

# RAPPORTS

Centre d'Études  
Techniques  
de l'Équipement  
de l'Ouest

Laboratoire Régional  
des Ponts  
et Chaussées  
de Saint-Brieuc

Date

# ISAUr Modèles des données v0.2

Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat  
Prévention des risques  
Développement durable  
Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,  
du Développement durable et de la Mer  
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
0.1	12/01/12	Concerne ISAUr v1.1 en cours de modification vers v1.2
0.2	12/01/12	Correction sur les temps d'insertion et de traversée des véhicules

## Affaire suivie par

<b>Gérard CHERVET - DLRB/Systèmes de gestion de patrimoines</b>
<i>Tél. : 02 96 75 93 14 / Fax : 02 96 75 93 10</i>
<i>Courriel : Gerard.chervet@developpement-durable.gouv.fr</i>

## Rédacteur

---

**Gérard Chervet - DLRB/Systèmes de gestion de patrimoines**

## Relecteur

---

**Jean-Luc ANDRE - DLRB/QM**

## Référence(s) intranet

*http://*

# SOMMAIRE

<b>1 - INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2 - MODÈLE GÉOGRAPHIQUE.....</b>	<b>5</b>
2.1 - Exemple graphique .....	5
2.2 - Description littérale .....	5
<b>3 - MODÈLE GÉOMÉTRIQUE.....</b>	<b>6</b>
3.1 - Exemple graphique .....	6
3.2 - Description littérale .....	6
3.3 - Description en listes.....	7
<b>4 - MODÈLE ACOUSTIQUE.....</b>	<b>8</b>
4.1 - Les véhicules.....	8
4.2 - La propagation vers une grille de récepteurs (cartographie de bruit) ou vers un récepteur.....	8
4.3 - Le récepteur de bruit.....	9
<b>5 - MODÈLE DE TRANSPORT.....</b>	<b>10</b>
5.1 - Le trafic.....	10
5.1.1 -Tranche horaire.....	10
5.1.2 -Trafic de nœud entrant.....	10
5.1.3 -Trafic maximal de nœud sortant.....	11
5.2 - Les échanges de voie à voie.....	11
5.2.1 -Sorties de voies.....	11
5.2.2 -Entrées convergentes de voies.....	11
<b>6 - MODÈLES DE DONNÉES PARTICULIERS.....</b>	<b>13</b>
6.1 - Les giratoires.....	13
6.2 - Les panneaux de vitesse.....	13
6.3 - Les contrôleurs de feux.....	14
6.4 - Les feux de l'aménagement.....	14

## 1 - Introduction

ISAUr est un logiciel de simulation acoustique d'aménagements routiers. Il est destiné à la comparaison de plusieurs variantes d'un même projet sur un certains nombres de récepteurs, sur lesquels il présente des statistiques de bruit.

Il gère pour cela trois principaux modèles de données le plus possible indépendants, dont il assure la cohérence :

- un modèle géographique destiné à lire et conserver les axes routiers,
- un modèle géométrique donnant de la surface aux routes et les préparant aux calculs (acoustique, voire consommation et pollution),
- un modèle de transport incluant les trafics et les échanges entre les voies de circulation.

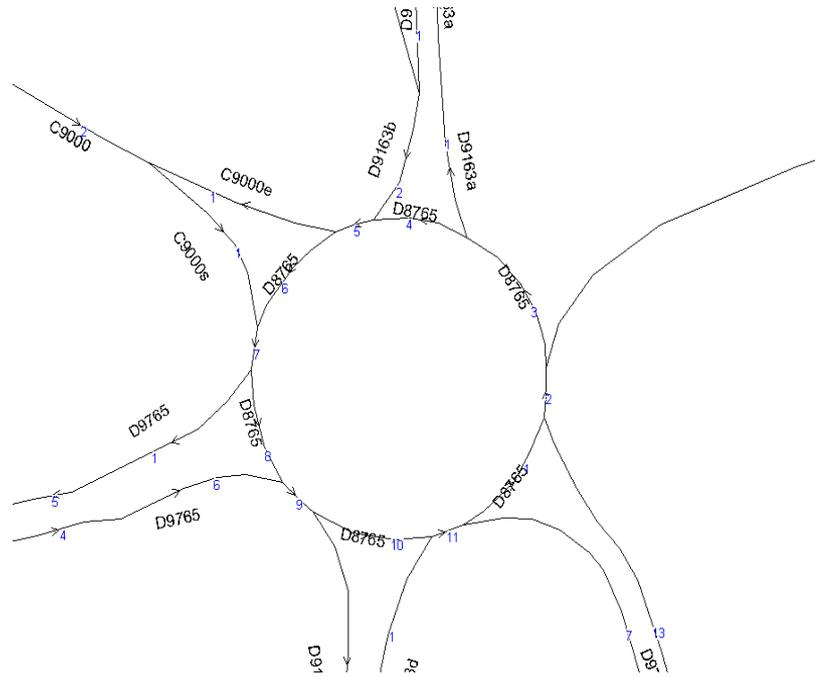
Pour la simulation du trafic par SYMUBRUIT, quelques modèles particuliers concernent, les giratoires, les panneaux et les feux de circulation.

