

Les signaux lumineux sur routes à chaussées séparées

Flèches lumineuses de rabattement et d'urgence

Circulation
Sécurité
Équipement
Exploitation

137

Près de 20 ans après leur apparition, l'utilisation par les gestionnaires de routes à chaussées séparées des flèches lumineuses de rabattement (FLR) et des flèches lumineuses d'urgence (FLU) est aujourd'hui généralisée. Ces dispositifs, utilisés sur routes à chaussées séparées pour la signalisation temporaire d'évènements programmés (chantiers) ou aléatoires (accidents ou incidents), présentent l'avantage par rapport à la signalisation temporaire dite traditionnelle de réduire la mobilisation en matériels et l'exposition des agents sur voie.

Cette note d'information a pour objet de rappeler les caractéristiques des FLR et FLU, de synthétiser et d'expliquer les principes et précautions d'utilisation de ces matériels tels qu'exposés par le corpus réglementaire et technique (et en particulier par la VIII^e partie de l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière), et enfin d'aborder les problématiques actuelles et les perspectives d'évolution des FLR/FLU et de leur emploi.

Sommaire

1 - Historique, contexte et objectifs.....	2
2 - Réglementation et description du dispositif.....	2
3 - Matériels	5
4 - Emploi des FLR/FLU.....	7
5 - Mise en place et repli de la signalisation.....	16
6 - Accidentologie des FLR	18
7 - Prospective.....	20
Glossaire	22
Bibliographie.....	23

1 - Historique, contexte et objectifs

Près de 20 ans après leur apparition sur le réseau routier national, l'utilisation des flèches lumineuses de rabattement et des flèches lumineuses d'urgence par les gestionnaires de routes à chaussées séparées est aujourd'hui généralisée. Outils d'exploitation, les FLR et FLU sont avant tout des dispositifs de signalisation qui s'adressent aux usagers de la route pour contribuer à la sécurité de la circulation et des interventions. Leur emploi doit toujours tenir compte de cet objectif essentiel.

Le corpus réglementaire (VIII^e partie de l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière [1]) et technique (guides du Sétra publiés ou à venir) fait aujourd'hui une large place à ces dispositifs qui entrent dans la composition de la signalisation lumineuse et se posent en tant qu'alternative à la signalisation traditionnelle par panneaux posés au sol.

Les flèches lumineuses sont utilisées sur les voies de circulation des routes à chaussées séparées pour la signalisation temporaire, d'une part des événements programmés (chantiers) et d'autre part des événements aléatoires (accidents, incidents...) conduisant à une intervention d'urgence.

En comparaison avec la signalisation traditionnelle, les FLR et FLU offrent un impact visuel fort pour l'utilisateur en approche, et permettent la réalisation plus rapide du schéma de signalisation, la réduction du temps de présence des agents sur la chaussée (et donc une exposition moindre aux dangers de la circulation) et une moindre mobilisation de moyens matériels (panneaux).

L'enquête nationale sur les accidents impliquant des FLR ou FLU [2] et le rapport d'enquête technique du BEA-TT sur un accident mortel entre un autocar et une FLR sur l'autoroute A4 en juin 2007 [3], montrent cependant que ces dispositifs sont régulièrement impliqués dans des chocs, dont les conséquences matérielles et corporelles peuvent être graves.

La présente note d'information a pour objet de rappeler les caractéristiques des FLR et FLU, d'exposer les principes et précautions qui doivent présider à leur utilisation et de dresser les perspectives connues à ce jour en matière d'évolutions techniques et réglementaires de ces matériels. Elle complète et remplace la note d'information CSEE n° 103 "*Flèches lumineuses de rabattement*" [4].

2 - Réglementation et description du dispositif

2.1 - Cadre réglementaire et technique

2.1.1 - La VIII^e partie de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière

L'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière – VIII^e partie [1], relative à la signalisation temporaire, décrit les mesures à prendre pour faire face à des événements (obstacles ou dangers) qui affectent le fonctionnement des routes ouvertes à la circulation publique. C'est la nature de l'événement à traiter qui définit le type de signalisation à mettre en œuvre : celle-ci est soit programmable (essentiellement les chantiers), soit d'urgence (les incidents et les accidents).

Les dispositifs utilisés en signalisation temporaire font appel à des matériels traditionnels (panneaux posés au sol) ou lumineux (flèches embarquées sur des véhicules). Les schémas de signalisation varient selon le type d'infrastructure sur laquelle l'événement se produit : la VIII^e partie distingue les routes bidirectionnelles et les routes à chaussées séparées.

Sur les routes à chaussées séparées dont la vitesse maximale autorisée est supérieure ou égale à 70 km/h, la signalisation temporaire peut être réalisée à l'aide de dispositifs tels que les flèches lumineuses de rabattement (FLR) ou d'urgence (FLU).

2.1.2 - Les dispositions de la VIII^e partie relatives aux FLR et FLU adoptées en 2008

Les dispositions de l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière – VIII^e partie - Signalisation Temporaire relatives aux FLR/FLU ont été modifiées par arrêté du 11 février 2008. Ces modifications impactent le contenu des documents techniques antérieurs (notamment l'édition 2002 du manuel du chef de chantier [5]), et amènent une évolution des règles d'utilisation de la signalisation lumineuse. Les modifications significatives sont les suivantes :

Nomenclature :

article 122.A.1 - Nature des signaux :

« Les signaux utilisés en signalisation temporaire comprennent [...] les feux de signalisation qui comprennent [...] la flèche lumineuse KR43 : flèche oblique orientée vers le bas, composée de 13 feux KR1 signifiant l'obligation de se déporter vers la voie adjacente indiquée. »

Cet modification ajoute la définition du signal KR43 porté par les FLR et FLU, auparavant décrit sans être nommé à l'article 133.F.2.

Signalisation des interventions d'urgence

article 130.A.2 – Obstacles ou dangers obstruant la chaussée :

« Pour les interventions d'urgence sur routes à chaussées séparées, la signalisation peut être limitée, dans un premier temps, à une signalisation allégée constituée [...] de flèches lumineuses de rabattement et ou de flèches lumineuses d'urgence disposées sur la chaussée.

[...] Si la durée de l'intervention dépasse 2 heures quand la signalisation est réalisée à l'aide de flèches lumineuses de rabattement (FLR) ou de flèches lumineuses d'urgence (FLU), [...] la signalisation allégée est complétée pour être analogue à celle d'un chantier fixe. »

Cette modification transpose les dispositions relatives à l'intervention d'urgence depuis l'article 133.F.2, introduit le dispositif FLU et étend la durée de signalisation allégée par FLR/FLU de une à deux heures (voir aussi page 14). **article 133.F.3 – Neutralisation de voie par FLR ou FLU en signalisation d'urgence :**

« La neutralisation d'une voie peut être assurée, en signalisation d'urgence et pour une durée limitée à environ deux heures, par une seule FLU ou une seule FLR.

[...]

La première flèche lumineuse KR43 rencontrée doit être visible à une distance minimum de :

- 300 mètres lorsque la vitesse est limitée à 130 km/h ;
- 200 mètres lorsque la vitesse est limitée à 110 km/h, 90 km/h ou 70 km/h »

Cet article a été ajouté, reprenant une partie du contenu du 133.F.2 en introduisant la FLU et en définissant des exigences de distances de visibilité minimales spécifiques aux interventions d'urgence.

Distances de visibilité en chantier fixe

article 133.F.2 – Neutralisation de voies(s) par FLR en chantier fixe :

« La première flèche lumineuse KR43 rencontrée doit être visible à une distance minimum de :

- 400 mètres lorsque la vitesse est limitée à 130 km/h
- 300 mètres lorsque la vitesse est limitée à 110 km/h
- 200 mètres lorsque la vitesse est limitée à 90 km/h ou à 70 km/h »

Cette modification ramène la distance de visibilité minimale à 300 m dans les zones limitées à 110 km/h (anciennement 200 m).

Disposition abrogée

La restriction d'utilisation des FLR pour un chantier dont la longueur ne doit pas dépasser 4 km est abrogée.

2.1.3 - Les guides techniques

Sur les huit volumes des guides techniques relatifs à la signalisation temporaire produits par le RST, trois traitent spécifiquement des routes à chaussées séparées :

- volume 2 : manuel du chef de chantier [5] ;
- volume 7 : éléments de méthodologie pour la pose et la dépose de la signalisation [6] ;
- volume 8 : guide des interventions d'urgence [7].

Ces guides traitent en particulier de la signalisation lumineuse par déploiement des FLR et FLU : ils donnent les règles à respecter dans l'utilisation et la mise en œuvre de ces dispositifs. Les volume 2 et 8 présentent les schémas de signalisation employant des FLR/FLU, respectivement en situation de chantier et d'urgence. Le volume 7 expose la procédure de mise en place et de repli de la signalisation lumineuse par FLR, en protection de chantier ou en protection de pose d'une signalisation traditionnelle.

La présente note d'information constitue un document d'accompagnement de ces guides sur le sujet spécifique de la signalisation lumineuse par FLR/FLU. Les chapitres suivants reprennent certains éléments de ces guides, mais ne s'y substituent pas.

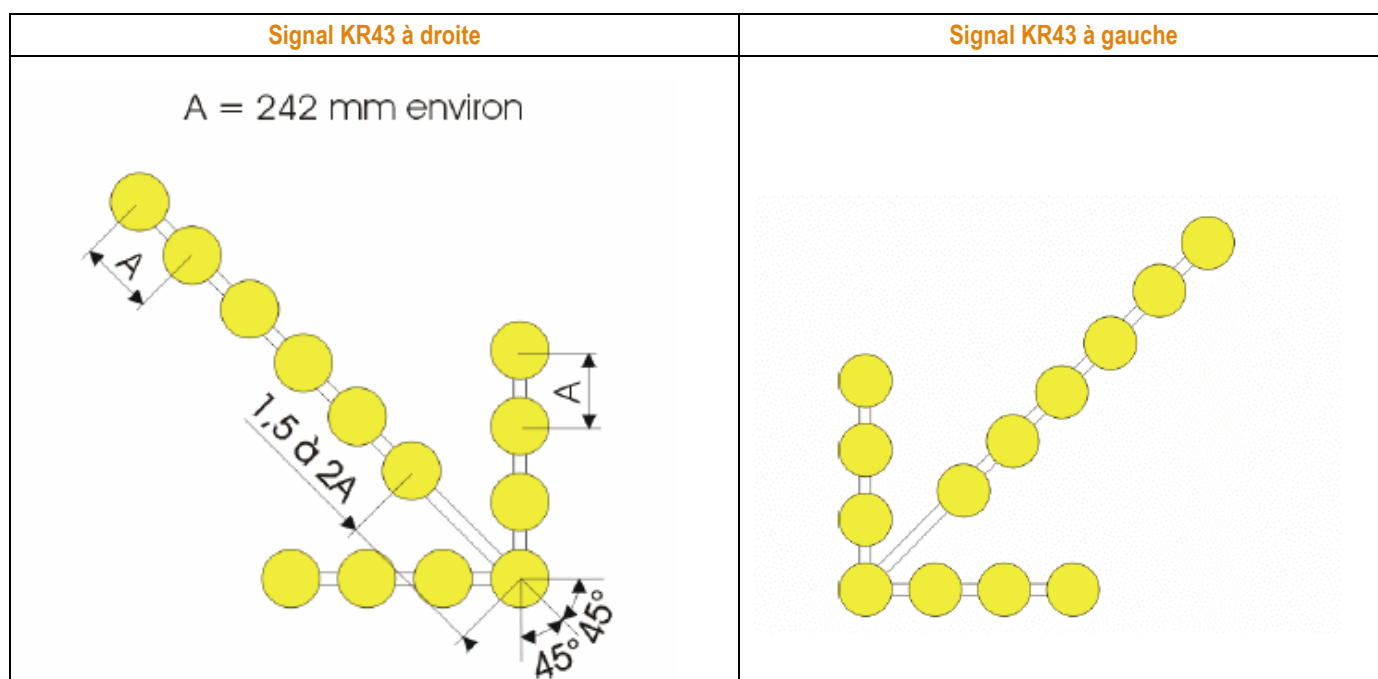
2.2 - Description du dispositif

2.2.1 -Composition du signal

Les flèches lumineuses de rabattement et d'urgence sont composées a minima du signal KR43. Ce signal (ainsi que les signaux KR41 et KR42) est composé de feux de balisage et d'alerte KR1 : ce sont des feux clignotants.



