



Cerema

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

Journée Souplesses

Exemples de souplesses :

Au travers de deux projets de la
mise à 2x2 voies de la RN164

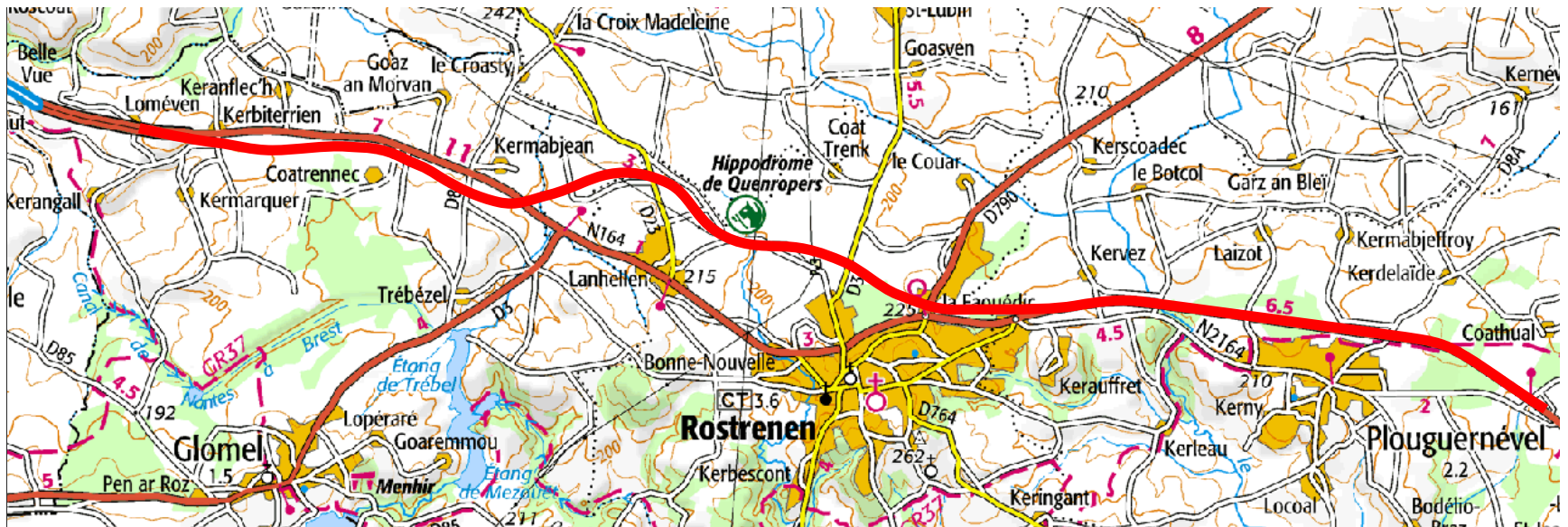
DREAL BRETAGNE

Alain BRAGUIER

15 décembre 2016

RN164- secteur de Rostrenen

Un aménagement en tracé neuf sur 10km et sur 5km en pseudo ASP



La partie en pseudo ASP est un tracé neuf mis en service en 1994 conçu pour être mis à 2x2 voies. Le relief du secteur est peu vallonné.

RN164- secteur de Châteauneuf-du-Faou

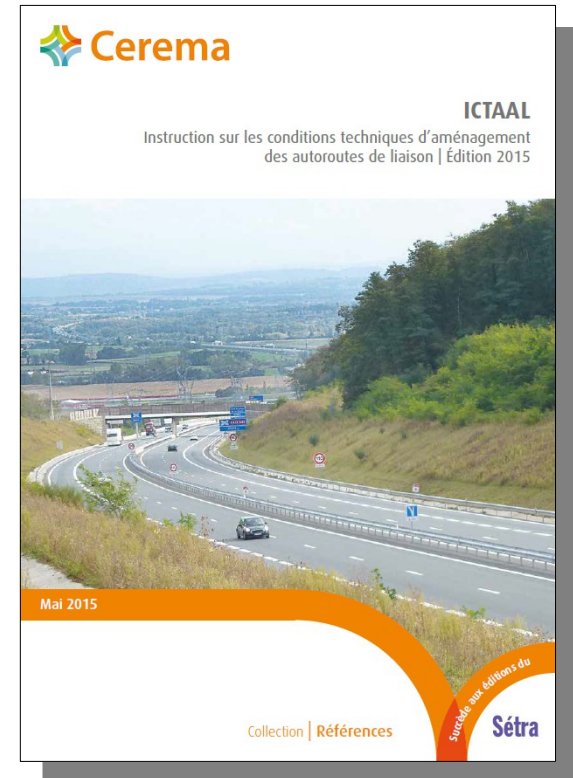
Un aménagement en ASP sur 12km




Il s'agit d'une route réaménagée dans les années 1960-70 à 2 voies, complétée en 1986 par des VSPL et des rectifications de tracés, et en 1992 par un échangeur sur un courte section à 2x2 voies. Sinueuse et au profil ondulé correspondant \pm à ARP80 mais avec des valeurs non conformes ICTAAL L2 (largeur unitaire de voie de 3 à 3,50m, présence d'une pente de 6,15 %, 3 R.rentrant <3000, 4 R.saillant <6000m), des rayons en plan de 360m à 1800m dont 7 R<650m, de nombreux manques de visibilité en section courante.

1. Le guide de référence

- ICTAAL - Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison / édition 2015



2. Généralités



1 Conception générale

La première étape de la conception est le choix des caractéristiques générales : le type de route qui détermine l'instruction à appliquer, la catégorie de route qui conditionne les principales caractéristiques géométriques du tracé, le nombre de voies, le synoptique des échangeurs et des aires, et éventuellement la progressivité de l'aménagement.

Ces choix, dont certains peuvent avoir déjà été faits lors d'études antérieures, dépendent des objectifs que se fixe le maître d'ouvrage concernant la nature des fonctions et le niveau de service assignés à la voie. Ils requièrent une approche globale et se fondent sur des études préalables prenant en compte les contraintes environnementales, les aspects socio-économiques et les solutions financières.

1.1 - Fonction de l'autoroute

L'autoroute relie, principalement à moyenne ou longue distance, agglomérations ou régions, y compris dans le contexte européen. Elle offre aux usagers un niveau de service élevé, tant pour la sécurité, les temps de parcours, le confort, que les services annexes.

1.2 - Choix de la catégorie

Les autoroutes ou sections d'autoroute sont classées en deux catégories se distinguant par le niveau de leurs caractéristiques de tracé en plan et de profil en long. Le choix de la catégorie résulte de l'environnement (relief, occupation du sol...) dans lequel s'inscrit l'autoroute et doit être cohérent avec la perception qu'en aura l'utilisateur.

On distingue :

- la catégorie *L₁*, appropriée en région de plaine ou vallonnée où les contraintes de relief sont modérées ;
- la catégorie *L₂*, mieux adaptée aux sites de relief plus difficile, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'il implique.

Ces catégories *L₁* et *L₂* sont respectivement appropriées à des vitesses maximales autorisées de 130 et 110 km/h.

Une section d'autoroute franchissant un site de relief particulièrement difficile est à considérer comme « hors catégorie » et bénéficie de règles particulières énoncées au chapitre 8.

Des sections consécutives de catégories différentes doivent présenter une longueur d'au moins une dizaine de kilomètres. Le changement de catégorie intervient au niveau d'une modification nettement perceptible par l'utilisateur de l'environnement. Le respect des règles d'enchaînement des éléments du tracé doit permettre d'assurer de bonnes conditions de transition.


Conception générale 9

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	1a – Cadrage du MOA
1.2 – Choix de la catégorie	
Le choix de la catégorie résulte de l'environnement (relief, occupation du sol...) dans lequel s'inscrit l'autoroute et doit être cohérent avec la perception qu'en aura l'utilisateur. On distingue :	
<ul style="list-style-type: none">• La catégorie <i>L₁</i>,...• La catégorie <i>L₂</i> mieux adaptée aux sites en reliefs plus difficiles, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'il implique	
Ces catégories <i>L₁</i> et <i>L₂</i> sont respectivement appropriées à des vitesses maximales autorisées de 130 et 110 km/h.	

Vu les caractéristiques adoptées sur les aménagements antérieurs (ICTARN VR80 et VR100, et ICTAAL L2), vu le relief sur de nombreuses sections et vu qu'il n'est pas prévu que la vitesse autorisée soit supérieure à 110km/h :
Pour la RN164 la catégorie L2 a été retenue

La souplesse a été utilisée

2. Généralités



1.3 - Dimensionnement de l'autoroute

1.3.1 - Trafic dimensionnant

Le dimensionnement de l'autoroute - nombre de voies de la section courante ou des bretelles d'échangeur, nombre de couleurs des barrières de péage, aires annexes... - est déterminé :

- pour le trafic de la « trentième heure ». Les trafics horaires indiqués dans la suite du document se rapportent à cette définition ; ils sont exprimés en vvp afin d'intégrer la sujétion du trafic lourd ;
- en fonction du trafic prévu à la mise en service et de ses perspectives d'évolution dont l'effet de maillage du réseau, de façon à optimiser les services rendus en regard des coûts. Un horizon de 20 ans paraît un compromis satisfaisant entre incertitudes de développement et perspective à long terme.

1.3.2 - Autoroute à trafic modéré

Une autoroute est dite à trafic modéré lorsqu'elle supporte, lors de sa mise en service, un trafic moyen journalier inférieur à 10 000 v/j. Cette qualification et les adaptations qui s'y attachent, admissibles jusqu'à ce que le trafic atteigne 1 400 vvp/h dans le sens de circulation le plus chargé - au-delà, l'autoroute doit en principe recevoir des caractéristiques normales -, peuvent être modulées selon les conditions d'exploitation de l'autoroute.

1.3.3 - Choix du nombre de voies

En section courante, le nombre de voies par sens varie de deux à quatre.

Le débit horaire de la voie la plus chargée ne doit pas dépasser le débit de saturation, estimé à 1 800 vvp/h, sauf éventuellement dans le cas d'un trafic de pointe occasionnel ou particulièrement saisonnier, si cela conduit à l'économie d'une voie supplémentaire peu utilisée entre-temps.

1.4 - Synoptique des échangeurs

Les échangeurs - nœuds et diffuseurs - desservent les pôles importants ou relient l'autoroute à un axe structurant proche. Ils constituent des points particuliers dont la construction et l'exploitation sont onéreuses, notamment dans le cas d'une exploitation à péage fermé.

En raison de leur enjeu socio-économique, il convient d'en justifier la localisation et la date de réalisation, en relation avec les perspectives d'aménagement des territoires desservis, et de prendre en compte les conséquences de leur implantation sur le niveau de service des voies raccordées.

La distance entre deux points d'échange est en général d'une vingtaine de kilomètres ; mais il est normal qu'elle soit plus réduite à proximité de grandes agglomérations, dans la traversée de régions fortement peuplées et dans le cas de la transformation d'une route existante, ou qu'elle soit plus élevée dans d'autres contextes.

1.5 - Synoptique des aires

Le synoptique des aires est établi en prenant en compte le maillage du réseau autoroutier.

La localisation, le type et la capacité des aires doivent rester cohérents avec le niveau et la nature du trafic ; le souci d'optimiser les services rendus à l'utilisateur en regard des coûts de construction et d'entretien, peut conduire à une réalisation différée ou partielle selon l'évolution prévisible du trafic.

10
ICRAL - Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison - Édition 2015

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	1a – Cadrage du MOA
1.4 – Synoptique des échangeurs	
La distance entre deux points d'échange est en général d'une vingtaine de kilomètres ; mais il est normal qu'elle soit plus réduite à proximité de grandes agglomérations, dans la traversée de régions fortement peuplées et dans le cas de la transformation d'une route existante, ou qu'elle soit plus élevée dans d'autres contextes.	

