définir un carrefour giratoire par son rayon extérieur d'anneau permet de se rendre compte de son emprise et des contraintes de giration imposées aux poids lourds. Le rayon d'un carrefour giratoire (Rg) comprend l'îlot central, l'éventuelle bande franchissable ainsi que la chaussée annulaire. Il est limité par le bord interne du marquage de la rive extérieure de l'anneau circulé.

Sur les routes à chaussée unique, un rayon extérieur compris entre 15 et 25 mètres offre des conditions de giration suffisantes aux poids lourds (semi-remorques...). Lorsqu'il s'agit d'un itinéraire pour les transports exceptionnels, les épures de girations permettent de définir les zones franchissables.

Sur les routes d'une certaine importance, un rayon extérieur de 18 à 20 mètres<sup>2</sup> est souhaitable pour le confort des poids lourds. Un rayon extérieur compris entre 20 et 25 mètres peut se justifier lorsque le nombre de branches est supérieur à 4.

Sur des voies secondaires, il est envisageable de réaliser un carrefour giratoire de rayon extérieur compris entre 12 et 15 mètres lorsque le trafic poids lourds est négligeable. Pour la giration des poids lourds, l'îlot central doit comporter une bande franchissable de 1,5 à 2 mètres de largeur. Cette surlargeur franchissable<sup>3</sup> doit être légèrement surélevée (bordures dont la hauteur de la face verticale vue n'exède pas 3 centimètres) et différenciée de la chaussée annulaire (enrobé coloré, béton de ciment, pavage...) afin de dissuader les véhicules légers d'y circuler. Pour que l'aménagement assure une contrainte de trajectoire suffisante, le rayon de la partie infranchissable de l'îlot central doit être au minimum de 3,50 mètres. Les carrefours giratoires de rayon extérieur modéré (12 à 15 mètres) représentent un bon compromis entre la sécurité, le coût et les conditions de giration. Il est à noter que, plus le rayon du carrefour giratoire (Rg) est faible<sup>4</sup>, plus la vitesse des cyclistes est voisine de celle des véhicules motorisés.

La position de l'îlot central est optimale lorsque tous les axes des branches passent par le centre du giratoire. Afin de ne pas générer des vitesses excessives incompatibles avec la sécurité et les règles de priorité, il convient d'introduire une certaine contrainte de trajectoire au niveau de l'entrée et dans la traversée du carrefour. Les carrefours giratoires doivent satisfaire à l'inscription d'un rayon de déflexion des trajectoires (rayon de l'arc de cercle qui passe à 1,5 mètre de la bordure de l'îlot central et à 2 mètres des bordures droites des voies d'entrée et de sortie adjacentes ou opposées) inférieur à 100 mètres.

---

<sup>2</sup> Cela conduit à prévoir, pour l'îlot central, un rayon interne compris entre 10,5 et 12,5 mètres.

<sup>3</sup> Le dévers de la bande franchissable est compris entre 4 et 6 %.

<sup>4</sup> Il convient de prévoir un rayon extérieur d'anneau de 12 mètres minimum.

La perception d'approche est principalement obtenue au travers de l'îlot central et des îlots séparateurs. L'élévation de la surface intérieure de l'îlot central favorise une perception lointaine du carrefour. La pente du talus ne doit pas excéder 15 % sur l'îlot central afin de ne pas constituer un obstacle agressif. Le traitement paysager de l'îlot central peut contribuer à la perception de l'aménagement. Dans ce cas, un espace d'arrêt sur l'îlot central facilite l'accessibilité pour un véhicule d'entretien. Il est important d'exclure tout obstacle des trajectoires susceptibles d'être suivies par des véhicules quittant accidentellement la chaussée. Ainsi, un espace d'arrêt sur l'îlot central ne doit pas être implanté en face des entrées sur le giratoire. Plus généralement, il ne doit pas y avoir d'obstacle agressif sur l'îlot central.

La visibilité des conducteurs qui entrent sur le carrefour giratoire doit être assurée sur le quart gauche de l'anneau à 15 mètres environ de l'entrée. Elle doit également être assurée en périphérie de l'îlot central en conservant une bande de 2 mètres sans obstacle à la vue (plantations hautes si aménagements paysagers).



Figure 10.1 Carrefour giratoire à cinq branches – Rayon extérieur 25 mètres.  
Aménagement avec deux voies entrantes (largeur 7 mètres).

### Grille d'analyse

**Les carrefours giratoires** – Les questions à se poser lors de la conception

|                                                                                                                                                                                                                                                                            | Oui | Non |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| L'intersection concerne-t-elle des routes de même niveau hiérarchique ?                                                                                                                                                                                                    |     |     |
| Le rayon extérieur ( $R_g$ ) est-il supérieur ou égal à 12 mètres ?<br><i>Si la réponse est négative, il s'agit d'un mini-giratoire totalement franchissable réservé au milieu urbain.</i>                                                                                 |     |     |
| Le rayon extérieur ( $R_g$ ) est-il inférieur ou égal à 25 mètres ?<br><i>Si la réponse est négative, le concepteur doit se rappeler que les giratoires de grande dimension sont moins sûrs que les plus petits.</i>                                                       |     |     |
| L'intersection concerne-t-elle des voies secondaires avec un trafic poids lourds négligeable ?<br>Le nombre de branches est-il inférieur ou égal à 4 ?<br>Si les réponses sont positives, le rayon extérieur ( $R_g$ ) du giratoire est-il compris entre 12 et 15 mètres ? |     |     |
| La déflexion des trajectoires est-elle satisfaisante ?                                                                                                                                                                                                                     |     |     |
| Y a-t-il une voie directe de tourne-à-droite évitant le carrefour ?<br><i>Pour la lisibilité du carrefour et la sécurité des piétons ou cyclistes, il convient d'éviter ce type d'aménagement*.</i>                                                                        |     |     |
| Les exigences de visibilité sont-elles respectées ?                                                                                                                                                                                                                        |     |     |

\* Lorsqu'une branche même mise à 2 voies en entrée est saturée et que le trafic entrant par cette branche dans le giratoire et tournant à droite est important, une voie directe peut se justifier pour améliorer la capacité.