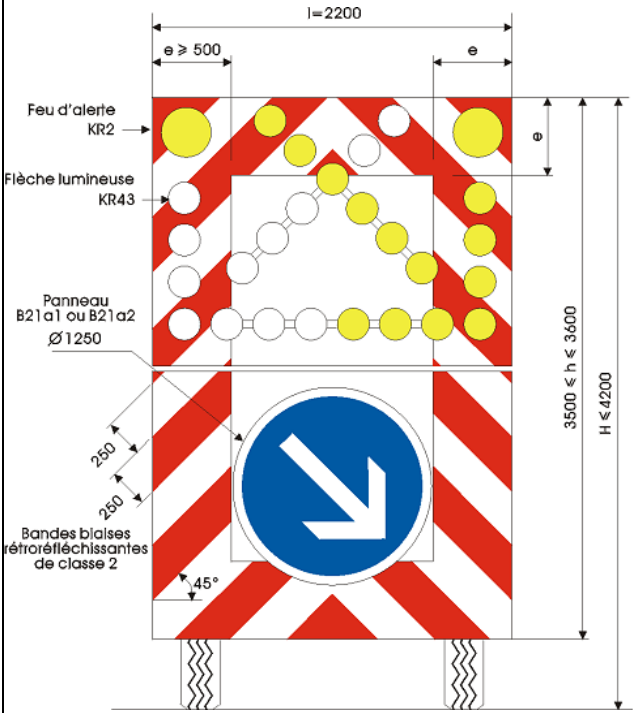
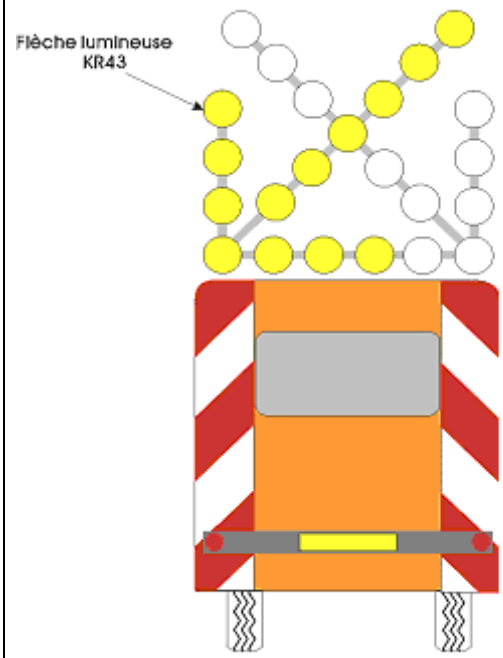
VIII^e Partie, article 122.A.1.g : La flèche lumineuse KR43 est « oblique, orientée vers le bas et composée de 13 feux KR1 signifiant l'obligation de se déporter vers la voie adjacente indiquée. »



En plus du signal KR43, la flèche lumineuse de rabattement est surmontée de deux feux de balisage et d'alerte KR2 ; ce sont des feux à éclats.

Les caractéristiques des feux répondent à la norme NF EN 12 352 [8] selon les classes indiquées dans la norme expérimentale XP P 98573 [9].

2.2.2 -Description des dispositifs FLR et FLU

Flèche lumineuse de rabattement (FLR)	Flèche lumineuse d'urgence (FLU)
<p>Description : Le dispositif constituant le signal FLR est composé de l'association :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'un panneau B21a1 (ou B21a2) ; - d'une flèche lumineuse KR43 ; - de deux feux de balisage et d'alerte KR2 ; - d'un cadre comportant des bandes biaisées, alternées rouges et blanches rétro réfléchissantes de classe 2. <p>Dimensions : Les dimensions en mm sont données dans le schéma ci dessous.(FLR positionnée en voie de gauche ou médiane)</p>  <p>La flèche lumineuse et celle du panneau B 21 sont orientées à tout instant vers la ou les voies laissées libres à la circulation.</p>	<p>Description : Le dispositif constituant le signal FLU est composé d'une flèche lumineuse KR43 portée par véhicule de signalisation.</p> <p>Dimensions : Les dimensions du signal KR43 peuvent être légèrement adaptées (en respectant l'aspect général) lorsqu'il est porté par un véhicule léger.</p> 
<p>Les feux spéciaux du véhicule doivent être éteints dès lors que le flèche lumineuse est activée.</p>	

3 - Matériels

3.1 - La norme XP P98-573

La norme XP P98-573 [9] intitulée « Signalisation routière variable - Equipements mobiles de signalisation variable » a été publiée en octobre 2008. Elle s'applique aux matériels de type FLR et FLU dont l'achat est postérieur à la publication. La norme est de statut expérimental, donc d'application volontaire : y faire référence dans les marchés est cependant recommandé. Les exigences concernant ces matériels portent sur :

- les caractéristiques du signal ;
- les caractéristiques lumineuses ;
- les caractéristiques fonctionnelles.

3.1.1 -Les caractéristiques du signal

La norme rappelle que l'aspect et les dimensions de la FLR/FLU sont conformes aux prescriptions de la VIII^e partie de l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière, et précise certains points :

- le panneau B21 : gamme très grande et rétro réflexion de classe 2 (cf NF EN 12899-1 [10]) ;
- les bandes biaises rouges et blanches : rétro réflexion de classe 2 et coordonnées chromatiques du blanc et du rouge de classe CR1 (cf NF EN 12899-1) ;
- les dimensions et les angles du signal embarqué tolèrent un écart de $\pm 10\%$.

3.1.2 -Les caractéristiques lumineuses

Les caractéristiques des feux KR1 et KR2 font référence à la norme NF EN 12352 « Equipement de régulation du trafic – Feux de balisage et d'alerte » [8] dont les principales caractéristiques sont précisées dans le tableau suivant :

Type de feux	Continuité de lumière émise	Explication	Durée d'allumage	Explication
KR1	Classe F2	Feux à éclat émettant entre 55 et 75 éclats par minute	Classe O1	l'intensité lumineuse effective est atteinte ou dépassée entre 30 et 60 % de la durée d'un cycle
KR2	Classe F2	Feux à éclat émettant entre 55 et 75 éclats par minute	Classe O3	l'intensité lumineuse effective est atteinte ou dépassée sur moins de 10 % d'un cycle

La durée d'allumage s'exprime en pourcentage du cycle complet allumage/extinction (un clignotement ou un éclat). Cela correspond à la période pour laquelle la source lumineuse est dans un état allumé. Les feux KR1 ont une forme de signal clignotant tandis que les feux KR2 ont une forme de signal à éclat ("flash").

3.1.3 -Les caractéristiques fonctionnelles

Le degré de protection assuré par les fermetures est de la classe P1 selon la norme NF EN 12966-1 [10] (soit un indice de protection IP45).

La FLR doit résister à une pression équivalente à un vent relatif de 80 km/h lorsqu'elle est déployée. En transit et non déployée, la FLR doit pouvoir supporter une pression équivalente à un vent relatif de 120 km/h.

Le fonctionnement de la FLR ou de la FLU doit être commandé en local depuis l'intérieur du véhicule. Lorsque le système est en mode dégradé (au moins une lampe éteinte) une information est transmise au niveau de la commande locale.

3.2 - Type de matériels

3.2.1 -FLR

Il existe deux sortes de FLR : les FLR portées (dispositif solidaire du véhicule) et les FLR tractées (dispositif porté par une remorque). Ces deux dispositifs sont transportés soit par des fourgons, soit par des porteurs dont la gamme s'étend, pour les plus courants, de 6 à 25 tonnes.

Les remorques FLR disposent de simple ou de double essieux.

3.2.2 -FLU

Une FLU se compose de la flèche KR43 seule, portée sur des véhicules de type fourgon ou véhicule utilitaire. Elle est déployée seule, sans autre dispositif lumineux actif sur le véhicule. Ces véhicules peuvent être également équipés pour d'autres types d'interventions d'un panneau AK5 doté de 3 feux de balisage et d'alerte, d'un gyrophare et/ou d'une rampe lumineuse KR41 ou d'un PMV. Ils doivent pouvoir être activés indépendamment.

Avant de monter ces équipements, le poids autorisé à disposer sur le toit du véhicule est à vérifier avec les données du constructeur.

3.3 - Fonctionnement des dispositifs FLR et FLU

Les feux à éclats KR2 s'allument en alternance avec ceux qui composent la flèche KR43. Les feux KR1 doivent être équipés d'un commutateur photosensible automatique d'allumage et d'extinction. Ce commutateur permet de modifier l'intensité lumineuse en fonction de l'éclairement ambiant.

Le déploiement de la FLR, l'allumage du signal KR43 et la position du B21 sont commandés et contrôlés depuis l'intérieur du véhicule tracteur ou porteur. Le système de commande et de contrôle assure la cohérence entre les indications données par le B21 et la flèche KR43.

VIII^e partie - article 133.F.2.b: « *Le feu spécial du véhicule doit être éteint dès lors que la flèche lumineuse est activée.* »

En effet, le gyrophare peut perturber la lisibilité de la flèche lumineuse : c'est la raison pour laquelle il faut l'éteindre.

3.4 - Surveillance du matériel

Le matériel, en particulier les signaux lumineux, doit toujours être entièrement fonctionnel lorsqu'il est présent sur la chaussée. Si la FLR est éteinte ou si le signal est ambigu, le dispositif devient un obstacle sur la chaussée pour tous les usagers : il est alors impératif de le remplacer. Ainsi, la vérification du matériel avant de le déployer est une phase à ne pas négliger lors de la préparation de l'intervention.