La souplesse a été utilisée en limitant le nombre d'échangeurs :


Pour la RN164 secteur de Châteauneuf-du-Faou :

1 échangeur complet (RD37) et un 1/2 échangeur avec une inter-distance jusqu'au 2 échangeurs suivants = 16km, soit 6,4km d'intervalle moyen (2,5 intervalles)

Pour la RN164 secteur de Rostrenen :

2 échangeurs complets (RD3 et RD790) avec une inter-distance jusqu'au 2 échangeur suivants = 19km, soit 6,3km d'intervalle moyen (3 intervalles)

3. Tracé en plan



3 Tracé en plan et profil en long

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie d'autoroute.

S'il en résulte une économie sensible ou une meilleure insertion dans le site, il est possible de dissocier les deux chaussées par leur profil en long ou leur tracé en plan.

3.1 - Tracé en plan

3.1.1 - Valeurs des rayons

Les rayons en plan doivent respecter les valeurs minimales résumées dans le tableau 3-1.

Catégorie	l_1	l_2
Rayon minimal (R_m)	500 m	400 m
Rayon minimal au dévers normal (R_{dn})	1 000 m	650 m

Tableau 3-1 - valeurs minimales des rayons de tracé en plan

Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons.

L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à $1,5 R_{dn}$ est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.

3.1.2 - Enchaînement des éléments du tracé en plan

Des courbes circulaires de rayon modéré ($< 1,5 R_{dn}$) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

- introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : $R_2 \geq 1,5 R_1$, où R_1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R_2 ($< 1,5 R_{dn}$) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à verges fréquentes ;
- séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

3.1.3 - Raccordements progressifs

Les courbes de rayon inférieur à $1,5 R_{dn}$ sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes).

Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : $14 \Delta \text{Al}$ et $R/9$; où R note le rayon de courbure (en m), et Δ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

16 ICBAU - Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison - Édition 2015

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Application souhaitable	1b – validation MOA sur proposition MOE

3. – Tracé en plan et profil en long

S'il en résulte une économie sensible ou une meilleure insertion dans le site, **il est possible de dissocier les deux chaussées par leur profil en long ou leur tracé en plan.**

Sur la **RN164, secteur de Châteauneuf-du-Faou (ASP)**, les premières études envisageaient de dissocier localement le tracé en plan et le profil en long des deux chaussées pour faire quelques économies constructives (moins de remblais, moins de perte de chaussée). Néanmoins, cela compliquait la vie pour l'exploitant (entretien du TPC), à certains endroits cela pouvait être gênant pour la visibilité en courbe lorsque la chaussée conservée était celle à l'extérieur du virage (cas en angle rentrant), cela ne contribuait pas au respect des règles d'enchaînement des courbes,... Globalement cela aurait eu plus d'inconvénients pour la sécurité.

La souplesse n'a pas été utilisée

3. Tracé en plan



3 Tracé en plan et profil en long

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie d'autoroute.

S'il en résulte une économie sensible ou une meilleure insertion dans le site, il est possible de dissocier les deux chaussées par leur profil en long ou leur tracé en plan.

3.1 - Tracé en plan

3.1.1 - Valeurs des rayons

Les rayons en plan doivent respecter les valeurs minimales résumées dans le tableau 3-1.

Catégorie	l_1	l_2
Rayon minimal (R_m)	500 m	400 m
Rayon minimal au dévers normal ($R_{m,n}$)	1 000 m	650 m

Tableau 3-1 - Valeurs minimales des rayons de tracé en plan

Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons.

L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à $1,5 R_{m,n}$ est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.

3.1.2 - Enchaînement des éléments du tracé en plan

Des courbes circulaires de rayon modéré ($< 1,5 R_{m,n}$) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

- introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : $R_1 \geq 1,5 R_2$, où R_1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R_2 ($< 1,5 R_{m,n}$) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à vergles fréquent ;
- séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

3.1.3 - Raccordements progressifs

Les courbes de rayon inférieur à $1,5 R_{m,n}$ sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes).

Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : $14\Delta\alpha l$ et $R/9$; où R note le rayon de courbure (en m), et $\Delta\alpha$ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

Souplesse

S3 – Application souhaitable

Niveau de décision

2 – décision du MOE

3.1.1 – Valeurs des rayons


Il est **conseillé** de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons.

Remarque : la notion de long alignement droit n'est pas précisée dans l'ICTAAL. La notion de très long alignement droit (5 à 10km et plus) est précisée dans l'ARP (3 .1).

Sur **RN164 secteur de Rostrenen** sont présentes sur le pseudo ASP deux droites de 963m (encadrée par R2245m et 1800m) et de 2788m (encadrée par R2245m et 1500m) qui sont conservées.

La souplesse a été utilisée

3. Tracé en plan



3 Tracé en plan et profil en long

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie d'autoroute.

S'il en résulte une économie sensible ou une meilleure insertion dans le site, il est possible de dissocier les deux dimensions par leur profil en long ou leur tracé en plan.

3.1 - Tracé en plan

3.1.1 - Valeurs des rayons

Les rayons en plan doivent respecter les valeurs minimales résumées dans le tableau 3-1.

Catégorie	l_1	l_2
Rayon minimal (R_m)	500 m	400 m
Rayon minimal au dévers normal (R_{dn})	1 000 m	650 m

Tableau 3-1 - Valeurs minimales des rayons du tracé en plan

Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons.

L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à $1,5 R_m$ est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.

3.1.2 - Enchaînement des éléments du tracé en plan

Des courbes circulaires de rayon modéré ($<1,5 R_m$) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

- introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : $R_2 \geq 1,5R_1$, où R_1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R_2 ($<1,5R_m$) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à vergles fréquent ;
- séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

3.1.3 - Raccordements progressifs

Les courbes de rayon inférieur à $1,5 R_m$ sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes).

Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : $14\Delta\alpha$ et $R/9$; où R note le rayon de courbure (en m), et $\Delta\alpha$ la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

16

CSAL - Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison - Edition 2015

Souplesse	Niveau de décision
S3 – Application souhaitable	1b – validation MOA sur proposition MOE

3.1.1 – Valeurs des rayons

L'emploi de rayons **supérieurs ou égaux à $1,5 R_{dn}$ est souhaitable**, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.

Remarque 1 : on verra plus loin que cette règle n'est pas nécessairement suffisante pour assurer la visibilité.

Remarque 2 : cette règle permet de s'affranchir de la règle du « R1/R2 ».

Des courbes circulaires de rayon modéré ($<1,5 R_{dn}$) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

-

Remarque 3 : cette règle permet de s'affranchir de raccordements progressifs

3.1.3 Raccordement progressifs

Les courbes de rayon inférieur à $1,5R_{dn}$ sont introduites par des rayons progressifs (clothoïdes).

3. Tracé en plan

Rayons en plan
4700
2000
3000
1300
1000
1000
1500
1000
1800
2245
1500
1300
1300

RN164- secteur de Rostrenen

Le rayon minimum en plan est de 1000m.

La règle est satisfaite, pas de souplesse

3. Tracé en plan

Route existante	2x2 projetée
+2000	+1300
-600	-900
+575	+700
-1500	-1016
-1000	
+1200	+1200
-1000	(-10490 = AD)
+550	+800
-530	-650
+540	+700
-500	-650
	+650
+570	-650
+550	+800
+1000	AD
-900	
+370	+650
-360	-450
+450	+450 (existant)

RN164- secteur de Châteauneuf-du-Faou

La souplesse a été utilisée :
plusieurs rayons restent en dessous
de 975m

3. Tracé en plan



3 Tracé en plan et profil en long

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie d'autoroute.

S'il en résulte une économie sensible ou une meilleure insertion dans le site, il est possible de dissocier les deux chaussées par leur profil en long ou leur tracé en plan.

3.1 - Tracé en plan

3.1.1 - Valeurs des rayons

Les rayons en plan doivent respecter les valeurs minimales résumées dans le tableau 3-1.

Catégorie	l_1	l_2
Rayon minimal (R_m)	500 m	400 m
Rayon minimal au dévers normal (R_{dn})	1 000 m	650 m

Tableau 3-1 - Valeurs minimales des rayons de tracé en plan

Il est conseillé de remplacer les longs alignements droits par des grands rayons.

L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à $1,5 R_{dn}$ est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.

3.1.2 - Enchaînement des éléments du tracé en plan

Des courbes circulaires de rayon modéré ($< 1,5 R_{dn}$) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :

- introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1 000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : $R_1 \geq 1,5 R_2$, où R_1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R_2 ($< 1,5 R_{dn}$) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur, d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent.
- séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

3.1.3 - Raccordements progressifs

Les courbes de rayon inférieur à $1,5 R_{dn}$ sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes).

Leur longueur est au moins égale à la plus grande des deux valeurs : $14\Delta ab$ et $R/9$; où R note le rayon de courbure (en m), et a la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

Souplesse

S2 – Atténuation de la règle

Niveau de décision

1b – validation MOA sur proposition MOE

3.1.2 – Enchaînement des éléments du tracé en plan

Des courbes circulaires de rayon modéré ($< 1,5 R_{dn}$) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan ci-après :


- introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : $R1 \leq 1,5 R2$, où $R1$ est le rayon de la première courbe rencontrée et $R2$ ($< 1,5 R_{dn}$) celui de la seconde. Cette recommandation est impérative dans une section à risque, comme après une longue descente, à l'approche d'un échangeur d'une aire ou dans une zone à verglas fréquent

RN164 - secteur de Châteauneuf-du-Faou

La souplesse n'a pas été utilisée :

Le respect de la règle du « R1/R2 » avec un rayon « cible » de 975m ($1,5R_{dn}$) en L2 (ICTAAL 3.1.2) a été possible malgré le fait de partir d'un tracé existant avec un rayon « cible » de 500m en ARP (ARP 3.1.a)

3. Tracé en plan



Entre deux courbes successives de même sens, non introduites par des raccordements progressifs, un alignement droit de 100 m peut suffire.

La rectification d'un raccordement entre éléments de tracé ne se justifie que pour une courbe présentant un risque particulier.

Dès lors que de bonnes conditions de visibilité et de perception sont offertes, les principes de coordination du tracé en plan et du profil en long ne justifient pas, à eux seuls, de modifier le tracé existant.

9.2.2 - Profil en travers

a) Profil en section courante

Dans la mesure où le coût de la mise aux normes serait particulièrement important, on peut admettre :

- une BAU de 2,50 m de large même si le trafic poids lourd excède 2 000 V/j ;
- une limitation à 4,00 m de la largeur de l'ensemble constitué de la voie de gauche et de la BDG.

b) Profil au droit d'un ouvrage d'art

Un ouvrage existant peut être conservé s'il assure une largeur routable de 8,50 m par sens.

c) Pente transversale

Dans une courbe, une modification ne s'impose que si la pente actuelle est inférieure de plus d'un point au dévers recommandé.

9.2.3 - Echangeurs

En cas d'aménagement d'un échangeur existant, une analyse de son fonctionnement, de l'écoulement des trafics, de la géométrie ainsi que de l'accidentologie est à mener.

À la suite de ce diagnostic, les caractéristiques et principes exposés dans ce guide sont à rechercher pour aménager l'échangeur.

Si les contraintes ne permettent pas d'atteindre ces caractéristiques, tout réaménagement doit être motivé par une amélioration de la situation existante, en s'appuyant sur le diagnostic effectué.

9.2.4 - Aires annexes

Des aires annexes peuvent être prévues à proximité d'un diffuseur, hors de l'autoroute.