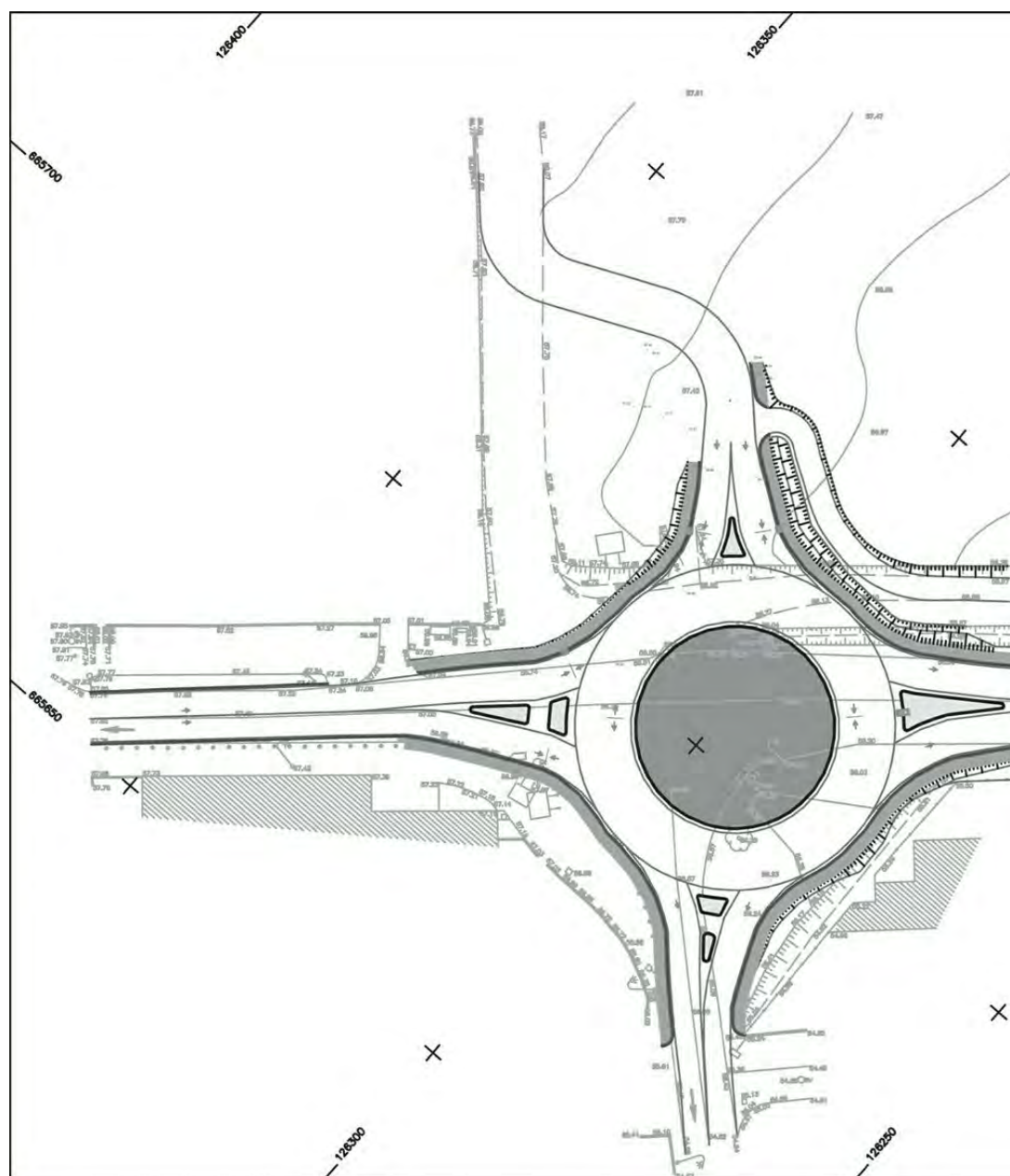
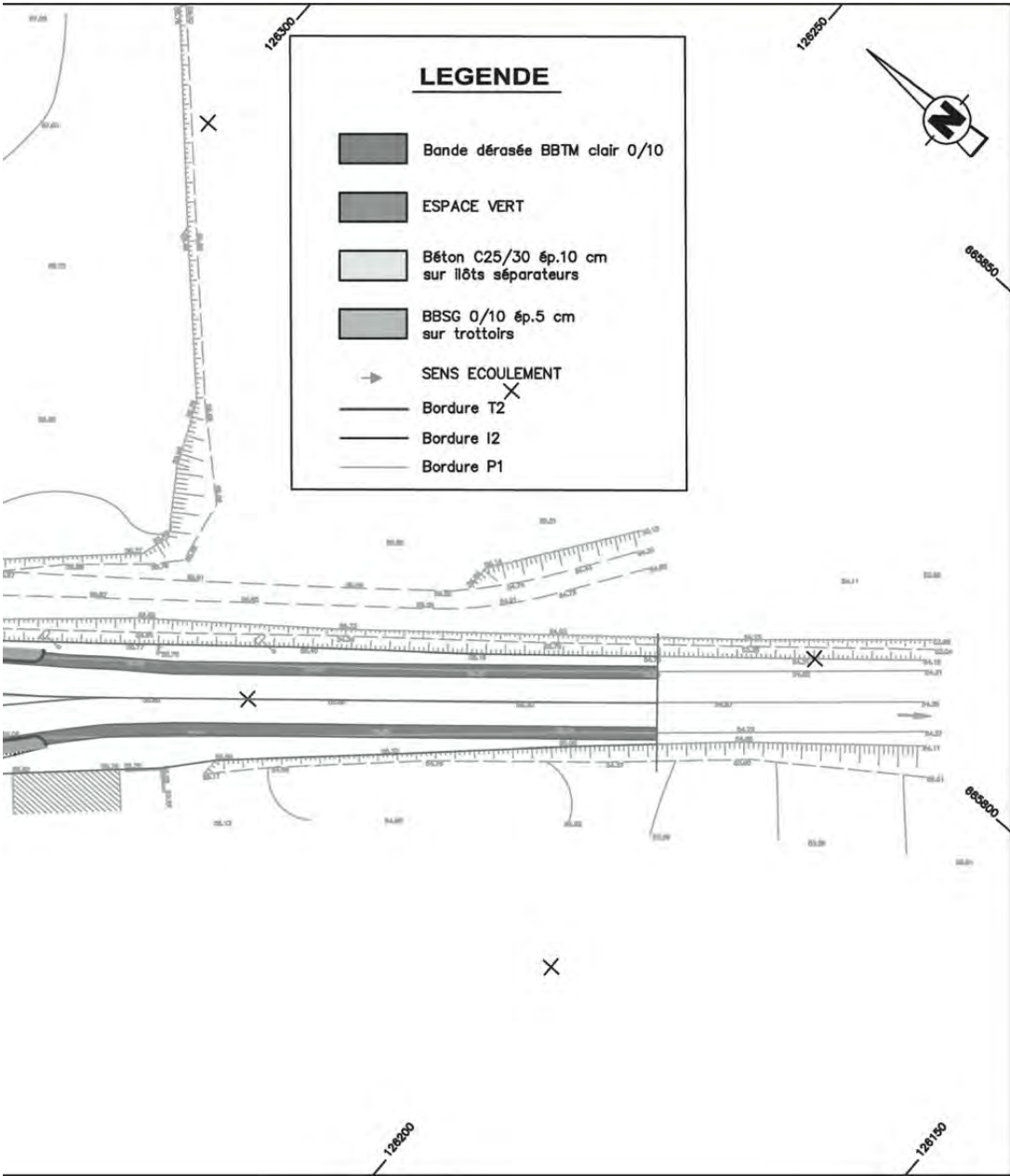


Figure 10.2 Aménagement d'un carrefour giratoire en entrée d'agglomération – Rayon extérieur 20 mètres.  
(Voir cahier couleur p.98-99)

La déflexion des trajectoires ainsi que la longueur de l'alignement radial de la branche Est (hors agglomération) assurent la sécurité de l'aménagement.



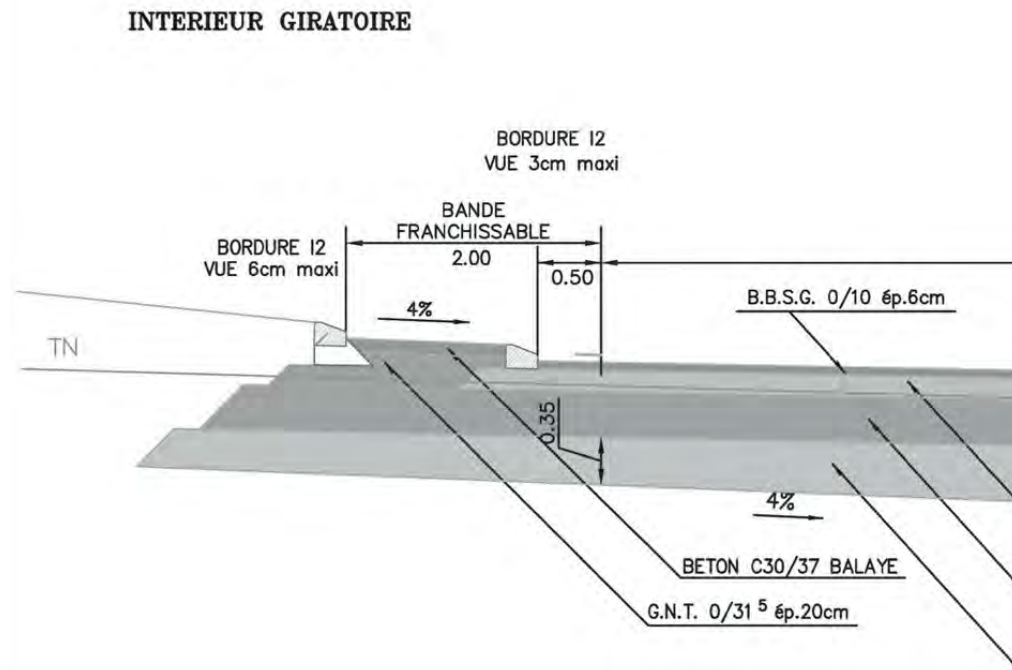
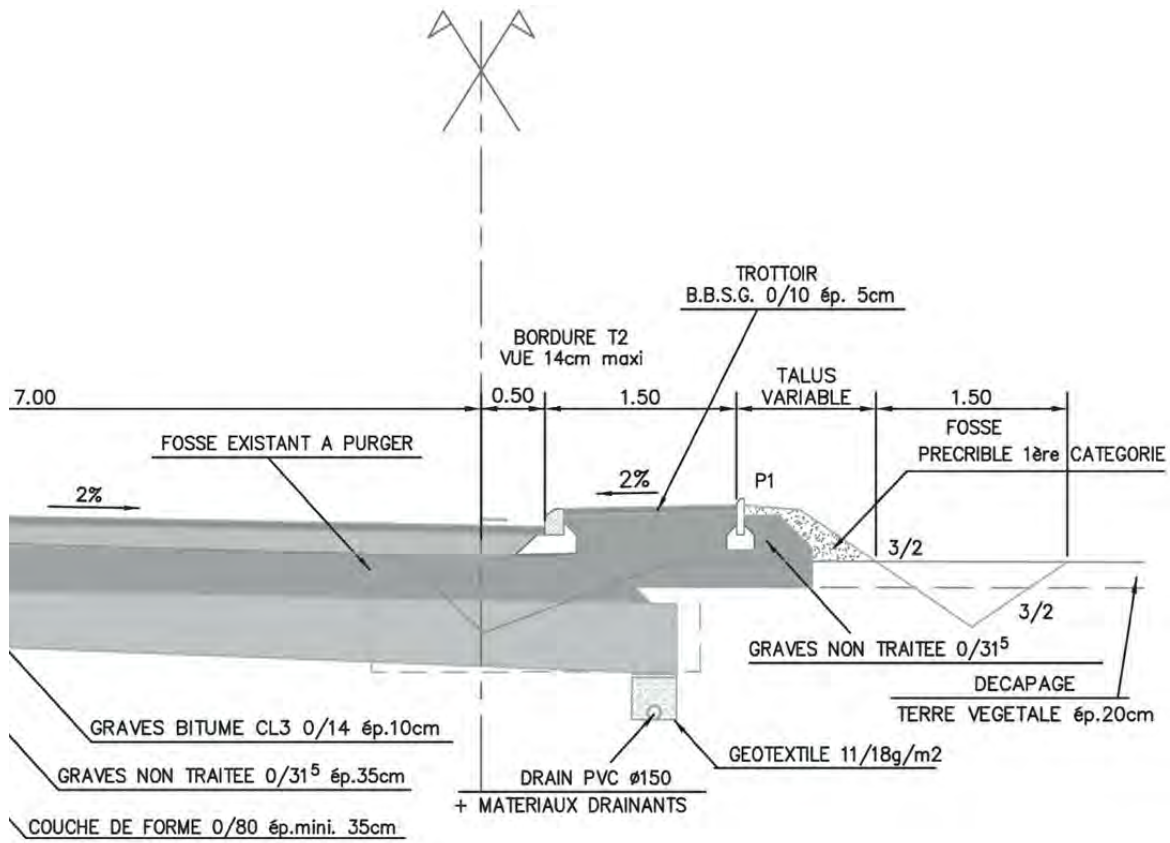


Figure 10.3 Carrefour giratoire – Profil en travers type. (Voir cahier couleur p.100-101)  
Rayon extérieur 15 mètres – bande franchissable de 2 mètres.



