

**EXAMEN PROFESSIONNEL DE PROMOTION INTERNE
D'INGÉNIEUR TERRITORIAL**

SESSION 2020

ÉPREUVE DE PROJET OU ÉTUDE

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

L'établissement d'un projet ou étude portant sur l'une des options, choisie par le candidat lors de son inscription.

Durée : 4 heures
Coefficient : 5

SPÉCIALITÉ : INFRASTRUCTURES ET RÉSEAUX

OPTION : VOIRIE, RÉSEAUX DIVERS

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ L'utilisation d'une calculatrice électronique programmable ou non-programmable sans dispositif de communication à distance est autorisée.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

Ce sujet comprend 53 pages dont 4 plans

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend
le nombre de pages indiqué.**

S'il est incomplet, en avertir le surveillant

- ♦ Vous répondrez aux questions suivantes dans l'ordre qui vous convient, en indiquant impérativement leur numéro.
- ♦ Vous répondrez aux questions à l'aide des documents et de vos connaissances.
- ♦ Des réponses rédigées sont attendues et peuvent être accompagnées si besoin de tableaux, graphiques, schémas...
- ♦ Pour les dessins, schémas, cartes et plans, l'utilisation d'une autre couleur que le bleu ou le noir ainsi que l'utilisation de crayons de couleur, feutres, crayon de papier sont autorisées.

Vous êtes ingénieur à la direction des infrastructures de la nouvelle métropole INGEMETRO qui compte 27 communes urbaines et 600 000 habitants. Le président souhaite faire de cette intercommunalité un vecteur de l'innovation publique, ce sur l'ensemble de ses domaines de compétences ainsi qu'au niveau de son fonctionnement administratif.

Question 1 (5 points)

Dans ce cadre, votre directrice vous demande de rédiger une note sur les procédures en matière de commande publique permettant de mener des innovations sur les chantiers d'infrastructure. Vous y spécifierez en outre les aides techniques et financières dont peut bénéficier votre intercommunalité lorsqu'elle s'engage dans des projets innovants.

Question 2 (5 points)

La zone d'activité de la Rosière, projet d'aménagement dont INGEMETRO assure la maîtrise d'ouvrage, a été désignée comme un site pilote. Celle-ci a vocation à accueillir diverses activités industrielles dont une usine de traitement de déchets, une déchèterie, un transporteur routier national et la plateforme d'une grande entreprise de vente en ligne. De fait, le trafic de poids lourds y sera important.

Vous êtes chef de projet pour la réalisation de la voirie et des espaces publics compris dans cette zone. Quelles innovations techniques proposeriez-vous par rapport aux aménagements futurs d'une part, à la conduite du chantier d'autre part ? Vous privilégieriez les solutions répondant aux objectifs de réduction de la pollution et de préservation de l'environnement.

Question 3 (10 points)

L'accès à la zone d'activité de la Rosière s'effectuera par l'est au niveau d'un carrefour sur la voirie existante (cf Plan 1 et Plan 2). Celui-ci sera alors reconfiguré en giratoire. Il vous est demandé de proposer un aménagement d'ensemble du carrefour, sachant que :

- les études de trafic prévoient un maximum de 500 unités véhicule particulier par heure au maximum pour chaque branche,
- les élus de l'exécutif se sont engagés dans une politique volontariste en matière de circulations douces, qui s'est d'ores et déjà traduite par une augmentation significative des déplacements piétons et cyclistes dans l'agglomération.

Sur la base de ces éléments, vous établirez un dossier comprenant :

- a) une esquisse du giratoire sur la feuille blanche jointe (Plan 3) (4 points),
- b) une coupe en travers du giratoire dans l'axe de l'accès à la zone d'activité sur la feuille blanche jointe (Plan 4) (3 points),
- c) une note justifiant vos choix (3 points).

Liste des documents :

- Document 1 :** « Vademecum pour la gestion des chantiers innovants » - *IDRRIM* - septembre 2019 - 9 pages
- Document 2 :** « Se déplacer avec une énergie nouvelle » - *La gazette* - octobre 2019 - 3 pages
- Document 3 :** « Le bitume, nouvel atout environnemental » - *eti-construction.fr* - 29 octobre 2018 - 1 page
- Document 4 :** « La Gironde lance une expérimentation pour un entretien des routes plus respectueux de l'environnement » - *Actu environnement* - 16 juillet 2018 - 2 pages
- Document 5 :** « Une petite commune s'engage sur la route de cinquième génération » - *La gazette* - octobre 2019 - 2 pages
- Document 6 :** « Carrefours giratoires : dispositions générales » - *SETRA* - 1998 - 4 pages
- Document 7 :** « Carrefours giratoires : éléments particuliers » - *SETRA* - 1998 - 2 pages
- Document 8 :** « Paramètres de dimensionnement des giratoires » - *SETRA* - 1998 - 1 page
- Document 9 :** « Véloroutes et intersections. Quel régime de priorité ? Quel aménagement ? » - *Cerema* - août 2019 - 15 pages

Liste des plans :

- Plan 1 :** Plan de situation - format A4 - sans échelle
- Plan 2 :** Plan au 1/250^e du carrefour à réaménager - format A3
- Plan 3 :** Feuille blanche - format A3 - 2 exemplaires dont 1 est à rendre avec la copie pour répondre à la question 3 a)
- Plan 4 :** Feuille blanche - format A3 - 2 exemplaires dont 1 est à rendre avec la copie pour répondre à la question 3 b)

Attention, les plans 3 et 4 en format A3 utilisés pour répondre aux questions 3 a) et 3 b) sont fournis chacun en deux exemplaires dont un est à rendre avec votre copie, même si vous n'avez rien dessiné.

Veillez à n'y apporter aucun signe distinctif (pas de nom, pas de numéro de convocation...)

Documents reproduits avec l'autorisation du C.F.C.

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.

Vademecum pour la gestion des chantiers innovants

INTRODUCTION

Trois étapes sont nécessaires et particulières à la gestion d'un contrat de recherche et/ou d'innovation pour la réalisation de travaux :

- 1. La passation du contrat de travaux** : le choix de la procédure en référence à la législation en vigueur, et la finalisation du contrat, en particulier pour préciser les modalités de gestion du risque d'un mauvais comportement de l'innovation ou de sa non adéquation avec les besoins du maître d'ouvrage.
- 2. La mise au point d'un protocole d'expérimentation** pour pouvoir juger de la pertinence (opportunité, faisabilité) de l'innovation (par rapport aux solutions existantes) et de son niveau de robustesse. Ce protocole doit également fixer les engagements des différentes parties prenantes (rôle et missions de chaque acteur, modalités de gestion de l'expérimentation et notamment le programme technique de mesures et d'observations de suivi...).
- 3. Le suivi du comportement de l'innovation, en application du protocole d'expérimentation.**

Ce vademecum a pour objectif d'éclairer les maîtres d'ouvrage routiers, pouvoir adjudicateur, sur les procédures pour formaliser la première étape : l'achat de l'innovation en application de la réglementation en vigueur. Il explore toutes les solutions de passation de contrat et analyse leur adéquation avec les besoins et objectifs des maîtres d'ouvrage.

Nota : Il ne traite pas des procédures réservées aux entités adjudicatrices.

Dans un premier temps, les différentes modalités de passation de contrats pour l'achat d'innovations sont décrites et commentées. Parmi l'ensemble des solutions permises par la réglementation, les marchés publics réalisés dans le cadre de programmes expérimentaux (issus d'un programme public national) apparaissent comme une solution importante pour permettre l'expérimentation et la validation de solutions innovantes.

Dans un second temps, ce document développe les dispositions d'organisation et de passation pour les appels à projets issus du Comité Innovation Routes et Rues (CIRR) et du Programme d'Investissement d'Avenir (PIA), qui sont les deux programmes nationaux portés par la puissance publique pour le secteur des infrastructures routières. En effet, la sélection des projets par un programme public national de recherche offre des possibilités spécifiques pour la passation d'un marché d'expérimentation, notamment lors de la phase de consultation.

Enfin, ce document aborde la question des procédures de gestion des innovations pour les secondes et troisièmes étapes listées plus haut, en rappelant la nécessité de mettre en place un protocole d'expérimentation entre les différentes parties prenantes et de bien expliciter la gestion du risque de défaillance de l'innovation. En effet, une expérimentation vise à valider, en conditions réelles, les développements réalisés en laboratoire et sur lesquels les retours d'expérience restent faibles. Toute innovation comprend donc une part de risque technique, plus ou moins importante en fonction du stade de développement du produit, qu'il convient d'explicitier lors de la passation du contrat et de répartir entre le maître d'ouvrage et l'entreprise.

Le contrat devra donc comprendre des clauses spécifiques sur le possible surcoût lié à l'innovation ou en cas d'échec de celle-ci (réparation, déficience des fonctions assurées par le produit...).

1. Passation de contrat pour l'innovation

Prescriptions particulières en matière de marchés publics pour la recherche et l'innovation

Plusieurs dispositions spécifiques sont prévues par le code de la commande publique en faveur de la recherche et de l'innovation, présentées dans cette première partie.

1.1. Marchés passés sans publicité ni mise en concurrence préalable

Les textes relatifs aux marchés publics permettent de conclure des marchés de travaux sans publicité et sans mise en concurrence, avec plusieurs cas distincts.

Premier cas : Article R.2122-3 du code de la commande publique

Dans le premier cas, lorsque la prestation ne peut être fournie que par un opérateur déterminé pour la raison suivante : « L'existence de droits d'exclusivité, notamment de droits de propriété intellectuelle » et sous réserve « lorsqu'il n'existe aucune solution de remplacement raisonnable et que l'absence de concurrence ne résulte pas d'une restriction artificielle des caractéristiques du marché public ».

La procédure sans publicité et sans mise en concurrence est donc soumise à une triple condition obligatoire :

1. En tout premier lieu, il appartient alors à l'acheteur (pouvoir adjudicateur) de prouver que son besoin ne peut être satisfait par d'autres procédés que celui proposé par le prestataire pressenti. Un procédé ou produit innovant apporte intrinsèquement un plus par rapport aux solutions existantes, qui le différencie de ces solutions et peut permettre de justifier qu'il est le seul à pouvoir répondre au besoin. Dans le marché, le pouvoir adjudicateur doit définir les prestations qui font l'objet du marché par des spécifications techniques. Une spécification technique précise peut être utilisée dès lors que le pouvoir adjudicateur établit qu'elle est justifiée par l'objet du marché.

2. Le procédé doit être protégé par des droits d'exclusivité, par exemple des droits de propriété intellectuelle (brevet, enveloppe SOLAU...).

3. Enfin, le code de la commande publique impose d'alloir. Aussi, si la protection par des droits d'exclusivité ne porte que sur des fournitures, seul l'achat des fournitures peut justifier le recours à l'article R.2122-3.

Second cas : Article R.2122-10 du code de la commande publique

Dans le second cas, l'article R.2122-10 permet aux pouvoirs adjudicateurs de recourir à une procédure négociée sans publicité ni mise en concurrence préalable ayant pour objet l'achat de produits fabriqués uniquement à des fins de recherche, d'expérimentation, d'étude ou de développement, sans objectif de rentabilité ou d'amortissement des coûts de recherche et de développement.

Cas particulier : Les achats innovants

Afin de favoriser les achats innovants, le gouvernement a porté diverses mesures relatives aux contrats de la commande publique en 2018, dont une d'entre elles vise à modifier, à titre expérimental et pour une durée de trois ans, le seuil financier des marchés négociés sans publicité ni mise en concurrence. Cette mesure, inscrite dans le décret n°2018-1225, précise que :

Article 1 du décret n°2018-1225 : « A titre expérimental, pour une période de trois ans à compter de l'entrée en vigueur du présent décret, les acheteurs [...] peuvent passer un marché négocié sans publicité ni mise en concurrence préalable portant sur des travaux, fournitures ou services innovants [...] et répondant à un besoin dont la valeur estimée est inférieure à 100 000 euros hors taxes. Lorsqu'ils font usage de cette faculté, les acheteurs veillent à choisir une offre pertinente, à faire une bonne utilisation des deniers publics et à ne pas contracter systématiquement avec un même opérateur économique lorsqu'il existe une pluralité d'offres susceptibles de répondre au besoin. »

Article 2 du décret n°2018-1225 : « Les acheteurs qui concluent un marché public négocié sans publicité ni mise en concurrence préalable sur le fondement de l'article 1^{er} en font la déclaration auprès de l'Observatoire économique de la commande publique selon les modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'économie. »

1.2. Les marchés publics ouverts aux variantes proposées par les candidats

La notion de variante, visée aux articles R.2151-8 à 11 du code de la commande publique, est définie comme une « modification, à l'initiative des candidats, de spécifications prévues dans la solution de base décrite dans les documents de la consultation¹ ». Elle est à distinguer des Prestations Supplémentaires Eventuelles (PSE) car la variante porte sur les modalités d'exécution de la prestation et n'a pas pour objet des prestations venant s'ajouter à la prestation définie dans le marché.

En procédure formalisée, l'ouverture aux variantes d'entreprises doit être expressément mentionnée dans l'avis de marché ou l'invitation à confirmer l'intérêt. Ainsi, l'acheteur peut bénéficier de toute la capacité d'innovation du secteur économique concerné. Elles permettent de découvrir des solutions innovantes qui, tout en répondant à ses besoins, permettent d'utiliser de nouveaux procédés et de nouvelles technologies présentant des avantages par rapports aux solutions traditionnelles.

L'ouverture à variantes doit donc être préparée par le maître d'ouvrage et, si marché de maîtrise d'oeuvre, être intégrée dans son marché de maîtrise d'oeuvre ; l'analyse des variantes pouvant être complexe et nécessiter des vérifications complémentaires.

L'acheteur pourra utilement se référer au guide IDRRIM (2016) « Variantes d'entreprise : Quel intérêt pour les maîtres d'ouvrage ? Comment les mettre en oeuvre ? » pour l'ouverture des marchés publics aux variantes et leur analyse².

¹ Conseil d'Etat, 5 janvier 2011. N° 343206. Société Technologie Alpine Sécurité / Commune de Bonneval-sur-Arc
² Voir sur le lien de téléchargement : <https://www.idrrim.com/publications/4556.htm>

Article R.2151-8 du code de la commande publique

« Les acheteurs peuvent autoriser la présentation de variantes dans les conditions suivantes :

1.1° Pour les marchés publics passés selon une procédure formalisée :

- a) Lorsque le marché public est passé par un pouvoir adjudicateur, les variantes sont interdites sauf mention contraire dans l'avis de marché ou dans l'invitation à confirmer l'intérêt ;*
- b) Lorsque le marché public est passé par une entité adjudicatrice, les variantes sont autorisées sauf mention contraire dans l'avis de marché ou dans l'invitation à confirmer l'intérêt ;*

2° Pour les marchés publics passés selon une procédure adaptée, les variantes sont autorisées sauf mention contraire dans les documents de la consultation. »

Article R.2151-9 du code de la commande publique

« L'acheteur peut exiger la présentation de variantes. Dans ce cas, il l'indique dans l'avis d'appel à la concurrence, dans l'invitation à confirmer l'intérêt ou, en l'absence d'un tel avis ou d'une telle invitation, dans les documents de la consultation. »

Article R2151-10 du code de la commande publique

« Lorsque l'acheteur autorise ou exige la présentation de variantes, il mentionne dans les documents de la consultation les exigences minimales que les variantes doivent respecter ainsi que toute condition particulière de leur présentation. »

Article R2151-11 du code de la commande publique

« Lorsque l'acheteur autorise ou exige la présentation de variantes, il mentionne dans les documents de la consultation les exigences minimales que les variantes doivent respecter ainsi que toute condition particulière de leur présentation. »

1.3. Marchés publics réalisés dans le cadre de programmes expérimentaux

Cette procédure d'achat s'inscrit dans un cadre plus large et préalable : un programme public national de recherche, d'essai et d'expérimentation, dont les projets sont retenus par l'Etat.

Le programme public national permet d'identifier une ou des thématiques d'innovation et, à partir de ces thèmes, un appel à projet avec publicité adaptée conduit à une sélection d'innovations qui devront être testées. Pour réaliser les travaux nécessaires aux tests, le marché de travaux peut suivre une procédure de mise en concurrence conforme à la commande publique, limitée aux opérateurs économiques choisis parmi ceux dont les projets auront été sélectionnés par le Jury du programme public national, après publication d'un avis de marché.

La procédure d'un appel à projet se déroule en plusieurs étapes :

Phase 1 : La remontée des besoins

La démarche conduisant à l'établissement du programme s'appuie sur une consultation large menée auprès de l'ensemble des acteurs concernés. Cette remontée permet de faire émerger les besoins actuels et les pistes de recherche développées par les entreprises.

A la lumière de ces éléments, les thèmes qui feront l'objet d'un appel à projet d'innovations sont déterminés.

