



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

**Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit
Institut du développement territorial
Laboratoire de Topométrie-Géomatique**

GC-Ecublens
CH-1015 Lausanne

Projet NAVAROU

Potentiel d'utilisation des données routières de la navigation
automobile pour l'entretien routier

**Pierre-Yves Gilliéron, EPFL, TOPO
Véronique Chazal, EPFL, TOPO
Jeff Konnen, INSER SA
Christoph Rosenthaler, Rosenthaler & Partner AG**

Version finale

Lausanne - mars 2008

Table des matières

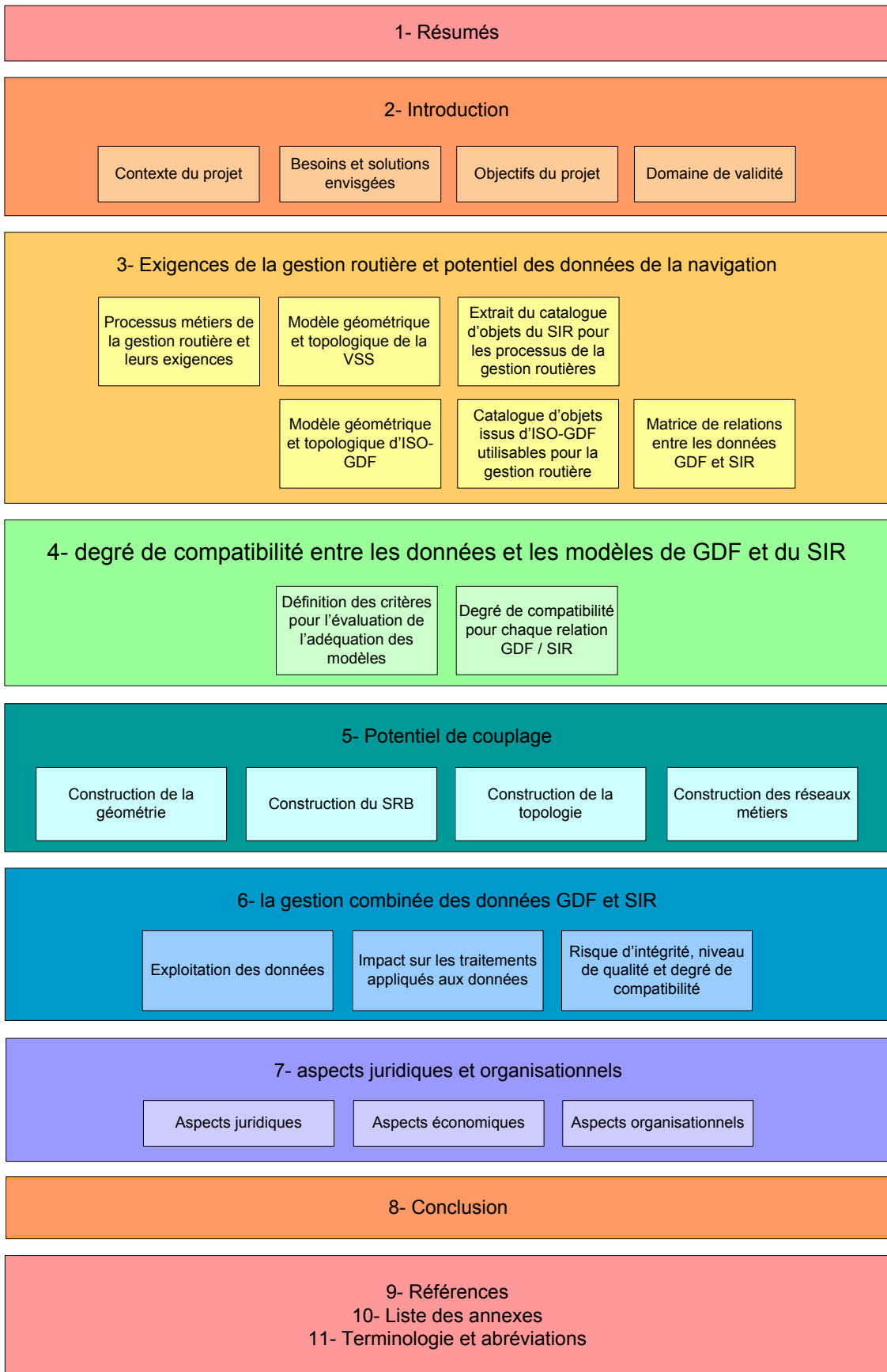
1	RÉSUMÉS	1
1.1	RESUME (F)	1
1.2	ZUSAMMENFASSUNG (D)	2
1.3	SUMMARY (E)	3
2	INTRODUCTION.....	4
2.1	CONTEXTE DU PROJET	4
2.2	BESOINS ET SOLUTIONS ENVISAGEES	6
2.3	OBJECTIFS DU PROJET.....	7
2.4	DOMAINE DE VALIDITE.....	8
3	EXIGENCES DE LA GESTION ROUTIERE ET POTENTIEL DES DONNEES DE LA NAVIGATION.....	9
3.1	LES PROCESSUS METIERS DE LA GESTION ROUTIERE ET LEURS EXIGENCES	9
3.2	MODELE GEOMETRIQUE ET TOPOLOGIQUE DE LA VSS	15
3.3	EXTRAIT DU CATALOGUE D'OBJETS DU SIR POUR LES PROCESSUS DE LA GESTION ROUTIERE.....	17
3.4	MODELE GEOMETRIQUE ET TOPOLOGIQUE D'ISO-GDF.....	21
3.5	CATALOGUE D'OBJETS ISSUS D'ISO-GDF UTILISABLES POUR LES PROCESSUS DE LA GESTION ROUTIERE	27
3.6	MATRICE DE RELATIONS ENTRE LES DONNEES GDF ET SIR	35
4	DEGRE DE COMPATIBILITE ENTRE LES DONNEES ET LES MODELES DE GDF ET DU SIR 36	
4.1	DEFINITION DES CRITERES POUR L' EVALUATION DE L' ADEQUATION DES MODELES	36
A.	<i>Géométrie</i>	36
B.	<i>Topologie</i>	37
C.	<i>Attributs</i>	38
D.	<i>Repérage spatial</i>	39
E.	<i>Synthèse</i>	40
4.2	DEGRE DE COMPATIBILITE POUR CHAQUE RELATION SIR / GDF	41
A.	<i>Le repérage spatial linéaire</i>	41
B.	<i>Les objets formant la géométrie</i>	43
C.	<i>Les objets de la topologie</i>	45
D.	<i>Les informations thématiques</i>	47
5	POTENTIEL DE COUPLAGE DES DONNEES GDF AVEC LES DONNEES DU SIR.....	48
5.1	CONSTRUCTION DE LA TOPOLOGIE	49
A.	<i>Nœuds de circulation</i>	49
B.	<i>Nœuds de gestion</i>	59
C.	<i>Nœuds de limite de souveraineté</i>	60
D.	<i>Lieux de nœud</i>	60
5.2	CONSTRUCTION DE LA GEOMETRIE.....	64
A.	<i>Segments géométriques pour les axes SIR ayant une géométrie</i>	65
B.	<i>Segments géométriques pour les axes du SRB ne possédant pas de géométrie</i>	84
C.	<i>Segments géométriques pour les nouveaux axes</i>	85
D.	<i>Segments géométriques des axes d'intersection</i>	87
E.	<i>Modifications des extrémités des segments géométriques</i>	90
F.	<i>Eléments géométriques</i>	92
G.	<i>Géométries d'axe</i>	93
5.3	CONSTRUCTION DU SRB	94
A.	<i>Axe</i>	94
B.	<i>Segment d'axe</i>	95
C.	<i>Point de repère et secteurs</i>	95
D.	<i>Calage</i>	97

5.4	CONSTRUCTION DES RESEAUX METIER	99
A.	<i>Construction de réseaux métiers à partir des attributs GDF simples ou composites non restreints</i> 100	
B.	<i>Construction de réseaux métiers à partir des attributs GDF composites dont au moins un des sous attributs est restrictif</i>	106
6	GESTION COMBINEE DES DONNEES GDF ET SIR	110
6.1	IMPORTATION DE DONNEES GDF DANS LE SIR : LE COUPLAGE PRIMAIRE	111
A.	<i>Ajout d'un système de repérage au SIR à partir des données GDF</i>	112
B.	<i>Complément d'un système de repérage avec des données GDF</i>	119
C.	<i>Illustrations</i>	124
6.2	EXPLOITATION DES DONNEES COMBINEES : IMPACT SUR LES PROCESSUS METIERS.....	128
6.3	MISE A JOUR DES DONNEES DE BASE DU SIR (COUPLAGE SECONDAIRE).....	129
A.	<i>Sources de données</i>	129
B.	<i>Dynamique de mise à jour des données GDF (fréquence, mode)</i>	129
C.	<i>Dynamique de mise à jour des données routières (fréquence, mode)</i>	129
D.	<i>Gestion combinée des mises à jour :</i>	130
E.	<i>Considérations particulières selon la catégorie de système de repérage</i>	132
F.	<i>Exemple : cas particulier des chaussées doubles</i>	134
G.	<i>Mise à jour des données GDF à partir du SIR</i>	135
H.	<i>Pour synthétiser : quelles sont les conséquences d'une modification de terrain</i>	135
7	ASPECTS JURIDIQUES ET ORGANISATIONNELS.....	137
7.1	DROITS D'UTILISATION DES DONNEES GEOGRAPHIQUES.....	137
A.	<i>Législation suisse sur la protection des données</i>	137
B.	<i>Principe et mode de diffusion des géodonnées</i>	138
C.	<i>Tarifification et droits de redevances</i>	140
D.	<i>Types de contrats : responsabilités et garanties</i>	143
7.2	POLITIQUE D'ACCES AUX DONNEES GEOGRAPHIQUES.....	145
A.	<i>Point de vue de l'administration</i>	145
B.	<i>Politique d'un fournisseur privé de géodonnées :</i>	148
C.	<i>Partenariat Public-Privé</i>	149
7.3	CAS D'UTILISATION DES DONNEES DE LA NAVIGATION.....	152
A.	<i>Modes d'utilisation et restrictions</i>	152
B.	<i>Intégration des données de la navigation dans le projet Mistra</i>	153
7.4	PERSPECTIVES DE LA LEGISLATION INTERNATIONALE	155
A.	<i>Directive européenne INSPIRE</i>	155
B.	<i>Le domaine routier européen avec EuroRoadS</i>	155
8	CONCLUSION.....	157
9	REFERENCES.....	160
9.1	EXPERTS AYANT PARTICIPE AU PROJET	160
9.2	BIBLIOGRAPHIE	161
10	TERMINOLOGIE ET ABREVIATIONS	165
10.1	TERMINOLOGIE	165
10.2	ABREVIATIONS	166
11	LISTE DES ANNEXES	168

Liste des figures

Figure 1 : Domaine de validité du projet	8
Figure 2 : Modèle géométrique est topologique de la VSS	15
Figure 3 : Les trois niveaux de représentation de GDF	22
Figure 4 : Types de topologie supportés par GDF et relations entre objets de niveaux différents.....	24
Figure 5 : Topologie du thème Roads and Ferries (niveaux 1 et 2)	25
Figure 6 : Matrice de correspondance GDF / SIR	35
Figure 7 : Descriptions géométriques différentes pour un rond point.....	36
Figure 8 : Exemples de géométries compatibles.....	37
Figure 9 : Descriptions topologiques différentes pour un réseau routier	37
Figure 10 : Exemple de modèle topologique compatible.....	38
Figure 11 : Deux modes de repérage pour la route : linéaire (u,v) et planaire (X,Y).....	39
Figure 12 : Combinaison de données de qualité différentes	39
Figure 13 : Exemple du couple Nœud (SIR) – Intersection (GDF).....	46
Figure 14 : Légende pour les diagrammes de transformation de données	48
Figure 15 : Nœud simple : Junction reliée à plus de 2 RE	49
Figure 16 : Création de nœuds simples SIR à partir des Junctions GDF.....	50
Figure 17 : Extrait du catalogue de texte TYPE DE NŒUD de STRADA	51
Figure 18 : Nœuds de fin : Junctions reliées à 1 Road Element	52
Figure 19 : Création de nœuds simples de fin SIR à partir de Junctions GDF.....	52
Figure 20 : Intersection de type jonction plurielle	53
Figure 21: Création des nœuds complexes de type jonction plurielle	54
Figure 22 : Rondpoint de la Maladière.....	55
Figure 23 : Création des nœuds complexes de type giratoire	56
Figure 24 : Hiérarchie des nœuds dans un rondpoint	57
Figure 25 : Nœuds de circulation produits à partir des données GDF	58
Figure 26 : Niveau de détail plus fin dans la représentation selon GDF : ajout d'une bretelle et d'un segment de route indiquant la possibilité de franchir des voies séparées.	59
Figure 27 : Localisation d'un nœud dans le SRB (SN 640 914).....	60
Figure 28 : Modification des lieux de nœud lors de l'importation de données GDF dans le SIR	61
Figure 29 : Etape de sélection et d'homogénéisation du sens de digitalisation des Road Elements d'une autoroute	65
Figure 30 : Homogénéisation du sens de digitalisation des RE d'une autoroute	66
Figure 31 : Attribuer aux RE le nom de l'axe SIR auquel ils correspondent.....	67
Figure 32 : Fusion de tronçons avec LineJoiner de FME	68
Figure 33 : Orienter les axes GDF selon le même sens que les axes SIR	68
Figure 34 : Agrégation des tronçons GDF consécutifs en segments géométriques SIR	69
Figure 35 : Sélection des RE superposés aux axes SIR hormis les autoroutes	70
Figure 36 : Déterminer à quel axe SIR correspondent les tronçons de route GDF le cas échéant	71
Figure 37 : Déterminer l'orientation des axes SIR	72
Figure 38 : Déterminer l'orientation des axes SIR	73
Figure 39 : Orientation des tronçons GDF, attention aux lacets.....	74
Figure 40 : Réorientation des tronçons GDF conformément au SIR.....	75
Figure 41 : Agrégation des tronçons GDF orientés pour former les segments géométriques	76
Figure 42 : Généralisation des chaussées séparées selon GDF là où elles sont simples dans le SIR	77
Figure 43 : Modélisation d'un giratoire avec 1 axe et 1 saut de segment. Cette modélisation n'entraîne qu'une interruption de l'axe entre les PR 624D et 624E.	78
Figure 44 : Modélisation de la géométrie des rondpoints à partir des données GDF, conformément au SIR	79
Figure 45 : Identification des rondpoints GDF susceptibles d'appartenir à un axe SIR	80
Figure 46 : Généralisation d'un rondpoint.....	81
Figure 47 : Traitement des jonctions plurielles de part et d'autre d'un rondpoint.....	82
Figure 48 : Transformation de la boucle issue de GDF en un saut de segment compatible SIR.....	83
Figure 49 : Répartition des Official Name des RE	85
Figure 50 : Traitement des axes ramifiés : Options 1 et 2	87
Figure 51 : Complément GDF sur la ville de Lausanne.....	88

Figure 52 : Intersection de type jonction plurielle : choix des bretelles à intégrer dans les axes principaux.....	89
Figure 53 : Création des axes de type Jonction Plurielle.....	89
Figure 54 : Modification de l'extrémité d'un segment géométrique issu des données GDF	90
Figure 55 : Axe de jonction ou d'échangeur : modification de l'extrémité des segments géométriques issus des données GDF.....	91
Figure 56 : Jonction plurielle : modification de l'extrémité des segments géométriques issus des données GDF.....	92
Figure 57 : Axes et segments d'axe : exemples de discontinuités	94
Figure 58 : Définition minimum dans le SRB	95
Figure 59 : Déduction des points de repères à partir de la géométrie.....	96
Figure 60 : Succession des secteurs sur un axe ramifié	96
Figure 61 : Calage.....	97
Figure 62 : Etapes du calage	98
Figure 63 : Attributs des RE	101
Figure 64 : Structure des réseaux métier du type limitation de vitesse	102
Figure 65 : Localisation des RE dans le SRB	103
Figure 66 : Création de section	104
Figure 67 : Création des tronçons et des nœuds de gestion d'un réseau	105
Figure 68 : Structure des réseaux métier concernant les restrictions de trafic sans propriétés topologiques.....	106
Figure 69 : Structure des réseaux métier concernant les restrictions de trafic avec absence de recouvrement	107
Figure 70 : Sens de circulation et sens de digitalisation	108
Figure 71 : Réseau directionnel	109
Figure 72 : Gestion combinée	110
Figure 73 : Gestion combinée	112
Figure 74 : problème de repérage d'un objet métier sur le SRB via la géométrie de représentation GDF.....	115
Figure 75 : problème de localisation des nœuds issus de GDF sur le SRB via une géométrie calée provenant d'une autre source	117
Figure 76 : Complément de la géométrie : problèmes d'interface	120
Figure 77 : mode d'agrégation des Road Elements pour former la géométrie de représentation issue de GDF.....	121
Figure 78 : complément de la topologie avec les données GDF	123
Figure 79 : Différences entre les géométries SIR et GDF au niveau d'un croisement d'autoroute. (données TeleAtlas et STRADA)	124
Figure 80 : Illustration des données "réseau de vitesse" contenues dans les données GDF (données TeleAtlas).....	125
Figure 81: Représentation simultanée de plusieurs réseaux métier issus de GDF (données TeleAtlas)	125
Figure 82 : Illustration des "turns" sur un réseau de routes urbains (données ESRI)	126
Figure 83 : Illustration des différentes analyses faites sur un Road Element dans MISTRA afin de déduire l'axe correspondant. (Source : Mistra Navigationsdaten, Konzeptbericht).....	126
Figure 84 : SRB généré à partir des données GDF (sur la base des noms de rue et des communes) Les axes générés sont différenciés ici par une couleur unique.....	127
Figure 85 : Dynamique de mise à jour du SIR	129
Figure 86 : gestion combinée des mises à jour	130
Figure 87 : Confrontation des incréments.....	131
Figure 88 : mise à jour du SRB	132
Figure 89 : mise à jour de la géométrie	133
Figure 90 : Exemple des chaussées doubles	134
Figure 91 : conséquences d'une modification de terrain	135
Figure 92 : rôle des différents acteurs dans la gestion du SIR	152



1 RÉSUMÉS

1.1 Résumé (F)

La navigation automobile est un domaine en pleine expansion et l'industrie a très rapidement développé un standard pour la modélisation des données cartographiques utiles aux applications de la télématique des transports routiers: GDF, Geographic Data Files. Depuis sa première version en 1988, GDF est devenu une norme ISO en 2004, rédigée par la commission technique TC 204. Depuis, les sociétés productrices de données pour la navigation (Tele Atlas et Navteq) ont enrichi le contenu de leurs produits cartographiques couvrant l'ensemble des réseaux routiers de la plupart des pays. Ainsi ce modèle de données et son contenu s'imposent comme une référence pour de nombreuses applications informatiques de navigation et de gestion de la route et du trafic.

Ce projet a pour objectif d'évaluer le potentiel de ISO-GDF pour le système d'information de la route (SIR) en Suisse, dont les concepts de base (repérage, topologie, géométrie) sont décrits dans les normes SN 640 910 et suivantes. La première partie du projet s'est concentrée sur la formulation des exigences en matière de données des réseaux routiers pour les principaux processus métiers du management de l'entretien routier. Cette étape a permis de mettre en évidence des classes d'objets a priori décrites dans le modèle GDF.

La deuxième étape est une comparaison des définitions et modèles de données décrits dans les normes VSS sur le SIR par rapport au contenu de la norme ISO-GDF. Cette étude sémantique et conceptuelle vérifie le degré de compatibilité entre les données et les modèles par rapport aux critères de base : géométrie, topologie, attributs et repérage spatial. Sur ce comparatif, l'étude présente le potentiel de couplage des données de type GDF avec des données de base pour le SIR. Cette troisième étape consiste en l'application de procédures de transfert et de transformation de jeux de données GDF dans un format respectant les normes VSS pour le repérage spatial, la géométrie des axes et la topologie du réseau routier. Ces concepts de couplage ont été partiellement repris par le projet MISTRA lors de l'importation de données de base de type GDF.

La quatrième partie aborde les questions de gestion combinée de données de type GDF et des données contenues dans le SIR. Plusieurs scénarios sont décrits selon le type d'opération (importation, mise à jour, exploitation) et selon le contenu existant préalablement dans le SIR. La dernière partie traite des aspects juridiques et organisationnels qui sont des éléments fondamentaux lorsqu'un système d'information, géré par une administration publique, intègre des données de type GDF provenant d'un fournisseur privé.

Par son approche méthodique, ce projet permet de comparer des modèles et définitions d'objets routiers en mettant en évidence les degrés de compatibilité tout en montrant les possibilités pratiques offertes par les mécanismes de couplage. Le choix du projet MISTRA d'intégrer des données de base de type GDF illustre pleinement le rôle croissant de données de fournisseurs cartographiques privés dans la gestion d'infrastructures publiques. Toutefois, la gestion de sources de données multiples (public, privée) dans un SIR reste une opération complexe au plan de la mise à jour et de l'exploitation. Dans ce contexte, les partenariats public-privé ne peuvent que se développer afin de garantir une qualité de services pour la gestion des infrastructures routières et du trafic.

1.2 Zusammenfassung (D)

Navigationsapplikationen in Motorfahrzeugen sind ein Bereich mit grossen Wachstumsraten. Die Industrie hat sich sehr schnell auf ein Standardprotokoll für die Modellierung von kartographischen Daten im Bereich Strassenverkehrstelematik geeinigt: Geographic Data Files GDF. Erstmals verwendet im Jahre 1988, wurde GDF im Jahre 2004 von der technischen Kommission TC 204 als ISO Norm anerkannt. Seither haben die Produzenten von Navigationsdaten, Tele Atlas und Navteq, ihre Dateninhalte auf das vollständige Strassennetz der meisten Länder erweitert. Somit werden das GDF-Modell und sein Inhalt zu einer massgeblichen Referenz für zahlreiche Anwendungen im Bereich der Navigation und des Managements von Strasse und Verkehr.

Das vorliegende Projekt hat zum Ziel, das Potenzial von ISO-GDF als Datenmodell für das Schweizerische Strasseninformationssystem SIS, beschrieben in den Normen SN 640'910 und folgende, zu evaluieren.

Der erste Teil des vorliegenden Projektberichts konzentriert sich auf die Formulierung der Anforderungen in Bezug auf die Daten des Strassennetzes, die für die wichtigsten Arbeitsprozesse im Bereich Unterhalt und Management der Strasseninfrastruktur verwendet werden. Diese Etappe hat es ermöglicht, die erforderlichen Objektklassen zu identifizieren, welche a priori im Modell GDF beschrieben werden.

Der zweite Teil ist ein Vergleich der Definitionen und der Datenmodelle für Strasseninformationssysteme (SIS) gegenüber der Norm ISO-GDF. Diese semantische und konzeptuelle Studie überprüft den Grad der Kompatibilität zwischen den verschiedenen Datenmodellen im Bezug auf verschiedene Grundkriterien: Geometrie, Topologie, Attribute und Georeferenzierung. Basierend auf diesem Vergleich stellt die Studie das Potenzial einer Verknüpfung der Geodaten vom Typ GDF und der Grunddaten des SIS dar.

Im dritten Teil werden die Abläufe für den Transfer und für die Transformation der GDF-Daten in ein mit den VSS-Normen kompatibles Format erarbeitet. Diese Konzepte zur Verknüpfung wurden bereits teilweise im Projekt MISTRA bei der Einfügung von Daten aus dem GDF-Katalog genutzt.

Der vierte Teil beschäftigt sich mit der gemeinsamen Verwaltung von Daten von Typ GDF und Daten aus dem SIS. Je nach Typ der Operation (Import, Aufdatierung, Auswertung) und dem vorher im SIS bestehenden Inhalt werden verschiedene Szenarien beschrieben.

Der letzte Teil behandelt die juristischen und organisatorischen Aspekte, falls eine öffentliche Verwaltung ein Strasseninformationssystem nutzt und Daten des Typs GDF von einem privaten Lieferanten integrieren will.

Dieses Projekt hebt durch seinen methodischen Ansatz die praktischen Möglichkeiten des Verknüpfungsmechanismus hervor: Vergleichen von Modellen und Objekten im Datenkatalog sowie Berechnen der Kompatibilität. Die Entscheidung, im Projekt MISTRA Daten des Typs GDF zu integrieren, zeigt klar, dass Geodaten von privaten Anbietern beim Management öffentlicher Infrastrukturen zunehmend an Wichtigkeit gewinnen werden. Nichtsdestotrotz ist die Verwaltung von verschiedenen Datenquellen (öffentlich, privat) in einem Geo-Informationssystem eine sehr komplexe Aufgabe. In diesem Kontext müssen die Partnerschaften zwischen öffentlicher Hand und privaten Anbietern weiter ausgebaut werden, um eine gute Qualität der Dienste zum Management des Verkehrs und der Infrastruktur zu gewährleisten.

1.3 Summary (E)

Car navigation is a field in broad expansion and the industry quickly developed a standard to model cartographic data useful for the applications of the road transport telematics: GDF, Geographic Data Files. Since its first version in 1988, GDF became an ISO standard in 2004, written by the technical committee TC 204. Consequently, the providers of data for navigation (Tele Atlas and Navteq) improved the content of their cartographic products by covering the road networks of the most part of the countries. Thus, this data model and its content are considered as a reference for many computer applications of navigation and management of the road and traffic.

This project aims to evaluate the potential of ISO-GDF for the road information system (SIR) in Switzerland, from which the basic concepts (location, topology, geometry) are described in the standards SN 640.910 and following. The first part of the project is focused on the formulation of the requirements in terms of data for the road networks for the main business processes of road maintenance management. This step allowed to highlight classes of objects described in the GDF data model.

The second step is a comparison between the definitions and data models described in VSS standards about the SIR and the content of ISO-GDF standard. This semantic and conceptual study checks the degree of compatibility between the data and the models according to the basic criteria: geometry, topology, attributes and space location. Based on this comparison, the study shows the potential benefits of the coupling between the data according to the GDF standard with basic data from the SIR. This third step aims at applying procedures to transfer and transform GDF data set into a format compatible with VSS standards for the spatial location, the geometry of the axes and the topology of the road network. These concepts of coupling were partially used by the project MISTRA for the import of basic data of GDF type.

The fourth part deals with the management of GDF type data combined with data from the SIR. Several scenarios are described according to the type of operation (import, update, manipulation) and according to the contents existing beforehand in the SIR. The last part focuses on legal and organisational aspects which are fundamental elements when an information system, managed by a public administration, assimilates data of the GDF type coming from a private supplier.

By its methodical approach, this project allows a comparison of models and definitions of road objects by highlighting the degrees of compatibility, while showing the practical features offered by the mechanisms of coupling. The choice of project MISTRA to integrate basic data of GDF type fully illustrates the growing role of data from private cartographic suppliers in the management of public infrastructures. However, the management of multiple data sources (public, private) in a SIR remains a complex operation about update and manipulation. In this context, the public-private partnerships can only extend in order to guarantee a quality of services for the road infrastructures and traffic management.

2 INTRODUCTION

2.1 Contexte du projet

Evolution du système d'information de la route

La normalisation des processus et des catalogues de données pour la gestion routière a commencé, il y a plus de vingt ans. Depuis, diverses normes ont été publiées sur le repérage spatial, la géométrie, la topologie ou les catalogues de données routières (structure et usage de la chaussée, projets, accidents, trafic etc.). Ces normes s'inscrivent dans le cadre de l'évolution des bases de données routières vers un système d'information de la route (SIR) permettant l'élargissement de ses objectifs et fonctionnalités.

Cette normalisation de pointe est reconnue tant au niveau national qu'international. La gestion des données sur le réseau TERN (Trans-European Road Network) coordonné par la CEDR (Conférence Européenne des Directeurs des Routes / Conference of European Directors of Roads) s'appuie fortement sur les normes suisses concernant la gestion du repérage spatial des données routières. De plus, ces normes ont une influence sur la modernisation des applications et des normes de la France et de l'Allemagne.

Actuellement un des problèmes clé de la gestion routière est le lever et la mise à jour des données. L'acquisition et la maintenance de données de base est donc une activité permanente, importante et très coûteuse.

Navigation automobile, évolution de la normalisation de GDF (Geographic Data Files)

Parallèlement, le domaine de la navigation automobile est en pleine expansion. Les systèmes d'aide à la conduite servent à guider les automobilistes dans des situations plus ou moins complexes. Afin d'accomplir cette tâche, des capteurs de localisation sont combinés à des données cartographiques. Ainsi, une grande quantité de données routières a été levée durant les 10 dernières années. En Europe, ce travail a été réalisé par deux firmes différentes, NAVTEQ [25] et Tele Atlas [54]. Les deux disposent d'informations géographiques et descriptives du réseau routier et des villes de toute l'Europe. Ces données sont gérées par des formats propriétaires qui sont optimisés pour les applications de la navigation, mais il existe une norme Geographic Data Files (GDF) [9] qui permet la description et l'échange standardisés de telles données. Le but d'un tel standard est de pouvoir créer des applications compatibles entre elles à des prix raisonnables à partir d'un socle commun de données.

La première version du standard GDF, initiée par l'industrie automobile, a été publiée en octobre 1988 (GDF 1.0, 1988-10-01). C'était le résultat du projet DEMETER d'EUREKA [8] qui avait comme but de spécifier les données, la structure de ces données et la représentation pour les systèmes de navigation. Cette première version a été largement utilisée dans d'autres projets d'EUREKA et dans des projets DRIVE I. Le standard GDF a été continuellement amélioré et complété. Plusieurs versions de GDF ont été publiées jusqu'en 1994 (GDF 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4).

En 1995, le comité de normalisation CEN-TC 278 WG8 a repris les travaux de normalisation de GDF et a publié GDF dans sa version 3.0 comme prénorme.

Après l'accord de Vienne entre le CEN [7] et l'ISO [17], la normalisation de GDF a été transmise à l'ISO TC 204 WG3, parce que l'intérêt de standardiser GDF ne se restreignait pas à l'Europe. Ce dernier a publié GDF dans sa version 4 en octobre 2004.

Grâce à l'étroite collaboration entre le groupe de travail d'ISO et celui de la CEDR responsable de la normalisation de RADEF (Road Administration Data Exchange Format), les exigences des gestionnaires routiers ont été prises en considération lors de l'établissement de GDF version 4.0.

Le coordinateur européen des travaux de recherche en télématique des transports, ERTICO [10], a conduit des projets de recherche afin d'analyser les besoins de modélisation routière pour les futures applications de télématique routière. Le premier projet, NextMap [26], a abouti à une proposition d'extension de GDF, notamment en matière de modélisation topologique des différentes voies de circulation, la description détaillée des ponts, les feux, la signalisation routière ou les restrictions de vitesse. Le second projet, ActMap [1], traite des mécanismes de mise à jour dynamique des bases de données cartographiques.

Si le but initial du standard était de fournir une base de modélisation pour les systèmes de navigation, il fournit aujourd'hui au monde du transport routier une méthode de définition des données géographiques. Ainsi, les exploitants de données sont assurés que les données sont disponibles sur le marché sous une forme standard. Par conséquent, les processus de spécification des types de données, souvent longs et le développement d'outils de conversion peuvent être évités.

Les services basés sur GDF

Autour du standard GDF, de nombreuses applications se sont développées répondant aux besoins croissants de gestion de la mobilité exprimés par notre société.

Au niveau international, plusieurs listes énumèrent les services télématiques existants (CORD, US DOT, VERTIS, ISO). La liste ISO (ISO/TC204/WG1), au niveau mondial, est une combinaison des listes CORD et US DOT résumant les trente deux services fondamentaux [27]. On peut citer par exemple: le calcul d'itinéraire, la gestion du trafic, la gestion des transports publics, la gestion de flotte, la géo-localisation ou encore les systèmes avancés d'aide à la conduite de véhicule.

Au niveau suisse ces différents domaines de la télématique sont hiérarchisés dans la norme VSS SN 671 832 Télématique des transports routiers, Systématique de la terminologie [48].

Perspectives pour le système d'information de la route

En Suisse, le développement d'un système d'information de la route, tel qu'il est prévu dans le projet MISTRA [24] de l'OFROU, s'appuie sur une architecture contenant différents niveaux d'information qui vont des données de base, disponibles pour toutes les applications, aux données spécialisées des applications métiers.

Dans l'étape de réalisation du projet, il est prévu de recourir aux données de type GDF pour alimenter rapidement la base de données socle avec des informations génériques comme une géométrie des axes, des nœuds de circulation, des restrictions de trafic et de vitesse ...

Compte tenu de la dynamique des agglomérations et des questions de gestion du trafic et des routes communales, la mise en œuvre de systèmes intégrés de gestion s'avère indispensable. Ainsi chaque commune gère ses propres données à sa manière et les interfaces avec les routes cantonales ou nationales sont le plus souvent lacunaires, voire inexistantes. Le recours à des données de type GDF pour la gestion au niveau d'une agglomération ou d'une région, est une alternative envisageable. Le système d'information de la route de l'Etat fédéral allemand (BISStra) contient les informations de base du réseau routier ainsi que divers applications métiers comme la planification des travaux, le trafic et la gestion de l'entretien [56].

Chaque application gère des objets d'information dont le repérage spatial peut s'effectuer selon :

- Un système de repérage linéaire (4) selon des tronçons ("réseau routier alphanumérique")
- Un système de repérage planaire (5) (géographique)

Il est prévu que le géoréférencement des objets de la route suive les consignes de la base de données routières (ASB) pour des besoins de représentation géographique du réseau routier.

La transformation géométrique entre les deux systèmes de repérage s'appuie sur la géométrie d'un réseau routier selon l'échelle désirée. Le produit MultiNet (Cf. [57] à [64]), basé sur GDF, de TelaAtlas a été choisi pour couvrir ce besoin de géoréférencement. Ainsi chaque objet de la base de données décrivant le réseau (nœuds, tronçons, branches routières) est au moins affectés à un objet de MultiNet.

2.2 Besoins et solutions envisagées

Manque de données du SIR face à des processus de gestion

L'architecture d'un SIR s'appuie sur des données de base et des données spécialisées pour des applications de gestion de la chaussée, du trafic, des accidents, de la maintenance, pour en citer quelques unes. Les administrations fédérales et cantonales ont pour mission d'optimiser ces processus de gestion, ce qui n'est possible que si elles disposent de données homogènes et fiables sur l'ensemble de leurs territoires (régions).

Ainsi le recours à de nouvelles sources de données, comme celles de la navigation automobile, doit être étudié et évalué dans cette perspective.

Les exemples suivants illustrent l'impact de lacunes de données dans le SIR empêchant de réaliser correctement les objectifs de la gestion routière (voir la description des processus routier au chapitre 3.1) :

- La gestion du trafic d'une agglomération nécessite une action concertée des administrations fédérales, cantonales et communales qui sont chacune responsables de portions de routes interconnectées. En dehors de l'organisation administrative, l'échange d'informations pertinentes n'est possible que si les différentes instances ont recours aux mêmes types de données de base. Dans cet exemple, cette coordination est rarement réalisée, ceci étant du en partie à l'absence de standard commun.
- La planification de transports spéciaux nécessite une vue globale du réseau routier et les traversées d'agglomération se font souvent sur des portions de routes communales. Dans ce cas, la continuité et l'homogénéité de l'information (type de route, restriction de trafic, profils,...) est indispensable pour l'instance qui doit choisir des trajets dans sa planification.

Apports attendus des données de la navigation automobile

Les données de la navigation automobile respectant les spécifications GDF pourraient être exploitées par les gestionnaires des routes pour contribuer à une gestion globale des activités sur l'infrastructure routière :

- en fournissant des données complémentaires sur le territoire (forêt, réseau hydrographique, zones administratives etc.)
- en fournissant des objets routiers manquants dans le système d'information de la route (p. ex. la signalisation, la géométrie des axes routiers (cantons et villes), les restrictions de trafic)
- en mettant à disposition une structure optimisée pour la recherche d'itinéraire et en gérant les manœuvres autorisées (p.ex. pour la gestion des itinéraires des transports exceptionnels)

Vers une vision globale du domaine routier en Suisse : standardisation des échanges de données

La standardisation des échanges entre le SIR et des données GDF s'inscrit dans une vision globale du domaine routier notamment en facilitant :

- les apports de données de la navigation automobile pour la gestion du trafic
- la mesure de l'interaction entre les travaux sur le domaine routier et la gestion du trafic (comment dévier la circulation lors de travaux pour ne pas perturber le trafic, quels aménagements faire sur le réseau pour améliorer le trafic, localisation des parks and ride...)
- la gestion de la mobilité douce et de l'intermodalité proposant des nœuds d'échange entre les différents modes de transports (projet de Vienne)
- une meilleure évaluation des nuisances (cadastre du bruit, émissions polluantes,...) et des risques (transport de matières dangereuses).

Ces différents exemples démontrent un accroissement de la demande en données de type "réseau + attributs" et du besoin d'interopérabilité entre divers systèmes de gestion, d'où la nécessité de recourir à des standards de l'information géographique (ISO).

2.3 Objectifs du projet

Le but du projet est de comparer la modélisation des données routières tant du point de vue des normes suisses (VSS) que du point de vue des normes européennes et internationales (ISO-GDF). A partir de cette analyse, il s'agit ensuite d'évaluer le degré d'interopérabilité entre ces différents modèles et de dégager les concepts principaux pour l'échange de données, tout en intégrant les questions d'ordre juridique et organisationnel.

Le projet comprend les objectifs spécifiques suivants :

- Définir les besoins de données exprimés par les processus métiers de la gestion routière et le potentiel des données de la navigation routière pour y répondre.
 - Définir les processus de la gestion routière et lister les données requises
 - Décrire les modèles topologiques et géométriques de la VSS et d'ISO-GDF
 - Mettre en relation les objets des deux sources potentiellement comparables et directement impliquées dans les processus métiers
- Etudier le degré de compatibilité et de complémentarité entre les modèles et les données du SIR et d'ISO-GDF.
 - Définir les critères de compatibilité les plus appropriés
 - Pour chaque relation GDF-SIR mise en évidence à l'étape précédente, étudier le degré de compatibilité par application des critères.
- Déterminer le potentiel de couplage c'est-à-dire les mécanismes de transformation des données depuis le modèle d'ISO-GDF vers le modèle du SIR, à chaque fois qu'une compatibilité ou une complémentarité a été identifiée, même si elle n'est que partielle. Appuyer ces concepts sur des exemples concrets réalisés à partir d'échantillons de données.

- Analyser l'impact de la gestion combinée de ces deux sources de données sur les traitements qui leur étaient appliqués antérieurement, sur leur intégrité et leur qualité ainsi que sur les mécanismes de mise à jour.
- Considérer les contraintes juridiques et organisationnelles liés à l'utilisation des données routières de la navigation automobile dans le domaine de la gestion routière pour une administration publique.

2.4 Domaine de validité

Le domaine de validité de ce document est centré sur la gestion routière.

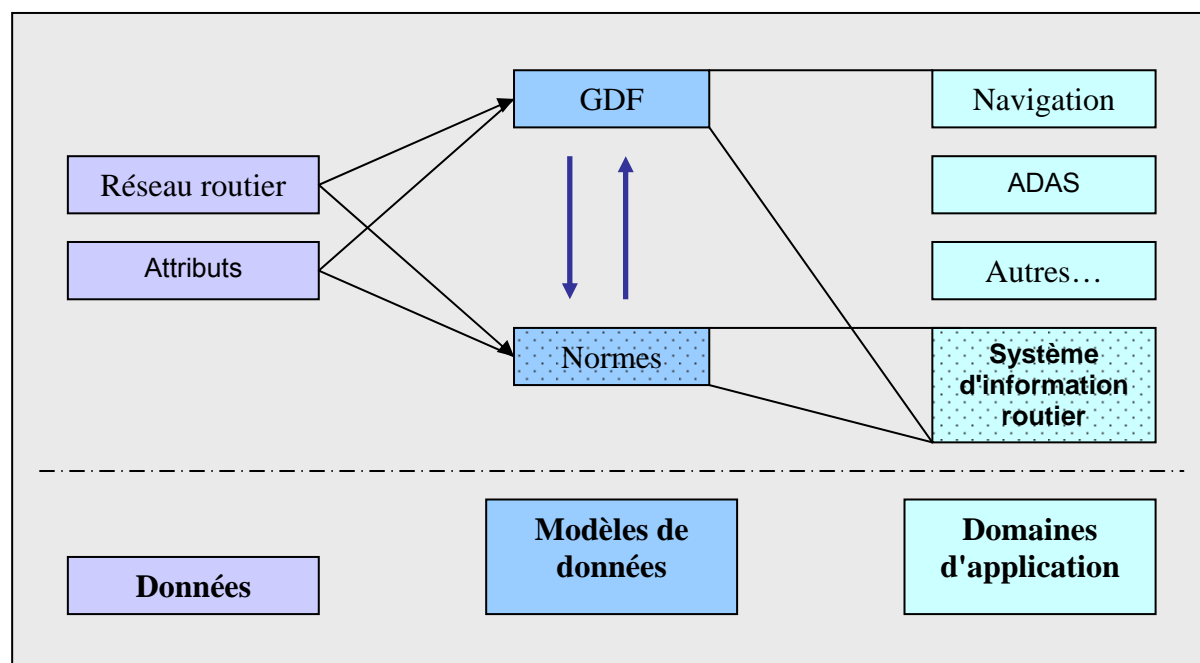


Figure 1 : Domaine de validité du projet

3 EXIGENCES DE LA GESTION ROUTIERE ET POTENTIEL DES DONNEES DE LA NAVIGATION

3.1 Les processus métiers de la gestion routière et leurs exigences

Lors du projet SYRROU [53], une liste exhaustive des **processus métier** (9) liés à la gestion routière a été établie. Il s'agit de 12 processus, qui peuvent être subdivisés en processus d'exploitation et processus de construction. Ces processus sont expliqués en détail sur les pages suivantes et une liste des besoins liés à ces processus sera établie. Suite au processus de normalisation de la VSS, ces processus ont été restructurés en 11 processus.

Processus d'exploitation	P1	Entretien courant
	P2	Trafic
	P3	Sécurité / accident
	P4	Environnement
Processus de "construction"	P5	Planification des projets de construction
	P6	Entretien des chaussées, chemins
	P7	Entretien des ouvrages d'art
	P8	Entretien des installations électromécaniques
	P9	Entretien des réseaux enterrés
	P10	Entretien des objets particuliers
	P11	Entretien des installations annexes

D'une manière générale, on peut distinguer 3 types de besoins de données de référence ou "**macro-besoins**" liés aux processus de la gestion routière :

{L}	Repérage linéaire (informations "métier" repérées dans le système de repérage curviligne)
{T}	Topologie (connectivité, sens-uniques, turn)
{G}	Géométrie

NB : LES BESOINS CITES ICI CONSTITUENT DEJA UN CHOIX PAR RAPPORT AUX APPORTS POSSIBLES DE LA NAVIGATION ROUTIERE.

P1 Entretien courant

L'entretien courant représente les travaux de nettoyage, curage, coupe tout au long de l'année pour garantir une exploitation optimale du réseau routier. Il s'agit de coordonner, planifier et maintenir un suivi des travaux de nettoyage des canalisations, de la coupe des surfaces vertes etc.

Recueil des besoins (B) :

B.1.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
B.1.2{G}	Disposer d'une géométrie des forêts et des surfaces vertes
B.1.3{L}	Disposer de données de kilométrage
B.1.4{G}	Disposer des géométries des canalisations
B.1.5{G}	Disposer des géométries des limites administratives (cantons, districts, communes)

P2 Trafic

Il s'agit de gérer les mesures de trafic avec une référence au réseau routier, de les analyser et de les représenter sous forme agrégée. Les quantités de trafic sont mesurées en continu à des points bien définis. Ces mesures sont ensuite agrégées sur des tronçons et des périodes prédéfinies et représentés sous forme de graphiques et cartes.

Recueil des besoins (B) :

B.2.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
B.2.2{L}	Disposer d'un réseau de vitesse couvrant tous les tronçons de route
B.2.3{T}	Disposer de la topologie du réseau à des fins de simulation (connectivité, turns, sens-unique)
B.2.4{L}	Disposer du nombre de voies et de largeurs de chaussée pour calculer la capacité d'une route
B.2.5{G}	Disposer des Points d'Intérêt pour calculer des matrices O-D et faire des simulations de charge

P3 Sécurité/Accident

Il s'agit de collecter les données d'accident sur un secteur et un temps donné, de les analyser et de les représenter sous forme de carte.

Afin d'analyser les accidents, les données brutes sont croisées avec des critères tels que la visibilité, la rugosité, la pente etc.

Recueil des besoins (B) :

B.3.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
B.3.2{L}	Disposer des informations de vitesse sur tout le réseau
B.3.3{L}	Disposer de la pente moyenne de tous les axes
B.3.4{T}	Disposer des informations de sens-uniques, turns etc
B.3.5{L}	Disposer du nombre de voies et des largeurs de chaussée
B.3.6{G}	Disposer des géométries et de la catégorisation des croisements

P4 Environnement

Il s'agit de gérer les données environnementales connexes au domaine de la gestion routière. Il peut s'agir de données sur le bruit, la pollution ou la météo.