# Tableau de synthèse

Les aménagements qui améliorent ou détériorent la sécurité  
sur les routes de type R à chaussée unique

| TYPE                                         | À FAIRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | À ÉVITER                                                                                                                                                                                                                                                           | À PROSCRIRE                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Carrefour plan ordinaire et giratoire</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homogénéiser les aménagements le long de l'itinéraire.</li> <li>• Respecter les conditions de lisibilité et de visibilité.</li> <li>• Prévoir une signalisation visible de nuit et par temps de pluie (VNTP).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éclairer une intersection en rase campagne.</li> <li>• Carrefours trop rapprochés les uns des autres.</li> </ul>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser un carrefour à feux.</li> </ul>                                                                                                        |
| <b>Carrefour plan ordinaire</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implanter un îlot séparateur en saillie sur toutes les branches.</li> <li>• Améliorer la visibilité en réalisant une intersection à angle droit (90°).</li> <li>• Ne maintenir qu'une voie directe par sens de circulation.</li> <li>• Adapter le régime de priorité (« cédez le passage » ou « stop ») selon les conditions de visibilité offertes sur les branches secondaires. Le « cédez le passage » doit rester la disposition générale.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voie de décélération dite voie de tourne-à-droite de la voie principale vers la voie secondaire.</li> <li>• Voie d'insertion à gauche de la voie secondaire vers la voie principale (traversée en deux temps).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voie d'insertion à droite de la voie secondaire vers la voie principale.</li> <li>• Les carrefours avec régime de priorité à droite.</li> </ul> |
| <b>Carrefour giratoire</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduire une déflexion de trajectoire (rayon inférieur à 100 mètres).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voies directes de tourne-à-droite évitant le carrefour.</li> <li>• Surdimensionner les caractéristiques géométriques du carrefour (<math>R_g &gt; 25</math> mètres).</li> </ul>                                           |                                                                                                                                                                                          |

## Schémas et photographies en couleurs



Figure 1.2 Réalisation d'une protection superficielle sur une couche de réglage.



Figure 1.3 Vue rapprochée de la couche d'imprégnation sur la grave non traitée (GNT 0/20).

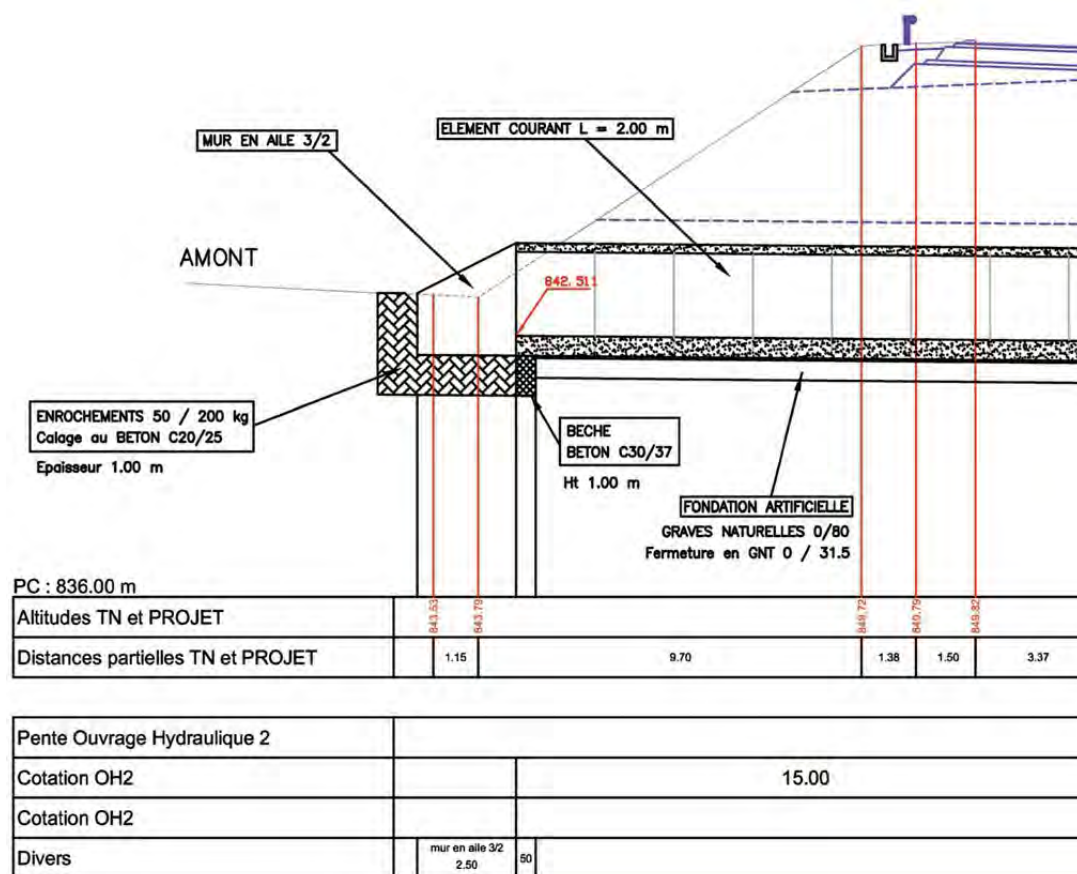
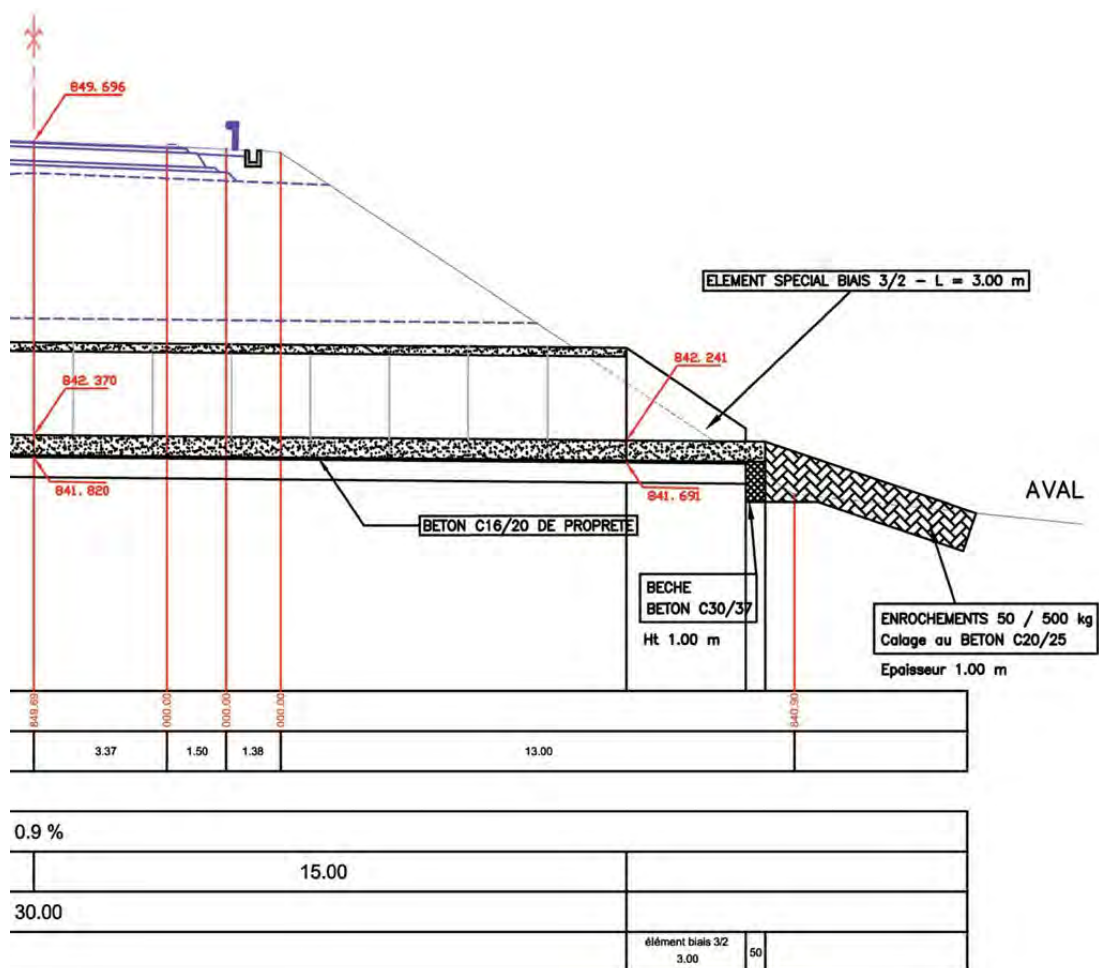


Figure 2.2 Coupe longitudinale d'un ouvrage de rétablissement. (Voir p.16-17)