Phase 2 : Présentation des offres et désignation des lauréats

A compter de la date de publication de l'appel à projet, les candidats potentiels disposent d'une durée limitée pour remettre leurs propositions. Celles-ci devront être accompagnées d'un dossier technique et administratif, répondant aux critères et attentes de l'appel à projet, et permettant une juste évaluation du dossier lors de l'instruction. Celle-ci doit permettre d'apporter tous les éléments nécessaires de comparaison à la structure en charge de la sélection.

A l'issue de cette instruction, la liste des projets retenus pour l'appel à projet est communiquée et publiée au Journal Officiel.

Phase 3 : Déroulement de l'expérimentation

Pour chaque projet retenu, un cadre d'expérimentation est établi fixant les modalités d'organisation, de gestion et de suivi de l'expérimentation. Ce cadre doit permettre in fine de juger de la pertinence et de l'efficacité de l'innovation considérée.

Point particulier - la passation de marché

Les procédures adaptées pour réaliser des chantiers dans ce cadre son explicitées en partie 2 et 3 de ce document.

Article R.2172-33 du code de la commande publique

« Pour la réalisation d'ouvrages issus de projets retenus par l'Etat dans le cadre d'un programme public national de recherche, d'essai et d'expérimentation, l'acheteur peut passer des marchés de maîtrise d'œuvre ou de travaux, sur certains de ces ouvrages afin d'en vérifier la pertinence. »

1.4. Critères d'attribution des offres

Les articles R.2152-6 à 8 du code de la commande publique liste, de façon non exhaustive, les critères « non discriminatoires et liés à l'objet du marché... » qui peuvent permettre de retenir l'offre économiquement la plus avantageuse, dont l'un des critères est le caractère innovant.

Ce critère est rarement utilisé dans le domaine routier. Il relève d'une politique d'achat d'un gestionnaire de réseau routier et, dans ce cas, sera appliqué à une nature de travaux donnée. Il ne permet pas d'expérimenter un procédé ciblé. En outre, les modalités d'appréciation du critère doivent être précisées dans les documents de la consultation.

Lorsque le caractère « innovant » est intégré au critère de jugement des offres, il est indispensable que soient remis dans l'offre (et donc demandés dans le dossier de consultation) les éléments suivants :

1. Un ou plusieurs documents justificatifs du caractère innovant de l'offre (toutes spécifications techniques et/ou économiques permettant de justifier l'apport de la solution innovante vis-à-vis des solutions existantes) ;
2. Les éléments techniques permettant de vérifier que le procédé répond aux fonctions qu'il doit assumer ;
3. Les éléments permettant de qualifier l'adéquation du procédé au besoin exprimé dans le marché, en particulier en terme de durabilité.

Article R.2152-7 du code de la commande publique

« Pour attribuer le marché public au soumissionnaire ou, le cas échéant, aux soumissionnaires qui ont présenté l'offre économiquement la plus avantageuse, l'acheteur se fonde :

[...]

2° Soit sur une pluralité de critères non-discriminatoires et liés à l'objet du marché public ou à ses conditions d'exécution parmi lesquels figure le critère du prix ou du coût et un ou plusieurs autres critères comprenant des aspects qualitatifs, environnementaux ou sociaux. Il peut s'agir, par exemple, des critères suivants :

a) La qualité, y compris la valeur technique et les caractéristiques esthétiques ou fonctionnelles, [...] le caractère innovant, [...] ; »

1.5. Procédure concurrentielle avec négociation ou dialogue compétitif

Les articles R.2124-3 et 5 du code de la commande publique permettent de passer des marchés suivant une procédure concurrentielle avec négociation ou d'utiliser le dialogue compétitif.

Pour rappel, la procédure avec négociation est la procédure par laquelle l'acheteur négocie les conditions du marché avec un ou plusieurs opérateurs économiques.

Le dialogue compétitif, quant à lui, est la procédure par laquelle l'acheteur dialogue avec les candidats admis à y participer en vue de définir ou développer les solutions de nature à répondre à ses besoins et sur la base desquelles ces candidats sont invités à remettre une offre.

Ces procédures peuvent être notamment utilisées lorsque le besoin exprimé par le maître d'ouvrage ne peut pas être satisfait par les solutions immédiatement disponibles ou que ce besoin consiste en une solution innovante et qu'il est nécessaire :

- soit d'adapter un procédé existant ;
 - soit d'avoir recours à une technique innovante.
- De même, ces procédures sont peu appliquées dans le domaine routier, les maîtres d'ouvrage n'anticipant pas les possibles innovations.

Article R.2124-3 du code de la commande publique

« 1° Lorsque le besoin ne peut être satisfait sans adapter des solutions immédiatement disponibles ;

2° Lorsque le besoin consiste en une solution innovante. Sont innovants les travaux, fournitures ou services nouveaux ou sensiblement améliorés. Le caractère innovant peut consister dans la mise en oeuvre de nouveaux procédés de production ou de construction, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures de l'entreprise ;

3° Lorsque le marché comporte des prestations de conception ;
[...]

5° Lorsque le pouvoir adjudicateur n'est pas en mesure de définir les spécifications techniques avec une précision suffisante en se référant à une norme, une évaluation technique européenne, une spécification technique commune ou un référentiel technique, [...] ».

1.6. Marchés particuliers : le partenariat d'innovation

Le partenariat d'innovation, prévue aux articles R.2172-20 à 32 du code de la commande publique, est un nouveau type de marché public qui a pour objet la recherche et le développement ainsi que l'acquisition de travaux innovants qui en sont le résultat. Il permet de répondre à un besoin qui ne peut être satisfait par des solutions disponibles sur le marché.

Conclu sur le long terme, le partenariat d'innovation comprend deux phases principales :

- la phase de recherche et développement (R&D) ;
- la phase d'acquisition des fournitures, services ou travaux issus de la phase de R&D.

La phase de R&D peut elle-même être découpée en plusieurs phases, à l'issue desquelles l'acheteur peut décider, soit de poursuivre l'exécution du partenariat, soit de l'arrêter.

Les partenariats d'innovation d'un montant égal ou supérieur aux seuils de procédure formalisée sont passés selon la procédure concurrentielle avec négociation pour les pouvoirs adjudicateurs.

2. Les procédures adaptées pour réaliser des chantiers / expérimentations avec les lauréats du CIRR

Parmi les procédures prescrites dans le code de la commande publique, deux sont particulièrement adaptées :

2.1. Marchés publics réalisés dans le cadre de programmes expérimentaux

La procédure prévue par l'article R.2172-33 du code de la commande publique est adaptée pour réaliser des chantiers/expérimentations avec un lauréat de l'appel à projets innovants « Routes et Rues ». L'Appel à Projet d'innovation « Routes et Rues » est un programme national de recherche créé par l'arrêté du 7 mars 2007 relatif à la création d'un programme public national de recherche, essai et expérimentation dans le domaine de la voirie et des réseaux divers. Cet Appel à Projets est piloté au sein de la DIT par le Comité Innovation Routes et Rues (CIRR). Les marchés passés pour le test des innovations lauréates du CIRR peuvent donc suivre la procédure de cet article.

Pour appliquer l'article R.2172-33, le pouvoir adjudicateur doit élaborer une consultation pour mise en concurrence limitée aux lauréats du CIRR, comme spécifié à l'article R.2172-34. Pour élaborer la consultation, il sera nécessaire de définir des spécifications à faire figurer dans le cahier des charges, spécifications particulières répondant aux fonctionnalités des ou de l'innovation lauréate.

Dans l'hypothèse où seul un opérateur serait sélectionné par le jury, l'article R.2172-33 du code du décret n'impose pas d'ouvrir la consultation à d'autres entreprises, cette ouverture étant une faculté relevant de la performance de l'achat propre à la politique de chaque maître d'ouvrage.

Ainsi, le maître d'ouvrage peut recourir à une procédure de marché négocié, auquel cas l'entreprise lauréate devra justifier les coûts du chantier expérimental.

Dans tous les cas (après mise en concurrence ou non), avant la signature du marché, un protocole d'expérimentation, prévu dans les procédures du CIRR, fixe les engagements entre le maître d'ouvrage et la DIT. Un programme d'expérimentation est alors établi par l'expert en charge du suivi de l'innovation et en coordination avec l'entreprise lauréate et les équipes locales du Cerema.

La gestion du marché est assurée ensuite normalement, avec les seules contraintes complémentaires liées à l'application du programme d'expérimentation.

2.2. Marchés passés sans publicité ni mise en concurrence préalable

Pour les pouvoirs adjudicateurs, en-dehors des conditions prévues par le décret n°2018-1225, seuls deux cas existent pour l'utilisation de cet article :

- Soit que l'innovation retenue par le CIRR soit protégée par un droit d'exclusivité, notamment de propriété intellectuelle, et qu'il n'existe aucune solution alternative ou de remplacement raisonnable et que l'absence de concurrence ne résulte pas d'une restriction artificielle des caractéristiques du marché public. (Article R.2122-3).
- Soit que l'innovation retenue par le CIRR concerne des marchés publics ayant pour objet l'achat de produits uniquement à des fins de recherche, d'expérimentation, d'étude ou de développement, sans objectif de rentabilité ou d'amortissement des coûts de recherche et de développement. (Article R.2122-10).

3. Les procédures adaptées pour réaliser des chantiers / expérimentations avec les projets retenus par le Programme d'Investissement d'Avenir (PIA)

Le PIA sélectionne des projets dont les caractéristiques répondent aux critères d'éligibilité fixés dans l'appel à projet.

Pour les projets sélectionnés, le PIA subventionne, selon la taille de l'entreprise :

- La partie recherche³ entre 50 et 70 %
- La partie développement⁴ entre 35 et 55 %, sous forme d'avance remboursable.

La réalisation de chantiers expérimentaux se situe clairement dans la phase de développement. Le PIA ne subventionnera que le coût marginal généré par l'innovation. Dans la mesure du possible, ce coût marginal sera établi en référence aux techniques existantes, même si l'innovation apporte des fonctions, services, avantages supérieurs aux techniques classiques. Si aucune référence n'existe, le coût marginal est égal au coût du chantier.

Plusieurs modalités d'achat sont applicables aux projets retenus par le PIA « Route du Futur », elles sont identiques à celles applicables à des projets retenus par le CIRRI :

- L'article R.2172-33 puisque le PIA est assimilé à un programme public national de recherche, d'essai et d'expérimentation et que les procédures de sélection des projets répondent aux exigences de cet article ;
- L'article R.2122-3.
- L'article R.2122-10.

³ **Recherche Industrielle (RI)** : « Correspond à la recherche planifiée, ou des enquêtes critiques, visant à acquérir de nouvelles connaissances et aptitudes en vue de mettre au point de nouveaux produits, procédés ou services, ou d'entraîner une amélioration notable des produits, procédés ou services existants. Elle comprend la création de composants de systèmes complexes, nécessaire à la recherche industrielle, notamment pour la validation de technologies génériques, à l'exclusion des prototypes visés dans le développement expérimental. » (OCDE, 2002)

⁴ **Développement Expérimental (DE)** : « L'acquisition, l'association, la mise en forme et l'utilisation de connaissances et de techniques scientifiques, technologiques, commerciales et autres existantes en vue de produire des projets, des dispositifs ou des dessins pour la conception de produits, de procédés ou de services nouveaux, modifiés ou améliorés. Il peut s'agir notamment d'autres activités visant la définition théorique et la planification de produits, de procédés ou de services nouveaux, ainsi que la consignation des informations qui s'y rapportent. Ces activités peuvent porter sur la production d'ébauches, de dessins, de plans et d'autres documents, à condition qu'ils ne soient pas destinés à un usage commercial. » (OCDE, 2002)

4. Les procédures de gestion des innovations

Mise au point du marché et protocole d'expérimentation

Avant la réalisation du chantier expérimental ou la mise en oeuvre du procédé ou du dispositif innovant, un protocole d'expérimentation est établi fixant les dispositions d'organisation, de gestion et de suivi de l'expérimentation, ceci afin de juger de la pertinence de l'innovation considérée, par exemple :

- Apport par rapport aux techniques classiques.
- Pour un produit, matériau ou nouvelle conception d'un objet routier, la faisabilité de la mise en oeuvre, la durée de vie ...
- Pour un procédé de fabrication ou de mise en oeuvre de matériaux ou produits : les performances du produit, après fabrication ou mise en oeuvre, par rapport aux produits classiques.

Le protocole doit comprendre :

- La description du site d'accueil proposé pour l'expérimentation avec les caractéristiques techniques nécessaires à la mise en oeuvre et à l'évaluation de l'innovation.
- Le plan de suivi de l'expérimentation : les essais et mesures, les données à recueillir et leur traitement ultérieur.
- L'engagement des différentes parties prenantes (maître d'ouvrage, Cerema, Entreprises).
- Le programme technique d'essai, de mesures et d'observations pour le suivi de l'innovation.

Gestion du risque de défaillance de l'innovation

La mise en oeuvre d'une innovation s'accompagne d'une prise de risque technique plus ou moins importante que le maître d'ouvrage se doit d'apprécier dans son analyse des offres et qui doit être clairement définie lors de la mise au point du marché.

La gestion du risque va dépendre notamment :

- Du stade de développement de l'innovation (et de son TRL⁵);
- Du type de procédure de passation passée (variante, accord commun, programmes expérimentaux...);
- De la politique d'achat propre au maître d'ouvrage.

L'évaluation des aléas et du risque de défaillance de l'innovation peut conduire les parties prenantes à une contractualisation pour la prise en charge du risque et du surcoût de remise en état. L'évaluation des coûts de remise en état et de la part assurée par chacune des parties prenantes sera alors à définir lors de la mise au point du marché.

Déroulement des travaux et réception

Pas de contraintes particulières, si ce n'est celles liées au programme d'expérimentation.

⁵ Technology Readiness Level

ANNEXE : Référence aux extraits du code de la commande publique

Marchés passés sans publicité ni mise en concurrence préalable

Article R.2122-3

L'acheteur peut passer un marché sans publicité ni mise en concurrence préalables lorsque les travaux, fournitures ou services ne peuvent être fournis que par un opérateur économique déterminé, pour l'une des raisons suivantes :

- 1° Le marché a pour objet la création ou l'acquisition d'une œuvre d'art ou d'une performance artistique unique ;
- 2° Des raisons techniques. Tel est notamment le cas lors de l'acquisition ou de la location d'une partie minoritaire et indissociable d'un immeuble à construire assortie de travaux répondant aux besoins de l'acheteur qui ne peuvent être réalisés par un autre opérateur économique que celui en charge des travaux de réalisation de la partie principale de l'immeuble à construire ;
- 3° L'existence de droits d'exclusivité, notamment de droits de propriété intellectuelle.

Le recours à un opérateur déterminé dans les cas mentionnés aux 2° et 3° n'est justifié que lorsqu'il n'existe aucune solution de remplacement raisonnable et que l'absence de concurrence ne résulte pas d'une restriction artificielle des caractéristiques du marché.

Article R.2122-10

Un pouvoir adjudicateur peut passer un marché sans publicité ni mise en concurrence préalables ayant pour objet l'achat de produits fabriqués uniquement à des fins de recherche, d'expérimentation, d'étude ou de développement, sans objectif de rentabilité ou d'amortissement des coûts de recherche et de développement.

Procédure avec négociation

Article R.2124-3

Le pouvoir adjudicateur peut passer ses marchés selon la procédure avec négociation dans les cas suivants :

- 1° Lorsque le besoin ne peut être satisfait sans adapter des solutions immédiatement disponibles ;
- 2° Lorsque le besoin consiste en une solution innovante. Sont innovants les travaux, fournitures ou services nouveaux ou sensiblement améliorés. Le caractère innovant peut consister dans la mise en œuvre de nouveaux procédés de production ou de construction, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures de l'entreprise ;
- 3° Lorsque le marché comporte des prestations de conception ;
- 4° Lorsque le marché ne peut être attribué sans négociation préalable du fait de circonstances particulières liées à sa nature, à sa complexité ou au montage juridique et financier ou en raison des risques qui s'y rattachent ;

5° Lorsque le pouvoir adjudicateur n'est pas en mesure de définir les spécifications techniques avec spécification technique commune ou un référentiel technique, définis à la section 2 du chapitre Ier du titre Ier du présent livre ;

6° Lorsque, dans le cadre d'un appel d'offres, seules des offres irrégulières ou inacceptables, au sens des articles L. 2152-2 et L. 2152-3, ont été présentées pour autant que les conditions initiales du marché ne soient pas substantiellement modifiées. Le pouvoir adjudicateur n'est pas tenu de publier un avis de marché s'il ne fait participer à la procédure que le ou les soumissionnaires qui ont présenté des offres conformes aux exigences relatives aux délais et modalités formelles de l'appel d'offres.