Recueil des besoins (B) :

B.4.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
B.4.2{G}	Disposer de fonds de plan (plans de ville)
B.4.3{G}	Connaître l'emplacement des industries (POI)
B.4.4{G}	Connaître l'emplacement des zones urbaines
B.4.5{G}	Connaître l'emplacement des forêts et des surfaces vertes
B.4.6{G}	Connaître l'emplacement des cours d'eau

P5 Planification des projets de construction

Il s'agit de coordonner les projets de construction au niveau fédéral ou cantonal. Afin de réduire le nombre de chantiers sur le réseau des routes nationales, il faut coordonner les travaux de construction, ceux d'aménagement, l'entretien des canalisations, des surfaces vertes et des chaussées. (UPIaNS)

Recueil des besoins (B) :

B.5.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
B.5.2{G}	Disposer de la géométrie des entités administratives
B.5.3{T}	Disposer de la topologie afin de calculer des déviations et des itinéraires alternatifs

P6 Entretien des chaussées, chemins

L'entretien des chaussées et des chemins, appelé aussi PMS (Pavement Management System [52]) ou EMF (ErhaltungsManagement der Fahrbahn) s'occupe de la planification des interventions d'entretien des revêtements sur les routes.

La procédure commence par un relevé d'état systématique sur tout le réseau routier qui sera ensuite agrégé et analysé afin de définir les priorités d'intervention et la planification des mesures.

Recueil des besoins (B) :

B.6.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
B.6.2{L}	Disposer d'un réseau de vitesse couvrant tous les tronçons de route
B.6.3{L}	Disposer de la classification de toutes les routes

P7 Entretien des ouvrages d'art

L'entretien des ouvrages d'art, appelé aussi BMS (Bridge Management System) ou EMK (ErhaltungsManagement der Kunstbauten) s'occupe de la gestion et de la planification de la maintenance des ouvrages d'art.

Recueil des besoins (B) :

B.7.1{G}	Disposer d'une géométrie des ouvrages d'art (emplacement x,y)
-----------------	---

P8 Entretien des installations électromécaniques

L'entretien des installations électromécaniques appelé aussi EMS (Electromechanical Management System) ou EMT (ErhaltungsManagement der Technischen ausrüstungen) s'occupe de la gestion et de la planification des interventions sur les ouvrages électriques le long des routes.

Recueil des besoins (B) :

B.8.1{G}	Connaître l'emplacement des stations de mesure de pollution ou des caméras
-----------------	--

P9 Entretien des réseaux enterrés

Il s'agit de gérer l'inventaire des réseaux souterrains sur le domaine public afin de pouvoir planifier, coordonner et suivre des travaux d'intervention sur les routes.

Recueil des besoins (B) :

B.9.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
-----------------	---

P10 Entretien des objets particuliers

Il s'agit de gérer les autres équipements ayant trait au domaine routier tel que par exemple les panneaux de signalisation, les murs antibruit, les glissières ou les surfaces vertes.

Recueil des besoins (B) :

B.10.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
B.10.2{G}	Disposer des informations de localisation des panneaux routiers
B.10.3{L}	Disposer du contenu des panneaux routiers
B.10.4{L}	Disposer de la validité spatiale des signaux

P11 Entretien des installations annexes

Il s'agit de gérer les parkings, aires de repos etc. afin de pouvoir planifier les interventions.

Recueil des besoins (B) :

B.11.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)
B.11.2{G}	Disposer des informations de localisation des aires de repos, des parkings etc
B.11.3{G}	Disposer d'informations annexes (POI, landuse, landcover)

3.2 Modèle géométrique et topologique de la VSS

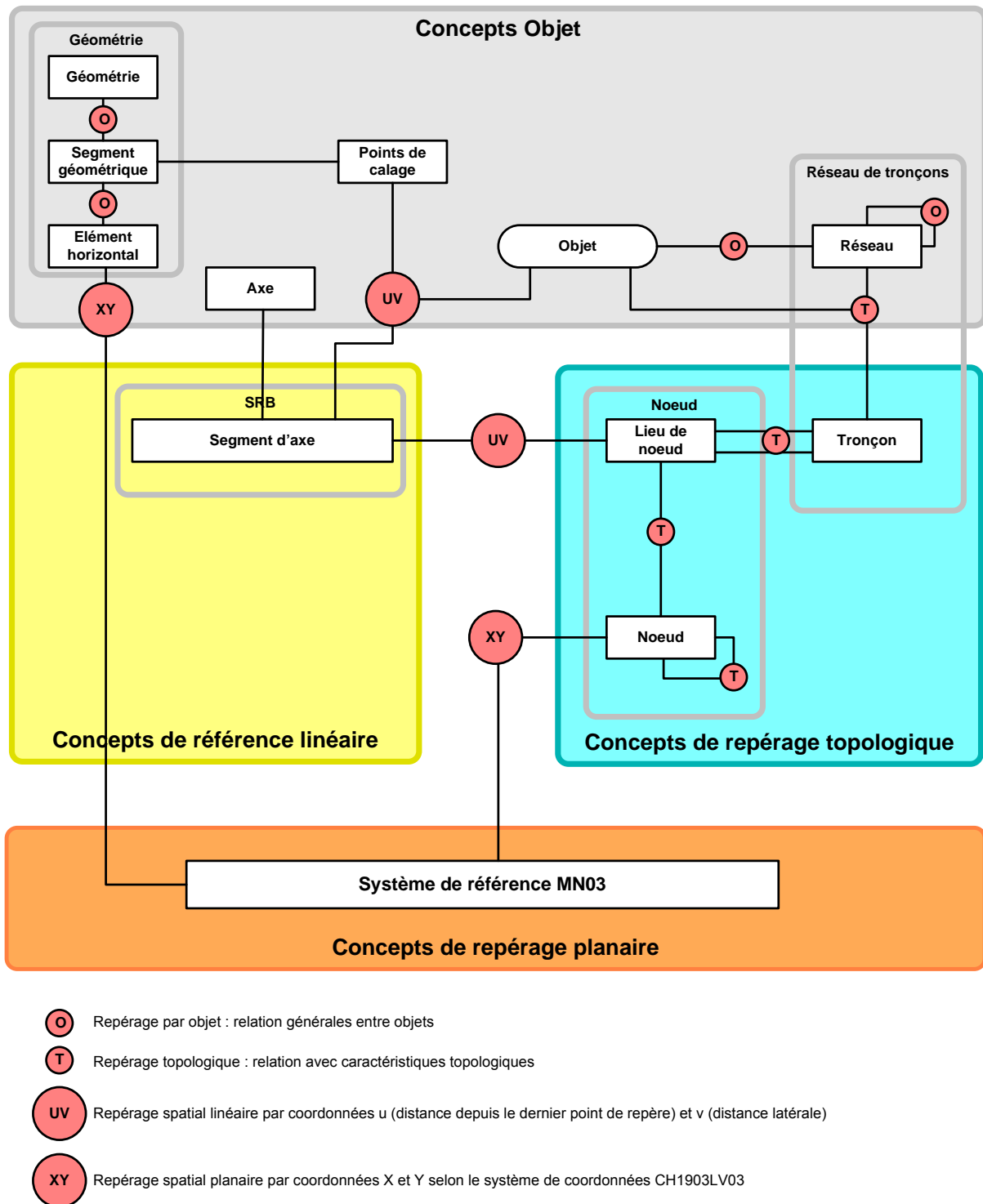


Figure 2 : Modèle géométrique est topologique de la VSS

Les données routières peuvent se référer simultanément à des repérages de différentes natures (espace, temps, intervenants, activité de gestion routière).

Elles peuvent être décrites dans différents systèmes de repérage dans l'espace en fonction du caractère de leur validité dans l'espace.

Référence spatiale planaire

En Suisse, la référence spatiale planaire est établie à l'aide des coordonnées nationales (Y, X, altitude). Ces dernières sont utilisées aussi bien dans la mensuration officielle que dans la topographie nationale.

Référence spatiale linéaire (le long de l'axe routier)

D'ordinaire, les données routières décrivent des objets situés dans un espace routier très limité et linéaire (le long de l'axe routier). Nombreux sont les processus de gestion des routes requérant uniquement cet espace routier linéaire (ex. PMS, planification du trafic, économie du trafic etc.) Il est donc essentiel de décrire cet espace en utilisant le système de référence spatiale adapté. C'est l'objectif du **système de repérage de base dans l'espace pour données routières (SRB)** défini dans les normes VSS [SN640 910] et [SN640 920].

La **transformation de la référence spatiale** entre le SRB et les coordonnées nationales permet d'échanger les données routières avec des SIG/SIT.

Topologie

Le système routier dépend entièrement de sa topologie (10). Celle-ci permet de développer les diverses liaisons routières servant de base à la mobilité.

Le réseau routier suisse repose sur plusieurs topologies. En effet, les topologies peuvent **varier énormément** selon l'objectif des processus métier ou de gestion. La banque de données routières doit donc supporter un grand nombre de structures topologiques sur une même route.

La description de la topologie s'effectue dans la banque de données conformément à la norme VSS SN640 911 [38] grâce à un système secondaire de repérage dans l'espace, les **réseaux d'exploitation pour données routières**. Les réseaux d'exploitation permettent de représenter et de gérer les données routières dans un nombre illimité de tronçons et de nœuds définis par l'utilisateur et appelés réseaux. Ces réseaux sont reliés au SRB par le repérage des nœuds (lieu de nœud) dans l'espace.

Géométrie

La **description géométrique de l'axe routier** (ligne droite, cercle etc.) s'effectue dans la référence spatiale planaire. Des points de calage présentant une référence spatiale aussi bien linéaire (SRB) que planaire (Y, X, altitude) permettent de relier les données routières de la gestion des routes à la géométrie de l'axe et de les représenter sous forme géographique.

Il est important de souligner que les géométries de l'axe routier **varieront** selon l'échelle de représentation (ex. 1:300 000) (**généralisation**).

3.3 Extrait du catalogue d'objets du SIR pour les processus de la gestion routière

Extrait du catalogue d'objet SIR

Le tableau suivant présente les objets de base d'un SIR que nous jugeons intéressants pour ce projet, ils sont classés selon les normes dont ils sont extraits.

Norme	catégorie	Objet
SN 640 912 : SRB	SRB	Route
		Axe de route
		Segment d'axe
		Secteur
		Point de repère
SN 640 913 : géométrie	géométrie	Géométrie horizontale de base
		Géométrie verticale de base
		Géométrie horizontale de représentation
		Géométrie verticale de représentation
		Élément géométrique hor. / vert.
		Segment géométrique hor. / vert.
		Élément de calage
SN 640 914 : topologie	Réseau	Réseau de tronçons
		Réseau de sections
		Réseau de base
		Type de réseau
	connectivité	Nœud
		Lieu de nœud
		Tronçon de réseau (Abschnitt)
	Tronçons et sections	Tronçon élémentaire
		Section de réseau
SN 640 942 : Catalogue Géométrie et usage de l'espace routier	Géométrie et usage de l'espace routier	Profil géométrique de la route
		Usage de la chaussée
		Partie latérale
SN 640 943 : Catalogue Structure de la chaussée	Structure de la chaussée	Structure de la chaussée

Norme	catégorie	Objet
SN 640 944 : Catalogue Etat de la chaussée	Etat de la chaussée	Valeur de l'état de la chaussée
SN 640 948 : Catalogue des données du trafic	Trafic	Données du trafic
		Valeur de trafic
		Courbes de variation
		Série temporelle

Il s'agit principalement des données du repérage spatial. En ce qui concerne les autres processus métier, les données de la navigation routière servent notamment comme données de base, ou données de fond d'analyse.

Les processus métiers ayant un repérage linéaire, comme par exemple trafic ou accidents, sont gérés par des objets d'information spécifiques qui ont un repérage linéaire ponctuel.

Certains processus, comme la gestion des réseaux souterrains, la gestion des autres équipements ou encore la gestion des installations annexes font appel à des modèles de données standardisés tel que par exemple SIA405 ou encore le catalogue du Benchmarking.

Les éléments des normes cités plus hauts seront implémentés dans le système de base MISTRA à l'aide des objets décrits dans l'annexe 1 "Catalogue des objets Mistra et correspondance avec les normes VSS".

Correspondance de ces objets avec les besoins liés aux processus de la gestion routière

Numéro		Objets du groupe Géométrie	Objets du groupe SRB	Surfaces (inexistant dans les normes)	Objets des groupes Réseau métier et Tronçons et sections	Objets du groupe connectivité	Objets du groupe Ouvrages
B.1.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.1.2{G}	Disposer d'une géométrie des forêts et des surfaces vertes						
B.1.3{L}	Disposer de données de kilométrage		X				
B.1.4{G}	Disposer des géométries des canalisations						
B.1.5{G}	Disposer des géométries des limites administratives (cantons, districts, communes)			X			
B.10.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.10.2{G}	Disposer des informations de localisation des panneaux routiers						
B.10.3{L}	Disposer du contenu des panneaux routiers						
B.10.4{L}	Disposer de la validité spatiale des signaux				X		
B.11.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.11.2{G}	Disposer des informations de localisation des aires de repos, des parkings etc						
B.11.3{G}	Disposer d'informations annexes (POI, landuse, landcover)						
B.2.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.2.2{L}	Disposer d'un réseau de vitesse couvrant tous les tronçons de route				X		
B.2.3{T}	Disposer de la topologie du réseau à des fins de simulation (connectivité, turns, sens-uniqes)					X	
B.2.4{L}	Disposer du nombre de voies et de largeurs de chaussée pour calculer la capacité d'une route				X		
B.2.5{G}	Disposer des Points d'Intérêt pour calculer des matrices O-D et faire des simulations de charge						
B.3.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.3.2{L}	Disposer des informations de vitesse sur tout le réseau				X		

Numéro		Objets du groupe Géométrie	Objets du groupe SRB	Surfaces (inexistant dans les normes)	Objets des groupes Réseau métier et Tronçons et sections	Objets du groupe connectivité	Objets du groupe Ouvrages
B.3.3{L}	Disposer de la pente moyenne de tous les axes				X		
B.3.4{T}	Disposer des informations de sens-uniques, turns etc					X	
B.3.5{L}	Disposer du nombre de voies et des largeurs de chaussée				X		
B.3.6{G}	Disposer des géométries et de la catégorisation des croisements	X				X	
B.4.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.4.2{G}	Disposer de fonds de plan (plans de ville)						
B.4.3{G}	Connaître l'emplacement des industries (POI)						
B.4.4{G}	Connaître l'emplacement des zones urbaines			X			
B.4.5{G}	Connaître l'emplacement des forêts et des surfaces vertes						
B.4.6{G}	Connaître l'emplacement des cours d'eau						
B.5.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.5.2{G}	Disposer de la géométrie des entités administratives			X			
B.5.3{T}	Disposer de la topologie afin de calculer des déviations et des itinéraires alternatifs					X	
B.6.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.6.2{L}	Disposer d'un réseau de vitesse couvrant tous les tronçons de route				X		
B.6.3{L}	Disposer de la classification de toutes les routes				X		
B.7.1{G}	Disposer d'une géométrie des ouvrages d'art (emplacement x,y)						X
B.8.1{G}	Connaître l'emplacement des stations de mesure de pollution ou des caméras						
B.9.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					

3.4 Modèle géométrique et topologique d'ISO-GDF

Le but du présent projet est de comparer la modélisation des données routières tant du point de vue des normes suisses (VSS) que du point de vue des normes européennes (ISO-GDF) afin de déterminer les principaux concepts d'échange de données. Dans les chapitres précédents nous avons décrits le modèle de données de la VSS, décrivons maintenant le modèle de données présenté dans la norme ISO-GDF [9].

NB : Pour éviter toute confusion, dans le rapport nous employons les termes anglais utilisés dans la norme.

Contenu de la norme

Le standard GDF inclut en particulier :

- Le modèle de données indépendant des applications

Le modèle conceptuel de données orienté objet est découpé en trois sous-modèles : le modèle des objets décrivant la topologie, le modèle des attributs décrivant le mode de stockage des informations thématiques et le modèle des relations. Il décrit également le mode de représentation des objets ainsi que la gestion du stockage des données.

- Le dictionnaire de données dépendant des applications

Le dictionnaire de données contient trois catalogues décrivant respectivement les objets, leurs attributs et leurs relations. Les thèmes abordés par le dictionnaire des objets sont : réseau des routes et ferrys, zones administratives, zones construites et lieux-dits, couverture du sol, ponts et tunnels, chemins de fer, routes fluviales, signalisation, services et transports publics, système de repérage linéaire, objets généralisés. Chaque attribut autorisé pour un type d'objet est répertorié dans le catalogue des attributs. Quant aux relations possibles entre chaque objet, elles sont bien entendu définies dans le catalogue des relations.

- Les règles de représentation des objets

Les règles de représentation des objets sont décrites pour chaque thème selon les trois niveaux de représentation (0, 1, 2) présentés ci-dessous.

- La définition de concepts de qualité et métadonnées

Les métadonnées servent à stocker toutes sortes d'informations générales, notamment sur les sources de données externes, le système de référence spatial utilisé, la publication des mises à jour, le mode de stockage des données.

- Le stockage des données et les spécifications du format d'échange

Ce chapitre décrit le mode de stockage, les contraintes pour la création des champs, des objets topologiques et non topologiques et les formats d'enregistrement.

Représentation des données selon trois niveaux

Le modèle géométrique de GDF est organisé en trois niveaux :

- Le niveau 0, Topologie

Il constitue la base de tous les réseaux routiers. Il décrit la géométrie et la topologie des données spatiales par l'intermédiaire des primitives graphiques (nœud, arc et face), repérées par leurs coordonnées.

- Le niveau 1, Objets simples

Il correspond au regroupement des objets du niveau 0 en objets simples ponctuels, linéaires ou surfaciques qui acquièrent une signification par l'intermédiaire d'attributs. Par exemple, un tronçon de route ou Road Element possède diverses propriétés au niveau 1, telles qu'une largeur, un nombre de voies, une vitesse maximale autorisée, ... tandis qu'il est représenté au niveau 0 par une succession d'arêtes ou Edges dépourvues d'attributs.

Les interactions entre les objets sont définies par des relations sémantiques telles que "le tronçon 1 a la priorité sur le tronçon 2" et des relations topologiques (référence à un objet de début et un objet de fin). Le niveau 1 relie les modèles géométrique et topologique abstrait du niveau 0 avec le monde réel. Ce niveau est le plus utilisé, notamment pour la navigation automobile.

- Le niveau 2, Objets complexes

Il permet de regrouper les objets simples et / ou complexes pour former des objets complexes. Il ne s'agit pas d'une représentation du monde réel mais d'une généralisation (11) ou d'une représentation à une échelle plus globale. Alors que l'on modélise, par exemple, tous les éléments d'un carrefour (Road Elements et Junctions ; voir définition chapitre "3.5 - Catalogue d'objets issus d'ISO-GDF utilisables pour les processus de la gestion routière") au niveau 1, on les regroupe dans un objet "carrefour" au niveau 2 et on le représente par un point. Le niveau 2 est utilisé lorsqu'une description simplifiée du réseau routier est suffisante, comme par exemple pour le calcul d'itinéraire.

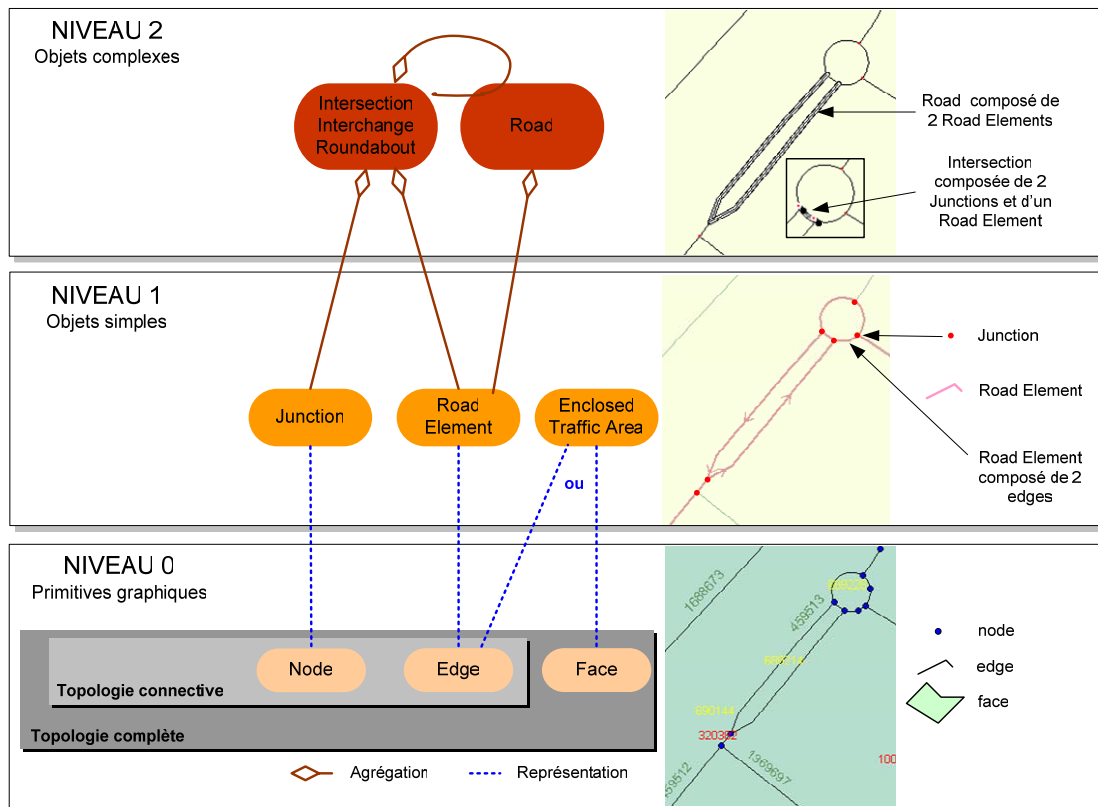


Figure 3 : Les trois niveaux de représentation de GDF

La Figure 3 représente les liens d'agrégation ou de représentation entre les objets d'un niveau et les objets du niveau supérieur. Cette figure n'est pas exhaustive, seuls quelques objets de GDF dont l'intérêt est principal pour notre étude sont illustrés.

Différents modes de topologie

La norme GDF décrit trois types de topologies pour les primitives graphiques du niveau 0. Ils sont déterminants pour la définition de la topologie des objets des autres niveaux.

– La topologie implicite

Les primitives graphiques utilisées sont : Dot, Polyline et Polygone (point, polyligne et polygone). Aucune relation topologique n'est définie de manière explicite entre ces primitives. Ce qui signifie qu'elles sont reliées uniquement via leurs coordonnées.

Les objets du niveau 1 que l'on qualifie de "non topologiques" sont représentés au niveau 0 par les Dots, Polygones et Polygones et sont également caractérisés par leur absence de liens topologiques explicites. C'est pour cette raison qu'ils ne pourront pas participer à la formation des objets complexes du niveau 2.

Ce mode de topologie est utilisé dans des opérations pour lesquelles la topologie n'est pas importante comme la représentation cartographique.

Les objets du thème "Road and Ferries" ont pour intérêt principal de décrire la topologie du réseau routier. C'est pour cette raison qu'ils ne peuvent pas être représentés au niveau 0 par des Dots et Polygones mais utilisent par contre la topologie connective.

– La topologie connective

Les relations topologiques entre les primitives graphiques ponctuelles "Nodes" (noeud) et linéaires "Edges" (arrête) sont explicitement définies par l'intermédiaire de clés d'identification. (Ex : Un Edge pointe vers un Node de départ et un Node d'arrivée). Par contre aucune relation topologique n'est définie entre ces objets et les objets surfaciques. Une surface au niveau 1 est alors définie par ses frontières au niveau 0.

Ce mode de topologie permet d'effectuer des calculs de réseau de manière efficiente.

– La topologie complète

Les relations topologiques entre les primitives graphiques ponctuelles "Nodes", linéaires "Edges" et surfaciques "Faces" sont toutes explicitement définies par l'intermédiaire de clés d'identification.

La topologie complète donne la possibilité d'intégrer de manière efficiente des informations surfaciques dans des calculs de réseaux.

Nous venons de voir que les relations topologiques entre les objets d'un même niveau peuvent varier en fonction du mode de topologie employé. En revanche, les objets de niveaux différents, ne sont en général pas reliés par des liens topologiques mais par des liens d'agrégation ou de représentation. La Figure 4 illustre ces propos.

En résumé, la topologie des objets des niveaux 1 et 2 n'est définie explicitement que dans certains cas :

- au niveau 1 : possibilité de référencer un objet linéaire à un objet ponctuel de début et à un objet ponctuel de fin.
- Au niveau 2 : possibilité de référencer un objet complexe à un objet complexe de début et à un objet complexe de fin.

D'autres manières de définir explicitement la topologie du niveau 1 ne sont pas supportées par la définition des objets. Si nécessaire, on peut avoir recours à des relations sémantiques.

Il est important de noter que des objets topologiques ne peuvent pas se trouver dans un même "layer" que des objets non-topologiques.

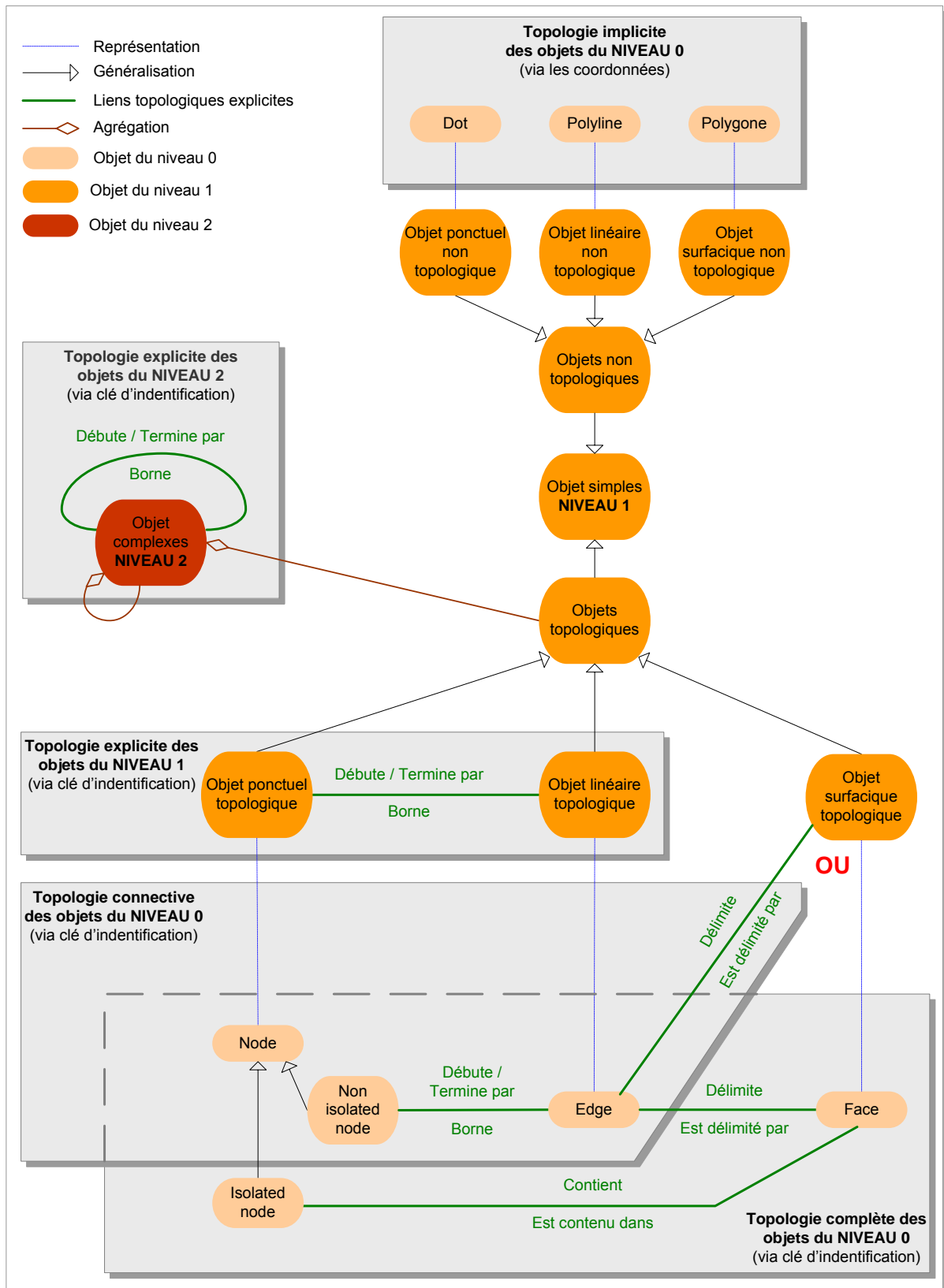


Figure 4 : Types de topologie supportés par GDF et relations entre objets de niveaux différents

Topologie du thème "Roads and Ferries"

La plupart des objets que nous utilisons dans cette étude font partie du thème "Roads and ferries" (voir extrait du catalogue d'objet GDF au chapitre suivant), nous n'entrerons donc pas dans le détail des relations avec les objets des autres thèmes.

Il n'existe des relations topologiques qu'entre les objets d'un même niveau. Au niveau 1, un Road Element débute et termine par une Junction. De la même façon au niveau 2, une Road débute et termine par une Intersection.

Entre les objets de niveaux différents, il n'existe que des relations d'agrégation. Ainsi une Road du niveau 2 est un agrégat d'un ou plusieurs Road Elements du niveau 1.

La Figure 5 illustre ces relations.

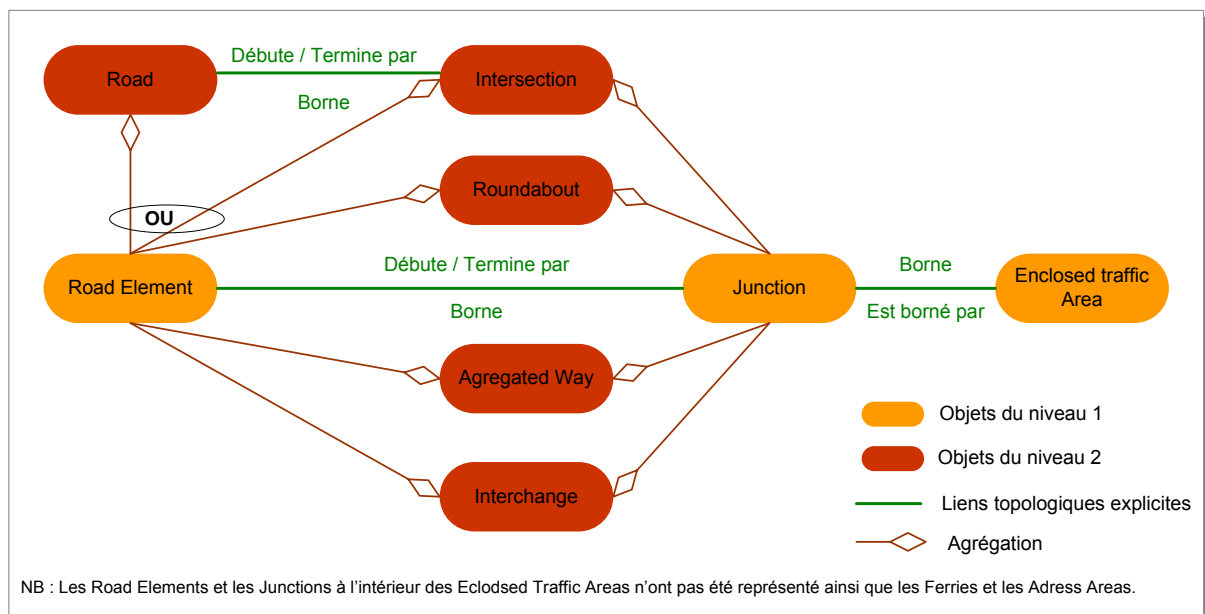


Figure 5 : Topologie du thème Roads and Ferries (niveaux 1 et 2)

Modèle attributaire

Les objets du niveau 0 ne possèdent pas d'attributs puisqu'ils n'ont pas de signification par rapport au mode réel. Par contre, chaque objet du niveau 1 ou du niveau 2 peut être qualifié par un ou plusieurs attributs. Ces attributs représentent des caractéristiques propres à l'objet dont la valeur peut être numérique, textuelle ou une référence... Chaque attribut est lui-même qualifié par un type et identifié par un nom et un code. La norme ISO-GDF définit quels attributs peuvent être liés à chaque type d'objet.

Il existe différentes structures d'attributs :

- Attributs simples

Ils ont une seule composante.

- Attributs composites

Un attribut peut être un agrégat d'autres attributs, il s'agit alors d'un attribut composite. Il est composé de plusieurs sous-attributs qui peuvent être eux-mêmes simples ou composites. Les sous-attributs peuvent être obligatoires ou optionnels et leurs valeurs sont généralement indépendantes.

- Attributs restrictifs

La validité d'un sous-attribut peut être restreinte par la valeur d'un sous-attribut restrictif (ex : sens de circulation, voie de circulation, côté de la route, type de véhicule, période de validité). Un sous-attribut restrictif ne peut pas être attaché de manière individuelle à un objet. Il apparaît uniquement en combinaison avec l'attribut sur lequel il agit. Par contre, il peut être attaché individuellement à une relation pour en restreindre la validité.

- Attributs segmentés

Des attributs peuvent être restreints à une partie d'un élément linéaire par définition d'un point de départ et d'un point final sur celui-ci. De telles positions représentent les distances curvilignes exprimées en [m] depuis le début ou la fin de l'élément (segmentation inverse). Elles peuvent être définies soit avec une segmentation absolue, dans ce cas le point de départ de l'élément linéaire est considéré comme ayant une abscisse nulle, soit avec une segmentation relative, dans ce cas le début de l'élément linéaire possède une abscisse correspondant à sa distance depuis le début de la route. Cette segmentation peut être appliquée à n'importe quel attribut simple ou composite, mais uniquement sur des éléments linéaires. Une information ponctuelle est représentée par un segment dont le point de départ est identique au point d'arrivée.

Modèle relationnel sémantique

Une relation sémantique est un lien entre plusieurs objets possédant une signification. Cette relation peut être qualifiée par des attributs. L'ordre d'intervention des objets dans la relation est significatif. Ex : la relation "manœuvre interdite" relie deux Road Elements par l'intermédiaire d'une Junction et s'applique du premier Road Element vers le deuxième.

Une relation sémantique peut lier des objets de niveaux différents (simples et complexes).

Représentation linéaire

Une section du repérage linéaire (Chainage Referencing Sections CRS) est une portion de route (de voie ferrée ou de voie d'eau) considérée comme une unité indépendante par l'autorité appropriée. Elle représente la ligne centrale de la route et sert de base pour le système de référence curvilinéaire à une dimension. Ce système de référence est défini par :

- une séquence de points de repères (Reference Point) ordonnés et matérialisés sur le terrain
- des distances (représentant le lien entre deux points de référence consécutifs)
- une origine (qui est un point de repère à une extrémité de la CRS).

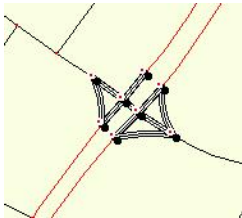

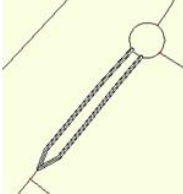

Un point de repère possède à la fois des coordonnées géographiques et une position dans le système de repérage linéaire.

(NB : La représentation linéaire n'est pas implémentée dans les données de Tele Atlas.)

3.5 Catalogue d'objets issus d'ISO-GDF utilisables pour les processus de la gestion routière

Extrait du catalogue d'objet GDF

Les objets sélectionnés ici ne constituent qu'une partie du catalogue des objets présents dans la norme ISO-GDF [9], ils correspondent aux besoins des processus de la gestion routière (9).

Thème / objet	Niveau	Définition
ROADS AND FERRIES : Routes et ferries		
AGGREGATED WAY	2	Objet du niveau 2, ensemble de Road Elements et éventuellement de Junctions qui partagent des fonctions et caractéristiques communes. C'est un objet défini par l'utilisateur pour identifier les objets en relation dans son propre modèle, à partir des objets du niveau 1 de GDF.
ENCLOSED TRAFFIC AREA	1	Toute aire délimitée à l'intérieur de laquelle un trafic non structuré est autorisé. Ex : un site industriel, un parking, un port, un camping, une zone militaire...
INTERCHANGE	2	Ensemble de portions de route, de voies d'accès et de chaussées destiné à faciliter le trafic à l'intersection de plusieurs routes. Un Interchange (<i>échangeur</i>) est un objet complexe composé des Road Elements et des Junctions formant le croisement. Objet considéré comme d'un niveau de généralisation supérieur à l'Intersection. Plusieurs Interchanges distincts ne peuvent pas posséder des Road Elements communs, mais ils peuvent partager des Junctions. Deux Interchanges proches peuvent partager des chaussées. Dans ce cas ils peuvent être fusionnés.
INTERSECTION	2	Objet complexe représentant au niveau 2 un croisement. Composé au niveau 1 d'une Junction, ou de plusieurs Junctions, Road Elements et Enclosed Traffic Area (chaussées à voies séparées et bretelles...). Une Intersection connecte plusieurs Road. Une Road débute par une Intersection et termine par une Intersection (ce qui signifie qu'une voie sans issue se termine par une Intersection). Une Intersection a le même rôle au niveau 2 qu'une Junction au niveau 1 mais à un niveau de généralisation différent : alors qu'un croisement composé de plusieurs éléments sera décrit au niveau 1 par plusieurs Road Elements et Junctions, il pourra être représenté au niveau 2 par une seule Intersection. 
JUNCTION	1	Un objet qui limite un Road Elements ou une Ferry Connection. Un Road Elements ou une Ferry Connection forme toujours un lien entre deux Junctions et un Road Elements ou une Ferry Connection est toujours limité par exactement deux Junctions. 
ROAD	2	Objet de niveau 2 composé d'un ou plusieurs Road Elements et joignant deux Intersections. Objet utilisé comme la plus petite unité indépendante d'un réseau de routes au niveau 2. Une Road forme toujours une connexion entre deux intersections. 
ROAD ELEMENT	1	Segment de route. Cet objet est la plus petite unité indépendante du réseau routier au niveau 1 et possède une Junction à chaque extrémité. Le découpage des Road Elements (RE) s'effectue au niveau des intersections et aux changements de propriétés. 

ROUNDAABOUT	2	Un Roundabout (<i>rondpoint</i>) est un objet complexe composé de tous les Road Elements et Junctions formant la boucle ainsi que tous les Road Elements et Junctions appartenant à chaque intersection le long de la boucle. Un rondpoint est différencié des autres objets de contrôle du trafic car il requiert des informations spéciales en temps réel lors de la conduite du type "prenez la troisième sortie du rondpoint".
ADMINISTRATIVE AREAS : Zones administratives		
ADMINISTRATIVE BOUNDARY ELEMENT	1	La plus petite unité de la frontière d'une zone administrative. Le même Administrative Boundary Element peut être utilisé pour limiter des zones administratives de niveaux hiérarchiques différents. Un Administrative Boundary Element est limité par exactement deux Administrative Boundary Junctions. Un Administrative Boundary Element ne limite jamais la même zone administrative deux fois.
ADMINISTRATIVE BOUNDARY JUNCTION	1	Endroit où deux Administrative Boundary Elements se joignent. Une Administrative Boundary Junction (<i>jonction de frontière administrative</i>) connecte un ou plusieurs Administrative Boundary Elements. Elle borne en principe trois surfaces ou exceptionnellement deux. Une jonction bivalente est autorisée uniquement lorsqu'un Administrative Boundary Elements délimite un trou dans la zone administrative.
ADMINISTRATIVE PLACE A TO Z	1	zones utilisées à des fins administratives en dehors d'une structure hiérarchique. Une Administrative Place peut ne pas faire partie de la hiérarchie pour une des raisons suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - elle ne forme pas une subdivision complète d'une zone d'ordre i ou du pays - elle appartient à plus d'une zone d'ordre i. 26 classes d'objet Administrative Place ont été définies. Elles sont nommées "Administrative Place n", où $n \in \{A, B, \dots\}$. Ces 26 classes sont définies par les métadonnées. Aucun ordre n'est déterminé parmi les membres de l'ensemble.
COUNTRY	1	Un objet Country (<i>pays</i>) est défini par les frontières nationales. Country doit être subdivisé en zones d'ordre i de manière uniforme. Un pays n'ayant pas de subdivisions peut être composé d'une simple zone d'ordre 8.
ORDER-1 TO 7 AREAS	1	Une zone d'ordre i, où $i \in \{1, 2, \dots, 7\}$, fait partie d'un niveau intermédiaire de la hiérarchie administrative d'un pays. Dans certains pays, ces niveaux intermédiaires peuvent ne pas exister.
ORDER-8 AREA	1	Une Order-8 Area (<i>zone d'ordre 8</i>) fait partie de l'ordre le plus bas de la hiérarchie administrative dans le pays. Dans un pays sans division administrative, il n'y a que la Order-8 Area et elle correspond au pays.
ORDER-9 AREA	1	Certaines Order-8 Areas peuvent être subdivisées en unités plus petites : les Order-9 Areas (<i>zones d'ordre 9</i>). Cela peut être le cas pour une unique Order-8 Area ou pour toutes les Order-8 Area d'une région particulière.
NAMED AREAS : Zones nommées		
POLICE DISTRICT	1	Secteur défini pour organiser la répartition des officiers de police.
POSTAL DISTRICT	1	Secteur défini comme unité pour des services postaux et portant un nom.
LAND COVER AND USE : Couverture et usage du sol		
CONTINUOUS URBAN FABRIC	1	Secteur où des Structures (constructions, routes et surfaces artificielles) couvrent presque toute la surface du terrain. Les surfaces non linéaires de végétation et les sols nus sont exceptionnels. Le Continuous Urban Fabric (tissu urbain continu) est un sous-type de Urban Fabric.
DISCONTINUOUS URBAN FABRIC	1	Secteur où la plupart du terrain est couvert par des Structures. Alternance de Constructions, routes et surfaces artificielles avec des zones de végétation et de sols nus, qui occupent des surfaces discontinues mais significatives. Le Discontinuous Urban Fabric (tissu urbain discontinu) est un sous-type de Urban Fabric.
INDUSTRIAL OR COMMERCIAL UNIT	1	Les zones où les surfaces artificielles (avec béton, asphalte, macadam, ou stabilisé) exemptes de végétation, occupent la majeure partie du terrain, mais qui peut contenir des bâtiments et/ou des zones végétales. Industrial Or Commercial Unit (unité industrielle ou commerciale) est un sous-type de Industrial, Commercial and Transport Unit.
ROAD AND RAIL NETWORK AND ASSOCIATED LAND	1	Secteur couvert par des autoroutes, des voies ferrées y compris les installations associées (stations, plateformes, embarquement). Surface minimum de 100 m. Road And Rail Network And Associated Land (<i>Réseau de routes et de chemin de fer et terrains associés</i>) est un sous-type de Industrial, Commercial and Transport Unit.
PORT AREA	1	Zone couverte par des infrastructures portuaires incluant les quais, les chantiers de construction navale et les ports de plaisance. Port Area (<i>Zone portuaire</i>) est un sous-type de Industrial, Commercial and Transport Unit.
AIRPORT	1	Zone couverte par les installations de l'aéroport : pistes de décollage, constructions et terrain associés. Airport est un sous-type de Industrial, Commercial and Transport Unit.