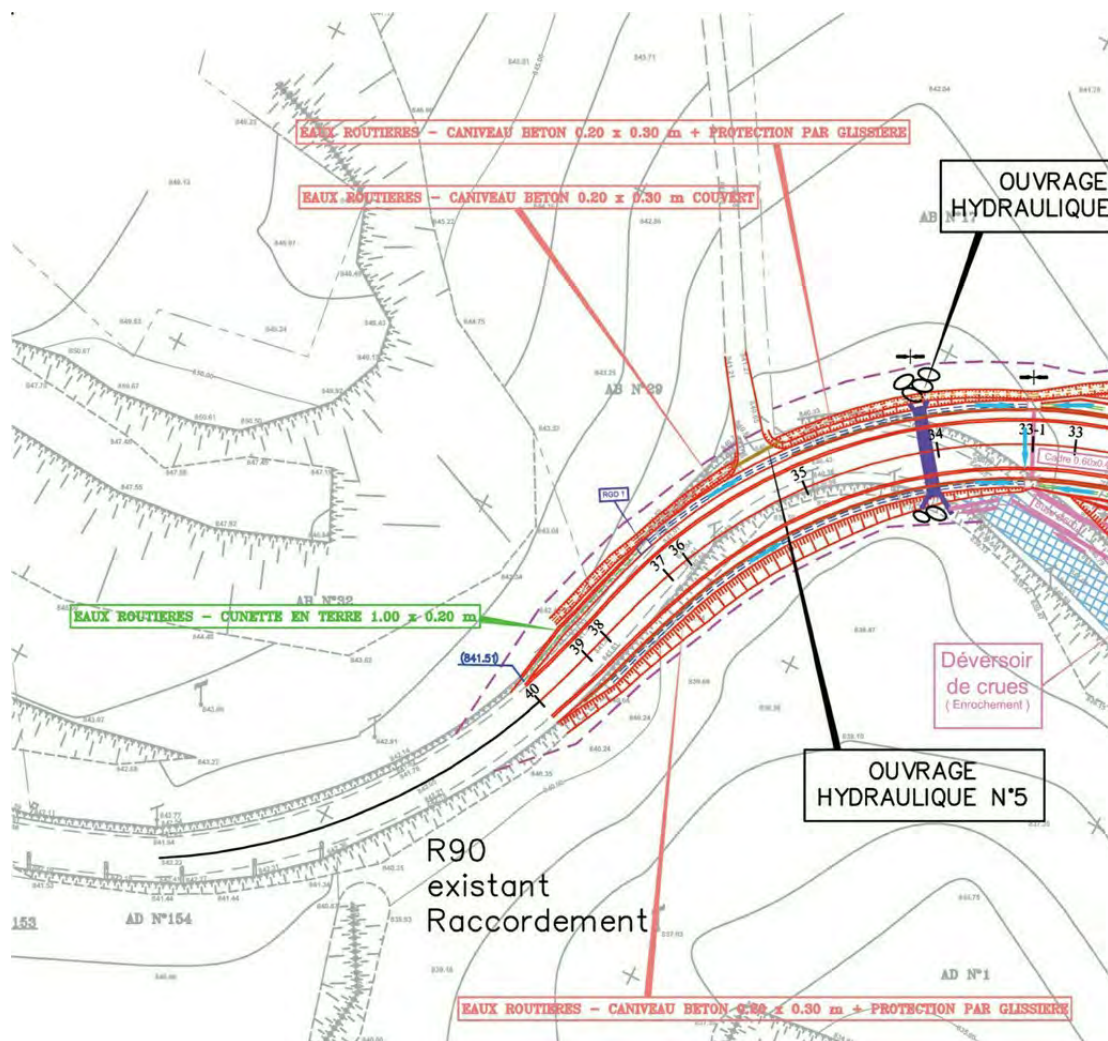


Figure 2.3 Extrait d'un plan d'assainissement. (Voir p.20-21)

Dans cet exemple, les eaux issues du bassin versant naturel sont séparées de celles de la plate-forme routière. Ces dernières transitent par un ouvrage de contenance et de dépollution avant rejet dans le milieu naturel.

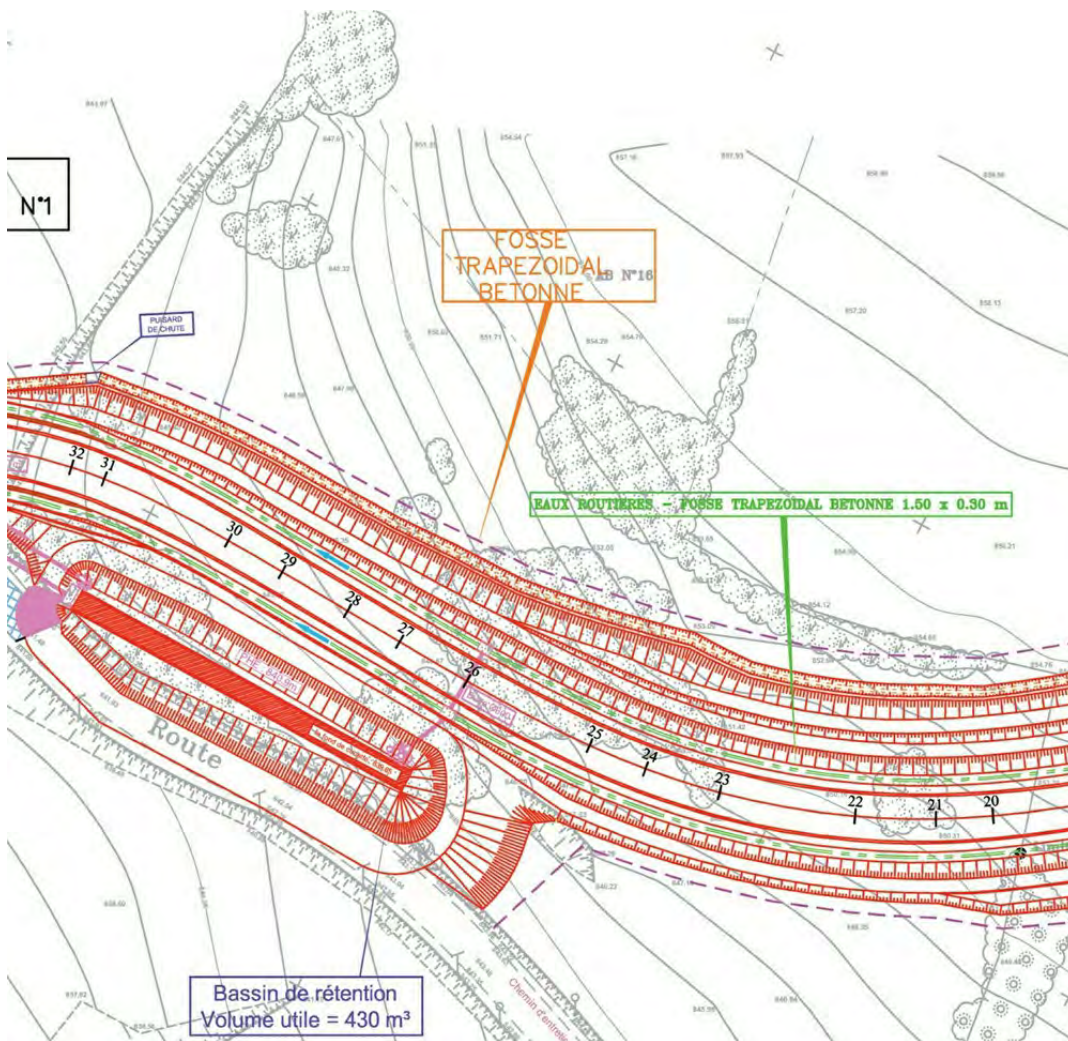


Figure 7.4 Profil en travers type – Section courante. (Voir p.58-59)

La structure de la bande revêtue est réduite par rapport à la chaussée.  
 Dans la zone de sécurité, le fossé en pente douce ne constitue pas un obstacle à isoler.