La surveillance des différents dispositifs durant l'intervention est également nécessaire. Elle peut être assurée par :

- le chauffeur du porteur : si le chantier est mobile ou en manœuvre, celui-ci dispose des informations transmises à l'intérieur du porteur ;
- les acteurs du chantier ;
- des patrouilles fréquentes.

La téléalarme reste le moyen le plus adapté pour surveiller les FLR.

4 - Emploi des FLR/FLU

4.1 - Nomenclature des dispositifs et usage du signal KR43

VIII^e partie - article 133.F : sur routes à chaussées séparées, « *la neutralisation de voie(s) latérale(s) est généralement réalisée par un balisage matérialisé par des dispositifs de type K5 (...). Deux autres dispositifs peuvent être utilisés dans des conditions particulières :*

- *les Biseaux de Rabattement (Bra)*
- *les Flèches Lumineuses de Rabattement (FLR) et les Flèches Lumineuses d'Urgence (FLU).* »

La réglementation de la signalisation temporaire lumineuse des routes à chaussées séparées ne reconnaît l'existence que des seules FLR et FLU. Toute autre dénomination (FLE : flèche lumineuse embarquée par exemple) n'est pas reconnue.

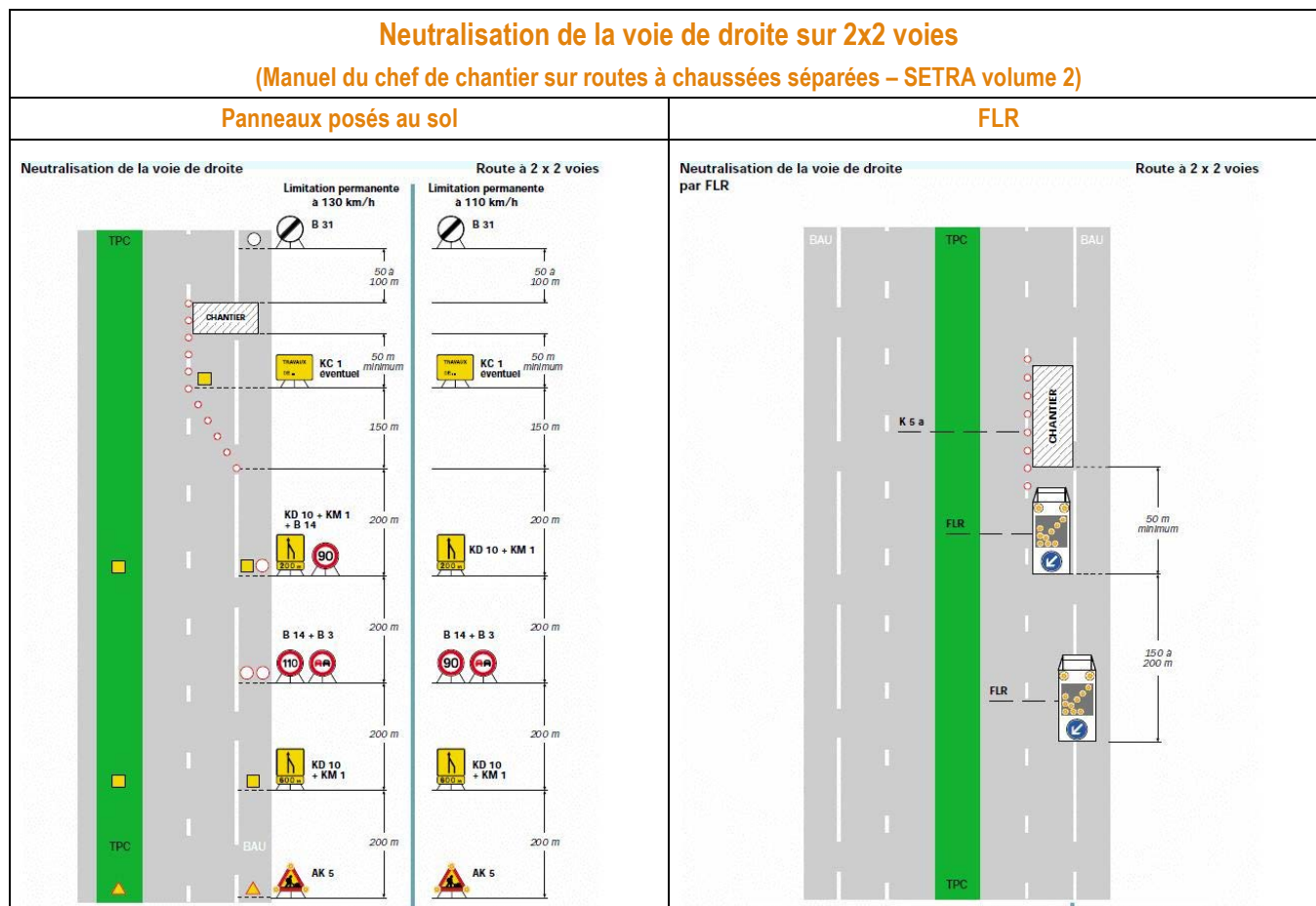
VIII^e Partie - article 122 A1g : La flèche lumineuse KR43 est « *oblique, orientée vers le bas et composée de 13 feux KRI signifiant l'obligation de se déporter vers la voie adjacente indiquée* ».

L'usage de tout signal autre que la flèche oblique orientée vers le bas est interdit (flèche verticale ou croix de Saint André par exemple). Les flèches lumineuses composées d'un nombre de feux KR1 inférieur à 13 ne sont pas réglementaires.

4.2 - Domaine d'emploi des FLR/FLU

4.2.1 -Signalisation traditionnelle et lumineuse

VIII^e partie - article 133.F.2 : « La signalisation d'approche et la matérialisation du biseau peuvent être remplacées par une signalisation temporaire par flèches lumineuses de rabattement (FLR), embarquées sur véhicule ou sur remorque. »



En comparaison avec un chantier signalé en mode traditionnel par des panneaux posés au sol, le dispositif FLR se substitue à la signalisation d'approche et au biseau; ceci se justifie par la visibilité lointaine des FLR qui alertent les conducteurs et leur permettent d'anticiper la manœuvre.

Le signal KR43 induit non seulement l'obligation de se déporter vers la voie adjacente indiquée (obligation imposée par le panneau B21 porté par la FLR), mais signifie également à l'usager les obligations de conduite découlant des dispositions des articles R412-6 et R413-17 du code de la route [12] (principe de prudence et réduction de sa vitesse) : Article R413-17 « Les vitesses maximales autorisées [...] ne dispensent en aucun cas le conducteur [...] de régler [sa vitesse] en fonction [...] de la circulation et des obstacles prévisibles. ».

La mise en œuvre de signalisation au sol en accompagnement des FLR/FLU (en particulier d'une signalisation de position de type biseau) n'est pas formellement interdite, mais est déconseillée dans le cas général car elle fait perdre les avantages des FLR/FLU, expose les agents et ne respecte pas le principe d'homogénéité qui se traduit par une standardisation de la signalisation. L'idée générale est que les dispositifs se suffisent à eux-mêmes. La pose de signalisation d'approche est cependant obligatoire en cas de distances de visibilité réduites (cf. page 13), et possible pour améliorer la perception du chantier par les usagers.

Par extension, et en référence à l'article 133.F de la VIII^e partie mentionné ci-dessus, les FLR et FLU sont les deux dispositifs lumineux dont le corpus réglementaire et technique définit les conditions d'utilisation sur les voies de circulation des routes à chaussées séparées. L'usage des autres signaux lumineux tels que les signaux KR41, KR42 (flèche lumineuse horizontale clignotante) ou KR44 (chevron lumineux fixe, clignotant ou défilant) n'est prévue qu'à l'intérieur d'un balisage.

4.2.2 -Type d'infrastructures

VIII^e Partie - article 133 : Les dispositions concernant les FLR et FLU « *sont applicables aux routes à chaussées séparées lorsque la vitesse maximale autorisée est supérieure ou égale à 70 km/h..* »

Les FLR et les FLU ne peuvent être utilisées que sur les routes à chaussées séparées. Dans l'esprit, il s'agit essentiellement des routes isolées de leur environnement et dont les échangeurs sont dénivelés, le principe général étant que le signal ne puisse pas conduire au déport d'un sens de circulation face au courant opposé.

Dans ces conditions, **elles ne doivent pas être utilisées sur les routes bidirectionnelles** quels que soient les milieux (urbain, périurbain et interurbain), **les routes à une seule chaussée même composées de plusieurs voies ou les bretelles** d'échangeurs (sauf s'il s'agit de bretelles à deux voies dont les caractéristiques permettent notamment une visibilité en approche suffisante).

4.2.3 -Profil en travers, profil en long

VIII^e Partie - article 133.F.2 : en cas de neutralisation d'une ou deux voies latérales contiguës, « *la signalisation d'approche et la matérialisation du biseau peuvent être remplacées par une signalisation temporaire par flèches lumineuses de rabattement (...).* »

Les dispositifs FLR et FLU sont exclusivement employés sur les voies de circulation des routes à chaussées séparées pour la neutralisation :

- de la voie de droite ou de la voie de gauche sur 2x2 voies ou plus ;
- de 2 voies contiguës (comprenant la voie de droite ou la voie de gauche) sur 2x3 voies ou plus.

L'usage des flèches lumineuses de rabattement et d'urgence est interdit :

- **sur la BAU en action de signalisation, flèche lumineuse allumée (la BAU n'étant pas une voie au sens du code de la route) ;**
- lorsque les caractéristiques physiques de l'accotement ne permettent pas la mise en place du dispositif d'avertissement ;
- sur les bretelles à une voie (l'utilisation est en revanche autorisée sur les bretelles à 2 voies, sous réserve du respect des distances de visibilité) ;
- pour neutraliser une (ou plusieurs) voies médianes seules, sur 2x3 voies (et plus).

VIII^e partie – article 133.F.2.a : « Dans le cas de la neutralisation d'une voie, la signalisation comporte deux dispositifs : un dispositif d'avertissement (le plus en amont du chantier) et un dispositif de position (le plus proche du chantier). Dans le cas de la neutralisation simultanée de deux voies contiguës, la signalisation comporte trois dispositifs : un dispositif d'avertissement, un dispositif de position et un dispositif intermédiaire ».

La neutralisation de trois voies avec quatre FLR n'est pas prévue. La seule alternative réglementaire est la mise en place de deux neutralisation de voies successives, séparées par un alignement de 400 m (soit en signalisation FLR une neutralisation par 5 dispositifs). Voir à ce sujet la partie "prospectives", page 22.

VIII^e partie – article 133.F.2.b : « *Les dispositifs FLR ne doivent pas être utilisés pour la neutralisation de voies centrales sauf en protection de travaux sur un divergent si le balisage classique ne peut être mis en place.* »

Si on doit neutraliser une voie médiane, on est conduit à neutraliser en même temps une des voies latérales contiguës. Le cas d'un divergent est tout à fait exceptionnel : pour le traiter, il faut avoir recours à d'autres solutions que les FLR dans la mesure du possible.