MINERAL EXTRACTION SITE	1	Mines et zones d'extraction à ciel ouvert. Inclut les puits de gravier inondés, excepté l'extraction dans le lit des fleuves. Mineral Extraction Site est un sous-type de Mine, Dump and Construction Site.
DUMP SITE	1	Zone couverte de décharge de remblais ou de mines, industriel ou public. Dump est un sous-type de Mine, Dump and Construction Site.
CONSTRUCTION SITE	1	Espaces en cours de construction, excavation de sol ou de roche en place, terrassement. Construction Site est un sous-type de Mine, Dump and Construction Site.
FORESTS	1	Formation végétale composée principalement d'arbres, incluant les arbustes et les buissons. Forest est un sous-type de Forest And Semi-Natural Area.
MOORS AND HEATHLAND	1	Végétation à couvert bas dominée par des buissons, des arbustes et des plantes herbacées (bruyère, églantier, genêt, ajonc, cytise, etc.). Moors and Heathland (<i>marais et lande</i>) est un sous-type de Scrub And/OR Herbaceous Vegetation Association (<i>arbustes et / ou association de végétation herbacée</i>).
STRUCTURES : Structures		
STRUCTURE	1	Une Structure est une construction faisant partie du réseau de transport, comme un pont, un tunnel ou un mur de soutènement.
WATERWAYS : Voies d'eau		
LAKE	1	Etendues d'eau naturelles ou artificielles, excepté les réservoirs. Lac est un sous-type de Inland Water (<i>masses d'eau continentales</i>).
ROAD FURNITURE : Equipements liés à la route		
ENVIRONMENTAL EQUIPMENT	1	Infrastructure visant à protéger l'environnement le long ou à côté de la route (Ex : mur pare-bruit, haies, etc.)
SIGNPOST	1	panneaux de circulation
TRAFFIC LIGHT	1	feux tricolores
TRAFFIC SIGN	1	Un panneau contenant des symboles et éventuellement du texte additionnel, exprimant des restrictions de circulation, des recommandations ou des informations.
LIGHTING	1	éclairage public
MEASUREMENT DEVICE	1	Dispositif de mesure ou de surveillance du trafic. Ex : caméras vidéo, radar...
ROAD MARKINGS	1	Marquage routier. Ex : lignes continues, lignes pointillées pour limiter les voies de circulation.
SAFETY EQUIPMENT	1	Equipements sur la route prévus pour la sécurité : Ex : glissières de sécurité.
PEDESTRIAN CROSSING	1	Passage piéton, avec ou sans signes ou feux de circulation et avec ou sans inscriptions sur la chaussée.
SERVICES : Services		
ENTRY POINT OF SERVICE	1	Un lieu représentant par un point l'entrée d'un ou plusieurs services.
PUBLIC TRANSPORT : Transports en commun		
LINE	2	Un groupe d'itinéraires qui est représenté par un nom commun ou un nombre. Dans la plupart des cas, l'objet complexe Line (<i>ligne</i>) est composé de deux Routes (<i>itinéraires</i>), un dans chaque direction de la ligne. Si un autre trajet est défini, une ligne peut avoir plus de deux Routes.
PUBLIC TRANSPORT JUNCTION	1	Un Route Link est toujours situé entre deux Public Transport Junctions (<i>jonctions de transport en commun</i>). Une Public Transport Junction est située à l'intersection de deux ou plusieurs Route Links, ou à la fin d'un Route Link sans issue.
PUBLIC TRANSPORT POINT	1	Un Public Transport Point (<i>point de transport public</i>) est un lieu adressable dans un réseau de transport public possédant son propre identifiant.
ROUTE	2	Route (<i>itinéraire</i>) est une liste ordonnée de Route Links définissant un trajet unique dans le réseau de transport public, selon une direction. Une ligne de transport en commun aura normalement un Route dans chaque direction.
ROUTE LINK	1	La plus petite unité linéaire d'un réseau de transport en commun, possédant son propre identifiant et une Public Transport Junction à chaque extrémité. Un Route Link peut faire partie de plusieurs Route.

STOP AREA	2	Les Stop Areas (<i>zone d'arrêt</i>) sont définies comme un ensemble de points d'arrêt proches les uns des autres où les passagers peuvent changer de ligne avec une courte distance de marche.
STOP POINT	1	Stop Point (<i>point d'arrêt</i>) est un point où les passagers peuvent embarquer ou quitter un véhicule de transport en commun.
CHAINAGE REFERENCING FEATURES : Système de repérage linéaire		
CHAINAGE REFERENCING SECTION	1	Chainage Referencing Section CRS (section du système de repérage linéaire) est une section du réseau routier, (ferré ou navigable) qui est considéré comme une unité par une organisation appropriée. Une Chainage Referencing Section possède un ensemble de Reference Points (<i>points de repères</i>) associés. Une CRS est généralement identifiée par un nom unique ou un nombre. Une CRS est normalement continue et parfois discontinue. C'est la ligne centrale qui est la base système de repérage linéaire. Ce système de référence est défini par : <ul style="list-style-type: none"> - une séquence de <i>Reference Points</i> ordonnés - des distances (représentant un lien depuis un point de référence vers le suivant), et - une origine (qui est un point de référence à une extrémité du CRS).
REFERENCE POINT	1	Lieu appartenant à la ligne centrale d'une CRS, matérialisé sur le terrain par un repère placé sur le bord ou dans l'axe du CRS. C'est une abstraction qui peut conduire à un amalgame entre le repère physique lui-même et le lieu théorique (habituellement non matérialisé) sur l'axe d'une (CRS) qu'il représente.
GENERAL FEATURES : Objets généraux		
CENTRE POINT OF FEATURE	1	Point décrivant le centre approximatif ou exact d'un objet simple ou complexe. Le point central d'un objet est lié à l'objet dont il représente le centre par le biez de la relation : Centre Point Of Feature belonging to Feature (<i>point central d'un objet appartenant à un objet</i>). Le Centre Point Of Feature d'un objet peut se référer à un nœud isolé ou un nœud de l'objet auquel il appartient.
TRAFFIC LOCATION	2	Ensemble d'un ou plusieurs objets qui représentent une position identifiée et utilisée par le service d'information sur le trafic. Un objet peut appartenir à plusieurs Traffic Location (<i>lieu de trafic</i>). Un Traffic Location n'a pas de topologie implicite. Un Traffic Location Feature peut appartenir à un autre Traffic Location.

Objets décrits uniquement de manière conceptuelle, ils ne sont pas disponibles dans les données de Tele Atlas.

Objet décrit dans la norme et disponibles dans le produit de Tele Atlas.

L'annexe 3 "fiches descriptives des objets GDF", décrit de manière plus approfondie les objets cités ci-dessus.

Le produit de Tele Atlas basé sur ISO-GDF, dénommé Multinet, ne correspond pas exactement aux définitions ci-dessus car il est basé sur une version antérieure de la norme. Pour plus d'informations, consulter l'annexe 2 "Comparaison entre le modèle de données utilisé par Tele Atlas et le contenu d'ISO-GDF".

Certaines relations définies dans la norme ISO-GDF, sont potentiellement intéressantes du point de vue de la gestion routière.

Chainage Referencing

Cette relation est le moyen d'associer des attributs à une Chainage Referencing section en utilisant des informations sur la position linéaire. Elle implique une CRS, deux Reference Points associés chacun à une référence linéaire ainsi que l'attribut lui-même.

Reference Point Location along Road Element

Cette relation permet d'indiquer la position d'un Reference Point le long d'un Road Element. Elle implique un Road Element et un Reference Point associé à une distance mesurée le long du RE.

Road Related Object related to Chainage Referencing Section

Cette relation implique une CRS et un objet du thème Structure ou Road Furniture. La position de l'objet le long de la CRS est indiquée par un attribut du type : écart latéral, largeur, ...

Divided Junction

Il s'agit d'une Junction comportant une séparation physique ou légale qui empêche de croiser dans une direction particulière. La relation implique la Junction ainsi que les deux RE situés de part et d'autre - depuis lequel et vers lequel - la manœuvre est interdite.

Exit at Interchange

Relation entre un Interchange et une de ses Junction correspondant à une sortie caractérisée par un Composite Exit Number (numéro de sortie).

Fork

Relation indiquant une fourchette sur la route, c'est à dire que plus d'une route peut être considérée comme le prolongement.

Grade Separated Crossing

Relation entre deux Transportation Elements et une Structure représentant deux parties du réseau de Transport passant l'une au dessus de l'autre.

Priority Manoeuvre

Cette relation décrit une manœuvre prioritaire, qu'elle soit implicite (priorité à droite) ou explicite (indiquée par un panneau).

Prohibited Manoeuvre

Cette relation décrit une manœuvre physiquement possible mais interdite par une mesure légale et matérialisée par panneau de signalisation.

Restricted Manoeuvre

Cette relation décrit une manœuvre explicitement permise par une mesure légale et matérialisée par un panneau de signalisation.

Correspondance de ces objets avec les besoins liés aux processus de la gestion routières

Numéro		Roads And Ferries	Administrative Areas	Named Areas	Land Cover And Use	Structures	Waterways	Road Furniture	Services	Public Transport	Chainage Referencing Features	General Features
B.1.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										
B.1.2{G}	Disposer d'une géométrie des forêts et des surfaces vertes				X							
B.1.3{L}	Disposer de données de kilométrage										X	
B.1.4{G}	Disposer des géométries des canalisations							(X)				
B.1.5{G}	Disposer des géométries des limites administratives (cantons, districts, communes)		X									
B.10.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										
B.10.2{G}	Disposer des informations de localisation des panneaux routiers							X				
B.10.3{L}	Disposer du contenu des panneaux routiers							X				
B.10.4{L}	Disposer de la validité spatiale des signaux							X				
B.11.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										
B.11.2{G}	Disposer des informations de localisation des aires de repos, des parkings etc								X			
B.11.3{G}	Disposer d'informations annexes (POI, landuse, landcover)			X	X				X	X		
B.2.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										
B.2.2{L}	Disposer d'un réseau de vitesse couvrant tous les tronçons de route	X										

Numéro		Roads And Ferries	Administrative Areas	Named Areas	Land Cover And Use	Structures	Waterways	Road Furniture	Services	Public Transport	Chainage Referencing Features	General Features
B.2.3{T}	Disposer de la topologie du réseau à des fins de simulation (connectivité, turns, sens-uni-ques)	X				X						
B.2.4{L}	Disposer du nombre de voies et de largeurs de chaussée pour calculer la capacité d'une route	X										
B.2.5{G}	Disposer des Points d'Intérêt pour calculer des matrices O-D et faire des simulations de charge								X			
B.3.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										
B.3.2{L}	Disposer des informations de vitesse sur tout le réseau	X										
B.3.3{L}	Disposer de la pente moyenne de tous les axes											
B.3.4{T}	Disposer des informations de sens-uni-ques, turns etc	X										
B.3.5{L}	Disposer du nombre de voies et des largeurs de chaussée	X										
B.3.6{G}	Disposer des géométries et de la catégorisation des croisements	X										
B.4.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										
B.4.2{G}	Disposer de fonds de plan (plans de ville)		X	X	X	X		X	X			
B.4.3{G}	Connaître l'emplacement des industries (POI)								X			
B.4.4{G}	Connaître l'emplacement des zones urbaines				X							
B.4.5{G}	Connaître l'emplacement des forêts et des surfaces vertes				X							
B.4.6{G}	Connaître l'emplacement des cours d'eau						X					
B.5.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										

Numéro		Roads And Ferries	Administrative Areas	Named Areas	Land Cover And Use	Structures	Waterways	Road Furniture	Services	Public Transport	Chainage Referencing Features	General Features
B.5.2{G}	Disposer de la géométrie des entités administratives		X	X								
B.5.3{T}	Disposer de la topologie afin de calculer des déviations et des itinéraires alternatifs	X				X						
B.6.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										
B.6.2{L}	Disposer d'un réseau de vitesse couvrant tous les tronçons de route	X										
B.6.3{L}	Disposer de la classification de toutes les routes	X										
B.7.1{G}	Disposer d'une géométrie des ouvrages d'art (emplacement x,y)					X						
B.8.1{G}	Connaître l'emplacement des stations de mesure de pollution ou des caméras							X				
B.9.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X										

Les besoins indiqués en gris n'ont aucun objet SIR pour y répondre, par contre des objets GDF y répondent potentiellement. Les données GDF présentent donc un intérêt du point de vue de la complémentarité.

3.6 Matrice de relations entre les données GDF et SIR

Le tableau suivant indique les correspondances complètes, partielles ou éventuelles entre les objets SIR et GDF sélectionnés dans les chapitres précédents et correspondants aux données de base du SIR. Il s'agit d'une deuxième sélection parmi les objets requis pour répondre aux principaux besoins exigés par les processus de gestion routière. La compatibilité de modélisation entre les objets d'un couple, indiqué par une croix, est décrite dans le chapitre suivant. Les points de comptabilité décelés serviront ensuite de base pour l'analyse des possibilités de couplage (transformation d'un objet ou d'un ensemble d'objet GDF en un objet SIR en vue de compléter le système d'information).

Matrice de correspondance SIR / GDF

GDF (niveau)	Objets selon les normes VSS																
	Axe	Segment d'axe	Point de repère	Secteur	Géométrie	Segment géométrique	Élément géométrique	Point de calage	Élément de calage	Segment calé	Réseau mètre	Type de réseau	Tronçon	Section	Nœud	Lieu de nœud	Jonction
Chainage Referencing Section (1)	X																
Reference Point (1)			X														
Road (2)	X	X			X												
Road Element (1)	X	X			X								X	X			
→ Attribut simple												X					
→ Attribut composite												X					
→ Attribut restreint												X					
→ Attribut segmenté											X		X				
Node (0)			X					X									
Dot (0)																	
Edge (0)				X													
Polyline (0)						X											
Face (0)																	
Polygon (0)																	
Agregated Way (2)										X							
Junction (1)															X		
Intersection (2)															X	X	
Interchange (2)															X	X	
Roundabout (2)															X		
Centre Point of Feature (1)																	X
Entry Point of Service (1)															X	X	
Enclosed traffic Area (1)																	X

Objets théoriques d'Iso-GDF, n'existant pas dans les données de TeleAtlas

Figure 6 : Matrice de correspondance GDF / SIR

4 DEGRE DE COMPATIBILITE ENTRE LES DONNEES ET LES MODELES DE GDF ET DU SIR

4.1 Définition des critères pour l'évaluation de l'adéquation des modèles

Le but de ce chapitre est de définir les critères pour l'évaluation du degré de compatibilité entre les données et les modèles de données proposés dans GDF et dans le système d'information de la route (normes VSS [38] à [43] et MISTRA [24]). Il s'agit donc de comparer l'adéquation des modèles de données avec leurs définitions sémantiques et leurs topologies. Pour cela, on définit des critères d'évaluation qui permettront de quantifier le potentiel de couplage (compatible, peu compatible, pas compatible) entre les modèles.

Dans une démarche d'analyse globale, on s'intéresse également à la qualité des données et on évalue cette qualité en se basant sur les critères (disponibilité, actualité, exhaustivité, cohérence, exactitude, précision de la position et précision des attributs) développés dans le projet Metaroute [23]. Ici, on ne juge pas de la qualité des données, mais uniquement de la compatibilité des modèles.

A. Géométrie

Le critère basé sur la géométrie permet d'évaluer la manière dont un objet est décrit et localisé dans l'espace.

Exemple :

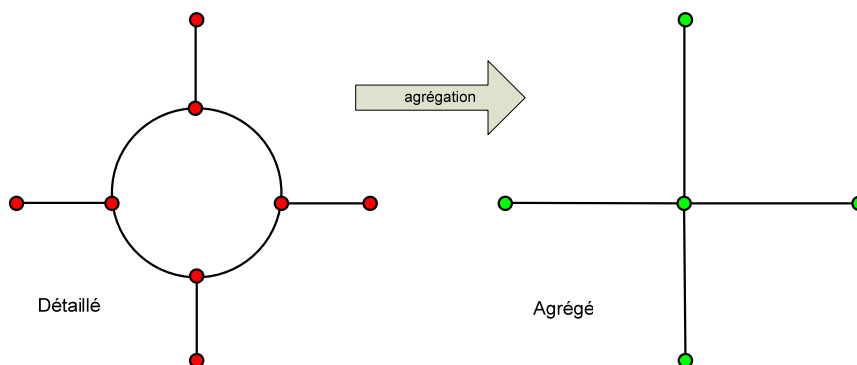


Figure 7 : Descriptions géométriques différentes pour un rond point

La Figure 7 montre deux manières de décrire et de localiser un rond point. Le modèle de gauche (en rouge) est plus détaillé, car il décrit fidèlement le tracé de la route dans sa partie circulaire. Le modèle de droite (en vert) est une description simplifiée ou agrégée, car le rond point est réduit à un lieu qui est son centre.

Evaluation

Conforme ou entièrement compatible : les modèles sont identiques sur la manière de décrire la géométrie d'un objet. Le choix des points géométriques (vertex) et le degré de généralisation sont semblables. Les modèles géométriques sont conformes, ils ne nécessitent pas de transformation.

Compatible : les modèles sont quasi identiques sur la manière de décrire la géométrie d'un objet. Le choix des points géométriques (vertex) et le degré de généralisation ou agrégation permettent l'association d'objets de forme et de grandeurs comparables. En général, la transformation géométrique n'est possible que dans un sens : du plus détaillé au plus agrégé (Figure 7). Le processus de conversion permet d'exprimer la compatibilité de deux modèles géométriques, décrits par des paramètres différents (Figure 8).

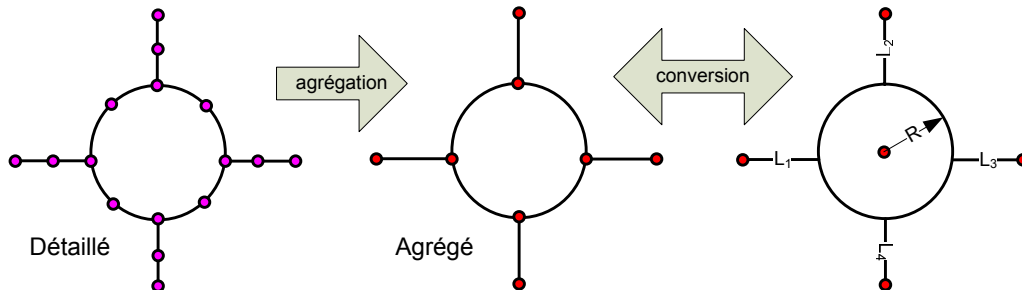


Figure 8 : Exemples de géométries compatibles

Incompatible : les modèles sont très différents sur la manière de décrire la géométrie d'un objet. Il est quasiment impossible d'associer des objets dont les points géométriques (vertex) et le degré de généralisation diffèrent fortement.

B. Topologie

Le critère basé sur la topologie permet d'évaluer les relations entre des objets ou entre des parties d'un objet.

Exemple :

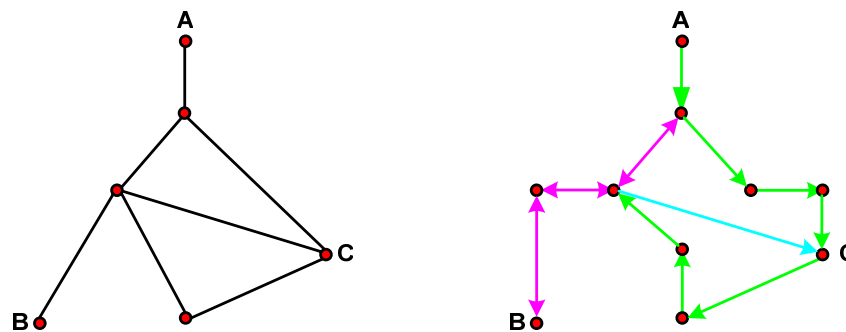


Figure 9 : Descriptions topologiques différentes pour un réseau routier

La Figure 9 illustre deux topologies différentes pour un même réseau routier. Dans le modèle de gauche, il s'agit d'une simple description du réseau avec des nœuds et des arêtes, ceci sans distinction des différentes sections de route et des sens de circulation. Le modèle de droite est plus élaboré car il contient la définition de différentes sections de route, des sens de circulation et des arêtes et des nœuds intermédiaires.

Evaluation

Conforme ou entièrement compatible : les modèles topologiques sont identiques sur la manière de décrire les relations des objets entre eux ou entre les parties d'un objet. Le choix des nœuds, la description des arêtes, les caractéristiques (hiérarchie, orientation,...) et la connectivité sont semblables.

Compatible : les modèles sont quasi identiques sur la manière de décrire la topologie d'un objet. Le choix des nœuds, la description des arêtes, les caractéristiques et la connectivité permettent d'associer des objets topologiques (réseau) comparables et d'y appliquer des règles communes. La Figure 10 illustre le sens de la compatibilité qui va d'un modèle détaillé vers un modèle agrégé. Une transformation suivant une règle topologique est donc définie selon un sens d'agrégation.

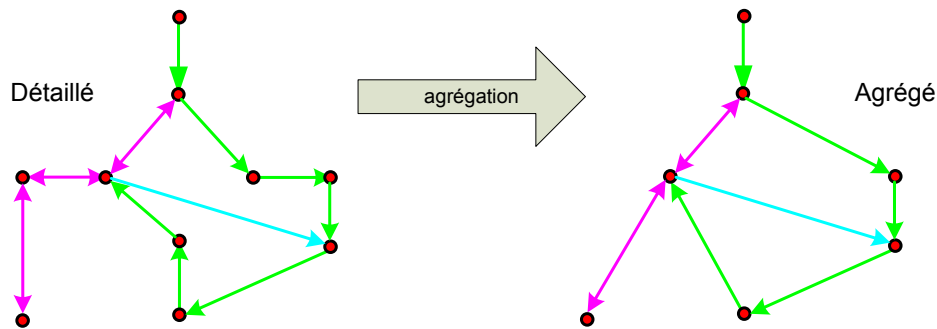


Figure 10 : Exemple de modèle topologique compatible

Incompatible : les modèles topologiques sont très différents sur la manière de décrire les relations entre objets. Il est quasiment impossible d'associer des objets dont les caractéristiques topologiques et la connectivité diffèrent fortement. La Figure 9 illustre l'incompatibilité de deux modèles topologiques.

C. Attributs

Le critère basé sur les attributs permet d'évaluer les éléments descriptifs (quantitatif ou qualitatif) relatifs à un objet. La comparaison des attributs d'un objet s'appuie sur les critères suivants :

- présence ou absence d'un attribut
- type : nominal, cardinal, ordinal
- domaines de valeurs, échelle de mesure
- éléments de qualité (y compris précision)

Evaluation

Conforme ou entièrement compatible : les attributs d'un objet sont identiques et la manière de les décrire (évaluation qualitative et quantitative) est semblable.

Compatible : les attributs d'un objet sont quasi identiques avec toutefois la nécessité d'adapter les échelles quantitatives et la terminologie utilisée dans la description qualitative. Le sens de la compatibilité (niveau d'agrégation) doit être pris en considération si la description est détaillée (toutes les classes de vitesses sur un tronçon) ou agrégée (uniquement la vitesse maximum).

Incompatible : les attributs des objets sont très différents et les descriptions quantitatives et qualitatives ne peuvent pas être mises en correspondance.

D. Repérage spatial

Le critère basé sur le repérage spatial permet de connaître le mode de repérage spatial ainsi que la précision de localisation attendue pour un type d'objet.

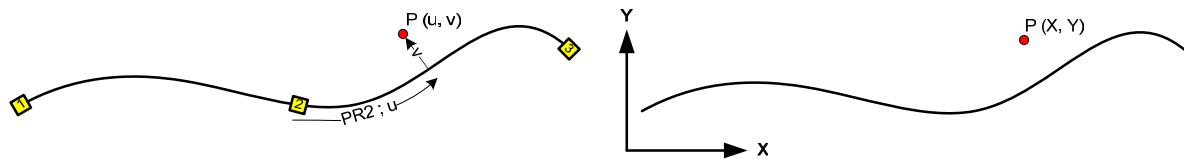


Figure 11 : Deux modes de repérage pour la route : linéaire (u,v) et planaire (X,Y)

Exemple :



Figure 12 : Combinaison de données de qualité différentes

La Figure 12 illustre la combinaison d'un fond de carte (raster) au 1:25'000 avec des données de la mensuration officielle (parcellaire en vert et bâtiments en rouge). Les effets de la généralisation montre bien la difficulté de combiner des sources de données de qualités très différentes.

Evaluation

Conforme ou entièrement compatible : le repérage spatial des objets est effectué dans un même système de repérage et la précision de localisation attendue (niveau de tolérance) est homogène pour l'ensemble des objets.

Dans le cas où les objets sont repérés dans deux systèmes différents (par ex., linéaire et planaire), il faut que les qualités respectives du repérage spatial des objets soient semblables. C'est à dire que les métadonnées des éléments du repérage spatial (système, géométrie des axes, calage) respectent des niveaux de tolérance compatibles (Cf. Projet Metaroute [23]).

Compatible : le repérage spatial des objets est effectué dans un même système de repérage et la précision de localisation attendue (niveau de tolérance) peut différer (quelque peu) pour certains objets.

Dans le cas où les objets sont repérés dans deux systèmes différents (par ex., linéaire et planaire), les qualités respectives du repérage spatial des objets peuvent être différentes. C'est à dire que les métadonnées des éléments du repérage spatial (système, géométrie des axes, calage) respectent des niveaux de tolérance admis dans certains processus (par ex. : représentation).

Incompatible : le repérage spatial des objets est effectué dans un même système de repérage et la précision de localisation attendue (niveau de tolérance) est très hétérogène.

Dans le cas où les objets sont repérés dans deux systèmes différents (par ex., linéaire et planaire), les qualités respectives du repérage spatial des objets diffèrent fortement ou sont inconnues. C'est à dire que les métadonnées des éléments du repérage spatial (système, géométrie des axes, calage) ne respectent pas les niveaux de tolérance admis dans certains processus.

E. Synthèse

Adéquation des modèles : critères		Evaluation
Géométrie	Description et localisation d'un objet dans l'espace	<ul style="list-style-type: none"> - conforme - compatible (avec sens de transformation) - incompatible
Topologie	Relations entre objets ou entre parties d'un objet	<ul style="list-style-type: none"> - conforme - compatible (avec sens de transformation) - incompatible
Attributs	Description de caractéristiques quantitatives ou qualitatives relatives à un objet.	<ul style="list-style-type: none"> - conforme - compatible (avec sens de transformation) - incompatible
Repérage spatial	Description du mode de repérage et de la précision de localisation a priori.	<ul style="list-style-type: none"> - conforme - compatible - incompatible

Tableau 1 : Adéquation des modèles

Ces critères et leur évaluation s'appliquent à des modèles de données (conceptuel et sémantique) que l'on désire comparer entre eux.

4.2 Degré de compatibilité pour chaque relation SIR / GDF

L'annexe 4 "Fiches d'étude des critères de compatibilité pour chaque cas de correspondance" contient les fiches d'étude détaillées pour chaque couple d'objet SIR / GDF présenté dans la matrice.

Pour une meilleure lisibilité, nous avons regroupés ces objets selon quatre catégories et nous donnons une synthèse dans ce chapitre. (Les objets GDF surlignés n'existent que du point de vue de leur définition.)

A. Le repérage spatial linéaire

SIR	GDF
Axe Segments d'axe Point de repère Secteur	Chainage Referencing Section Reference Point Road Element
Point de calage Elément de calage Segment calé	Node Edge

SIR :

GDF :

Eléments du repérage linéaire

Les éléments de base du système de repérage de base SRB sont :

- l'axe
- le segment d'axe
- le point de repère
- le secteur.

La ligne centrale de la route ou Chainage Referencing Sections (CRS : section du repérage linéaire) sert de base pour le système de référence curvilinéaire à une dimension. Ce système de référence est défini par :

- une séquence de Reference Points ordonnés et matérialisés sur le terrain
- des distances (représentant le lien entre deux Reference Points consécutifs)
- une origine (qui est un Reference Point à une extrémité de la CRS).

La définition de ces deux systèmes est compatible, mise à part qu'une CRS n'est pas découpée comme le sont les axes du SIR en segments d'axe.

SIR :

GDF :

Axe vs CRS

L'axe de route est l'axe longitudinal du système de coordonnées linéaire ou SRB associé à une route. Un axe peut être discontinu, dans ce cas il possède autant de segments d'axe que de parties.

Un segment d'axe est découpé en une succession de secteurs ordonnés. Le début de chaque secteur est défini par un point de repère. La longueur des secteurs (distance entre deux points de repère) sert d'échelle pour le repérage spatial.

Une CRS est une portion de route considérée comme une unité indépendante par l'autorité appropriée. Contrairement à ce que son nom sous-entend, la CRS ne correspond pas au secteur mais à l'axe.

Une CRS est associée à un ensemble de Reference Points. Le secteur n'existe pas en tant qu'objet mais les distances entre Reference Points sont indiquées.

Dans les données de Tele Atlas, la CRS n'existe pas. On peut cependant créer un axe au sens SIR par projection de l'ensemble des Road Elements appartenant à une route sur une ligne.

Point de repère vs Reference Point

Un Reference Point possède à la fois une position dans le système de repérage linéaire et des coordonnées géographiques.

La définition du point de repère est conforme selon les deux modèles.

Le point de repère est identifié à la fois dans le système de repérage de base et en coordonnées nationales.

Le Reference Point n'existe pas dans les données de Tele Atlas, mais on pourrait utiliser les Nodes situés sur des points caractéristiques du réseau routier (intersection...) pour les reconstituer.

Par agrégation des Edges entre deux points de repères successifs et calcul des longueurs, on peut obtenir les secteurs. Les coordonnées des Nodes sont connues dans le repérage planaire et obtenues dans le système de repérage linéaire lors de la création des lieux de nœuds.

Calage

Les points de calage sont des points repérés à la fois dans les deux systèmes de repérage.

Un segment calé contient un ou plusieurs éléments de calage.

Un élément de calage commence sur un point de calage. Un segment calé peut donc contenir des points de calage intermédiaires.

Le facteur de calage est le rapport entre la longueur d'un élément de calage mesurée sur le SRB et la longueur correspondante sur le segment géométrique horizontal.

On pourrait également utiliser les Nodes marquants du réseau routier comme points de calage et agréger les Edges pour constituer des éléments de calage.

Le facteur de calage entre une géométrie issue des données GDF et un SRB contenu dans le SIR est en général différent de 1. Cependant, pour les nouveaux axes dont le SRB est créé à partir des données GDF le facteur de calage est égal à 1.

B. Les objets formant la géométrie

SIR	GDF
Géométrie Segment géométrique Elément géométrique	Road Road Element Edge, Polyline

SIR :

GDF :

Les objets formant la géométrie

L'information géométrique n'est en réalité pas contenue dans l'objet Géométrie mais par les éléments géométriques. L'objet Géométrie regroupe un ensemble de segments géométriques, qui sont eux-mêmes constitués d'éléments géométriques.

Les formes géométriques décrites par les éléments géométriques sont le point, la droite, le cercle, la clothoïde et la spline.

De la même manière que dans le SIR, l'information géométrique n'est pas directement contenue dans le Road Elements de GDF mais par les éléments qui le composent au niveau 0 : les Edges ou les Polylines suivant le mode de topologie appliqué aux données.

Les formes décrites par les Edges ou Polylines sont uniquement constituées de lignes brisées dont les coordonnées des sommets sont connues. Les formes décrites par les Edges ou Polylines sont moins précises que celles prévues dans le SIR, mais peuvent quand même y être transférées.

Géométrie de représentation

Un axe discontinu peut être découpé en plusieurs segments d'axes. Mais dans la plupart des cas un axe est composé d'un seul segment d'axe.

Un segment d'axe peut être représenté par différentes géométries (de référence, de base et de représentation).

Les données GDF peuvent être utilisées comme géométrie de représentation vu que les critères de qualité de la navigation ne sont pas suffisants pour répondre aux exigences d'une géométrie de base.

Segments géométriques vs Road Element / Road

Une géométrie est valable pour la totalité d'un segment d'axe et peut être découpée, si elle présente des lacunes, en plusieurs segments géométriques.

Le Road Element représente une fraction d'un axe de route, mais le découpage ne correspond pas à celui des segments géométriques. Les ruptures sont situées au niveau des intersections routières ou aux changements d'attributs. Néanmoins, on peut reconstituer un segment géométrique par agrégation de plusieurs Road Elements.

En ce qui concerne l'objet Road, il ne représente pas une route au sens courant du terme. Road est un objet du niveau 2 regroupant un ou plusieurs Road Elements situés entre deux intersections (ex : regroupement de deux Road Elements représentant deux chaussées séparées entre deux échangeurs d'une autoroute). Un Road ne concerne donc qu'une portion de l'axe routier. L'objet Road ne peut pas être utilisé pour reconstituer une géométrie ou un segment géométrique car dans le SIR les chaussées séparées doivent être considérées comme deux axes distincts.

SIR :

GDF :

Système de repérage spatial planaire

Le système de repérage spatial planaire utilisés dans le SIR est CH1903 (MN03).

Les données GDF de Tele Atlas sont représentées en WGS84. On peut transformer les données d'un système de coordonnées dans un autre à l'aide de paramètres. La projection suisse est également appliquée pour obtenir des coordonnées nationales (X, Y).

Certaines parties du réseau routier ne sont pas modélisées de la même manière selon le SIR et GDF (voir l'annexe 5 "Cas particuliers : formes du réseau routier") :

SIR :

GDF :

Position de l'axe par rapport à la chaussée

Chaque axe d'une route à chaussées séparées est représenté sur le côté gauche selon le sens de circulation. Pour les chaussées simples, l'axe est représenté au milieu de la chaussée.

Les axes sont représentés au centre des chaussées. Pour les chaussées simples, l'axe est représenté au milieu de la chaussée.

Extrémités d'une bretelle

Une bretelle n'est pas connectée directement à un axe de route, mais se termine sur le bord de la chaussée.

Une bretelle est directement connectée à un axe par une Junction. Elle se termine sur l'axe au niveau de la Junction.

Début et fin d'axe

Lorsqu'un axe se termine au niveau d'une intersection, il est prolongé jusqu'au bord de route situé de l'autre côté de l'axe qu'il joint.

Lorsqu'un axe se termine au niveau d'une intersection, il est connecté à l'axe qu'il joint par une Junction et n'est pas prolongé plus loin.

Découpage de la géométrie

Les segments géométriques ne sont pas coupés au niveau d'une intersection. Ils ne sont pas connectés. Dans le SRB, les axes sont connectés par des nœuds mais ils n'ont pas de propriétés géométriques.

Au niveau d'une intersection, il y a toujours une Junction joignant plusieurs Road Elements sauf dans le cas d'un croisement à niveaux séparés.

Rondpoints

La boucle d'un rondpoint est modélisée par un segment d'axe.

La boucle d'un rondpoint est modélisée par une succession de Road Elements, découpés au niveau de chaque connexion de route.

C. Les objets de la topologie

SIR	GDF
Nœud	Junction
Lieu de nœud	Intersection
	Interchange
	Roundabout
	Entry Point of Service (Grade separate Crossing)
(Axe)	Road Element
Tronçon élémentaire	Road

SIR :

GDF :

Nœuds simples vs Junctions et Entry Point of Service

Les nœuds constituent la base de la topologie du SIR. Ils sont situés à l'intersection de plusieurs axes (nœuds de circulation simples et complexes), à l'intersection d'un axe avec une limite de souveraineté (nœud de limite de souveraineté) ou à la fin d'un tronçon de réseau métier (nœud de gestion). Lorsqu'un nœud exprime une connexion entre plusieurs axes, il y a autant de lieux de nœud que d'axes. Dans le cas des nœuds de limite de souveraineté ou de gestion, le nœud est situé sur un seul axe, il n'y a donc qu'un seul nœud.

Une Junction (niveau 1) peut être située sur une intersection, une limite administrative ou au niveau d'un changement d'attribut. La notion de lieu de nœud n'existe pas, mais un Road Element fait référence à une Junction de début et une Junction de fin ainsi une Junction peut être reliée à plusieurs Road Elements appartenant à un ou plusieurs axes.

Les nœuds simples du SIR et les Junctions de GDF sont donc compatibles.

L'objet Entry Point of Service indique la position d'un service le long d'un axe routier, il peut correspondre à certains nœuds de gestion du SIR.

Nœuds simples et complexes vs Intersections, Interchange et Roundabout

Un nœud complexe regroupe plusieurs nœuds simples et/ou complexes (ex : au niveau d'un échangeur).

Au niveau 2, les intersections entre les axes de routes sont modélisées par les objets complexes : Intersection, Interchange et Roundabout. Ces trois objets du niveau 2 pourraient correspondre aux nœuds complexes du SIR. Cependant ils sont composés au niveau 1 soit d'une seule Junction (Intersection simples) soit de plusieurs Junctions et Road Elements.

La définition des nœuds complexes n'est pas compatible avec celle des Intersections, Interchanges et Roundabouts car un nœud complexe n'englobe pas de segments d'axe mais seulement des nœuds simples et/ou complexes. De plus les Intersections ne sont pas hiérarchiques contrairement aux nœuds. L'espace routier recouvert par un nœud ne coïncide pas systématiquement avec celui des intersections (voir exemple ci-après). Cependant, après un certain nombre de traitements, on peut reproduire certains nœuds complexes du SIR à partir des données GDF.

SIR :

GDF :

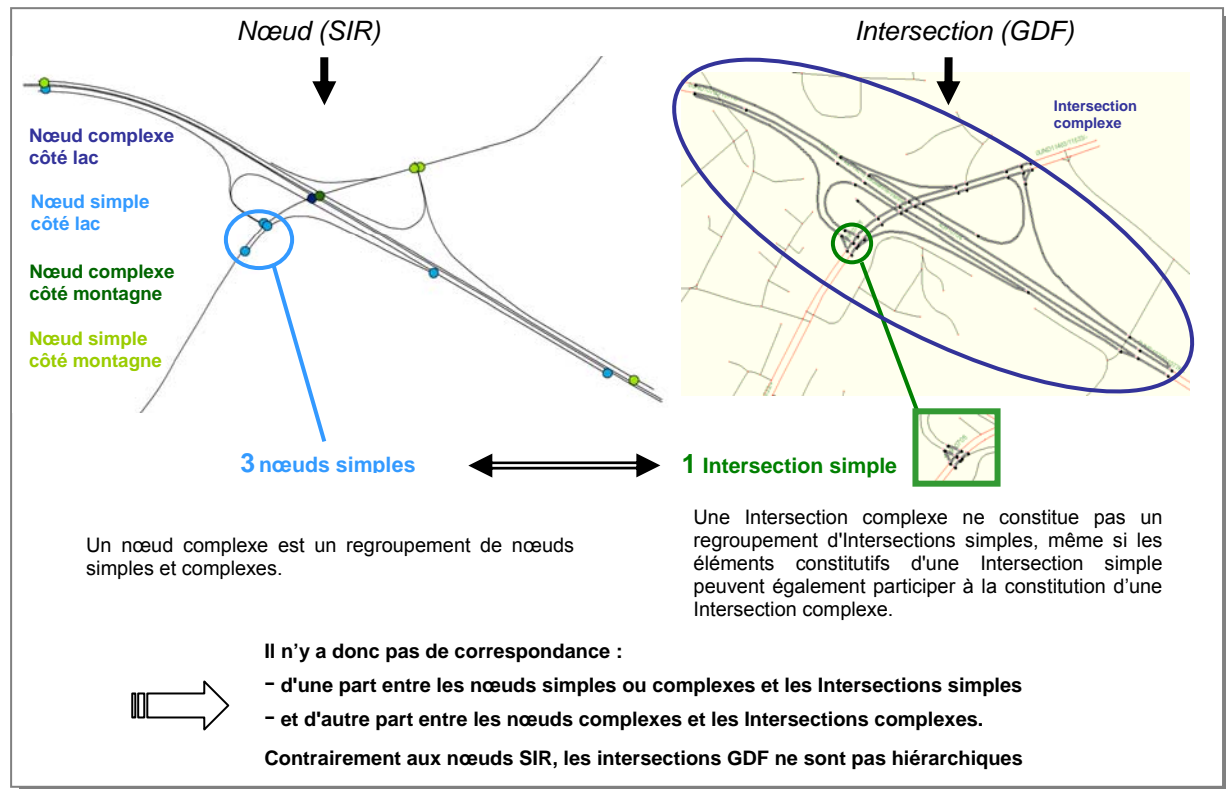


Figure 13 : Exemple du couple Nœud (SIR) – Intersection (GDF)

Croisements à niveaux séparés

Dans le SRB, les croisements à des niveaux séparés ne sont pas représentés.

Selon GDF ces croisements sont modélisés avec ou sans rupture des Road Elements là où les axes se croisent. La relation Grade Separate Crossing relie les Road Elements et/ou les Junctions à une Structure (Brunnel pour Tele Atlas) en indiquant que les axes se croisent à des niveaux différents. C'est une notion complémentaire que peut apporter GDF au SIR.

Nœuds et tronçons vs Junctions et Road Elements

Un tronçon élémentaire est une portion de segment d'axe délimitée par deux nœuds voisins.

Un tronçon (de réseau) est une portion de segment d'axe délimitée par deux nœuds non nécessairement voisins.

Au niveau 1 : un Road Element possède une Junction de début et une Junction de fin, mais ne peut pas posséder de Junctions intermédiaires. **Un Road Element est compatible avec la définition du tronçon élémentaire.** Toutefois on peut obtenir un tronçon de réseau par agrégation de plusieurs Road Elements consécutifs.

Topologie et généralisation

Lorsqu'une approche globale du réseau est nécessaire, les nœuds complexes du SIR peuvent être utilisés pour définir une topologie généralisée compatible avec celle du niveau 2 de GDF.

Au niveau 2, la topologie est identique à celle du niveau 1 : Une Road possède une Intersection de début et une Intersection de fin. Elle ne possède pas d'intersections intermédiaires mais peut posséder des Junctions intermédiaires. Cependant une Road n'est pas compatible avec un tronçon car elle peut regrouper des Road Elements de deux chaussées séparées.

D. Les informations thématiques

SIR	GDF
Réseau métier Type de réseau	Aggregated Way
Tronçon Section	Road Element : Attributs simples, composites, restreints et segmentés
Jonction	Centre Point of Feature

SIR :

GDF :

Réseaux métiers vs Aggregated Ways

Les réseaux métiers du SIR servent à la classification des routes selon les besoins spécifiques des gestionnaires de la route. Les réseaux métiers regroupent des portions du réseau routier situés entre des nœuds : réseau de tronçons ou entre des lieux : réseau de sections. Seuls les réseaux de tronçons suivent des règles topologiques.

Aggregated Way est un objet de niveau 2 défini par l'utilisateur pour regrouper un ensemble de Road Elements et éventuellement de Junctions qui partagent des caractéristiques communes. Les Aggregated Ways n'ont pas de topologie ce qui signifie qu'ils ne sont pas nécessairement connectés entre eux et ne forment pas nécessairement un réseau complet. **Aggregated Way correspond à un réseau de sections.**

Tronçons de réseau vs attributs des Road Elements

Nous avons vu que la topologie des Road Elements correspond à celle des tronçons élémentaires et qu'à partir de l'agrégation de Road Elements consécutifs, il est possible de recréer des tronçons de réseau. Le facteur d'agrégation correspond au type du réseau : par exemple agrégation des Road Elements consécutifs dont l'attribut limitation de vitesse possède la même valeur.

Les Road Elements sont qualifiés par différents types d'attributs : les attributs simples, composites ou restreints valables sur toute la longueur du Road Element. Deux Road Elements successifs possèdent un nombre d'attributs et des valeurs d'attributs distincts. On peut décomposer le Road Element selon chacun de ses attributs. Tous les segments possédant le même attribut peuvent faire partie d'un même réseau métier au sens SIR. Et tous les segments consécutifs possédant la même valeur peuvent être fusionnés pour former un tronçon.

Les réseaux peuvent être hiérarchiques.

Sections vs attributs segmentés

Les réseaux de sections sont composés de sections : portions de segment d'axe délimitées par deux lieux. Cette notion de lieu à lieu correspond à la notion d'attribut segmenté de GDF.

Les attributs segmentés sont valables entre deux positions le long d'un Road Element et peuvent être exploités pour les réseaux de sections. Cependant, même les attributs non segmentés peuvent être utilisés pour former des réseaux de section afin d'éviter de multiplier les nœuds de gestion.

Jonction vs Centre Point of Feature

Une jonction est un ensemble de nœuds simples et complexes au niveau d'une jonction d'autoroute. Un nœud ne peut appartenir qu'à une seule jonction. Tandis que les nœuds simples ou complexes ont un lien direct avec les axes par leurs lieux de nœuds, les jonctions n'ont pas de lien direct avec le système de repérage spatial de base et ne possèdent pas de rôle topologique.

Au niveau 1, l'objet Centre Point of Feature est un point qui représente au niveau 2 le centre d'une Intersection de type Freeway (intersection d'autoroute ou jonction) par l'intermédiaire d'une relation. Tout comme la jonction SIR, le Centre Point of Feature n'a pas de fonction topologique. On pourrait associer le Centre Point of Feature de GDF à la jonction du SIR.

5 POTENTIEL DE COUPLAGE DES DONNEES GDF AVEC LES DONNEES DU SIR

Dans le chapitre précédant, nous avons mis en évidence les points de compatibilités entre les méthodes de modélisation proposées par les normes VSS et ISO-GDF. A partir de ces constats, nous allons proposer quelques concepts de couplage pour obtenir des données de type SIR à partir des données GDF.

Tout au long de ce chapitre les concepts de transformation des données sont illustrés par des diagrammes dont le formalisme est présenté par la figure suivante.

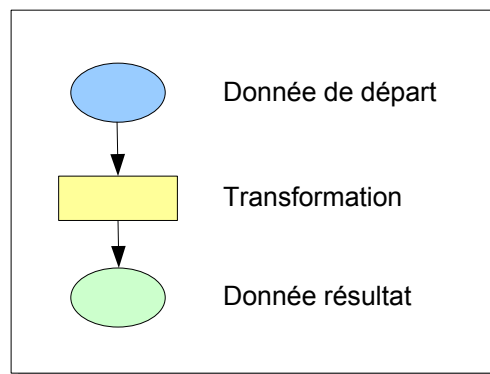


Figure 14 : Légende pour les diagrammes de transformation de données

Les outils choisis pour tester une grande partie des mécanismes de couplage proposés dans ce chapitre sont FME Workbench (Feature Manipulation Engine de Safe Software [13] : collection d'outils pour l'extraction, la transformation et la conversion de données spatiales et le module d'extraction des données au format GDF [14]) et ArcGIS (logiciel SIG d'Esri [3] et en particulier les fonctions de Linear Referencing [4]). L'échantillon de données au format ".gdf" est extrait du produit Multinet™ ([57] à [64]) de Tele Atlas et visualisables grâce au GDF Viewer [55] de la même société. Le territoire d'étude s'étend sur la ville de Lausanne.