Le modèle acoustique des véhicules est directement inspiré de SYMUBRUIT. Le modèle de transport est très proche des modèles de SYMUBRUIT, dont il essaye de généraliser certains aspects.

## 2 - Modèle géographique

Il est destiné à gérer le lien avec les bases de données géographiques qui opèrent à partir d'axes routiers, et quelques attributs variables selon la base géographique. ISAUr complète les valeurs d'attributs et effectue un stockage de l'extraction en format d'échange géographique standard (fichier mid/mif).

### 2.1 - Exemple graphique



### 2.2 - Description littérale

Un réseau (routier géographique) est constitué de tronçons reliés entre eux par des nœuds.

Chaque tronçon peut porter les attributs suivants:

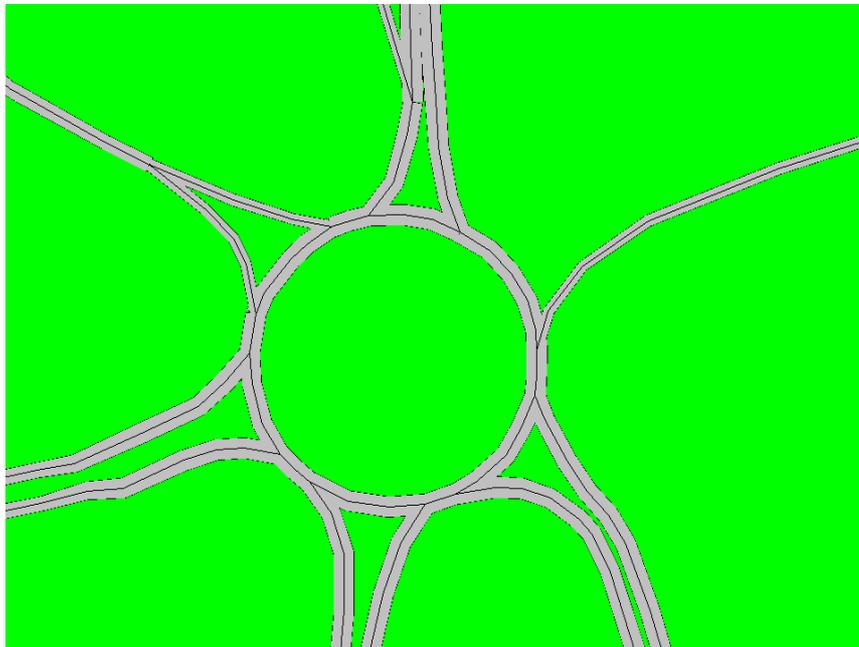
- largeur
- nombre de voies
- sens de circulation (par rapport au sens du tracé du tronçon) : monodirectionnel dans le sens + ou le sens -, ou bidirectionnel,
- identification géographique,
- nœud de début,
- nœud de fin,
- identification de la route.

### 3 - Modèle géométrique

Le modèle géométrique étoffe les chaussées autour des axes géographiques qui restent la référence statique (les tronçons, transitions, voies, largeurs peuvent être modifiés).  
Ce modèle est sensé représenter graphiquement les routes de façon réaliste.

#### 3.1 - Exemple graphique

Sur cet exemple, on peut voir le modèle géographique au centre des chaussées, et la géométrie développée autour. Les voies ne sont pas matérialisées.



#### 3.2 - Description littérale

Au niveau géométrique, une variante de projet d'aménagement routier est constituée de sections reliées entre elles par des nœuds d'échanges.