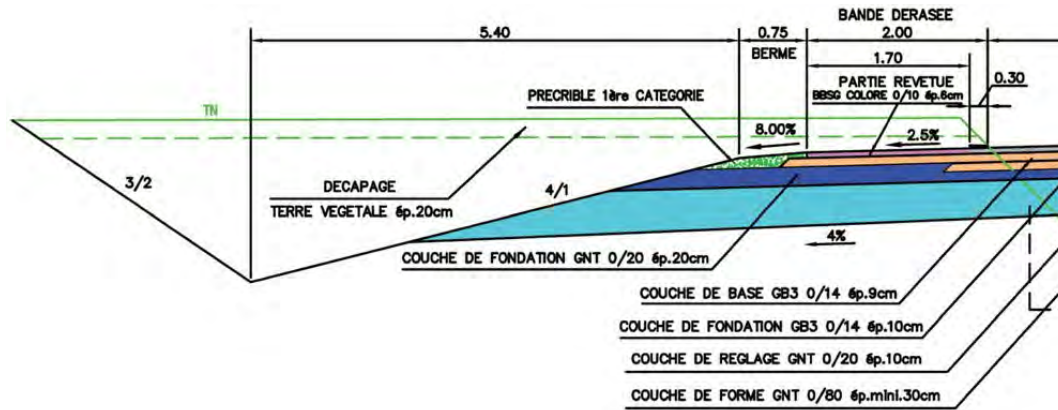
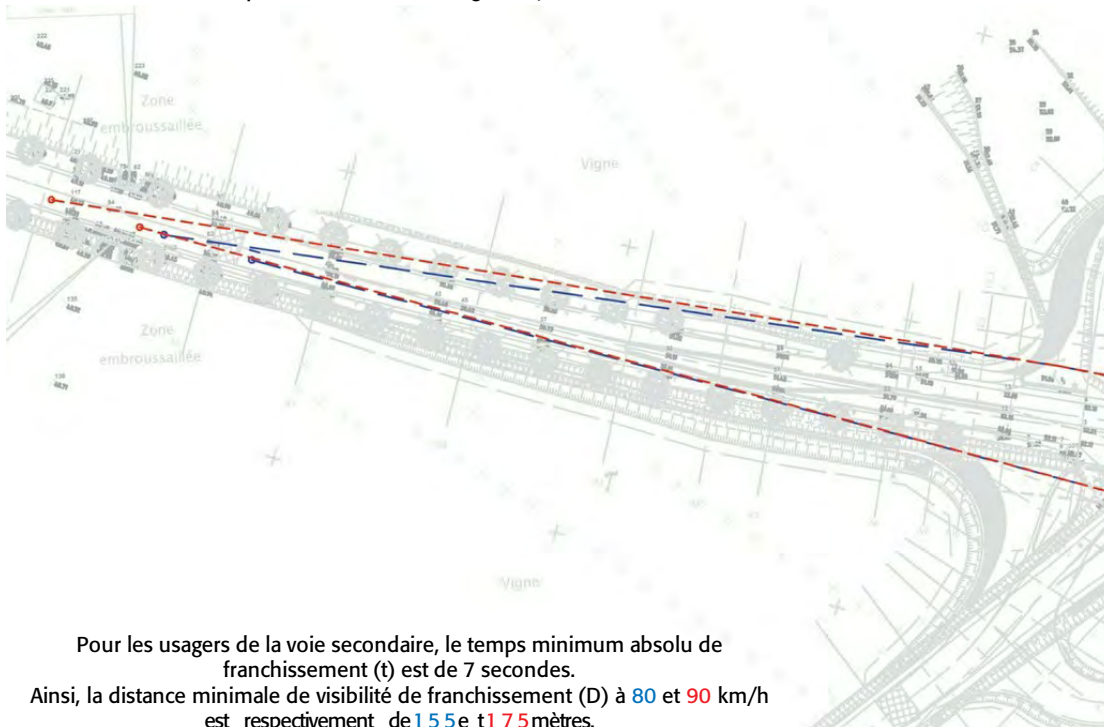
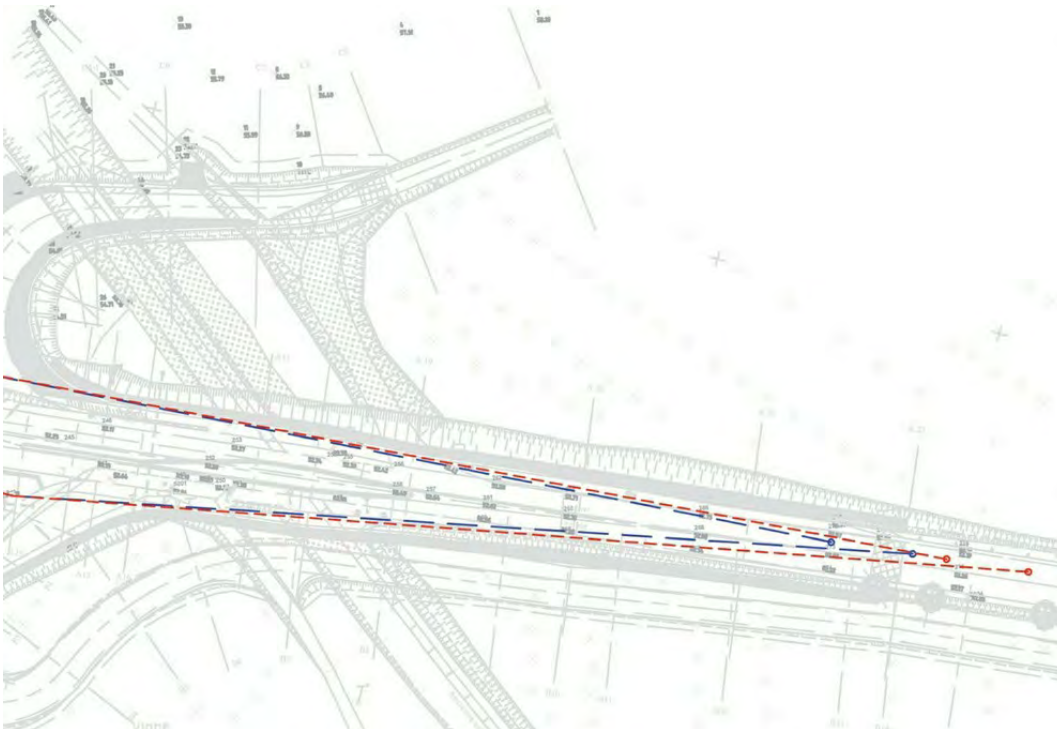
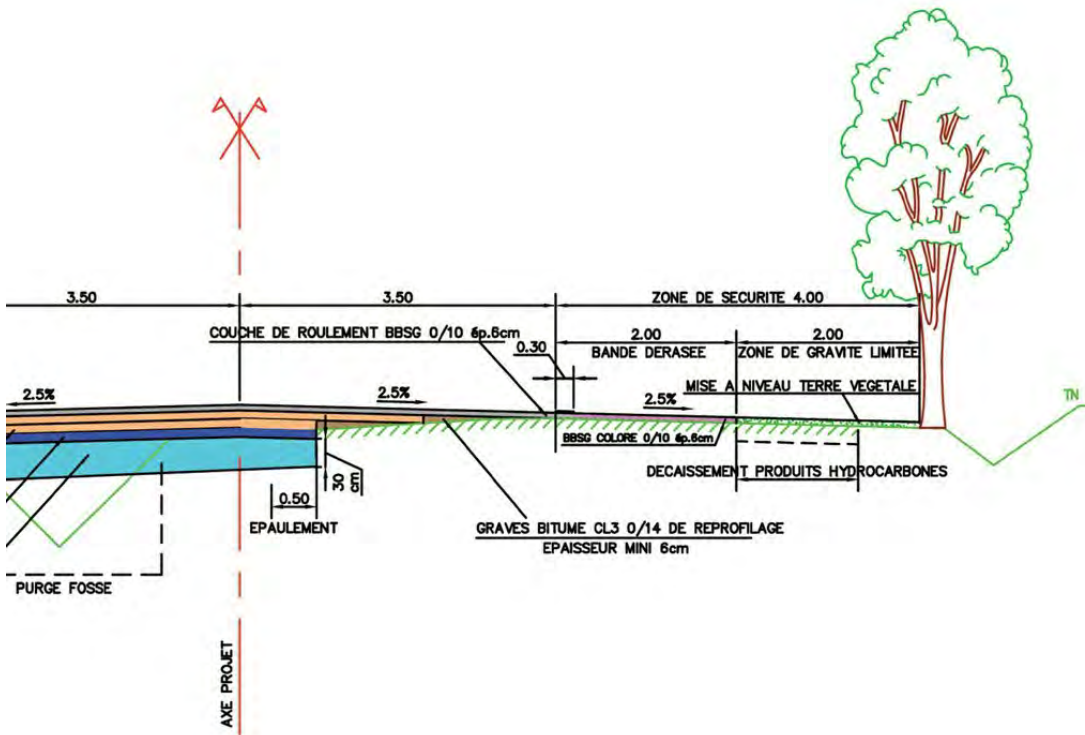


Figure 9.1 Construction des triangles de visibilité. (Voir p.70-71)

Situation avec le panneau « stop » sur une route à 3 voies (1 voie dans chaque sens plus 1 voie de tourne-à-gauche).



Pour les usagers de la voie secondaire, le temps minimum absolu de franchissement ( $t$ ) est de 7 secondes.  
 Ainsi, la distance minimale de visibilité de franchissement ( $D$ ) à 80 et 90 km/h est respectivement de 15.5 et 17.5 mètres.