5.1 Construction de la topologie

Objet SIR à créer	Objets GDF utilisés	Commentaires
Nœud	Junction Intersection Road Element de type "Part of a Roundabout" Entry Point of Service	Interchange et Roundabout n'existent pas dans les données de Tele Atlas. Grade Separated Crossing pourrait être utilisé pour reproduire les TRN de Mistra mais n'a pas été étudié ici.
Lieu de nœud		Produit à partir des nœuds et des axes issus des données GDF
Tronçon élémentaire	Road Element	

Les nœuds du SIR, peuvent être des nœuds de circulation, des nœuds de gestion ou des nœuds de limite de souveraineté. Afin d'étudier correctement les possibilités de couplage entre les données SIR et GDF, il est préférable de traiter ces différentes catégories séparément.

A. Nœuds de circulation

Conceptuellement, les nœuds de circulation du SIR peuvent être recréés à partir des objets GDF Junctions, Intersections, Interchanges et Roundabouts. Cependant dans les données de Tele Atlas, les Interchanges et Roundabouts n'existent pas. En fait Interchange est considéré comme un type d'Intersection et l'objet Roundabout peut être recréé à partir des Road Elements de type "Part of a Roundabout". Quant aux Intersections, nous avons vu dans l'étude de compatibilité, qu'elles ne se superposent pas exactement aux nœuds complexes. Le couple nœud SIR / Junction GDF possède donc le potentiel de couplage le plus élevé.

Nœuds simples

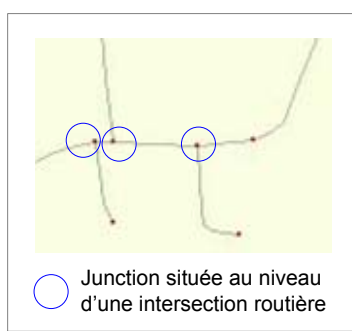


Figure 15 : Nœud simple : Junction reliée à plus de 2 RE

Les nœuds de circulation simples sont situés à l'intersection de plusieurs routes, ils correspondent donc aux Junctions GDF joignant plus de 2 Road Elements (RE). Le rattachement des Junctions aux Road Elements n'est pas stocké dans la table des Junctions par contre les Road Elements possèdent une Junction de début et une Junction de fin. Nous allons donc utiliser la table des Road Elements pour sélectionner ces Junctions.

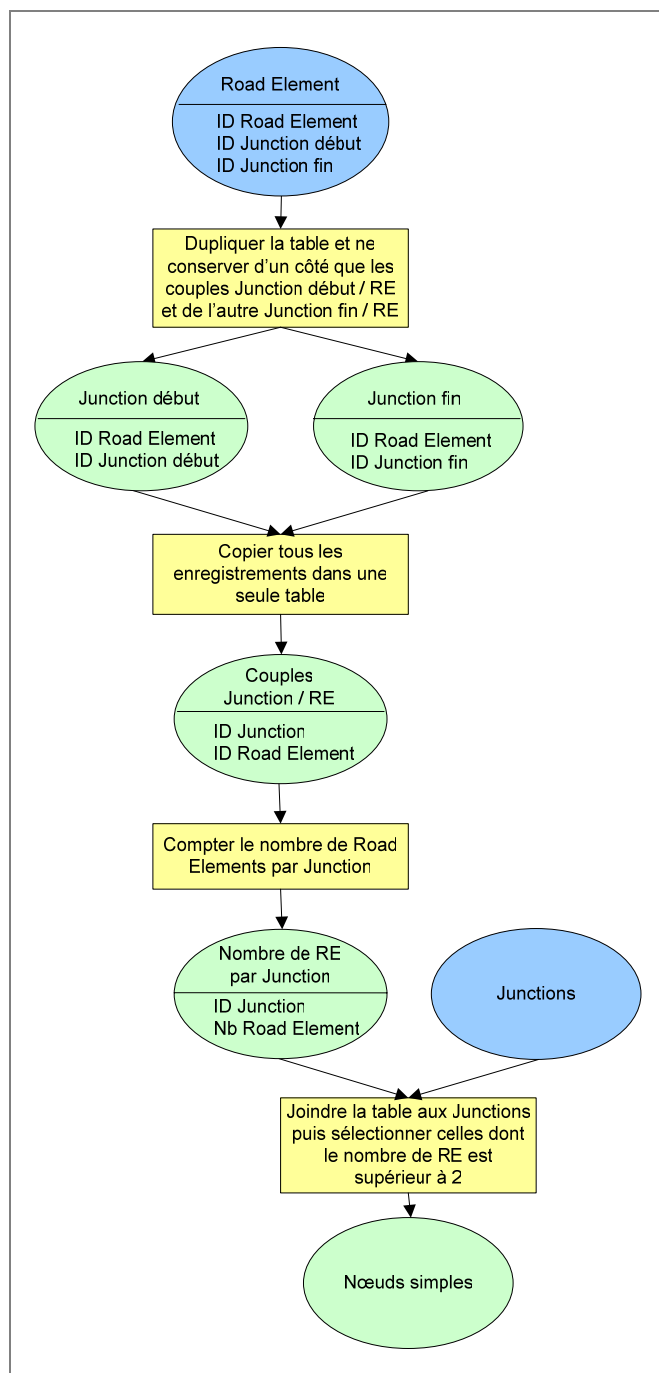


Figure 16 : Création de nœuds simples SIR à partir des Junctions GDF

Les attributs des nœuds, selon la norme VSS SN 640 914 [42], ont les suivants :

OBLIGATOIRE :

- Clé étrangère type du nœud (divers types de nœuds de circulation, nœuds de limite de souveraineté ou nœuds de gestion)
- Clé d'identification du nœud
- Clé étrangère du nœud complexe supérieur le cas échéant.

OPTIONNEL :

- Nom usuel du nœud
- Le cas échéant : clé étrangère de la jonction à laquelle il appartient
- Nombre de niveaux pour le cas d'un nœud complexe
- Coordonnées approximatives (coord. nationales) pour la représentation graphique.

La clé étrangère du type de nœud est constituée par une suite de qualificatifs issus de 5 groupes (Cf. figure suivante) permettant une dénomination standardisée et structurée des nœuds.

Exemple : CCDI4 = nœud de circulation – complexe – intersection diagonale – à 4 branches.

1	A001	ART	NAT	Nature
	<u>Ség.</u>	<u>Abrév.</u>	<u>Texte élémentaire</u>	
	1	S	Limite de souveraineté	
	2	C	Noeud de circulation	
	3	G	Noeud de gestion	
	4	P	Noeud de projet	
	5	Y	Autre noeud	
2	A001	COMP	COMP	Complexité
		<u>Ség.</u>	<u>Abrév.</u>	<u>Texte élémentaire</u>
		1	S	Simple
		2	C	Complexe
		3	X	Inconnu
3	A001	FRM	FORM	Forme géométrique
		<u>Ség.</u>	<u>Abrév.</u>	<u>Texte élémentaire</u>
		1	NI	Noeud interméd.(sans intersect.)
		2	PE	Intersection perpendiculaire
		3	DI	Intersection diagonale
		4	PA	Intersection parallèle
		5	GI	Giratoire
		6	NF	Noeud fin
		7	XX	Inconnue
4	A001	TREG	MREG	Mode de régulation
		<u>Ség.</u>	<u>Abrév.</u>	<u>Texte élémentaire</u>
		1	N	Sans signalisation
		2	S	Avec signalisation verticale
		3	R	Avec ISL
		4	X	Inconnu
5	A001	JUNC	BRAN	Nombre de branches
		<u>Ség.</u>	<u>Abrév.</u>	<u>Texte élémentaire</u>
		1	3	3
		2	4	4
		3	5	5 et plus
		4	X	Inconnu

Figure 17 : Extrait du catalogue de texte TYPE DE NŒUD de STRADA

Les nœuds que nous venons de reconstituer sont du type : nœud de circulation, simple, de forme inconnue, de signalisation inconnue à n branches : CSXXXn, où n représente le nombre de Road Elements reliés à la Junction.

La clé d'identification du nœud doit être établie selon les règles habituelles, nous n'entrerons pas dans les détails de sa constitution.

S'il existe un nœud complexe au dessus du nœud simple, la clé du nœud complexe doit lui être associée. Les paragraphes suivants exposent la manière de reconstituer certains nœuds complexes.

Nœuds simples de fin

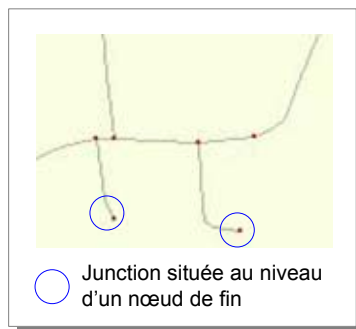


Figure 18 : Nœuds de fin : Junctions reliées à 1 Road Element

Les nœuds de fin (CSNFX) sont des nœuds de circulation situés au bout d'une route (voie sans issue). Ils sont donc représentés par des Junctions reliées à un seul Road Element et ne doivent pas être confondus avec l'arrêt artificiel des routes provoqué par le franchissement d'une limite administrative (bordure de zone d'étude).

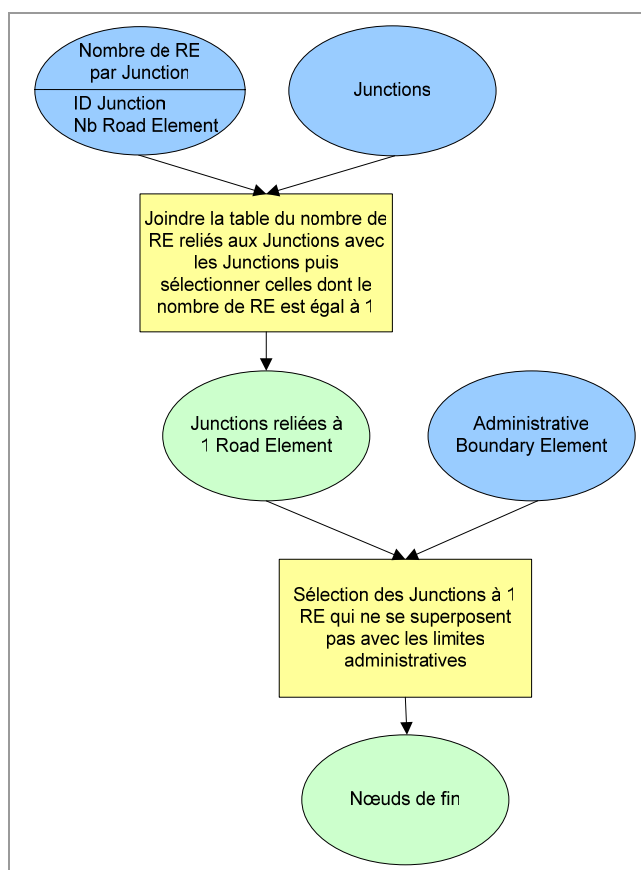


Figure 19 : Création de nœuds simples de fin SIR à partir de Junctions GDF

On peut ensuite ajouter les nœuds de fin aux nœuds simples car tous les types de nœuds sont stockés ensemble dans le SIR.

Nœuds complexes jonctions plurielles

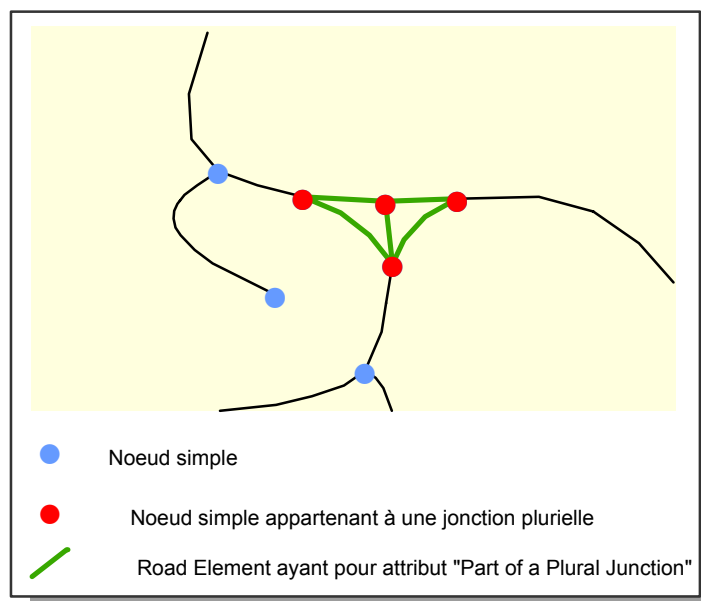


Figure 20 : Intersection de type jonction plurielle

Comme nous l'avons vu lors de l'étude de compatibilité, nous ne pouvons pas utiliser systématiquement les intersections de GDF pour recréer des nœuds complexes.

Nous pouvons toutefois créer des nœuds complexes à partir des données GDF, au niveau des jonctions plurielles¹ bien que de tels nœuds complexes n'existent pas dans le SIR (Cf. Figure 17 : Extrait du catalogue de texte TYPE DE NŒUD de STRADA). Dans les données de GDF, cette information n'est pas contenue dans le type de l'intersection, mais comme attribut des Road Elements ("Part of a Plural Junction"). D'ailleurs, il n'existe pas systématiquement d'Intersection GDF au niveau des Junctions plurielles.

Il s'agit de regrouper les nœuds simples situés sur les Road Elements ayant pour attribut "Part of a Plural Junction" pour former un nœud complexe de jonction plurielle.

¹ Terme traduit de l'anglais "Plural Junction" employé dans les données GDF et désignant une intersection avec division de la chaussée ; synonyme : jonction multiple

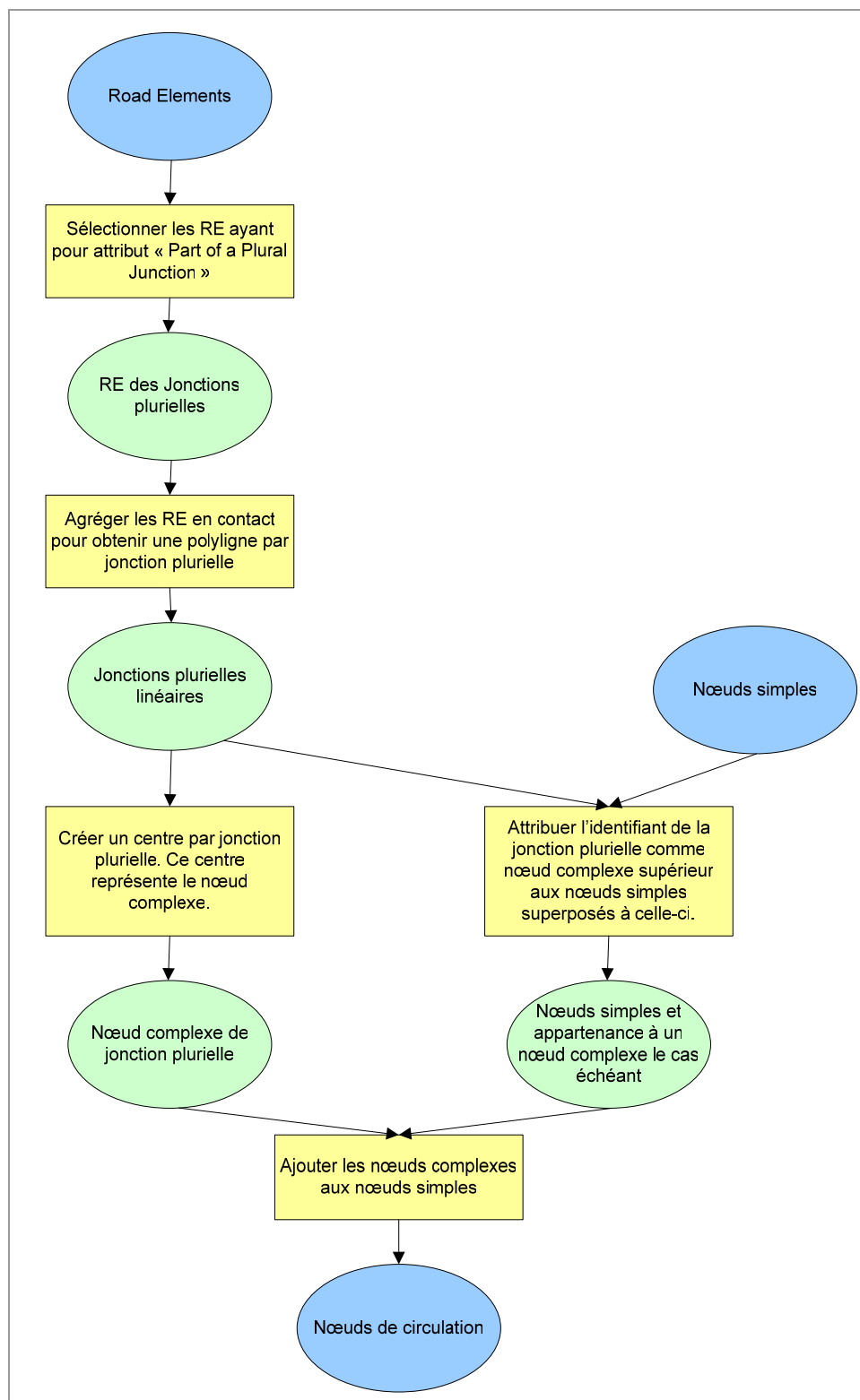


Figure 21: Création des nœuds complexes de type jonction plurielle

Le type d'un nœud complexe de jonction plurielle est CCJPXX (nœud de circulation complexe, de forme géométrique jonction plurielle, de mode de régulation et d'un nombre de branches inconnu). (Figure 16)

Nœuds complexes giratoires

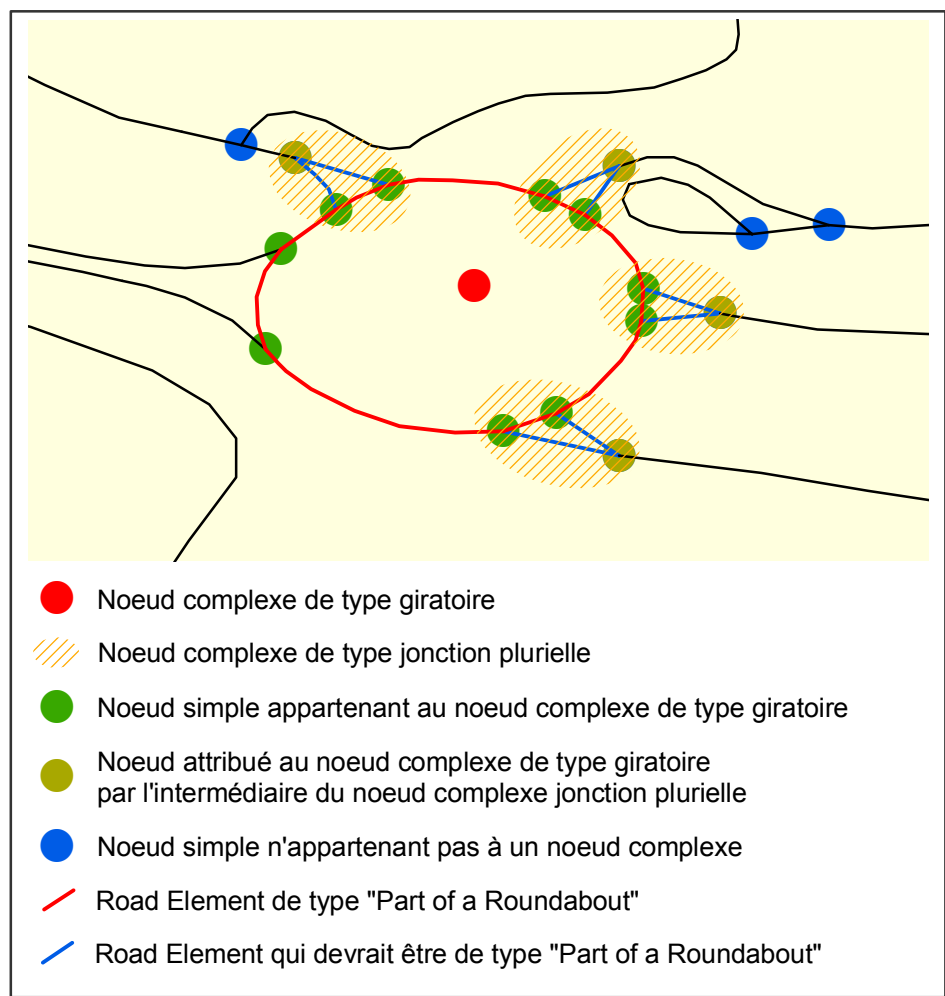


Figure 22 : Rondpoint de la Maladière

Selon la norme ISO-GDF, un rondpoint peut être représenté au niveau 2 de deux façons différentes :

- le rondpoint en entier est vu comme une unité et forme l'objet complexe Roundabout, dans ce cas il est constitué au niveau 1 de tous les Road Elements et Junctions formant la boucle plus tous ceux appartenant à chaque intersection le long de la boucle (Ce mode de représentation des rondpoints n'est pas celui utilisé dans les données de Tele Atlas. Les RE en rouge et en bleu sur la figure 8 seraient regroupés au niveau 2 dans un objet complexe Roundabout).
- Le rondpoint peut être représenté au niveau 2 d'une manière plus fonctionnelle par une intersection à chacune de ses connexions avec une route. C'est le mode de représentation choisi par Tele Atlas. Le rondpoint de la Figure 22 est représenté au niveau 2 par cinq intersections reliées par des Roads. Quatre d'entre elles sont formées par trois Junctions, deux RE bleu (de type : Part of a Plural Junction) et un RE rouge (de type : Part of a Roundabout) que nous avons regroupés dans les nœuds complexes de type jonction plurielle. La cinquième intersection est composée des deux Junctions restantes et du RE les reliant.

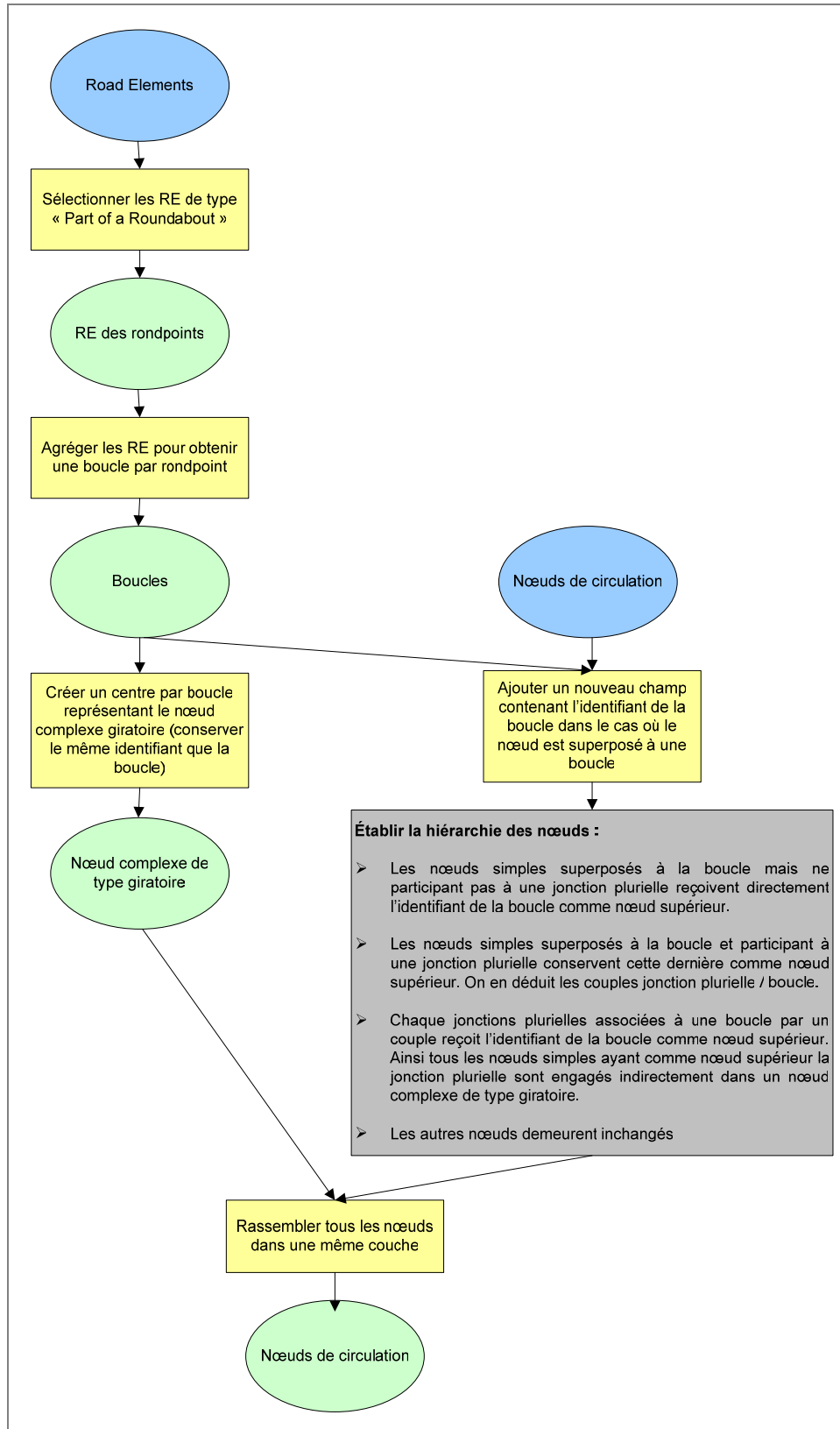


Figure 23 : Création des nœuds complexes de type giratoire

La figure suivante illustre la hiérarchie que nous avons choisie pour les nœuds composant les ronds-points.

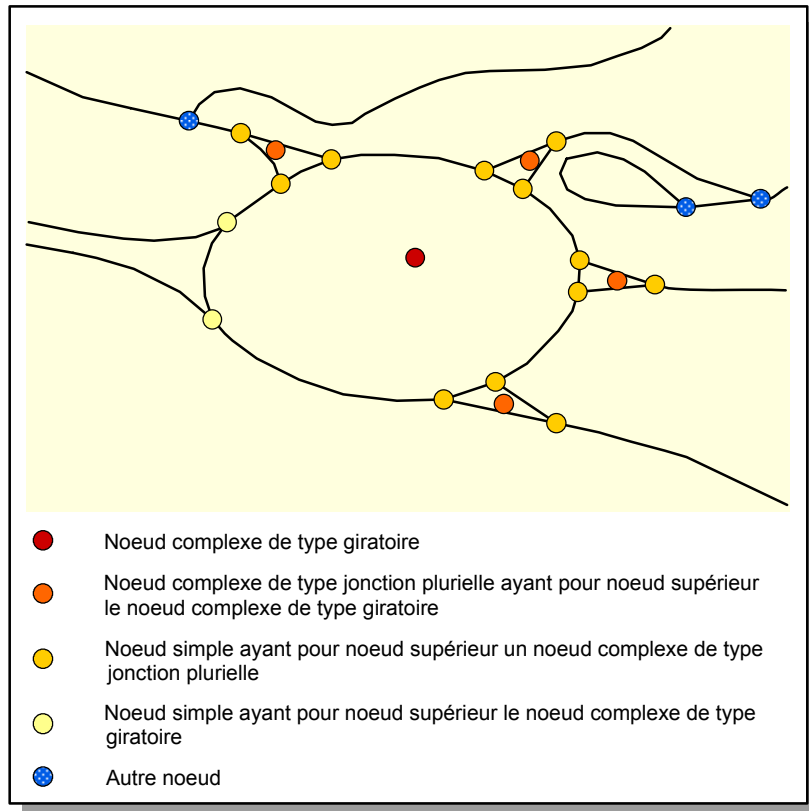


Figure 24 : Hiérarchie des nœuds dans un rond-point

Le type d'un nœud complexe giratoire est CCGIXn (Nœud de circulation, complexe, giratoire, mode de régulation inconnu, à n branches). Le nombre de branches d'un giratoire représente le nombre d'axes de route qui lui sont connectés (Exemple Figure 24 : 6 branches).

Résultats obtenus sur un échantillon de données

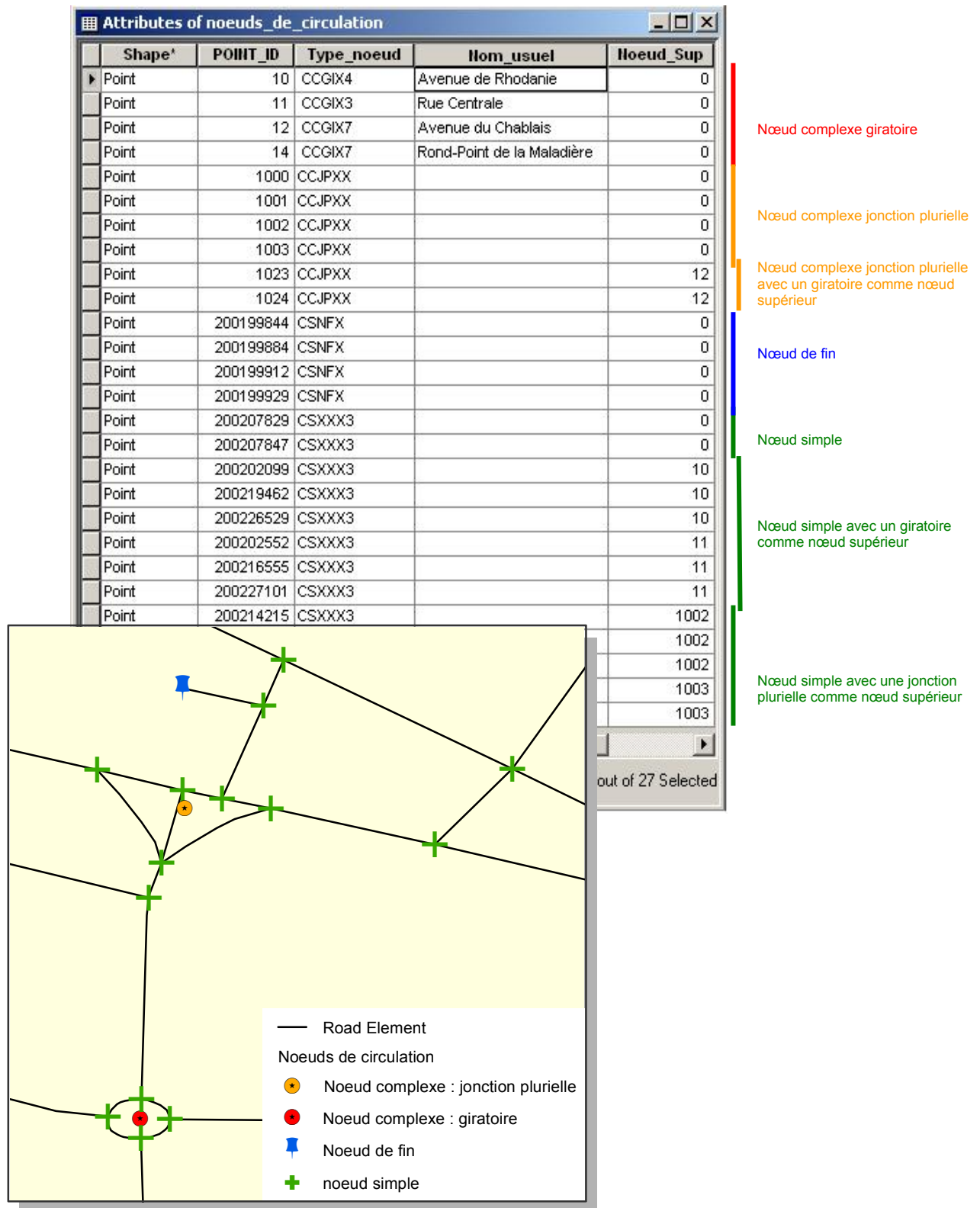


Figure 25 : Nœuds de circulation produits à partir des données GDF

Le SIR ne considère, à l'heure actuelle, que les autoroutes et les routes cantonales tandis que GDF représente toutes les catégories de routes. En complétant le SIR avec les routes de catégories inférieures, il faut également ajouter les nœuds de circulation correspondants. Les nœuds existant dans le SIR peuvent alors être modifiés soit par la connexion d'une route de catégorie inférieure soit par ajout de détails plus fins dans le découpage des bretelles de l'intersection.

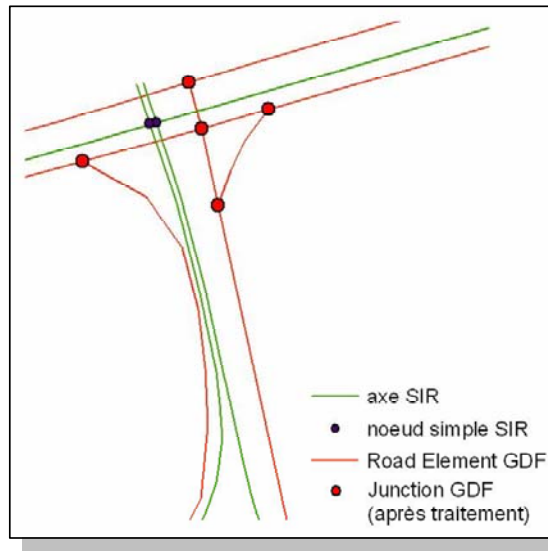


Figure 26 : Niveau de détail plus fin dans la représentation selon GDF : ajout d'une bretelle et d'un segment de route indiquant la possibilité de franchir des voies séparées.

Dès lors, il faut être capable d'identifier un nœud créé à partir des données GDF au nœud du SIR correspondant, pour le mettre à jour. On pourrait procéder par comparaison de la combinaison d'axes contenus dans la liste des lieux de nœuds rattachés à un nœud.

B. Nœuds de gestion

Des nœuds de gestion peuvent être créés pour limiter des tronçons de réseaux métiers. Ils symbolisent un changement de valeur pour une propriété le long de l'axe. Cependant le nombre de nœuds doit être maintenu bas et dans la plupart des cas, lorsque les tronçons de réseau ne se terminent pas sur un nœud existant (nœud de circulation ou nœud de limite de souveraineté) on choisira d'utiliser un réseau de section qui ne nécessite pas la création de nœuds, en effet, les sections sont définies de lieu à lieu.

(Voir chapitre 5.4A, paragraphe : création d'un réseau de tronçons)

C. Nœuds de limite de souveraineté

Les nœuds de limite de souveraineté sont situés le long des axes au niveau du franchissement des frontières communales.

Dans les données de Tele Atlas, les RE sont découpés au niveau des limites administratives et une Junction marque cet emplacement.

Pour produire des nœuds de limite de souveraineté, il faut sélectionner les Junctions superposées aux limites administratives. On peut ensuite retrouver à quel axe elles appartiennent, soit par l'intermédiaire de la table des RE où elles figurent comme Junction de début ou comme Junction de fin, soit par jointure spatiale (12) avec les axes produits à partir des données de Tele Atlas.

D. Lieux de nœud

Lorsqu'un nœud se trouve au croisement de plusieurs axes, autant de lieux de nœud que d'axes sont nécessaires pour localiser le nœud dans le SRB. Chacun des lieux de nœud fait référence à un des axes, le point de repère précédent le nœud et la distance à laquelle il se trouve depuis ce point de repère le long de l'axe dans le SRB. Par l'intermédiaire des lieux de nœud on peut retrouver toutes les routes passant par un nœud.

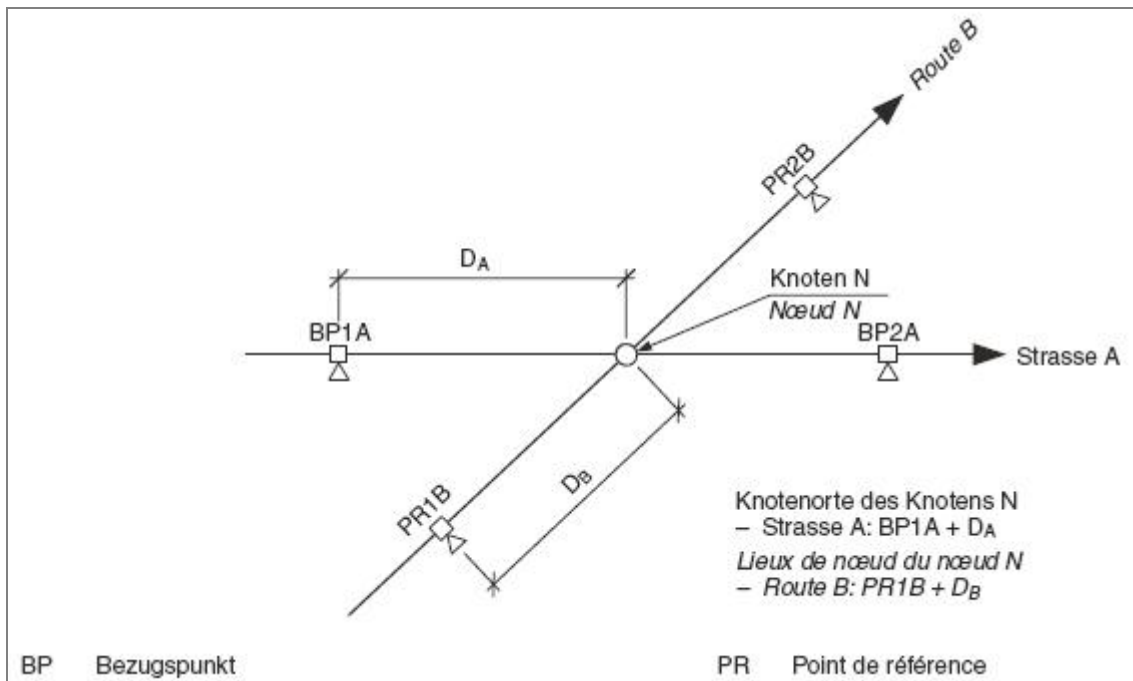


Figure 27 : Localisation d'un nœud dans le SRB (SN 640 914)

Pour faire la distinction entre les nœuds d'origine du SIR et les nœuds produit à partir des données GDF, nous emploierons dans ce chapitre les termes "nœud SIR" et respectivement "nœud GDF".

Lieux des nœuds de circulation simples

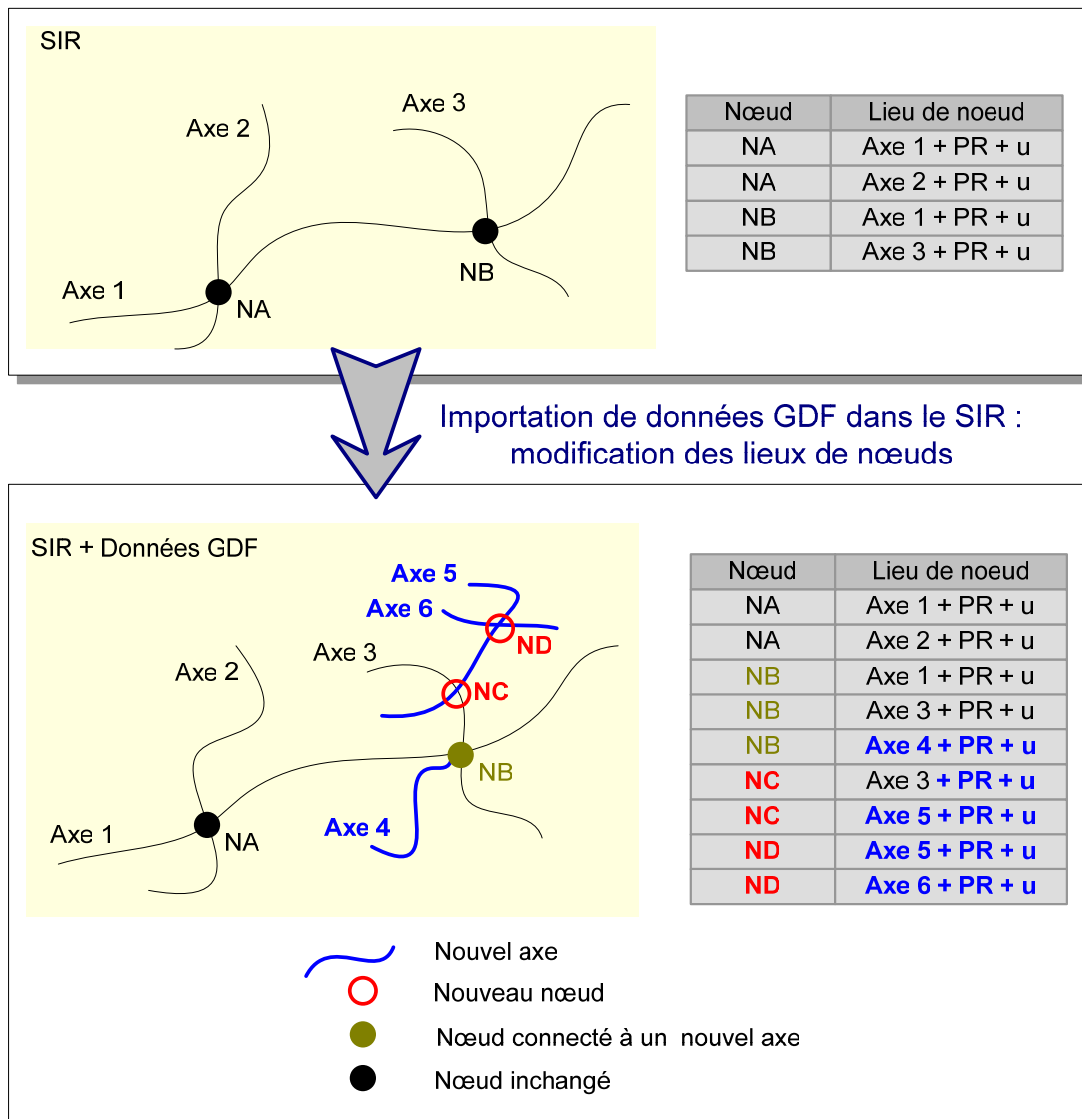


Figure 28 : Modification des lieux de nœud lors de l'importation de données GDF dans le SIR

Lors de l'import des données GDF dans le SIR, quatre cas de figure se présentent :

- **Cas A** : Le nœud GDF existe dans le SIR et est relié aux mêmes axes. Eventuellement les propriétés du nœud ont été modifiées, par exemple par ajout d'un nœud complexe supérieur.
- **Cas B** : Le nœud GDF existe dans le SIR mais est relié à un nombre supérieur d'axes. Ce cas se produit lorsqu'une route secondaire est connectée au nœud mais n'est pas prise en compte dans le SIR.
- **Cas C** : Le nœud GDF est nouveau et relié à un axe du SIR.
- **Cas D** : Le nœud GDF est nouveau et relié exclusivement à de nouveaux axes.

Les étapes suivantes permettent d'établir la correspondance entre un nœud GDF et un nœud SIR.

- La liaison entre le nœud GDF et les axes auxquels il est relié est déduite de la table des couples Junction / RE. La Junction sert à créer le nœud et les RE sont utilisés pour créer les axes.
- Grâce aux lieux de nœud du SIR on peut retrouver la liaison entre le nœud SIR et les axes.
- Puis on met en évidence la correspondance entre un nœud SIR et un nœud GDF par comparaison de la combinaison d'axes auxquels ils sont associés. Deux nœuds possédant la même combinaison d'axes sont similaires. La correspondance peut être complète (mêmes axes) ou partielle (au moins deux axes identiques + un des nouveaux axes créés à partir des données GDF).

Nœud GDF	Axe GDF		Axe SIR	Nœud SIR
GDF NA	GDF axe 1	↔	SIR axe 1	SIR NA
GDF NA	GDF axe 2	↔	SIR axe 2	SIR NA
GDF NB	GDF axe 1	↔	SIR axe 1	SIR NB
GDF NB	GDF axe 3	↔	SIR axe 3	SIR NB
GDF NB	GDF axe 4	↔	∅	∅

Tableau 2 : Association nœud GDF / nœud SIR par l'intermédiaire des lieux de nœud

Une fois cette association effectuée, on peut déterminer à quel cas (A, B, C ou D) appartient le nœud GDF. Pour l'importation des données GDF dans le SIR chacun de ces cas doit être traité séparément.

Cas A : Si les deux nœuds sont connectés aux mêmes axes (ex : nœud GDF NA et nœud SIR NA de la Figure 27 : Localisation d'un nœud dans le SRB (SN 640 914)), les lieux de nœuds SIR doivent être conservés. Les données préexistantes dans le SIR sont considérées comme la référence.

Cas B : Si le nouveau nœud est connecté à un ou plusieurs axes supplémentaires (nouveaux axes), il faut lui ajouter le ou les nouveaux lieux de nœud.