Chaque section est homogène en terme de trafic (tout véhicule entrant, en sort après un certain temps de circulation).

Une section est découpée en tronçons de deux types:

- tronçon homogène en largeur et nombre de voies,
- tronçon de transition assurant aussi bien une variation des voies qu'une variation de largeur.

Chaque tronçon porte une ou plusieurs voies.

Le sens conventionnel des sections est aussi celui des tronçons qui la forme.

Il s'agit du sens de tracé de tous les points de son axe géographique, affectés aux tronçons.

Chaque section porte les attributs suivants:

- identifiant unique,

- nœud de début (nœud d'échange de circulation),
- nœud de fin (nœud d'échange de circulation),
- largeur (indicative, valeur par défaut initialisant les tronçons créés),
- nombre de voies (indicatif, valeur par défaut initialisant les tronçons créés),
- sens de circulation (par rapport au sens conventionnel) : monodirectionnel dans le sens + ou le sens -, ou bidirectionnel,
- revêtement (indicatif, valeur par défaut initialisant les tronçons créés).

Chaque tronçon porte les attributs suivants :

- identifiant unique,
- nœud de début (qui peut ou non être un nœud d'échange de circulation),
- nœud de fin (qui peut ou non être un nœud d'échange de circulation),
- largeur (indicative, valeur par défaut initialisant les voies créés),
- le revêtement (élément fondamental pour l'émission du bruit),
- une suite de points XYZ, dont le premier est la position du nœud de début et le dernier, la position du nœud de fin.

Un tronçon de transition a deux attributs en plus:

- le type de transition (TRANSITION\_ENTRE\_DEUX, TRANSITION\_DEBUT\_SECTION, TRANSITION\_FIN\_SECTION),
- largeur à la fin (l'attribut largeur donne la largeur au début du tronçon).

Chaque voie porte les attributs suivants :

- identifiant unique,
- largeur exacte ou 0 si déduite par moyenne via la largeur du tronçon,
- sens de circulation (sens conventionnel, sens inverse, bidirectionnelle),
- spécialisation (VOIE\_STANDARD, VOIE\_BAU, VOIE\_ZEBRA, VOIE\_BUS, VOIE\_TRAMWAY),
- évolution sur le tronçon (VOIE\_EN\_CONTINUITE, VOIE\_EN\_DIMINUTION, VOIE\_EN\_AUGMENTATION).

Sur une section, le numéro de voie désigne l'ensemble consécutif de voies dont l'ordre latéral est le suivant :

- BAU : voie de n° de voie 0,
- voie de droite sans BAU ou voie lente avec BAU : n° de voie 1
- voie à gauche de la précédente : n° de voie 2
- etc.

### 3.3 - Description en listes

#### Géométrie d'une variante

<b>Section</b>	: Noeud début; Noeud fin; Portée (bidirectionnelle, etc.); Localisation (giratoire, etc.); Revêtement; Nombre de voies; Largeur
<b>Tronçon (à bords parallèles ou de transition)</b>	: Sol, Nombre total de voies, Largeur totale (sauf tronçon de transition)
<b>Voie:</b>	Largeur, Sens, Nombre de voies, Spécialisation, Evolution

## 4 - Modèle acoustique

Le modèle acoustique concerne :

- l'émission d'un véhicule circulant sur une voie, un revêtement donné, à une vitesse et une allure données,
- la propagation prenant en compte ou non la propagation sur la chaussée (calcul Indgard Rudnick ou Rasmussen), et la propagation sur un seul sol plan, jusqu'à un récepteur,
- le récepteur du bruit émis par tous les véhicules circulant sur l'aménagement pendant la période de simulation.

### 4.1 - Les véhicules

Les véhicules sont puisés dans une base de référence et personnalisés au moment de leur utilisation en ce qui concerne leur désignation et le modèle d'émission utilisé ou tout autre réglage).

Un véhicule contient une ou plusieurs plages d'accélération et une ou plusieurs sources acoustiques.

Un véhicule porte les attributs suivants :

- identifiant unique,
- désignation de la famille de véhicules (ex : Véhicules légers à essence),
- identifiant du type générique de véhicule (utilisé pour le trafic, ex : VL),
- modèle d'émission (par défaut, en absence d'une liste de sources acoustiques),
- hauteur de source (par défaut, en absence d'une liste de sources acoustiques),
- vitesse d'onde de démarrage,
- vitesse maximale,
- concentration maximale,
- accélération maximale,
- décélération maximale,
- espacement à l'arrêt,
- carburant (ESSENCE, DIESEL, GAZ, ELECTRICITE, HYBRIDE\_ESSENCE\_GAZ, HYBRIDE\_ESSENCE\_ELECTRICITE, HYBRIDE\_DIESEL\_ELECTRICITE).