40

ICTAAL - Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison - Édition 2015

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	2 – décision du MOE

9 – Transformation d'une route en autoroute

9.2.1 – tracé en plan et profil en long

Entre deux courbes successives de même sens, **non introduites par des raccordements progressifs, un alignement droit de 100 m peut suffire.**

La rectification d'un raccordement entre éléments du tracé **ne se justifie que pour une courbe présentant un risque particulier.**

Dès lors que de bonnes conditions de visibilité et de perception sont offertes, **les principes de coordination du tracé en plan et du profil en long ne justifient pas, à eux seuls, de modifier le tracé existant,**

Rappel ICTAAL

3.1- Tracé en plan

3.1.2 – enchaînement des éléments du tracé en plan

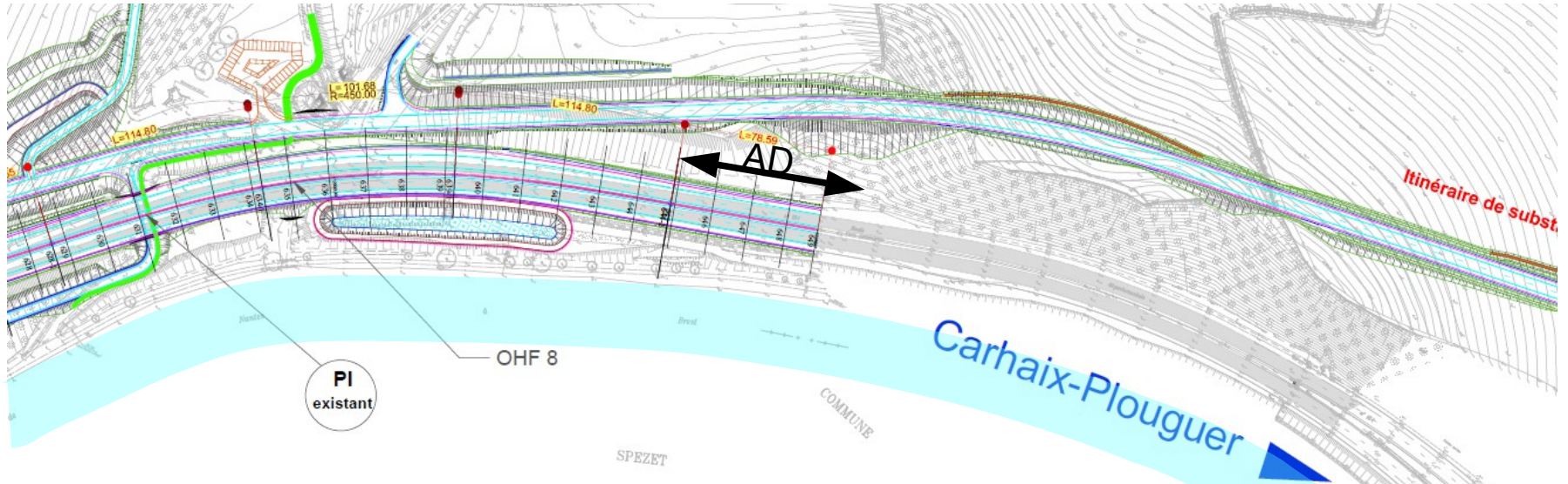
Séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200m, sauf pour deux courbe de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

3.1.3 – Raccordement progressifs

Les courbes de rayon inférieur à 1,5R_{dn} sont introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes).

3. Tracé en plan

RN164- secteur de Châteauneuf-du-Faou



A l'extrémité Est du tracé entre les clothoïdes de fin de projet et de l'existant l'AD ne fait que 110m environ. Faire des deux courbes une seule (R environ 700m) aurait des conséquences très importantes sur l'environnement (impact sur un coteau Natura 2000 au nord du tracé et impact sur le canal de Nantes à Brest au sud du tracé) avec un volume de terrassement important.

Éloigner les deux courbes pour avoir les 200m demandés en tracé neuf aurait des conséquences importantes en matière de terrassement.

La section ne présentant pas de risque particulier en matière de sécurité (bonne perception, les seuls accidents connus (matériels, par main courante) concernent le carrefour tourne-à-gauche où la visibilité est très bonne et qui est supprimé. Il a été décidé de s'appuyer sur le caractère existant de la route en maintenant cet AD de 110m.

la souplesse a été utilisée

4. Profil en long

3.2 - Profil en long

Par convention, la ligne de référence du profil en long de l'autoroute est l'axe de la plate-forme si le TPC est revêtu ou sinon, celui du bord gauche des chaussées.

Sauf difficulté d'insertion dans le site, un profil en long en remblai, adapté à la réalisation des terrassements, des chaussées et au maintien des écoulements naturels, est préférable à un profil en long rasant.

3.2.1 - Valeurs limites

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau 3-2.

Catégorie	L_1	L_2
Déclivité maximale	5 %	6 %
Rayon minimal en angle saillant	12 500 m	6 000 m
Rayon minimal en angle rentrant	4 200 m	3 000 m

Tableau 3-2 - valeurs limites des paramètres du profil en long

L'utilisation de rayons supérieurs aux rayons minimaux est préconisée si cela n'induit pas de surcoût sensible.

3.2.2 - Section à forte dénivellée

Les configurations géométriques qui génèrent une forte dénivellée sont susceptibles de poser des problèmes de sécurité ou de capacité. Un tracé approprié et une signalisation spécifique permettent d'en limiter les risques ; mais certaines configurations peuvent en outre nécessiter la création d'une voie supplémentaire affectée aux véhicules lents ou d'un lit d'arrêt (voir 7.1.2).

a) Tracé

Afin d'inciter les usagers, en particulier les conducteurs de poids lourds, à adopter un comportement compatible avec les difficultés que représentent une forte dénivellée, il faut :

- proscrire les longs alignements droits et les courbes à grand développement, et leur préférer de courtes lignes droites associées à des rayons proches de $1,5 R_{min}$;
- prévoir à l'amont de chaque descente, une zone de transition au moyen, par exemple, d'une réduction progressive des rayons du tracé en plan ;
- introduire franchement une forte pente en évitant les pentes augmentant progressivement ;
- ne pas intercaler dans une forte pente (supérieure à 4 %) une pente plus modérée (voir fig. 3-1) ;
- éviter d'introduire des points singuliers (échangeurs, aires, courbes de rayon inférieur à R_{min}) dans la déclivité et dans les quelques hectomètres qui la suivent.

Figure 3-1 - pollen - exemple de configuration à exclure dans une forte pente.

Tracé en plan et profil en long 17

Souplesse	Niveau de décision
S3 – Application souhaitable	2 – Décision du MOE

3.2.1 – Valeurs Limites

L'utilisation de rayons supérieurs aux rayons minimaux est préconisée si cela n'induit pas de surcoût sensible.

Remarque : R.saillant 6000 permet les visibilitées suivantes en AD et hors masque :

- 109,50 pour la visibilité sur virage
- 195m pour la visibilité sur obstacle
- 219m pour la visibilité à 1m de haut sur musoir de diam 2m (J14a)

A comparer avec :

- la distance d'arrêt sur obstacle en alignement et à plat qui est de 195m pour 110km/h
- la distance de visibilité à 6s sur musoir d'environ 185m (sur D31) + 233m environ (du D31 au J14a en AD) soit 418m qui nécessite un R.saillant mini d'environ 23800m (peut être réduit à environ 14000m si la partie entre le point S=1,00m et le J14a comprend une courbe par réduction du prolongement d'obliquité Lm)

4. Profil en long

RN164- secteur de Rostrenen

Un aménagement en tracé neuf sur 10km et sur 5km en pseudo ASP

Le rayon minimum R saillant est de :

- 8890 sur la partie en pseudo ASP
- 12000 sur la partie en tracé neuf

Le rayon minimum en R rentrant est de :

- 6000m sur la partie en pseudo ASP
- 6000m sur la partie en tracé neuf

La règle est satisfaite

Remarque : la pente maxi observée est de 2,5 %

4. Profil en long

RN164- secteur de Châteauneuf-du-Faou

Un aménagement en tracé ASP sur 12km


Le profil en long a été lissé :

- Le rayon minimum saillant passe de 3255m existant à 6000m projeté
- Le rayon minimum rentrant passe de 2054m existant à 3000m projeté

La règle est satisfaite

Remarque : La pente maxi observée est maintenue à 6,15 % sur une section de 150m, partout ailleurs elle est \leq à 6 %

4. Profil en long



9 Transformation d'une route en autoroute

Ce chapitre concerne la transformation en autoroute d'une route existante à une ou deux chaussées, opération dite aussi « aménagement sur place ».

Elle requiert une situation (relief, occupation du sol, géométrie de la route préexistante...) favorable. Une étude socio-économique comparative avec un projet d'autoroute en l'état neuf s'impose, tout particulièrement dans le cas d'un projet de transformation d'une route à deux voies.

9.1 - Principes généraux

9.1.1 - Règles applicables

Le projet de transformation doit se conformer aux règles formulées dans les chapitres précédents pour les autoroutes neuves.

Cependant, le respect systématique de ces règles peut être d'un coût dissuasif et ne se concevoir que comme un objectif de moyen ou long terme. Le parti à adopter quant aux éléments de la route existante s'apprécie alors sur la base d'un diagnostic de sécurité. Le paragraphe 9.2 indique les dispositions particulières qui peuvent être mises en œuvre.

La réutilisation d'éléments (ouvrages d'art, chaussées...) de la route existante doit donner lieu à vérification.

9.1.2 - Rétablissements

Des itinéraires de substitution adaptés sont à assurer pour les circulations ne pouvant plus emprunter la voie transformée. Les sujétions d'exploitation de l'autoroute, des chantiers de pose ou de réparation des réseaux justifient le déplacement des réseaux existants hors de l'emprise.

9.1.3 - Équipements et services à l'usager

Le niveau de service d'une autoroute implique une organisation spécifique pour l'exploitation et l'entretien routiers, ainsi qu'une mise à niveau globale des équipements et services à l'usager.

9.2 - Dispositions particulières

9.2.1 - Tracé en plan et profil en long

Afin de répondre aux contraintes - souvent fortes - induites par le tracé existant, la notion de catégorie qui concerne surtout le confort de conduite, peut être employée avec davantage de souplesse : des sections successives de catégories différentes de longueur inférieure à 10 km sont admissibles dans la mesure où cela ne conduit pas à une profusion de modulations qui rendrait le tracé trop hétérogène.

En tout état de cause, les valeurs limites de la catégorie L, sont toujours à respecter, sauf dans le cas d'une section en relief difficile.

Transformation d'une route en autoroute 39

Souplesse	Niveau de décision
S1 – Exemption à la règle	1b – validation du MOA sur proposition du MOE

9.1.1. Règles applicables

Cependant le respect systématique de ces règles peut être d'un coût dissuasif et ne se concevoir que comme un objectif de moyen ou long terme . Le parti à adopter quant aux éléments de la route existante s'apprécie alors sur la base d'un diagnostic de sécurité Le paragraphe 9.2 indique les dispositions particulières qui peuvent être mise en œuvre.

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	1b – validation du MOA sur proposition du MOE

9.2.1. tracé en plan et profil en long

En tout état de cause, les valeurs limites de la catégorie L 2 sont toujours à respecter, **sauf dans le cas d'une section en relief difficile.**

Remarque : ICTAAL 3.2.1 affiche comme valeur limite 6 % pour la pente et sur la RN164-Châteauneuf-du-Faou la pente existante maxi fait ponctuellement 6,15 %.

4. Profil en long

RN164- Châteauneuf-du-Faou

La pente fait 6,15 % sur 137m. l'ICTAAL 3.2.1 n'est pas respecté mais la voie nouvelle suit le profil de la route existante s'agissant d'un aménagement sur place. Vouloir respecter cette règle conduirait à un reprofilage de la RN sur 300ml variant entre 0 et 1,00m de haut.