- On considère la géométrie GDF comme une géométrie d'axe.
- Le facteur de calage est 1 car le SRB a été implanté à partir de cette géométrie (voir chapitre 5.3 : Construction du SRB).
- Les seuls PR que l'on connaît sont ceux des extrémités de l'axe.
- La distance est celle depuis le début de l'axe le long de la géométrie GDF ($m = u$)

Dans les deux cas A et B, le nœud SIR est conservé car son repérage linéaire est considéré comme plus précis. Par contre les attributs provenant de GDF doivent lui être transférés car ils sont plus complets (modification du nombre de branches, ajout d'un nœud complexe supérieur...).

Si aucune correspondance entre le nœud GDF et un nœud SIR n'a pu être mise en évidence, le nœud GDF appartient au cas C ou D. Il s'agit d'un nœud situé à l'intersection de plusieurs nouveaux axes (ex : nœud GDF ND) ou d'un nœud situé à l'intersection d'un axe existant et d'un ou plusieurs nouveaux axes (ex : nœud GDF NC).

Nœud GDF	Axe GDF		Axe SIR	Nœud SIR
GDF NC	GDF axe 3	↔	∅ (SIR axe 3)	∅
GDF NC	GDF axe 5	↔	∅	∅
GDF ND	GDF axe 5	↔	∅	∅
GDF ND	GDF axe 6	↔	∅	∅

Tableau 3 : Association nœud GDF / nœud SIR par l'intermédiaire des lieux de nœud

Cas C : Pour la création du lieu de nœud sur l'axe existant (Ex : GDF NC + axe 3) :

- On considère la géométrie GDF comme une géométrie d'axe.
- On cale cette géométrie sur le SRB. Le facteur de calage peut être différent de 1.
- Mesurer la longueur (m) depuis le début de l'axe le long de la géométrie GDF calée.
- Convertir la longueur (m) depuis le début de l'axe en une distance depuis le point de repère précédant le nœud (PR + u).

Pour la création des lieux de nœud sur le ou les nouveaux axes, procéder comme pour le cas B.

Cas D : Pour la création des lieux de nœud sur les nouveaux axes, se reporter au cas B.

Lieu des nœuds de circulation complexes

Tout comme les nœuds simples, les nœuds complexes sont localisés dans le SRB grâce à des lieux de nœud. Etant donné que les nœuds complexes sont utilisés pour donner une vision globale du réseau routier, le détail des voies de circulation n'a pas d'intérêt et seuls les lieux de nœuds sur les axes principaux doivent être considérés. Se reporter aux cas A, B, C ou D pour leur création.

Lieu des nœuds de limite de souveraineté et nœuds de gestion

Ces nœuds sont situés le long d'un seul axe, ils n'ont alors qu'un seul lieu de nœud. Dans la plupart des cas, les nœuds GDF sont de nouveaux nœuds : se reporter aux cas C et D pour la création de leurs lieux de nœud.

5.2 Construction de la géométrie

Objet SIR à créer	Objets GDF utilisés	Commentaires
Elément géométrique		Désagrégation des segments géométriques au niveau des vertex
Segment géométrique	Road Element (RE)	Utilisation des Road Elements, indirectement des Edges dont ils sont composés
Géométrie		Production de la géométrie à partir des segments géométriques

De manière générale, un axe routier est une entité linéaire considérée comme une unité par les gestionnaires de la route. Dans le langage courant, il s'agit d'une route identifiée par son nom. Cependant nous avons remarqué qu'il n'y a pas de correspondance exacte entre l'ensemble des Road Elements portant le même nom de route (Official Name) et les axes au sens SIR. Parfois un axe SIR recouvre plusieurs routes de noms différents selon GDF et inversement, une route GDF peut chevaucher plusieurs axes SIR. Il convient donc d'identifier les RE candidats pour former la géométrie d'un axe SIR selon d'autres critères.

Parmi les axes répertoriés dans le SIR, certains ne possèdent qu'une définition dans le SRB, d'autres possèdent également une géométrie. A partir des données GDF, il est possible de créer une nouvelle géométrie, pour ces axes, mais aussi pour les routes de catégories inférieures qui ne sont actuellement pas traitées dans le SIR. Il faudra alors créer un SRB pour les nouveaux axes.

Nous allons commencer par élaborer les concepts de création des segments géométriques pour les axes dont une géométrie existe dans le SIR, puis pour ceux ne possédant qu'un SRB et enfin pour les nouveaux axes. Une fois les segments géométriques créés, nous en déduisons les éléments géométriques ainsi que les géométries.

Lorsque l'axe est déjà décrit dans le SIR, on considère la géométrie issue des données GDF comme une géométrie de représentation (le facteur de calage sur le SRB n'est pas nécessairement =1). Par contre, pour les nouveaux axes le SRB est produit à partir de la géométrie GDF, elle est alors considérée comme une géométrie de base.

La géométrie d'un axe de route possède des caractéristiques différentes selon le type de route et les éléments de circulation parcourus. C'est pour cette raison que nous avons choisi de traiter séparément les catégories suivantes :

- autoroutes (chaussées séparées)
- chaussées simples pour les axes non-autoroutiers
- chaussées séparées pour les axes non-autoroutiers
- ronds-points
- bretelles d'intersection...

A. Segments géométriques pour les axes SIR ayant une géométrie

Autoroutes

Tout comme dans le SIR, GDF représente les autoroutes par deux axes distincts correspondant chacun à une des deux chaussées séparées, donc à un sens de circulation. Cependant dans les données GDF, les axes sont fragmentés en de nombreux Road Elements dont le sens de digitalisation n'est pas homogène. Dans un premier temps, il s'agit de sélectionner les Road Elements appartenant aux autoroutes puis d'homogénéiser leurs sens de digitalisation.

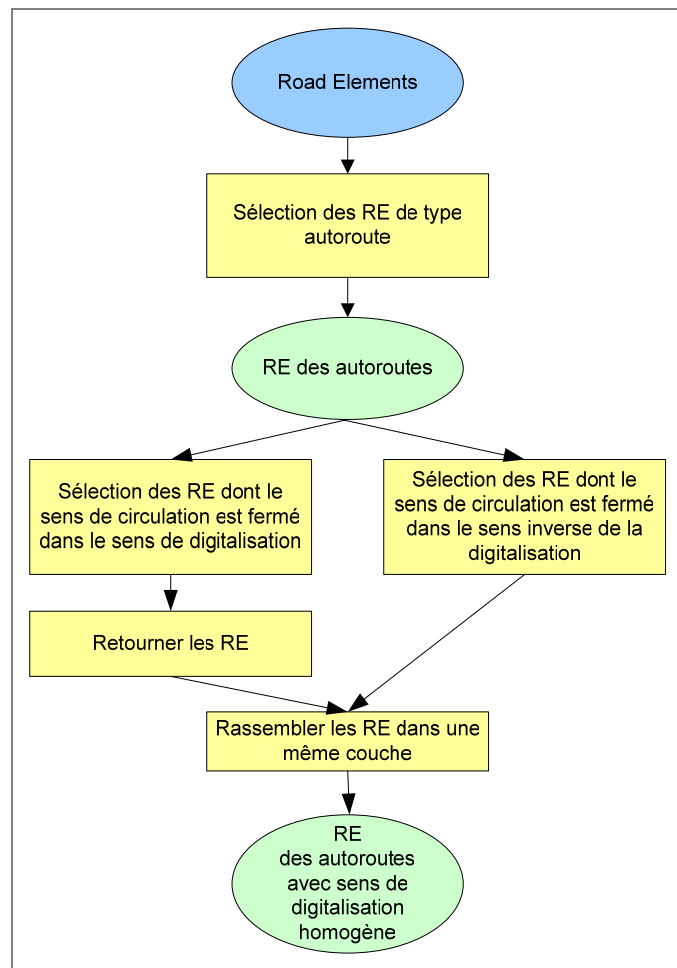


Figure 29 : Etape de sélection et d'homogénéisation du sens de digitalisation des Road Elements d'une autoroute

Les RE des autoroutes ne possèdent qu'un seul sens de circulation valide pour tous les types de véhicules. Il s'agit soit de "Direction of traffic flow = closed in positive direction" (sens de circulation fermé dans le sens de la digitalisation), soit de "Direction of traffic flow = closed in negative direction" (sens de circulation fermé dans le sens inverse de la digitalisation). Par contre, les RE des autres types de route possèdent parfois plusieurs sens de circulation applicables pour des usagers différents (circulation interdite aux poids lourds, route ouverte uniquement pour les taxis et les autobus mais fermée pour les voitures...). Nous utiliserons ces attributs lors de la création des réseaux métiers.

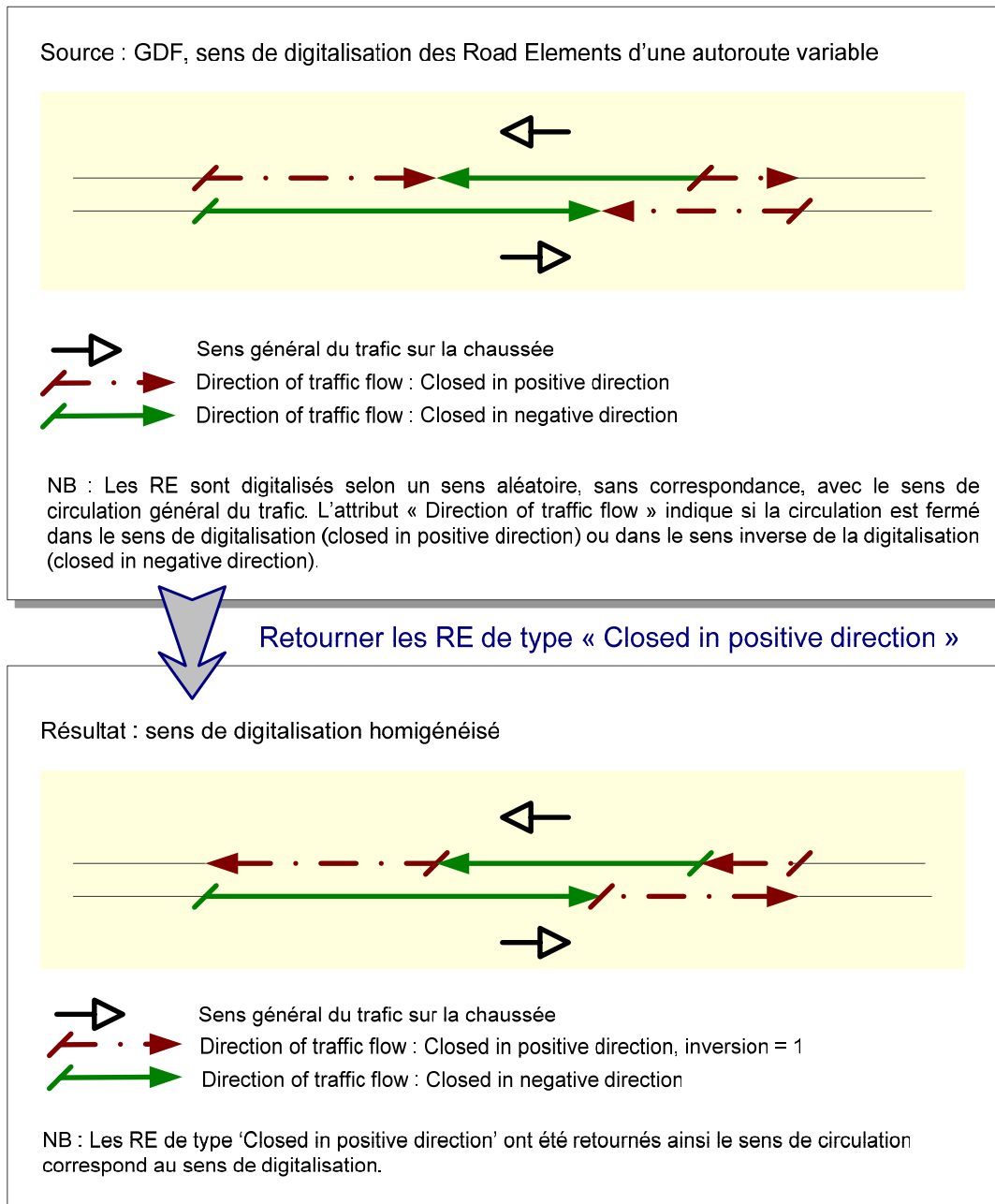


Figure 30 : Homogénéisation du sens de digitalisation des RE d'une autoroute

Après homogénéisation, le sens de digitalisation des RE des autoroutes correspond à celui de la circulation. Pour cela, bon nombre de RE ont été retournés. Il est important de savoir lesquels, pour pouvoir interpréter correctement les attributs dépendant du sens de digitalisation lors de la création des réseaux métier.

Dans un deuxième temps, il s'agit d'identifier à quel axe SIR appartiennent les Road Elements. Le diagramme suivant indique les étapes permettant d'identifier les RE aux axes du SIR.

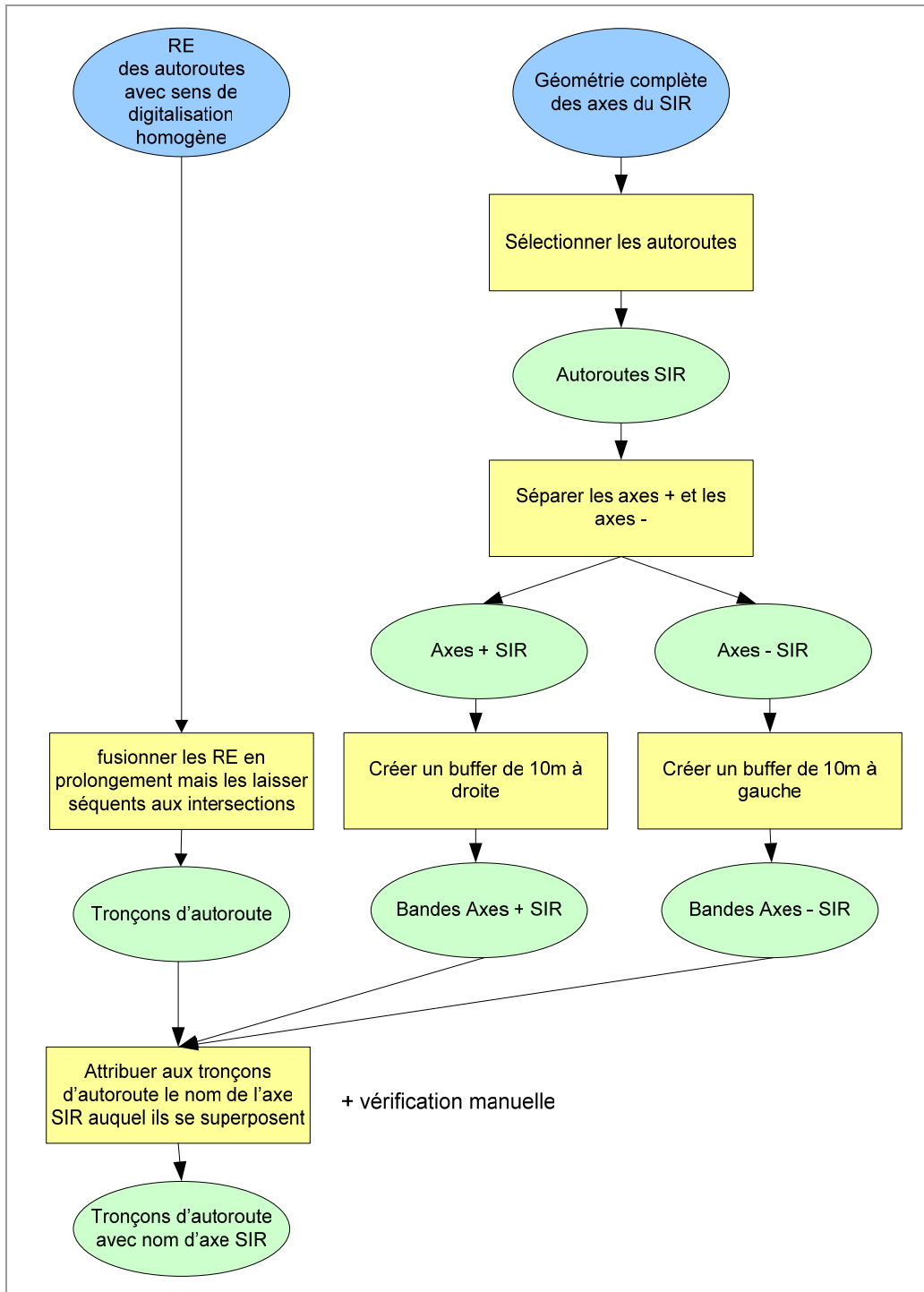


Figure 31 : Attribuer aux RE le nom de l'axe SIR auquel ils correspondent

On peut fusionner les RE qui se prolongent tout en les laissant séquents au niveau des intersections grâce à la fonction LineJoiner de FME [15]. La diminution de la fragmentation des tronçons ainsi que la création de zones tampons augmente la probabilité de superposition avec un axe SIR, compte tenu des variations de géométrie qu'il existe entre les deux modélisations. Néanmoins, des erreurs persistent lors de l'attribution du nom de l'axe SIR aux tronçons GDF et doivent être corrigées manuellement.

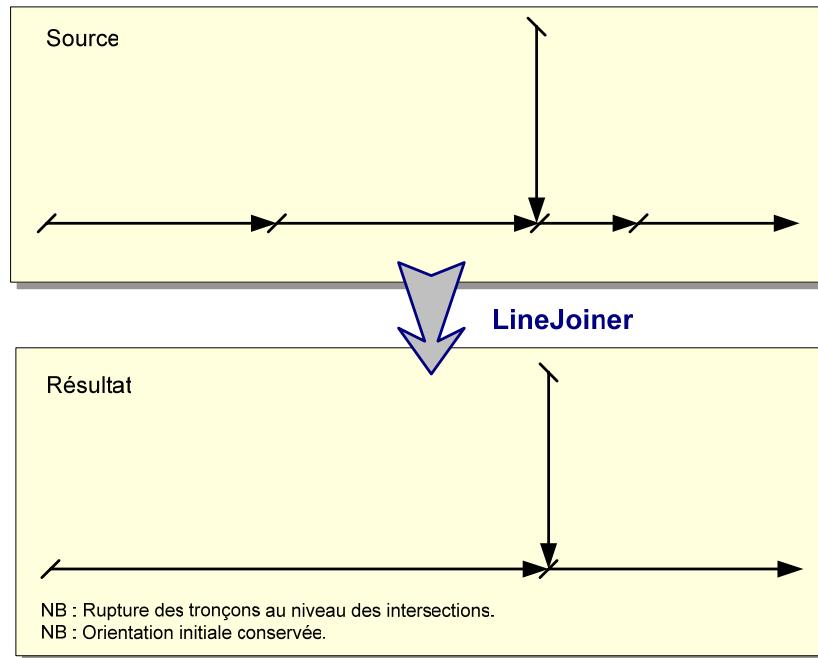


Figure 32 : Fusion de tronçons avec LineJoiner de FME

Selon la norme VSS SN 640 912 chapitre 18 [40], les deux axes d’une autoroute sont orientés dans le même sens, indépendamment de la circulation. Nous avons cependant constaté sur l’échantillon de données SIR dont nous disposons (canton de Vaud) que tous les axes + sont orientés selon le sens de circulation et par conséquent les axes – en sens inverse.

Lors des étapes précédentes, tous les tronçons GDF ont été orientés selon le sens de circulation. Ceux qui ont reçu un axe – doivent donc être retournés.

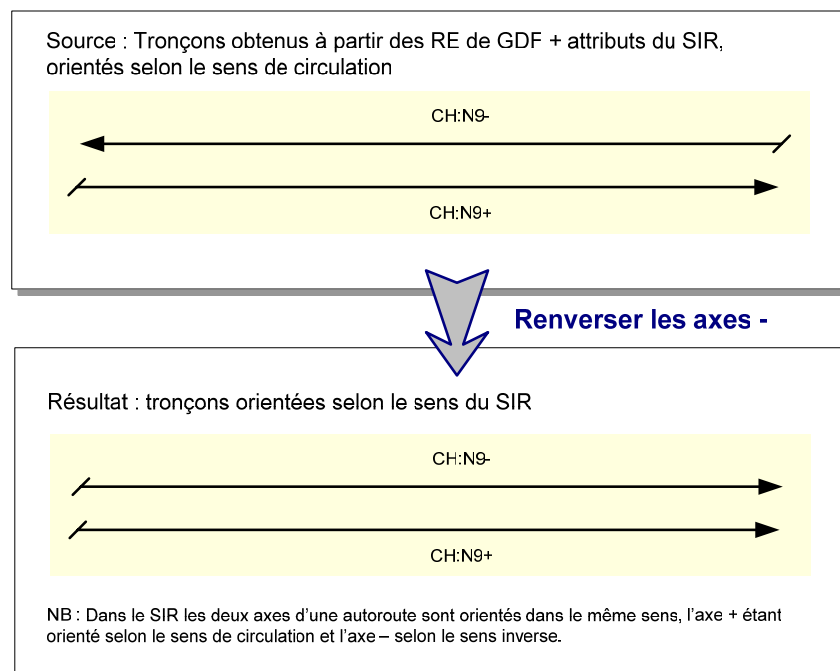


Figure 33 : Orienter les axes GDF selon le même sens que les axes SIR

Les axes SIR se trouvent à gauche des chaussées, le long de la berne centrale alors que les axes GDF sont représentés au centre des chaussées. L'étape suivante vise à les rapprocher de quelques mètres pour qu'ils se superposent aux axes du SIR. Cependant, la précision des données GDF n'étant pas meilleure que quelques mètres et il peut arriver que les deux axes se superposent suite à ce décalage. La distance de trois mètres appliquée à notre échantillon de donnée est indicative.

Pour finir les tronçons successifs appartenant à un même axe SIR doivent être agrégés pour obtenir les segments géométriques.

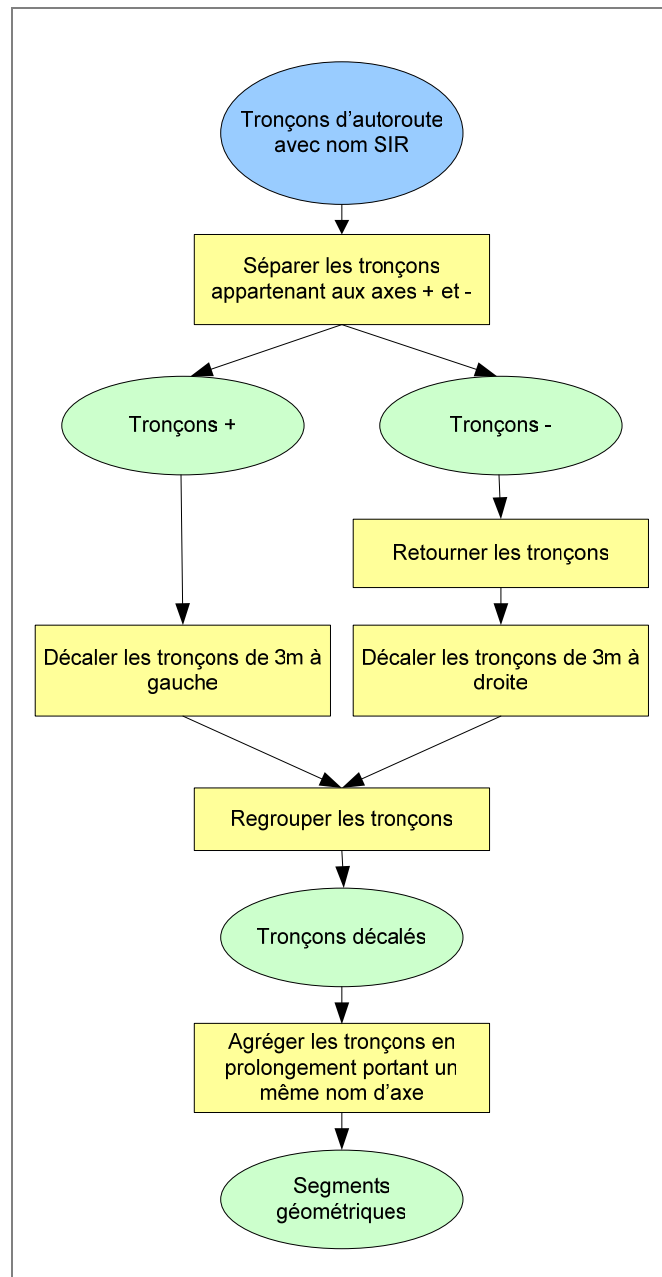


Figure 34 : Agrégation des tronçons GDF consécutifs en segments géométriques SIR

La création de segments géométriques autoroutiers à partir des données de GDF selon ces concepts a été testé avec FME. Les diagrammes détaillés des différentes étapes de transformation sont présentés à l'annexe 6 "Couplage : création des segments géométriques des axes des autoroutes présents dans le SIR."

Chaussées simples pour les axes non autoroutiers

Dans le SIR seuls les axes autoroutiers sont considérés comme des chaussées doubles et représentés avec deux axes. Dans les données de GDF certains axes non-autoroutiers sont modélisés complètement ou en partie avec des chaussées séparées tandis qu'ils sont représentés comme des chaussées simples dans le SIR.

Dans ce paragraphe, nous ne traitons que les chaussées simples selon les deux sources de données.

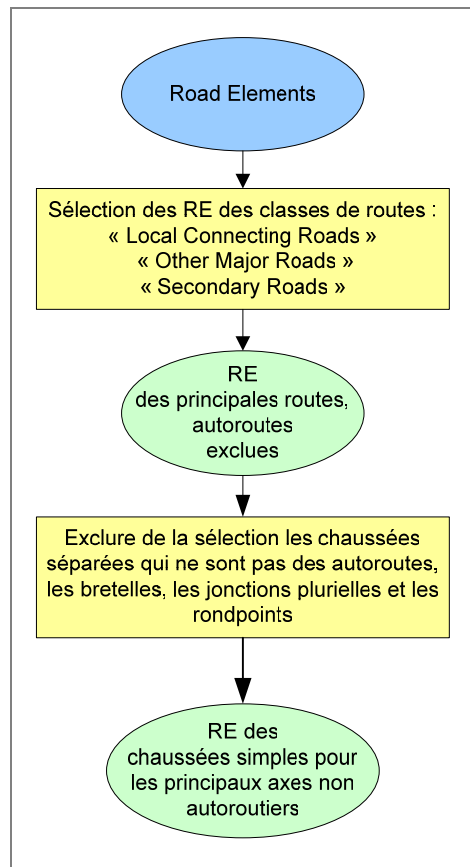


Figure 35 : Sélection des RE superposés aux axes SIR hormis les autoroutes

Les types de routes du SIR ne coïncident pas avec les Federal Road Classes de GDF. Les routes considérées dans le SIR (du canton de Vaud) se trouvent à cheval sur les classes GDF suivantes :

- Local Connecting Roads
- Other Major Roads
- Secondary Roads

Grace à l'attribut "Form of way = Part of a multiple carriageway which is not a Motorway" il est possible d'écarter de la sélection les chaussées séparées en dehors des autoroutes. Divers attributs permettent de supprimer également les bretelles et les rondpoints, dont nous aborderons le traitement spécifique ultérieurement.

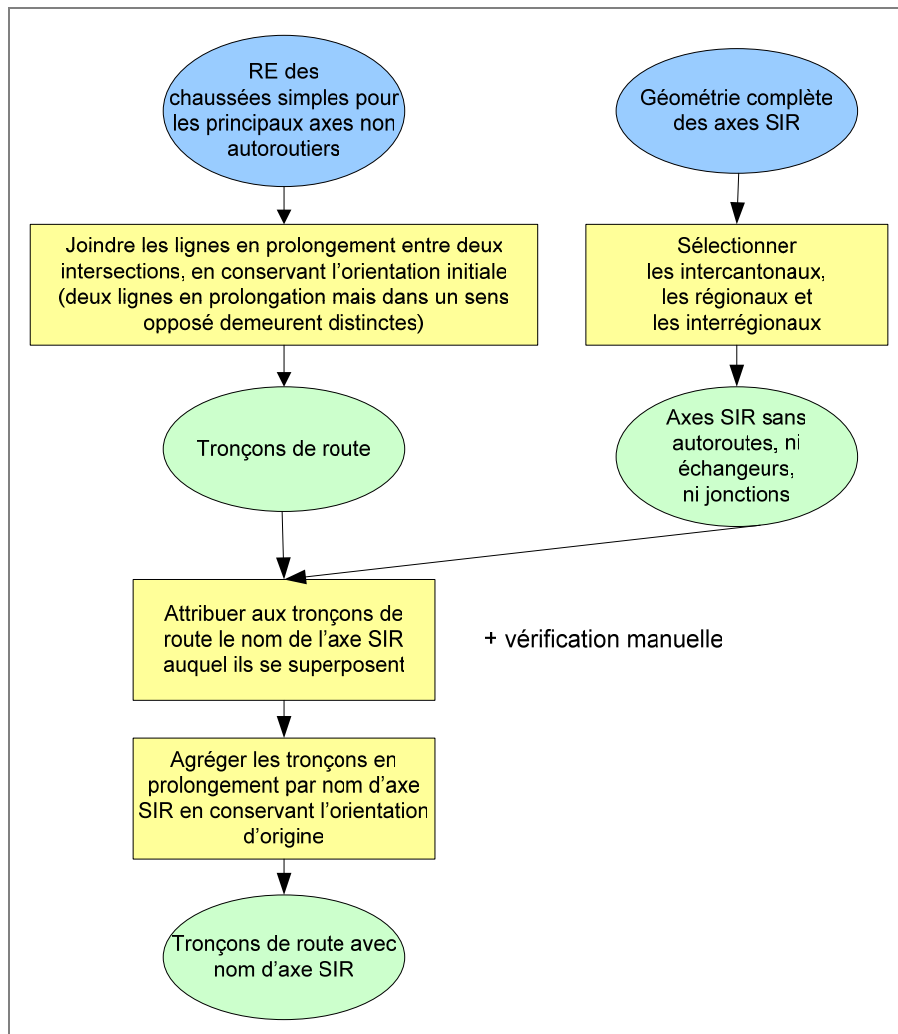


Figure 36 : Déterminer à quel axe SIR correspondent les tronçons de route GDF le cas échéant

Après attribution du nom d'axe SIR aux tronçons de route par superposition aux géométries SIR existantes, il faut corriger les éventuelles erreurs (par ex : tronçons recevant le nom d'un axe alors qu'il lui est sécant uniquement au niveau d'une intersection, tronçons touchant deux axes, tronçons légèrement décalé de l'axe et ne recevant aucun nom). On ne conserve ensuite que les tronçons qui se superposent à une géométrie d'axe SIR existante.

La localisation d'un objet le long d'un axe grâce à un PR et une distance positive nécessite que l'axe SIR soit orienté. Dans un premier temps, nous allons définir l'orientation de l'axe SIR (Cf. Figure 37 et Figure 38) puis, dans un deuxième temps, la transposer aux tronçons GDF correspondants (Cf. Figure 39, Figure 40 et Figure 41).

Les deux figures suivantes illustrent la méthode utilisée pour déterminer l'orientation des axes SIR. Elle consiste à observer le signe de la différence d'abscisses et de la différence d'ordonnées entre le premier et le dernier point de l'axe.

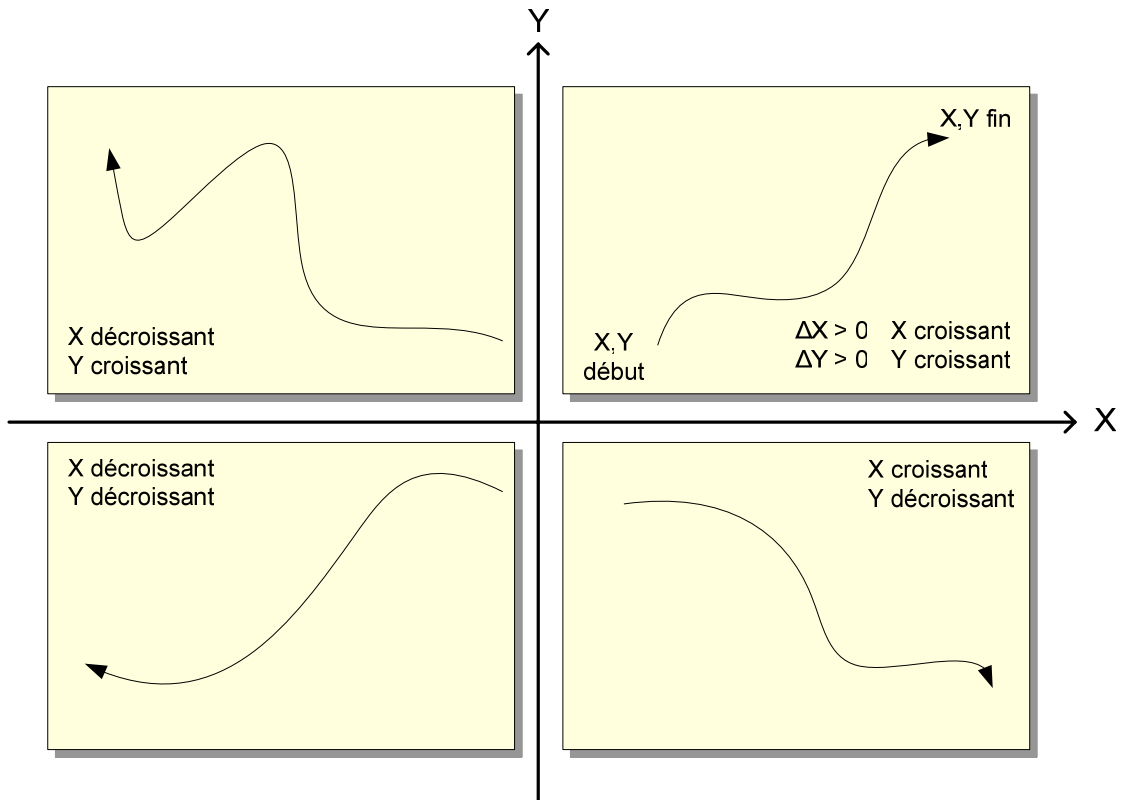


Figure 37 : Déterminer l'orientation des axes SIR

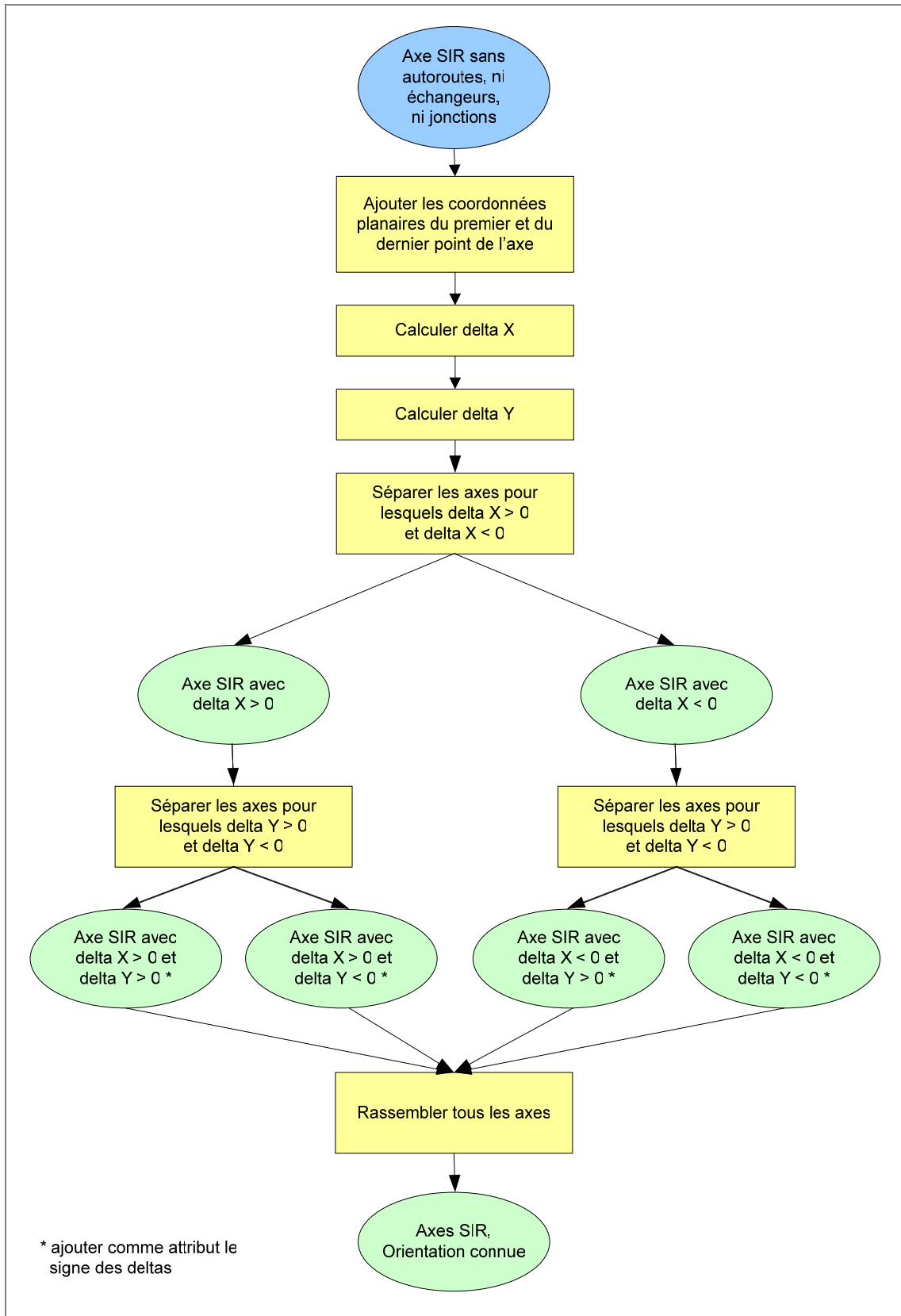


Figure 38 : Déterminer l'orientation des axes SIR

Parallèlement, il faut procéder de la même manière pour trouver l'orientation des tronçons de routes obtenus à partir des données GDF. Par comparaison de l'orientation des tronçons GDF avec l'orientation des axes SIR correspondants, on peut ensuite déterminer quels sont les tronçons GDF à retourner.

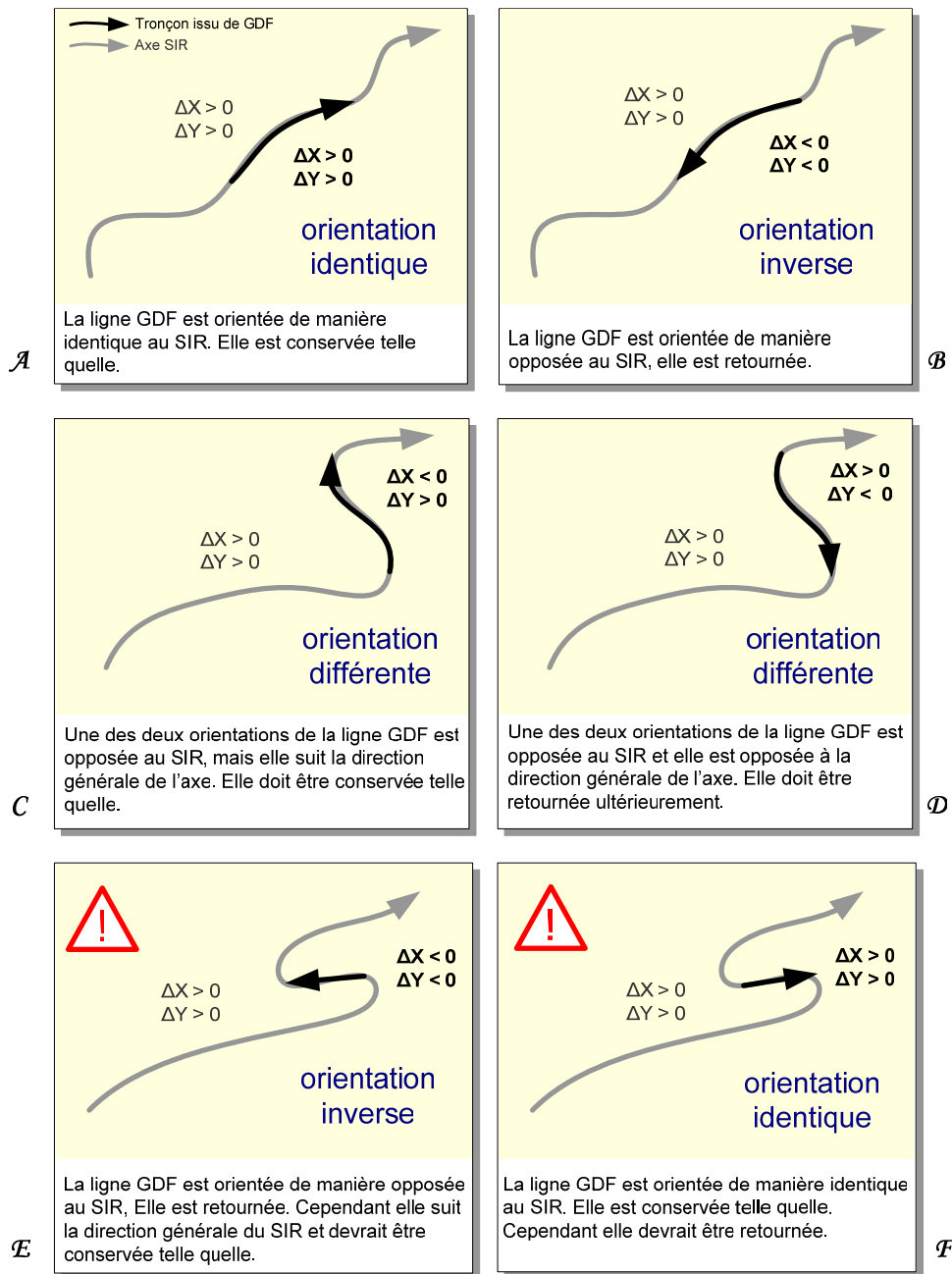


Figure 39 : Orientation des tronçons GDF, attention aux lacets

Comme indiqué sur la figure ci-dessus, la détermination de l'orientation des tronçons peut être perturbée dans les lacets. L'agrégation des RE avant la comparaison permet de s'affranchir en partie de cet effet, dans la mesure où les tronçons sont plus longs et se poursuivent de part et d'autre du lacet. Leur orientation est alors conforme à l'orientation globale de l'axe. Toutefois si deux intersections découpent l'axe dans une épingle le problème persiste et une étape de contrôle manuel reste nécessaire.

La Figure 41 illustre les étapes de comparaison de l'orientation des tronçons à celle des axes SIR puis de leur réorientation lorsque cela est nécessaire.

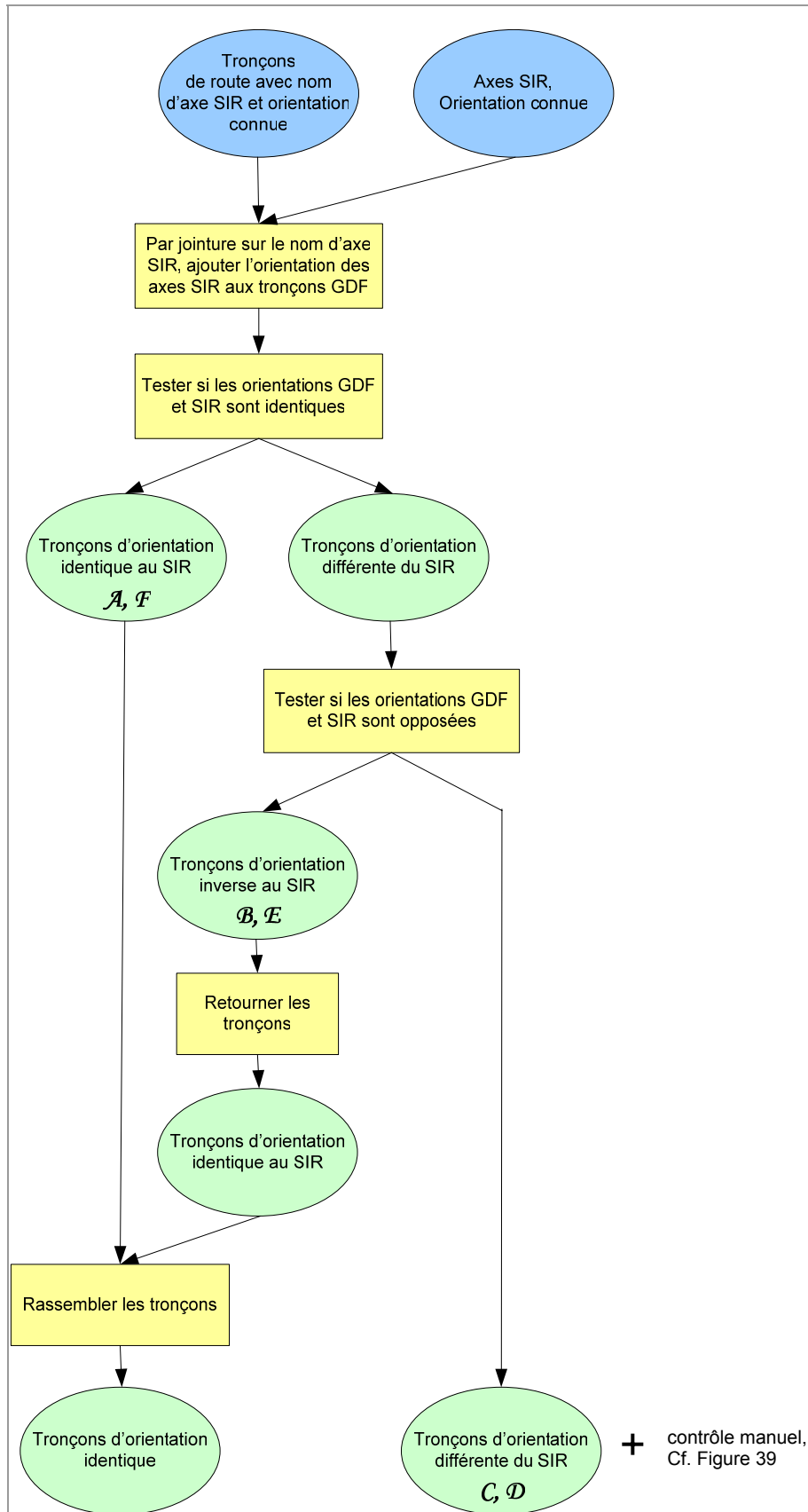


Figure 40 : Réorientation des tronçons GDF conformément au SIR

Les tronçons dont l'orientation diffère du SIR doivent être traités au cas par cas.