Une plage d'accélération porte les attributs suivants :

- vitesse limite haute supérieure,
- accélération.

Une source acoustique porte les attributs suivants :

- position XYZ,
- hauteur,
- modèle d'émission (calcul ou base d'émission).

## 4.2 - La propagation vers une grille de récepteurs (cartographie de bruit) ou vers un récepteur.

Les coefficients de propagation sont calculés sur toutes les voies, pour chaque hauteur de source des véhicules, en des points d'émission dont l'espacement est saisi via la « largeur de cellule d'émission ».

Les attributs de réglage des calculs de propagation, sont :

- largeur de la cellule d'émission,
- largeur de la cellule de réception (dans le cadre d'une cartographie de bruit),
- dimensions de la carte de bruit,
- hauteur des récepteurs dans la carte de bruit,
- optimisation ou non du calcul (joue sur la rapidité au détriment de la précision),
- type de calcul de propagation : Sol homogène (Rasmussen), 2 sols (Indgard-Rudnick), NMPB 96,
- utilisation ou non de l'atténuation atmosphérique,
- température de l'air,
- pression atmosphérique,
- hygrométrie de l'air,
- modèle de sol : localisé, étendu, épaisseur finie,
- utilisation de la méthode de calcul de la fonction de Fadeeva (uniquement pour les sols homogènes),
- domaine des fréquences calculées (mini et maxi)
- pas de calcul des fréquences,
- rapport du pas d'intégration à la longueur d'onde,
- rapport du rayon direct à la hauteur maximale d'intégration.

## 4.3 - Le récepteur de bruit

Les récepteurs sont fixés en différents points et différentes hauteurs pour toutes les variantes d'aménagement du projet.

Un récepteur porte les attributs suivants :

- identifiant
- numéro unique,
- position XYZ,
- hauteur d'écoute.

## 5 - Modèle de transport

Ce modèle concerne le trafic et les échanges de voie à voie.  
Le trafic concerne des véhicules décrits dans le modèle acoustique.  
Les nœuds d'échange entrants et sortants sont ceux du modèle géométrique.

Le trafic est décrit selon une matrice origine destination ou par les échanges de voie à voie. Dans sa version 1.2, ISAUr ne prend en compte que le modèle en origine-destination.

Ce modèle est un essai de généralisation réinterprétant celui de SYMUBRUIT.

### 5.1 - Le trafic

Le trafic est décrit selon une tranche horaire, une matrice origine-destination ou par les échanges de voie à voie.

Dans sa version 1.2, ISAUr ne prend en compte que le modèle en origine-destination.

Un nœud entrant décrit des plages horaires de trafics vers plusieurs nœuds de sortie.

Un nœud sortant décrit un trafic limite correspondant à son débit maximal.

#### 5.1.1 - Tranche horaire

Elle correspond à la période de simulation du trafic.

On décrit une tranche horaire par son heure de début et son heure de fin.

#### 5.1.2 - Trafic de nœud entrant

Il est caractérisé par un trafic total entrant au nœud indiqué et réparti selon une à plusieurs plages horaires.

Chaque plage horaire est décrite par son heure de début et son heure de fin, et la répartition du trafic vers les différentes sorties de l'aménagement.

Chaque répartition est elle-même répartie pour chaque véhicule.

Cette répartition peut encore être répartie pour chaque voie.

Visualisation en listes:

**Trafics** : Heure de début, Heure de fin

|| **Trafic total au nœud entrant** : Entrant ou sortant;Noeud, Unités;Trafic (*Trafic maximal si noeud sortant*)

|| | **Plage horaire de trafic (\*)** : Heure de début; Heure de fin; Unités; Trafic

|| | | **Répartition par trajet (\*)**: Trajet concerné;Unités; Trafic

|| | | | **Répartition par véhicule(\*)** : Véhicule;Unités; Trafic; Modalité de répartition par voie (par d

|| | | | | **Répartition par voie (\*)** : N° de voie;Unités; Trafic

(\*) : *Plage horaire de trafic optionnelle pour un noeud sortant*

(\*) Multiple si le trajet concerne tous les véhicules; sinon la saisie du véhicule est figée

(\*) : optionnel; par défaut on applique les modalités de répartition par voie

### 5.1.3 - Trafic maximal de nœud sortant

Il est caractérisé par le trafic maximal sortant pour le nœud décrit.

