

Guide technique

Sécurité aux passages à niveau

Cas de la proximité d'un carrefour giratoire



pages laissée intentionnellement blanche


Guide technique

Sécurité aux passages à niveau

Cas de la proximité d'un carrefour giratoire



collection les outils



Ce document a été rédigé par Bénédicte Vignal et Sylvain Giausserand (Sétra) dans le cadre du groupe de travail "passage à niveau et giratoires" constitué au sein du groupe technique associé à l'instance centrale de coordination de la politique nationale d'amélioration de la sécurité aux passages à niveau.

Composition du groupe de travail :

- Christian **Babilotte** Certu
- Jean-Pierre **Blet-Charaudeau** CETE de l'Ouest
- Jacques **Brasquet** SNCF
- Annie **Dauvilliers** DGMT
- Jean-Michel **Guernon** DSCR
- Bernard **Guichet** CETE de l'Ouest
- Jean-Claude **Kieffer** CETE de l'Est
- Dominique **Souchet** SNCF
- Jean-Louis **Toupin** SNCF
- Bénédicte **Vignal** Sétra

Convention de lecture

Les termes suivi d'un symbole * sont explicités en fin d'ouvrage dans l'annexe 4.

Sommaire

1 - Présentation générale	5
1.1 – Contexte	5
1.2 – Problématique.	5
1.3 – Recensement des données	7
1.4 – Démarche proposée	7
2 - Analyse du risque	8
2.1 – Les risques	8
2.2 – Évaluation du risque.	10
3 - Proposition de solutions	11
3.1 – Dispositifs préventifs	11
3.2 – Dispositifs curatifs.	14
4. Cas particuliers.	17
4.1 – Giratoire très proche du passage à niveau	17
4.2 – Mini-giratoire	17
4.3 – Passage à niveau à l'intérieur du giratoire.	17
4.4 - Tableau récapitulatif des solutions proposées	18
Annexes	19
1 - Calcul du temps de dégagement du P.N. [1]	20
2 - Les détections	21
3 - Références bibliographiques	22
4 - Glossaire des sigles	23



1 - Présentation générale

1.1 – Contexte

En France, l'enjeu en terme d'accidents routiers en intersection est important :

- 27 % des accidents ont lieu en intersection, occasionnant 15 % des tués (soit 763 en 2004) et 20 % des blessés graves (soit 3538 en 2003) ;
- 39 % des tués et 61 % des blessés graves en intersection le sont en agglomération.

La création ou la transformation en giratoire de carrefours existants accidentogènes est souvent une solution adaptée pour diminuer le nombre et/ou la gravité des accidents en intersection.

Ainsi, avec le développement de la réalisation de carrefours giratoires, les services aménageurs et gestionnaires de la route sont de plus en plus fréquemment confrontés au problème des éventuelles remontées de files d'attente, en cas de proximité d'un passage à niveau, sur l'une de ses branches. Par proximité, on entend une distance telle que le passage à niveau a une forte probabilité de se situer sur la zone de stockage des véhicules, aux pointes de trafic prévisibles ou habituelles.

Il peut s'agir soit de projets neufs de création de carrefours giratoire, soit d'aménagement en giratoire de carrefours classiques (à quatre branches ou plus), soit même de giratoires existants.

Ce document a pour objectif de fournir des recommandations et des solutions techniques aux aménageurs et aux gestionnaires, en leurs qualités de représentant du maître d'ouvrage local, de maître d'œuvre délégué ou de conseil auprès des collectivités territoriales.

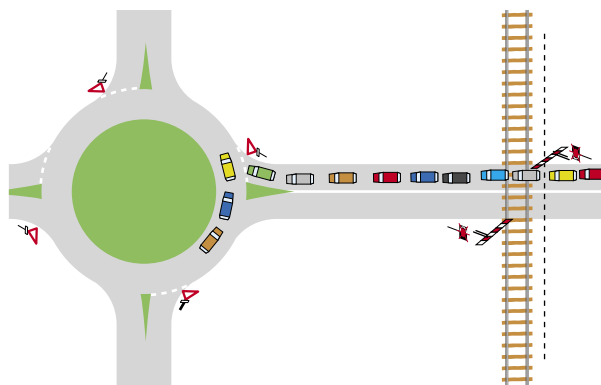


Schéma 1

Nota : cette démarche, bien que traitant de façon spécifique la problématique liée aux carrefours giratoires, peut également servir de repère pour l'application d'une méthode de même nature à d'autres types de carrefours situés à proximité d'un passage à niveau.

1.2 – Problématique

La présence d'un carrefour à proximité d'un passage à niveau (P.N.) pose un problème de sécurité concernant les éventuelles remontées de files d'attente sur ledit passage à niveau.

Dans le cas d'un carrefour giratoire, cette proximité peut présenter des inconvénients :

- celui de l'encombrement du P.N. file d'attente remontant sur le P.N. compte-tenu du cédez le passage à l'entrée du giratoire et des comportements observés (schéma 1) ;
- celui du blocage du carrefour lorsque le P.N. est fermé (schéma 2).

Mais elle a également des avantages tels que :

- pour un sens de circulation, faire ralentir les véhicules avant d'aborder le passage à niveau ;
- obtenir un gain significatif de sécurité routière, par rapport aux autres solutions de carrefour dans une logique d'aménagement d'itinéraire.

Compte tenu de ces éléments et en fonction des cas de figures possibles, un examen attentif du choix d'aménagement s'avère nécessaire :

- opportunité du choix du carrefour giratoire ;
- action sur la distance entre le passage à niveau et le carrefour giratoire (carrefour nouveau ou modification importante de l'intersection) ;
- action sur la géométrie du projet.

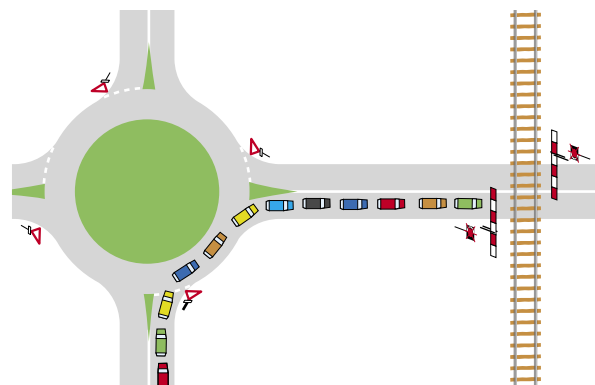


Schéma 2

1.2.1 – Création d'un carrefour giratoire

Dans ce cas, il convient toujours de s'assurer que la solution du carrefour giratoire est pleinement justifiée sur le plan de la sécurité. Cette solution présente des gains potentiels de sécurité, si le contexte de son aménagement le permet, par différence à toute autre solution : logique d'aménagement d'itinéraire, prise en compte des usagers vulnérables, dégagements de visibilité et suppressions d'obstacles suite à des acquisitions foncières, par exemple. Les critères de choix et les règles de l'art figurant dans les guides sur l'aménagement des carrefours urbains et interurbains constituent une bonne référence pour aider à la décision du maître d'ouvrage.