Tout au long de ces transformations, chaque retournement doit être indiqué sur les RE concernés pour conserver la cohérence du sens de digitalisation avec les attributs qui en dépendent.

La dernière étape consiste à regrouper les tronçons consécutifs par nom d'axe pour produire les segments géométriques.

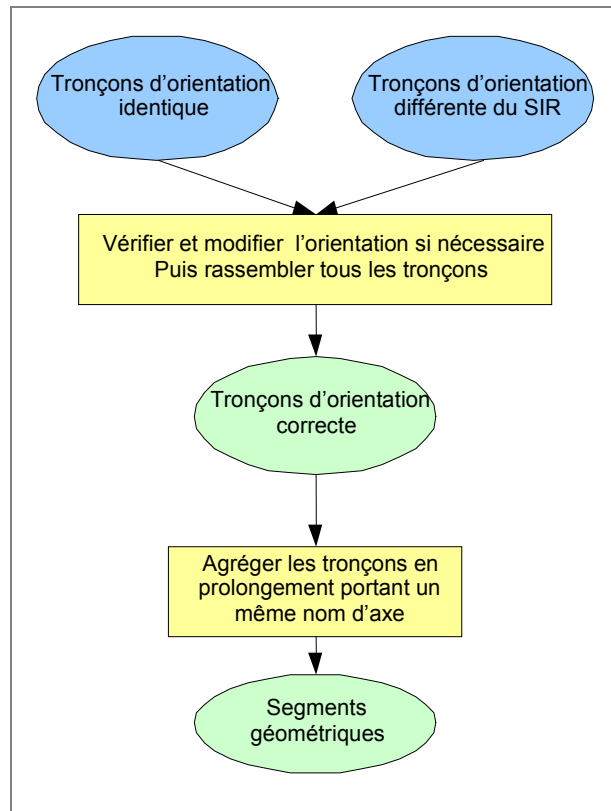


Figure 41 : Agrégation des tronçons GDF orientés pour former les segments géométriques

Nous avons testé les concepts de création des segments géométriques non-autoroutiers à partir des données de GDF avec FME. Les diagrammes d'implémentation figurent à l'annexe 7 "Couplage : création des segments géométriques des axes des autres routes présents dans le SIR."

Chaussées séparées pour les axes non autoroutiers

Comme nous l'avons vu précédemment certains axes considérés comme des chaussées simples dans le SIR sont représentés sous forme de chaussées séparées dans les données de GDF. Il est donc possible de produire une géométrie plus détaillée pour ces axes, mais incohérente avec le SRB : deux géométries parallèles pour un seul axe SRB. Dans ce cas il faudrait remplacer l'axe unique du SRB par un axe + et un axe -. Le cas où seule une partie de l'axe est double est assez fréquent. Il faudrait alors, conserver un axe neutre pour les segments dont la chaussée est simple et créer des axes + et – pour la partie double.

Cependant le SRB est considéré comme la référence. Les données GDF ne doivent servir qu'à fournir une géométrie de représentation pour les axes existants du SIR, voire à créer de nouveaux axes pour les routes de moindre importance. Les axes existants dans le SRB ne doivent pas être modifiés. Ce qui nous conduit à généraliser la géométrie double de GDF en une géométrie simple sur une position moyenne.

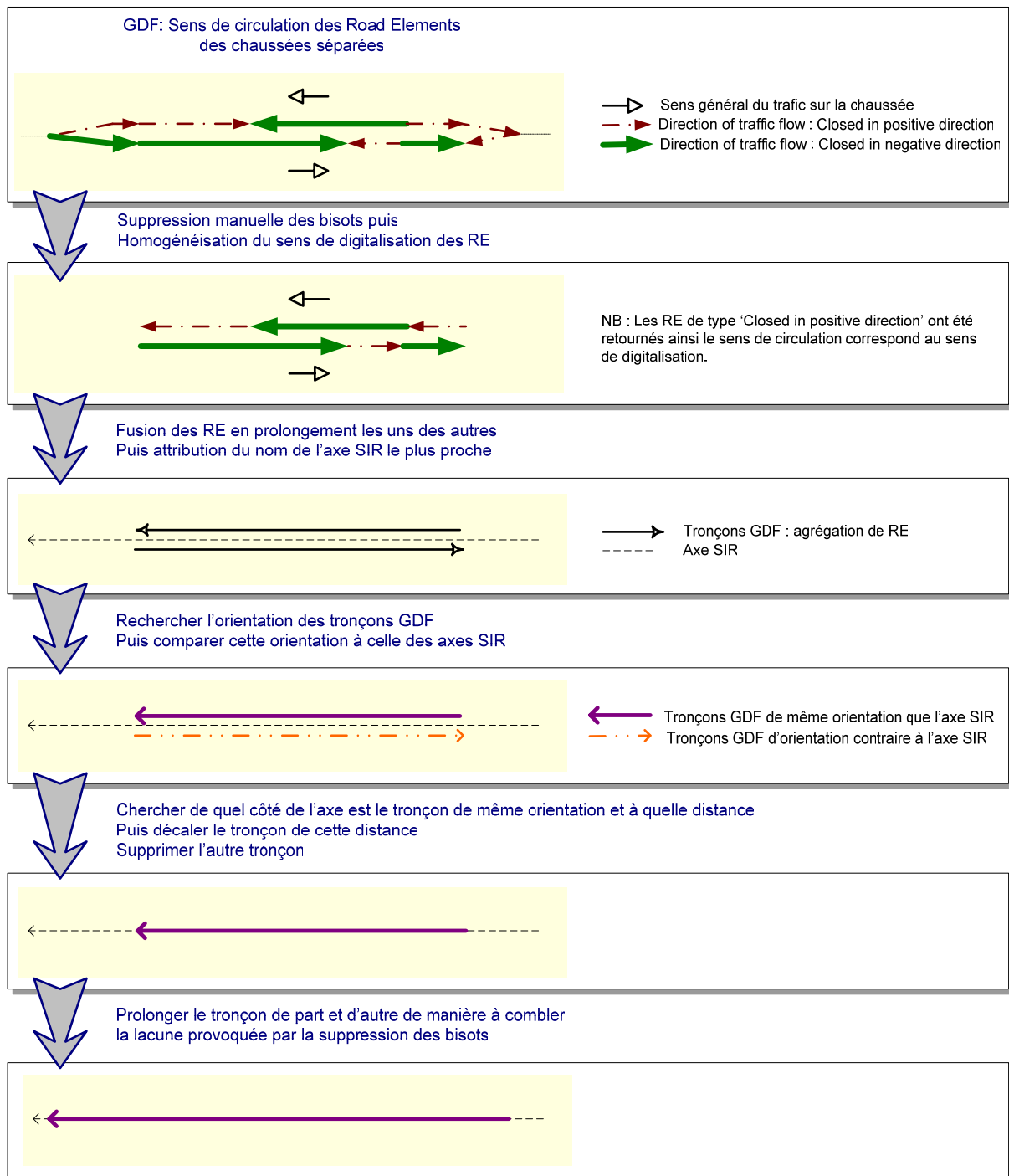


Figure 42 : Généralisation des chaussées séparées selon GDF là où elles sont simples dans le SIR

Puis fusionner ces tronçons avec les segments géométriques des chaussées simples produits au paragraphe précédent pour obtenir des segments géométriques homogènes.

Rondpoints

Selon la norme GDF, les rondpoints sont représentés au niveau 1 par une suite de RE et de Junctions formant une boucle. Au niveau 2, il existe deux manières de les représenter : comme un objet unique représentant une connexion entre plusieurs axes ou comme une série d'intersections représentant chacune la connexion d'une route au rondpoint. Dans les données de Tele Atlas, la deuxième méthode est utilisée. On ne peut donc pas identifier le rondpoint comme un objet unique. Par contre l'attribut "Form of Way = Part of a Roundabout" permet d'identifier les RE appartenant à un rondpoint.

Selon les normes VSS : un rondpoint est modélisé avec un axe et un saut de segment comme indiqué sur la figure suivante.

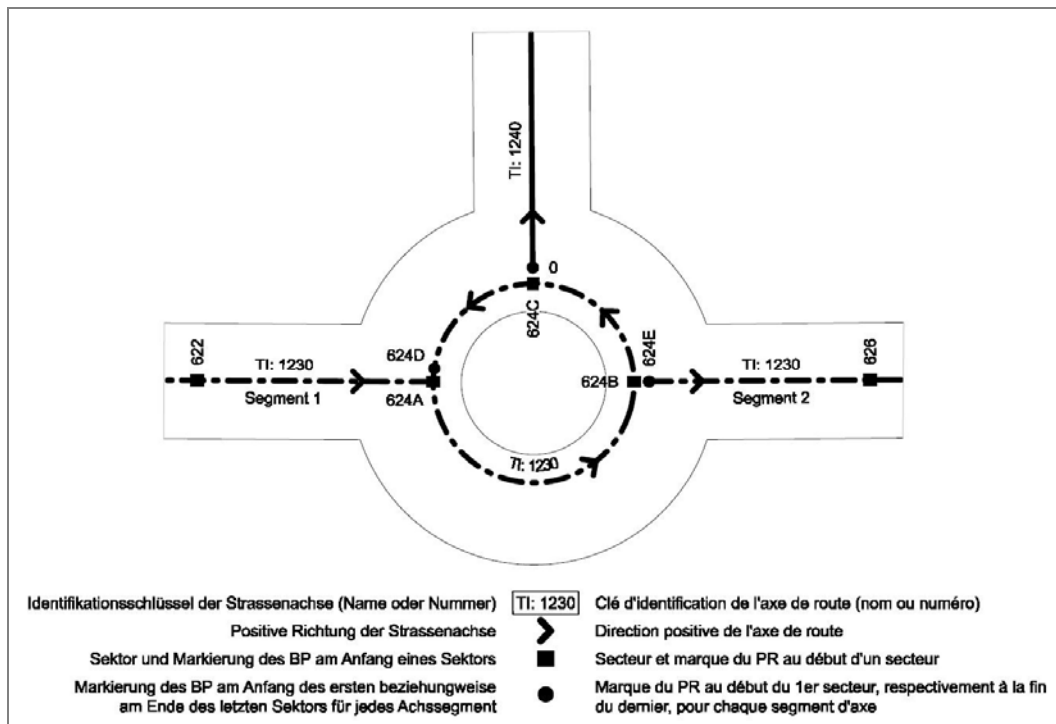


Figure 43 : Modélisation d'un giratoire avec 1 axe et 1 saut de segment. Cette modélisation n'entraîne qu'une interruption de l'axe entre les PR 624D et 624E.

Dans le SIR certains rondpoints ne sont pas modélisés en tant que tels, mais comme une simple intersection. Dans ce cas il convient de généraliser la géométrie de GDF. Il faudra alors supprimer les nœuds correspondant à chaque intersection le long du rondpoint, lors de la création de la topologie à partir des données GDF.

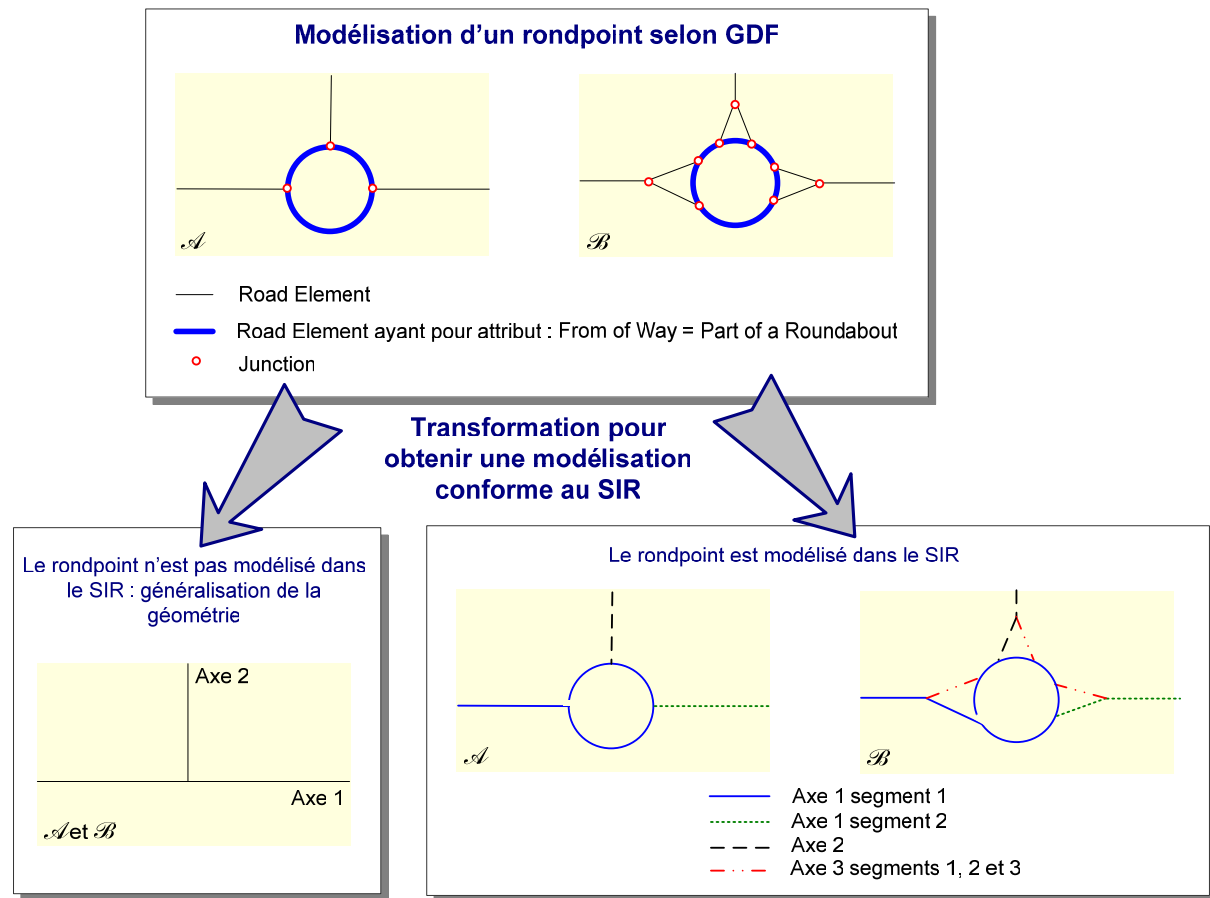


Figure 44 : Modélisation de la géométrie des rondpoints à partir des données GDF, conformément au SIR

La Figure 45 ci-dessous montre comment identifier les rondpoints contenus dans les données GDF susceptibles d'appartenir à un axe dont une géométrie existe dans le SIR.

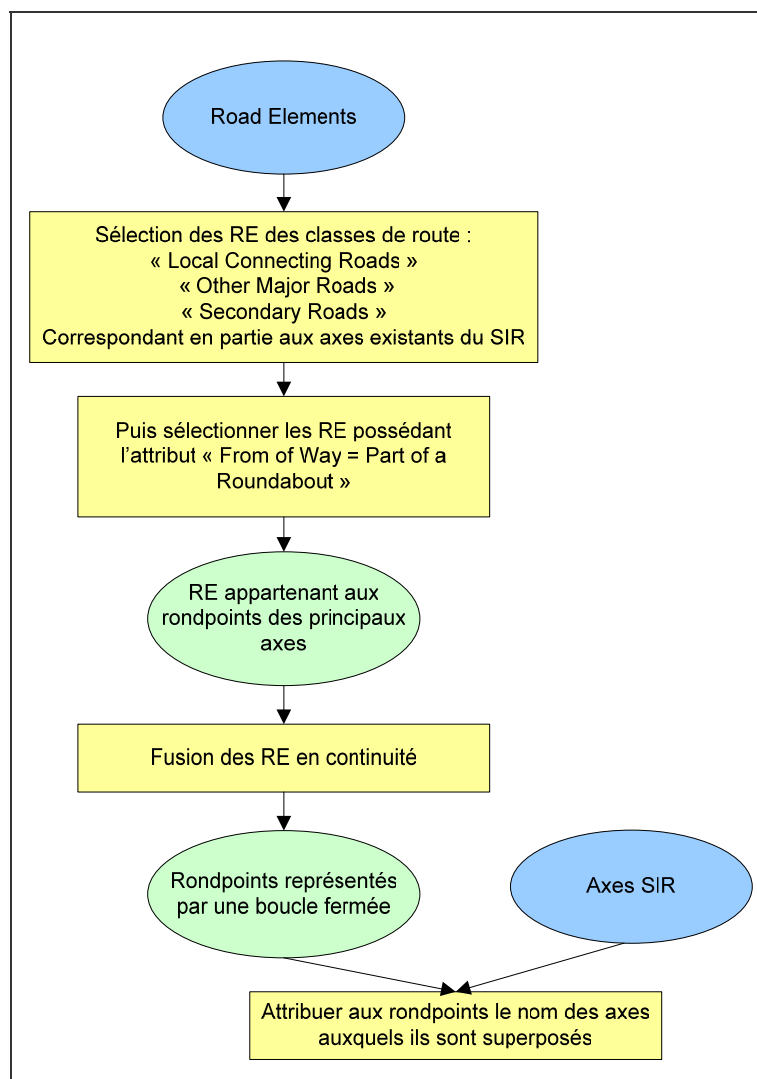


Figure 45 : Identification des rondpoints GDF susceptibles d'appartenir à un axe SIR

Après superposition des boucles aux axes SIR, différents cas de figure se présentent :

- Aucun axe n'est associé à ce rondpoint, il est situé à l'intersection de nouveaux axes et sera traité dans le chapitre suivant. (Vérifier manuellement s'il n'est pas écarté par erreur en raison des variations de géométrie GDF et SIR)
- Visuellement, observer si le rondpoint est modélisé en tant que tel dans le SIR. Si oui : transformer les données GDF selon la méthode "avec saut de segment" développée ci-après.
- S'il n'est pas modélisé en tant que tel (intersection d'un axe du SIR avec un nouvel axe GDF ou représentation comme une simple intersection) : transformer les données GDF selon la "méthode de généralisation" commentée ci-dessous.

- Généralisation de la géométrie des ronds-points

Dans les données GDF, les ronds-points sont modélisés avec (cas \mathcal{A}) ou sans jonctions plurielles (terme traduit de l'anglais "Plural Junction" employé dans les données GDF et désignant une intersection avec division de la chaussée ; synonyme : jonction multiple) (cas \mathcal{B}). Jusqu'à présent les RE appartenant aux jonctions plurielles n'ont pas été traités.

Lorsque le rond-point doit être généralisé, les jonctions plurielles périphériques doivent l'être également, en prolongeant les segments géométriques appartenant aux axes principaux jusqu'au centre du rond-point.

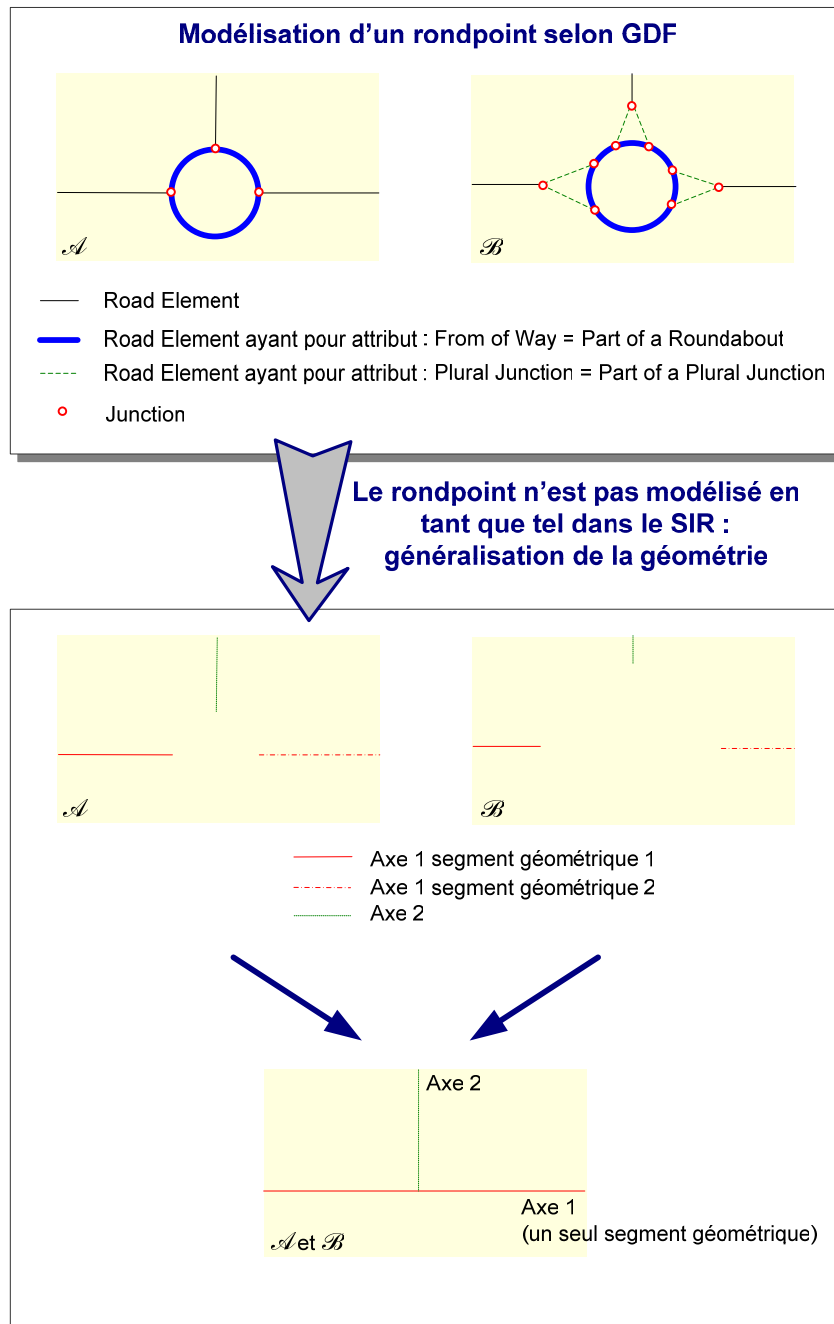


Figure 46 : Généralisation d'un rond-point

- Modélisation avec un saut de segment

Lorsque le rondpoint est modélisé avec des jonctions plurielles, nous proposons de traiter celles-ci avant la boucle. Chacun des axes connectés au rondpoint se voit complété par l'un des deux RE les composant. Les RE restant autour du rondpoint sont regroupés dans un nouvel axe de type jonction plurielle.

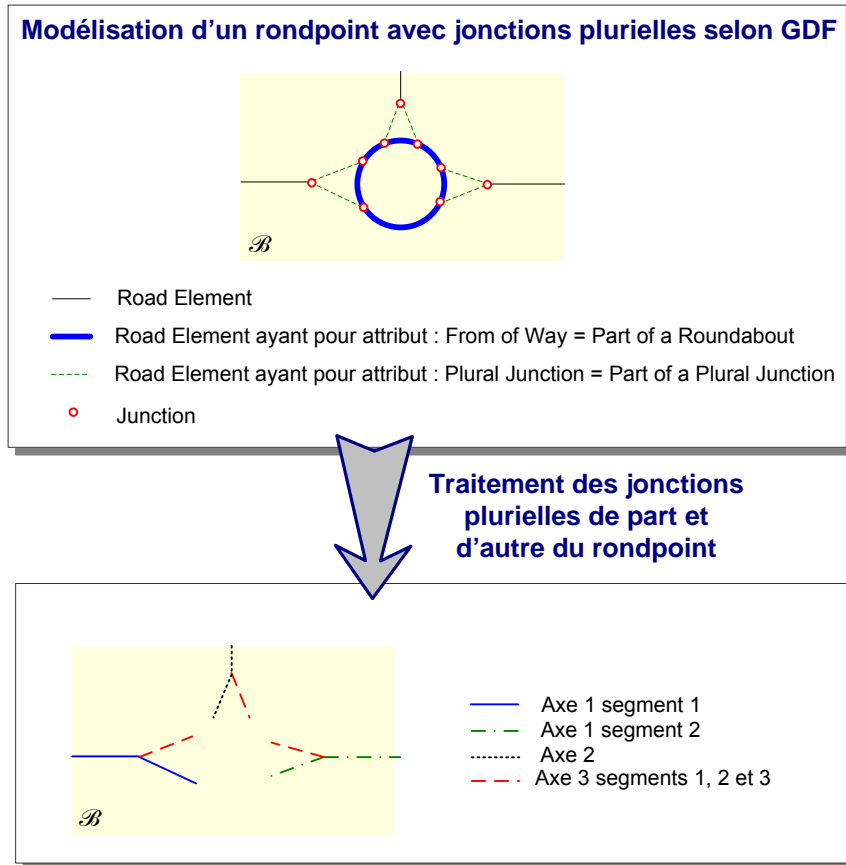


Figure 47 : Traitement des jonctions plurielles de part et d'autre d'un rondpoint

Parmi les axes connectés au rondpoint, l'axe considéré comme le principal est complété par le segment géométrique formant la boucle selon la méthode illustrée par la figure suivante.

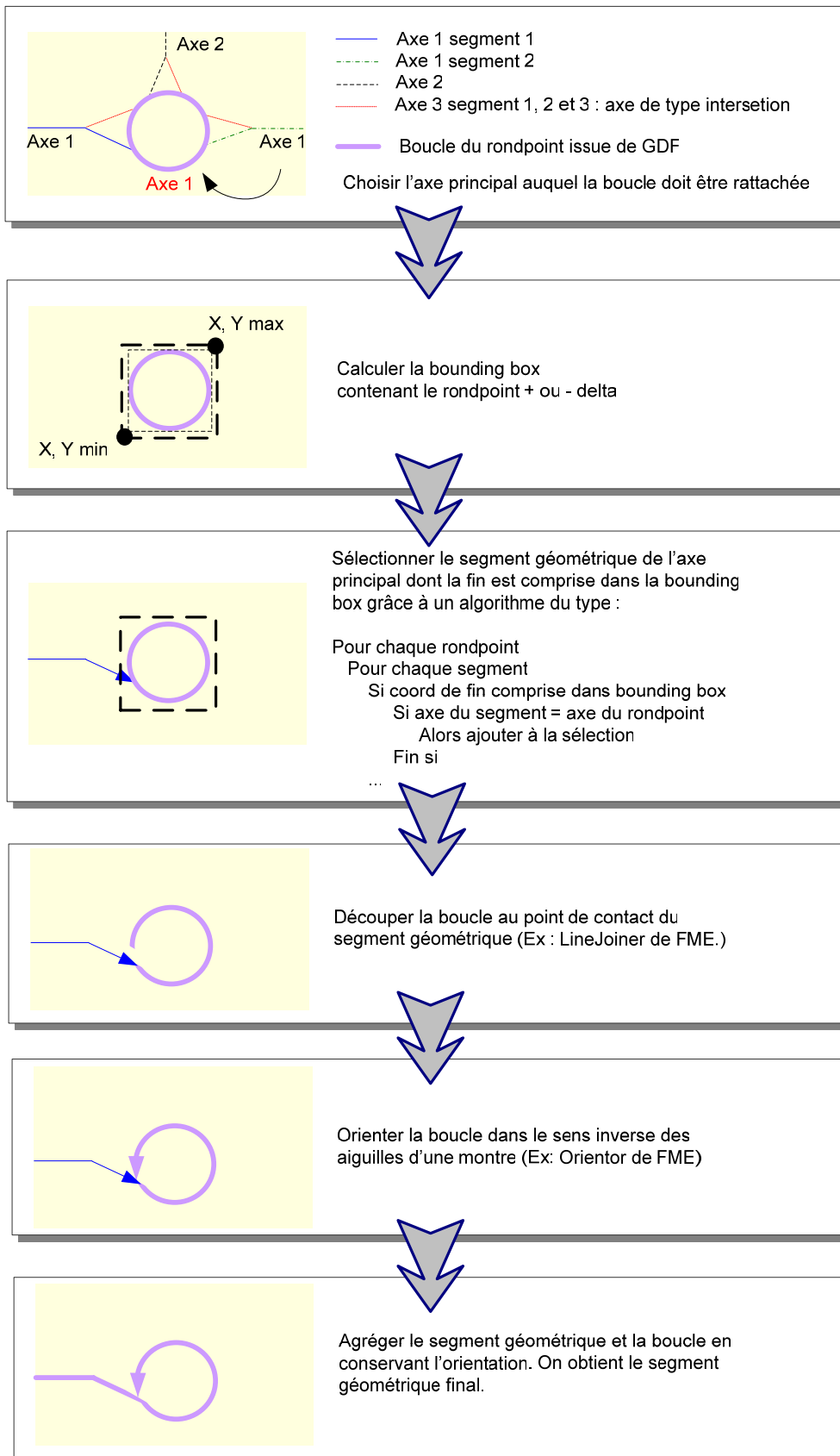


Figure 48 : Transformation de la boucle issue de GDF en un saut de segment compatible SIR

Intersections

Nous appellerons "axe d'intersection" l'ensemble des bretelles permettant de relier plusieurs axes entre eux.

Certaines bretelles d'intersection relient un axe dont une géométrie existe dans le SIR et un axe sans géométrie (ou un nouvel axe). Par soucis d'exhaustivité, et pour éviter toute redondance, il convient de les traiter une fois que tous les axes de routes auront été pourvus d'une géométrie de représentation.

Voir le chapitre "5.2D : Segments géométriques des axes d'intersection".

B. Segments géométriques pour les axes du SRB ne possédant pas de géométrie

Selon la norme SN 640 912 chapitre 12 [40], les coordonnées nationales de la marque du PR est une caractéristique obligatoire du PR. Au chapitre 10 de la même norme, il est indiqué qu'un segment d'axe commence avec le PR de son premier secteur et termine par un secteur de longueur nulle représenté par son PR. Comme un axe peut être constitué d'un ou plusieurs segments d'axe, on en déduit que tout axe débute et termine au niveau d'un point de repère dont les coordonnées géographiques sont connues (matérialisé sur le terrain).

Constatations

En observant les données, quelques points semblent compromettre l'automatisation de la création de la géométrie des axes du SRB qui en sont pour l'heure dépourvus :

- L'axe ne passe pas nécessairement par le chemin le plus court entre le PR de début et le PR de fin. Les points de repères intermédiaires, s'ils existent peuvent guider le choix du chemin à utiliser.
- Il est fréquent qu'un axe soit à cheval sur deux routes de noms différents et inversement qu'une route soit à cheval sur deux axes. Par exemple, à l'intérieur de la ville de Lausanne, l'axe VD..SRA.00000000280 se superpose aux routes suivantes portant les "Official Name" suivants : Route de Chavanne, Rond-Point de la Maladière, Avenue des Figuiers, Avenue de Cours, Avenue de l'Elysée et Avenue du Denantou.
- Les axes répertoriés dans le SRB concernent les routes principales. On considère qu'il ne s'agit pas d'axes ramifiés.

Nous avons tirés ces constatations de la superposition des géométries existantes du SIR aux données GDF. Partant du fait que les axes n'ayant pas encore de géométrie possèdent les mêmes propriétés que ceux-ci nous pouvons considérer ces constatations comme valables.

Identification des RE situés entre les PR de départ et d'arrivée

Par projection, sur les données GDF, des points de repères situés aux extrémités d'un axe, il est facile de retrouver les points de début et de fin de l'axe sur les données GDF. Comme il est difficile d'établir une correspondance exacte entre un axe et un nom de route (Official Name) à cause des multiples recouvrements, il est impossible d'automatiser la sélection des RE candidats pour former la géométrie de l'axe. L'opérateur doit les sélectionner manuellement en s'aidant soit de points de repères intermédiaires dont les coordonnées géographiques sont connues, soit d'un plan de situation des axes SRB.

Traitement suivant le type de route

Une fois que la correspondance entre un axe SIR et une succession de RE est établie, les étapes de traitement sont quasiment similaires à celle du traitement des axes dont une géométrie existe déjà dans le SIR.

Pour les autoroutes les étapes sont les suivantes :

- Homogénéiser le sens de digitalisation sur chacune des chaussées, puis orienter les Road Elements selon la même orientation que l'axe du SRB. (Dédurre l'orientation de l'axe SRB grâce aux coordonnées des PR).
- Agréger les parties continues pour obtenir les segments géométriques.
- Décaler les axes + de 3 m à gauche et les axes - de 3 m à droite pour obtenir une position compatible avec celle du SIR.

Pour les axes non autoroutiers :

- Dans le SRB, ils sont considérés comme des chaussées simples. Si le cas se présente, généraliser les chaussées séparées de tout ou partie de l'axe.
- Homogénéiser le sens de digitalisation et orienter les RE selon l'orientation de l'axe du SRB.
- Si l'axe contient un rondpoint et qu'il est prévu de le modéliser, il faudra le traiter en tant que tel selon la méthode du saut de segment. Sinon le généraliser.
- Agréger les parties continues pour obtenir les segments géométriques.

C. Segments géométriques pour les nouveaux axes

Les autoroutes sont toutes répertoriées dans le SRB, il n'existe donc pas de nouveaux axes pour cette catégorie.

Nous avons vu qu'il est impossible d'établir une correspondance entre l'Official Name (ON) des RE de GDF et les axes définis dans le SRB. Sur le territoire Lausannois, 7.5 % des RE ne possèdent pas d'Official Name. Cette lacune n'est pas spécifique à un type de route en particulier. Néanmoins nous allons nous baser sur l'Official Name comme facteur d'agrégation des RE en axe (à défaut de mieux). Ceci implique qu'une étape manuelle est nécessaire pour attribuer chaque RE sans ON à un axe.

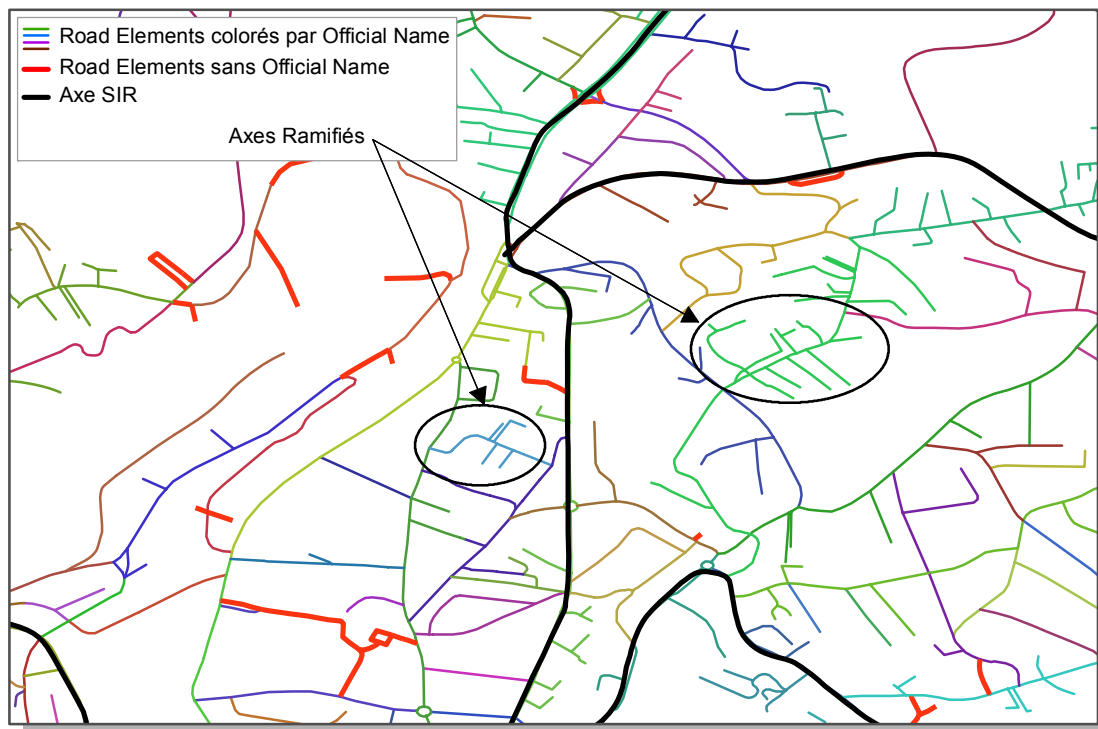


Figure 49 : Répartition des Official Name des RE

Pour produire les segments géométriques des nouveaux axes, il convient d'exclure au préalable les RE qui ont déjà été utilisés dans une géométrie ainsi que les RE susceptibles de participer à un axe d'intersection.

Certains de ces axes sont ramifiés et nécessitent des traitements particuliers. Un axe non autoroutier ne peut comporter de portion à chaussées doubles. Si le cas se présente il faudra alors procéder à une généralisation comme expliqué précédemment.

Axes linéaires

- Orienter tous les RE portant un même Official Name selon une direction choisie.
- Si l'axe contient un rondpoint, le traiter selon la méthode du saut de segment. (Cf. Chapitre A paragraphe sur les rondpoints)
- Agréger les parties continues pour former les segments géométriques.

Axes ramifiés

Les ramifications d'un axe peuvent être très nombreuses et se connecter entre elles. Il est donc difficile d'établir des règles concernant leur sens de parcours et leur hiérarchie.

Dès lors trois options sont envisageables :

Option 1 : Ne retranscrire que l'axe principal dans le SRB et lui attribuer la géométrie GDF. On peut éventuellement reporter les ramifications sur une couche d'habillage sans lien direct avec le SRB et l'utiliser uniquement pour agrémenter des plans.

- Sélectionner les RE de l'axe principal.
- Orienter tous les RE de l'axe principal selon une direction choisie.
- Si l'axe contient un rondpoint, le traiter selon la méthode du saut de segment.
- Agréger les parties continues pour former les segments géométriques.
- (- éventuellement copier les RE des ramifications tels quel sur une couche d'habillage).

Option 2 : Conserver le maximum d'information dans le SIR : créer l'axe principal puis modéliser chaque ramification comme un segment indépendant. Ces ramifications représentent des petites ruelles dont l'intérêt n'est pas négligeable pour une gestion communale.

- Sélectionner les RE de l'axe principal.
- Orienter tous les RE de l'axe principal selon une direction choisie.
- Si l'axe contient un rondpoint, le traiter selon la méthode du saut de segment.
- Agréger les parties continues pour former les segments géométriques de l'axe principal.
- Agréger les RE de chaque bretelle pour former des segments géométriques
- Donner un numéro de séquence croissant pour les segments formant l'axe principal selon son orientation, puis en fin de séquence ajouter les segments des ramifications selon un ordre arbitraire.

(NB : si on veut localiser un objet le long d'une des ramifications, on a besoin du PR du début de ramification + une distance. L'ordre des ramifications importe peu).

Option 3 : Considérer chaque RE comme un axe à part entière.

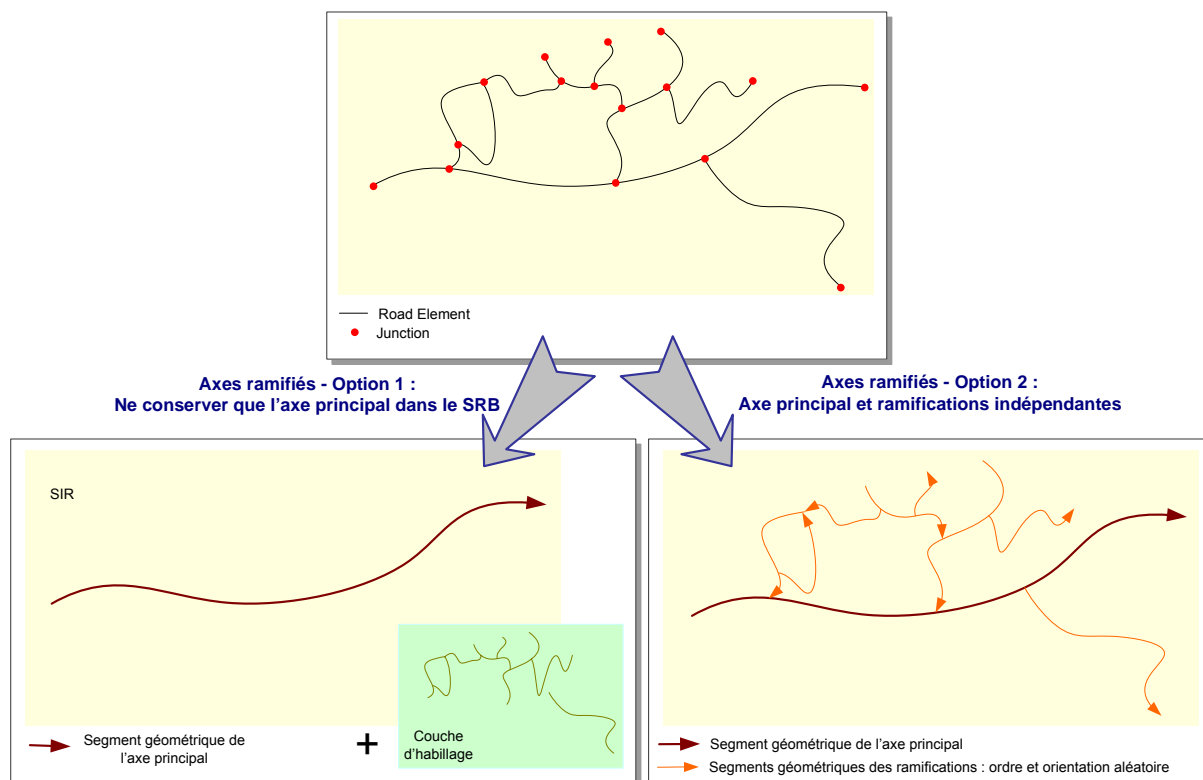


Figure 50 : Traitement des axes ramifiés : Options 1 et 2

D. Segments géométriques des axes d'intersection

Par axe d'intersection, nous voulons désigner les types d'axes : Jonction et Echangeur utilisés dans STRADA, ainsi que le nouveau type d'axe Jonction Plurielle.

Certains axes d'intersection existent dans le SRB, avec ou sans géométrie. D'autres sont complètement nouveaux. L'originalité de ces axes réside dans le fait qu'ils sont composés de plusieurs segments discontinus distribués autour d'une intersection.