Article R.2124-4

L'entité adjudicatrice peut passer librement ses marchés selon la procédure avec négociation.

Dialogue compétitif

Article R.2124-5

Le pouvoir adjudicateur peut passer ses marchés selon la procédure du dialogue compétitif dans les cas mentionnés à l'article R. 2124-3.

Article R.2124-6

L'entité adjudicatrice peut passer librement ses marchés selon la procédure du dialogue compétitif.

Variantes

Article R.2151-8

Les acheteurs peuvent autoriser la présentation de variantes dans les conditions suivantes :

- 1° Pour les marchés passés selon une procédure formalisée :

a) Lorsque le marché est passé par un pouvoir adjudicateur, les variantes sont interdites sauf mention contraire dans l'avis de marché ou dans l'invitation à confirmer l'intérêt ;

b) Lorsque le marché est passé par une entité adjudicatrice, les variantes sont autorisées sauf mention contraire dans l'avis de marché ou dans l'invitation à confirmer l'intérêt ;

2° Pour les marchés passés selon une procédure adaptée, les variantes sont autorisées sauf mention contraire dans les documents de la consultation.

Article R.2151-9

L'acheteur peut exiger la présentation de variantes. Dans ce cas, il l'indique dans l'avis d'appel à la concurrence, dans l'invitation à confirmer l'intérêt ou, en l'absence d'un tel avis ou d'une telle invitation, dans les documents de la consultation.

Article R.2151-10

Lorsque l'acheteur autorise ou exige la présentation de variantes, il mentionne dans les documents de la consultation les exigences minimales que les variantes doivent respecter ainsi que toute condition particulière de leur présentation.

Article R.2151-11

Pour les marchés de fournitures ou de services, une variante ne peut être rejetée au seul motif qu'elle aboutirait, si elle était retenue, à un marché de services au lieu d'un marché de fournitures ou à un marché de fournitures au lieu d'un marché de services.

Choix des critères d'attribution

Article R.2152-6

Les offres régulières, acceptables et appropriées, et qui n'ont pas été rejetées en application des articles R. 2152-3 à R. 2152-5 et R. 2153-3, sont classées par ordre décroissant en appliquant les critères d'attribution.

Article R.2152-7

Pour attribuer le marché au soumissionnaire ou, le cas échéant, aux soumissionnaires qui ont présenté l'offre économiquement la plus avantageuse, l'acheteur se fonde :

1° Soit sur un critère unique qui peut être :

a) Le prix, à condition que le marché ait pour seul objet l'achat de services ou de fournitures standardisés dont la qualité est insusceptible de variation d'un opérateur économique à l'autre ;

b) Le coût, déterminé selon une approche globale qui peut être fondée sur le coût du cycle de vie défini à l'article R. 2152-9 ;

2° Soit sur une pluralité de critères non-discriminatoires et liés à l'objet du marché ou à ses conditions d'exécution, parmi lesquels figure le critère du prix ou du coût et un ou plusieurs autres critères comprenant des aspects qualitatifs, environnementaux ou sociaux.

Il peut s'agir des critères suivants :

a) La qualité, y compris la valeur technique et les caractéristiques esthétiques ou fonctionnelles, l'accessibilité, l'apprentissage, la diversité, les conditions de production et de commercialisation, la garantie de la rémunération équitable des producteurs, le caractère innovant, les performances en matière de protection de l'environnement, de développement des approvisionnements directs de produits de l'agriculture, d'insertion professionnelle des publics en difficulté, la biodiversité, le bien-être animal ;

b) Les délais d'exécution, les conditions de livraison, le service après-vente et l'assistance technique, la sécurité des approvisionnements, l'interopérabilité et les caractéristiques opérationnelles ;

c) L'organisation, les qualifications et l'expérience du personnel assigné à l'exécution du marché lorsque la qualité du personnel assigné peut avoir une influence significative sur le niveau d'exécution du marché.

D'autres critères peuvent être pris en compte s'ils sont justifiés par l'objet du marché ou ses conditions d'exécution.

Les critères d'attribution retenus doivent pouvoir être appliqués tant aux variantes qu'aux offres de base.

Article R.2152-6

En cas de dialogue compétitif et pour les partenariats d'innovation, l'offre économiquement la plus avantageuse est identifiée sur la base d'une pluralité de critères conformément aux dispositions du 2° de l'article R. 2152-7.

Partenariat d'innovation

Article R.2172-20

L'acheteur peut décider de mettre en place un partenariat d'innovation avec un ou plusieurs opérateurs économiques qui exécutent les prestations de manière séparée dans le cadre de contrats individuels.

Article R.2172-21

La décision mentionnée à l'article R. 2172-20 est indiquée dans l'avis de marché ou dans un autre document de la consultation.

Article R.2172-22

L'acheteur définit, dans les documents de la consultation, le besoin relatif aux produits, services ou travaux innovants. Il indique les éléments de cette définition qui fixent les exigences minimales que doivent respecter toutes les offres. Les informations fournies sont suffisamment précises pour permettre aux opérateurs économiques de déterminer la nature et la portée de la solution requise et de décider de demander ou non à participer à la procédure.

Article R.2172-23

Le partenariat d'innovation comprend une ou plusieurs phases successives qui suivent le déroulement du processus de recherche et de développement et une ou plusieurs phases d'acquisition des produits, services ou travaux qui en sont le résultat.

La structure, la durée et la valeur des différentes phases du partenariat d'innovation tiennent compte du degré d'innovation de la solution proposée, de la durée et du coût des activités de recherche et d'innovation requises pour le développement de la solution innovante.

La valeur estimée des produits, services ou travaux dont l'acquisition est envisagée n'est pas disproportionnée par rapport à l'investissement requis pour leur développement, quelle que soit la part des activités de recherche et de développement financée par l'acheteur.

Article R.2172-24

Le partenariat d'innovation définit les objectifs de chaque phase que le partenaire doit atteindre ainsi que la rémunération associée à chaque phase.

Article R.2172-25

La répartition des droits de propriété intellectuelle, notamment quant aux résultats des phases de recherche et développement, est prévue dans le partenariat d'innovation.

Article R.2172-26

Les partenariats d'innovation d'un montant égal ou supérieur aux seuils de procédure formalisée sont passés selon la procédure avec négociation sous réserve des dispositions de la présente sous-section.

Article R.2172-27

Un avis de préinformation ou un avis périodique indicatif ne peut être utilisé en lieu et place de l'avis de marché.

Article R.2172-28

Le délai minimum de réception des candidatures prévu à l'article R. 2161-12 ne peut être réduit. La sélection des candidatures tient compte notamment de la capacité des candidats dans le domaine de la recherche et du développement ainsi que dans l'élaboration et la mise en œuvre de solutions innovantes.

Article R.2172-29

Sans préjudice de l'application des dispositions des articles R. 2151-1 à R. 2151-5, le délai minimal de réception des offres initiales est librement fixé par l'acheteur.

Article R.2172-30

L'acheteur ne peut attribuer le partenariat d'innovation sur la base des offres initiales sans négociation. Il négocie les offres initiales et toutes les offres ultérieures en vue d'en améliorer le contenu à l'exception des offres finales. Les critères d'attribution et les exigences minimales ne font pas l'objet de négociation.

La négociation peut se dérouler en phases successives à l'issue desquelles certains soumissionnaires sont éliminés par application des critères d'attribution définis dans les documents de la consultation. L'acheteur indique, dans l'un de ces documents, s'il fera usage de cette possibilité. Il informe, à l'issue de chaque phase, tous les soumissionnaires dont l'offre n'a pas été éliminée des changements apportés aux documents de la consultation et leur accorde un délai suffisant pour leur permettre de modifier leur offre et, le cas échéant, de la présenter à nouveau.

Article R.2172-31

A l'issue de chaque phase, sur la base des résultats obtenus, l'acheteur décide :

1° Soit de poursuivre l'exécution du partenariat d'innovation, éventuellement après avoir précisé ou modifié, avec l'accord du partenaire, les objectifs de la phase suivante et les moyens à mettre en œuvre pour les atteindre. Les conditions initiales du partenariat d'innovation ne peuvent être substantiellement modifiées à cette occasion ;

2° Soit de mettre un terme au partenariat d'innovation ou, lorsqu'il existe plusieurs partenaires, de réduire leur nombre en mettant un terme à leurs contrats.

Le partenariat d'innovation mentionne cette prérogative de l'acheteur et définit les conditions de sa mise en œuvre, notamment ses conséquences financières et les modalités de sélection des partenaires avec lesquels il est décidé de poursuivre l'exécution du partenariat.

L'exécution de chaque phase est subordonnée à une décision de l'acheteur notifiée au partenaire dans les conditions fixées dans le partenariat d'innovation.

Article R.2172-32

L'acheteur ne peut acquérir les produits, les services ou les travaux résultant des phases de recherche et de développement que s'ils correspondent aux niveaux de performance et n'excèdent pas les coûts maximum prévus par le partenariat d'innovation.

Marchés réalisés dans le cadre de programmes expérimentaux

Article R.2172-33

Pour la réalisation d'ouvrages issus de projets retenus par l'Etat dans le cadre d'un programme public national de recherche, d'essai et d'expérimentation, l'acheteur peut passer des marchés de maîtrise d'œuvre ou de travaux, sur certains de ces ouvrages afin d'en vérifier la pertinence.

Article R.2172-34

Ces marchés sont conclus au terme d'une procédure de mise en concurrence conforme aux dispositions du présent livre, limitée à des opérateurs économiques choisis parmi ceux dont les projets auront été sélectionnés par le jury du programme public national, après publication d'un avis de marché.

Un protocole d'expérimentation est passé entre l'acheteur et l'organisme public responsable du programme national.

Décret n°2018-1225 portant diverses mesures relatives aux contrats de la commande publique

Dispositions relatives à l'expérimentation en matière d'achats innovants

Article 1

A titre expérimental, pour une période de trois ans à compter de l'entrée en vigueur du présent décret, les acheteurs soumis à l'ordonnance du 23 juillet 2015 susvisée peuvent passer un marché public, y compris un marché public de défense ou de sécurité, négocié sans publicité ni mise en concurrence préalables portant sur des travaux, fournitures ou services innovants, définis au 2° du II de l'article 25 du décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 susvisé ou à l'article 81 du décret n° 2016-361 du 25 mars 2016 susvisé, et répondant à un besoin dont la valeur estimée est inférieure à 100 000 euros hors taxes.

Lorsqu'ils font usage de cette faculté, les acheteurs veillent à choisir une offre pertinente, à faire une bonne utilisation des deniers publics et à ne pas contracter systématiquement avec un même opérateur économique lorsqu'il existe une pluralité d'offres susceptibles de répondre au besoin.

Article 2

Les acheteurs qui concluent un marché public négocié sans publicité ni mise en concurrence préalables sur le fondement de l'article 1er en font la déclaration auprès de l'Observatoire économique de la commande publique selon les modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'économie.

Article 3

Le ministre chargé de l'économie assure le suivi et l'évaluation de l'expérimentation. Il transmet au Premier ministre un rapport d'évaluation sur l'application du dispositif dans les six mois qui précèdent le terme de l'expérimentation. Ce rapport d'évaluation est élaboré sur la base des données transmises par les acheteurs en application de l'article 2. Il est rendu public.

Se déplacer avec une énergie nouvelle

Route La chaussée met le contact

Le développement des véhicules électriques pousse la voirie à s'adapter. Souvent inspirées du ferroviaire, de nouvelles solutions de recharge émergent.

Trois millions de voitures électriques circulaient dans le monde en 2017, selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Ce chiffre demeure encore modeste, mais il pourrait s'élever à 130 millions d'ici à 2030 si les ventes continuent d'augmenter. Sans compter les bus, les camions et les deux-roues, dont les flottes verdissent aussi rapidement.

Pour alimenter les batteries des véhicules individuels, la solution déployée à ce jour reste la recharge statique depuis une

borne. « Quel que soit le véhicule, elle implique son immobilisation », relève Aurélien Schuller, consultant chez Carbone 4, cabinet de conseil spécialisé sur la transition énergétique et l'adaptation au changement climatique. Contraignante, cette solution l'est encore plus pour les poids lourds. Volumineuses et lourdes, leurs batteries impactent en outre la charge utile des camions. La route pourrait permettre de contourner ce problème. Afin de tester des systèmes de recharge dits « dynamiques »

- soit pendant que le véhicule roule -, plusieurs pays ont lancé des expérimentations sur des pistes d'essai ou sur des portions de chaussée. Depuis 2015, le français Alstom étudie en Suède l'alimentation par le sol, qui consiste à faire rouler un camion équipé d'un patin au niveau d'un rail électrique (lire ci-dessous). En France, l'institut Vedecom met à l'épreuve un système de recharge par plaques à induction (lire p. 62). Et nos voisins allemands ont ouvert en décembre 2018 une por- (suite p. 60)

Le rail sur de bonnes voies

Alstom, au début des années 2000, déployait une technologie de recharge dynamique par le sol destinée aux tramways, qui permettait de se passer de lignes aériennes. Le système « APS » (pour alimentation par le sol) a depuis convaincu d'autres autorités organisatrices de transports, dont celles de Bordeaux, Angers et Tours. Mais le géant français n'entend pas se contenter du seul marché des tramways.

Il teste désormais sa solution sur les camions électriques. Les essais se déroulent sur une section de voirie de 308 m située au siège de Volvo, à Göteborg (Suède). La piste a été équipée de 14 rails de 22 m alimentés en électricité. Lorsqu'un véhicule arrive au niveau de la section de recharge, un patin entre

en contact avec le rail et permet ainsi la mise sous tension. « Nos essais fonctionnent : nous atteignons facilement une puissance d'alimentation de 100 kW, suffisante pour qu'un camion circule sans utiliser sa batterie, commente Patrick Duprat, responsable de la solution

route électrique chez Alstom. Nous souhaitons atteindre les 400 kW, ce qui permettra à la fois d'alimenter le moteur électrique et de recharger la batterie. » Si cette technologie est éprouvée dans le secteur ferroviaire, elle nécessite des adaptations pour la route. « Nous tra-

vailons avec des fournisseurs externes afin d'améliorer la conception des patins des camions, ce qui exige un savoir-faire spécifique. En parallèle, nous mesurerons avec l'Institut des sciences et technologies des transports et réseaux (Ifsttar) l'impact du rail sur la pérennité de la route », poursuit Patrick Duprat. Pour se passer de systèmes statiques de recharge, il faudrait équiper entre 30 et 50 % du linéaire autoroutier avec ce système. « A l'avenir, nous limiterons toutefois la longueur des rails à 11 m pour des raisons opérationnelles », précise le responsable.

Aucun déploiement à court terme n'est prévu en France, pour l'heure. En Suède, en revanche, Alstom vient de se positionner pour un appel d'offres, destiné cette fois à équiper une portion de route courante. ●



1. Un patin disposé sur le plancher du véhicule permet la mise en contact électrique avec le rail. 2. Alstom teste cette nouvelle technologie sur une piste d'essai de 308 m à Göteborg, en Suède.

Se déplacer avec une énergie nouvelle

tion d'autoroute où les camions se rechargent à l'aide de caténaires (*lire encadré ci-dessous*). Autant de solutions qui nécessitent de modifier l'infrastructure, dans des proportions plus ou moins importantes.

« Installer un rail au centre de la voie de droite ne nécessite que de réaliser une tranchée. Toutefois, nous n'avons pas encore évalué l'impact de ce dispositif sur le vieillissement de l'enrobé routier, même si plusieurs études sont en cours sur le sujet », précise Patrick Duprat, responsable de la solution route électrique chez Alstom. Sans compter que l'installation d'un rail nécessite de drainer l'eau de la chaussée afin d'éviter qu'il ne soit noyé. Enfin, cette solution paraît incompatible avec le salage des routes en hiver, car l'eau salée est particulièrement conductrice.

Autre piste séduisante, la recharge par induction au sol suppose quant à elle l'intégration des équipements dans l'enrobé. A terme, les plaques de recharge devront être placées sous la couche de roulement, sans dégrader la qualité de la chaussée. En définitive, seul le système par ca-

ténaire n'impacte pas l'infrastructure. Pour autant, cette solution n'est pas sans défauts : elle peut en effet poser des problèmes d'acceptabilité environnementale du fait de l'impact paysager, ou entraîner des risques pour la sécurité routière, en cas de rupture d'une caténaire par exemple.

Une course à l'innovation

Une seule technologie s'imposera. C'est pourquoi certains posent déjà des jalons. « Nous travaillons avec le Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique (Cenelec) à la standardisation de nos composants pour l'alimentation par le sol », confie Patrick Duprat chez Alstom. Dans cette course à l'innovation, les équipementiers ferroviaires sont incontournables. « Installer des caténaires ou un rail exige une expertise que possèdent ces industriels. Ce n'est pas le cas des opérateurs routiers », analyse Patrick Porru, responsable des affaires techniques à l'Institut des routes (Idrrim).