## 5.2 - Les échanges de voie à voie

Les échanges de voie à voie concernent surtout les traversées de carrefours qui peuvent être définies graphiquement, avec des points d'arrêts.

Les sorties de voies définissent la répartition d'une sortie de circulation d'une voie desservant d'autre(s) voie(s). Les entrées convergentes de voies définissent l'entrée de la circulation de plusieurs voies vers une seule.

### 5.2.1 - Sorties de voies

Les sorties d'une voie décrivent les modalités de transition des véhicules sortant d'une voie d'un tronçon A et sortant sur X voies de Y tronçons. Les attributs sont :

- identifiant unique,
- identifiant de la voie,
- position XYZ d'un capteur concernant les sorties de la voie.

Chaque sortie de voie contient une liste de temps de transition (un temps pour chaque type générique de véhicule). Elle a pour attributs :

- identifiant unique,
- identifiant de la voie empruntée,
- condition de transition vers la voie empruntée (VOIE\_CONTINUITE, VOIE\_STOP, VOIE\_NON\_PRIORITAIRE, VOIE\_PRIORITE\_DG, VOIE\_PRIORITE\_D, VOIE\_FEU, VOIE\_ENTREE\_GIR, VOIE\_SORTIE\_GIRATOIRE, VOIE\_TRAVERSEE, VOIE\_INTERDITE, VOIE\_EN\_CREATION, VOIE\_EN\_SUPPRESSION, VOIE\_ACCES\_PARKING, VOIE\_SORTIE\_PARKING, VOIE\_SORTIE\_AMENAGEMENT),
- pourcentage du flux (trafic) de la voie d'origine,
- position XYZ d'un capteur concernant les entrées de véhicules,
- temps d'insertion par défaut entre la voie d'origine et la voie empruntée,
- temps de traversée par défaut entre la voie d'origine et la voie empruntée,
- si utile, la trace du mouvement des véhicules dans le changement de voie,
- si utile, les positions XYZ de points d'attente des véhicules.

Un temps de transition de véhicule a pour attributs :

- identifiant unique,
- identifiant du type générique de véhicule,
- temps d'insertion entre la voie d'origine et la voie empruntée,
- temps de traversée entre la voie d'origine et la voie empruntée.

### 5.2.2 - Entrées convergentes de voies

Il s'agit de décrire des voies qui reçoivent des véhicules provenant de plusieurs autres voies. Les attributs intéressent le calcul de SYMUBRUIT.

Un ensemble « entrées convergentes de voie » contient plusieurs éléments « entrée de voie ». Un ensemble « entrées convergentes de voie » a pour attributs:

- identifiant unique,
- identifiant de la voie recevant la circulation,
- période d'agrégation des capteurs.

Une « entrée de voie » a pour attributs:

- identifiant unique,
- identifiant de la voie fournissant une partie de sa circulation,
- rapport gamma,
- coefficient de priorité.

Les temps d'insertion des différents types génériques de véhicules sont fournis par les sorties de voies qui contiennent les temps de transition vers la voie concernée.

## 6 - Modèles de données particuliers

Il s'agit des giratoires, des panneaux de vitesse, des contrôleurs de feux et des feux de l'aménagement.

### 6.1 - Les giratoires

Un giratoire est un ensemble de sections de une ou deux voies, formant l'anneau, auquel on rattache des attributs utiles au calcul de SYMUBRUIT, et des temps critiques de changement de voie pour chaque type générique de véhicule.

Un giratoire contient les attributs suivants:

- identifiant unique,
- nom du giratoire,
- identifiants des sections formant l'anneau,
- largeur (prioritaire sur celles des sections),
- environnement du giratoire : urbain, urbain dense, péri-urbain,
- vitesse maximale sur l'anneau,
- coefficient de priorité (valeur prioritaire sur les entrées convergentes des voies, voir « Connexions des voies »),
- taux gamma de priorité de congestion (valeur prioritaire sur les entrées convergentes des voies voir « Connexions des voies »),
- probabilité bêta,
- probabilité bêta de la voie intérieure (si le giratoire a 2 voies),
- revêtement,
- temps d'insertion des véhicules (valeur prioritaire sur les temps de transition des voies entrantes dans le giratoire, valeur donnée à la création des temps d'insertion d'un type générique de véhicule),
- temps de traversée de la voie externe (valeur donnée à la création des temps critiques d'un type générique de véhicule).