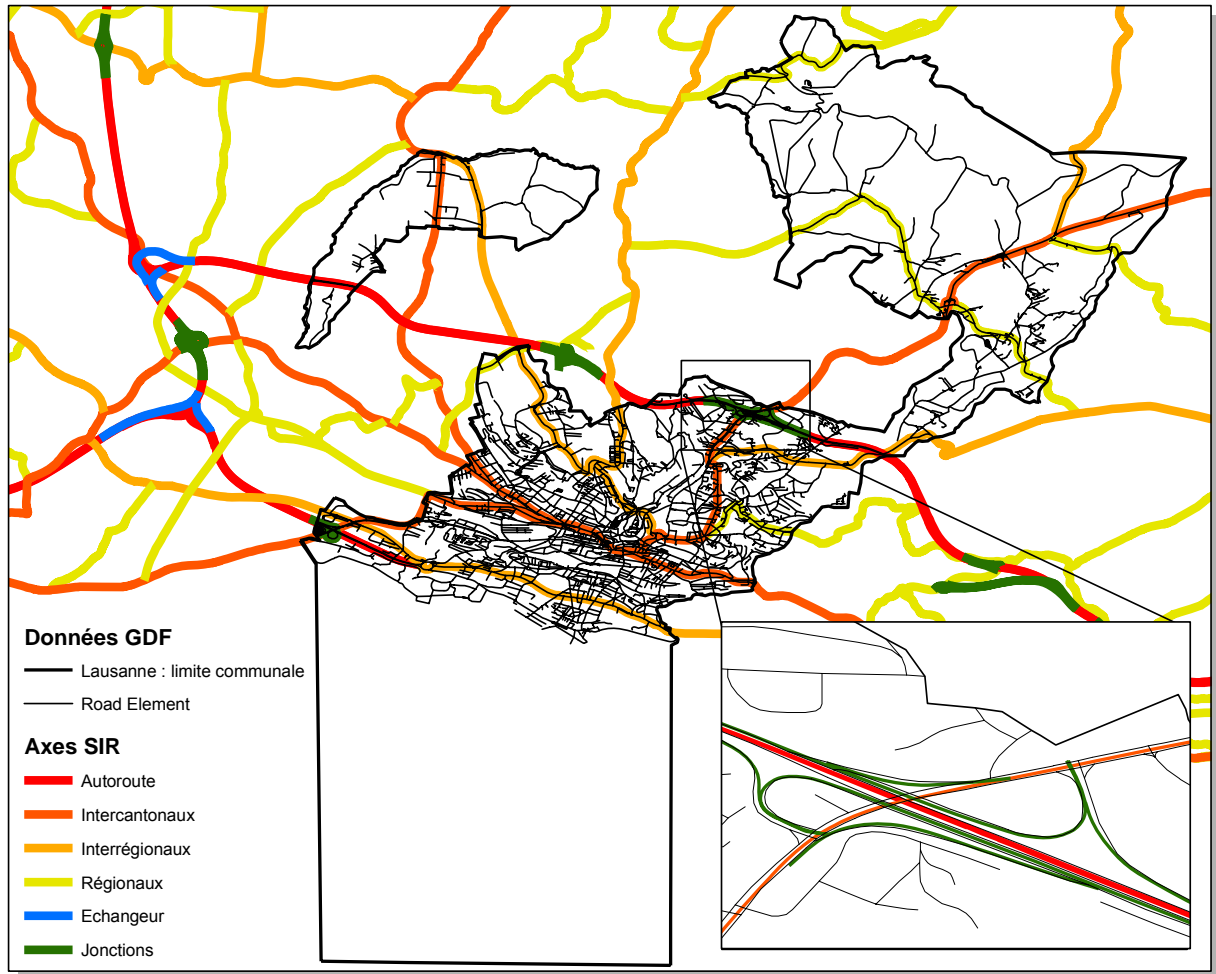


Figure 51 : Complément GDF sur la ville de Lausanne

Le niveau de détail est plus élevé dans les données GDF que dans les données SIR.

Par exemple (Figure 54, ci-dessus), la jonction de Vennes est composée d'un nombre plus important de bretelles. Jusqu'à présent, nous sommes partis du principe selon lequel un axe décrit dans le SRB ne doit pas être modifié. Dans ce cas les bretelles complémentaires peuvent être ignorées. Par contre, pour un nouvel axe, tout le niveau de détail peut être reporté.

Les segments géométriques doivent être saisis dans l'ordre déterminé par le SRB lorsque l'axe est décrit, nous n'entrerons pas dans le détail de ces règles.

Le type d'axe Jonction Plurielle n'est pas décrit dans les normes, mais permet de traiter les RE ayant les mêmes fonctions que les axes de Jonction et Echangeur, mais appliqués à des routes de moindre importance. La Figure 52 illustre un tels cas et la Figure 53 décrit les étapes de leur création.

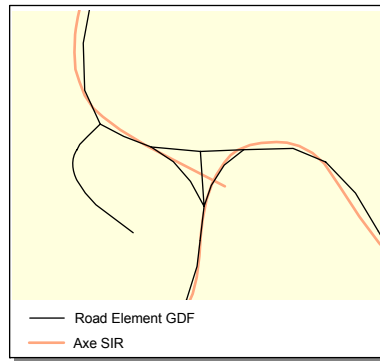


Figure 52 : Intersection de type jonction plurielle : choix des bretelles à intégrer dans les axes principaux

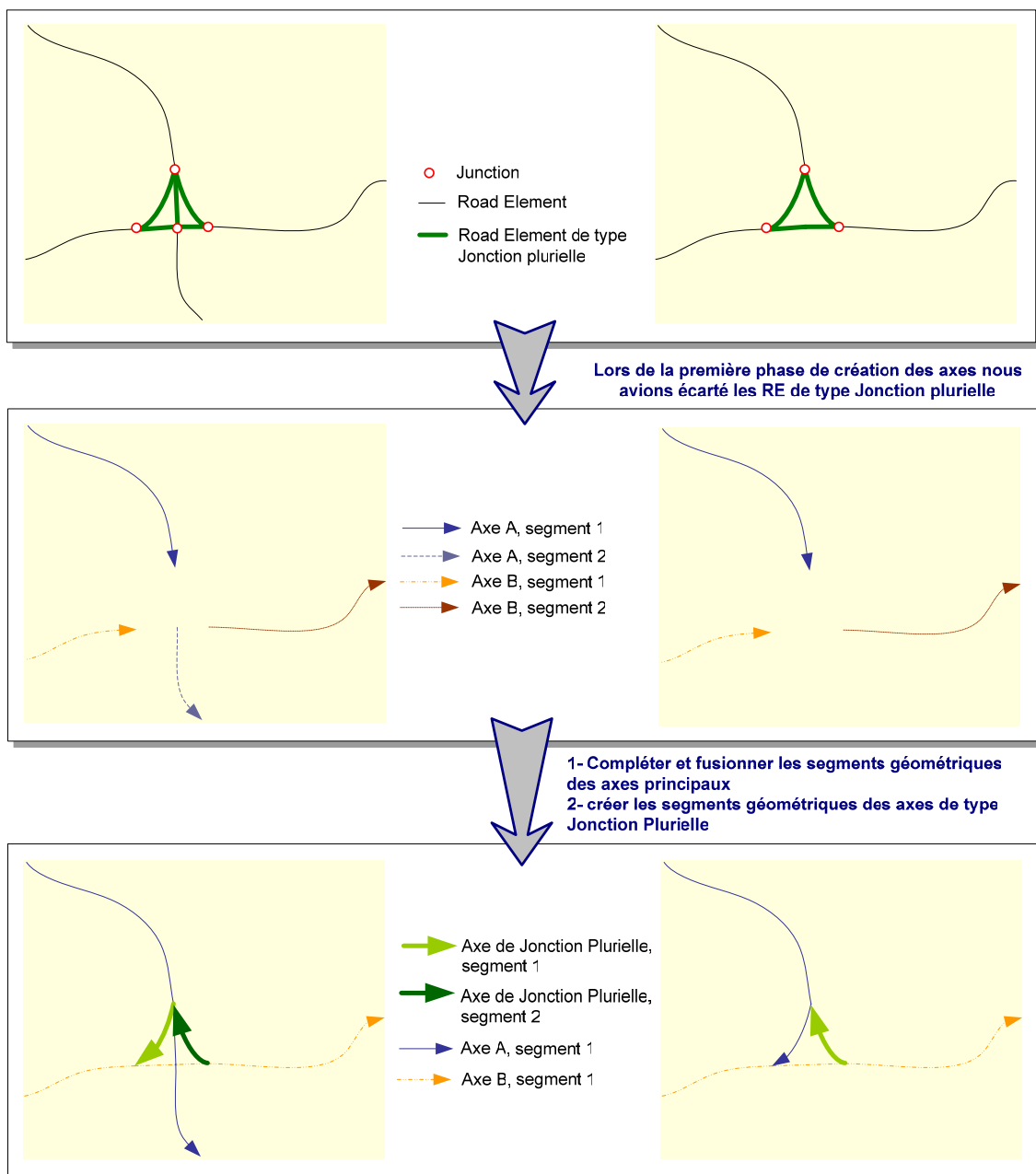


Figure 53 : Création des axes de type Jonction Plurielle

Les données GDF peuvent représenter certaines intersections comme des jonctions plurielles alors qu'elles sont traitées comme des intersections simples dans le SIR. La manière de transformer les données, illustrée ci-dessus, permet de représenter les axes principaux de manière indépendante et de considérer les bretelles non intégrées dans les axes principaux comme un nouvel axe d'intersection. Ainsi les principaux axes correspondent à la définition du SRB. (Détermination des bretelles à intégrer aux axes principaux par superposition aux géométries existantes si nécessaire).

E. Modifications des extrémités des segments géométriques

Extrémité d'un segment géométrique au niveau d'une intersection

Selon GDF, les extrémités des RE situées au niveau d'un carrefour routier se situent exactement au niveau de leur intersection ou "Junction". Selon le SIR, l'axe se prolonge en dehors de l'intersection, sur le bord opposé de la chaussée.

Il faut alors allonger les segments géométriques produits à partir des données GDF, pour qu'ils correspondent à la définition du SIR :

- pour les axes existant dans le SRB (avec ou sans géométrie) : allonger l'axe jusqu'au PR, même s'il n'est pas exactement dans le prolongement de l'axe GDF.

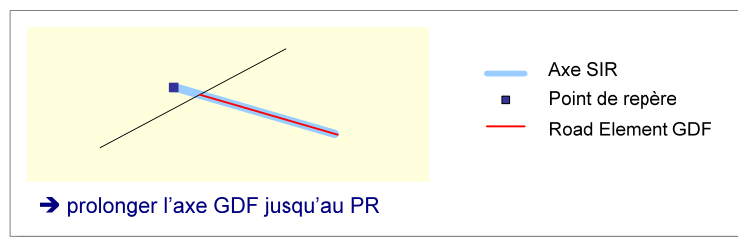


Figure 54 : Modification de l'extrémité d'un segment géométrique issu des données GDF

- pour les nouveaux axes : allonger l'axe d'une distance fonction du type d'axe rencontré.

NB : On constate que les distances de prolongement mesurées sur les données SIR dans le canton de Vaud sont variables et généralement comprises entre 4 et 5 m parfois un peu plus et ce quelque soit le type d'axe intersecté. On peut toutefois être plus précis lors de l'import des données GDF et considérer que la largeur des routes est fonction de leur type. On utilisera alors cette valeur pour déterminer la longueur à ajouter à l'axe suivant le type de route sur lequel il possède son extrémité. D'un autre point de vue : cette distance est-elle significative par rapport à la précision des données ? Si ce n'est pas le cas, une distance fixe suffit à respecter les exigences du SIR.

- Une autre solution consisterait à ne pas allonger la géométrie, mais à la considérer comme partielle. Dans ce cas, on pourra utiliser la Junction GDF correspondant à l'intersection comme point de calage.
- On peut aussi introduire un point de calage supplémentaire un peu avant la fin de l'axe et caler le dernier segment géométrique de manière à pouvoir représenter l'intégralité de l'espace linéaire sur la géométrie GDF originale.

Extrémité des segments géométriques autour des ronds-points

Les segments géométriques situés autour et dans les ronds-points ne doivent pas être prolongés. (Figure 44)

Extrémité d'un segment géométrique de type jonction ou échangeur

Un axe de jonction ou d'échangeur regroupe toutes les bretelles permettant de circuler entre une autoroute et une route de classe inférieure. Les extrémités de leurs segments forment avec les routes principales des intersections perpendiculaires ou parallèles.

Pour les intersections perpendiculaires, il faut prolonger les bretelles pour les rendre sécantes à l'axe principal.

On peut constater que les bretelles parallèles sont en général plus longues dans le SIR que sur les données GDF. Il faut donc en prolonger les extrémités ainsi qu'en modifier la forme pour les rendre parallèles. C'est notamment le cas au niveau des bifurcations et des voies d'insertion.

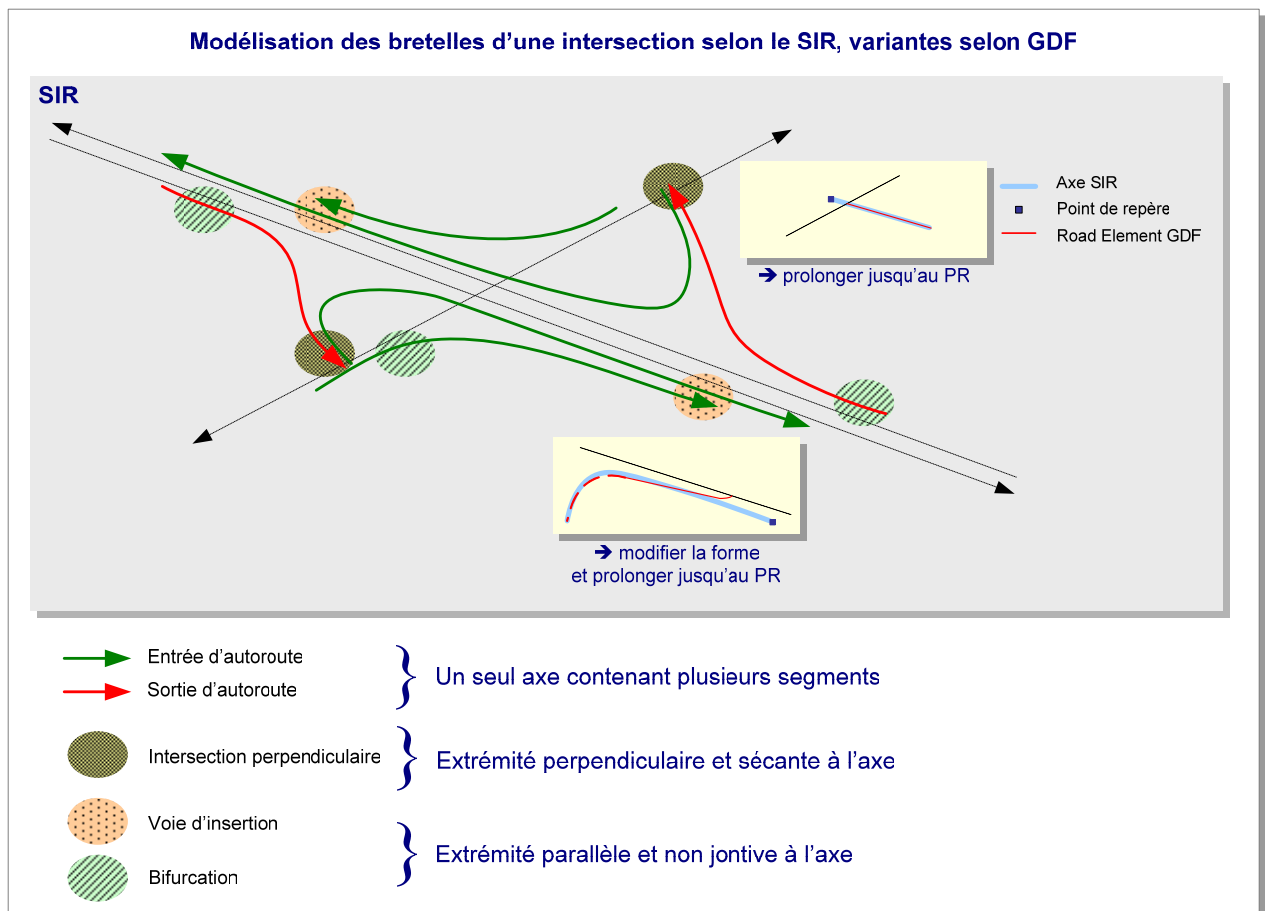


Figure 55 : Axe de jonction ou d'échangeur : modification de l'extrémité des segments géométriques issus des données GDF.

Extrémité d'un segment géométrique de type jonction plurielle

Tout comme les extrémités des segments géométriques de type jonction ou échangeur, les extrémités des segments géométriques de type jonction plurielle doivent être prolongées de manière sécante ou parallèle suivant la forme de l'intersection.

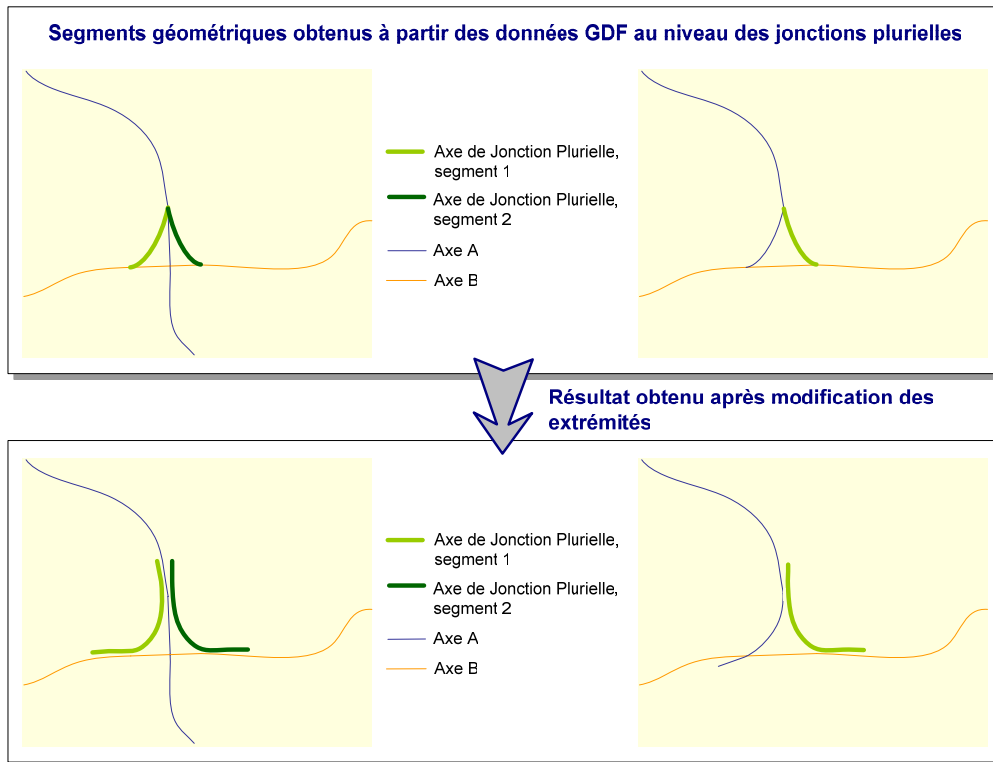


Figure 56 : Jonction plurielle : modification de l'extrémité des segments géométriques issus des données GDF.

F. Eléments géométriques

Par désagrégation des segments géométriques au niveau des vertex (sommets de la polygone formant un segment géométrique) on obtient les éléments géométriques. Pour cela on peut utiliser la fonction "Split Line At Vertices" d'ArcGIS.

Les attributs des éléments géométriques sont :

- | | | | | | |
|---|--|--|--------------------------|--------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - clé du segment d'axe - clé de la géométrie de représentation - clé du segment géométrique - Séquence - Type d'élément géométrique - Autres attributs | <table border="0"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Hérité du segment géométrique pendant le découpage</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Ajouté lors du découpage</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Droite</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Coordonnées début et fin extraites de la géométrie, longueur calculée grâce aux fonctions SIG ...</td> </tr> </table> | Hérité du segment géométrique pendant le découpage | Ajouté lors du découpage | Droite | Coordonnées début et fin extraites de la géométrie, longueur calculée grâce aux fonctions SIG ... |
| Hérité du segment géométrique pendant le découpage | | | | | |
| Ajouté lors du découpage | | | | | |
| Droite | | | | | |
| Coordonnées début et fin extraites de la géométrie, longueur calculée grâce aux fonctions SIG ... | | | | | |

Dès lors la géométrie n'est plus contenue dans les segments géométriques mais dans les éléments géométriques : les segments géométriques sont constitués d'éléments géométriques.

G. Géométries d'axe

Un segment d'axe peut avoir plusieurs géométries de types différents : géométrie de base, géométrie de référence et géométrie de représentation. Seules les géométries de représentation sont produites à partir des données GDF.

Tous les segments géométriques constitués à partir des données GDF appartenant à un même segment d'axe (partie continue d'un axe) peuvent être regroupés dans une même géométrie. On ne peut constituer qu'une seule géométrie par segment d'axe à partir des données GDF.

La géométrie est en fait une table attributaire mettant en relation un segment d'axe avec le ou les segments géométriques associés.

Dans la mesure où les données GDF sont complètes, une géométrie GDF contiendra un seul segment géométrique. (Une géométrie n'est composée de plusieurs segments géométriques que si elle présente une lacune). Un segment géométrique est lui-même composé de un ou plusieurs éléments géométriques.

5.3 Construction du SRB

Ce chapitre traite des techniques d'implantation du SRB des nouveaux axes dont nous venons de créer la géométrie à partir des données GDF. Les axes possédant déjà une description dans le SRB la conservent sans modification.

Aucun objet GDF ne peut être utilisé directement pour l'implantation du SRB. Les objets Reference Point et Chainage Referencing Section de la norme ISO-GDF ne sont décrits que du point de vue théorique dans la norme ISO-GDF, mais ne figurent pas dans les données Tele Atlas.

Dans le chapitre 5.2 : "Construction de la géométrie", nous avons décrit la création des segments géométriques à partir des Road Elements de GDF. Dans la mesure où la géométrie est complète, un segment géométrique décrit l'ensemble d'un segment d'axe. Le premier et le dernier point de chaque segment géométrique peuvent donc être utilisés pour créer les points de repère (PR) des extrémités des segments d'axe. Les PR sont les éléments de base du SRB, ils permettent de définir des secteurs. Une succession de secteurs définit un segment d'axe puis un ensemble de segments d'axe définit un axe.

La réalisation complète du SRB passe par son implantation dans le terrain. Il s'agit de matérialiser les PR et d'en déterminer les coordonnées planaires du terrain. La longueur des secteurs peut également faire l'objet d'une mesure sur le terrain et par conséquent, il faudra appliquer une procédure de calage (13) de la géométrie issue de GDF.

A. Axe

L'axe est l'unité de base du SRB. S'il possède des discontinuités, l'axe sera découpé en plusieurs segments d'axe (Figure 57). Dans la plupart des cas l'axe est continu et ne possède qu'un seul segment d'axe.

Selon la norme VSS SN 640 912 [40], un axe est qualifié par une clé d'identification et éventuellement par un nom usuel de route ou d'un type (autoroute, jonction, échangeur, intercantonal...). La clé d'identification de l'axe doit être créée par le gestionnaire selon les règles appropriées.

Le nom usuel de la route est stocké dans l'Official Name des Road Elements de GDF. Il peut être utilisé pour compléter le nom usuel de la route, lorsque ce critère a été utilisé comme facteur d'agrégation pour former la géométrie d'axe.

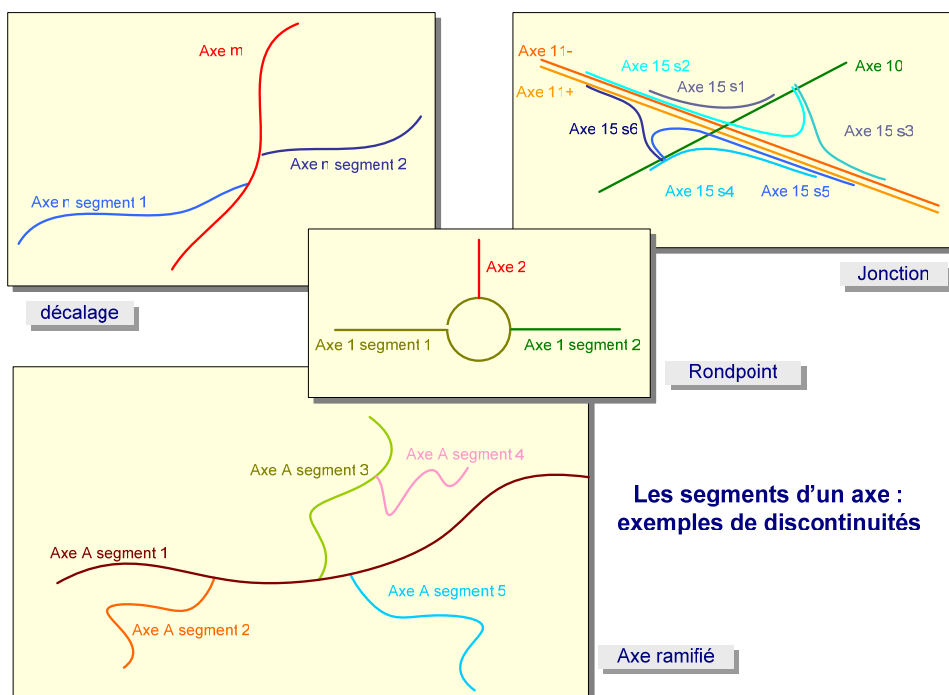


Figure 57 : Axes et segments d'axe : exemples de discontinuités

B. Segment d'axe

Lorsque la géométrie est connue sur l'ensemble du segment d'axe, ce dernier n'est formé que d'un seul segment géométrique. C'est, en général, le cas pour les axes produits à partir des données GDF.

On a besoin au minimum des points de repères du début et de fin d'un segment d'axe pour le définir dans le SRB. Ainsi un segment d'axe est identifié par son premier secteur et se termine par un secteur de longueur nulle représenté par son PR qui marque la fin du segment d'axe.

En principe un segment d'axe est découpé en une succession de secteurs de longueur uniforme. Un tel découpage nécessite la matérialisation de points de repères sur le terrain, ce qui n'est pas forcément nécessaire pour la définition minimum d'un segment d'axe dans le SRB.

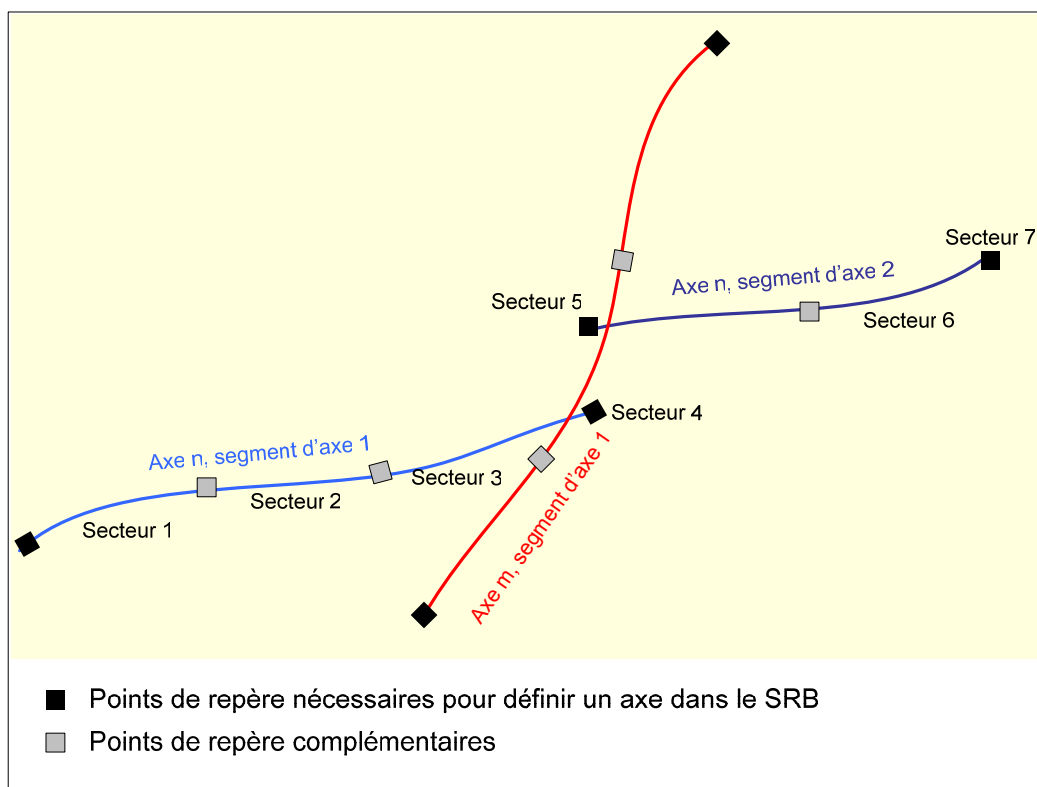


Figure 58 : Définition minimum dans le SRB

C. Point de repère et secteurs

Afin de définir un segment d'axe dans le SRB, il est nécessaire de créer, au minimum, les points de repères situés à ses extrémités ; chaque point de repère représentant le début d'un secteur, le long du segment d'axe.

Ainsi chaque secteur est défini par un PR et la distance jusqu'au PR suivant. Si l'on ne dispose que des PR de début et de fin, la longueur du premier secteur est égale à la longueur totale du segment d'axe. Le PR de fin du segment d'axe définit un secteur de longueur nulle.

Les coordonnées des points de repères de début et de fin d'un segment d'axe peuvent être extraites à partir des coordonnées du premier et du dernier point du segment géométrique associé. Dans ce cas il n'y a pas d'ambiguïté puisque nous avons homogénéisé l'orientation des segments géométriques le long d'un axe. La longueur du secteur est égale à la longueur du segment géométrique.

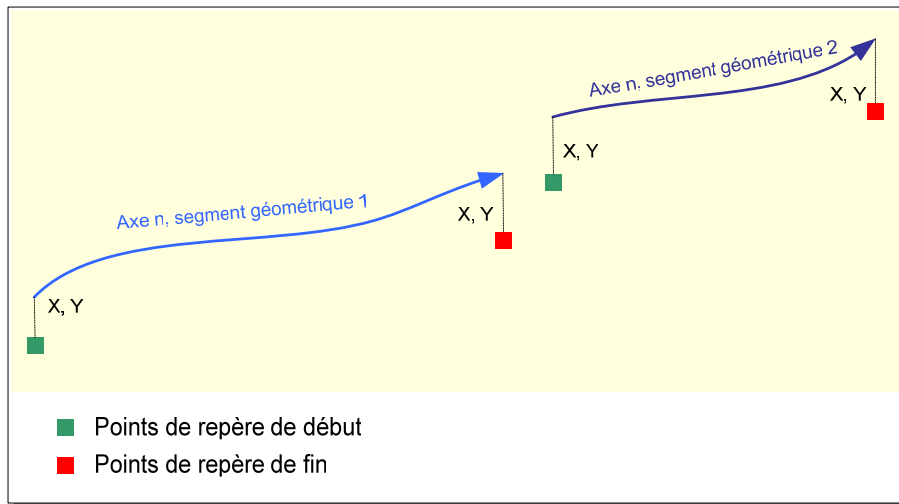


Figure 59 : Dédiction des points de repères à partir de la géométrie

Les secteurs possèdent une clé de tri pour définir leur séquence sur l'axe. Dans le cas des axes ramifiés, si l'on ne considère qu'un secteur par segment d'axe, la séquence n'a aucune importance. (Figure 60)

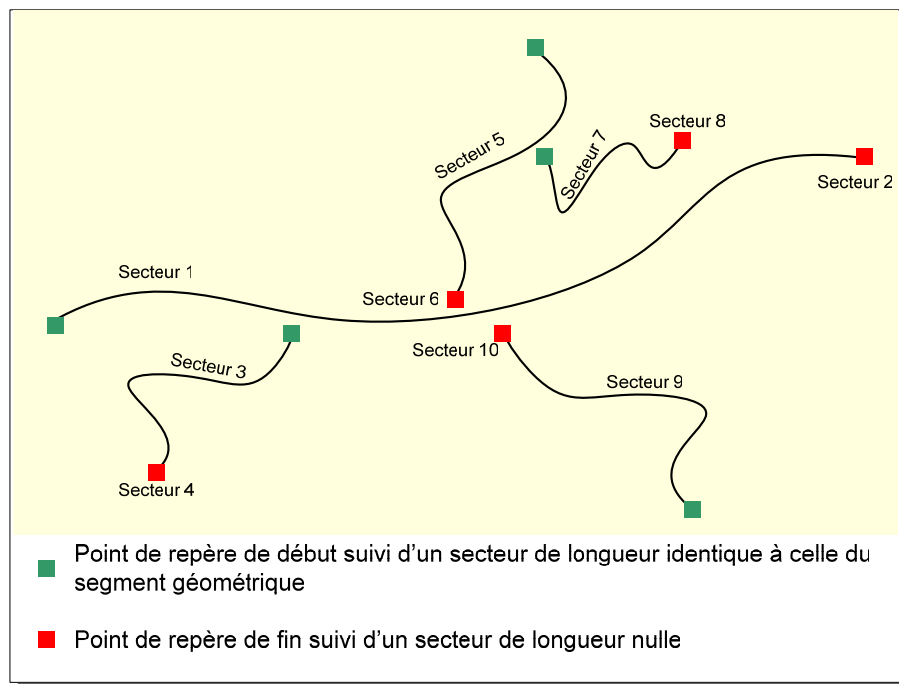


Figure 60 : Succession des secteurs sur un axe ramifié

Les secteurs sont qualifiés par [40] :

- Clé d'identification (clé d'axe + numéro du secteur)
- Clé de tri pour la série des secteurs le long de l'axe de route
- Longueur du secteur

Les PR sont qualifiés par [40] :

- Clé du secteur
- Coordonnées nationales de la marque du PR ici Y et X issus de la géométrie

D. Calage

Les PR sont de bons candidats pour le calage. D'autres objets pourraient être utilisés, comme les nœuds de circulation, fréquents en milieu urbains ou les ponts, tunnels, rivières, qui sont des éléments que l'on trouvera en région de campagne ou de montagne.

Le calage a pour objectif de faire correspondre les longueurs calculées sur les géométries produites à partir des données GDF aux longueurs indiquées dans le SRB et provenant en principe du terrain.

Par conséquent, lorsque le SRB a été implanté à partir des données GDF, comme c'est le cas pour les nouveaux axes, le facteur de calage est égal à 1. Cependant les longueurs figurant dans le SRB ne correspondent pas aux longueurs que l'on pourrait mesurer sur le terrain.

Le SRB des axes définis antérieurement dans le SIR, est en général implanté à partir de mesures de terrain. Comme les géométries GDF ne sont pas le reflet exact de la réalité, les longueurs calculées à partir de celles-ci seront plus ou moins grandes que celles du SRB en fonction des situations. Le facteur de calage est alors différent de 1 et peut varier le long de l'axe. D'où l'intérêt de multiplier les points de calages.

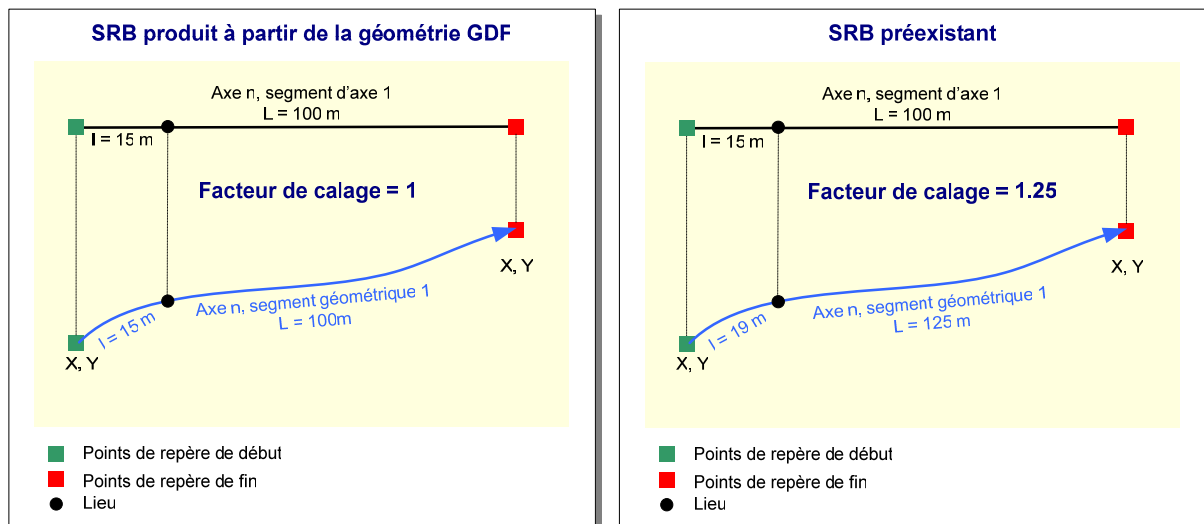


Figure 61 : Calage

Les fonctions du Linear Referencing d'ArcGIS [4] peuvent être utilisées pour caler les géométries produites à partir de GDF sur les points de repères du SRB.

La première étape consiste à créer des itinéraires à partir des segments géométriques d'un axe. (Create Routes d'ArcGIS [4]). Pour cela, choisir l'identifiant de l'axe comme référence de l'itinéraire et ne pas tenir compte des vides entre segments géométriques pour l'accumulation des longueurs "m" depuis le début de l'axe. Le début de l'axe est considéré arbitrairement comme le point le plus au Nord-Ouest.

Les itinéraires doivent ensuite être calibrés avec les PR dont la distance "m" depuis le début de l'axe est calculée par sommation de la longueur des secteurs (Calibrate Routes d'ArcGIS [4]). L'appartenance d'un PR à un itinéraire se fait par l'intermédiaire de l'identifiant de l'axe. Ce calage redonne son point de départ effectif à l'axe (et son orientation) et interpole ensuite les mesures pour les faire correspondre à celles indiquées sur les PR (application d'un facteur de calage). (La géométrie n'est pas modifiée, seules les mesures sont adaptées).

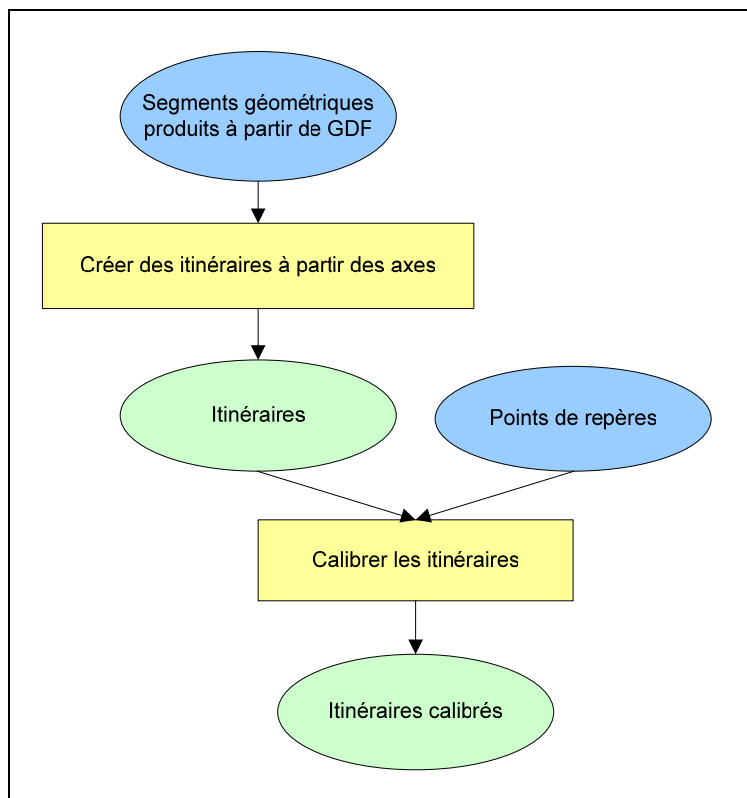


Figure 62 : Etapes du calage

5.4 Construction des réseaux métier

Objet SIR à reproduire	Objets GDF utilisés	Commentaires
Réseau métier		L'objet Aggregated Way d'ISO-GDF n'existe pas dans les données de Tele Atlas puisqu'il s'agit de données "utilisateur". On peut toutefois créer un réseau métier de sections ou de tronçons à partir des attributs des Road Elements.
Type de réseau		Le type de réseau concerne le type d'information contenu dans les réseaux.
Section	Road Element	Les Road Elements portant le même attribut peuvent être utilisés pour la formation des sections.
Tronçon	Road Element	Les Road Elements portant le même attribut peuvent être utilisés pour la formation des tronçons.

Distinction entre attributs simples, composites et restreints

Les Road Elements de GDF décrivent le réseau routier par l'intermédiaire d'une multitude d'attributs simples, composites, restreints ou segmentés.

Un attribut simple qualifie un RE par une valeur unique.

Exemple de l'attribut "Functional Road Class" (catégorie de route) : Un RE n'appartient qu'à une seule catégorie de route, par exemple : "Local Road of Minor Importance" (Route locale de moindre importance).

Seuls les attributs composites restreints possèdent en général plusieurs valeurs pour un même RE en fonction de la condition exprimée par le sous-attribut restrictif.

Exemple de l'attribut "Direction of Traffic Flow" (sens de circulation) : Un RE est interdit à la circulation de différentes manières selon le type de véhicule. Par exemple, une route à sens unique interdite aux poids lourds sera fermée dans le sens positif pour tous les véhicules et dans le sens négatif pour les poids lourds. ("Closed in positive direction" pour la condition "Vehicle Type = All Vehicle Type" et "Closed in negative direction" pour la condition "Vehicle Type = Delivery Truck").

Les attributs composites non restreints ne disposent que d'une valeur par RE ; ils sont formés de sous-attributs complétés par d'autres.

Exemple de l'attribut "Composite Form of Way" (type de voie) : Un RE peut être qualifié soit par le sous-attribut "Form of Way" seul, qui prend par exemple la valeur "Motorway", soit par deux sous-attributs "Form of Way" et "Slip Road Type". Dans ce cas "Form of Way" prend obligatoirement la valeur "Part of a Slip Road" et "Slip Road Type" prend une des valeurs : "Slip Road of a Grade Separate Crossing", "Major Slip Road", "Minor Slip Road"... On comprend aisément pourquoi un même RE ne peut pas prendre plusieurs valeurs pour cet attribut.

Les attributs segmentés ne sont décrits que dans la norme, nous n'allons donc pas étudier les possibilités de couplage avec les réseaux métiers.

Attributs GDF potentiellement utilisables pour la création de réseaux métiers

Parmi les attributs des RE contenus dans les données GDF, certains, dont la liste figure ci-après, sont susceptibles d'être utilisés pour la création de réseaux métiers. Ils sont tous trois composites et restreints.

- L'attribut "Composite Blocked Passage" est composé du sous-attribut "Blocked Passage" et des sous-attributs restrictifs "Vehicle Type" et "Validity Period". Il représente les passages physiquement bloqués sur la Junction de début ou de fin du RE, il dépend du type de véhicule et parfois d'une période de validité.²
- L'attribut "Composite Direction of Traffic Flow" est composé du sous-attribut "Direction of Traffic Flow" et des sous-attributs restrictifs "Vehicle Type" et "Validity Period". Il représente le sens de circulation praticable sur un RE en fonction du type de véhicule et parfois d'une période de validité.³
- L'attribut "Composite Speed Restriction" est composé des sous attributs "Speed Restriction", "Speed Restriction Type", "Unit of Measurement", "Verification Flag for Speed Restriction" et des sous-attributs restrictifs "Vehicle Type", "Validity direction" et "Validity Period". Il représente la vitesse maximale autorisée sur un RE en fonction du type de véhicule et parfois d'une direction ou d'une période de validité.⁴

Commençons par décrire la manière de créer un réseau métier à partir d'attributs simples ou composites non restreints. Nous verrons ensuite comment procéder à partir des attributs composites restreints grâce à l'exemple de "Composite Direction of Traffic Flow".

A. Construction de réseaux métiers à partir des attributs GDF simples ou composites non restreints

Les RE situés le long des axes routiers sont qualifiés par une liste d'attributs (nom de rue, sens de circulation, limitation de vitesse...). La valeur d'un attribut est variable d'un RE à l'autre et constitue la base de la structure des réseaux métiers.

Comme nous ne disposons que du sous-attribut "Speed Restriction" de l'attribut "Composite Speed Restriction" et qu'une seule limitation de vitesse est disponible par RE : nous pouvons considérer que les limitations de vitesses ne sont pas fonction du type de véhicule. On peut alors prendre "Speed Restriction" comme exemple d'attribut simple.

Le type de réseau

Le premier niveau de la structure d'un réseau métier est son type. Nous avons le choix entre un réseau de sections (partir d'un segment d'axe délimité par deux lieux) et un réseau de tronçons (portion d'un segment d'axe délimitée par deux nœuds non nécessairement voisins). De manière générale, l'utilisation de sections est privilégiée afin de limiter le nombre de nœuds dans le SIR.

² Avec FME, on peut extraire le "Composite Blocked Passage", le résultat obtenu est formé par la concaténation des sous-attributs. Le RE peut avoir plusieurs valeurs pour cet attribut, elles-mêmes concaténées. Un RE possède plusieurs valeurs lorsqu'il est bloqué pour plusieurs types de véhicules (en général, il s'agit de tous les types sauf "Residential Vehicle") ou lorsqu'il est bloqué à la fois sur la Junction de départ et la Junction finale. (La période de validité n'est pas utilisée sur notre échantillon de données : Lausanne.)

³ Avec FME, on peut extraire le "Composite Direction of Traffic Flow", également formé par une combinaison de valeurs concaténées, elles-mêmes formées par la concaténation des sous-attributs. (La période de validité est très peu utilisée sur Lausanne.)

⁴ NB : avec FME, on ne peut pas extraire le "Composite Speed Restriction" mais on peut extraire les sous-attributs séparément. On peut donc récupérer l'attribut "Speed Restriction" comme un attribut simple, mais on perd les restrictions qui lui sont appliquées.

On choisira, en général, de représenter avec des tronçons, les réseaux pour lesquels un itinéraire est nécessaire. Ex : itinéraire de déneigement.

Dans le cas des limitations de vitesse, le choix d'un réseau de sections parait le plus judicieux, compte tenu du fait qu'elles peuvent varier indépendamment des nœuds de circulation. (Exemple : zone 30 de part et d'autre d'une école).