Par ailleurs, la création d'un carrefour giratoire nécessite :

- que le carrefour soit suffisamment éloigné du passage à niveau : à titre indicatif, cette distance (dPN) entre la ligne de « Cédez Le Passage » (CLP) et le P.N. ne devrait pas être inférieure à 20 m, distance permettant d'éviter l'empiètement d'un poids lourd sur le passage à niveau de part sa longueur ;
- que le fonctionnement de l'ensemble, giratoire/passage à niveau, soit suggéré et compris facilement par tous les usagers, locaux ou occasionnels, à l'aide des panneaux de signalisation de police et de direction, selon des séquences classiques ;
- de ne pas induire, dès la mise en service, la mise en place de dispositifs exceptionnels (signalisation, feux, systèmes d'alerte ou d'exploitation asservis aux trafics routier et ferroviaire, ...) tels qu'on peut les envisager dans le cas d'un giratoire existant (ou de la transformation d'un carrefour existant en giratoire) ; l'analyse du risque développée ci-après permet de détecter les configurations inacceptables.

1.2.2 – Aménagement en giratoire d'un carrefour existant

Si le carrefour existant est accidentogène, un diagnostic de sécurité routière (analyse détaillée des accidents et des comportements) est nécessaire.

Les risques et comportements liés au fonctionnement du carrefour sont identiques à ceux de la création d'un carrefour giratoire (point I.2.1 ci avant), ce qui conduit à prendre les mêmes précautions d'analyses préalables.

Toutefois, il convient de noter que sur la branche où se situe le P.N., si elle était antérieurement prioritaire, la configuration du stockage existant est modifiée défavorablement (changement de la priorité, diminution éventuelle de la longueur de stockage disponible due au rayon du giratoire, etc.).

Dans les deux cas précédents, il convient de ne pas perdre de vue l'incidence favorable que peut entraîner l'aménagement d'un carrefour giratoire sur la vitesse d'approche des véhicules au droit du P.N. pour le sens considéré (diminution du risque de collision avec un train ou de heurt des installations ferroviaires notamment des barrières).

1.2.3 – Carrefour giratoire existant

Dans cette situation, les risques et comportements peuvent être de même nature que ceux de la création d'un carrefour giratoire (point I.2.1 ci-avant) ; ils peuvent aussi résulter d'une modification sensible des trafics routiers ou ferroviaires existants (création de zone d'attractivité nouvelle, modification du réseau routier environnant, ...).

1.3 – Recensement des données

L'analyse proposée nécessite :

- la connaissance de la distance du carrefour, neuf ou existant, par rapport au passage à niveau ;
- la connaissance de l'accidentologie routière sur le carrefour existant à aménager ou la motivation du type de carrefour neuf ;
- la connaissance des accidents impliquant un train ou quasi-accidents (heurt d'installation notamment bris de barrières) liés au passage à niveau ;
- la connaissance fine ou la prévision des trafics routiers (par tranche horaire, par nature d'usagers, trafic au ¼ d'heure de pointe par entrée du giratoire éventuellement par type de déplacement selon l'heure et le jour) ;
- la connaissance du trafic ferroviaire (nombre de trains, heures de passage, vitesse maximale, nature, ...) ;
- les caractéristiques géométriques du carrefour giratoire (rayon, largeur de l'anneau, nombre de branches, ...).

1.4 – Démarche proposée

Dans la plupart des cas recensés et compte tenu du risque de remontée de file d'attente s'arrêtant sur le passage à niveau, les concepteurs sont souvent tentés de mettre en place des feux tricolores en entrée du giratoire sur chaque branche, solution censée faciliter le déstockage du giratoire et de la branche concernée par le passage à niveau.

Cette solution, qui peut s'avérer utile voire nécessaire dans certains cas, doit être préconisée avec discernement car elle peut s'avérer critiquable sur les plans de l'efficacité (en situation d'approche d'un train, comme en situation sans train) et du coût ; on doit notamment s'interroger sur ce que sera le comportement des usagers inhabituels des lieux.

Pour éviter cet inconvénient, une démarche fondée sur l'analyse et l'évaluation du risque est proposée afin de fournir, aux aménageurs et gestionnaires, une réponse adaptée aux différentes situations.

Dans tous les cas, et ceci dès l'avant-projet, il convient d'organiser la concertation avec l'ensemble des partenaires concernés par l'opération.



2 - Analyse du risque

L'évaluation du niveau de risque représente la première étape dans l'étude de la transformation d'un carrefour existant en giratoire ou pour la réalisation d'un nouveau carrefour à proximité d'un passage à niveau.

Elle fait aussi partie du diagnostic quand le giratoire existe déjà et lorsque des perturbations sont constatées ou qu'une modification sensible des trafics est attendue.

2.1 – Les risques

Ils sont de deux ordres :

- la file d'attente du giratoire peut remonter sur le passage à niveau ;
- la fermeture du passage à niveau peut créer des perturbations dans le fonctionnement du giratoire.

Du point de vue sécurité, ces deux hypothèses n'ont ni les mêmes conséquences, ni les mêmes solutions.

2.1.1 – Le risque d'accident routier

La file d'attente du P.N. remonte dans le giratoire.

La fermeture du passage à niveau, surtout si elle est d'une durée importante en raison d'un arrêt en gare à proximité, peut générer une file d'attente; en s'allongeant, cette file va bloquer la sortie du giratoire, puis une partie de l'anneau et les entrées précédentes.

En aucun cas, l'entrée venant du P.N. ne sera bloquée, puisque le trafic est arrêté avant ; le giratoire ne sera donc saturé que sur les trois quart de l'anneau ; l'effet dépend du temps de fermeture du passage à niveau.

A l'ouverture, la situation se débloquent dans un délai plus ou moins long en fonction du trafic et de la distance entre le P.N. et le giratoire.

Il s'agit donc d'un risque de temps perdu dans des files d'attente pouvant aller au-delà du giratoire ; cela n'a pas de conséquence sur la sécurité, excepté en rase campagne si une queue remonte dans une zone de perte de visibilité.

On devra porter une attention toute particulière lorsque le trafic est à limite de saturation aux heures de pointe et que le passage de trains est fréquent durant ces mêmes périodes.