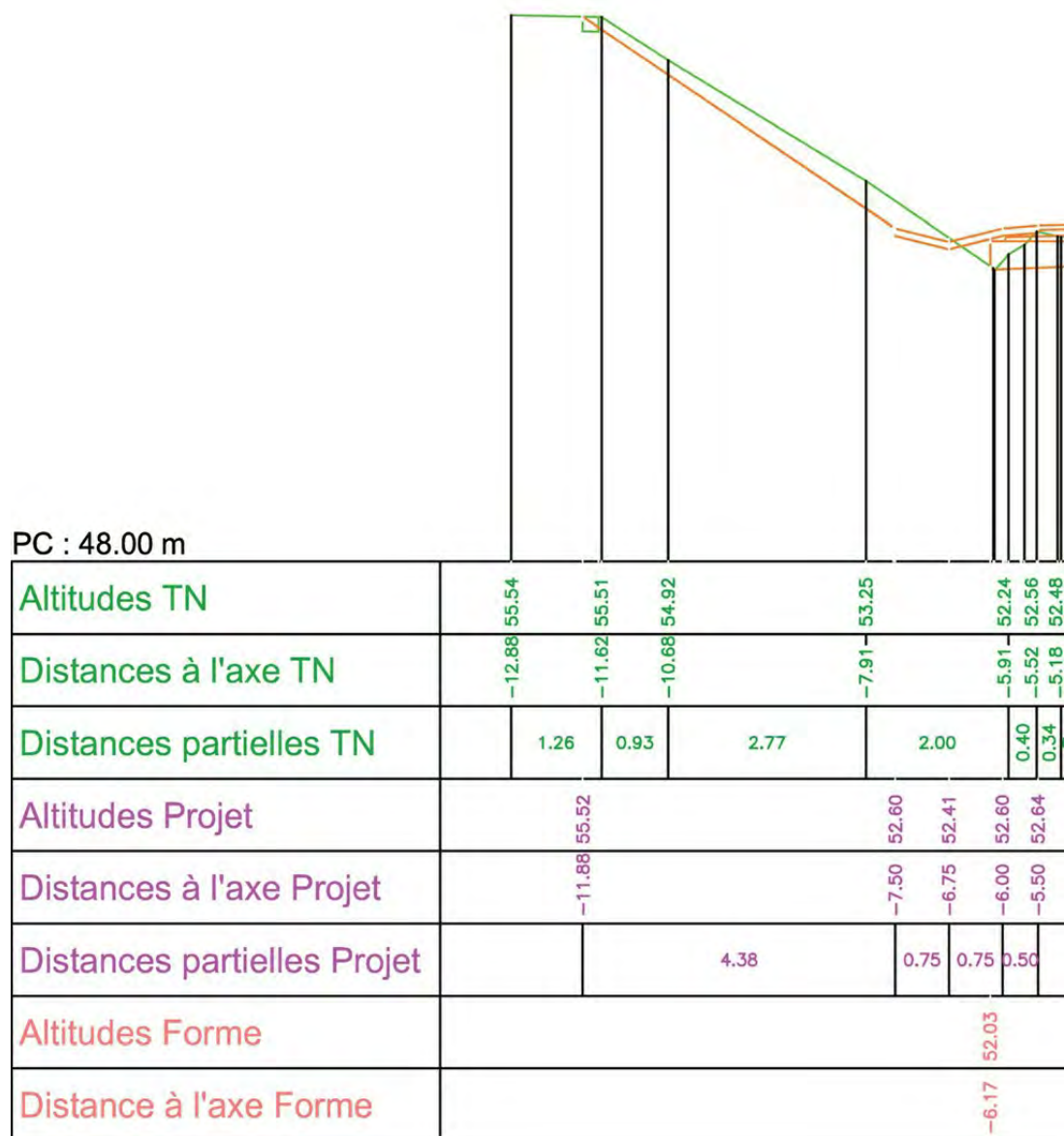
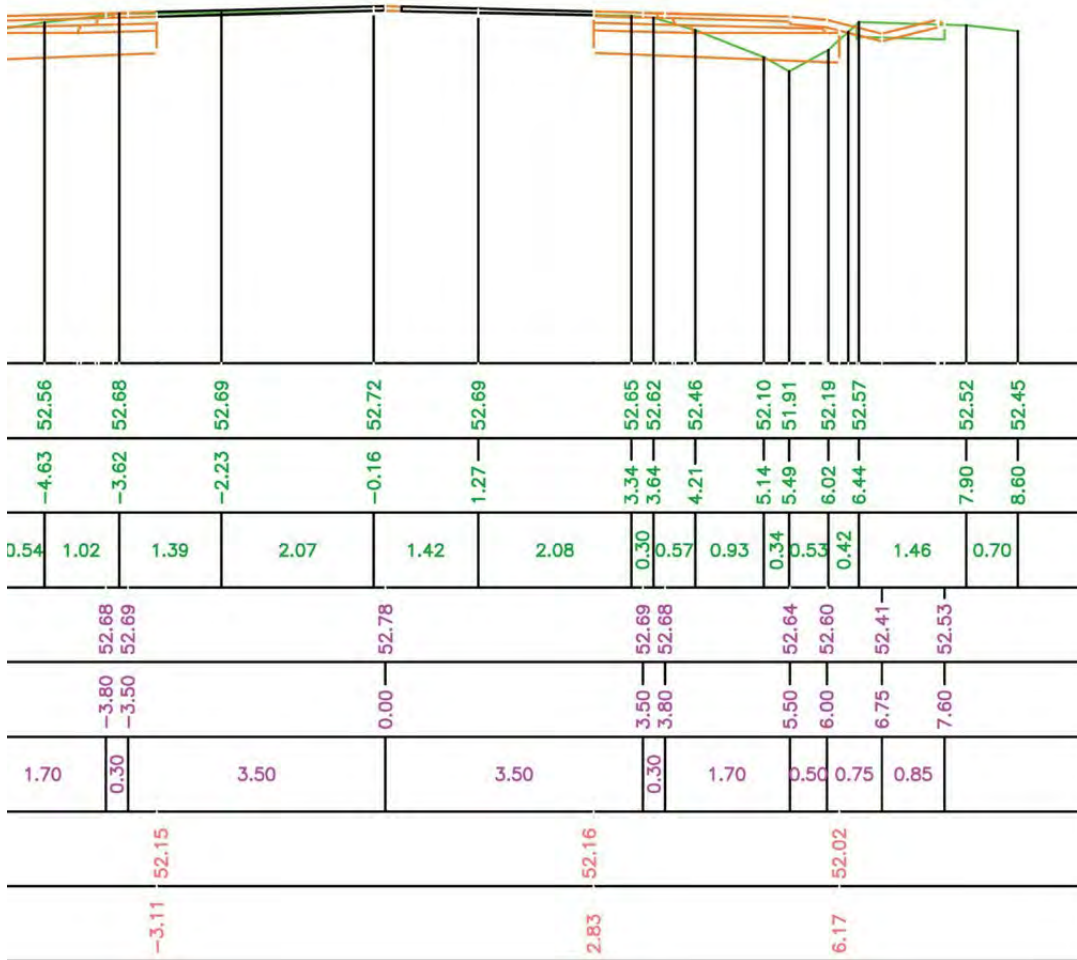


Figure 7.5 Profil en travers particulier - Exemple en section courante. (Voir p.62-63)

Recalibrage d'une route existante – bande dérasée revêtue et différenciée.

Le projet prévoit un talus de déblai à 3/2 et des cunettes peu profondes.



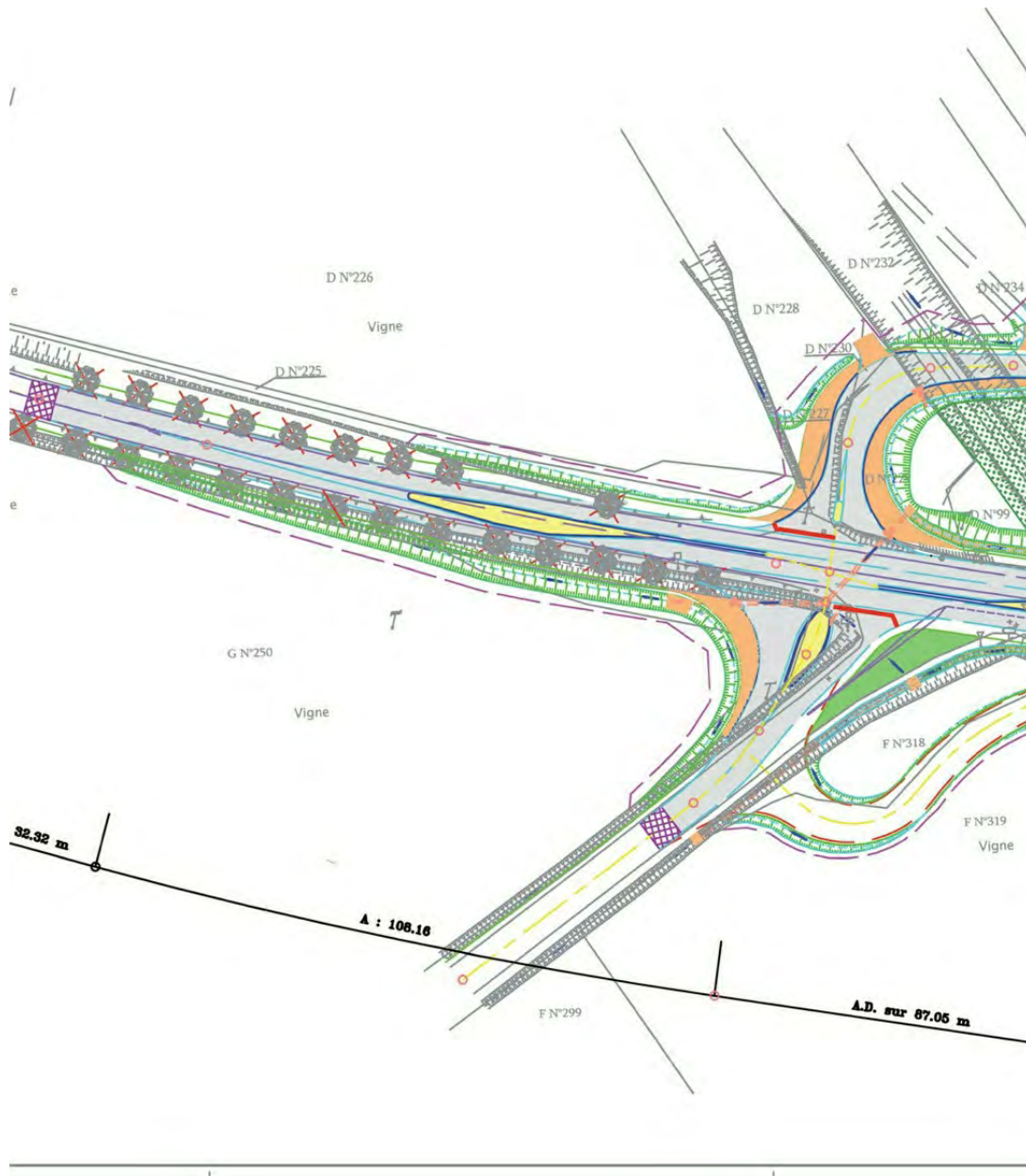


Figure 9.4 Aménagement d'un carrefour plan ordinaire en croix avec des voies spéciales de tourne-à-gauche – îlots séparateurs en saillie. (Voir p.76-77)

Repositionnement des voies secondaires à la perpendiculaire de la voie principale –  
 Amélioration des rayons de giration (surlargeur franchissable pour les poids lourds) –  
 Aménagement d'une contre-allée pour sécuriser les échanges –  
 Recalibrage de la voie principale (bande dérasée revêtue de 2 mètres)  
 Abattage des arbres d'alignement (obstacles dans la zone de sécurité, masques pour la distance  
 de visibilité de franchissement) – Acquisitions foncières complémentaires pour équilibrer les déblais/remblais.