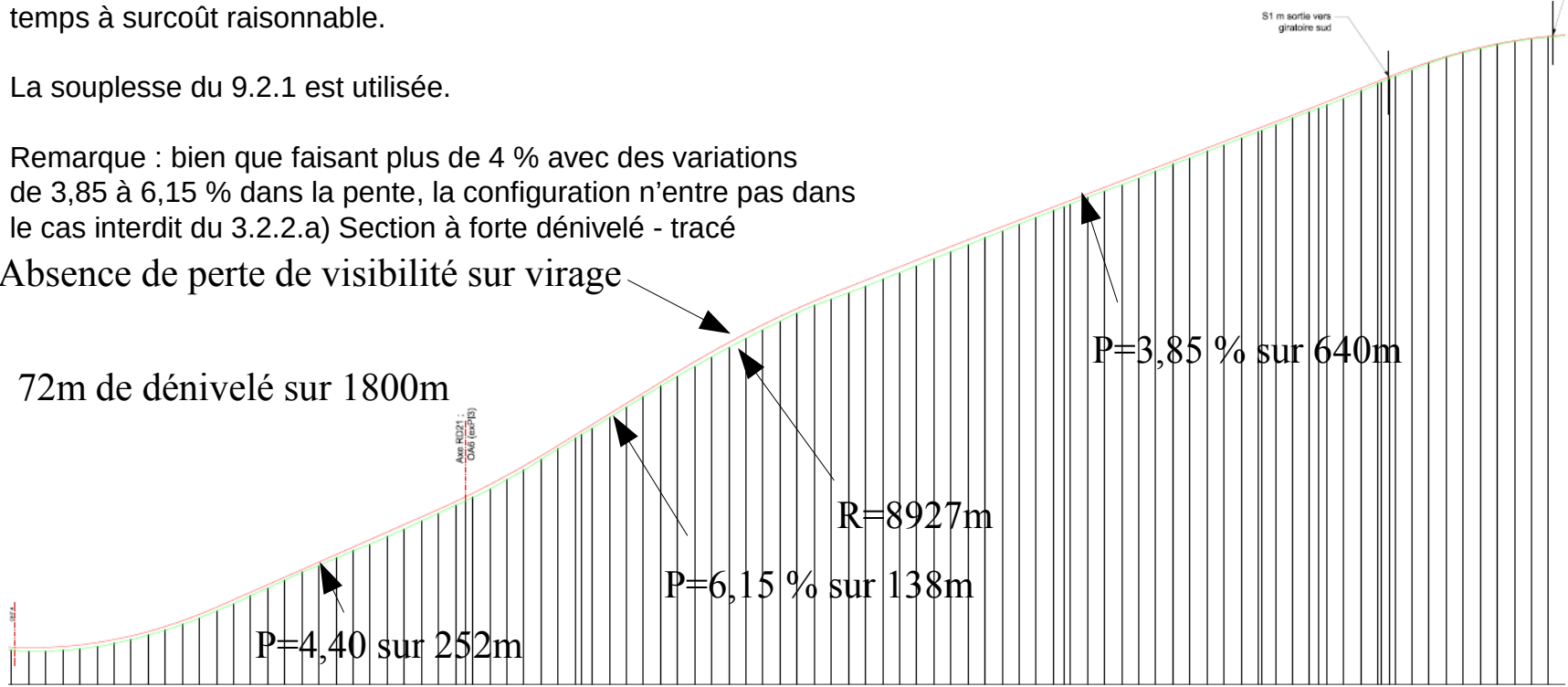
S'agissant de la transformation d'une route existante et vu que cette courte pente n'engendrera pas de problème de sécurité (dans une courbe de grand rayon) sauf peut-être de façon improbable en cas de chaussée verglacée, les **considérations du 9.2.1. de l'ICTAAL sont respectées**, le reprofilage pouvant éventuellement être reportée dans le temps à surcoût raisonnable.

La souplesse du 9.2.1 est utilisée.

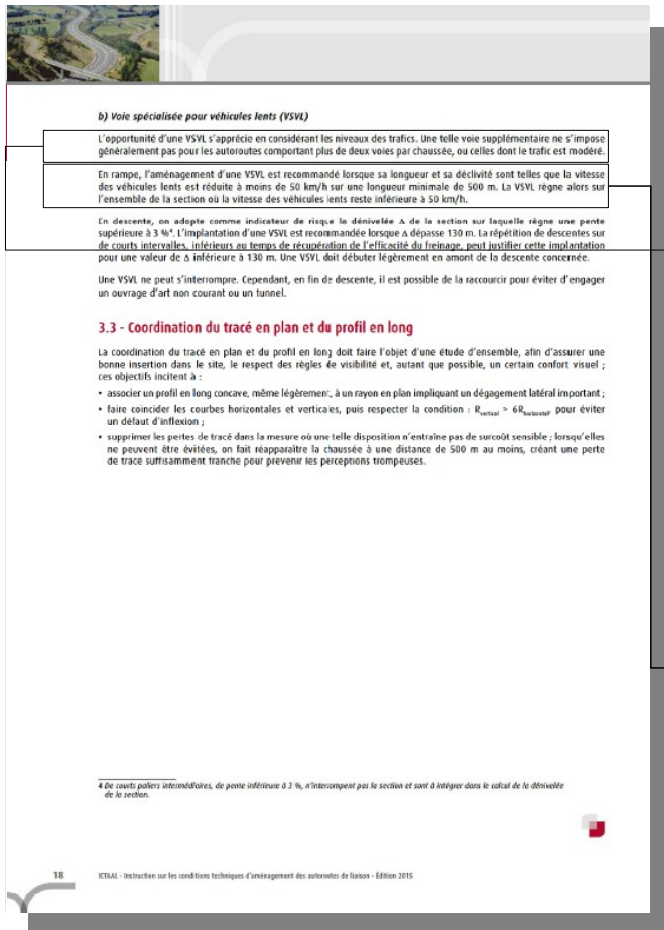
Remarque : bien que faisant plus de 4 % avec des variations de 3,85 à 6,15 % dans la pente, la configuration n'entre pas dans le cas interdit du 3.2.2.a) Section à forte dénivelé - tracé

Absence de perte de visibilité sur virage

72m de dénivelé sur 1800m



5. Profil en long- VSVL



b) Voie spécialisée pour véhicules lents (VSVL)

L'opportunité d'une VSVL s'apprécie en considérant les niveaux des trafics. Une telle voie supplémentaire ne s'impose généralement pas pour les autoroutes comportant plus de deux voies par chaussée, ou celles dont le trafic est modéré.

En rampe, l'aménagement d'une VSVL est recommandé lorsque sa longueur et sa déclivité sont telles que la vitesse des véhicules lents est réduite à moins de 50 km/h sur une longueur minimale de 500 m. La VSVL règne alors sur l'ensemble de la section où la vitesse des véhicules lents reste inférieure à 50 km/h.

En descente, on adopte comme indicateur de risque la dénivellée Δ de la section sur laquelle règne une pente supérieure à 3 %. L'implantation d'une VSVL est recommandée lorsque Δ dépasse 130 m. La répétition de descentes sur de courts intervalles, inférieurs au temps de récupération de l'efficacité du freinage, peut justifier cette implantation pour une valeur de Δ inférieure à 130 m. Une VSVL doit débiter légèrement en amont de la descente concernée.

Une VSVL ne peut s'interrompre. Cependant, en fin de descente, il est possible de la raccourcir pour éviter d'engager un ouvrage d'art non courant ou un tunnel.

3.3 - Coordination du tracé en plan et du profil en long

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, le respect des règles de visibilité et, autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs incitent à :

- associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;
- faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R_{vertical} > 6R_{horizontal}$ pour éviter un défaut d'inflexion ;
- supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment tranchée pour prévenir les perceptions trompeuses.

4 De courts paliers intermédiaires, de pente inférieure à 3 %, n'interrompent pas la section et sont à intégrer dans le calcul de la dénivellée de la section.

18 CERMA - Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison - Édition 2015

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	1b – validation du MOA sur proposition du MOE

3.2.2 - Section à forte dénivelée – b) voie spécialisée pour véhicules lents (VSVL)

L'opportunité d'une V.S.V.L. s'apprécie en considérant les niveaux des trafics. Une telle voie supplémentaire ne s'impose généralement pas pour les autoroutes comportant plus de deux voies par chaussée, ou celles dont le trafic est modéré.

Souplesse	Niveau de décision
S3 – application souhaitable	1b – validation du MOA sur proposition du MOE

3.2.2 - Section à forte dénivelée – b) voie spécialisée pour véhicules lents (VSVL)

En rampe, l'aménagement d'une V.S.V.L. est recommandé lorsque sa longueur et sa déclivité sont telles que la vitesse des véhicules lents est réduite à moins de 50 km/h sur une longueur minimale de 500 m.

5. Profil en long- VSVL

RN164-Châteauneuf-du-Faou

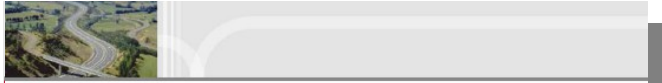
En se référant à la note SETRA/CSTR n°21 « Implantation des voies supplémentaires en rampe sur infrastructures à 2x2 voies » de Octobre1989, on a le tableau suivant pour certaines rampes (>3,5 %) observées sur la RN164 à Châteauneuf-du-Faou

Dénivelé (m)	Longueur (m)	Pente (%)	Vitesse PL (km/h)	Au bout de (m)	Reste à parcourir (en m)	Vitesse en pallier (km/h)	Au bout de (m)
47	1860	3,6	50	1300	560	49	1500
72	1800	3,83	50	1200	600	47	1450
61	1380	4,86	50	800	580	39	1200
36	1290	4,85	50	800	490	39	1200
31	1360	3,35	53	1360	0		
18	680	3,9	63	680	0		
53	1420	5,02	50	700	720	37	1200

Décision : pas de VSPL vu le niveau de trafic modéré (13500 à 14500TMJA en 2035 avec 14%PL) et malgré la longueur de certaines zones de plus de 500m avec une vitesse inférieure à 50km/h

Les deux souplesses ont été utilisées

6. Profil en long- tracé en plan



b) Voie spécialisée pour véhicules lents (VSVL)

L'opportunité d'une VSVL s'apprécie en considérant les niveaux de trafics. Une telle voie supplémentaire ne s'impose généralement pas pour les autoroutes comportant plus de deux voies par chaussée, ou celles dont le trafic est modéré.

En rampe, l'aménagement d'une VSVL est recommandé lorsque sa longueur et sa déclivité sont telles que la vitesse des véhicules lents est réduite à moins de 50 km/h sur une longueur minimale de 500 m. La VSVL règne alors sur l'ensemble de la section où la vitesse des véhicules lents reste inférieure à 50 km/h.

En descente, on adopte comme indicateur de risque la dénivellée Δ de la section sur laquelle règne une pente supérieure à 3 ‰. L'implantation d'une VSVL est recommandée lorsque Δ dépasse 130 m. La répétition de descentes sur de courts intervalles, inférieurs au temps de récupération de l'efficacité du freinage, peut justifier cette implantation pour une valeur de Δ inférieure à 130 m. Une VSVL doit débiter légèrement en amont de la descente concernée.

Une VSVL ne peut s'interrompre. Cependant, en fin de descente, il est possible de la raccourcir pour éviter d'engager un ouvrage d'art non courant ou un tunnel.

3.3 - Coordination du tracé en plan et du profil en long

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, le respect des règles de visibilité et, autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs incitent à :

- associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;
- faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R_{vertical} > 6R_{horizontal}$ pour éviter un défaut d'inflexion ;
- supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

4 De courts paliers intermédiaires, de pente inférieure à 3 ‰, n'interrompent pas la section et sont à intégrer dans le calcul de la dénivellée de la section.

TR CERMA - Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison - Édition 2015

Souplesse	Niveau de décision
S3 – Application souhaitable	2 – décision du MOE

3.3.3 - Coordination du tracé en plan et du profil en long

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, le respect des règles de visibilité et, autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs **incitent à** :

- associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;
- faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R_{vertical} > 6R_{horizontal}$, pour éviter un défaut d'inflexion ;
- supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses..

Rappel

9. Transformation d'une route en autoroute

9.2. Dispositions particulières

9.2.1. Tracé en plan et profil en long

...

Dès lors que de bonnes conditions de visibilité et de perception sont offertes, **les principes de coordination du tracé en plan et du profil en long** ne justifient pas, à eux seuls, de modifier le tracé existant.

6. Profil en long- tracé en plan

Pour la section RN164- Châteauneuf-du-Faou :

- Profil 252 – 266 : RV=6000m (saillant) RH=1200m : $RV/RH=5$ ne respecte pas $RV/RH>6$, ce qui risque de provoquer pour l'utilisateur une mauvaise appréciation de la courbe en plan de rayon $R=1200m$ au droit du point singulier de l'échangeur de Croas-Lesneven.