La neutralisation des voies d'entrecroisement par FLR/FLU doit faire l'objet d'une attention particulière, notamment vis-à-vis des distances disponibles pour les manœuvres d'insertion et/ou de sortie des véhicules. Par ailleurs, le balisage longitudinal est obligatoire dans ce cas particulier. La fermeture de bretelle peut être nécessaire.

VIII^e partie – article 133.F.2.b : « *Les dispositifs FLR doivent être distants de 150 à 200 mètres et décalés dans le profil en travers [...]* »

L'intervalle de 150 à 200 m entre les FLR permet que les deux ou trois dispositifs soient perçus comme un ensemble cohérent et d'éviter que des véhicules ne soient tentés de passer entre les FLR. Cet espacement correspond à peu près à la longueur d'un biseau de cônes et canalise le rabattement dans de bonnes conditions. Plus long, il offrirait un « trou visuel » entre les FLR et autoriserait des dépassements tardifs. Plus court, il pourrait occasionner des changements de voie trop brutaux.

VIII^e partie – article 133.F.2.b : «[...] pour la neutralisation d'une voie, le dispositif d'avertissement est à cheval sur la bande de rive, le dispositif de position est dans l'axe de la voie neutralisée; pour la neutralisation de deux voies, le dispositif d'avertissement est à cheval sur la bande de rive, le dispositif intermédiaire est à cheval sur la bande de séparation des deux voies à neutraliser, le dispositif de position est dans l'axe de la dernière voie neutralisée. »

Lorsque la largeur de la BDD, de la BAU, de l'accotement ou de la BDG le permet, la FLR d'avertissement à cheval sur la bande de rive doit être centrée sur celle-ci. Trop éloignée de l'axe des voies de circulation, elle ne serait pas suffisamment incitative au changement de voie. Trop proche, elle empiéterait trop sur la voie neutralisée et risquerait davantage d'être heurtée. Lorsque la largeur de la BDG ou de l'accotement ne permet pas de centrer la FLR d'avertissement sur la ligne de rive, elle doit empiéter le moins possible sur la voie neutralisée. Dans le cas d'une neutralisation de voie de gauche, ceci peut conduire à serrer la FLR à quelques centimètres de la glissière centrale.

VIII^e partie – article 133.F.2.b : « En l'absence de balisage longitudinal du chantier, la distance entre le dispositif de position et le début du chantier ne doit pas excéder 150 mètres. »

Si la distance entre la FLR de position et le chantier ou le danger excède 150 m, un balisage longitudinal doit être mis en place : en son absence, les véhicules risqueraient de se rabattre entre la FLR et le chantier ou le danger. Il est fortement conseillé de ménager une « zone tampon » d'au moins 50 m entre la FLR de position et l'obstacle ou le chantier, ceci évite que la FLR soit projetée sur celui-ci ou sur les agents présents si elle est heurtée.

En revanche, il est inutile et même déconseillé, pour des raisons de sécurité des agents, de mettre en place un biseau de cônes à l'amont des FLR.

4.2.4 -Nature d'évènement

VIII^e partie - article 133.F.2 : « Dans le cas d'un chantier fixe [...], d'un chantier mobile ou d'un danger temporaire [...], la signalisation d'approche et la matérialisation du biseau [...] peuvent être remplacées par des flèches lumineuses de rabattement. »

VIII^e partie - article 133.F.3 : « La neutralisation d'une voie peut être assurée, en signalisation d'urgence (...) par une seule FLU ou une seule FLR. »

	Signalisation temporaire lumineuse	
	FLR (flèche lumineuse de rabattement)	FLU (flèche lumineuse d'urgence)
Intervention programmée (chantier fixe ou mobile)	OUI	NON
Intervention d'urgence (incident, accident)	OUI	OUI

La réglementation pose le principe d'utilisation des flèches lumineuses de rabattement ou d'urgence en fonction de la nature de l'intervention à signaler. Les FLR peuvent être utilisées pour la signalisation temporaire des interventions programmées et d'urgence ; les FLU ne peuvent être utilisées que pour la signalisation des interventions d'urgence et sont interdites pour les interventions programmées.

La réglementation (VIII^e partie – article 133.G) et les guides techniques donnent la possibilité d'utiliser les dispositifs FLR et/ou FLU dans les situations de coupures induites par des événements aléatoires ou programmés de routes à chaussées séparées, au droit d'un diffuseur avec sortie obligatoire.

Les références techniques sur les coupures sont le manuel du chef de chantier volume 2 – schéma CF129b [5] et le guide des interventions d'urgence volume 8 – schémas UR1021, UR1022 et UR1023 [7].

Les possibilités de combinaison des dispositifs FLR et FLU sont détaillées dans le paragraphe ci-après.

4.2.5 -Combinaison des dispositifs

Guide des interventions d'urgence sur routes à chaussées séparées - SETRA volume 8 : « Si le dispositif de position est une FLU, le dispositif d'avertissement peut être une FLU ou une FLR. Si le dispositif de position est une FLR, le dispositif d'avertissement est nécessairement une FLR. »

	chantiers fixes, mobiles	Intervention urgence			
		UO / U1 (<2heures)		⇒	U2 (> 2heures)
Neutralisation 1 Voie latérale (droite ou gauche) sur 2x2 ou plus	2 FLR	1 FLR		⇒	2 FLR
		1 FLU		⇒	1 FLR + 1 FLU
				⇒	2 FLU
Neutralisation 2 voies contiguës (voie de droite ou de gauche + voie médiane) sur 2x3 ou plus	3 FLR	1FLR + cônes*	2 FLR	⇒	3 FLR
		1FLU + cônes*	1 FLR + 1 FLU	⇒	2 FLR +1 FLU
			2 FLU	⇒	1 FLR +2 FLU
Coupure d'une chaussée sur 2x2 avec sortie obligatoire au droit d'un diffuseur	3 FLR + cônes	2 FLR + cônes		⇒	3 FLR + cônes
		1 FLR + 1 FLU + cônes		⇒	2 FLR +1 FLU + cônes
		2 FLU + cônes		⇒	1 FLR +2 FLU + cônes

*schéma transitoire de courte durée

L'idée générale est de considérer que la perception de la FLR est supérieure à celle de la FLU par l'utilisateur. Dans ces conditions, le dispositif d'avertissement (le premier rencontré et le plus impliqué dans les chocs) doit présenter un niveau de perception supérieur ou égal au dispositif de position.

4.3 - Dispositions propres au véhicule tracteur ou porteur

Le choix du véhicule porteur ou tracteur relève de la politique propre à chaque gestionnaire.

Le premier de ces impératifs est la sécurité des usagers et des agents. Les études et rapports produits sur l'accidentologie des FLR et FLU (voir page 21) montrent que le dispositif d'avertissement (ou du dispositif seul sur voie dans le cas d'une intervention d'urgence) en neutralisation de voie de droite, est souvent impliqué dans des chocs. Le choix du type de véhicule tracteur ou porteur a un lien direct sur la sécurité des usagers et des agents.

Vient ensuite l'objectif d'optimisation de l'usage du matériel roulant auquel les gestionnaires sont en général confrontés. Les plus gros porteurs (19t, 25t) sont assez peu utilisés en dehors des opérations de viabilité hivernale. Leur utilisation pour tracter les FLR en phase de chantier permet d'accroître leur emploi dans des plages plus étendues, toutefois cette utilisation doit tenir également compte, pour la FLR d'avertissement, des objectifs de moindre agressivité évoqués ci-après.

Les recommandations du volume 7 « Eléments de méthodologie pour la pose et la dépose de la signalisation » [6] indiquent que « *les remorques [FLR] restent attelées aux véhicules* » pour éviter aux agents des manœuvres qui mettraient en jeu leur sécurité individuelle.

La tendance observée chez certains gestionnaires est de « renforcer » le premier véhicule porteur ou tracteur, rencontré par l'utilisateur en le chargeant de matériaux (granulats, sable, béton). Si l'objectif recherché par le gestionnaire est d'accroître la sécurité du personnel, cette pratique peut être gravement préjudiciable à la sécurité des usagers. En cas d'accident mettant en cause un véhicule porteur, la responsabilité du gestionnaire pourra être recherchée. Le BEA-TT a émis des préconisations concernant ce point (cf. page 19).

4.4 - Permis de conduire appropriés aux FLR/FLU

L'article R221-4 du code de la route [12] définit les différents types de permis associés aux différentes catégories de véhicules. Le tableau simplifié ci-dessous présente les différents permis et les matériels associés :

Type de permis	Conditions
C	Permet de conduire des véhicules de transports de marchandise dont le PTAC est >3,5t avec ou sans remorque attelée dont le PTAC <750kg
B	Permet de conduire des véhicules : dont le PTAC n'excède pas 3,5t, dont le PTAC n'excède pas 3,5t avec une remorque attelée dont le PTAC de la remorque n'excède pas 750 kg affectés au transport de personnes (comportant huit places assises maximum en plus du siège conducteur) attelés d'une remorque dont le PTAC est supérieur à 750 kg à condition que le poids à vide de la remorque soit inférieur au poids à vide du véhicule tracteur et que la somme des deux soit inférieur ou égal à 3,5 tonnes.
E(C) et E(B)	Le permis E permet d'atteler une remorque dont le PTAC est supérieur à 750 kg. Sa délivrance dépend de la catégorie de permis obtenue.

PTAC : Poids Total Autorisé en Charge

Les véhicules de type fourgon peuvent être conduit avec un permis B. Pour les porteurs dont le PTAC excède 3,5 tonnes, le permis C est obligatoire. Si les remorques ont un PTAC supérieur à 750 kg, le permis E(B) ou E(C) (selon le type de véhicule tracteur) est obligatoire.

4.5 - Durée d'utilisation

VIII^e partie – article 133.F.2 : « Dans le cas d'un chantier fixe d'une durée inférieure à 24 heures, d'un chantier mobile ou d'un danger temporaire [...] »

Les FLR ont été introduites initialement pour les chantiers mobiles. Leur usage a été rapidement étendu aux autres cas : dangers temporaires des interventions d'urgence, puis chantiers fixes de courte durée. La limite de 24 heures trouve son origine dans le souci d'une part, de ne pas banaliser excessivement cette signalisation pour préserver son efficacité et d'autre part, de ne pas immobiliser sur un chantier fixe des équipements potentiellement mobilisables pour des interventions d'urgence. Par ailleurs, leur emploi en chantier fixe durable pourrait soulever des difficultés de surveillance et de maintenance.

VIII^e partie – article 133.F.3 : « La neutralisation d'une voie peut être assurée, en signalisation d'urgence et pour une durée limitée à environ deux heures, par une seule FLU (Flèche Lumineuse d'Urgence) ou une seule FLR. »

Cette disposition de la VIII^e partie, introduite en 2008 (voir page 2), permet d'étendre la durée d'utilisation d'une seule FLR ou une seule FLU de 1 heure à 2 heures. Les travaux et réflexions menés dans le cadre de l'élaboration du guide des interventions d'urgence sur routes à chaussées séparées [7] sont à l'origine de cette extension. En effet, les renseignements pris auprès des gestionnaires montrent que près de 75% des interventions sur les voies de circulations durent moins de 2 heures. L'extension de la durée d'utilisation d'une seule FLR/FLU permet donc d'éviter la mobilisation de deux dispositifs sur la majorité des interventions courantes.