En retrait, les acteurs historiques restent néanmoins sur le qui-vive. Vinci Au-

toroutes et la société Autoroutes et tunnels du Mont-Blanc figurent sur la liste des commanditaires d'un rapport sur l'autoroute électrique. Réalisé par Carbone 4 et publié en février 2017, ce document devait vérifier la faisabilité socio-économique des systèmes proposés (induction, caténaires et rail). « Notre rapport montre que sur un tronçon très fréquenté comme Paris-Lille [1 400 camions par jour, NDLR], la recharge dynamique est viable économiquement, sans que les transporteurs aient besoin d'adapter leurs schémas logistiques », commente Aurélien Schuller.

En parallèle, des entreprises comme Colas ou Eurovia sont sollicitées pour leur expertise. « Nous n'en sommes qu'au stade des prototypes. Il est donc encore trop tôt pour identifier le rôle exact qui sera le nôtre », estime Pierre Delaigue, directeur de projets mobilités chez Leonard, la plateforme d'innovation du groupe Vinci. Une certitude : ce sera aux autorités publiques de prendre des décisions, car l'avenir de ces systèmes concerne aussi les industries ferroviaire et automobile. ● Emmanuelle Picaud

Des caténaires, même pour les camions

Depuis décembre 2018, les poids lourds hybrides qui circulent dans la banlieue de Francfort (Allemagne) ne puisent plus dans leur batterie lorsqu'ils traversent cette zone : une section de 5 km de la voie de droite vient en effet d'être électrifiée sur l'autoroute fédérale A5, dans les deux sens. Pour se connecter au réseau et alimenter leur moteur, les camions n'ont besoin que d'un pantographe.

Détection automatique

Déjà utilisé sur les trains, ce dispositif articulé relie le véhicule au fil de contact de la caténaire déployée au-dessus de la voie. Charge aux capteurs situés sur le toit du poids lourd de détecter automatiquement la présence d'une caténaire, pour permettre



Sur la route fédérale A5 au niveau de Francfort (Allemagne), les camions hybrides se rechargent via le système de caténaires.

au camion de déployer son dispositif de mise sous tension. « Notre technologie est similaire à celle utilisée pour électrifier le réseau ferré, à une différence près : notre so-

lution nécessite deux câbles et non un seul pour capter l'énergie », explique Hasso Grünjes, responsable de la solution « eHighway » chez Siemens Mobility. Le courant

circule entre les deux pantographes et le camion n'est pas en contact avec un rail, contrairement au ferroviaire.

Huit mois seulement ont été nécessaires pour équiper les deux sens de circulation de cette portion de route. « Non seulement notre solution est opérationnelle, mais elle impacte peu l'infrastructure, ce qui garantit une installation rapide », se félicite le responsable. Siemens n'en est pas à son coup d'essai. En 2016, l'équipementier avait équipé 2 km d'autoroute en Suède, près de la ville de Gävle, en partenariat avec le constructeur Scania. Les camions circulent toujours sur cette section expérimentale. En Allemagne, un second déploiement est prévu courant 2019 sur l'A1 vers Lübeck, au nord du pays. ●

Des plaques à induction en quête de puissance

Elle est surtout connue pour faire cuire les aliments, moins pour alimenter des batteries de voiture. Pourtant, l'induction électromagnétique qui fait fonctionner les plaques de nos cuisines inspire aussi les recherches dans le domaine routier.

Depuis quatre ans, la fondation Vedecom teste un prototype de route à induction dans le quartier de Satory, à Versailles (Yvelines). Sur cette section de 100 m, la route a été équipée de plaques en résine contenant des bobines dans lesquelles circule un courant électrique. Lorsqu'un véhicule s'y déplace, il capte une partie de l'énergie générée par la route. La voiture doit pour cela être équipée d'une bobine au niveau de son plancher. L'énergie est ensuite transférée au moteur à l'aide d'un convertisseur. « Notre objectif est d'offrir une alimentation complémentaire à celle des batteries électriques », précise François Colet, chef de projet chez Vedecom. A Satory, les équipes sont parvenues à générer 22 kW, soit tout juste de quoi alimenter une Zoé ou une BMWi3. « Cette limitation levée, l'induction conserve tout son intérêt et pourrait alimenter indifféremment un véhicule léger ou un poids lourd », assure Pierre Delaigue, directeur de projets mobilité chez Leonard, la plate-forme dédiée à l'innovation du groupe Vinci. Les camions réclament en effet une puissance quatre fois supérieure (100 kW). « Nous travaillons avec les constructeurs routiers pour améliorer la rentabilité énergétique du système. Leur savoir-faire peut être très utile », ajoute François Colet.

En attendant, Vedecom a réalisé un prototype démontable de route de 12 m de long pour les démonstrations. ●



- 1 et 2.** Les bobines sont insérées dans la route avant d'être recouvertes par les plaques. A terme, il est prévu que celles-ci soient dissimulées sous l'enrobé.
- 3.** Cette piste démontable est utilisée pour les démonstrations de prototype.

DOCUMENT 3

29 octobre 2018

source : *eti-construction.fr*

Le bitume, nouvel atout environnemental



La Mairie de Paris a lancé le projet Life – cool & low noise asphalt. Il s'agit d'améliorer les performances du bitume pour le faire contribuer à un meilleur bien-vivre dans la capitale. L'expérimentation porte sur trois projets étudiant la baisse de température de la zone et l'absorption des bruits.

La performance énergétique mise en avant

La **responsabilité environnementale** touche tous les domaines du BTP, y compris la réalisation des routes et, plus largement, des VRD. Souhaitant agir de façon large, en mobilisant tous les acteurs, la Ville de Paris vient de lancer une nouvelle phase de test. La municipalité investit dans le projet Life – cool & low noise asphalt, en partenariat avec Colas et Eurovia.

Les deux groupes ont mis au point ou adapté aux zones urbaines des bitumes uniques voués à jouer également un rôle dans la protection de l'environnement. Deux objectifs sont visés par cette expérimentation : la réduction du phénomène d'**îlot de chaleur**, la diminution du **bruit de roulage**. Trois sites ont été choisis dans la capitale pour mener à bien ces essais, sur des bandes de 200 m chacune.

Une température espérée en baisse de 2 à 3°C

Cette expérimentation entre dans le cadre du programme européen Life, intervenant à hauteur de 1,3 million dans le projet. Au total, celui-ci devrait représenter un coût supplémentaire de 1 million d'euros d'ici juillet 2022. Paris devrait toutefois pousser l'étude jusqu'en 2027.

Les performances visées sont une baisse de la température de l'îlot urbain en été de plus de 2°C. Dans le même temps, il est attendu une [diminution du bruit](#) d'à peu près 3 dB.



L'actualité professionnelle du secteur de l'environnement

La Gironde lance une expérimentation pour un entretien des routes plus respectueux de l'environnement



© Photographie Département de la Gironde
Travaux écologiques et innovants le 3 juillet sur la RD 670 à Saint Jean de Blaignac

Du 3 au 5 juillet, le département de la Gironde a lancé une expérimentation dans la rénovation écologique des routes sur deux kilomètres de la RD 670.

Le procédé testé, Recytal-ARM, a été développé par Eiffage Route. Il s'agit d'un procédé de retraitement de chaussée à froid qui remplace le bitume des enrobés par une solution écologique à base d'émulsions végétales issues des pins. En 2017, il a été retenu par le Comité d'innovation routes et rues du ministère de la Transition écologique pour être testé en situation réelle. La Gironde est son premier lieu d'expérimentation. La route test, la RD 670, a été choisie *"en raison de l'épaisseur de l'enrobé et parce qu'elle est fréquentée par 360 poids lourds tous les jours"*, indique le département.

Le procédé combine *"un recyclage total des chaussées bitumineuses anciennes dégradées, une technologie de retraitement en place, l'emploi d'émulsions (technique à froid) permettant une forte économie énergétique et aucune émission sur chantier ainsi que l'utilisation de produits locaux entièrement végétaux issus des restes de l'industrie papetière"*.

En termes de bénéfices environnementaux, le déploiement de ce procédé permettrait une réduction de 70% des gaz à effet de serre, de 50% de la consommation d'énergie, de 90% de ressources naturelles et de 80 camions par jour.

Article publié le 16 juillet 2018



Fanny Rousset , journaliste
Rédactrice

Actu-Environnement

© 2003 - 2018 COGITERRA - ISSN N°2107-6677

Actu-Environnement adhère au Centre Français d'exploitation du droit de Copie (CFC).

Voirie

Une petite commune s'engage sur la route de cinquième génération

Par Bruno Mouly
Octobre 2019

Egletons (Corrèze) 4 300 hab.

Un laboratoire à ciel ouvert de la route intelligente et connectée s'est créé dans la ville qui dispose d'un important campus.

Egletons a fait d'une pierre deux coups. La commune a profité de son programme d'aménagement et de requalification des espaces publics autour de son campus des métiers et des qualifications en génie civil et infrastructures intelligentes (CMQ GC2I) pour y intégrer un projet expérimental de route de cinquième génération. « L'objectif est de valoriser l'excellence de notre campus dans l'enseignement professionnel de génie civil en rapprochant nos étudiants et notre centre de recherche universitaire avec les grands groupes du BTP afin de favoriser l'innovation, le transfert de technologie et l'insertion professionnelle », indique Bertrand Breysse, directeur opérationnel du CMQ GC2I.

TROIS TRONÇONS

Après un appel à projets lancé il y a deux ans, la ville a réussi à attirer et à sélectionner les entreprises Spie Batignolles Malet, Eurovia (groupe Vinci) et Colas. Elles se partagent sur place trois tronçons expérimentaux dédiés à la voirie de cinquième génération. D'un montant total de 700 000 euros, cette initiative retenue par la région Nouvelle-Aquitaine n'est financée qu'à 43 % par la commune. « Nous avons obtenu des aides à hauteur de 57 % du coût global, notamment de la région pour 222 000 euros et de l'Etat pour 183 000 euros à travers la dotation de soutien à l'investissement local et du contrat de ruralité », souligne Charles Ferré, le maire.

Le premier tronçon a été réalisé par Spie Batignolles Malet de mai à juillet 2019. Il permettra de mettre en valeur des techniques innovantes d'instrumentation de la chaussée (fibre optique, capteurs...), d'apporter un éclairage public intelligent et optimisé et d'étudier la résistance des matériaux de la chaussée au trafic des véhicules.

« Le deuxième tronçon, qui sera opéré durant le premier trimestre de 2020 par Eurovia, verra la mise en place d'une technologie de non verglaçage et de déneigement de chaussée : elle consiste à utiliser le retour du réseau de chauffage urbain de la commune pour alimenter un réseau intégré à la structure de la chaussée », expose Dominique Monteil, directeur des services techniques d'Egletons.

La troisième tranche de voirie, prévue pour la fin 2020 ou le début 2021 et réalisée par Colas, portera notamment sur la mise en place d'un revêtement routier photovoltaïque

permettant l'alimentation de bornes de recharge d'équipements connexe (vélos électriques, luminaires, panneaux informations...).

« Ces trois expérimentations seront suivies pendant trois ans par des étudiants de l'IUT et par l'équipe du centre de recherche universitaire, ainsi que par les élèves de l'Ecole d'application des travaux publics du campus », précise Bertrand Breysse.

ESPACES PUBLICS

Cette initiative s'inscrit dans le programme communal plus large d'aménagement et de requalification des espaces publics, représentant un montant de plus de 3 millions d'euros, dont 25 % sont subventionnés par le fonds européen Feder (300 000 euros) et le département de la Corrèze (540 000 euros), alors que 75 % seront pris en charge par la municipalité (2,4 millions d'euros).

Budget

700 000 € TTC pour trois tronçons de voirie, financés par la région Nouvelle-Aquitaine (222 000 €), l'Etat (183 000€) et la commune (302 000 €).

Contact

Dominique Monteil, directeur des services techniques, dominique.monteil@mairie-egletons.fr

Un campus géant de 3 000 étudiants en génie civil

Le campus des métiers et des qualifications en génie civil et infrastructures intelligentes (CMQ GC21) d'Egletons réunit 3 000 élèves par an (étudiants, alternants, apprentis...) et regroupe l'ensemble des établissements scolaires (lycées des métiers du génie civil et des métiers de la maintenance et des matériels) et universitaires (IUT, faculté des sciences et techniques en génie civil, laboratoire de recherche...) de la commune. Le CMQ GC21 accueille aussi le campus de l'Ecole d'application des travaux publics constitué de centres d'enseignement affiliés comme le centre de formation continue des travaux publics, le centre de formation des apprentis des travaux publics et l'école de formation initiale par alternance aux métiers des travaux publics. S'y ajoutent les centres de formation pour adultes.

DOCUMENT 6

Carrefours giratoires : dispositions générales - SETRA

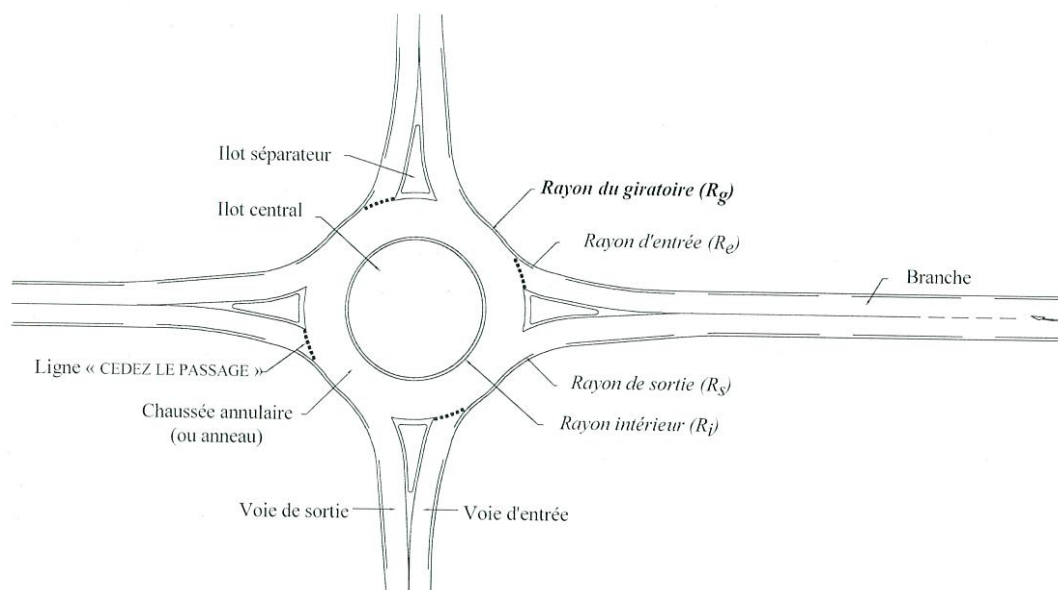
Le présent chapitre traite de l'aménagement et de la conception géométrique des carrefours à sens giratoire, dits carrefours giratoires.

Le carrefour giratoire est le carrefour plan qui offre le meilleur niveau de sécurité. Toutefois, cette performance peut être dégradée si certaines précautions ne sont pas prises tant au niveau de la conception générale (le choix de la dimension et de la position du giratoire, le soin apporté aux conditions de lisibilité et de visibilité, le tracé des différentes branches, le dessin des différents éléments qui constituent l'aménagement, etc.), que de la réalisation de détail (l'aménagement de l'îlot central, le choix et le positionnement de la signalisation, etc.).

Le respect de certains principes garantit un bon niveau de sécurité et permet d'optimiser la capacité des carrefours projetés, même si les conditions favorables à la sécurité et à la capacité ne sont pas toujours compatibles. En tout premier lieu, parce qu'il impose un sérieux ralentissement, sinon un arrêt, tout carrefour giratoire doit être convenablement perçu par les usagers qui l'abordent. Il doit être rapidement identifié comme tel, bien avant les limites imposées par le calcul de la distance d'arrêt.

Ce chapitre indique les principes à respecter pour obtenir simultanément un bon niveau de sécurité et l'adéquation aux caractéristiques des trafics. Il donne aussi les règles et les paramètres pour construire et dimensionner les différents composants de l'aménagement.¹

Fig. 1 — Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire.



Le rayon d'un carrefour giratoire (R_g) est le rayon du marquage de la rive extérieure de l'anneau, c'est-à-dire **le rayon du bord droit de la chaussée annulaire**. Définir un giratoire par son rayon extérieur permet de donner une meilleure idée de l'emprise du carrefour, et de rendre plus précisément compte des contraintes de giration réelles imposées aux véhicules les plus gênés (notamment les poids lourds).