Il faut noter que le risque de temps perdu n'est pas plus important avec un giratoire qu'avec un autre type de carrefour ; en particulier, supprimer la priorité à l'anneau ou gérer le carrefour avec des feux aura un effet bien plus néfaste en provoquant un blocage complet de l'intersection (*photo 1*).

2.1.2 – Le risque d'accident sur le passage à niveau

La file d'attente du giratoire remonte sur le P.N.

Même si le fait de s'arrêter dans une file sur un passage à niveau est strictement interdit par le code de la route [5], on ne peut pas exclure que cela se produise, et parfois de façon tout à fait involontaire.

S'il y a un risque de trouver un véhicule arrêté sur la voie ferrée et que ce dernier ne puisse pas se dégager avant l'arrivée d'un train, c'est alors un problème de sécurité important.

Ainsi, en fonction des données géométriques et des trafics routiers et ferroviaires, une analyse du risque est nécessaire.



Photo 1 : P.N. 26 à Dax (source : CETE du Sud-Ouest)

On notera que ce risque n'est pas limité au seul cas des carrefours giratoires à proximité d'un passage à niveau ; il existe aussi dans d'autres cas de figure : carrefour géré par un stop ou cédez le passage, route prioritaire avec voie de tourne à gauche saturée, et même si le carrefour est géré par signalisation lumineuse (*photo 2*).

2.1.3 – Cas où une évaluation du risque doit être réalisée

La question se pose ainsi : au-dessous de quelle distance entre le P.N. et le giratoire doit-on lancer l'étude d'évaluation du risque ?

Le giratoire est à moins de 20 m du passage à niveau.

Cette situation est à éviter ; pour le diagnostic des cas existants, ou lorsque aucune autre solution ne peut être acceptée, on se reportera au chapitre 4 « cas particuliers ».

La distance est comprise entre 20 et 100 m.

Dans tous les cas, on suivra la procédure d'évaluation du risque proposée au chapitre 2.2.

La distance est comprise entre 100 et 200 m.

On vérifiera sur le graphique ci-après la position du couple des trafics par rapport à la courbe :

- en dessous, l'étude d'évaluation du risque n'est pas nécessaire ;
- au-dessus, l'étude d'évaluation du risque doit être faite.

voir graphique 1



Photo 2 : P.N. 26 à Dax (source : CETE du Sud-Ouest)

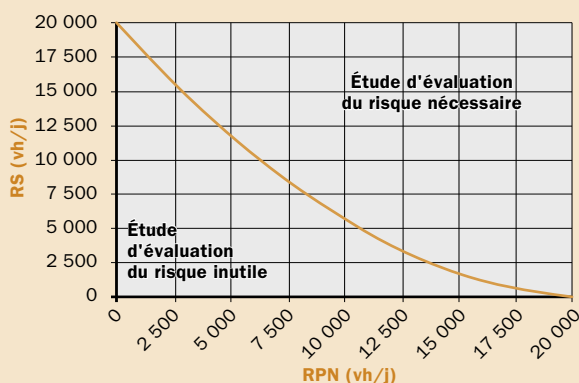
La distance est supérieure à 200 m.

Si des problèmes sont constatés ou probables avec une telle distance, on s'intéresse d'abord à la conception du carrefour en vérifiant que le choix du giratoire est bien adapté aux volumes et / ou à la gestion des trafics en présence (la solution relève alors de la gestion des flux eu égard à la capacité du réseau).

Les trafics sont les MJA (moyennes journalières annuelles) des deux sens les plus récentes des sections les plus proches du carrefour :

- RPN est la route traversant la voie ferrée
- RS est la route sécante dans le carrefour

Si le carrefour est la limite entre deux sections de comptage, on retiendra, pour la RS, la section la plus chargée.



Graphique 1 : opportunité d'une étude d'évaluation du risque (giratoire entre 100 m et 200 m du PN)

2.2 – Évaluation du risque

La démarche consiste à calculer la longueur de la file d'attente maximale possible à l'entrée du giratoire et à la comparer à la distance (dPN) entre le giratoire et le passage à niveau.

2.2.1 – Recueil de données

Les données nécessaires à l'étude sont :

- les caractéristiques géométriques du giratoire (nécessaires pour le calcul de capacité), soit le rayon, la largeur de l'anneau, la disposition des branches et les largeurs d'entrées, de sorties et d'îlots séparateurs. Si le giratoire est en projet et que ses caractéristiques ne sont pas définies, on retiendra des valeurs standards pour le site et le type de route ;
- le trafic sur chaque branche obtenu en comptage automatique par quart d'heure et par sens pendant une semaine hors vacances scolaires.

Dans le cadre de la création d'un carrefour giratoire, on prendra les prévisions de trafics :

- des comptages directionnels dans le carrefour en quart d'heure, des heures de pointes, définies à partir des comptages automatiques (nota : données nécessaires pour évaluer la capacité [9] ;
- l'évaluation des circulations piétonnes et cyclistes et les cheminements correspondants ;
- les heures de passage des trains et la vitesse de passage de chacun d'eux au droit du P.N. et les temps de fermeture induits ;
- d'éventuels événements perturbateurs, ou générateurs de trafic, environnants (autres carrefours, hypermarché, lycée, ...).

2.2.2 – Déroulement de la préparation

- les trafics en quart d'heure par entrée serviront à dresser un histogramme du trafic total entrant dans le giratoire, sur lequel on reportera les heures de passage des trains ;
- pour faire les comptages directionnels, on retiendra les périodes les plus chargées lors de passages de train (périodes d'une heure à cheval sur les heures de passage des trains) et les heures de pointes du matin et du soir si elles n'en font pas partie ;
- on retiendra des comptages directionnels le quart d'heure pendant lequel le couple entrant- tournant à l'entrée du giratoire de la branche du P.N. est le plus fort.

2.2.3 - Calcul de la file d'attente

- la matrice du quart d'heure retenue est multipliée par 4 ;
- on lui applique un coefficient d'hyper pointe de 1,5 pour les routes en secteur touristique ou en zone commerciale ou de 1,25 pour les autres routes ;
- on fait un test de capacité [9] (par exemple avec Girabase) ;
- on retient la file d'attente maxi pour l'entrée concernée et on la transforme en longueur en adoptant une longueur de 7,50 m par unité de véhicule (lqmax). Dans le cas d'entrée à 2 voies, il faut estimer que seulement 25% des véhicules se stockent sur la deuxième voie.