VIII^e partie – article 130.A.2.a : « [...] si la durée de l'intervention dépasse 2 heures quand la signalisation est réalisée à l'aide de FLR ou de FLU [...], la signalisation allégée est complétée pour être analogue à celle d'un chantier fixe. »

La signalisation lumineuse allégée correspond à l'utilisation d'un seul dispositif sur voie, pour une durée limitée à deux heures. S'il apparaît dès le début que la durée de l'intervention sera supérieure à 2 heures, une signalisation complète par une seconde FLR (ou FLU) est mise en place dès que possible.

En fonction d'une part, des dispositions réglementaires sur les durées et d'autre part, des possibilités de combinaison des matériels énoncées dans le paragraphe précédent, le tableau ci-après donne une synthèse de l'utilisation des FLR/FLU sur 2x2 voies :

RCS à 2x2 voies	0-2h	2h à 24h
Intervention programmée (chantier fixe ou mobile)	2FLR	
Intervention d'urgence (incident, accident)	1 FLR ou 1 FLU	1 FLU position + 1 FLU avertissement 1 FLU position + 1 FLR avertissement 1 FLR position + 1 FLR avertissement

Les durées d'utilisation des FLR et FLU sont très directement liées à la nature de l'intervention à signaler. A cet égard, la réglementation permet d'utiliser 1 FLR pour signaler un accident dont la durée est inférieure à 2 heures ; alors que pour un chantier d'une durée identique, il faudra d'emblée mobiliser 2 FLR.

4.6 - Visibilité

Les réflexions menées dans le cadre des travaux sur le volume 8 - interventions d'urgence sur routes à chaussées séparées - ont conduit à adapter les règles sur les distances de visibilité pour les flèches lumineuses KR43. Ces modifications ont été reprises dans les nouvelles dispositions de la VIII^e partie approuvées en 2008 qui, sur le sujet des distances de visibilité, posent clairement le principe de distinguer ce qui relève des événements programmables d'une part, et des interventions d'urgence d'autre part. La distance de visibilité porte uniquement sur la flèche KR43 de la FLR d'avertissement, et non sur l'ensemble du dispositif : ceci permet de s'affranchir des masques visuels bas, tels qu'un TPC végétalisé ou équipé d'un dispositif de retenue.



Neutralisation de voie de droite par FLR – crédits CETE de l'Ouest

4.6.1 - Interventions programmées

Les règles de visibilité propres aux événements programmés sont fixées par l'article suivant :

VIII^e partie – article 133.F.2.b :

« La première flèche lumineuse KR43 rencontrée doit être visible à une distance minimum de :

- 400 mètres lorsque la vitesse est limitée à 130 km/h ;
- 300 mètres lorsque la vitesse est limitée à 110 km/h ;
- 200 mètres lorsque la vitesse est limitée à 90 km/h ou à 70 km/h. »

Les distances de visibilité en l'absence de signalisation d'approche correspondent aux distances d'arrêt (da) utilisées en conception routière, arrondies et majorées de 100 m (da= 280 m pour v=130 km/h, 195 m pour 110 km/h et 130 m pour 90 km/h [13]). Cela renvoie également à un temps à l'obstacle compris entre 8 et 11 s.

Le titre de cet article de la VIII^e partie peut prêter à confusion car il vise les cas de « chantier fixe, chantier mobile ou danger temporaire » et il faut bien entendre qu'il vise bien les événements programmables, alors que les distances de visibilité pour les dangers temporaires donnant lieu à une intervention d'urgence sont traitées dans l'article 133.F.3.

Dans le même esprit, l'édition 2002 du manuel du chef de chantier sur routes à chaussées séparées [5] propose des schémas avec utilisation de FLR pour les situations de dangers temporaires (DT105, DT107, DT109) ; ces situations sont traitées et développées dans le volume 8 [7] auquel il sera plus judicieux de se référer.

4.6.2 - Interventions d'urgence

Lorsque les distances énoncées pour les interventions programmées ne peuvent pas être respectées, la réglementation autorise l'application de règles de visibilité propres à la signalisation d'urgence :

VIII^e partie - article 133.F.3 :

« La première flèche lumineuse KR43 rencontrée doit être visible à une distance minimum de :

- 300 mètres lorsque la vitesse est limitée à 130 km/h ;
- 200 mètres lorsque la vitesse est limitée à 110 km/h, 90 km/h ou 70 km/h. »

Les distances de visibilité correspondent aux distances d'arrêt, arrondies à 100 m près (da : respectivement 280 m pour 130 km/h et 195 m pour 110 km/h) soit à un temps à l'obstacle compris entre 6,5 et 8 s. C'est un compromis entre ce qui serait souhaitable dans l'absolu et la nécessité de mettre en place rapidement une signalisation dans les zones où la visibilité, sans être optimale, permet quand même de se dispenser très provisoirement de signalisation d'approche.

4.6.3 - Signalisation d'approche

VIII^e partie – article 133.F.2.b (citation tronquée) : « Lorsque les conditions de visibilité ne sont pas remplies les seuils peuvent être réduits à 300 mètres pour une vitesse de 130 km/h et 200 mètres pour une vitesse de 110 km/h en ajoutant en amont une signalisation d'approche. Cette signalisation d'approche, constituée d'un panneau AK5 muni de 3 feux de balisage et d'alerte KR2 et d'un panneau KD10, est posée au sol ou portée par un véhicule sur la BAU à une distance d'environ 300 mètres du dispositif d'avertissement. »

Cette disposition réglementaire de réduction des distances de visibilité ne concerne que les événements programmables. Avec une signalisation d'approche, le temps à l'obstacle est réduit à une valeur comprise entre 6,5 et 8 s mais la distance de 300 m entre la signalisation d'approche et la FLR d'avertissement permet d'alerter à l'avance le conducteur tout en lui indiquant la manœuvre à effectuer.



AK5



Véhicule de signalisation



KD10

Une synthèse des différentes distances de visibilité est présentée dans le tableau ci-après :

Vitesse maximale autorisée	Distance d'arrêt ¹	Intervention programmée	Intervention programmée avec signalisation d'approche	Intervention d'urgence
130 km/h	280 m	400 m	300 m	300 m
110 km/h	195 m	300 m	200 m	200 m
90 ou 70 km/H	130 m (90) / 85 m (70)	200 m	200 m	200 m

4.6.4 - Conditions d'emploi

VIII^e partie – article 133.F.2.b: «L'utilisation des dispositifs de signalisation par flèche lumineuse est interdite lorsque les conditions de visibilité sont mauvaises (brouillard, pluie, neige) ou quand les conditions climatiques sont défavorables (route enneigée, verglas).»

La réglementation ne donne pas de limites précises quant aux distances de visibilité dans des conditions météorologiques dégradées. De plus, cette disposition figure dans le chapitre de la VIII^e partie consacré aux interventions programmées et la réglementation ne traite pas de l'emploi des FLR et FLU dans des conditions météorologiques dégradées en signalisation d'urgence. Par ailleurs la réglementation ne précise pas les limites d'utilisation des FLR/FLU selon l'état de surface de la chaussée, bien qu'elle en interdise l'emploi en cas de route enneigée ou verglas.

La réglementation ne mentionne pas de consignes spécifiques sur l'utilisation des FLR et FLU de nuit : les dispositions de l'article 129.A sur routes à chaussées séparées traitent des mesures à prendre sur les panneaux posés au sol la nuit (rétro réflexion, renforcement par feux de balisage et d'alerte) ; le signal KR43 étant lumineux et la FLR répondant aux critères de renforcement de la signalisation de nuit, par extension, l'utilisation des dispositifs FLR et FLU en intervention de nuit est autorisée.

4.7 - Masques et zones d'ombre

4.7.1 - Définitions et types de masques

Un masque est un objet ou un ensemble d'objets, faisant partie ou non de l'infrastructure, qui réduit la visibilité et par voie de conséquence la perception des FLR/FLU aux usagers de la route. On distingue deux types de masques :

Les masques fixes

En section droite, ces masques peuvent être générés par la seule géométrie du profil en long (distance de visibilité en angle saillant), ou par des ouvrages ou équipements associés au profil en long en angle rentrant (tabliers d'ouvrages d'arts, signalisation verticale, etc.).

¹ Source ICTAAL pour 110 et 130 km/h, ARP pour 90 et 70 km/h ; voir aussi [13]

Les masques fixes les plus courants sont les masques latéraux. Ces masques sont générés par des objets ou équipements situés sur l'accotement ou le terre-plein central (végétation arbustive haute, arbres, panneaux, paroi - mur de soutènement, mur antibruit proche de la chaussée - talus, culée ou pile d'un ouvrage d'art, etc.) et limitant la visibilité en courbe.

La note *Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes* [13] fournit les éléments permettant de lier visibilité et caractéristiques géométriques de l'infrastructure, et donc d'identifier les masques fixes générés par celle-ci.

Les masques mobiles

Un phénomène de masque mobile correspond à une situation où un véhicule, en circulation ou à l'arrêt, réduit la visibilité sur la chaussée, les véhicules qui s'y trouvent, les éventuels obstacles qui affectent la conduite, ou encore la signalisation.

Un véhicule réduit d'autant plus la visibilité qu'il est proche de l'observateur et que son gabarit est important. Le risque d'accident entre un usager de la route et un véhicule de signalisation à l'arrêt sur la chaussée (de type FLR/FLU) est par conséquent accentué.



*masque latéral lié à la végétation
crédits photos : DIR Sud-Ouest*

4.7.2 -Impact des zones d'ombre

Les masques fixes génèrent des zones de visibilité réduite, aussi appelées "zones d'ombre". Ces zones d'ombre portent sur une portion de linéaire dans laquelle un dispositif de signalisation par flèche lumineuse ne peut être employé en respectant la distance minimum de visibilité.

L'étendue de ces zones d'ombre peut varier selon la position de la FLR/FLU dans le profil en travers (voie de droite ou voie de gauche). Par ailleurs, les distances minimales de visibilité diffèrent pour les chantiers et pour les interventions d'urgence : il en résulte différentes zones d'ombre liées à un même masque visuel.

Les zones d'ombre peuvent être discontinues et relativement rapprochées. Lorsque leur inter-distance est inférieure à 200 m (distance minimale nécessaire pour neutraliser une voie par FLR/FLU : 150 m entre dispositif d'avertissement et de position + 50 m entre dispositif de position et chantier signalé), il conviendra de les relier. Cela a pour conséquence, si l'intervention par FLR/FLU est retenue dans cette zone, la pose d'un balisage longitudinal plus long en amont du chantier.

4.7.3 -Repérage des masques et zones d'ombre

Il est souhaitable de repérer à l'avance les zones d'ombre et de les prendre en compte pour la mise en place d'une signalisation temporaire par FLR/FLU, tant en chantier fixe qu'en chantier mobile ou en intervention d'urgence.