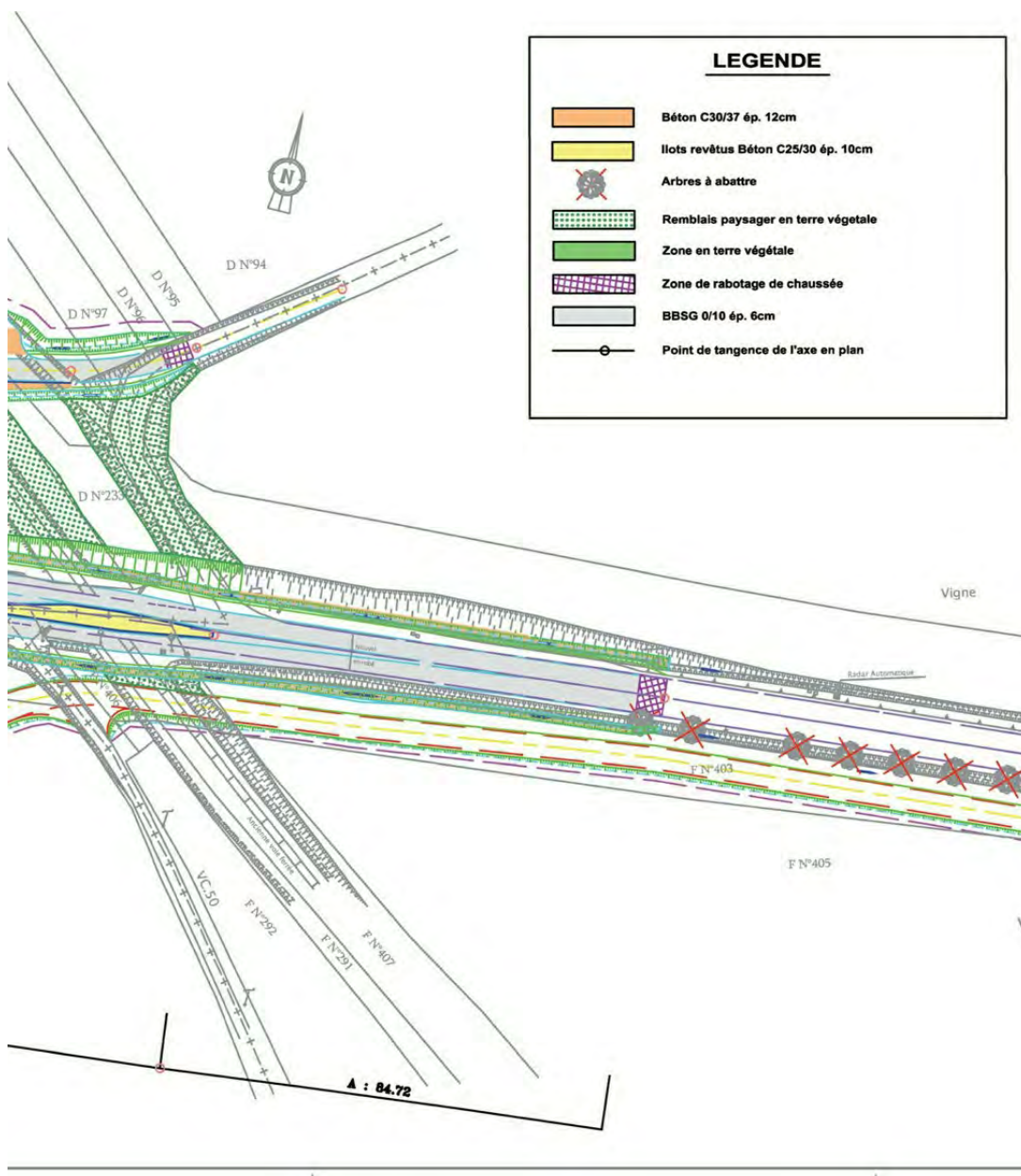
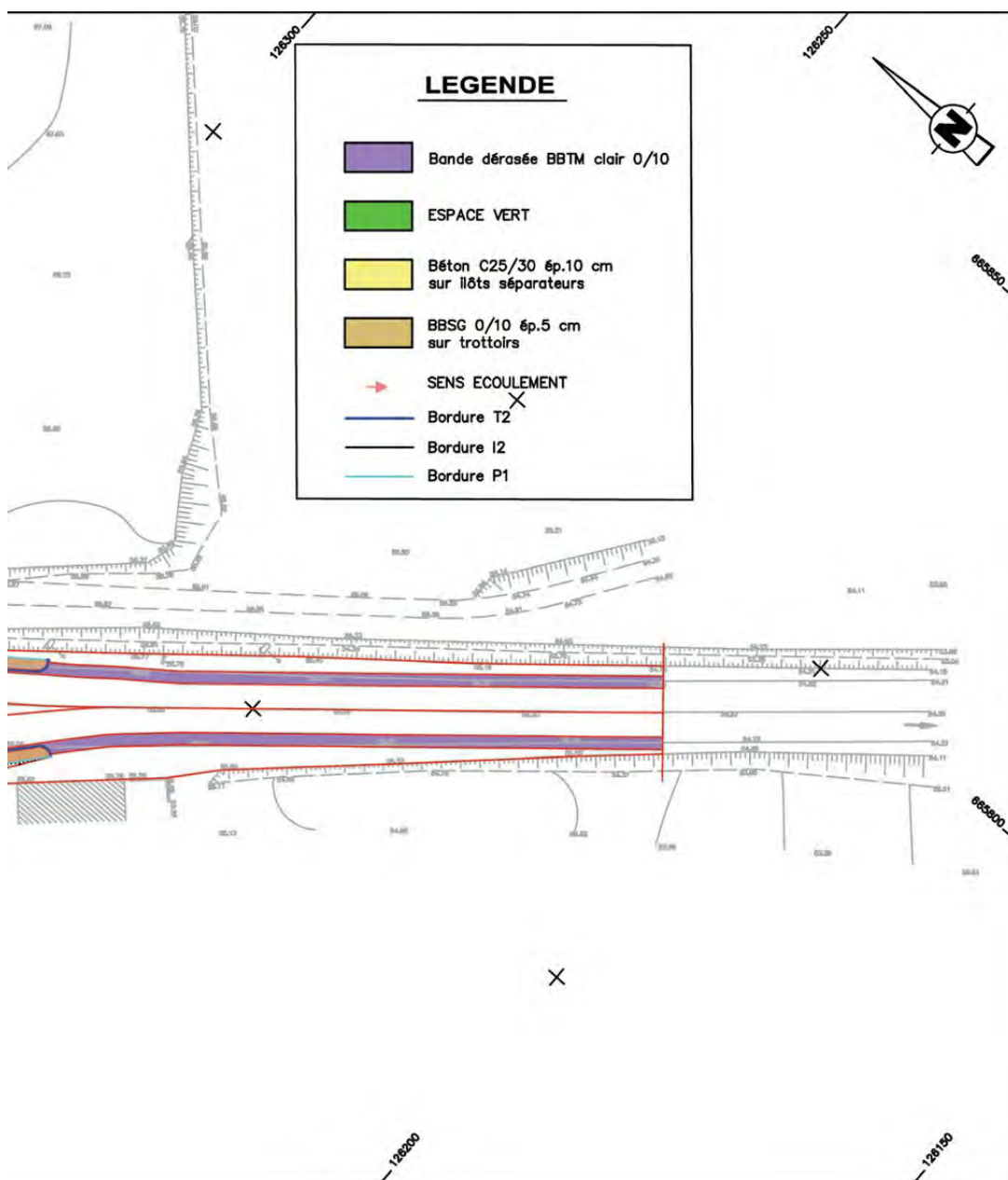




Figure 10.2 Aménagement d'un carrefour giratoire en entrée d'agglomération – Rayon extérieur 20 mètres.  
(Voir p.82-83)

La déflexion des trajectoires ainsi que la longueur de l'alignement radial de la branche Est (hors agglomération) assurent la sécurité de l'aménagement.



### INTERIEUR GIRATOIRE

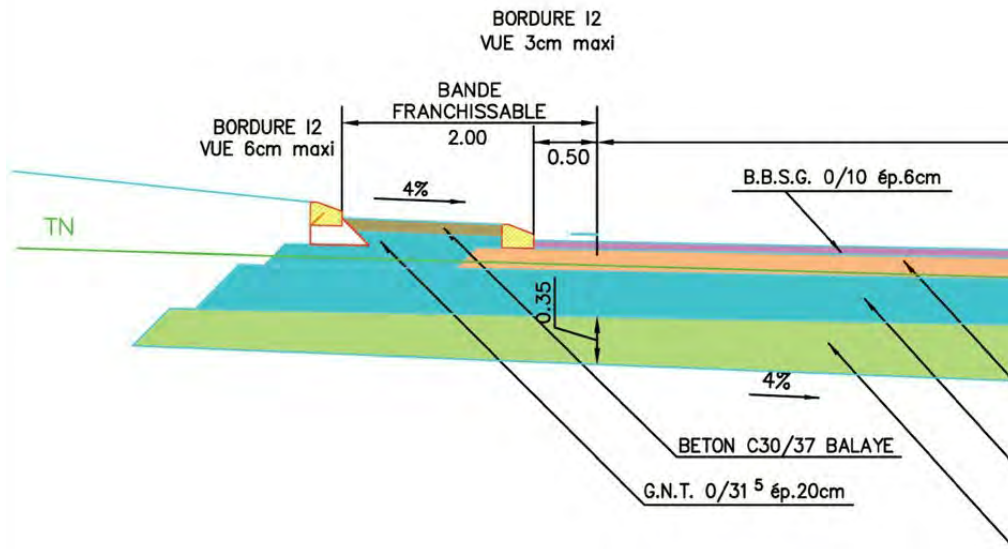


Figure 10.3 Carrefour giratoire – Profil en travers type. (Voir p.84-85)  
Rayon extérieur 15 mètres – bande franchissable de 2 mètres.