2.2.4 - Evaluation du risque

On calcule la réserve de stockage

$$(Rlq) = \frac{dPN - lq \max}{dPN}$$

- dPN est la distance de l'entrée du giratoire au passage à niveau ;
- lqmax est la longueur de queue maximale sur la branche du giratoire ;
- les plages de valeur Rlq ;
 - si $Rlq > 50\%$
Risque faible - pas de problème
 - si $25\% < Rlq < 50\%$
Risque moyen - envisager, au moins, une solution statique
 - si $0 < Rlq < 25\%$
Risque fort - envisager aussi une solution dynamique préventive (et ou curative)
 - si $Rlq < 0$
Risque inacceptable - modifier la capacité du giratoire ou repenser le projet

3 - Proposition de solutions

Lorsque le risque existe de trouver des véhicules à l'arrêt sur le passage à niveau à l'approche d'un train, diverses solutions peuvent être envisagées, soit pour dissuader voire empêcher les conducteurs de s'engager sur le passage à niveau sans être certain de pouvoir s'en dégager immédiatement, soit pour leur permettre de dégager l'emprise ferroviaire avant l'arrivée du train.

On distingue donc des solutions préventives et des solutions curatives.

Ces solutions peuvent être statiques, en utilisant de la signalisation ou une voie de dégagement, ou bien dynamiques, avec une signalisation variable (lumineuse) commandée à partir de la détection de file d'attente et d'arrivée d'un train.

Chaque solution n'est pas adaptée à toutes les configurations de site, de distance entre le giratoire et le P.N., de taille du giratoire ou encore de trafic. Certaines solutions peuvent se compléter.

	préventives		curatives	
statiques	P1	Signalisation renforcée	C1a	Zone de dégagement
			C1b	Voie directe de tourne à droite
dynamiques	P2	Signalisation par PMV	C2	Feux de circulation à l'entrée précédente
	P3	Feux de circulation en amont du P.N.	C3	Feux de circulation sur l'anneau

3.1 – Dispositifs préventifs

3.1.1 – Renforcement de la signalisation statique (P1)

Avant tout, il est nécessaire de rappeler les signalisations réglementaires d'un passage à niveau et d'un giratoire. Elles peuvent interférer entre elles en fonction de l'inter distance giratoire – P.N.

signalisation du passage à niveau	signalisation du carrefour giratoire
<ul style="list-style-type: none"> panneau de danger A7 balises J10 signal G2 incluant les feux R24 marquage éventuel d'une ligne continue axiale 	<ul style="list-style-type: none"> panneau de direction D42b panneau de priorité AB25 balise de tête d'îlot J5 marquage de tête d'îlot signalisation de priorité AB3a et ligne d'effet

La solution de renforcement de la signalisation statique ne dépend pas de la distance entre l'entrée du giratoire et le passage à niveau.

De toute la panoplie des autres signaux réglementaires, seuls les suivant sont bien adaptés :

- panneau B6d – « arrêt et stationnement interdits » complété par un panneau M9z « sur la voie ferrée » ;
- panneau KC1 avec inscription « arrêt interdit sur la voie ferrée » ;
- ligne continue jaune en continuité du marquage de rive à partir du signal R24, jusqu'à la hauteur du R24 opposé.

Aujourd'hui, aucun dispositif spécifique n'est prévu et l'usage de signaux non réglementaires est soumis à l'autorisation de la DSCR [6]. Dans ce cadre, le gestionnaire pourrait, par exemple, envisager l'expérimentation d'un panneau d'indication et/ou de compléter par un marquage en croisillons sur le P.N. (marquage couramment utilisé dans les autres pays d'Europe).

Les interventions dans le domaine du chemin de fer doivent toutefois être autorisées par l'exploitant ferroviaire.

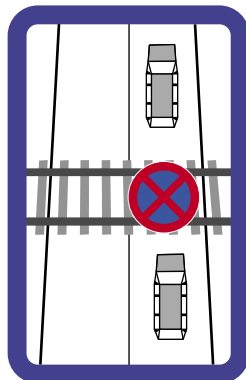


Schéma 3 : panneau d'indication

3.1.2 – Adjonction de signalisation dynamique (P2)

La mise en place d'une signalisation préventive dynamique (le cas échéant PMV), est associée à l'éventualité suivante.

la file d'attente de l'entrée du giratoire se rapproche dangereusement du passage à niveau.

La file d'attente en aval du P.N. arrive à une distance de 15-20 m de la plate-forme ferroviaire. Cette solution suppose que la distance entre le giratoire et le P.N. soit d'au moins 40 m. Le procédé consiste à détecter un véhicule à l'arrêt ou avançant à très faible vitesse.

Cette détection déclenche l'allumage :

- soit d'un signal AK30 annonçant une file à l'arrêt. Sur une route à fort trafic, cette solution peut être recherchée pour des distances dPN jusqu'à 100 m, (voir 150m, si le risque est établi). Le signal est placé 30 à 40 m avant le P.N. ;
- soit un panneau B6d si la distance dPN est réduite. Le signal est alors placé juste avant le P.N.

Une expérimentation est en cours pour l'utilisation du panneau A7 sur PMV dans le cadre de la sécurisation de P.N.

Le signal AK30 peut clignoter en alternance avec un signal A7 dont l'allumage est déclenché à la détection d'un train à l'approche. Dans ce cas, le panneau s'éteint s'il n'y a plus de file et après l'ouverture du P.N.

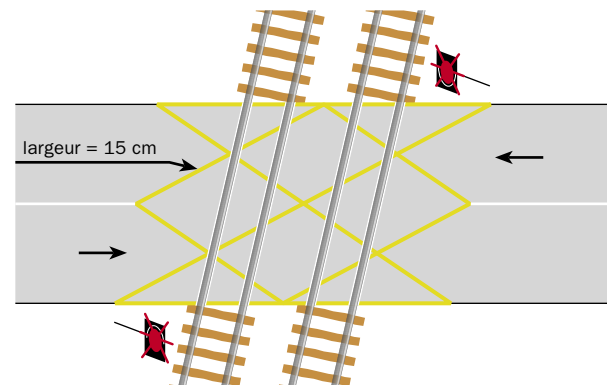


Schéma 4 : marquage en croisillons

3.1.3 – Gestion par feux de l’engagement sur le P.N. (P3)

Il s’agit d’interdire l’engagement sur le P.N. dès que la file d’attente de l’entrée du giratoire est trop proche de la plate-forme ferroviaire. Cette solution est à envisager lorsqu’il y a un fort risque de débordement de la file d’attente en amont de la voie ferrée (cf. 2.2.4).

Comme pour la solution 2, la file d’attente en aval du P.N. arrive à une distance de 15-20 m de la plate-forme ferroviaire. Le procédé consiste à détecter un véhicule à l’arrêt ou avançant à très faible vitesse pour commander le passage au rouge d’un feu de contrôle de flot R22v (tricolore vert jaune rouge). Le feu reste au rouge jusqu’à ce que la file ait avancé.