Le repérage exhaustif des masques nécessite en théorie la vérification des distances minimales de visibilité dans les différentes situations d'intervention (programmée et d'urgence), et ce sur chacune des voies de circulation de l'axe étudié. Dans la pratique, certains gestionnaires ne contrôlent la distance de visibilité que pour un type de situation (intervention programmée ou intervention d'urgence).

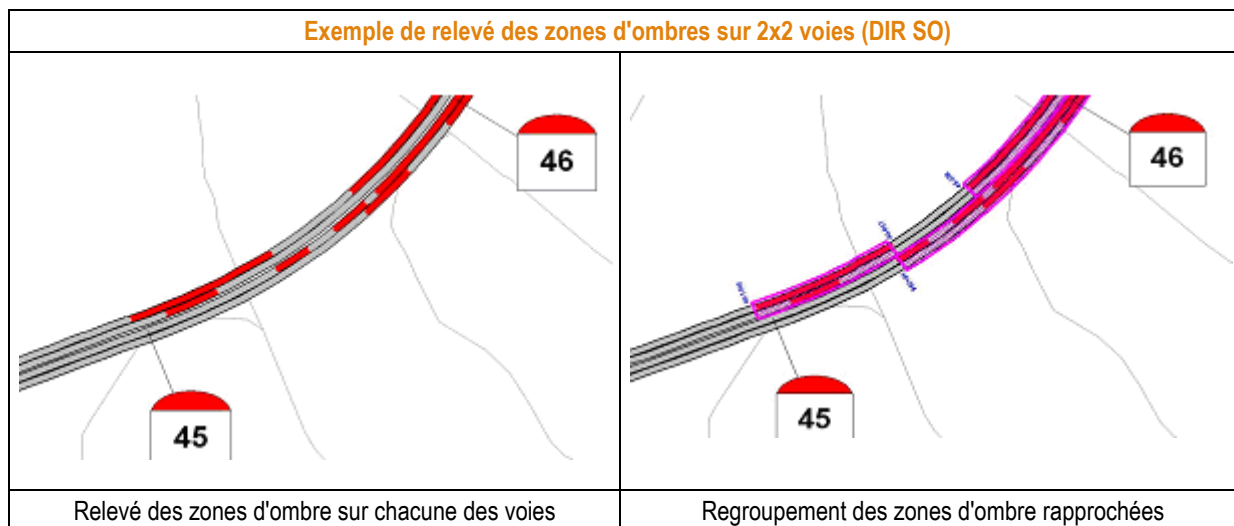
La réglementation indique que la visibilité porte sur la flèche lumineuse KR43 : dans l'idéal, la totalité de la flèche doit être visible. Les méthodes de relevés ne permettant pas de s'assurer de la visibilité totale de la flèche (visée), les quatre feux du bas de la flèche KR43 constituent le point de repère pour les opérateurs, ce qui induit généralement que toute la flèche lumineuse est visible. A minima, cette méthode permet de garantir la perception par l'usager du sens de déport de la circulation : en cas de masque de la partie supérieure de la flèche, l'usager aura une visibilité sur le B21, et en cas de masque bas, la totalité de la KR43 sera visible.

Un étude préalable peut être réalisé par examen du tracé sur les plans, mais doit être complétée par des relevés terrain.

Actuellement deux types de relevés peuvent être réalisés en chantier mobile (une FLR/FLU "témoin" suivie par une équipe chargée des relevés) :

- par une méthode manuelle : cette méthode nécessite la mise au point du système de calage constant de la distance de visibilité requise par rapport à la cible (FLR ou FLU). Il est également nécessaire d'avoir un repérage précis du PR de début et de fin de zone d'ombre. Ce type de relevés exige une coordination efficace entre la cible et le véhicule suiveur. Pour assurer la sécurité des agents réalisant les relevés, une protection des voies est nécessaire et mobilise donc plusieurs véhicules de balisage. La matérialisation des repères sur la chaussée peut être réalisée lors d'un deuxième passage .

- par une méthode automatisée, comme par exemple la méthode VISULINE mise au point par le laboratoire de St Brieuc (deux véhicules assurant un repérage en continu par GPS et l'enregistrement des zones d'ombres). Elle permet de relever en continu et à grand rendement les zones d'ombre sur les différentes voies des chaussées. La vitesse des relevés s'effectue entre 60 et 70 km/h, ce qui correspond à la vitesse limite des FLR flèche levée. Cette méthode évite toute intervention à pied des agents. Le résultat est traduit sous forme de tableau ou de plans indiquant les différentes zones d'ombre selon le cas (chantier/urgence), la chaussée et la voie affectée.



Ensuite, à partir de ces relevés de zones d'ombre, un relevé sur la nature des masques est effectué (végétation, ouvrages d'art, etc.). Suivant la politique mise en place par le gestionnaire, un traitement de certains masques (végétation, déplacement des panneaux, etc.) pourra être réalisé.

L'ensemble des zones d'ombre résiduelles pourra faire l'objet d'un repérage sur l'accotement et/ou sur le TPC, par des symboles indiquant aux chauffeurs des FLR/FLU le positionnement exact de celles-ci. Certains gestionnaires utilisent à cet effet des marques de peinture de couleur ou des panonceaux. Ce repérage ne doit pas entraîner de confusion avec la signalisation.

5 - Mise en place et repli de la signalisation

5.1 - Consignes aux agents conduisant des FLR/FLU

Consignes d'ordre collectif

Une intervention efficace repose sur une préparation méthodique du matériel, une vérification de son fonctionnement et un respect scrupuleux des principes de mise en oeuvre. En amont de l'intervention, une concertation de l'équipe assurant le balisage est nécessaire afin de coordonner l'opération et de répartir les tâches.

Il est indispensable également que les conducteurs des véhicules tracteurs des FLR/FLU aient connaissance de la situation exacte du début de la neutralisation. **En intervention programmée, un repérage préalable est souhaitable sur la chaussée (peinture, catadioptrés...) signalant le point d'arrêt de la FLR d'avertissement et celui de la FLR de position.** Ces dispositifs de repérage évitent les pertes de temps et les mises en place « ratées » des FLR.

Par sécurité et pour faciliter la mise en place, il est conseillé de se déplacer en convoi sur la route, le convoi se composant des véhicules assurant l'ensemble du balisage. Un ensemble de véhicules est mieux perçu par l'utilisateur, ce qui favorise son attention et sa vigilance. L'ordre des véhicules composant le convoi est établi avant d'atteindre la voie à neutraliser (Exemple, dans le cas d'une pose de signalisation sous protection FLR : en tête le fourgon baliseur, puis la FLR de position, et la FLR d'avertissement en queue de convoi).

La coordination des différents intervenants, et en particulier des véhicules du convoi, se fait par échanges radio ou téléphoniques, couramment à l'aide des matériels embarqués en cabine. Cependant, les consignes de sécurité imposant de quitter les véhicules une fois le balisage mis en place, il importe que l'équipe soit dotée de moyens de communication portatifs (radio, portable) pour assurer la liaison avec le centre d'exploitation une fois sur site.

Consignes d'ordre individuel

Avant le départ sur le site d'intervention, le chauffeur de la FLR/FLU doit vérifier et tester l'ensemble du dispositif de signalisation de son camion : il lève la flèche, contrôle le bon fonctionnement des feux, la liaison radio entre les véhicules, etc.

C'est le chauffeur du dispositif d'avertissement (la première rencontrée par l'usager) qui déclenche le processus des manœuvres de l'ensemble du convoi de balisage.

Une fois son véhicule stoppé sur la chaussée au droit de la voie neutralisée, le chauffeur doit :

- ne pas rester dans le camion, hormis lors d'une intervention en chantier mobile ;
- descendre du véhicule à l'opposé de la circulation, chaque fois que cela est possible, et dans tous les cas après s'être assuré de pouvoir le faire sans risque ;
- ne pas rester sur la chaussée ou la BAU à proximité des véhicules, mais se placer derrière les dispositifs de retenue s'ils existent.

Le bon fonctionnement des dispositifs composant les flèches lumineuses doit être surveillé en permanence (voir Surveillance du matériel, page 7).

5.2 - Procédure de neutralisation de voie

5.2.1 - Utilisation en chantier fixe

En chantier fixe, les FLR peuvent être employées pour :

- la protection de la pose/dépose d'une signalisation traditionnelle d'un chantier de plus d'une journée ;
- la signalisation d'un chantier de moins de 24 heures où les FLR se substituent à la signalisation d'approche et au biseau.

Mise en place

Les véhicules composant le convoi se suivent et circulent normalement sur la voie de droite.

- A plus d'1 km des premiers points d'arrêt prévus des FLR, les gyrophares portés par les véhicules du convoi s'allument successivement en commençant par celui de la FLR d'avertissement. Le chauffeur de celle-ci déclenche alors la procédure de changement de voie s'il y a lieu. Le convoi circule à une vitesse adaptée au trafic.
- Entre 1 km et 500 m du point d'arrêt, la vitesse est réduite à environ 40 km/h ; le panneau supérieur portant la flèche est relevé, le panneau B 21 actionné et la flèche lumineuse allumée vers la voie qui doit rester circulée, et les deux feux KR2 allumés.

Le bon fonctionnement de l'ensemble est vérifié, soit à l'aide des témoins du boîtier de cabine, soit dans le rétroviseur grâce aux voyants de rappel sur la remorque : en cas de mauvais fonctionnement et après échange radio entre les véhicules, la mise en place est annulée.

En cas de bon fonctionnement des dispositifs :

- les FLR se séparent d'au moins 150 m en ralentissant progressivement jusqu'à l'arrêt complet, la FLR de position laissant une "zone tampon" minimale de 50 m entre elle et la zone du chantier.
- suivant la/les voie(s) à neutraliser, la FLR d'avertissement stationne à cheval sur la bande de rive ou la bande dérasée de gauche, alors que la FLR de position est en pleine voie ; le cas échéant la FLR intermédiaire stationne dans l'axe de la bande de séparation des deux voies à neutraliser. Le positionnement des véhicules est facilité si des repères sur la BAU ou le TPC ont été implantés.
- les gyrophares des FLR sont éteints.

Repli

D'une manière générale, les points communs d'une procédure de repli des FLR sont les suivants :

- les gyrophares et feux de détresse portés par les véhicules du convoi sont ré-activés successivement en commençant par la FLR d'avertissement. Son chauffeur indique par un appel de phares le moment opportun pour la remise en route du convoi.
- les flèches lumineuses sont rabattues avant tout départ du convoi.
- une fois le repli des dispositifs terminé, les gyrophares de l'ensemble des véhicules sont désactivés.

Il n'y a pas de problème particulier de repli dans le cas de la dépose d'une signalisation traditionnelle, celle-ci s'effectuant à l'avancement par bords successifs sous la protection des FLR. Après dépose d'une signalisation traditionnelle, ou en cas de repli d'une protection par FLR d'un chantier fixe, l'ensemble du convoi reprend de la vitesse sur la voie qui était neutralisée avant de se déporter (si nécessaire).