¹ Lors de l'aménagement d'un carrefour existant, il sera parfois très difficile de vérifier certaines recommandations du présent chapitre. Cela ne doit pas pour autant conduire à renoncer au giratoire lorsqu'il s'avère nécessaire, notamment du point de vue de la sécurité (un autre type de carrefour plan ne fonctionnant généralement pas mieux). Le cas échéant, il conviendra de porter une attention à tous les aspects de l'aménagement et d'envisager des mesures particulières (éclairage, signalisation, par exemple).

1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

◆ 1.1. PRINCIPES D'AMÉNAGEMENT

Les phases de conception générale et de conception géométrique des carrefours giratoires doivent prendre en compte les principes fondamentaux énoncés au chapitre 1^{er}. Au-delà de ces principes applicables à tous les types de carrefours, l'aménagement d'un giratoire appelle les recommandations particulières suivantes :

- **Préférer un aménagement simple**, de faible étendue, de forme circulaire, sans bretelle superflue — les voies directes de tourne-à-droite, évitant le carrefour, sont généralement à déconseiller — à un aménagement complexe, trop vaste, de forme ovale ou atypique ; les pseudo-giratoires, tels les giratoires percés, sont à rejeter ;
- **Exclure tout obstacle agressif** des trajectoires susceptibles d'être suivies par des véhicules quittant accidentellement la chaussée ; notamment, l'îlot central ne doit pas supporter d'obstacle ou disposition de nature à pouvoir aggraver les conséquences des pertes de contrôle à l'entrée du carrefour ;
- **Donner à l'usager une bonne perception d'approche** du carrefour : dispositions géométriques appropriées, présignalisation visible et lisible annonçant le plus explicitement possible le type d'aménagement abordé ;
- **Introduire une certaine contrainte de trajectoire** au niveau de l'entrée et de la traversée du carrefour, de façon à éviter des vitesses trop élevées à l'entrée et dans la traversée du carrefour, incompatibles avec la sécurité et les règles de priorité ;
- **Vérifier que la capacité de l'aménagement est suffisante** pour écouler les trafics en présence. La saturation d'un carrefour giratoire (c'est-à-dire de l'une de ses entrées) est très rarement atteinte en rase campagne. Un examen rapide est possible lorsque les trafics sont faibles ; une vérification plus précise est nécessaire lorsque les volumes de trafic sont importants (voir 1.2.) ;
- **Éviter de surdimensionner les composants de l'aménagement** : pour la plupart des paramètres, toute majoration visant à un surcroît de capacité (augmentation du nombre de voies en entrée ou en sortie, élargissement de l'anneau, etc.) est néfaste à la sécurité (voir 1.2.1.) ;
- **Ne pas hésiter à dimensionner faiblement l'îlot central** en cas de contrainte d'emprise ou de topographie : même lorsque le rayon interne de l'îlot central est réduit à quelques mètres, la sécurité n'est pas dégradée.

◆ 1.2. ADAPTATION AUX TRAFICS

• 1.2.1. OPTIMISATION DU NIVEAU DE SÉCURITÉ EN ADÉQUATION AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DES TRAFICS

A cette fin, il convient de toujours rechercher une réserve de capacité suffisante sans plus, calculée en fonction de données de trafic réalistes. On ne réalise d'aménagement de capacité (adjonction de voies spéciales ou création de deuxième voie en entrée par exemple) que lorsqu'une entrée est saturée ; ces aménagements dégradent généralement un peu la sécurité.

Les prévisions de trafic peuvent conduire à envisager à terme des aménagements de capacité. Un phasage au niveau de la conception (passage de 1 à 2 voies en entrée par exemple) permet d'optimiser les conditions de sécurité à chaque stade de la vie de l'aménagement. Dans ce cas, le dimensionnement initial correspond aux trafics à la mise en service, et les prévisions de trafic à terme servent à prévoir la réservation des emprises nécessaires à la réalisation des phases ultérieures, et les dispositions complémentaires éventuelles.

Prévoir un giratoire pour pouvoir le déniveler à terme est déconseillé : pour une économie douteuse, cela conduit à un surdimensionnement et une solution à terme susceptible de poser des problèmes de sécurité.

Des carrefours giratoires de rayon même modéré assurent des conditions de giration suffisantes aux poids lourds (voir 1.4.4.). Toutefois, en cas de fortes contraintes d'emprise ou de véhicule très encombrant, des dispositions particulières (parties franchissables) représentent un bon compromis (sécurité - coût - conditions de giration).

• 1.2.2. VÉRIFICATION DE LA CAPACITÉ ²

Généralités

Dans son fonctionnement, un carrefour giratoire doit être considéré comme une succession de carrefours en té présentant chacun sa propre capacité. Aussi, on ne calcule pas de capacité globale d'un carrefour giratoire, mais celle de chaque branche prise séparément.

Avec le régime dit « de la priorité à l'anneau », il n'y a plus (théoriquement) d'interaction entre les entrées. En revanche, une perturbation en aval du giratoire peut toujours provoquer un dysfonctionnement du carrefour en bloquant la circulation sur l'anneau.

Pour effectuer un calcul de capacité, il faut évaluer les trafics des heures de pointe ; il est préférable de retenir les pointes habituelles plutôt que les pointes exceptionnelles. Dans certaines configurations de forts trafics pendulaires, il est utile de prendre aussi en considération les trafics de l'heure de pointe dite inverse. Les fortes variations saisonnières doivent être également prises en compte.

² Des compléments sur la capacité sont donnés à l'annexe 2.

Evaluation des études à mener

Une rapide observation du trafic total entrant à l'heure de pointe (Q_{TE}) dans le carrefour permet d'évaluer le niveau de l'étude à mener sur la capacité de l'aménagement :

- $Q_{TE} < 1\ 500$ v/h : il n'y a pas d'étude particulière de la capacité à mener ;
- Q_{TE} compris entre 1 500 et 2 000 v/h : l'examen de la répartition des trafics est nécessaire. Dans ce cas, si la somme des trafics entrant et tournant sur la branche la plus chargée dépasse 1 000 v/h un test de capacité est recommandé ;
- $Q_{TE} > 2\ 000$ v/h : un test de capacité est nécessaire.

Une méthode manuelle simplifiée est annexée. Elle fournit une assez bonne estimation pour les carrefours présentant des entrées à une seule voie et un rayon de l'îlot central (R_i) supérieur ou égal à 15 m. Sinon, pour une estimation plus fine, qui se justifie lorsque les estimations succinctes laissent présager des problèmes de capacité, l'utilisation du logiciel GIRABASE est conseillée.

Eléments d'aide à la décision

Généralement, une réserve de capacité supérieure à 30% (pour l'entrée considérée) peut être tenue pour suffisante.³

Une réserve de capacité élevée (> 80%) d'une entrée principale doit conduire à vérifier si sa largeur (nombre de voies notamment) n'est pas surdimensionnée. Si la réserve de capacité de toutes les entrées est confortable (comprise entre 30% et 80%), alors la largeur de l'anneau peut éventuellement être réduite (dans les limites indiquées au 2.2.).

Si la réserve de capacité est faible (entre 5% et 20%), on porte son attention sur les temps d'attente (pour un éventuel calcul économique), les longueurs de files d'attente (proximité d'autres carrefours, perte de visibilité en approche) et sur l'évolution des trafics dans les années à venir. Il est alors nécessaire d'appréhender les phénomènes de pointes hebdomadaires ou saisonnières.

Si la réserve de capacité est inférieure à 5%, *a fortiori* si elle est négative, de fortes perturbations sont à craindre ; on recherche alors les dispositions susceptibles d'améliorer la capacité

- élargir l'entrée (sans s'écarter des valeurs données au 2.3.) ;
- élargir l'îlot séparateur, si celui-ci est étroit ;
- élargir l'anneau (dans les limites données au 2.2.) ;
- créer une voie directe de tourne-à-droite (voir 2.6.).

En tout dernier ressort, on peut examiner la dénivellation du point d'échange. Sur les routes principales de type R, il convient alors d'envisager une solution dénivelée avec un carrefour giratoire sur chaque axe concerné, avant toute autre solution qui encouragerait excessivement la vitesse et donnerait une image ambiguë du statut de la voie.

³ Il y a lieu de considérer que l'intervalle de confiance des calculs de capacité ne saurait être négligeable, cela d'autant plus que l'on est proche de la limite de capacité.

3. ELEMENTS PARTICULIERS

◆ 3.1. AMÉNAGEMENTS POUR LES USAGERS PARTICULIERS

• 3.1.1. PIÉTONS

Pour la sécurité des piétons, les entrées (et sorties) larges et rapides sont à éviter. Par ailleurs, il faut rechercher une bonne compacité du carrefour afin de limiter les détours.

Il peut être souhaitable, en particulier en zone suburbaine, de matérialiser les continuités des cheminements des piétons sur l'une ou plusieurs des branches d'un carrefour giratoire. Les passages piétons s'établissent alors à 4 m en amont des lignes transversales des CEDEZ LE PASSAGE. Au droit de ces passages, il convient d'abaisser les bordures de trottoir, et de ménager un refuge dans les îlots séparateurs concernés. Le marquage du passage piétons s'interrompt au niveau de l'îlot séparateur ; il n'y a pas de marquage sur l'îlot séparateur. Aucune signalisation verticale ni éclairage spécifique des passages piétons n'est nécessaire.

• 3.1.2. DEUX-ROUES

Lors du franchissement des carrefours giratoires, les usagers de deux-roues sont certainement ceux qui présentent le risque d'accident le plus élevé (même s'il est inférieur à celui constaté sur les autres types de carrefours plans).

Aucun aménagement spécifique pour les deux-roues n'est entièrement satisfaisant. En rase campagne, on choisit de maintenir ou de ramener les deux-roues dans la circulation générale. En milieu périurbain, pour assurer la continuité des pistes ou bandes cyclables lorsqu'elles existent ou qu'elles sont projetées, il est possible de réaliser certains aménagements en faveur des deux-roues (voir « Guide carrefours urbains » ; CERTU).

• 3.1.3. TRANSPORTS EN COMMUN

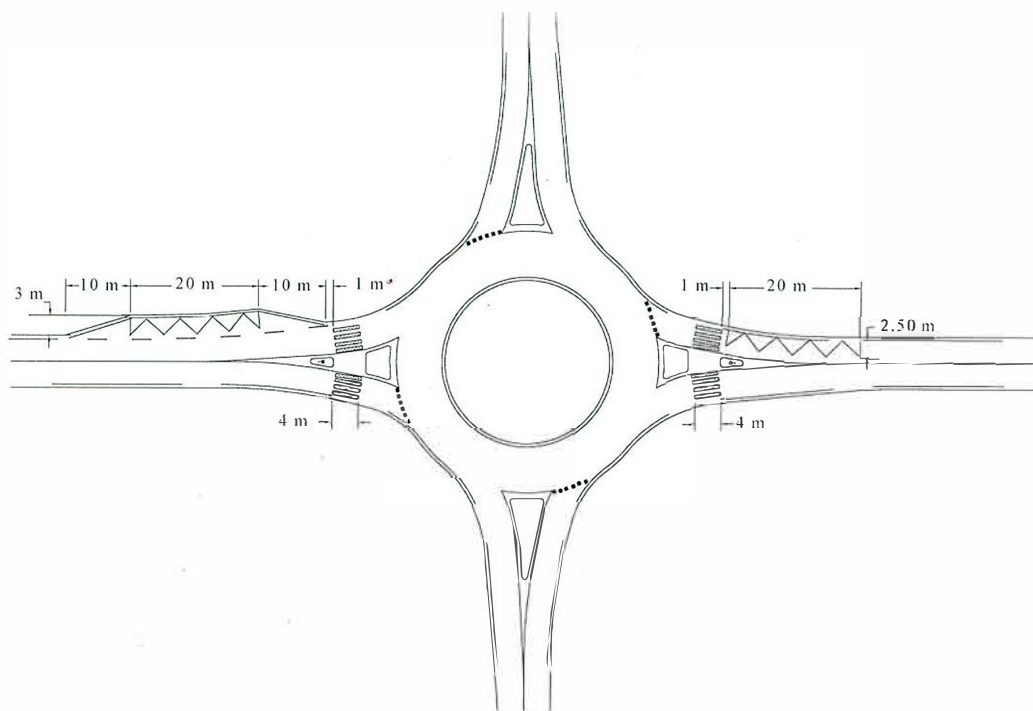
L'emplacement des arrêts des lignes de transport en commun doit être choisi en cohérence avec les besoins de desserte ; les cheminements d'accès doivent être conçus de manière à minimiser le nombre des traversées de routes et la longueur des trajets.

Un arrêt pour transports en commun peut se situer :

- soit sur la voie d'entrée (sur la chaussée), juste en amont du passage piétons, lorsque le trafic est modéré et les arrêts de courtes durées. Cette disposition est à exclure s'il y a deux voies d'entrée (un véhicule ne doit pas pouvoir doubler le bus à l'arrêt) ;
- soit en entrée, à 20 m en amont du passage piétons, en enclave sur le trottoir ;
- soit sur la voie de sortie, en enclave sur le trottoir, juste après le passage piétons.

En règle générale, les arrêts au niveau de l'anneau sont à éviter ; cependant, sur les plus grands carrefours giratoires existants, un arrêt en enclave complète peut être envisagé en périphérie de l'anneau, sous réserve que cela n'entraîne pas de dysfonctionnement (traversées de l'anneau par les piétons par exemple).

Fig. 17 — Deux possibilités pour les emplacements destinés à l'arrêt des véhicules de transport en commun.



• 3.1.4. TRANSPORTS EXCEPTIONNELS

a) Dispositions générales

Les dimensions des transports exceptionnels dépassent, par définition, les limites réglementaires (fixées par le Code de la route). Par dérogation,¹⁶ ils sont autorisés à circuler sur des itinéraires définis, capables d'en « accepter » les caractéristiques.

La présence de carrefours giratoires peut être gênante sur certains itinéraires fréquentés par les transports exceptionnels. Tout aménagement de giratoire doit y faire l'objet d'un examen approfondi (analyse du besoin, épures de giration, mesures d'exploitation particulières). Cependant, les convois de première catégorie peuvent généralement négocier les carrefours giratoires types décrits dans le présent document, même les plus petits : rayon R_g de 15 m, chaussée annulaire de 8 m et surlargeur franchissable de 1,50 m. Pour les convois de deuxième et de troisième catégorie, les mouvements directs ou de tourne-à-droite soulèvent rarement des problèmes moyennant l'adaptation de certaines caractéristiques (aménagement de zones franchissables appropriées) et des précautions particulières au niveau des équipements verticaux.

¹⁶ Les modalités sont fixées par la circulaire n°97-48 du 30 mai 1997.

DOCUMENT 8
Paramètres de dimensionnement des giratoires

source : SETRA (1998)

<u>CARREFOURS GIRATOIRES INTERURBAINS</u>										
DIMENSIONNEMENT EN FONCTION DU RAYON DU GIRATOIRE										
Composantes	Notation	Paramétrage	Rg = 12m	Rg = 15m	Rg = 17m	Rg = 18m	Rg = 20m	Rg = 22m	Rg = 23m	Rg = 25m
Rayon giratoire	Rg	$12m \leq Rg \leq 25m$	12	15	17	18	20	22	23	25
Largeur anneau	la	$6m \leq la \leq 9m$	7	7	7	7	7	7	7	7
Surlargeur franchissable	sif	$1,5m \text{ si } Rg \leq 15m$	1,50	1,50	-	-	-	-	-	-
Rayon intérieur	Ri	Rg-la -sif	3,50	6,50	10	11	13	15	16	18
Rayon d'entrée	Re	$10m \leq Re \leq 15m \text{ et } \leq Rg$	12	15	15	15	15	15	15	15
Largeur entrée	le	le = 4 m	4	4	4	4	4	4	4	4
Rayon sortie	Rs	$15m \leq Rs \leq 30m \text{ et } > Ri$	15	20	20	20	20	20	20	20
Largeur sortie	ls	$4m \leq ls \leq 5m$	4	4	4,20	4,30	4,50	4,70	4,80	5
Rayon de raccordement	Rr	$Rr = 4 Rg$	48	60	68	72	80	88	92	100
Hauteur triangle construction	H	H = Rg	12	15	17	18	20	22	23	25
Base triangle construction	B	$B = Rg / 4$	3	3,75	4,25	4,50	5	5,50	5,75	6,25
Déport de l'îlot sur l'axe	d	$d = (0,5 + Rg/50) / 2 \text{ ou } 0$	0,00	0,40	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50
Rayon de raccordement bordures	r	$r = Rg / 50$	0,24	0,30	0,34	0,36	0,40	0,44	0,46	0,50

Véloroutes et intersections

Quel régime de priorité? Quel aménagement?

Cette fiche méthodologique n'a pas de valeur réglementaire. Elle doit être considérée comme un outil d'aide à la décision, une incitation à améliorer la prise en compte des cyclistes dans les infrastructures.