Il serait néfaste de réduire Rh pour respecter la règle. Comme il ne s'agit pas d'une obligation et que le Rh est supérieur à $1,5xR_{nd}$, que le RV assure la distance d'arrêt ainsi que la distance de visibilité en virage et qu'enfin c'est de l'existant. On conserve tel quel.

- Profil 382 – 398 : RV=3000m (rentrant) RH=650m : $RV/RH=4,6$ ne respecte pas $RV/RH>6$, avec un rayon rentrant en profil en long : cette configuration est moins pénalisante pour l'appréciation de la courbe en plan par l'utilisateur d'autant que les deux courbes sont centrées.

La souplesse a été utilisée

Pour la section RN164 Rostrenen


- Profil 238 : RV 6000 (rentrant) RH1500m : $RV/RH=4$ ne respecte pas $RV/RH>6$,

- Profil 355 RV=10000 (rentrant) RH 2245 : $RV/RH=4,45$ ne respecte pas $RV/RH>6$

avec des rayons rentrants en profil en long : ces configurations sont moins pénalisantes pour l'appréciation de la courbe en plan par l'utilisateur. Il ne s'agit pas d'une obligation et le Rh est supérieur à $1,5xR_{nd}$

La souplesse a été utilisée

7. Profil en travers



4.2 - Profil en travers en section courante d'une autoroute à trafic modéré

Pour une autoroute à trafic modéré, les adaptations du profil en travers suivantes peuvent être mises en œuvre :

- la réduction de l'ensemble que constitue la BDG et la voie de gauche à 4,00 m de large, en privilégiant le rétrécissement de la voie de gauche à celui de la BDG ;
- le remplacement de la BAU par une bande dérasée de droite (BDD) d'une largeur de 2,00 m, revêtue sur 1,00 m.

4.3 - Profils en travers au droit des ouvrages d'art courants

Au droit de tout ouvrage d'art courant, les voies de circulation, les BAU et les bandes dérasées conservent la même largeur qu'en section courante.

Pour un passage supérieur, le choix du type d'ouvrage (nombre, position et largeur des piles) nécessite d'en intégrer les conséquences quant aux éléments du profil en travers. Par ailleurs, l'ouvrage doit dégager une hauteur libre de 4,75 m en tout point de la largeur roulable de l'autoroute. En outre, une revanche habituellement de 0,10 m est réservée pour permettre un rechargement ultérieur de la chaussée. La hauteur libre d'une structure légère (passerelle piétons, portique de signalisation...) est majorée de 0,50 m.

4.4 - Profils en travers particuliers localisés

4.4.1 - Profil réduit en section courante

Si par suite de considérations diverses (conditions économiques, insuffisance des emprises, importance des terrassements...) un dimensionnement normal ne peut être envisagé, on peut avoir localement recours à un profil en travers réduit.

La réduction des composantes du profil en travers doit s'appliquer strictement dans les zones où les contraintes particulières conduisent à le prévoir, sauf si cela induit de fréquents changements. Il faut par ailleurs éviter de combiner un profil en travers réduit et un tracé sinueux ou à forte déclivité.

Il convient d'examiner successivement les adaptations du profil en travers suivantes :

1. la réduction de l'ensemble que constitue la BDG et la voie de gauche à 4,00 m de large, en privilégiant le rétrécissement de la voie de gauche à celui de la BDG ;
2. le remplacement de la BAU par une BDD d'une largeur de 2,00 m, revêtue sur 1,00 m.

4.4.2 - Profil réduit au droit d'un ouvrage d'art courant

Le profil en travers au droit d'un ouvrage d'art courant est réduit de la même façon que celui de la section courante. Dans le cas de l'élargissement d'une autoroute existante, le remplacement de la BAU par une BDD revêtue de 1 m peut être envisagé afin d'éviter des surcoûts importants. Cette possibilité doit faire l'objet d'un accord de l'exploitant.

4.4.3 - Profil réduit au droit d'un ouvrage d'art non courant

Le choix du profil à adopter au droit d'un ouvrage d'art non courant est guidé par les circonstances particulières (chantiers occasionnels, maintenance des ouvrages, accidents...) et la comparaison des coûts et des services rendus à l'utilisateur. La largeur roulable minimale à offrir par sens de circulation est indiquée ci-après :

autoroute à 2x2 voies à trafic modéré	8,75 m
autoroute à 2x2 voies	9,75 m
autoroute à 2x3 voies	14,00 m

Tableau 4.1 : largeur roulable minimale à offrir par sens de circulation sur un ouvrage d'art non courant.

Profil en travers 21

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	1b – validation du MOA sur proposition du MOE

4.2 – Profil en travers en section courante à trafic modéré

Pour une autoroute à trafic modéré, les adaptations du profil en travers suivantes peuvent être mises en œuvre :

- la réduction de l'ensemble que constitue la B.D.G. et la voie de gauche à 4,00 m de large, en privilégiant le rétrécissement de la voie de gauche à celui de la B.D.G. ;
- le remplacement de la B.A.U. par une bande dérasée de droite (B.D.D.) d'une largeur de 2,00 m, revêtue sur 1,00 m.

Rappel

ICTAAL 1.3.2 - Autoroute à trafic modéré

Une autoroute est dite à trafic modéré lorsqu'elle supporte à la mise en service, un trafic moyen journalier inférieur à 10000v/j. Cette qualification et les adaptations qui s'y attachent, admissibles jusqu'à ce que le trafic atteigne 1400uvp/h dans le sens de circulation le plus chargé – au-delà, l'autoroute doit en principe recevoir des caractéristiques normales – peuvent être modulées selon les conditions d'exploitation de l'autoroute.

Souplesse	Niveau de décision
S3 – Application souhaitable	1a – cadrage du MOA

4.4.1 - Profil réduit en section courante

Il faut par ailleurs éviter de combiner un profil en travers réduit et un tracé sinueux ou à forte déclivité.

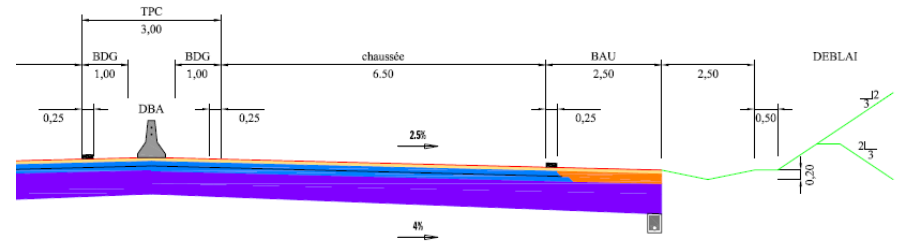
7. Profil en travers

La répartition du trafic PL est d'environ 10% en VDG et 90% en VDD selon le catalogue des structures types des chaussées neuves (SETRA ed. 1998, ch2.2 de la notice d'utilisation)

Secteur de Châteauneuf-du-Faou (tracé sinueux et très vallonné) :

trafic à la MES allant de 8500 à 9000 TMJA et trafic en 2035 allant de 13500 à 14500 TMJA (dont 2010PL) selon les tronçons

Choix : réduction de la voie de gauche à 3,00m
et maintien de la BAU à 2,50m
Les deux souplesses ont été utilisées



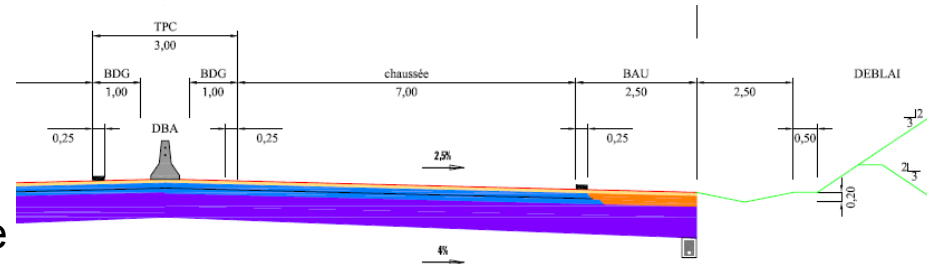
Secteur de Rostrenen (tracé souple et à faibles déclivités) :

Section Est : trafic à la MES de 6500 TMJA et trafic en 2035 à 9000 TMJA (dont 1700PL)


Choix : réduction de la voie de gauche à 3,00m et maintien de la BAU à 2,50m
La première souplesse a été utilisée

Section centre et ouest : trafic à la MES allant de 8300 à 9800 TMJA et trafic en 2035 allant de 10500 à 11500 TMJA selon les tronçons (dont 2200PL)

Choix : maintien de la voie de gauche à 3,50m
et maintien de la BAU à 2,50m
La première souplesse n'a pas été utilisée



7. Profil en travers



c) Interruption du TPC (ITPC)
Elle permet, en cas de besoin, de basculer la circulation d'une chaussée vers l'autre.
Les ITPC sont implantées de part et d'autre des ouvrages d'art non courants, des tunnels, des échangeurs et des barrières de péage pleine voie avec un intervalle de 3 à 5 km hors points singuliers.

4.1.3 - Accotement
L'accotement comprend une bande d'arrêt d'urgence (BAU) bordée à l'extérieur par une berme.

a) Zone de sécurité
La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 10 m pour la catégorie L₁, et de 8,50 m pour la catégorie L₂. En déblai, la zone de sécurité ne s'étend pas au-delà d'une hauteur de 3 m.

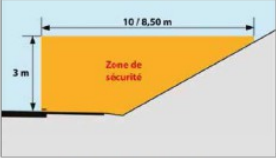


Figure 4-2 : zone de sécurité en déblai.

Dans la zone de sécurité, doit être isolé, sinon exclu, tout dispositif agressif constitué par un :

- obstacle : arbre, poteau, maçonnerie, support de signalisation directionnelle, paroi rehausse, appai d'ouvrage d'art...
- caniveau non couvert ;
- fossé dépassant 50 cm de profondeur, sauf s'il s'agit d'un fossé de pentes inférieures à 25 % ;
- talus de déblai ou un merlon dont la pente dépasse 70 % ;
- remblai de plus de 4 m de haut, dont la pente dépasse 25 %, ou de plus de 1 m en cas de dénivellation brutale.

b) La bande d'arrêt d'urgence (BAU)
La BAU facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, la récupération d'un véhicule déviant de sa trajectoire, l'évitement d'un obstacle sur la chaussée, l'intervention des services de secours, d'entretien et d'exploitation.
Elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée d'une sur largeur de chaussée qui porte le marquage en rive, puis d'une partie dégagée de tout obstacle agressif ou non, revêtue uniformément et apte à accueillir un véhicule lourd en stationnement. Aucune dénivellation ne doit exister entre la chaussée et la BAU.
Sa largeur est de 2,50 m, ou de 3,00 m lorsque le trafic poids lourd excède 2 000 v/j (deux sens confondus).

c) La berme
Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, signalisation verticale, dispositif d'assainissement...

Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25 %.

20
NBAU - Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de France - Édition 2015

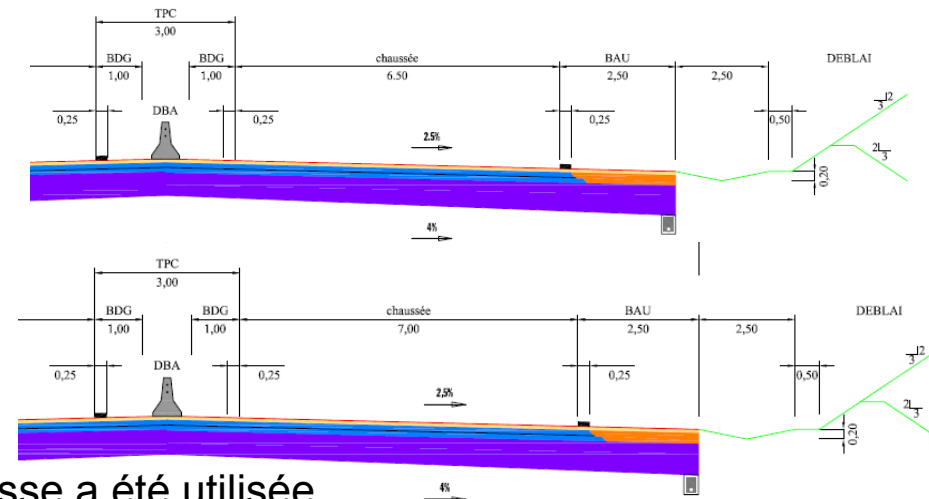
Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	2 – décision du MOE

4.1.3 – Accotement

c) La berme


Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1,00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25 %.