Ce feu est placé en amont du feu R24. Il n’y a pas lieu d’implanter de signalisation avancée spécifique, le panneau A7 constituant la présignalisation du danger.

Cette solution suppose que la distance entre le giratoire et le P.N. soit d’au moins 40 m. Sur une route à fort trafic, cette solution peut être recherchée pour des distances dPN allant jusqu’à 150 m, si le risque est établi.

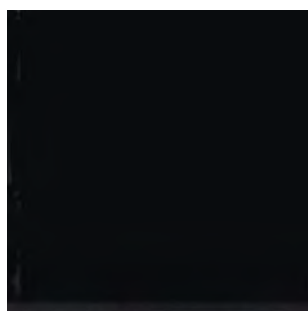
Le feu est actif en permanence ; la position de repos est au vert ; il est obligatoirement au rouge à l’annonce d’un train en même temps que le R24.

Le feu passe au jaune (3 secondes) puis au rouge fixe si une file d’attente est détectée ou un train est annoncé. Cela impose une détection du train 3 secondes plus tôt et donc le déplacement de l’origine de celle-ci en général.

Le feu retourne au vert si il n’y a plus de file d’attente et pas de train annoncé.

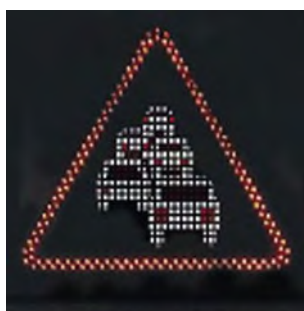
Il n’y a pas de temps minimum de vert dans ce contexte particulier (cf. article 110.C.3 de l’Instruction interministérielle sur la signalisation routière – sixième partie – feux de circulation permanents).

Il est très fortement déconseillé d’éteindre les feux au repos, en raison du temps de réactivation à l’arrivée d’un train.



ARRÊT INTERDIT
SUR LA VOIE FERRÉE

AK30
au repos



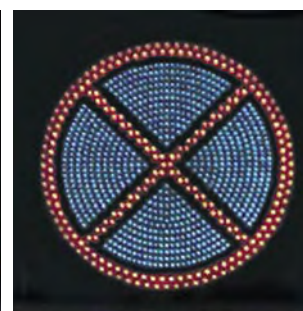
ARRÊT INTERDIT
SUR LA VOIE FERRÉE

AK30
avec file d’attente détectée



ARRÊT INTERDIT
SUR LA VOIE FERRÉE

A7



ARRÊT INTERDIT
SUR LA VOIE FERRÉE

B6D

3.2 – Dispositifs curatifs

3.2.1 – Création d'une zone de dégagement (C1a)

Cette solution consiste à offrir au(x) véhicule(s) arrêté(s) sur la plate-forme ferroviaire une possibilité de se dégager à l'annonce de la fermeture du P.N.

Pour cela, une zone de dégagement est aménagée sur la droite, en sortie du P.N., sur une longueur minimale de 20 m (au moins équivalente au double de la longueur de la traversée de la voie ferrée) et une largeur de 2 m à 2,50 m. Elle se termine avant l'entrée du giratoire. Elle est interdite à la circulation par un marquage en zébra et à l'arrêt et au stationnement sauf utilisation idoine, par un panneau B6d complété par un panneau M6f « INTERDIT sauf dégagement du passage à niveau » (schéma 5).

Pour une meilleure information des usagers, elle peut également être signalée par un panneau C50 avec, par exemple, le texte « zone de dégagement d'urgence » (schéma 5 - photo 7).

Lorsque le risque s'avère plus élevé, l'adjonction d'un panneau dynamique, avec un texte tel que « dégager la voie ferrée », déclenché par l'arrivée d'un train, peut augmenter l'efficacité du système.

3.2.2 – Voie directe de tourne-à-droite (C1b)

La réalisation d'une voie directe de tourne à droite à une entrée de giratoire est exceptionnelle, particulièrement en urbain. Elle est justifiée par un fort trafic TAD et peut permettre de limiter à une voie l'entrée sur le giratoire à 1 voie. Elle peut aussi être envisagée pour faciliter le mouvement des transports exceptionnels sur les itinéraires dédiés.

Lorsqu'elle existe, elle peut remplir la fonction de voie de dégagement, à condition qu'elle soit accessible à partir du P.N..

3.2.3 – Gestion par feu (R22j) d'une ou plusieurs entrées du giratoire (C2)

Cette solution a pour but de dégager la file d'attente du giratoire avant qu'elle ne remonte sur la voie ferrée. Elle consiste à arrêter par un feu la circulation prioritaire sur le giratoire pour permettre le dégagement, en entrée, de la branche du P.N.

Le feu est généralement à implanter sur l'entrée précédente. Mais si le trafic prioritaire comporte une composante forte de véhicules venant d'une autre entrée, un feu est également placé sur cette autre entrée.

L'implantation du feu se fait 10 à 20 m en amont de la ligne de « cédez le passage ». En rase campagne, il est annoncé par un panneau A17.

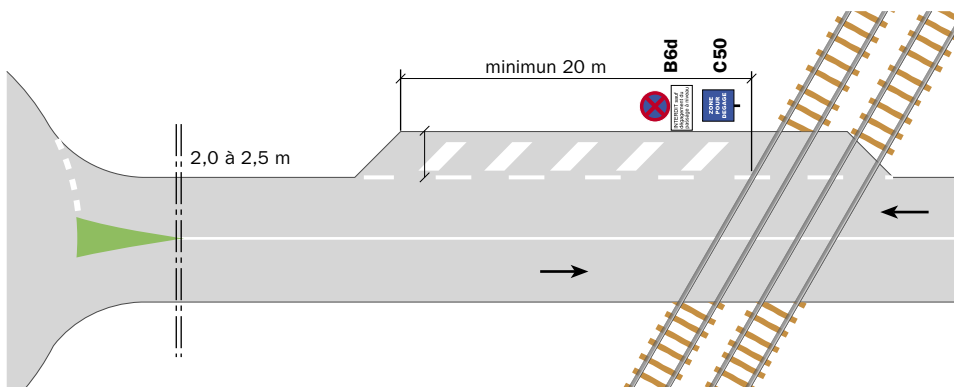


Schéma 5 - photo 7 : P.N. sur la RD 746 à Luçon (85) (Source : CETE de l'Ouest)

Eteint au repos, il est mis en service au jaune clignotant lorsqu'une file d'attente est détectée à proximité du P.N. Il passe alors au rouge à l'annonce de l'arrivée d'un train (schéma 6)

Le temps de dégagement de la plate-forme est fonction de la taille du giratoire et de la distance « dPN ». La détection d'un train se fait à une distance suffisante pour que la file d'attente ait avancé avant le début d'abaissement des barrières, entraînant, en général, le déplacement de l'origine du dispositif de détection du train.