Les cyclistes qui empruntent les véloroutes - itinéraires qui intègrent, notamment, des voies vertes et des routes à faible trafic - franchissent de nombreuses intersections. Leur conception nécessite le respect des principes fondamentaux d'aménagement des carrefours: lisibilité, visibilité, homogénéité, compacité.

L'augmentation de la pratique cycliste et la volonté de rendre efficaces les trajets à vélo ont conduit de nombreux maîtres d'ouvrages à s'interroger sur la pertinence de rendre prioritaires les véloroutes dans les intersections.

Cette fiche présente pour un large public les principales règles techniques de base pour des carrefours situés en zone périurbaine ou en rase campagne. Elle s'intéresse en particulier aux domaines de pertinence des différents régimes de priorité entre véloroute et route croisée. Ces règles sont illustrées par des exemples variés qu'il conviendra d'adapter à la situation locale.



Principes à respecter

Le carrefour est le point d'interaction entre le réseau de voirie et les véloroutes, il est important de soigner son aménagement et son entretien afin de garantir la sécurité de tous les usagers.

Son traitement dépend :

- du régime de priorité qu'on souhaite instaurer ;
- du volume des trafics ;
- des vitesses pratiquées sur la voirie générale ;
- des conditions de visibilité réciproque.

Les vitesses et les conditions de visibilité sont des éléments modifiables par des actions sur l'aménagement. Ce dernier tient également compte du type d'aménagement privilégié en amont et en aval de l'intersection sur les deux voies.

Choisir le régime de priorité

Le choix du régime de priorité est une question essentielle que doivent se poser les aménageurs. En effet, la perte de priorité à la véloroute n'est pas la seule solution envisageable et en tout état de cause elle ne devrait pas être systématique.

Pour le bon fonctionnement du carrefour, il est essentiel que le régime de priorité retenu soit crédible et justifié. Les fonctions et le statut de la voie traversée sont les premiers éléments à prendre en compte : par exemple, quelle que soit leur fréquentation motorisée, tous les accès privés (parkings, chemins agricoles) sont non prioritaires sur la véloroute¹.

Sur les intersections avec des voies ordinaires, il est très souvent envisageable de donner la priorité à la véloroute, sans pour autant la systématiser. Il est à noter que le seul critère du volume des trafics (cycliste et motorisé) n'est pas suffisant pour attribuer ou non la priorité à la véloroute. Il convient en effet de prendre en compte d'autres critères tels que les vitesses, la nature du trafic sur la voie interceptée (engins agricoles...), les comportements locaux, le caractère saisonnier du trafic cycliste, etc. Lorsqu'il n'apparaît pas opportun de privilégier l'une ou l'autre des deux voies, la priorité à droite peut constituer une solution équilibrée demandant à tous les usagers ralentissement et attention.

Dans tous les cas de figure il est fortement recommandé de mettre en place des alertes et des dispositifs conduisant à adapter la vitesse au contexte sur les deux axes, quelle que soit l'importance de la route croisée. En outre, pour une bonne sécurité, il est indispensable de stimuler la vigilance de tous les usagers, dont les piétons, circulant sur les différentes branches de l'intersection.

Qu'est-ce qu'une véloroute ?

Une véloroute est un itinéraire continu et jalonné destiné à faciliter la circulation des cyclistes sur de moyennes et de longues distances.

Il peut comprendre :

- des sections dotées du statut de voie verte ou de piste cyclable tel que défini à l'article R110-2 du code de la route ;
- des sections de routes à faible trafic ;
- le cas échéant, des sections de routes à trafic modéré aménagées pour accueillir une circulation sécurisée des cyclistes.

1 Article R.415-9 du code de la route (extrait) : « Tout conducteur qui débouche sur une route en franchissant un trottoir ou à partir d'un accès non ouvert à la circulation publique, d'un chemin de terre ou d'une aire de stationnement ne doit s'engager sur la route qu'après s'être assuré qu'il peut le faire sans danger et qu'à une vitesse suffisamment réduite pour lui permettre un arrêt sur place. - (...) **Il doit céder le passage à tout autre véhicule.** »

Rappelons par ailleurs que, réglementairement, une piste cyclable a la même priorité que la voie qu'elle longe, sauf disposition différente prise par l'autorité investie du pouvoir de police.



Véloroute prioritaire sur voie
secondaire
Source : Cerema



La piste cyclable doit avoir
le même régime de priorité
que la voie qu'elle longe. La
priorité de la véloroute est ici
rendue perceptible par la mise
en place de figurines au niveau
de l'intersection.
Source : Cerema

Véloroute non prioritaire : stop ou cédez-le-passage ?

Un bon niveau de visibilité à partir de la route qui cède le passage autorise le choix du **régime cédez-le-passage, qui convient à la grande majorité des situations, le stop étant un cas particulier**. Ce dernier est d'autant moins apprécié des cyclistes que l'utilisation répétée du stop sur un même itinéraire les contraint à des arrêts complets fréquents. Il est contre-productif de mettre en place des « stop » lorsque la visibilité est satisfaisante. La crédibilité de la signalisation suppose un usage cohérent et adapté de celle-ci.

Faciliter l'accès ou la sortie de la véloroute par les cyclistes

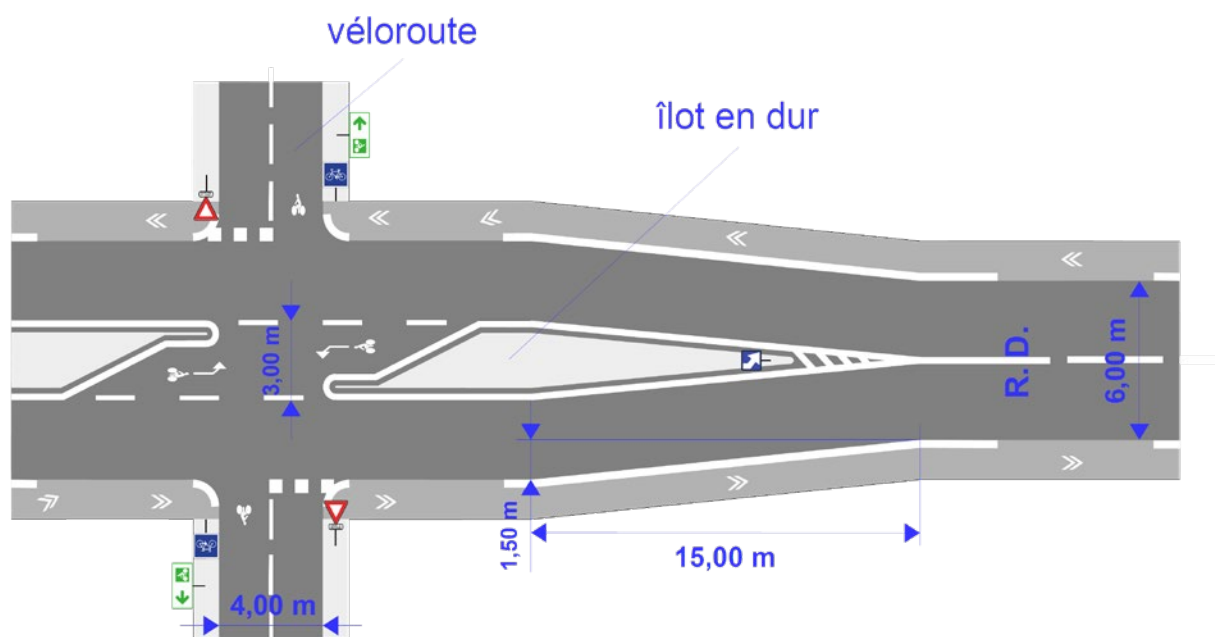
Les intersections sont des points d'accès ou de sortie de la véloroute. Que ce soit pour venir l'emprunter ou, au contraire, pour en sortir et rejoindre un hébergement, un lieu de ravitaillement ou un point d'intérêt, les cyclistes empruntent régulièrement les voies qui interceptent la véloroute.

Cette fonction se traduit souvent par des dessertes en voiture générant du stationnement sauvage. Pour éviter ce dernier, source de masque à la visibilité, il est donc nécessaire de prendre en compte ces besoins de stationnement et de les organiser à proximité immédiate ou, au contraire, de les interdire physiquement.

Cette fonction de rabattement vers ou depuis les points d'intérêt impose également une signalétique soignée.

Par ailleurs, les aménagements de l'intersection ont intérêt à également prendre en compte les différents mouvements d'accès ou de sortie ainsi que les aménagements tout au long de la route interceptée.

Enfin, la mise en place d'un dispositif ralentisseur facilitant le tourne à gauche des cyclistes depuis la voie croisée peut être une solution intéressante. Si l'îlot sur la voie croisée est suffisamment large ($l \geq 3,00$ m), il peut également servir de refuge pour des traversées en deux temps.



Îlot de tourne à gauche pour faciliter l'insertion des cyclistes dans la véloroute et la traversée en deux temps
Source : Cerema

Sécuriser l'intersection

Issus des guides techniques en vigueur pour l'Aménagement des Routes Principales (ARP) et l'Aménagement des carrefours interurbains (ACI), les principes suivants s'appliquent pour la plupart à tous les types d'intersection. Ils ont été affinés, à partir de l'expérience de plusieurs départements en matière de véloroutes, pour s'adapter aux intersections mettant en présence des cyclistes, des piétons et des automobilistes.

■ Lisibilité

Sur une voie verte, comme sur une piste cyclable, les usagers (cyclistes, piétons...) circulent à l'écart de la circulation automobile et bénéficient d'un niveau de confort élevé pouvant conduire à une baisse d'attention. Les automobilistes peuvent parcourir de longues distances sans croiser de piétons ou de cyclistes. Quel que soit l'aménagement de carrefour retenu au moment où les uns et les autres abordent un carrefour, leur vigilance doit être stimulée par un aménagement soigné et un dispositif d'alerte identifiable et adapté, tant sur la véloroute que sur la voie sécante.

Percevoir : il s'agit d'introduire sur la route comme sur la véloroute une discontinuité visuelle à l'approche du carrefour par rapport à la section courante, en privilégiant un traitement homogène de l'ensemble de l'itinéraire; cela peut se faire, par exemple, au moyen :

- d'une rupture de profil en travers (élargissement ou rétrécissement);
- d'îlots en dur, de préférence bombés car moins agressifs, ou des chicanes;
- d'un changement de couleur du revêtement;
- de plantations localisées;
- de mobilier (si on se situe en milieu urbain);
- d'un éclairage éventuel.

« Lire » et comprendre : il s'agit d'assurer la compréhension aisée et rapide du fonctionnement du carrefour et des comportements attendus des différentes catégories d'usagers tant de la véloroute que de la route traversée.

L'utilisateur de la véloroute est particulièrement sensible à tout ce qui donne une cohérence à l'itinéraire. Retrouver des configurations et des aménagements similaires à des intersections de même nature contribue à rythmer l'axe, à lui donner son séquençement et à assurer une meilleure sécurité.

■ Visibilité réciproque et vitesses

La notion de visibilité réciproque est indissociable de la vitesse pratiquée sur la voie traversée par la véloroute.

Niveau des vitesses : Il a une incidence forte sur le bon fonctionnement des carrefours. Pour le conducteur motorisé, les vitesses influent directement sur sa perception de la route en général et des intersections ou accès riverains en particulier et sur la distance couverte avant de s'arrêter (temps de réaction + freinage). Une vitesse plus faible donne un champ visuel plus large au conducteur et lui permet de mieux « lire » le fonctionnement du carrefour et notamment ses règles de priorité.

Parallèlement, les carrefours sont un élément important de maîtrise ou de réduction des vitesses sur une route. Chaque aménagement peut être l'occasion de réexaminer les limitations de vitesse réglementaires fixées et d'agir pour leur respect car, outre l'incidence sur la possibilité d'accident, la vitesse est un élément déterminant de leur gravité.

Vitesses et triangles de visibilité : la vitesse intervient directement dans le calcul des « triangles de visibilité ».

Il s'agit de déterminer la distance à laquelle le véhicule qui n'a pas la priorité a le temps de percevoir l'autre et de s'arrêter. Ce lien entre distance, temps et manœuvre doit faire l'objet d'une réflexion soignée.

Pour cela, il s'agira de dégager un « triangle de visibilité » (voir schéma p. 7), libre de tout obstacle (bâti, végétal, virage, point haut...).

■ Distances et temps de visibilité

La distance de visibilité se mesure en secondes car il s'agit d'interactions entre éléments mobiles: les distances sont donc fonction des vitesses pratiquées.

Dans les paragraphes qui suivent, le carrefour est réputé correctement perçu par les cyclistes. De ce fait, leur vigilance est accrue, leur vitesse peut être réduite, et leurs temps de réaction plus faibles. Si, pour diverses raisons, cette alerte n'existe pas, les conditions de visibilité décrites ci-après doivent être adaptées. S'il n'est pas possible d'assurer au cycliste les distances de visibilité correspondant aux temps de manœuvre proposés ci-après en dégagant les obstacles à la visibilité (végétation, talus, constructions, haies, signalisation, équipements de la route, stationnement...), il sera alors nécessaire de faire ralentir les véhicules motorisés sur la route croisée.

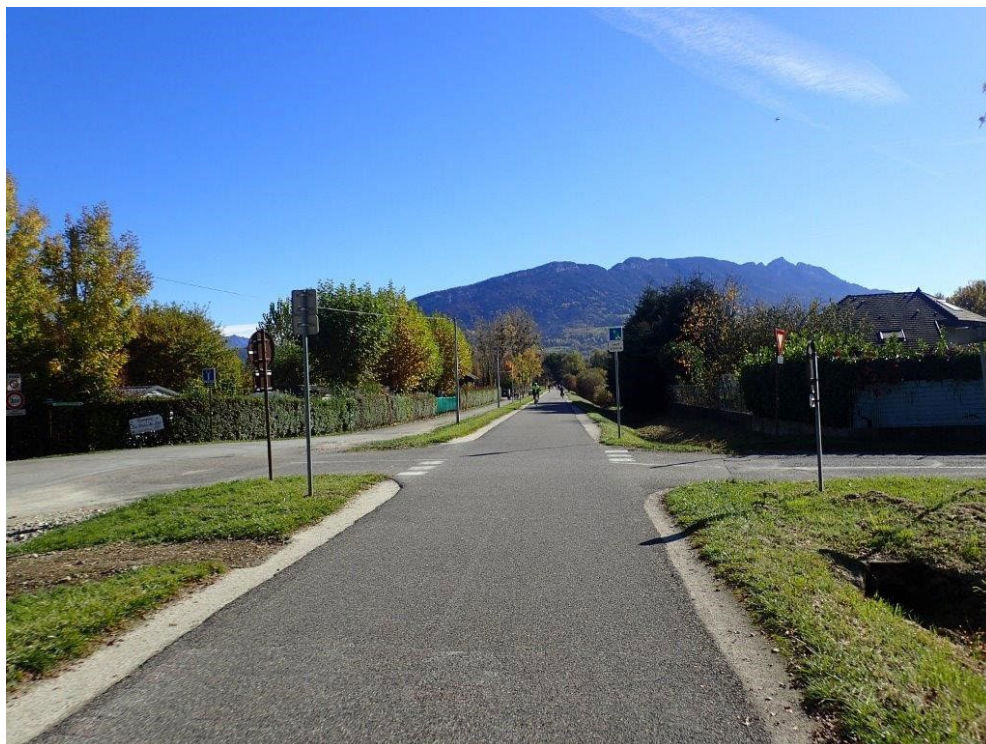
Que la véloroute soit prioritaire ou non, l'utilisateur le plus vulnérable est en général le cycliste. Même quand le cycliste est prioritaire, sa sécurité sera d'autant meilleure s'il conserve de bonnes conditions de visibilité sur les véhicules.

Les valeurs données et les hypothèses formulées dans ce chapitre ont vocation à être consolidées par des mesures complémentaires.

Temps de visibilité nécessaire

Les études des carrefours routiers ont montré que, lorsqu'un usager motorisé non prioritaire, en attente à la ligne d'arrêt, dispose de moins de 8 secondes de visibilité sur un véhicule arrivant à V85² sur une route prioritaire à deux voies, il y a sur-risque d'accident. Ce temps est à accroître d'une seconde par voie supplémentaire à franchir: ainsi, s'il existe une voie de tourne-à-gauche sur la voie prioritaire, le temps à prendre en compte est de 9 secondes. Ce temps est également à augmenter en cas d'accès de la voie non prioritaire en rampe, situation classique de sortie des bords à voie d'eau.

Faute d'éléments sur une agilité et une vitesse spécifique des cyclistes par rapport aux autres véhicules, nous proposons de retenir cette même valeur pour déterminer les visibilité assurant la sécurité.