Secteur de Châteauneuf-du-Faou et Secteur de Rostrenen :



La souplesse a été utilisée

7. Profil en travers



9 Transformation d'une route en autoroute

Ce chapitre concerne la transformation en autoroute d'une route existante à une ou deux chaussées, opération dite aussi « aménagement sur place ».

Elle requiert une situation (relief, occupation du sol, géométrie de la route préexistante...) favorable. Une étude socio-économique comparative avec un projet d'autoroute en tracé neuf s'impose, tout particulièrement dans le cas d'un projet de transformation d'une route à deux voies.

9.1 - Principes généraux

9.1.1 - Règles applicables

Le projet de transformation doit se conformer aux règles formulées dans les chapitres précédents pour les autoroutes neuves.

Cependant, le respect systématique de ces règles peut être d'un coût dissuasif et ne se concevoir que comme un objectif de moyen ou long terme. Le parti à adopter quant aux éléments de la route existante s'apprécie alors sur la base d'un diagnostic de sécurité. Le paragraphe 9.2 indique les dispositions particulières qui peuvent être mises en œuvre.

La réutilisation d'éléments (ouvrages d'art, chaussées...) de la route existante doit donner lieu à vérification.

9.1.2 - Rétablissements

Des itinéraires de substitution adaptés sont à assurer pour les circulations ne pouvant plus emprunter la voie transformée.

Les sujétions d'exploitation de l'autoroute, des chantiers de pose ou de réparation des réseaux justifient le déplacement des réseaux existants hors de l'emprise.

9.1.3 - Équipements et services à l'usager

Le niveau de service d'une autoroute implique une organisation spécifique pour l'exploitation et l'entretien routiers, ainsi qu'une mise à niveau globale des équipements et services à l'usager.

9.2 - Dispositions particulières

9.2.1 - Tracé en plan et profil en long

Afin de répondre aux contraintes - souvent fortes - induites par le tracé existant, la notion de catégorie qui concerne surtout le confort de conduite, peut être employée avec davantage de souplesse : des sections successives de catégories différentes de longueur inférieure à 10 km sont admissibles dans la mesure où cela ne conduit pas à une profusion de modulations qui rendrait le tracé trop hétérogène.

En tout état de cause, les valeurs limites de la catégorie t_2 sont toujours à respecter, sauf dans le cas d'une section en relief difficile.

Transformation d'une route en autoroute 39

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	1b – validation du MOA sur proposition du MOE

9.1.1 – Règles applicables

Le projet de transformation doit se conformer aux règles formulées dans les chapitres précédents pour les autoroutes neuves.

Cependant le respect systématique de ces règles peut être d'un coût dissuasif et **ne se concevoir que comme un objectif de moyen ou long terme**. Le parti à adopter quant aux éléments de la route existante **s'apprécie** alors sur la base d'un diagnostic de sécurité Le paragraphe 9.2 indique les dispositifs particulier qui **peuvent** être mise en œuvre.

La réutilisation d'éléments (ouvrages d'art, chaussées ...) de la route d'existante doit donner lieu à vérification.

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	2 – Décision du MOE

9.2.2 – profil en travers - c) pente transversale

Dans une courbe, une modification **ne s'impose que si la pente actuelle est inférieure de plus d'un point** au devers recommandé.

Rappel 1 :

4.6.3 – Changement de devers

La variation du devers est **habituellement** linéaire le long du raccordement progressif.

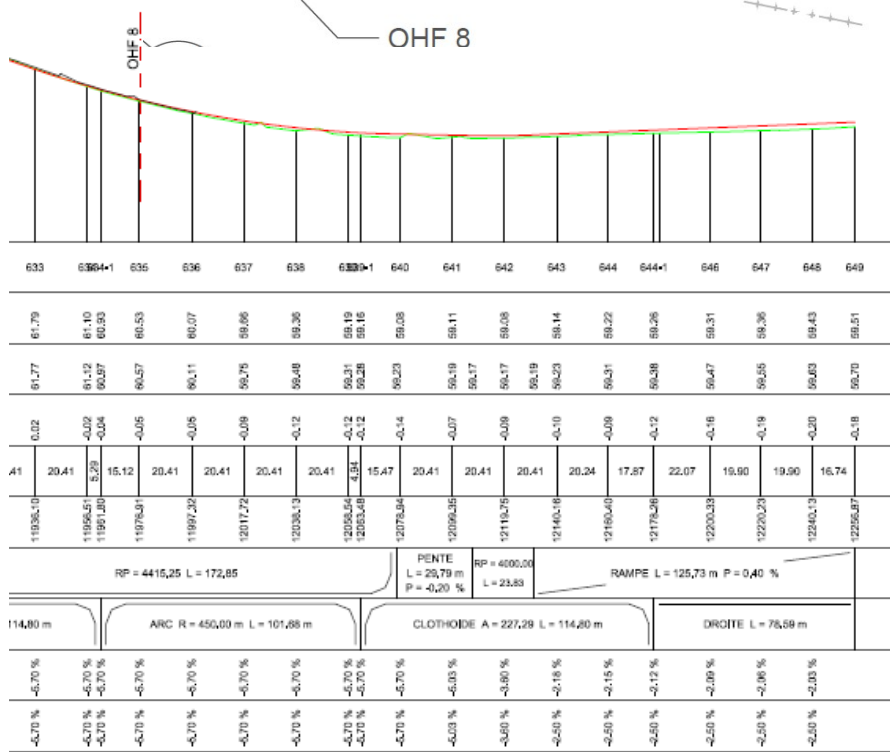
Rappel 2 :

4.6.3 – changement de devers - b) évacuation des eaux de ruissellement

Lorsqu'il est nécessaire d'introduire un changement de devers, la longueur de la chaussée sur laquelle règne les devers compris entre -1 % et +1 % est déterminée de manière à **ne compromettre ni l'écoulement des eaux de ruissellement, ni l'aspect du tracé**.

Dans la zone de basculement du devers, l'évacuation des eaux de ruissellement sur la chaussée **requiert une pente résultante de 0,5 % en tout point de la chaussée**.

7. Profil en travers RN164-Châteauneuf-du-Faou



En extrémité Est de projet sur la zone de raccordement à l'existant, le profil en long est très peu pentu (<0,4%). L'AD existant de la chaussée extérieure est déversé vers le TPC avec un dévers de 2,1 %.

Basculer le devers dans l'AD vers l'extérieur aurait comme conséquences deux zones à pentes résultantes <0,5 % voire nulles. Devant l'absence d'accidents et de la bonne perception du tracé le profil en long ne sera pas modifié ce qui évite un coût dissuasif .

Le projet prévoit de conserver la RN avec un devers à pente vers le TPC pour la chaussée extérieure dans la clothoïde et l'alignement droit jusqu'à la clothoïde existante (variant de 5,70 % à 2,1 %, et maintenu à 2,1 % dans l'AD).

La souplesse a été utilisée

8. visibilité



2 Visibilité

Les niveaux élevés de sécurité et de confort impliquent de bonnes conditions de visibilité permettant au conducteur d'anticiper les événements survenant sur l'autoroute.

2.1 - Dispositions conventionnelles

2.1.1 - Vitesse

Il s'agit de la vitesse limite autorisée sur la voie de circulation de l'observateur.

2.1.2 - Point d'observation

C'est l'œil d'un conducteur de véhicule léger, positionné à une hauteur de 1,00 m du sol, et distant de 2,00 m du bord droit de sa voie.

2.1.3 - Point observé

Les règles de visibilité ci-après précisent la nature et la position du point observé. S'agissant d'un véhicule, le point observé est le moins contraignant des deux feux arrière, positionnés à une hauteur de 0,60 m du sol et distants respectivement de 1,00 m et 2,50 m du bord droit de la voie considérée.

2.2 - Règles de visibilité

2.2.1 - Visibilité en section courante

La distance de visibilité à rechercher est la distance d'arrêt d_a (voir annexe 1) sur l'arrière d'un véhicule arrêté sur sa voie.

Les contraintes de conception ne permettent cependant pas d'atteindre cet objectif en toute circonstance. Néanmoins, une étude d'ensemble, intégrant en amont cette sujétion de visibilité, permet de réduire le nombre et l'importance de telles situations.

Par contre, cette distance d'arrêt doit être assurée à l'approche de points ou zones présentant un risque particulier de ralentissement ou de retenue des véhicules : réduction du nombre de voies, points d'accès, gares de péage, ouvrages d'art non courants, tunnels...

2.2.2 - Visibilité à l'approche des points d'accès

À l'approche de tout point d'accès à l'autoroute – un échangeur comme une aire –, le conducteur doit pouvoir exercer un choix de changement de direction et effectuer les manœuvres nécessaires.

a) Visibilité sur une sortie d'autoroute

À l'amont d'une sortie, les conditions de visibilité partent d'une part sur le dispositif de sortie lui-même et d'autre part sur la signalisation directionnelle qui se rapporte à la sortie, c'est à dire les panneaux d'avertissement de type 050, de pré-signalisation de type D40 ou Da40 et de signalisation avancée de type D30 ou Da30.

À partir de toutes les voies de la chaussée émettrice, la distance de visibilité sur la totalité des panneaux d'avertissement et de pré-signalisation doit correspondre au minimum à l (voir annexe 1).

Souplesse

S3 – Application souhaitable

Niveau de décision

1b – validation du MOA sur proposition du MOE

2.2.1 – Visibilité en section courante

La distance de visibilité à **rechercher** est la distance d'arrêt d_a (voir annexe 1) sur l'arrière d'un véhicule arrêté sur sa voie.

Les contraintes de conception ne permettent cependant pas d'atteindre cet objectif en toute circonstance. Néanmoins, une étude d'ensemble, intégrant en amont cette sujétion de visibilité, permet de réduire le nombre et l'importance de telles situations.

Par contre, cette distance d'arrêt **doit-être assurée** à l'approche des points ou zones présentant un risque particulier de ralentissement ou de retenue des véhicules : Réduction du nombre de voies, Points d'accès, gares de péage, ouvrages d'art non courant, tunnels,...

Les visibilités sur section courante hors points singuliers sont susceptibles d'être réduites :

- en présence de courbe à gauche, du fait de la présence de dispositifs de retenue en terre-plein central (ou d'éléments verticaux : piles de ponts, hauts-mats...)
- en présence de courbe à droite, du fait de la présence de dispositifs de retenue en rive ou de talus (ou d'éléments verticaux : signalisation, végétation...)

8. visibilité

Pour 110km/h ; la distance de visibilité est ; $D_a = 195$ m à plat , et $D_{ev} = 4,5s = 137,5$ m à plat

Objectif minimum : le MOA souhaite assurer la distance de visibilité d'évitement hors points singuliers

L'ICTAAL ne mentionne l'évitement que coté BAU (4.1.3) sans autre précision (pas de notion de surlargeur // 2,50m) ; VSA 90/110 (4.3) précise qu'il faut disposer conjointement de la visibilité à la distance d'évitement et d'un dégagement latéral revêtu (BDG ou BAU) de **3m**.

courbes à gauche

Les visibilités sur section courante sont susceptibles d'être réduites en présence de courbe à gauche, du fait de la présence de dispositifs de retenue en terre-plein central.

Il s'agit donc de recenser les secteurs où ces courbes à gauche précèdent des zones présentant un risque particulier de ralentissement ou de retenue des véhicules.