Le graphique 2 donne le domaine d'emploi en fonction du rayon extérieur du giratoire (Rg) et de la distance dPN, ce pour 3 valeurs de T temps minimal entre la détection d'un train et le début d'abaissement des barrières (20, 25 et 30 secondes).

Quelle que soit la durée de fermeture du P.N. (par exemple, arrêt en gare lorsque celle-ci est située entre l'origine du dispositif de détection et le P.N.) le feu R22j ne doit pas rester au rouge plus de 30 secondes.

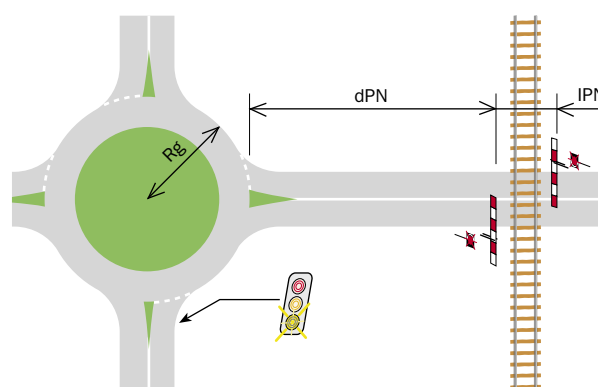
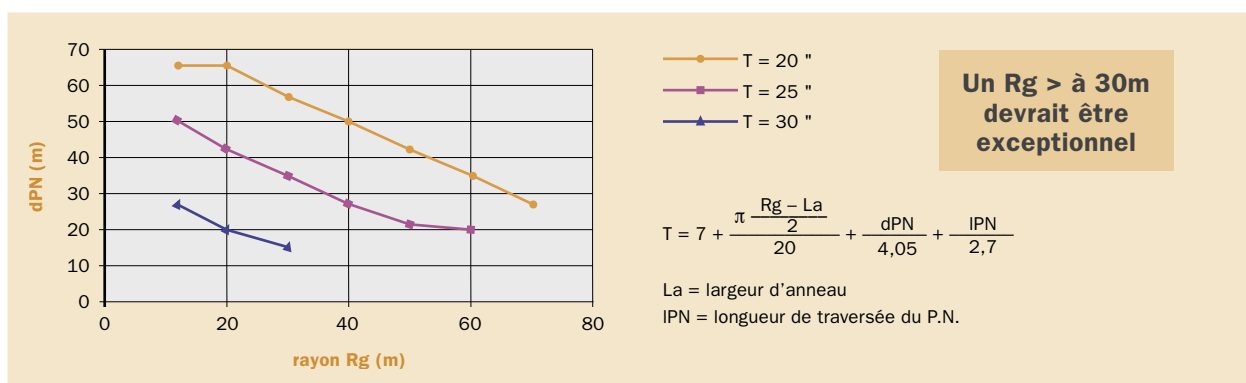


Schéma 6



Graphique 2 : limite d'utilisation d'un feu en entrée

3.2.3 – Gestion par feux R22v sur l’anneau du giratoire (C3)

Cette solution consiste à arrêter, par un feu situé sur l’anneau du giratoire, la circulation prioritaire en amont de la branche du P.N. Le feu est implanté sur l’îlot séparateur et répété sur l’îlot central. Eteint au repos, il est mis en service au vert si une file d’attente est détectée à proximité du P.N. Il passe alors au rouge à l’annonce de l’arrivée d’un train (schéma 7).

Le temps de dégagement de la plate-forme ferroviaire est fonction uniquement de la distance « dPN ». Comme pour la solution précédente, la détection d’un train se fait à une distance suffisante pour que la file d’attente ait avancé avant le début d’abaissement des barrières.

Le graphique ci-dessous donne la distance limite d’emploi en fonction de la valeur de T. Il est indépendant de la taille du giratoire donc adaptée aux plus grands, d’autant que l’implantation des feux peut être délicate pour les trop petits rayons.

Quelle que soit la durée de fermeture du P.N. (par exemple, arrêt en gare lorsque celle-ci est située entre l’origine du dispositif de détection et le P.N.) le feu ne doit pas rester au rouge plus de 30 secondes, temps suffisant pour permettre de dégager le P.N. tout en limitant la durée de blocage des véhicules sur l’anneau.

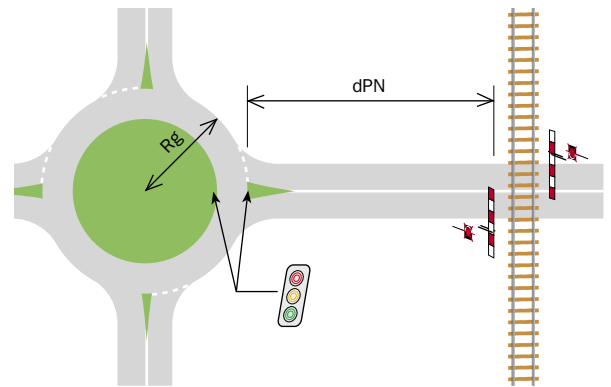
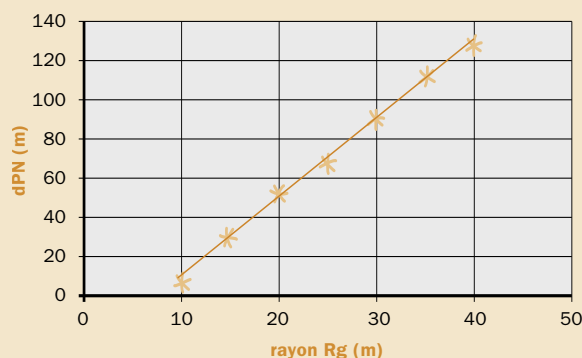


Schéma 7



$$T = 5 + \frac{dPN}{4,05} + \frac{IPN}{2,78}$$

IPN = longueur de traversée du P.N.

T = temps minimal entre la détection d’un train et le début d’abaissement des barrières

Commentaire : la valeur de T est celle de l’installation existante ou intègre les modifications utiles (déplacement ou mise en place d’une nouvelle détection ferroviaire)

4. Cas particuliers

4.1 – Giratoire très proche du passage à niveau

On entend par très proche une distance entre la ligne CLP et le P.N. comprise entre 0 et 20 m.

Une solution préventive P1 (renforcement de la signalisation) utilisant de la signalisation horizontale sur le P.N. est à écarter du fait du voisinage des autres marquages : ligne CLP, passage piéton.