Bonne visibilité sur ce carrefour et priorité donnée à la véloroute
Source: Cerema

2 Seuil de vitesse dépassé par 15 % des usagers de la route.

Position du point d'observation permettant d'apprécier la visibilité.

Cette position diffère selon que le cycliste s'arrête ou non. Il convient cependant de prendre en compte le fait que les cyclistes produisent un effort maximal au redémarrage et qu'ils auront donc tendance à minimiser le nombre d'arrêts quitte à ne pas respecter les prescriptions de la signalisation. Dans ces conditions, il est recommandé de réserver le stop à de très rares cas pour lesquels la visibilité est réellement très faible et non améliorable.

Cas d'une véloroute non prioritaire gérée par stop

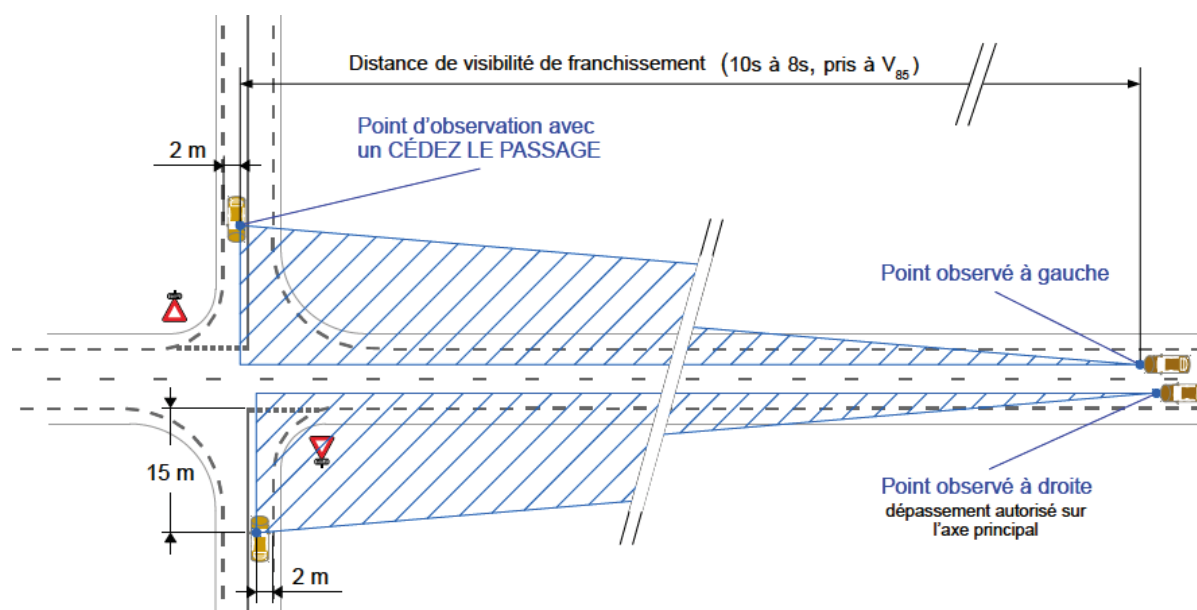
Pour un stop, la distance de visibilité s'apprécie à partir de la position de l'œil du cycliste par rapport à la bande d'effet du stop soit entre 1 et 2 m.

Pour autant, il est probable qu'un grand nombre de cyclistes, ne souhaitant pas s'arrêter, tenteront de prendre l'information avant l'intersection et se contenteront de ralentir pour laisser passer l'éventuel usager de l'autre voie en espérant ne pas avoir à stopper.

Pour cela, on recherchera à dégager la visibilité sur une plus longue distance encourageant le gestionnaire à transformer le stop en cédez-le-passage.

Cas d'une véloroute non prioritaire gérée par cédez-le-passage

Dans le cas d'un cédez-le-passage, le guide de conception des routes et autoroutes du Cerema³ prévoit que l'usager de la voie non prioritaire puisse passer à vitesse réduite mais sans s'arrêter s'il n'y a pas de véhicules sur la voie prioritaire. De ce fait, le point d'observation est situé en retrait de 15 mètres de la ligne de cédez le passage.



Extrait du guide « Conception des routes et autoroutes, révision des règles sur la visibilité »
Source : Cerema

3 Cerema, Conception des routes et autoroutes, révision des règles sur la visibilité et sur les rayons en angle saillant du profil en long, 2018

Cette disposition est très contraignante et impose la maîtrise foncière de deux grands triangles latéraux qui doivent être exempts de plantations, constructions, panneau. Par exemple, pour une V85 de 90 km/h, ce triangle a une base de **20 mètres** et une hauteur de **200 m**. De ce fait, son application stricte est très rare et cela conduit les gestionnaires à multiplier les stops sur les voies secondaires.

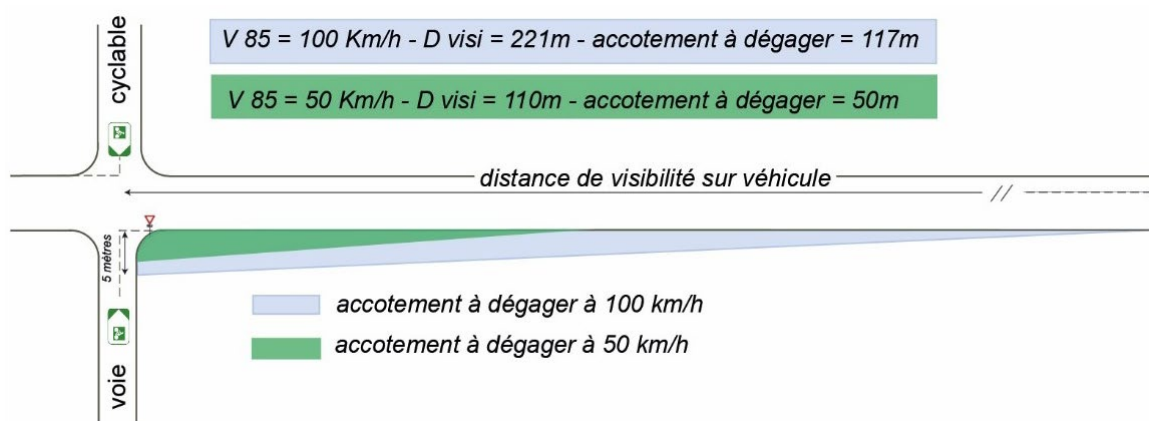
Un cycliste roulant à 18 km/h parcourt 5 mètres par seconde et a besoin de 10 mètres pour s'arrêter sur une chaussée humide ou une chaussée non revêtue. (5 mètres liés au temps de perception et 5 m de freinage)⁴. On pourrait donc considérer cette distance de 10 m comme définissant le point d'observation. Cependant, à cette distance, les obstacles à la visibilité restent très nombreux et leur éradication pérenne peu vraisemblable.

Formulons l'hypothèse que si le cycliste n'a pas de visibilité, il ralentira naturellement. Si sa vitesse tombe à 10 km/h la distance d'arrêt tombe à 5 m. **Il convient donc d'assurer la visibilité dans les 5 derniers mètres avant la ligne d'effet de la signalisation.**

Une attention doit être portée aux risques liés à une « pseudo-visibilité ». Cette situation intervient lorsqu'il y a des bribes de visibilité entrecoupées de masques. Si l'aménageur choisit d'assurer un confort maximal au cycliste en lui offrant une distance de visibilité à 10 m, il doit la garantir.

Dans le cas des débouchés de véloroutes aux abords d'un passage supérieur supportant la voie sécante, la visibilité est très souvent difficile à assurer : profil en long, présence des barrières, parapets ou garde-corps. Cependant, les vitesses d'approche des cyclistes sont réduites par la rampe et il est réaliste de considérer une vitesse d'approche de 9 km/h soit une distance d'arrêt totale de 4 m.

Il est recommandé que le profil en long de la véloroute comporte une partie plane de cette longueur en amont de la ligne d'effet de façon à faciliter les arrêts et la prise d'information.



Triangle de visibilité pour une véloroute non prioritaire

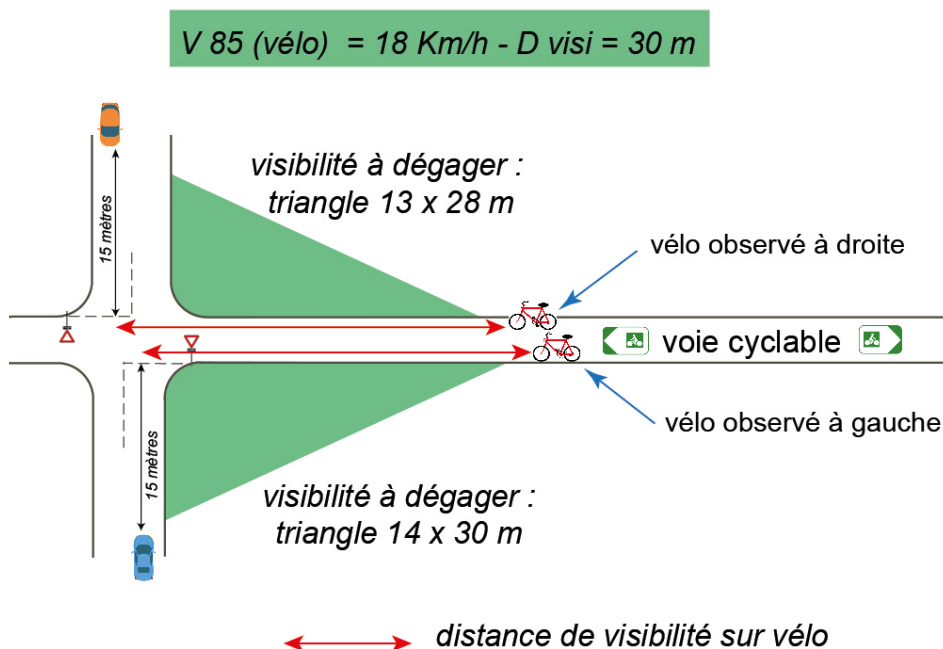
Source : Cerema

4 Source : norme ISO 4210 : "Cycles -- Exigences de sécurité des bicyclettes"

Cas d'une véloroute prioritaire gérée par cédez-le-passage

Les hypothèses retenues pour le calcul du triangle de visibilité sont les suivantes :

- $V_{85} = 18 \text{ km/h}$
- distance du point d'arrêt = 15 m comme pour un cédez le passage sur voie prioritaire ouverte à tous les usagers
- largeur de voie verte ou piste cyclable prioritaire: 4 mètres
- temps de franchissement = 7 secondes car la voie à franchir (piste cyclable ou voie verte) est souvent deux fois moins large qu'une route à deux voies.



Triangle de visibilité pour une véloroute prioritaire de type piste cyclable ou voie verte

Source : Cerema

Signalisation

■ Le jalonnement cyclable

Il est composé de panneaux directionnels vélo (Dv), et concerne essentiellement les cyclistes et les autres usagers de la véloroute. À l'approche de l'intersection, il a une double fonction d'information et de guidage. Il doit être réalisé et implanté conformément aux préconisations générales de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière⁵. Il peut également contribuer à la perception du carrefour pour les usagers motorisés.

■ La signalisation de police

Elle comprend principalement les panneaux relatifs au régime de priorité du carrefour et ceux de restriction d'usage de l'aménagement.

5 5^e partie – annexe 18 – panneaux type Dv ; fiche vélo n° 28

■ La signalisation verticale

Elle est accompagnée du marquage réglementaire. La gamme des panneaux sera choisie en fonction des usagers auxquels ils s'adressent et de leur vitesse.

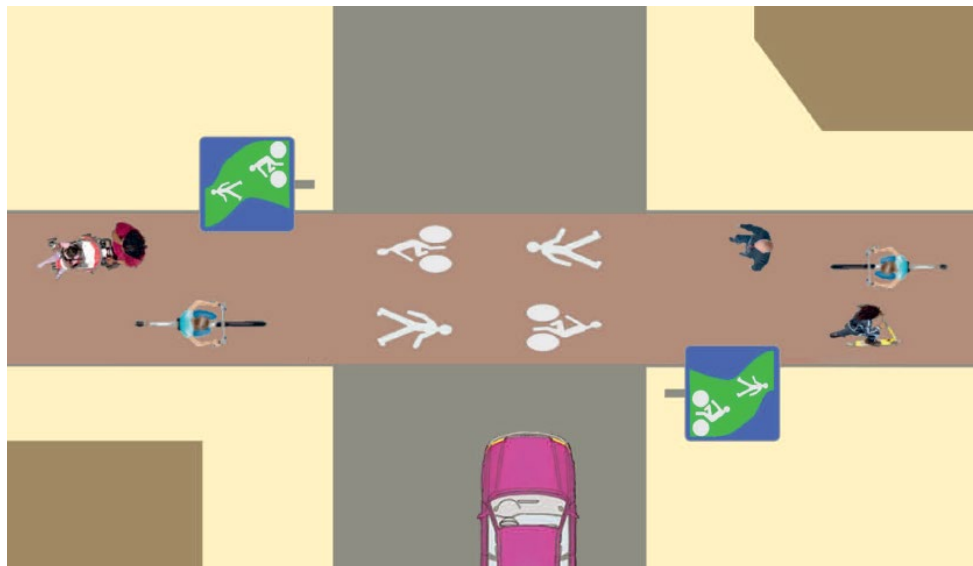
■ Le marquage au sol

Pour les véloroutes de type voie verte: l'arrêté du 23 septembre 2015 venant modifier l'instruction interministérielle sur la signalisation routière introduit la figurine piéton à valeur indicative. Associée à la figurine cycliste, elles donnent la possibilité de marquer réglementairement une traversée mixte de chaussée.

Pour les véloroutes de type piste cyclable, on pourra se référer à la fiche vélo Cerema n° 7.

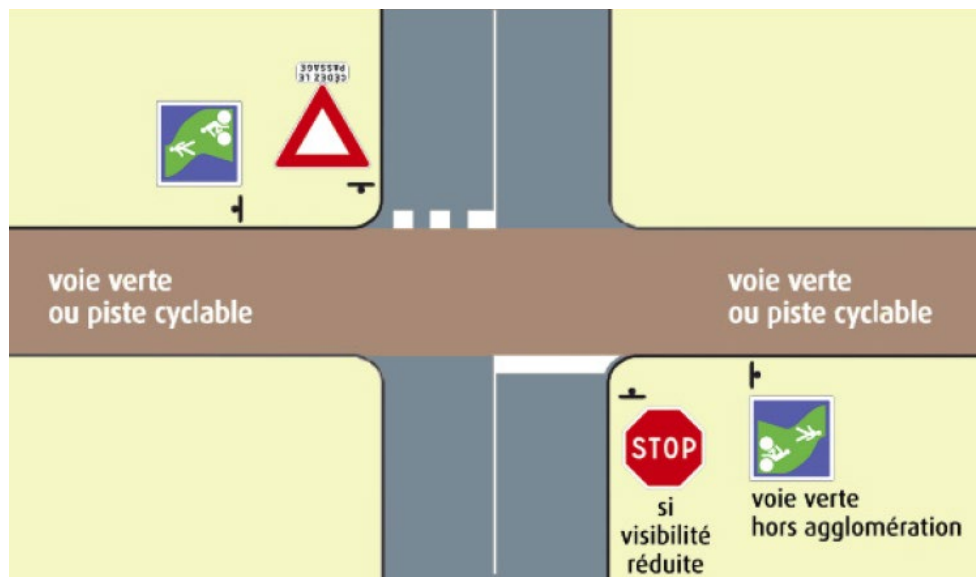
Pour les véloroutes de type route à faible trafic, aucun marquage au sol n'est recommandé. Toutefois rien n'interdit de mettre en place un revêtement différent de celui de la route ou une résine colorée.

On veillera particulièrement au bon positionnement et à l'orientation des panneaux et des équipements routiers; on évitera les panneaux inutiles qui masquent la visibilité. Au débouché d'une voie verte, on vérifiera notamment qu'aucun masque gênant - végétation, garde-corps, élément architectural - ne dissimule l'arrivée des cyclistes ou des piétons.



Marquage de la traversée d'une chaussée par une voie verte (ce schéma ne préjuge pas du régime de priorité choisi pour ce carrefour)

Source : Cerema



Signalisation d'une véloroute prioritaire

Source : Cerema

Aménager selon le type d'intersection

Véloroute prioritaire

- La section de véloroute est une voie cyclable (voie verte ou piste cyclable)

Avec une bonne visibilité et des trafics modérés sur la route croisée, on envisagera de rendre la voie cyclable prioritaire. La priorité à la voie cyclable sera plus difficile à envisager avec des trafics supérieurs à 1000 véhicules / jour – à paramétrer avec les fluctuations horaires et saisonnières. Sur la route à faible trafic, on indiquera aux usagers - par la signalisation - qu'ils perdent la priorité, en renforçant, si nécessaire, le marquage réglementaire par une coloration ou un changement de texture de la zone d'interaction.