En profil en travers réduit (TPC=3,00m ; VDG=3,00m, VD=3,50, BAU=2,50m), pour un projet à plat les courbes de rayon inférieur à 1830 m (selon le DR) sont susceptibles de poser un problème de visibilité depuis la voie rapide pour la recherche de la distance d'arrêt et celles de rayon inférieur à 900m environ (selon le DR) pour la recherche de la distance d'évitement.

En profil en travers normal (TPC=3,00m ; VDG=3,50m, VD=3,50, BAU=2,50m), pour un projet à plat les courbes de rayon inférieur à 1530 m (selon le DR) sont susceptibles de poser un problème de visibilité depuis la voie rapide pour la recherche de la distance d'arrêt et celles de rayon inférieur à 760m (selon le DR) pour la recherche de la distance d'évitement.

courbes à droite

Pour le projet, à plat, en courbe à droite depuis la voie lente, en présence d'équipement DR (pour une BAU de 2,50m) seules les courbes de rayon inférieur à 1000m sont susceptibles de poser problème de visibilité pour la recherche de la distance d'arrêt, et les courbes de rayon inférieur à 500m sont susceptibles de poser problème de visibilité pour la recherche de la distance d'évitement.

Remarque : En profil en long, le rayon minimum de 6000 m en saillant permet d'obtenir la distance de visibilité de 195m, ce qui est le minimum de la distance d'arrêt nécessaire pour une vitesse de 110 km/h. (et par conséquence la distance d'évitement serait assurée)

8. visibilité

En courbe à gauche (Du côté du TPC)

Secteur de Châteauneuf-du-Faou (tracé sinueux et très vallonné) :

Profil en travers réduit : hors point singuliers, de nombreux rayons sont inférieurs à 900m

La souplesse a été utilisée en cherchant à assurer au moins la Dev par création de sur-largeur de la BDG

Secteur de Rostrenen (tracé souple et à faibles dénivelés) :

- Section Est à profil en travers réduit (pseudo ASP) : pas de point singulier, un rayon de 1300m et un de 1500m (et donc inférieurs à 1530m) et tous les autres supérieurs à 1530m

La souplesse a été utilisée sans création de sur-largeur de la BDG

- Section centre et ouest (tracé neuf) : Section à profil normal : hors points singuliers plusieurs rayons compris entre 1000m et 1530m

La souplesse a été utilisée sans création de sur-largeur de la BDG

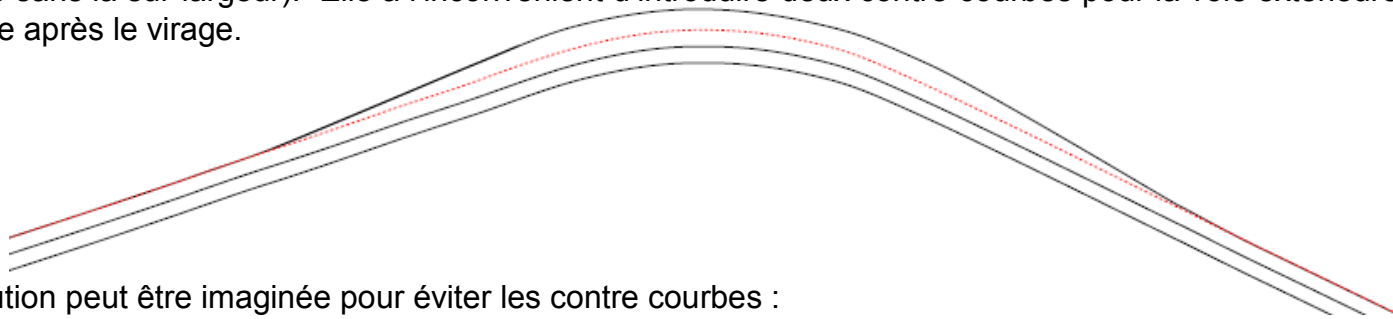
8. visibilité

Visibilité en voie de gauche (côté TPC)

En plan des sur-largeurs au niveau de la BDG de la voie extérieure du virage sont envisagées soit pour obtenir au moins la distance d'évitement soit encore mieux la distance d'arrêt.

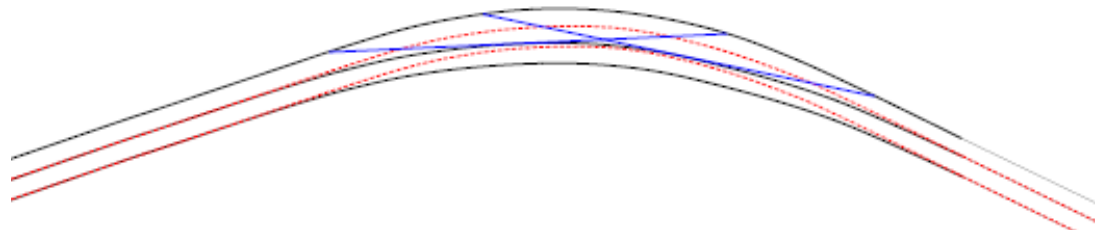
La méthode classique est la suivante :

Conserver la glissière du TPC sur l'axe principal et faire la sur-largeur à l'extérieur du virage (en rouge le bord gauche de la voie extérieure sans la sur-largeur). Elle a l'inconvénient d'introduire deux contre-courbes pour la voie extérieure : une avant le virage et une après le virage.



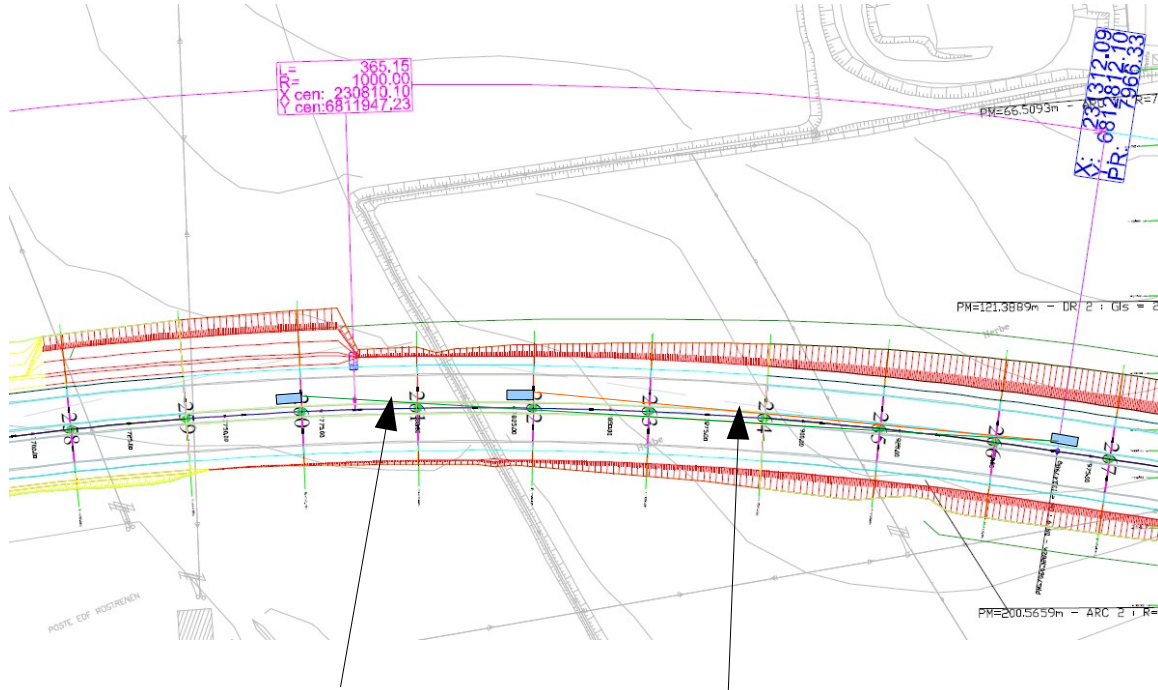
Une autre solution peut être imaginée pour éviter les contre courbes :

Faire la sur-largeur à l'intérieur du virage et décaler l'axe de la glissière du TPC. (en rouge l'axe de la 2x2 avant départ de la glissière de TPC et bord gauche de la voie intérieure avant départ vers l'intérieur). La position extérieure extrême de la glissière se détermine en faisant glisser sur la bande blanche de la voie de gauche extérieure la ligne de visibilité (en bleu). Elle a l'avantage de ne pas introduire de contre-courbe, les zones de transition pour la voie intérieure reviennent à allonger l'équivalent de la clothoïde de la voie intérieure. Si elle s'étend sur une longueur plus faible, elle est moins simple à mettre en œuvre.



8. visibilité

RN164-Rostrenen



La distance de visibilité correspondant la distance d'arrêt à 110km/h en palier (195m) est entravée par la file du DR du TPC dans le rayon de 1000m

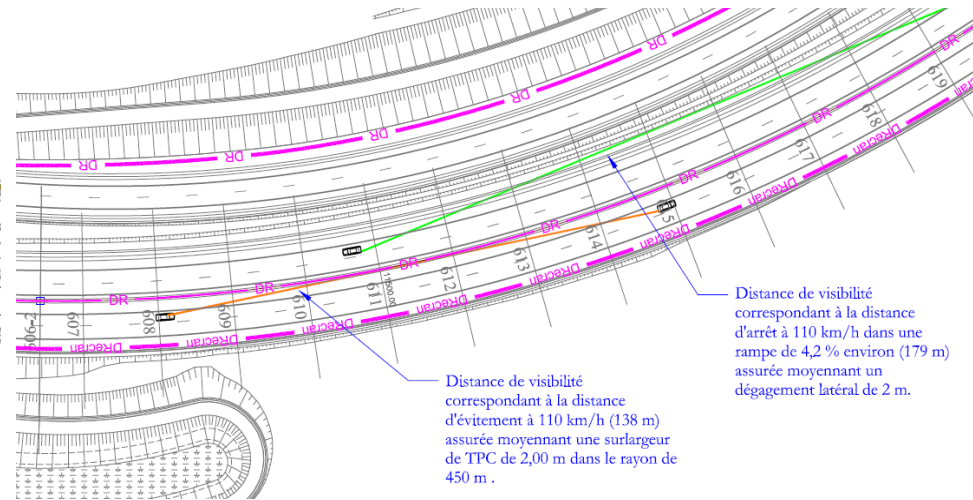
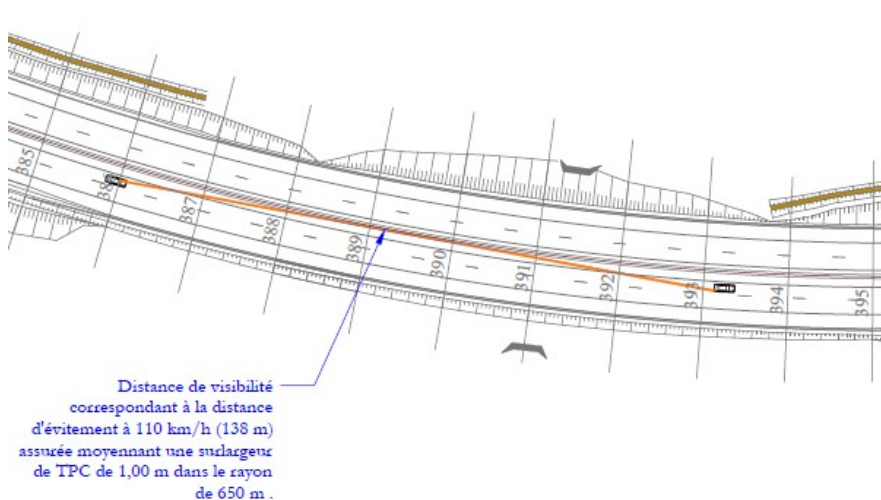
La distance de visibilité correspondant la distance d'évitement à 110km/h en palier (138m) n'est pas entravée par la file du DR du TPC dans le rayon de 1000m

Souplesse utilisée sans intervention sur l'infrastructure

Remarque : si la Dev est assurée, la largeur de BDG ne permet pas la manœuvre d'évitement

8. visibilité

RN164-Châteauneuf-du-Faou



Souplesse utilisée par intervention sur l'infrastructure

Remarque : si la Dev est assurée, la largeur de BDG ne permet pas la manœuvre d'évitement

Souplesse utilisée par intervention sur l'infrastructure

Remarque : la Dev est assurée et la largeur de BDG permet la manœuvre d'évitement

8. visibilité

En courbe à droite (Du côté de la rive)

Secteur de Châteauneuf-du-Faou (tracé sinueux et très vallonné) :

hors point singuliers, de nombreux rayons sont compris entre 500m et 1000m

La souplesse a été utilisée en cherchant à assurer au moins la Dev par création de sur-largeur de la BAU en présence de DR, ou par dégagement de visibilité en présence de talus.