Pour chaque type générique de véhicule, on a pour attributs :

- temps d'insertion (valeur prioritaire sur les sorties des voies, voir « Connexions des voies »),
- temps de traversée de la voie externe (valeur prioritaire sur les sorties des voies, voir « Connexions des voies »).

### 6.2 - Les panneaux de vitesse

Un support de panneau est une potence portant un ou plusieurs panneau de vitesse.

Un support de panneau est attaché à une section ou a un numéro de voie d'une section via :

- un identifiant unique,
- la position XYZ,
- la position sur la section,
- le sens de circulation des indications,
- le n° de voie ou 0 si le support concerne les n° de voies non affectées.

Un panneau de vitesse a pour attributs :

- un identifiant unique,
- le type de panneau (début ou fin d'indication),
- le type générique de véhicule concerné, ou rien s'il s'agit des véhicules non rattachés par une des panneaux,
- vitesse réglementée,
- vitesse avant le panneau.

### 6.3 - Les contrôleurs de feux

Un contrôleur de feux décrit les plans de feux qui sont les plages horaires de séquences particulières de contrôle des feux tricolores.

Un contrôleur de feux a pour attributs :

- identifiant unique,
- durée du rouge de dégagement,
- durée minimale du vert pour toutes les séquences des plans de feux.

Un plan de feux contient des séquences de feux; il a pour attributs :

- identifiant unique,
- heure de début.

Une séquence de feux décrit un cycle vert-orange-rouge de plusieurs feux tricolores. Elle contient des signaux actifs correspondant chacun à un feu tricolore (voir carrefour à feux). Une séquence a pour attribut :

- identifiant unique,
- durée totale.

Un signal actif décrit le cycle d'un feu tricolore dans la séquence des feux; il a pour attributs :

- identifiant unique,
- identifiant du feu tricolore,
- durée du retard à l'allumage,
- durée du vert.

#### Contrôleurs de feu

**Contrôleur de feu**: Identifiant; Durée du rouge de dégagement (s); Durée minimale du vert (s)

#### Plans de feux

**Plan de feux**: Identifiant; Heure de début

**Séquence**: Durée du cycle

**Signal actif**: ID de l'entrée; ID du tronçon de sortie; Retard à l'allumage; Durée du vert

### 6.4 - Les feux de l'aménagement

Un « feu de l'aménagement » est un ensemble de feux tricolores pilotés par un contrôleur de feux. Chaque feu tricolore est placés sur une section avec affectation ou non à un numéro de voie.

Outre les réglages des feux par le contrôleur, les conditions de traversée d'un carrefour à feux de voie à voie, sont réglées dans la partie 5.2 « Les échanges de voie à voie ».

Un « feu de l'aménagement » contient plusieurs entrées. Il a pour attributs :

- identifiant unique,
- identifiant du contrôleur de feux,
- identifiant du nœud de carrefour, s'il s'agit d'un carrefour à feux,
- vitesse maximale dans le carrefour, s'il s'agit d'un carrefour à feux,
- coefficient de priorité (voir SYMUBRUIT),
- rapport gamma ( voir SYMUBRUIT),
- période d'agrégation des capteurs.

Un panneau de feu tricolore a pour attributs :

- identifiant unique (utilisé par le contrôleur de feux),
- identifiant de la section,
- identification de la voie si le feu est affecté à une voie,
- position XYZ du panneau.

Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent  
pour  
l'avenir**

---

**Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Ouest**  
MAN – rue René Viviani  
BP 46223  
44262 NANTES cedex 2  
Tél. : 02 40 12 83 01  
Fax : 02 40 12 84 44  
CETE-Ouest@developpement-durable.gouv.fr

**Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc**  
5, rue Jules Vallès  
22015 SAINT-BRIEUC cedex  
Tél. : 02 96 75 93 00  
Fax : 02 96 75 93 10  
lrpc-saint-brieuc.CETE-Ouest@developpement-durable.gouv.fr