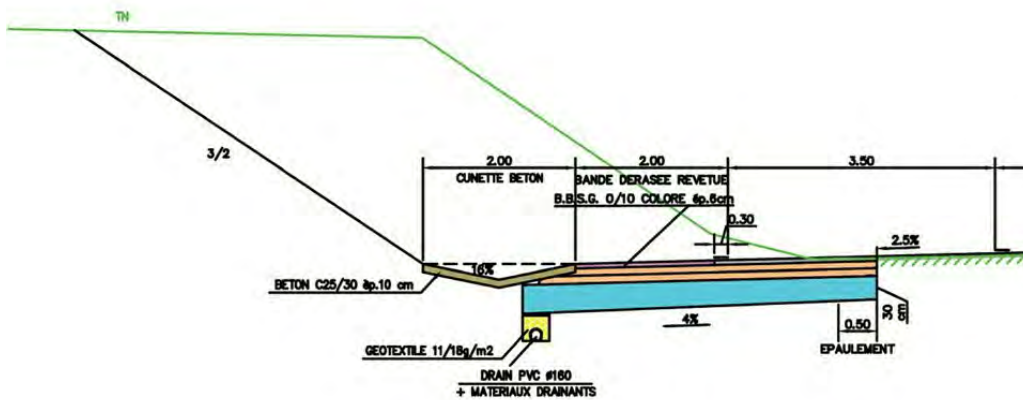
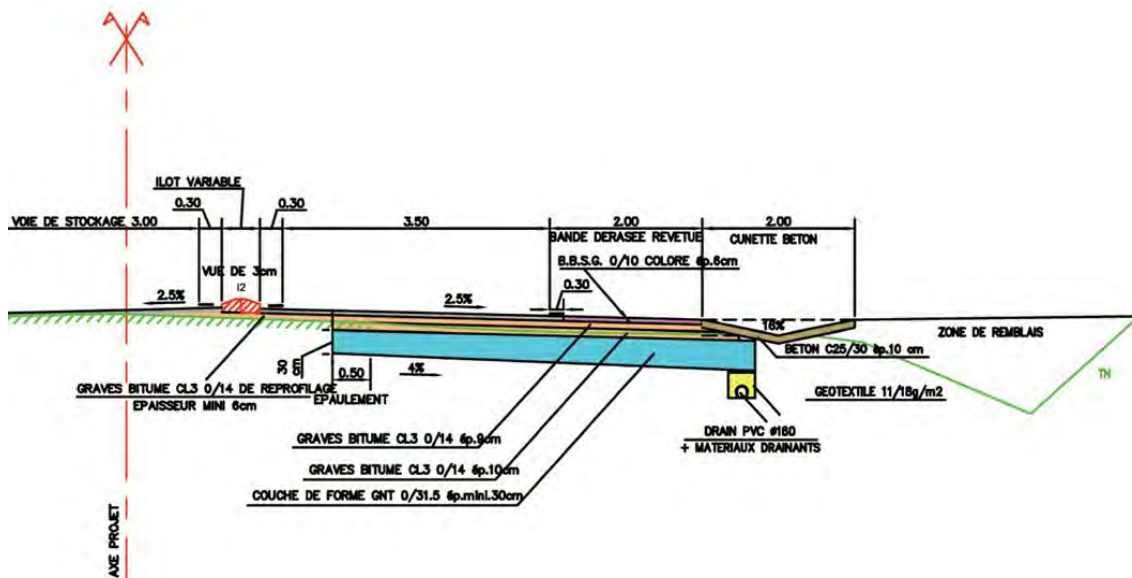
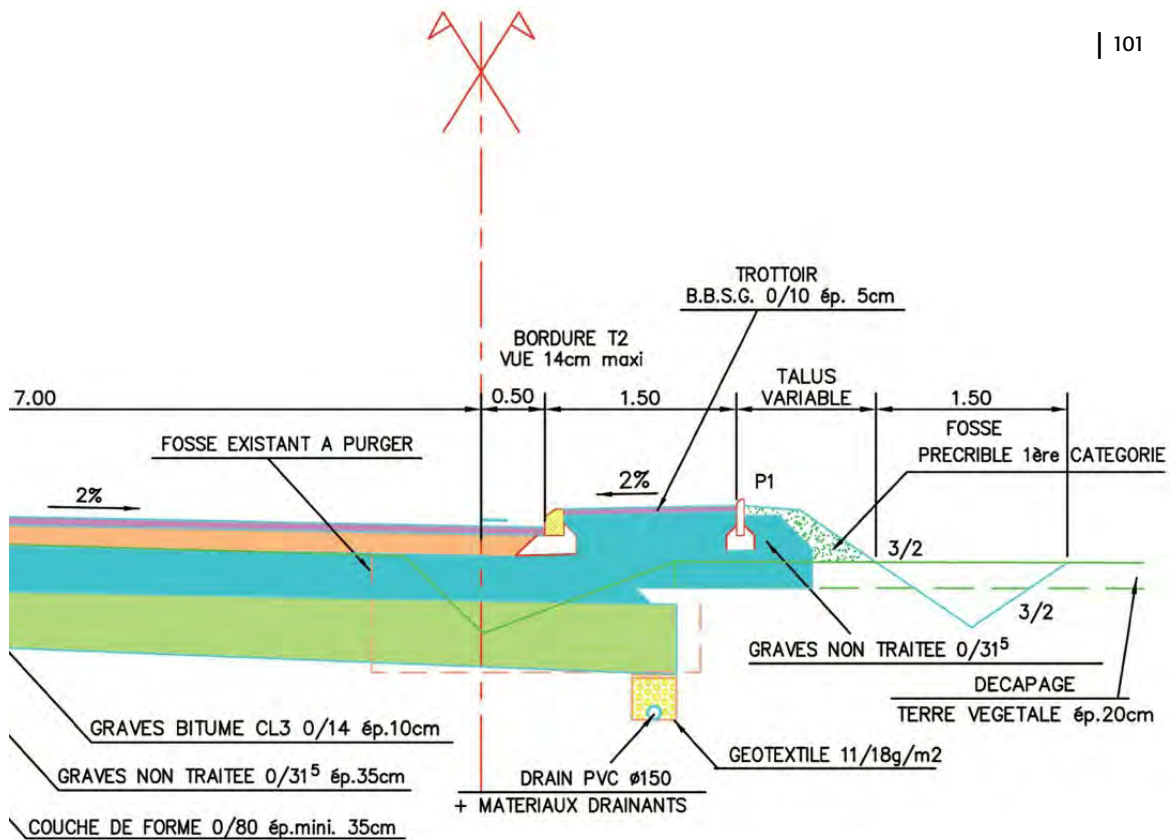


Figure 9.3 Carrefour plan ordinaire – Profil en travers type. (Voir p.74-75)



# Bibliographie

- Réalisation des remblais et des couches de forme* (GTR) – Guide technique, SÉTRA, 2000
- Insertion d'une infrastructure routière – Concilier terrassements et enjeux paysagers* – Note d'information, SÉTRA, 2008
- Apport du drainage dans la conception des plateformes support de chaussées* – Note d'information, SÉTRA, 2009
- Drainage routier* – Guide technique, SÉTRA, 2006
- Assainissement routier* (GTAR) – Guide technique, SÉTRA, 2006
- Recommandation pour l'assainissement routier* (RAR) – Guide technique, SÉTRA, 1982
- Conception et dimensionnement des structures de chaussée* – Guide technique, SÉTRA, 1994
- Catalogue des structures types de chaussées neuves, SÉTRA – LCPC, 1998
- Conception structurelle d'un giratoire en milieu urbain*, CERTU, 2000
- Enduits superficiels d'usure (ESU) – Enrobés coulés à froid (ECF)* – Note d'information, SÉTRA, 2005
- Norme NF P 98-150-1, AFNOR, 2008
- Norme NF P 98-086, AFNOR, 2011
- Circulaire n° 2000-36 du 22 mai 2000 relative au contrôle de l'uni longitudinal des couches de roulement neuves, Direction des routes
- Circulaire n° 2002-39 du 16 mai 2002 relative à l'adhérence des couches de roulement neuves et au contrôle de la macrotecture, Direction des routes
- Construction des chaussées neuves sur le réseau routier national – Spécifications des variantes* – Guide technique, SÉTRA, 2003
- Les émulsions de bitume*, USIRF, 2006
- Aménagement des routes principales* (ARP) – Guide technique, SÉTRA, 1994
- Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes*, collection « Les rapports », SÉTRA, 2006
- Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison* (ICTAAL) – Guide technique, SÉTRA, 2000
- L'accotement revêtu – Savoirs de base en sécurité routière*, SÉTRA, 2008
- Traitement des obstacles latéraux* (TOL) – Guide technique, SÉTRA, 2002
- Circulaire n° 99-68 du 1<sup>er</sup> octobre 1999 relative aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue adaptés aux motocyclistes, Direction des routes
- Une voirie accessible*, CERTU, 2012
- Aide à la conception des aménagements cyclables* – Cahier technique n° 2, Départements et Régions cyclables, 2010
- Recommandations pour les aménagements cyclables* (RAC) – Guide technique, CERTU, 2008
- L'arrêté du 4 mai 2006 relatif aux transports exceptionnels de marchandises, d'engins ou de véhicules et ensembles de véhicules comportant plus d'une remorque – Version consolidée au 05 juillet 2013
- Visibilité – Vinages et carrefours plans ordinaires – Savoirs de base en sécurité routière*, SÉTRA, 2008
- Aménagement des carrefours interurbains* (ACI) – Guide technique, SÉTRA, 1998
- Référentiel technique, Conseil général de l'Hérault, 2006