Véloroute prioritaire en intersection
Source : Cerema

Un dispositif d'alerte peut être envisagé sur la véloroute même si celle-ci est prioritaire. Il permettra de rompre une certaine monotonie sur un itinéraire trop rectiligne et réveiller la vigilance des usagers de la véloroute.



Voie verte rendue prioritaire sur une branche d'un giratoire
Source : Cerema



Alerte les usagers sur la piste cyclable même si celle-ci est prioritaire
Source : Cerema

Le code de la route définit les conditions de priorité d'une piste cyclable

Article R.415-14 « Pour l'application de toutes les règles de priorité, une piste cyclable est considérée comme une voie de la chaussée principale qu'elle longe, sauf dispositions différentes prises par l'autorité investie du pouvoir de police ».

■ La section de véloroute est une route à faible trafic

Il s'agit d'un carrefour ordinaire. Il convient donc de mettre en place la signalisation horizontale et verticale indiquant la priorité de la véloroute, sans aménagement particulier, conformément aux guides techniques interurbains. Si le trafic est équivalent sur toutes les branches, le régime de priorité à droite s'impose alors logiquement, sauf si l'on souhaite privilégier une véloroute importante.

Il est possible de mettre à profit la présence d'îlots de tourne-à-gauche pour créer des refuges permettant de fractionner la traversée.

Véloroute non prioritaire

■ La véloroute est une voie cyclable (voie verte ou piste cyclable)

Moins l'itinéraire cyclable est interrompu, plus il est attractif. Le « cédez-le-passage », si la visibilité le permet, doit être la règle et le stop réservé aux cas particuliers.

Sur la route principale, on peut annoncer la présence d'usagers de la voie cyclable au carrefour suivant par une signalisation de police (A21) et renforcer le message de présence éventuelle de cyclistes par une coloration ou un changement de texture du revêtement en approche immédiate du franchissement.



Panneau A21

D'autres dispositifs d'alerte peuvent être envisagés pour signaler la présence de l'intersection avec une voie cyclable (bordure, balise, éléments verticaux, totem, îlots franchissables...). La présence d'îlot sur la voie cyclable permettra de renforcer la perception et la lisibilité du carrefour.

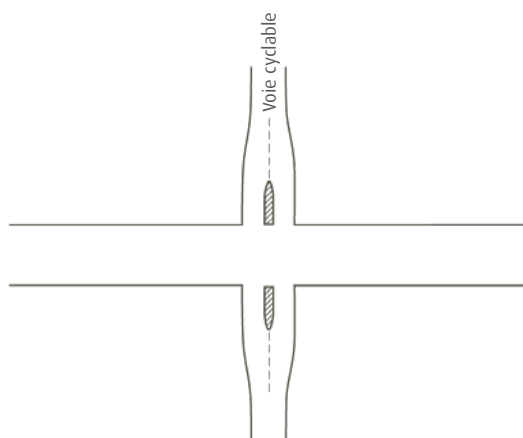
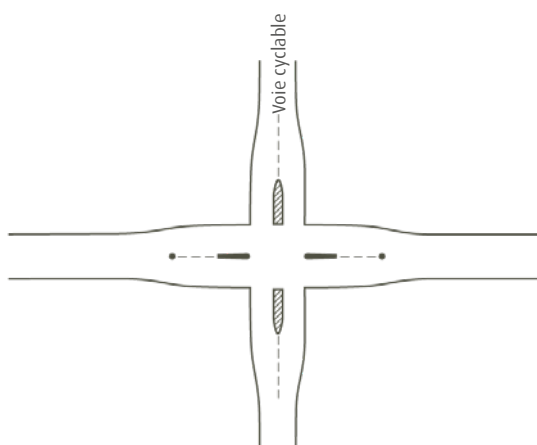


Schéma de principe sur route « classique »
Source : Cerema



Possibilité sur route à faible trafic
Source : Cerema

Sur la voie cyclable, il est recommandé a minima d'alerter les usagers de la présence d'un carrefour avec une route principale par une signalisation de police et un marquage. Lorsqu'un changement de texture est utilisé, il est souhaitable de maintenir le niveau de confort pour tous les usagers et notamment pour les personnes à mobilité réduite.

Au niveau du raccordement entre la voie cyclable avec la voie principale, il est important d'être vigilant s'il y a des pentes et des dévers, un bon niveau de confort doit être conservé (à voir avec les associations locales).

Dans tous les cas, il est préférable, autant que possible, que l'axe de la voie cyclable arrive à plat et perpendiculairement à la route.



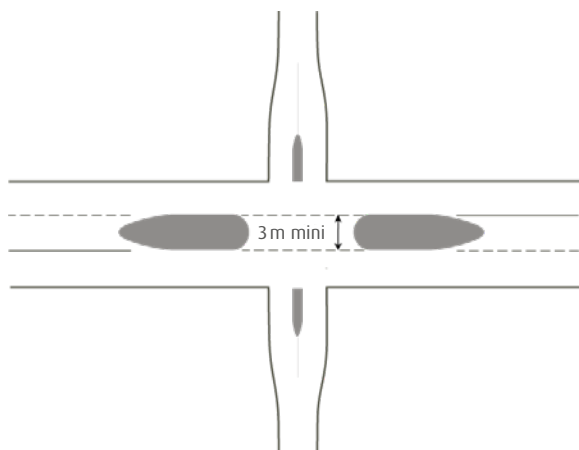
La construction d'îlot au droit de l'intersection aura le double effet d'alerter les usagers de la voie cyclable et d'augmenter la perception de l'intersection depuis la voie principale
Source : Cerema

En amont, sur la voie cyclable, on recherchera toute solution géométrique visant à mettre en alerte les usagers, par exemple, en infléchissant la trajectoire par un virage pour arriver à vitesse modérée à l'intersection, dispositif d'alerte au sol, messages sur panneaux...

On peut aussi séparer et déporter les flux en réalisant, sur la voie cyclable, un îlot central, de bonne largeur et sans contraindre les trajectoires des cyclistes. Afin de marquer ces dépôts, cet îlot pourra être matérialisé en dur et entouré de bordures basses chanfreinées de couleur blanche, ou, plus simplement, bombées. On veillera dans ce cas à la bonne perception de l'îlot :

- intérieur de l'îlot en matériau de couleur claire;
- îlot entouré d'un marquage blanc ou d'un pavage blanc.

Sur la route principale, lorsqu'il s'agit d'un axe à 3 voies, son éventuelle réduction à 2 voies en amont permet de ralentir les voitures et d'intégrer un refuge central, de largeur idéalement comprise entre 3 à 4 m de large (les vélos avec remorque doivent pouvoir être mis en sécurité dans le refuge) incitant les usagers à franchir la voie principale en deux temps. Cette disposition peut s'appliquer également dès lors que la route principale supporte un trafic dense et rapide et que sa traversée ne peut pas s'effectuer sans protection (les aménagements devront être conformes aux normes géométriques en vigueur en milieu interurbain).



Un îlot large (3 à 4 m) sur la voie principale permettra aux usagers de la voie cyclable de traverser en 2 fois
Source: Cerema

Lorsque la voie interceptée est une route à faible trafic, on recherchera avant tout une priorité pour la voie cyclable. Si toutefois, le choix est de maintenir la priorité à la route à faible trafic, il n'y a généralement pas de traitement lourd à prévoir. Il conviendra toutefois de signaler l'interdiction d'usage de la voie cyclable aux véhicules motorisés.

Sur la voie cyclable, on doit alerter les usagers de la présence du carrefour avec une signalisation de police et le marquage. Là encore, le cédez-le-passage sera préféré, en règle générale, au stop, sauf si la visibilité ne peut être correctement assurée.

La dénivellation du franchissement peut être envisagée dans certains cas, et notamment devant l'impossibilité de déplacer l'extrémité d'une voie cyclable très fréquentée qui se retrouverait sur une route à trafic et à vitesse élevés ou si la voie cyclable débouche dans un virage ou avec un masque à la visibilité important; dans ce cas, le passage inférieur ou supérieur peut se révéler une meilleure solution.



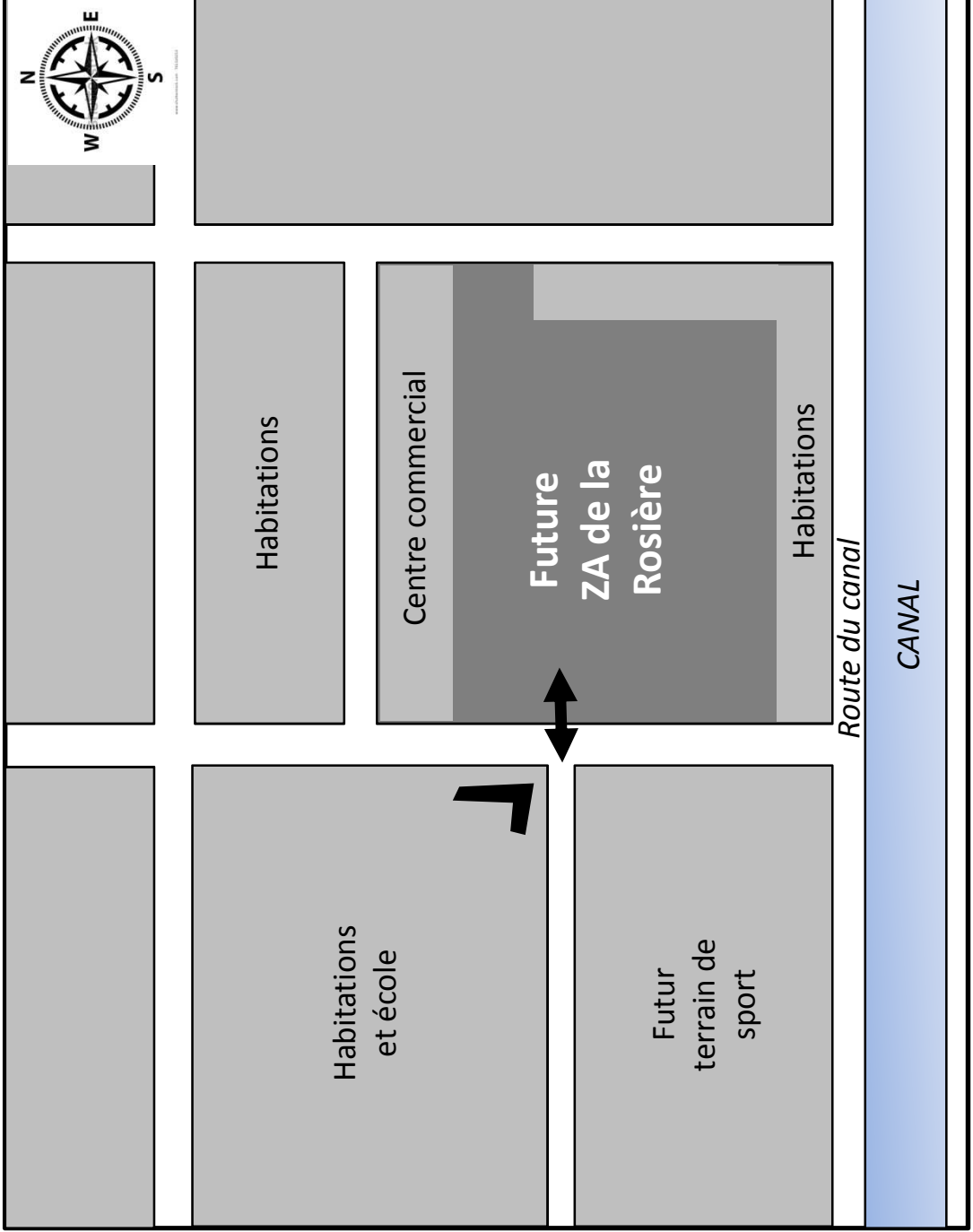
Passage dénivelé
Source: Cerema

■ La véloroute est une route à faible trafic

Il s'agit d'un carrefour ordinaire. Il convient donc de mettre en place la signalisation horizontale et verticale indiquant la perte de priorité de la véloroute, sans aménagement particulier, conformément aux guides techniques interurbains. Si le trafic est équivalent sur toutes les branches, le régime de priorité à droite s'impose alors logiquement.

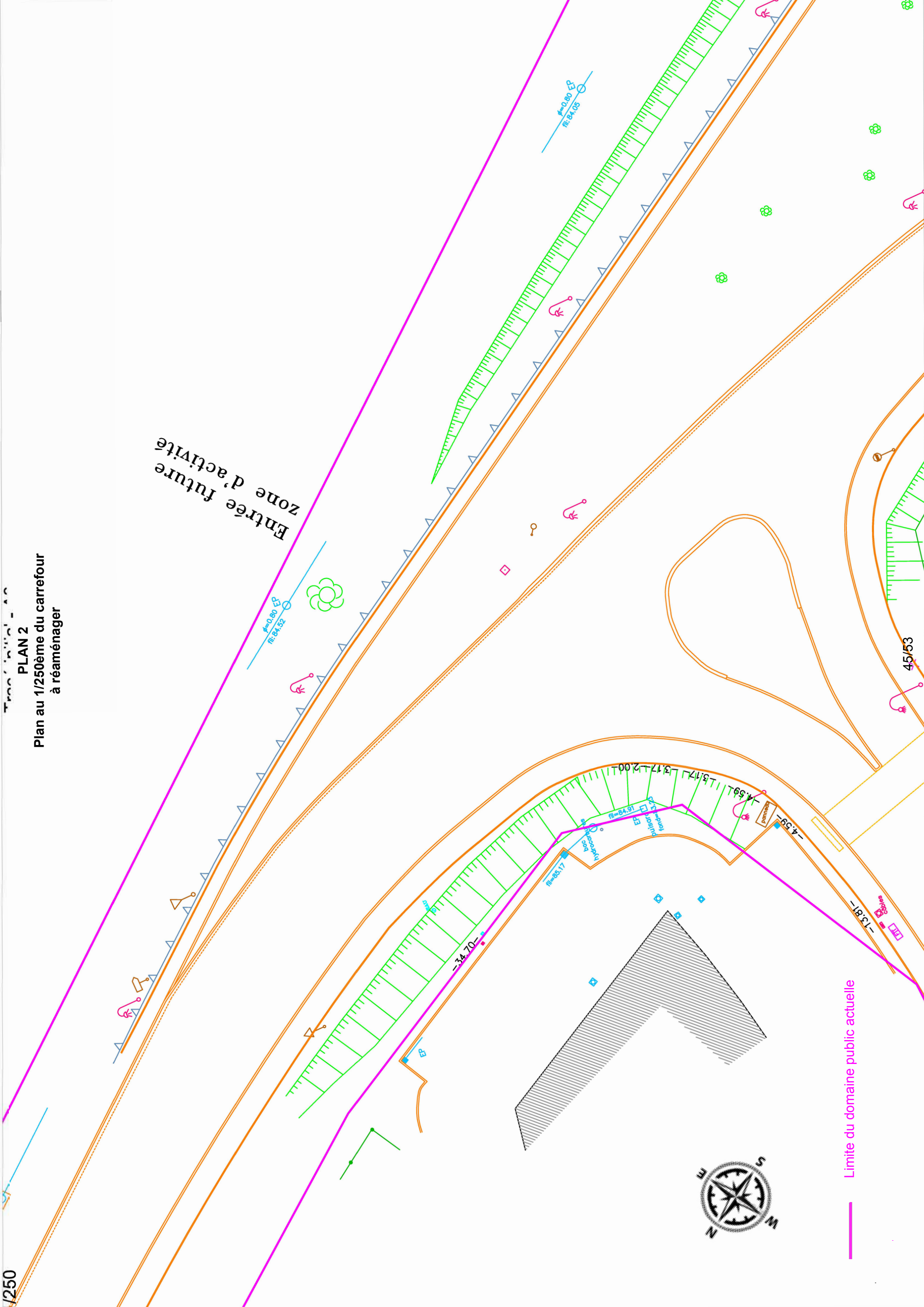
Il est possible de mettre à profit la présence d'îlots de tourne-à-gauche pour créer des refuges permettant de fractionner la traversée.

Plan 1 : Plan de situation



Plan au 1/250ème du carrefour à réaménager

Entrée future zone d'activité



PLAN 3

Feuille blanche - format A3 - 2 exemplaires dont 1 est à rendre avec la copie pour répondre à la question 3.a)

PLAN 3

Feuille blanche - format A3 - 2 exemplaires dont 1 est à rendre avec la copie pour répondre à la question 3.a)

PLAN 4

Feuille blanche - format A3 - 2 exemplaires dont 1 est à rendre avec la copie pour répondre à la question 3.b)

PLAN 4

Feuille blanche - format A3 - 2 exemplaires dont 1 est à rendre avec la copie pour répondre à la question 3.b)