Dans le cas de la pose de signalisation traditionnelle, la méthode de repli des FLR est fortement liée au niveau de trafic constaté par les chauffeurs au moment de quitter la voie neutralisée. Il est très difficile pour les FLR de s'insérer sur la voie adjacente lorsque les vitesses sur celle-ci sont élevées. **Pour faciliter l'insertion des FLR dans la circulation, un bouchon mobile pourra être réalisé en présence des forces de l'ordre.**

5.2.2 -Utilisation en chantier mobile

La mise en place et le repli des dispositifs s'effectuent comme indiqué ci-avant. Le véhicule de chantier se positionne après la neutralisation de la voie.

La distance entre le dispositif de position et le véhicule de chantier ne doit pas excéder 150 m en l'absence de balisage longitudinal. Dans le cas d'un chantier en zone de visibilité réduite, il peut donc être nécessaire d'implanter un balisage, la protection FLR se plaçant en amont de la zone. Dans ce même cas de figure, il est souhaitable de mettre en place une signalisation d'approche sur la BAU, par exemple un véhicule porteur d'un PMV signalant un chantier mobile.

Le mode de progression du chantier (progression continue ou déplacement par bords) doit être adapté à la vitesse du véhicule de chantier. En règle générale la progression sera continue pour un chantier progressant à plus de 15 km/h. Un chantier mobile protégé par FLR ne peut intervenir dans une zone d'ombre. Le gestionnaire doit mettre en place des mesures spécifiques pour la protection dans la zone d'ombre (traitement du chantier dans la zone d'ombre en chantier fixe balisé par FLR, puis retour en mobile au-delà de la zone d'ombre).

5.2.3 -Neutralisation de voie en signalisation d'urgence

Les règles générales en situation de chantier s'appliquent. Les spécificités de l'urgence sont :

- l'utilisation de FLU et/ou de FLR : en cas d'emploi de plusieurs dispositifs (neutralisation de plusieurs voies, intervention prolongée), il convient de prêter une attention particulière à leur agencement (cf. Combinaison des dispositifs, page 11) ;
- la présence possible d'un seul véhicule (FLR/FLU) sur voie, pour une intervention de moins de deux heures, qui peut compliquer la mise en place de la signalisation, notamment dans un trafic rapide ;
- l'incertitude sur la voie à neutraliser : en intervention d'urgence, la voie à neutraliser peut ne pas être connue, ou l'information s'avérer erronée. Une erreur dans l'orientation du signal de déport de voie peut amener à déporter des usagers sur la voie occupée par l'évènement, et donc potentiellement aggraver la situation. La flèche KR43 ne doit donc être activée et orientée qu'une fois la voie sur laquelle se trouve l'évènement clairement identifiée.

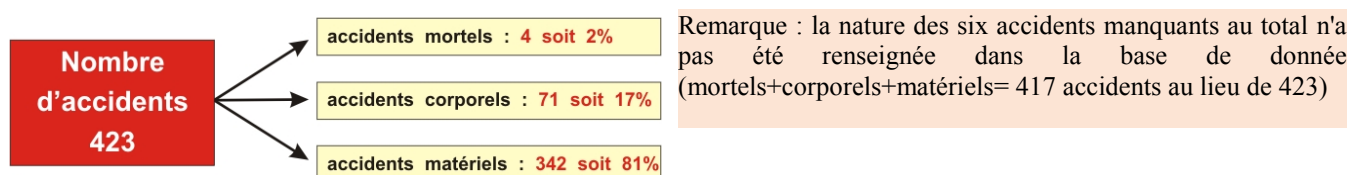
6 - Accidentologie des FLR

6.1 - Étude nationale de l'accidentologie FLR/FLU

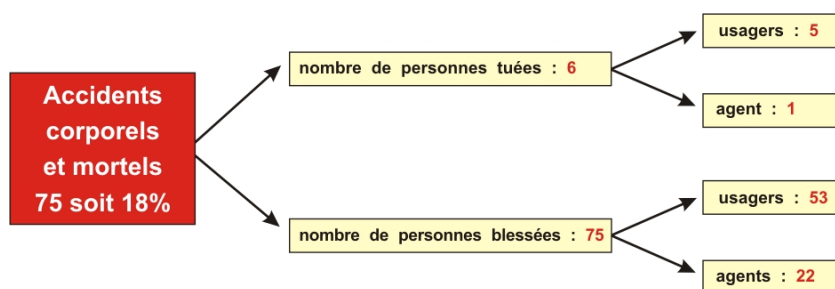
En 2008, une étude intitulée « *Accidents avec FLR et FLU - Enquête nationale* » [2] a été réalisée à la demande du Setra par le CETE Normandie Centre, sur les routes à chaussées séparées gérées par l'état et les sociétés concessionnaires d'autoroutes. La base de données se compose de 423 accidents sur la période 2001-2006. L'étude est synthétisée ci-dessous.

6.1.1 -Recensement des différents types d'accidents

La majorité (81%) des accidents avec FLR ou FLU sont des accidents matériels. Les dégâts occasionnés par les chocs sont réparables dans 2 cas sur 3. La proportion des accidents mortels, bien qu'excessive, reste très faible (4 accidents mortels sur la période entre 2001 et 2006).

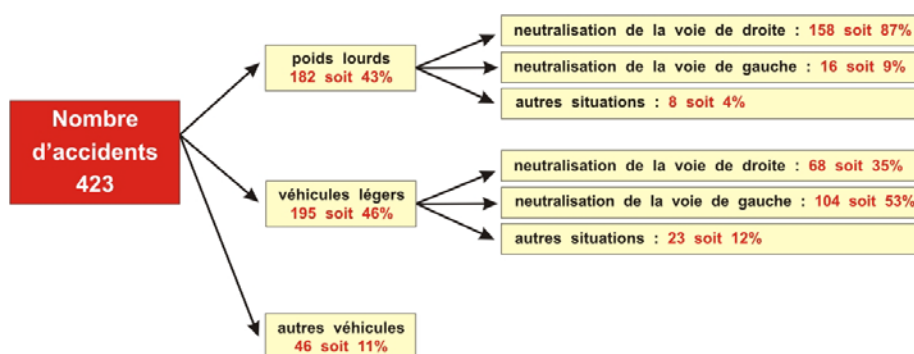


Les usagers représentent 72% de l'ensemble des victimes des accidents corporels et mortels. Les agents blessés ou tués (28% des victimes) sont impliqués dans 5 % de ces accidents.



Quasiment tous les accidents impliquant des poids lourds n'ont que des conséquences matérielles. Ils se produisent avec les FLR/FLU en neutralisation de voie(s) de droite, alors que les véhicules légers heurtent plus souvent les FLR/FLU en neutralisation de voie(s) de gauche.

En nombre, les FLR/FLU sont autant heurtées par des véhicules légers que par des poids lourds.



6.1.2 - Synthèse de l'étude

Les résultats de l'étude permettent de constater que :

- les usagers sont plus fréquemment accidentés corporels que les agents (dans une proportion de 2 pour 1) ;
- la FLR d'avertissement est plus souvent heurtée que la FLR de position (2 cas sur 3) ;
- les accidents corporels se produisent en grande majorité dans les heurts impliquant la FLR d'avertissement ;
- les chocs sont le plus souvent décalés vers l'axe de la chaussée.

En ce qui concerne les PL, l'étude montre une très forte disproportion entre l'implication des poids lourds dans les heurts (43 % des heurts) et leur présence dans le trafic. Les facteurs explicatifs possibles sont :

- un gabarit en largeur plus important que celui des VL ;
- une plus grande difficulté de changement de voie que les VL ;
- un masque visuel lorsque les PL se suivent de près.

Sur les réseaux où le trafic poids lourds est important, il serait donc préférable d'éviter l'utilisation des FLR en neutralisation de voie de droite et de privilégier une signalisation traditionnelle. Dans les cas d'une neutralisation de voie médiane sur une 2x3 voies, on pourra préférer neutraliser les voies de gauche et médiane que les voies de droite et médiane.

6.2 - Rapport du BEA-TT : accident sur A4, juin 2007

Un accident mortel, survenu en juin 2007 entre un autocar et une FLR tractée par un Poids Lourd sur l'autoroute A4 dans le département de la Marne, a conduit à la production d'un rapport d'enquête technique [3] en février 2009 par le Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT).

Au moment de l'accident, la SANEF organise un chantier mobile de fauchage des accotements dont la signalisation est assurée par 2 FLR, conformément au schéma CM143 du manuel du chef de chantier (volume 2, [5]). Les FLR sont positionnées sur l'A4 dans une courbe à droite de rayon en plan de 4500 m, au droit de la voie d'insertion de l'A26 Calais-Paris. L'interdistance entre les 2 FLR est de 200 mètres et la FLR d'avertissement est visible à une distance de 500 à 600 mètres. En accord avec les procédures internes de l'exploitant, les deux FLR sont tractées par des camions de 26T de PTAC chargés de sacs de gravier, les remorques ne sont pas dételées et les agents sont sortis des camions puisqu'ils sont à l'arrêt.

Un autocar en provenance du Luxembourg percute le dispositif d'avertissement à une vitesse de 100km/h sans freinage ou déport latéral, et le choc projette le camion à une distance de 59 mètres. Les victimes sont les passagers de l'autocar et le bilan définitif de l'accident est de 3 tués, 3 blessés graves et 22 blessés légers. Le rapport du BEA-TT met directement en cause la responsabilité du chauffeur qui a quitté la route des yeux pour manipuler un interrupteur de sélection du système audio/vidéo. L'accident sur l'A4 fait partie des cas identifiés comme les plus fréquents dans l'étude d'accidentologie réalisée par le CETE Normandie : collision entre un PL et la FLR d'avertissement en voie de droite.

Au terme de son rapport, le BEA-TT délivre cinq recommandations dont deux concernent spécialement la signalisation des chantiers par FLR :

Recommandation R4 : « Mener une étude sur l'utilisation des FLR visant à identifier et à qualifier le cas où, malgré une visibilité supérieure à 400m, la compréhension de la signalisation peut être rendue difficile par des conditions de site. Définir les solutions à adopter afin d'améliorer la lisibilité de la signalisation en ce cas. »

En effet, en raison de la géométrie en plan de l'autoroute à cet endroit, le rapport du BEA-TT relève une situation de masquage de la FLR de position par la FLR d'avertissement et en conséquence, une perception tardive des deux dispositifs évaluée à environ 100 mètres.

Recommandation R5 : «Rendre le dispositif d'avertissement moins agressif pour l'usager en cas de choc, par exemple en mettant au point le système de FLR déportée actuellement en cours d'étude »

Le rapport comprend bien la logique de protection des agents qui consiste à faire tracter la FLR de position par un camion chargé, puisqu'elle précède la zone de chantier. En revanche, pour la FLR d'avertissement cette logique ne s'applique pas à l'identique et le BEA-TT préconise que le choix du véhicule tracteur soit réalisé en privilégiant un matériel moins agressif.