La solution préventive P3 (gestion par feux de l'engagement sur le P.N.) est à adapter en utilisant un feu de contrôle d'accès individuel R23 (bicolore vert-rouge) lorsque le giratoire est très proche du P.N. Cela permet de faire passer les véhicules 1 à 1, lorsqu'il n'y a plus personne en attente. Elle n'est applicable que lorsque le trafic est modéré, moins de 100 vh/h.

La solution curative avec voie de dégagement nécessitant de l'espace est inadaptée.

Les solutions curatives dynamiques sont utilisables à condition de remplacer les détections de file entre le P.N. et l'entrée du giratoire par une détection des véhicules arrêtés sur la plate-forme (mode de détection autre que par boucle – voir annexe 2).

4.2 – Mini-giratoire

On appelle mini-giratoire un carrefour giratoire d'un rayon extérieur inférieur à 12 m ce qui impose un îlot central franchissable. Cette situation est obligatoirement urbaine.

La solution curative C3 (gestion par feux sur l'anneau) est impossible, en l'absence d'îlot central infranchissable.

La solution curative C1 (gestion par feux de l'engagement sur le P.N.) est généralement inadaptée au milieu urbain dense qui justifie la réalisation du mini-giratoire.

La solution curative C2 (gestion par feux d'une entrée du giratoire) peut nécessiter des feux à toutes les entrées autres que celle du P.N.

4.3 – Passage à niveau à l'intérieur du giratoire

Cette situation doit rester exceptionnelle. Elle peut être admise si :

- la voie ferrée coupe nettement l'îlot central ;
- le giratoire est de taille suffisante pour implanter feux et barrières sur l'anneau ;
- la durée de fermeture reste limitée (pas plus d'une minute) ;
- les trafics TAG ne risquent pas de se bloquer mutuellement à l'ouverture des barrières ;
- les entrées sont à une seule voie.

Par rapport à un P.N. « classique », cette situation amène généralement la mise en place d'installations supplémentaires notamment sur l'îlot central (feux et barrières) avec les inconvénients liés à leur maintenance (intervention de personnel en nombre suffisant, sécurité du personnel, ...).

Une signalisation lumineuse complémentaire est à mettre en œuvre pour une ou des entrées très proches de la voie ferrée (moins de 10 m entre cède le passage et P.N.).

4.4 – Tableau récapitulatif des solutions proposées

	P1. Renforcement de la signalisation	P2. Adjonction de signalisation dynamique	P3. Gestion par feux de l'engagement sur le P.N.	C1. Création d'une voie de dégagement	C2. Gestion par feux d'une entrée du giratoire	C3. Gestion par feux sur l'anneau du giratoire
Domaine d'emploi	Risque faible dPN 20 à 150 m	Risque faible à moyen dPN 40 à 150 m	Risque fort dPN 40 à 150 m	Risque faible à moyen dPN 20 à 100 m	Risque fort dPN 20 à 65 m	Risque fort dPN 20 à 120 m
Catégorie	Préventif - Statique	Préventif - Dynamique	Préventif - Dynamique	Curatif - statique	Curatif - Dynamique	Curatif - Dynamique
Description	A j o u t d e p a n n e a u (x) réglementaire(s) : B6d + M9z –KC1 ... Ligne de rive jaune continue sur P.N.	Utilisation d'un PMV	Signal lumineux tricolore	Surlageur en aval du P.N.	Feu tricolore à l'entrée précédant celle venant du P.N.	Feu tricolore R22v sur l'anneau
Fonctionnement		Allumage en cas de file d'attente	Allumage du rouge en cas de file d'attente	Permet le dégagement de la plate-forme à l'arrivée d'un train	Allumage du rouge en cas de file d'attente et de l'arrivée d'un train	Allumage du rouge en cas de file d'attente et de l'arrivée d'un train
Avantages	Coût réduit	Compréhension				Indépendant de la taille du giratoire
Inconvénients		Choix de signal réglementaire	Positionnement par rapport au R24	Contrainte géométrique risque de stationnement	Distance max liée à la taille du giratoire	Compréhension limitée
Variantes	M a r q u a g e croisillons / P.N. P a n n e a u expérimental	Signal différent si lié à l'arrivée d'un train	Signal bicolore R23 lorsque le giratoire est très proche du P.N.	Complément par PMV Voie directe de TAD	Gestion de plusieurs entrées	
Détection	non	File d'attente ou Arrivée de train	File d'attente et Arrivée de train	Arrivée de train (si PMV)	File d'attente et Arrivée de train	File d'attente et Arrivée de train
Paramétrage					Détection du train / temps de dégagement	Détection du train / temps de dégagement

Annexes

Annexe 1 - Calcul du temps de dégagement du P.N. [1]

a) Dans le cas d'un feu placé à l'entrée précédente le temps de dégagement du passage à niveau après détection d'un train en approche se décompose en 4 parties :

- le temps de jaune fixe ;
- le temps de parcours du dernier véhicule entre le feu et le passage devant l'entrée correspondant au passage à niveau ;
- le temps de démarrage de la file jusqu'au véhicule arrêté sur la voie ferrée ;
- le temps de traversée du passage à niveau par ce dernier véhicule.

Le temps de jaune fixe d'un feu R22j est de 5 secondes.

Le temps de parcours est calculé à partir du rayon moyen du giratoire (milieu de l'anneau), à une vitesse de 36 km/h.

Le temps de démarrage de la file est de 2 secondes pour le premier arrêté à la ligne de cédez le passage et 1.85 seconde pour les suivants.

Le nombre de véhicules arrêtés est calculé pour la distance partant de l'entrée du giratoire et comprenant l'emprise ferroviaire, en comptant 7,50 m par véhicule ; le nombre est arrondi à l'unité supérieure.

Le temps de traversée du P.N., pour un dernier véhicule arrêté est calculé à une vitesse de 10 km/h.

Nota :

- *la présence de PL dans la file n'a pas d'influence ; un PL est compté 2 VL ; le temps de dégagement, s'il peut laisser supposer un démarrage plus lent, est équivalent à celui de 2 VL du fait de l'avancée simultanée de l'ensemble ;*
- *dans le cas d'un trafic prioritaire fortement composé de TAG venant de l'entrée N-2, l'implantation d'un feu à cette entrée peut aussi être nécessaire ; le temps de parcours sur l'anneau est alors calculé à partir de cette entrée.*

Le calcul le plus défavorable consisterait à prendre en compte le cas d'un PL arrêté, la cabine sous la barrière ; il faudrait prendre en compte un temps de démarrage plus long et le temps d'avancée de sa longueur.

b) Dans le cas d'un feu placé sur l'anneau, le temps de dégagement du P.N. après détection d'un train en approche n'est plus dépendant de la taille du giratoire.