Secteur de Rostrenen (tracé souple et à faibles déclivités) :

hors des points singuliers, tous les rayons sont supérieurs à 1000m

La souplesse n'a pas été utilisée

8. visibilité

RN164-Châteauneuf-du-Faou

Distance de visibilité correspondant à la distance d'évitement à 110 km/h (138 m) assurée moyennant un surlargeur de TPC de 1,00 m dans le rayon de 650 m.

Distance de visibilité correspondant à la distance d'arrêt à 110 km/h dans une pente de 3,35 % (207 m) légèrement entravée par le bas de talus de déblai.

Distance de visibilité correspondant à la distance d'arrêt à 110 km/h en pallier (195 m) entravée par l'implantation des glissières à 2,50 m du bord de chaussée.

La ligne de visée pour Da intercepte le talus.

La ligne de visée pour Dev n'intercepte pas le talus.

Souplesse utilisée sans intervention sur l'infrastructure (pas de dégagement latéral au niveau du talus). A noter que le talus recouvert de végétation augmente le masque

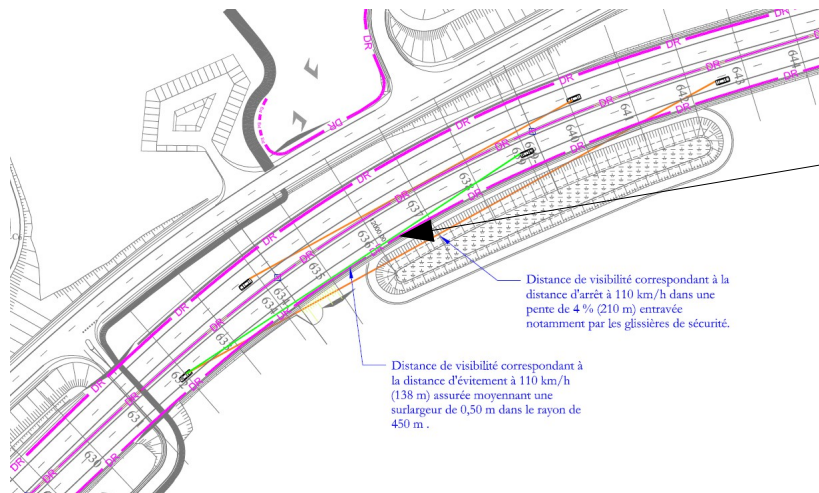
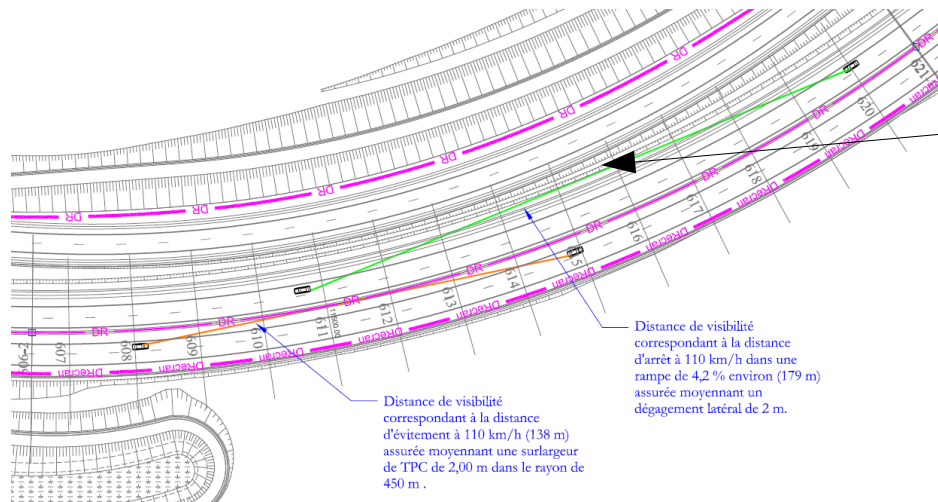
La ligne de visée pour Da intercepte la file de DR.

La ligne de visée pour Dev n'intercepte pas la file de DR.

Souplesse utilisée sans intervention sur l'infrastructure (pas d'élargissement localisé de la BAU)

8. visibilité

RN164-Châteauneuf-du-Faou



Absence de DR, la ligne de visée pour Da intercepte le talus.
La ligne de visée pour Dev est assurée par la présence de la cunette.

Souplesse non utilisée avec intervention sur l'infrastructure (dégagement latéral du talus) mais nécessité de surveiller la végétation pour éviter un masque

La ligne de visée pour Da intercepte la file de DR.
La ligne de visée pour Dev n'intercepte pas la file de DR à condition d'élargir la BAU de 0,50m la portant à 3,00m.

Souplesse utilisée avec intervention sur l'infrastructure

9. Echangeurs



La zone d'accélération, dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5 %, doit permettre à l'usager de passer de la vitesse associée au rayon de la dernière courbe parcourue, à une vitesse conventionnelle de 55 km/h au niveau du point E.1,00 m, avec une accélération en palier de 1 m/s².

Elle est constituée des éléments compris entre la fin de la partie circulaire de la dernière courbe et le point E.1,00 m.

Sa longueur minimale est donnée par la formule :

$$L_a = \frac{(V_1^2 - V_0^2)}{2 \cdot (1 - 10p)}$$

avec :

- p la déclivité en valeur algébrique (exemple pour une rampe de 5 %, p = 0,05) ;
- V₁ (en m/s) la vitesse conventionnelle au point E.1,00 m ;
- V₀ (en m/s) la vitesse initiale dépendant du rayon de la courbe amont (cf. annexe 2).

Dans le cas d'une entrée directe depuis une aire, le bretelle doit permettre d'atteindre la vitesse conventionnelle au point E.1,00 m en considérant une vitesse nulle au droit du dernier carrefour de l'aire ou du dernier emplacement de stationnement.

5.2.3 - Profil en long

	Rayon minimal en angle saillant	Rayon minimal en angle rentrant	Déclivité maximale
Branche à deux voies circulaire à 110 km/h	6 000 m	3 000 m	6 %
Branche/bretelle à deux voies ou une voie circulaire à 90 km/h	2 700 m	1 900 m	6 %
Branche/bretelle à une voie circulaire à 70 km/h	1 500 m	1 200 m	6 %
Bretelle à une voie circulaire à 70 km/h ou moins	1 500 m	800 m	6 %

Tableau 5.2 : valeurs limites des paramètres de profil en long des branches et bretelles.

Au carrefour de raccordement avec la voirie ordinaire, on peut utiliser des rayons inférieurs sur de faibles développés.

5.2.4 - Profil en travers

La chaussée est bordée de part et d'autre par une bande dérasée ou une bande d'arrêt d'urgence (BAU) et par une berme qui peut être intégrée au dispositif d'assainissement si ce dernier est non agressif (pente transversale < 25 %).

Le revêtement de la BAU est identique à celui de la chaussée. Le revêtement de bande dérasée est identique à celui de la chaussée sur une largeur minimale de 1,00 m.

La largeur de la berme est d'au moins 0,75 m en l'absence de dispositif de retenue. En présence d'un dispositif de retenue, elle est définie par sa largeur de fonctionnement et vaut au moins 1,00 m.

a) Navies

Dans les branches à deux voies les règles de section courante s'appliquent. En particulier, elles sont manées d'une BAU adaptée au trafic poids lourds de la branche (3,00 m si le trafic poids lourd excède 1 000 v/j), 2,50 m sinon).

Dans les branches à une voie, lorsque la vitesse est limitée à 90 km/h, le profil en travers est composé d'une BAU de 2,50 m, d'une chaussée de 3,50 m et d'une BDE de 0,75 m. Lorsque la vitesse est limitée à 70 km/h, le profil en travers est composé d'une BDD de 2 m, d'une chaussée de 3,50 m et d'une BDE de 0,50 m.

Souplesse	Niveau de décision
S2 – Atténuation de la règle	2– Décision du MOE

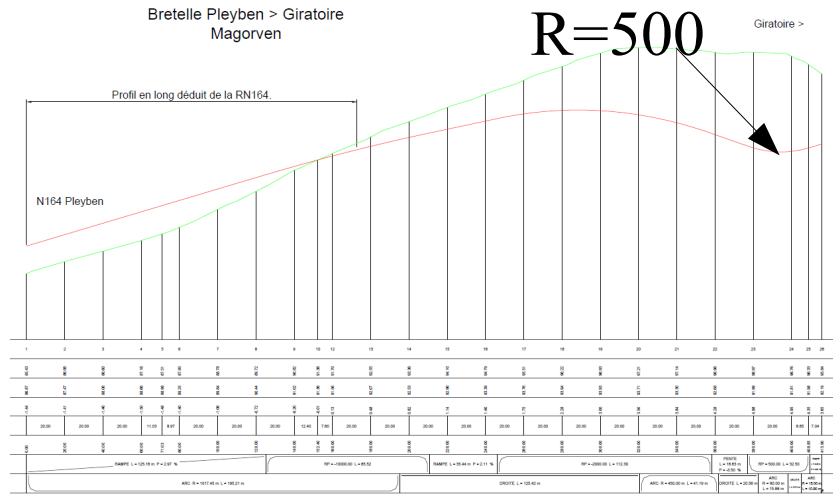
5.2.3 – Profil en long

Au carrefour de raccordement avec la voirie ordinaire, on peut utiliser des rayons inférieurs sur de faibles développés.

Remarque : on ne trouve pas cette souplesse reprise dans le guide échangeurs

9. Echangeurs

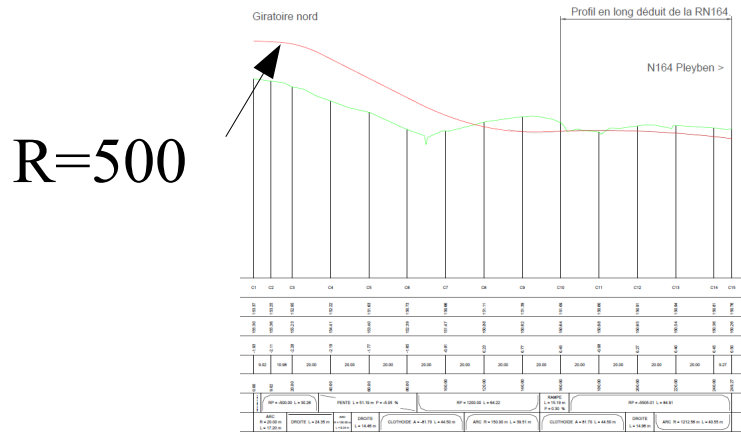
RN164-Châteauneuf-du-Faou



Le rayon du PL en arrivée sur le giratoire fait 500m en R.rentrant. Cela a permis d'éviter d'allonger inutilement la bretelle et augmenter les terrassements. La visibilité sur le carrefour giratoire est assurée et le rayon rentrant n'est pas inconfortable.

Utilisation de la souplesse

Bretelle Giratoire Croas-Lesneven nord > Pleyben



Le rayon du PL en sortie du giratoire fait 500m en saillant. Cela a permis d'éviter d'allonger inutilement la bretelle et augmenter les terrassements. La visibilité en sortie de giratoire est assurée et le rayon saillant n'est pas inconfortable.

Utilisation de la souplesse