7 - Prospective

Le développement constant de l'usage des FLR et des FLU en signalisation temporaire appelle de la part des maîtres d'ouvrages, des exploitants, du réseau scientifique et technique et des constructeurs une veille continue sur ces dispositifs. L'objectif partagé est d'améliorer les performances techniques du matériel et de préciser encore le domaine d'emploi et les modes opératoires, dans une logique de renforcement de la sécurité des agents et des usagers. Quelques pistes d'évolution issues des réflexions en cours et des exemples étrangers sont présentées ici.

8.1 - Nouveaux matériels

8.1.1 -Flèche lumineuse de rabattement déportée

L'étude sur l'accidentologie des FLR montre que dans 2 cas sur 3, c'est la FLR d'avertissement qui est heurtée et que les accidents, dans cette configuration, sont en grande majorité corporels. De plus, dans la plupart des cas, le véhicule percute le bord de la FLR sur une largeur inférieure à 50 cm.

Ce constat a conduit la société concessionnaire AREA (groupe APRR) à imaginer un prototype de FLR à décalage latéral qui a été développé par deux entreprises de signalisation routière. Une fois déployée, la FLR installée sur la remorque coulisse de 1 mètre à gauche ou à droite grâce à un pilotage par télécommande.



FLR déportée – crédits photo AREA

Ce dispositif est utilisable en situation de neutralisation de la voie de gauche ou de la voie de droite, par la FLR d'avertissement et/ou de position. Par exemple, dans le cas d'une neutralisation de voie de droite, le porteur et la remorque du dispositif d'avertissement sont dans l'axe de la BAU et à cheval sur la bande de rive pour le dispositif de position.

La société AREA a expérimenté le dispositif sur son réseau fin 2006 ; celle-ci s'est avérée concluante, et AREA et APRR se sont engagés dans un plan de déploiement progressif de ce matériel dans leurs centres d'exploitation.

8.1.2 -Atténuateurs de chocs

La recherche bibliographique sur le sujet conduit en Belgique, où la direction des routes et autoroutes de Wallonie a équipé les districts autoroutiers en atténuateurs de chocs pour les FLR. Elle considère que les atténuateurs constituent un élément de protection collective entre la circulation et le chantier.

Répondant à une norme américaine, l'atténuateur peut absorber l'énergie produite par un véhicule de 2 tonnes, lancé à 100 km/h avec un angle d'incidence de 10 degrés. L'atténuateur est en général porté par un PL de 10T de PTAC et associé à une FLR. La direction des routes wallonne considère qu'il permet d'empêcher le véhicule qui entre en collision avec le dispositif de glisser sous le camion



*Atténuateur de choc sur FLR
(direction des routes et autoroutes de Wallonie)*

Lorsque la FLR est en transfert, l'atténuateur se trouve relevé derrière le panneau de la FLR. L'atténuateur peut être abaissé depuis la cabine à l'approche du chantier. Les agents ne doivent donc pas quitter le porteur pour mettre en place le dispositif, y compris la flèche lumineuse.

Une enquête approfondie auprès des homologues belges sur les caractéristiques, le coût et l'utilisation des atténuateurs de chocs permettrait de définir les conditions d'une éventuelle transposition sur le réseau routier national.

8.1.3 -Attelage-dételage automatique FLR

Le dételage des FLR tractées est actuellement fortement déconseillé, l'opération étant préjudiciable à la sécurité des agents en cas de heurt de la remorque. Cette disposition entraîne l'immobilisation des véhicules tracteurs et de leurs conducteurs sur site pour la durée du chantier. Des réflexions sont en cours sur l'automatisation de l'attelage et du dételage des remorques FLR, notamment au sein de la SANEF qui a mis au point un prototype.

8.2 - Évaluation des dispositifs

8.2.1 -Accidentologie des FLR et FLU

L'étude réalisée par le CETE Normandie Centre en 2008 a permis pour la première fois de recueillir et d'analyser la nature des accidents provoqués suite à des heurts sur les FLR et les FLU. L'un des intérêts de cette étude est d'identifier les situations à risques et en conséquence, d'aider les exploitants dans le choix du mode de signalisation.

Dans un contexte d'utilisation quotidienne des FLR et FLU dans les DIR et en sociétés d'autoroutes, le suivi et l'analyse continus des accidents dans lesquels ces matériels sont impliqués permettent de renforcer la sécurité des agents et des usagers. La DIT², dans le cadre de l'action QUAPODES (Qualification à la pose et la dépose de la signalisation), a initié une action en ce sens dans les DIR.

8.2.2 -Différentiel de perception entre les FLR et les FLU

La réglementation pose le principe d'utilisation des FLR et des FLU en fonction de la nature de l'évènement à signaler : les FLR peuvent être utilisées pour les interventions programmées et d'urgence et les FLU pour les interventions d'urgence uniquement. Le dispositif d'avertissement étant le plus souvent impliqué dans les chocs, le volume 8 sur les interventions d'urgence sur routes à chaussées séparées présente des possibilités de combinaison des dispositifs dont le principe est que la FLR présente un niveau de perception supérieur à la FLU.

Cependant, cette appréciation est tirée de l'expérience et du ressenti des exploitants mais ne repose sur aucun élément objectif. Une étude reposant sur la mise en situation de conduite d'un panel d'usagers permettrait d'apprécier le différentiel de perception.

8.3 - Évolutions possibles de la réglementation

8.3.1 -Neutralisation de trois voies par FLR

En l'état actuel de la réglementation la neutralisation de trois voies par FLR n'est formellement possible que par des neutralisations successives séparées par un alignement. Des travaux sont menés dans le cadre de la révision du guide technique volume 2 "*manuel du chef de chantier – routes à chaussées séparées*"[5].

8.3.2 -Domaine d'emploi des FLU

Les flèches lumineuses d'urgence ne sont réglementairement et techniquement autorisées que pour la signalisation des interventions d'urgence. Elles peuvent être utilisées en tant que dispositif de signalisation sur une voie de circulation ; en revanche, **la réglementation ne prévoit pas leur emploi en situation de protection d'un atelier de pose d'une signalisation traditionnelle.**

Lorsque l'exploitant choisit des panneaux posés au sol pour signaler la présence d'un événement aléatoire sur une voie de circulation, la phase de mise en œuvre du biseau et du balisage longitudinal (en particulier à gauche) expose l'agent en charge de poser le balisage vertical (signaux K5). La possibilité d'utiliser une FLU (pour des interventions U1) ou deux FLU (pour des interventions U2) en protection de la pose du biseau et du balisage longitudinal est une piste d'évolution de la réglementation à étudier.

8.3.3 -Domaine d'emploi des KR41, KR42 et KR44

La réglementation (VIII^e partie de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière) définit l'existence des signaux lumineux KR41, KR42 et KR44 et les guides techniques du SETRA en donnent des conditions d'utilisation restreintes, sur voie à l'intérieur d'une zone balisée.

Cependant sur certains matériels, dans les phases de déploiement et de repli de la flèche KR43 et pendant un laps de temps assez court, les feux du bas de la flèche sont en action (ce qui correspond à un signal KR41). La réglementation peut évoluer sur ce point.

Glossaire

BAU : bande d'arrêt d'urgence

BDD : bande dérasée de droite

BDG : bande dérasée de gauche

FLR : flèche lumineuse de rabattement

FLU : flèche lumineuse d'urgence

PMV : panneau à messages variables

TPC : terre-plein central

BEA-TT : bureau d'enquête sur les accidents de transports terrestres

DIR : direction interdépartementale des routes

DIT : direction des infrastructures de transport

RST : réseau scientifique et technique

Bibliographie

- [1] *Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière – 8ème partie : Signalisation temporaire*, DSCR, 1993 (version consolidée de décembre 2011)
- [2] *Accidents avec FLR et FLU - Enquête nationale*, rapport d'étude du CETE Normandie-Centre, 2006
- [3] *Rapport d'enquête technique sur l'accident survenu le 14 juin 2007 entre un autocar et un ensemble de signalisation sur l'autoroute A4 à Thillois (51)*, BEA-TT, 2009, 56 p.
- [4] *Note d'information Circulation Sécurité Équipement Exploitation n°103 : Flèches lumineuses de rabattement*, Sétra, 1996, 6 p. (réf. Sétra : E9607)
- [5] *Signalisation temporaire - volume 2 : routes à chaussées séparées*, manuel du chef de chantier, Sétra, 2002, 116 p. (réf. Sétra : E00072)
- [6] *Signalisation temporaire - volume 7 : éléments de méthodologie pour la pose et la dépose de la signalisation – chantiers sur routes à chaussées séparées*, guide technique, SETRA, 2010, 99 p. (réf. Sétra : 1019)
- [7] *Signalisation temporaire - volume 8 : interventions d'urgence sur routes à chaussées séparées*, guide technique, Sétra, 80 p., 2010 (réf. Sétra : 1020)
- [8] *Équipement de régulation du trafic - Feux de balisage et d'alerte*, NF EN 12352, CEN, août 2006
- [9] *Signalisation routière verticale - Équipements mobiles de signalisation variable - Caractéristiques générales*, XP P98-573, AFNOR, octobre 2008
- [10] *Signaux fixes de signalisation routière verticale - Partie 1 : panneaux fixes*, NF EN 12899-1, CEN, juin 2008
- [11] *Signaux de signalisation routière verticale - Panneaux à messages variables - Partie 1 : norme produit*, NF EN 12966-1, CEN, janvier 2006
- [12] *Code de la route*, part. R412-6, R413-17 et R221-4
- [13] *Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes*, note d'information, Sétra, 2006, 28 p. (Réf. Sétra : 0607w)

Rédacteurs

Groupe de travail :

Christelle Marchesse – CETE de l'Ouest

téléphone : 33 (0)2 40 12 85 09

mél : christelle.burduche@developpement-durable.gouv.fr

Bernard Chassy – CETE de l'Ouest

téléphone : 33 (0)2 40 12 85 12

mél : bernard.chassy@developpement-durable.gouv.fr

Éric Floch – CETE de l'Ouest

téléphone : 33 (0)2 40 12 85 23

mél : eric.floch@developpement-durable.gouv.fr

Avec la participation de :

Jean-Marc Chauvin – CETE Normandie-Centre

Vincent Janès – CETE de l'Est

Renseignements techniques

Thomas Thiébaud - Sétra

téléphone : 33 (0)1 60 52 30 52

mél : thomas.thiebaud@developpement-durable.gouv.fr

AVERTISSEMENT

La collection des notes d'information du Sétra est destinée à fournir une information rapide. La contre-partie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son rédacteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

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

110 rue de Paris – BP 214 – 77487 Provins Cedex – France

téléphone : 33 (0)1 60 52 31 31 – télécopie : 33 (0)1 60 52 31 69

Document consultable et téléchargeable sur les sites web du Sétra :

- Internet : <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr>
- Intranet (Réseau ministère) : <http://intra.setra.i2>

Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.

En cas de reproduction partielle, l'accord préalable du Sétra devra être demandé.

Référence : 1228w – ISRN : EQ-SETRA--12-ED17--FR

Le Sétra appartient
au Réseau Scientifique
et Technique
du MEDDE