Il se décompose en 3 parties :

- le temps de jaune fixe ;
- le temps de démarrage de la file jusqu'au véhicule arrêté sur la voie ferrée ;
- le temps de traversée du passage à niveau par ce dernier véhicule.

Après un feu vert, le temps de jaune fixe est de 3 secondes. Le calcul du temps de démarrage de la file et de la traversée du passage à niveau intègre les mêmes paramètres que précédemment.

Annexe 2 - Les détections

File d'attente en aval

La détection d'une file d'attente en aval du P.N. (entre le P.N. et l'entrée du giratoire) permet de déclencher :

- un dispositif dynamique préventif dès qu'une file d'attente risquant de remonter sur le P.N. est observée ;
- un dispositif dynamique curatif , lorsqu'une file d'attente est observée et qu'un train est en approche.

Le principe est de détecter un véhicule à l'arrêt ou avançant à une vitesse très basse à une distance de 15 à 20 m en aval du P.N. Cela suppose un intervalle entre le P.N. et l'entrée du giratoire d'au moins 40 m.

L'utilisation d'une double détection lorsque la distance au P.N. est importante permet au premier niveau d'activer un système lumineux et au second (à proximité du P.N.) de déclencher un feu dans les solutions dynamiques P3, C2 et C3.

Véhicule arrêté sur P.N.

La détection d'un véhicule arrêté sur le P.N., ou avançant à une vitesse anormalement basse permet de déclencher suivant les cas :

- un dispositif dynamique préventif d'alerte, qu'il y ait ou pas un train en approche ;
- un dispositif dynamique curatif.

La détection par boucle est à proscrire. Les autres dispositifs de détection envisageables ne doivent pas interférer avec les installations ferroviaires existantes et réciproquement. En outre, les interventions dans le domaine du chemin de fer ne peuvent être autorisées que par l'exploitant ferroviaire.

Trafic en amont du P.N.

Le comptage par courtes séquences du trafic en amont du P.N. peut être utilisé pour anticiper sur la formation de files d'attente et déclencher un dispositif préventif.

Trafic en amont de l'entrée N-1

Le comptage par courtes périodes du trafic prioritaire (généralement issu de l'entrée précédente N-1) sur l'entrée N du giratoire (venant du P.N.), peut être utilisé pour anticiper sur la formation de files d'attente provoquées par un trafic prioritaire continu. L'action serait alors de créer artificiellement des créneaux pour faciliter l'entrée N. Cette utilisation est de préférence couplée avec une détection de file d'attente en aval du P.N.

Annexe 3 - Références bibliographiques

- [1] Giratoire et passage à niveau. Calcul du temps de dégagement. Résultats des mesures. Rapport d'études – CETE de l'Ouest, mai 2004.
- [2] Évaluation du retard Géométrique sur carrefour plan traditionnel et sur giratoire. Rapport d'études – CETE Normandie-Centre, juillet 1996.
- [3] Traffic signal operation near highway-rail grade crossing. A synthesis of highway practice – NCHRP Synthesis 271 - Transportation Research Board (USA), 1999.
http://trb.org/publications/nchrp/nchrp_syn_271.pdf
- [4] Traffic signal control- Signal preemption at railroad grade crossings. Presentation - Texas Transportation Institute/ Center for Professional Development (USA).
http://tti.tamu.edu/cpd/education/presentations/traffic_signal_control/railroad_signal_preemption.pdf
- [5] Code de la route. A consulter sur le site internet de Légifrance
<http://www.legifrance.gouv.fr/>
- [6] Instruction interministérielle sur la signalisation routière - Arrêté du 24 novembre 1967 relatif à la signalisation des routes et autoroutes modifié
<http://www.securiteroutiere.equipement.gouv.fr/infos-ref/route/signalisation/l-instruction-interministerielle-sur-la-signalisat.html>
- [7] Aménagement des carrefours interurbains sur routes principales. Carrefours plans - Guide technique – Sétra, décembre 1998 – Réf B9836 -
<http://catalogue.setra.equipement.gouv.fr/>
- [8] Carrefours urbains. Guide - Certu, janvier 1999 – Réf OU05002399.
- [9] Capacité des carrefours giratoires interurbains – premiers résultats - Note d'information n° 44 - Sétra, août 1987 - A consulter en texte intégral sur :
<http://catalogue.setra.equipement.gouv.fr/>

Annexe 4 - Glossaire des sigles

P.N.	Passage à niveau
R.F.F.	Réseau Ferré de France
P.M.V.	Panneau à Message Variable
Comptages directionnels	Comptages Origine-Destination
Ligne CLP	Ligne du « cédez le passage »
T.A.G.	Mouvement ou voie de « Tourne à gauche »
T.A.D.	Mouvement ou voie de « Tourne à droite »
Girabase	Logiciel de calcul de capacité des giratoires
R.P.N.	Route traversant la voie ferrée
R.S.	Route sécante dans le carrefour
I.P.N.	Longueur de traversée du passage à niveau : distance mesurée du feu du P.N. à la barrière opposée
Rg	Rayon du giratoire
La	Largeur de l'anneau
dPN	Distance entre la ligne de cédez le passage et la passage à niveau

46 avenue
Aristide Briand
BP 100
92225 Bagnex Cedex
France
téléphone :
33 (0)1 46 11 31 31
télécopie :
33 (0)1 46 11 31 69
internet : [www.setra.
equipement.gouv.fr](http://www.setra.equipement.gouv.fr)

La présence d'un carrefour giratoire à proximité immédiate d'un passage à niveau est une configuration déconseillée pour des raisons de sécurité.

Toutefois, pour les aménagements existants et les cas où la mise en place d'un carrefour giratoire à proximité immédiate d'un passage à niveau s'avère incontournable, ce guide apporte aux gestionnaires concernés des pistes de réponse.



Document disponible au bureau de vente du Sétra
46 avenue Aristide Briand - BP 100 - 92225 Bagnex Cedex - France
téléphone : 33 (0)1 46 11 31 53 - télécopie : 33 (0)1 46 11 33 55
Référence : **0638** - Prix de vente : **12 €**

*Conception graphique - mise en page : Philippe Masingarbe (Sétra)
Impression : Caractère - 2, rue Monge - BP 224 - 15002 Aurillac Cedex
L'autorisation du Sétra est indispensable pour la reproduction, même partielle, de ce document
© 2006 Sétra - Dépôt légal : 3^{ème} trimestre 2006 - ISBN : 2-11-094-353-9*

Le Sétra appartient
au Réseau Scientifique
et Technique
de l'Équipement