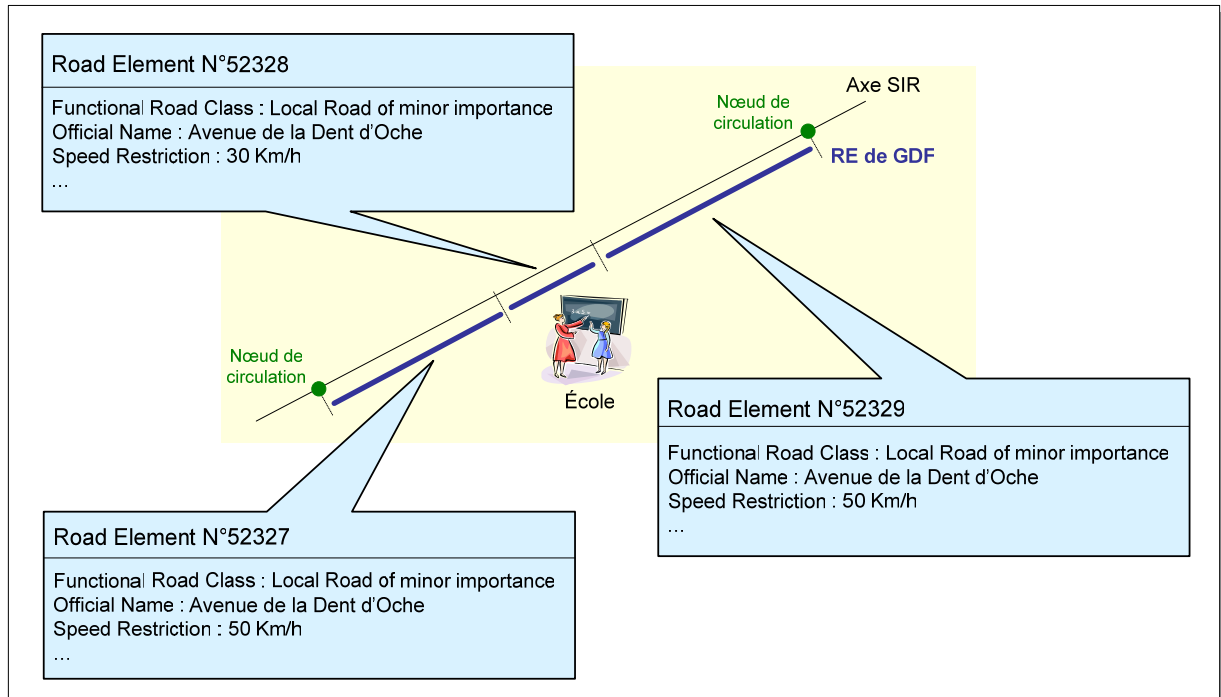


Figure 63 : Attributs des RE

Néanmoins, du point de vue conceptuel, il est intéressant d'illustrer les deux possibilités, d'autant plus que la structure d'un réseau de section est identique à celle d'un réseau de tronçons, à la différence près que la référence est faite à des lieux plutôt qu'à des nœuds.

Le type d'un réseau, en plus de déterminer le mode de subdivision en tronçons ou en sections, détermine le critère en fonction duquel le réseau est structuré, c'est-à-dire, les caractéristiques communes à tous les réseaux appartenant à ce type : dans notre exemple "type de réseau" désigne les limitations de vitesse.

Hiérarchie des réseaux

L'attribut "speed restriction" peut prendre plusieurs valeurs (30, 50, 60, 80 Km/h ...), on créera un réseau pour chacune d'elles. Or le plus haut niveau d'une hiérarchie ne doit être occupé que par un seul réseau [42]. On considèrera donc ces réseaux par valeurs, comme sous-réseaux du réseau principal des limitations de vitesses pour la Suisse. Les tronçons ou sections ne sont ensuite définis que pour les réseaux les plus bas de la hiérarchie [42].

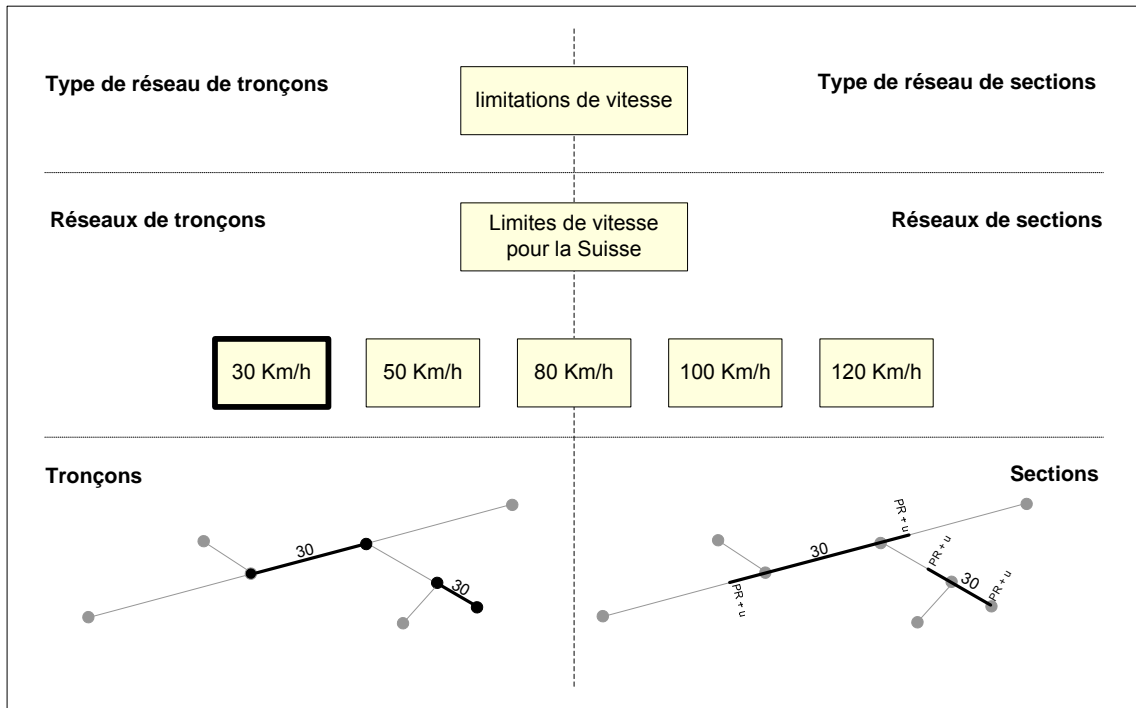


Figure 64 : Structure des réseaux métier du type limitation de vitesse

Caractéristiques des réseaux et des tronçons / sections

Selon la norme VSS SN 640 914 [42], les réseaux possèdent comme caractéristiques obligatoires : la clé étrangère du type de réseau, la clé étrangère du réseau supérieur (le cas échéant), la clé d'identification du réseau et une séquence. Un réseau peut avoir un nom usuel comme caractéristique optionnelle.

Les sections, sont définies par : la clé étrangère du segment d'axe, le début de la section dans le SRB, la fin de la section dans le SRB, la clé étrangère du réseau de sections et la séquence. De la même manière, les tronçons sont définis par : la clé étrangère du segment d'axe, la clé étrangère du lieu du nœud de début sur le segment d'axe, la clé étrangère du lieu de nœud de fin sur le segment d'axe, la clé étrangère du réseau de tronçons et une séquence.

Propriété topologiques des réseaux

Selon la norme VSS SN 640 914 [42], plusieurs propriétés topologiques peuvent être appliquées aux réseaux métiers de manière optionnelle. Ce sont : **la connectivité** (tronçons ou sections spatialement connectés), **la connexité** (constitution d'itinéraires dont les tronçons ou les sections sont tous parcourus une et une seule fois) ou **l'absence de recouvrement** (aucune partie de la route ne peut être décrite par plusieurs sections ou tronçons).

Un réseau peut être directionnel, dans ce cas la portion de route située entre deux nœuds est décrite par deux tronçons de direction opposée (tronçon 1 : de A vers B et tronçon 2 : de B vers A).

Création d'un réseau de sections

Pour projeter les propriétés d'un RE le long d'une section du réseau routier, il faut le localiser linéairement le long d'une géométrie d'axe. Les géométries d'axe doivent au préalable être calées sur les axes du SRB (Cf. Chapitre "5.3D : Calage").

On peut alors procéder à la localisation des RE le long des axes avec la fonction d'ArcGIS : Locate Features along Routes [4]. Le logiciel mesure la distance du premier et du dernier point du RE depuis le début de l'axe le long duquel il se situe (From "m" et To "m"). Les RE ont été utilisés pour constituer les géométries d'axes, par conséquent leur localisation le long des segments géométriques se fait sans ambiguïté.

Ces premières étapes, illustrées sur la Figure 65, sont communes à la création de tous les réseaux, il n'est donc pas nécessaire de les répéter pour chaque attribut.

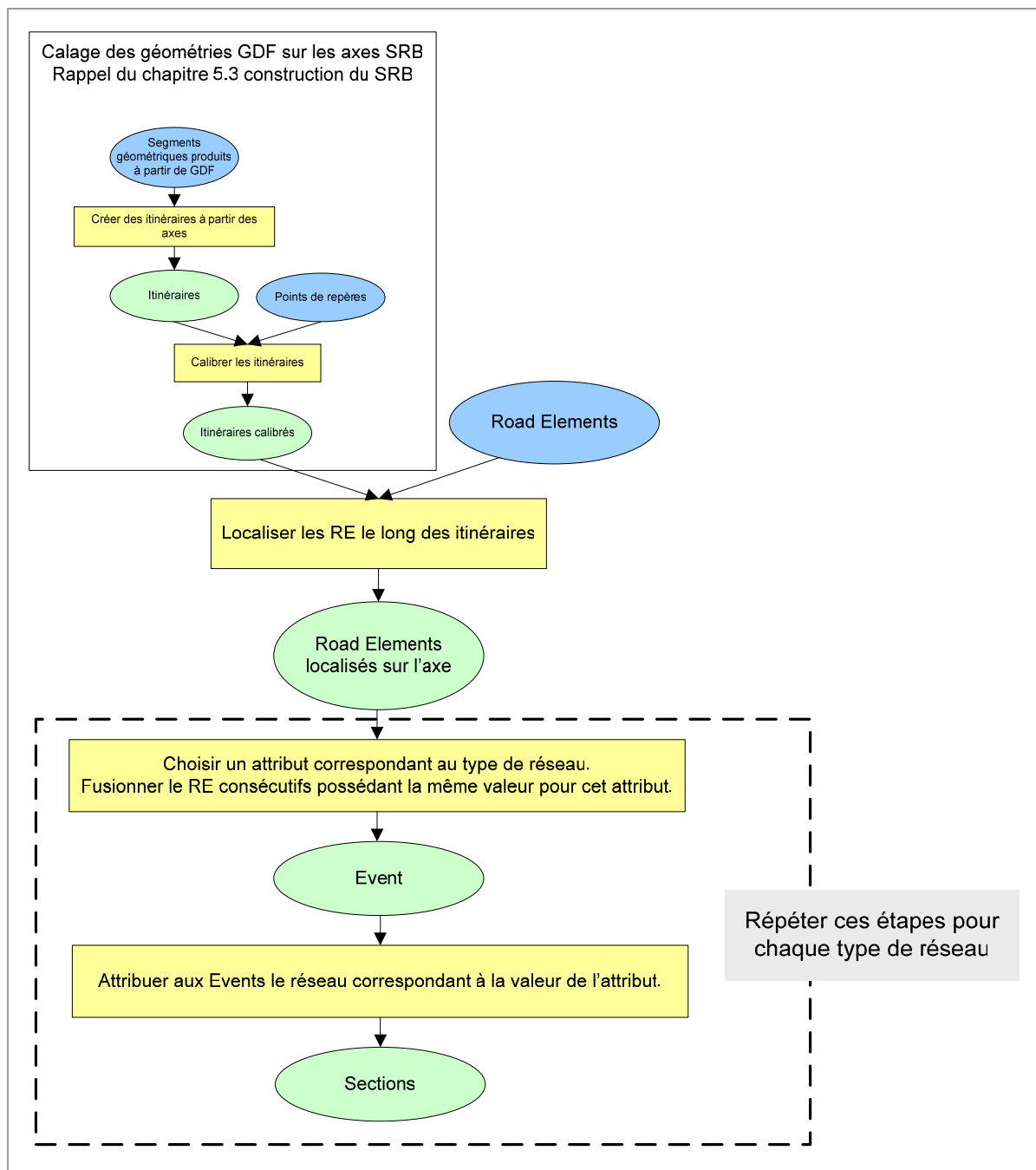


Figure 65 : Localisation des RE dans le SRB

Les RE sont fractionnés au niveau des intersections et lors qu'un des attributs change de valeur. Par conséquent plusieurs RE consécutifs peuvent avoir la même valeur pour un attribut considéré. Ils doivent être fusionnés pour obtenir des sections homogènes. Dans notre exemple, nous fusionnerons tous les RE consécutifs possédant une même limitation de vitesse grâce à la fonction "Dissolve Route Event" d'ArcGIS [4] (Cf. Figure 66).

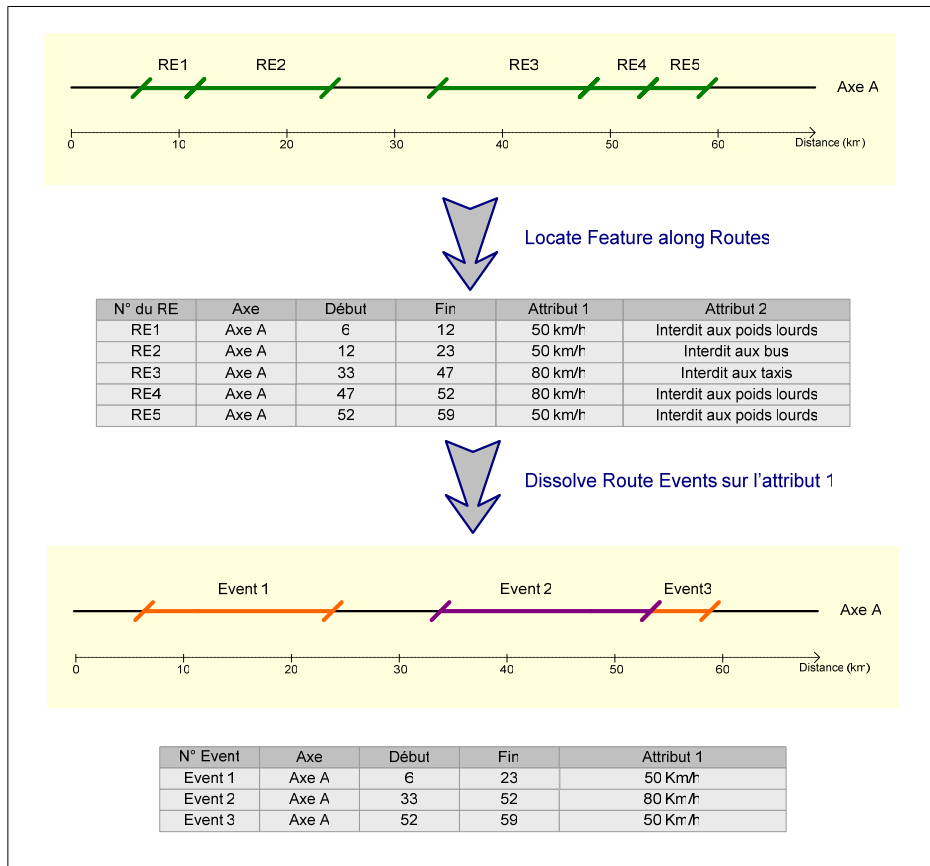


Figure 66 : Création de section

La référence au réseau correspondant à la valeur de l'attribut doit ensuite être ajoutée aux sections (Events). Un numéro de séquence peut être attribué aux sections d'un même réseau, dans l'ordre croissant des distances "m".

Un lieu situé sur un axe est défini dans le SRB par la distance depuis le point de repère qui le précède : "PR + u". La dernière étape de la création des sections consiste à transformer les valeurs "m" en "PR + u".

Création d'un réseau de tronçons

La démarche de création des tronçons est identique à celle des sections, mais complétée par la production de nœuds de gestion à leurs extrémités (Figure 67).

Pour chaque réseau (ex: sélectionner toutes les sections du réseau 50 Km/h), on regroupe les lieux de début et de fin dans une même table puis on utilise la fonction "Make Route Event Layer" d'ArcGIS [4] pour créer les nœuds correspondants. Cette fonction utilise l'identifiant de l'axe et la mesure "m" pour implanter le nœud le long de l'axe et lui affecter les coordonnées géographiques correspondantes.

Lorsqu'un nœud, créé selon cette méthode, est superposé à un autre nœud (nœud de circulation ou nœud de gestion produit lors de la création d'un autre réseau), il doit être supprimé pour limiter le

nombre de nœuds dans le SIR. Dès que possible, les tronçons doivent faire référence à des nœuds existants.

La dernière étape consiste à mettre à jour la référence des tronçons non plus vers les mesures "axe + m" mais vers les lieux de nœud "Axe + PR + u".

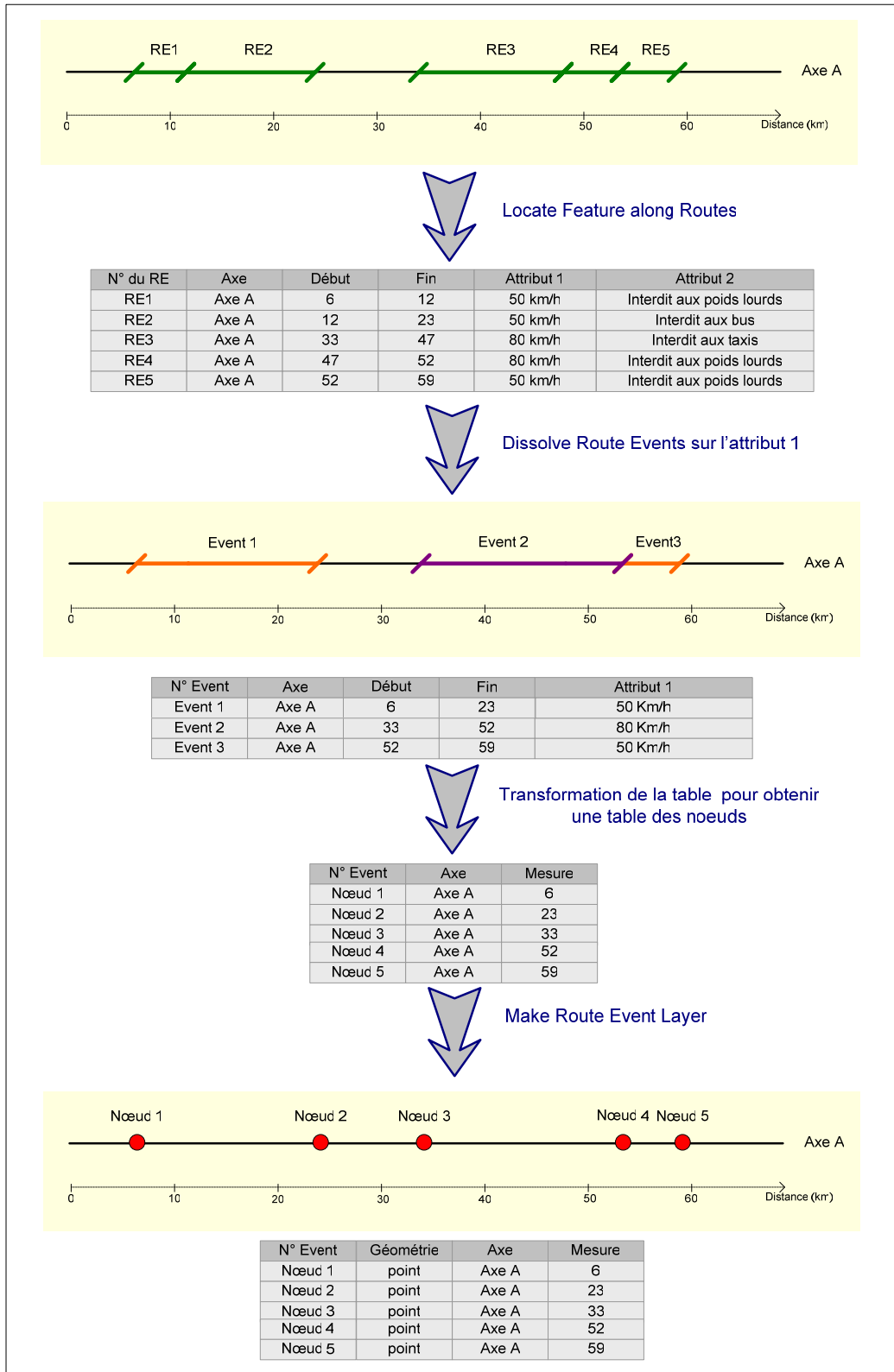


Figure 67 : Création des tronçons et des nœuds de gestion d'un réseau

B. Construction de réseaux métiers à partir des attributs GDF composites dont au moins un des sous attributs est restrictif

Prenons l'exemple de L'attribut "Composite Direction of Traffic Flow" pour la création de réseaux métiers à partir d'un attribut composite restreint. Le sens de circulation "Direction of Traffic Flow" est restreint en fonction du type de véhicule "Vehicle Type" et parfois d'une période de validité "Validity Period". Etant donné que la période de validité est très peu utilisée dans notre échantillon de données, nous allons en faire abstraction.

Les types de véhicules disponibles dans les données GDF sont les suivants :

- All vehicle type
- Passenger car
- Residential vehicle
- Delivery truck
- Bus
- Taxi

Le sens de circulation le long d'un RE (fermé dans le sens positif, fermé dans le sens négatif, fermé dans les deux sens) varie suivant le type de véhicule : la portion du réseau routier décrite par un RE est alors décrite par plusieurs restrictions de trafic.

En l'absence de propriétés topologiques, on peut structurer le réseau de la manière illustrée par la Figure 68 :

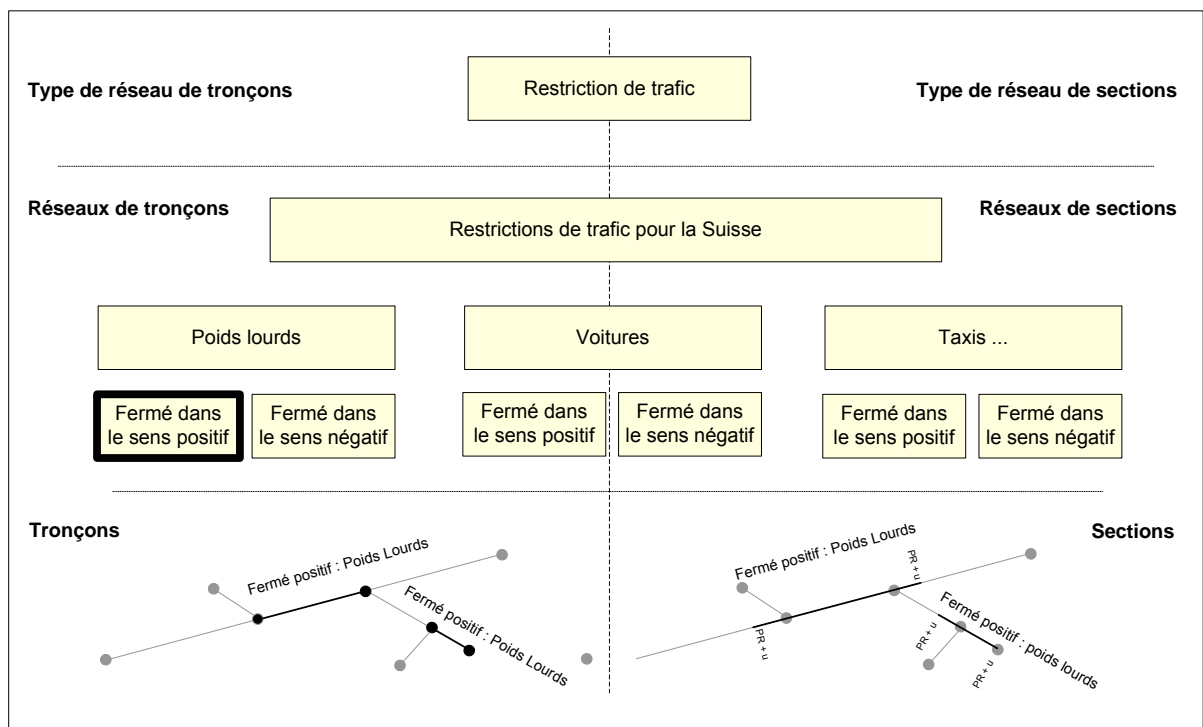


Figure 68 : Structure des réseaux métier concernant les restrictions de trafic sans propriétés topologiques

L'inconvénient majeur d'un tel agencement des réseaux réside dans leurs multiples recouvrements. D'une part l'accès à une partie de la route peut être interdit pour plusieurs catégories de véhicules. Ainsi certains tronçons interdits aux poids lourds se superposent à des tronçons également interdits aux taxis. D'autre part l'accès à un type de véhicule peut être interdit à la fois dans un sens de circulation et dans l'autre. Ainsi une route interdite aux 3,5 tonnes sera décrite à la fois par les deux sous réseaux "fermé dans le sens négatif" et "fermé dans le sens positif" du réseau "poids lourds".

Pour palier à cet inconvénient, on peut décider d'**utiliser la règle topologique de l'absence de recouvrement**. Dans ce cas les réseaux d'un même type ne doivent décrire le réseau routier qu'une seule fois. Il en va de même implicitement pour les tronçons d'un même réseau. On est donc obligé de créer un type de réseau par type de véhicule. On introduira également un sous-réseau "fermé dans les deux sens".⁵ Une telle structure est décrite par la Figure 69.

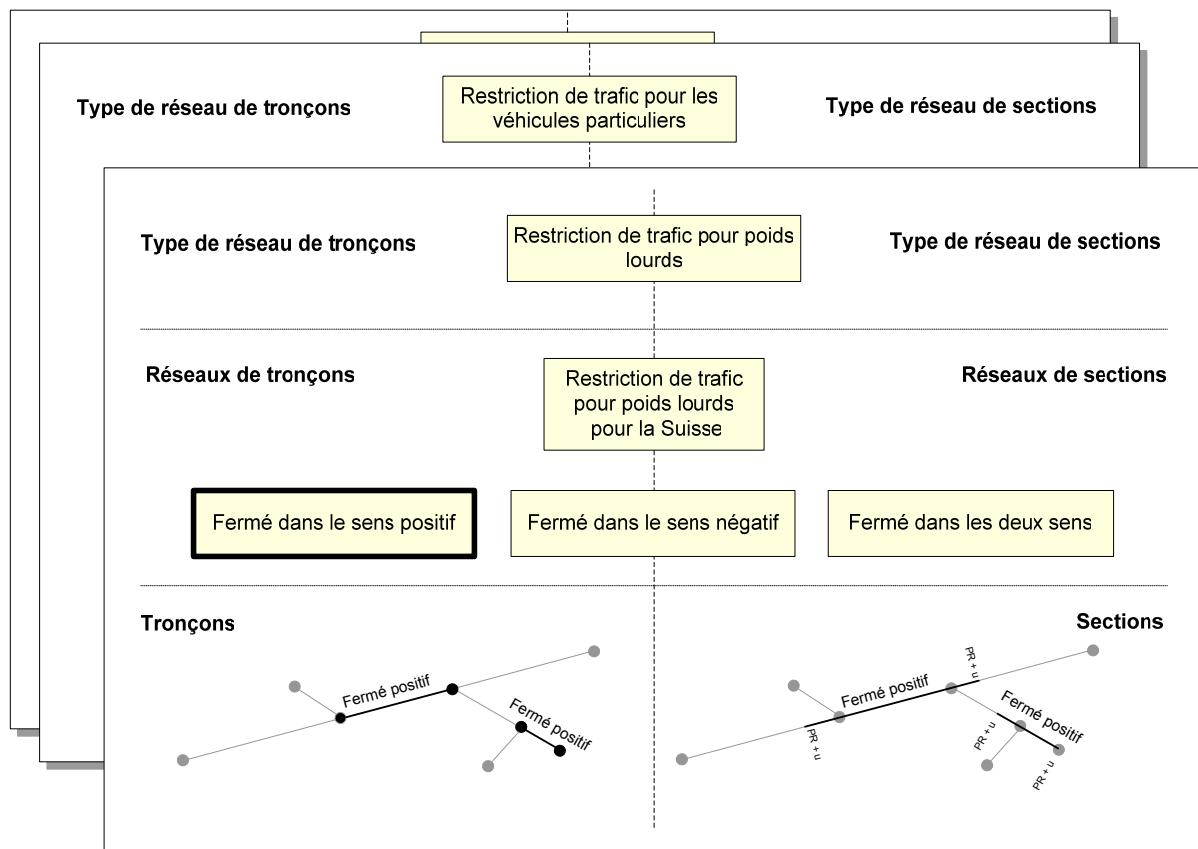


Figure 69 : Structure des réseaux métier concernant les restrictions de trafic avec absence de recouvrement

Si le gestionnaire veut visualiser tous les tronçons / sections interdits aux poids lourds, il doit considérer également les tronçons de la catégorie "all vehicle type". Il est plus pratique d'ajouter les tronçons / sections de la catégorie "all vehicle type" à tous les autres types de véhicules. (Les réseaux de types différents peuvent se superposer, la propriété topologique d'absence de recouvrement ne s'applique qu'aux réseaux d'un même type). Cependant lors de l'ajout des "All Vehicle Type" à un type de véhicule il faut systématiquement vérifier qu'il n'y a pas de restriction pour un autre sens de circulation, appliqué aux tronçons / sections déjà décrits. Par exemple une voie à sens unique interdite au poids lourds peut être définie comme fermée dans le sens positif pour tous les véhicules et fermée dans le sens négatif pour les poids lourds. Du point de vue des poids lourds cette portion du réseau routier est définie deux fois : une fois comme fermée dans sens négatif et une fois dans le sens positif. Il faut donc transformer cette double définition en une définition unique : "fermé dans les deux sens".

⁵ Du point de vue technique lors de l'extraction des RE avec FME, les différentes valeurs d'un attribut composite restreint sont concaténées, chaque valeur est elle-même composée par la concaténation des sous-attributs (sens de circulation + type de véhicule). La fonction `AttributSplitter` [15] de FME permet de dé-concaténer ces valeurs (en conservant l'association sens de circulation + type de véhicule comme unité) et de les enregistrer sous la forme d'une liste. L'explosion de la liste pour créer une copie du RE pour chacune des valeurs peut être obtenue grâce à la fonction `ListExploder` [15] de FME. On attribuera ensuite chaque copie du RE à l'un des réseaux décrit précédemment.

Le sens de circulation dépend du sens de digitalisation du RE parfois inverse à l'orientation de l'axe. On ne peut donc pas transférer cet attribut directement aux sections / tronçons.

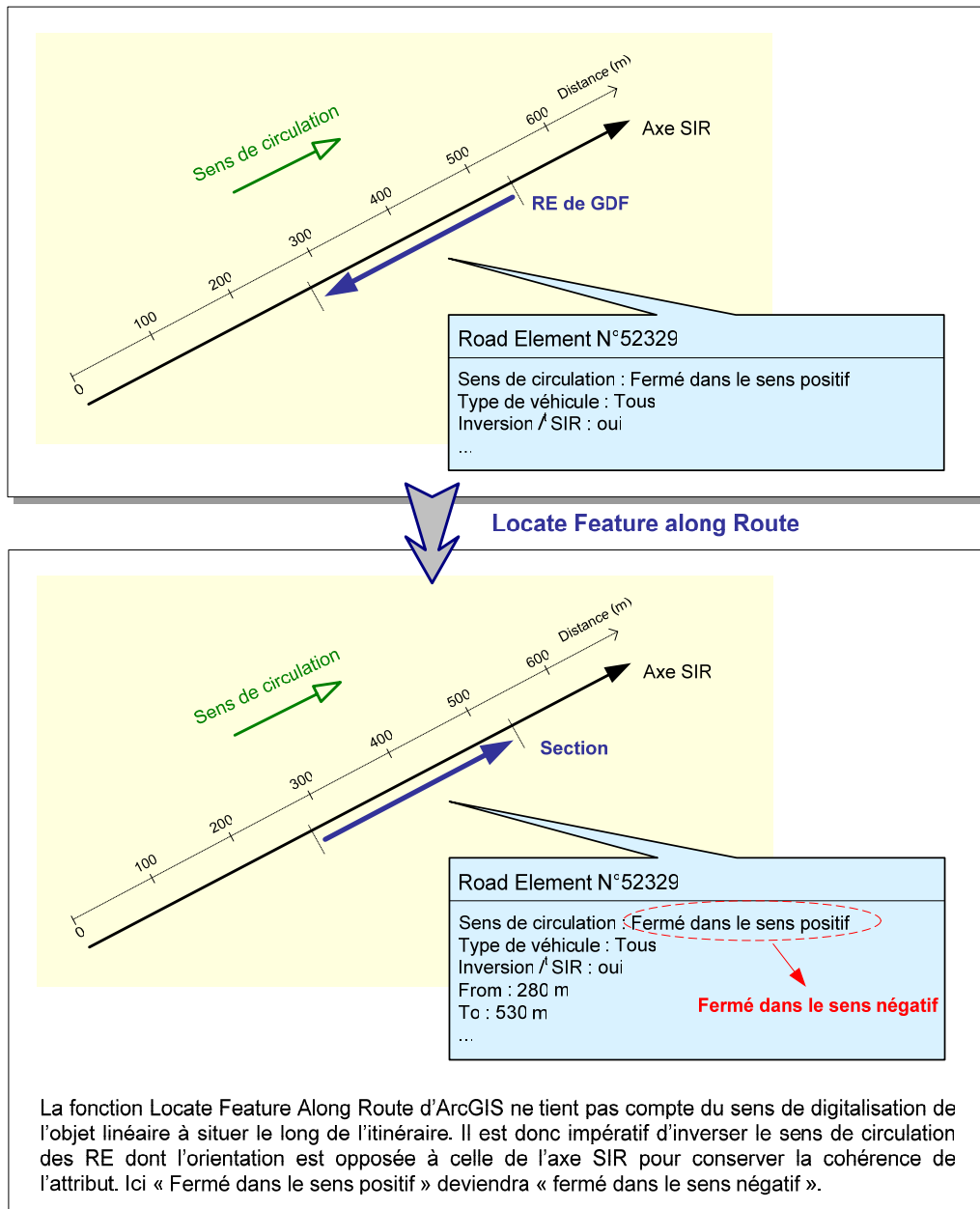


Figure 70 : Sens de circulation et sens de digitalisation

Lors de la création de la géométrie à partir des RE il est conseillé de stocker l'information sur les retournements. Ainsi lorsqu'un RE est retourné cela signifie que son sens de digitalisation est inversé par rapport à l'orientation de l'axe. La fonction Locate Feature Along Route [4] ne tient pas compte du sens de digitalisation du RE pour le localiser : on obtient toujours une mesure "From" supérieure à la mesure "To". Par conséquent lorsque le sens de circulation le long du RE est indiqué comme fermé dans le sens positif et qu'il est inversé par rapport au SIR cela signifie que la circulation est fermée dans le sens négatif le long de l'axe.

La Figure 70 illustre ces propos.

Une autre possibilité consiste à créer un **réseau directionnel**, dans ce cas seul un réseau par type de véhicule est nécessaire : "fermé". La distinction du sens de circulation dans lequel le tronçon / la section est fermé(e) se fait par l'ordre dans lequel sont définis les nœuds de début et de fin du tronçon / les lieux de début et de fin de la section. La règle de non recouvrement est respecté étant donné que le tronçon / la section de A vers B ne désignent pas le même côté de la chaussée.

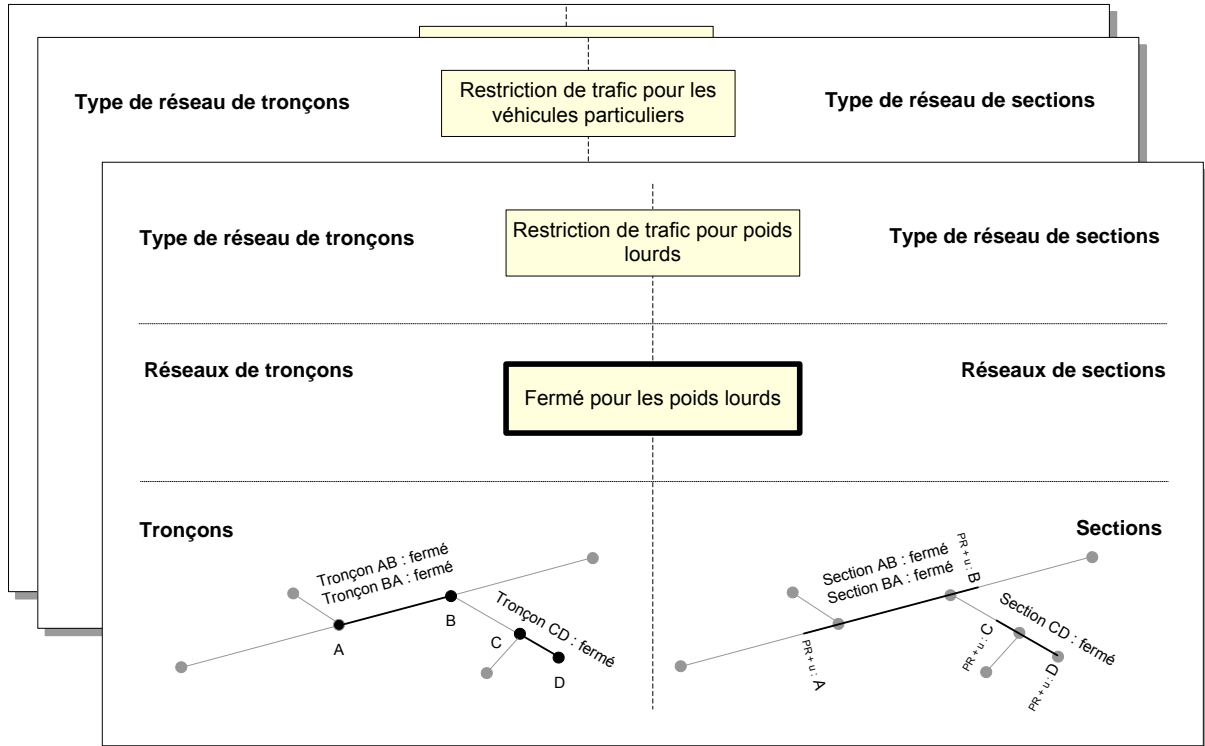


Figure 71 : Réseau directionnel

6 GESTION COMBINÉE DES DONNÉES GDF ET SIR

L'intégration de données de type GDF au Système d'Information de la Route (SIR) nécessite des processus de gestion et une structure adaptée afin de conserver l'intégrité de l'ensemble des données.

Différents cas sont envisagés, selon que le SIR dispose de données de types géométrique ou topologique et qu'il existe, ou non, un Système de Repérage de Base (SRB).

Les paragraphes suivants abordent ces cas selon trois axes : l'importation des données GDF dans le SIR, l'exploitation des données combinées et la mise à jour du SIR.

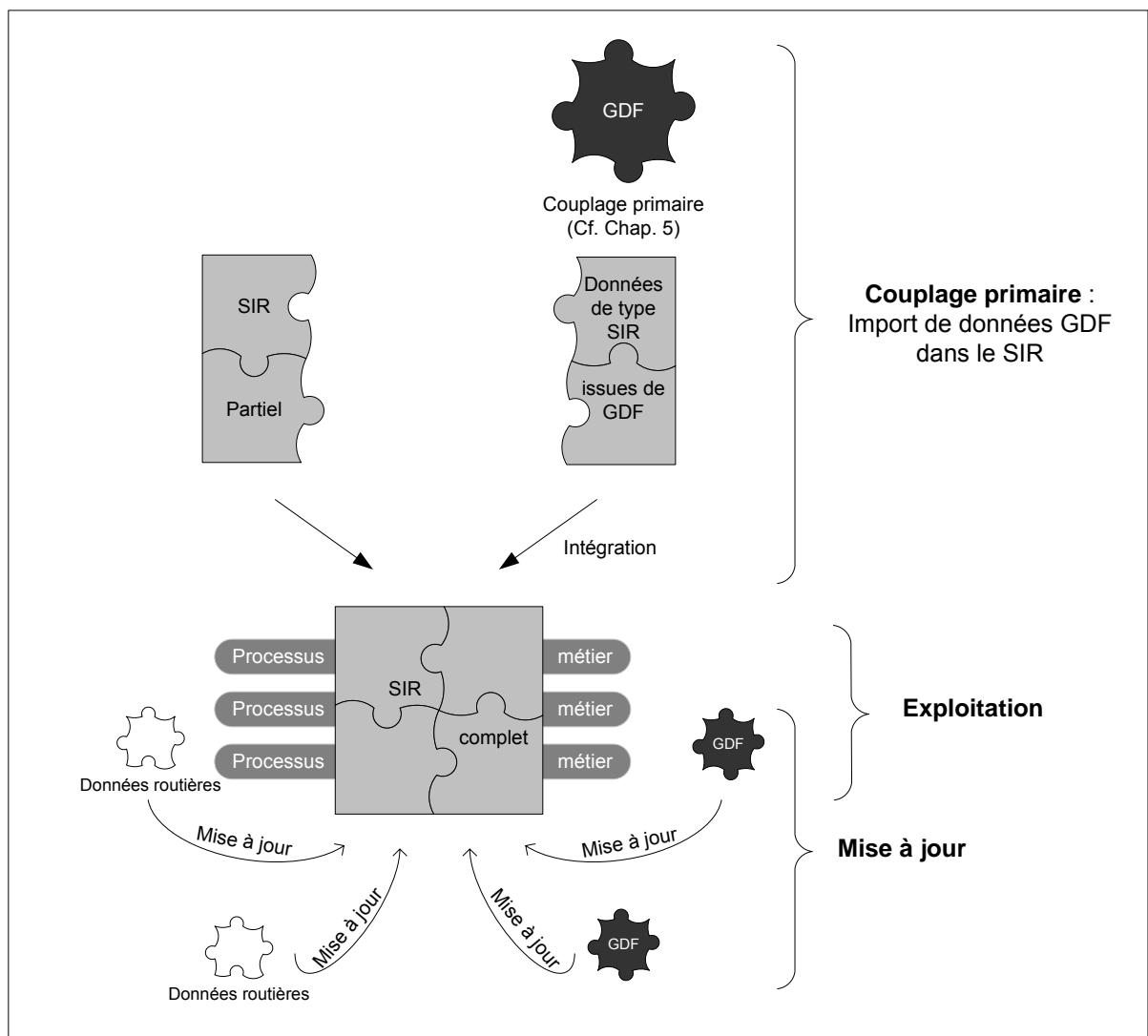


Figure 72 : Gestion combinée

6.1 Importation de données GDF dans le SIR : le couplage primaire

Nous employons le terme de couplage primaire pour désigner l'importation initiale de données GDF dans le SIR. Par opposition, le couplage secondaire désigne toute autre importation de données liée à des mises à jour.

Les données GDF sont utilisées pour compléter tout ou partie de l'un des systèmes de repérage du SIR, à savoir :

Le SRB

La priorité est octroyée au SRB introduit auparavant dans le SIR par le gestionnaire des routes. Ce qui signifie qu'un axe défini par un SRB ne peut pas être modifié sur la base des données GDF. Celles-ci sont utilisées pour créer le SRB des axes qui ne sont pas encore définis dans le SIR. Toutefois, un SRB produit à partir des données GDF est considéré comme de moindre qualité et sa source doit figurer dans les métadonnées. On peut, par exemple, souligner cette origine par ajout d'un "propriétaire" SIR ou GDF.

La Géométrie

Les données GDF ne remplissent pas les critères de qualité requis pour la production de la géométrie de base. Elles ne serviront qu'à l'élaboration d'une géométrie de représentation.

Pour éviter tout problème d'actualisation ou d'interface (précision, niveau de généralisation...) les données GDF ne devraient théoriquement pas être utilisées pour compléter une géométrie de représentation provenant d'une autre source cartographique. Cependant, il peut être plus pratique d'utiliser une géométrie complétée, que de devoir combiner plusieurs géométries de représentation de sources différentes dans une même vue cartographique. Pour résoudre les problèmes d'interface il est nécessaire d'adapter la géométrie. Pour que le gestionnaire puisse identifier les fragments de géométrie exogènes, leur origine doit être spécifiée dans les métadonnées.

En résumé, dans la plupart des cas, on produira une géométrie de représentation de tous les axes à partir des données GDF et on complétera éventuellement de manière ponctuelle une autre géométrie de représentation de source divergente.

La Topologie

De manière identique au SRB, on considère les informations provenant du gestionnaire comme prioritaires. Les nœuds et lieux de nœuds préalablement définis dans le SIR possèdent alors comme "propriétaire", le SIR. Ceux ajoutés sur la base des données GDF possèdent comme "propriétaire" GDF. Il s'agit de nœuds à l'interface entre deux nouveaux axes ou entre un nouvel axe et un axe existant. Cependant certains nœuds de propriétaire SIR" sont affectés par l'ajout de nouveaux axes et doivent être modifiés en conséquence (modification du type de nœud et ajout de lieux de nœud...). Une procédure de validation de ces changements par le gestionnaire est nécessaire pour ne pas compromettre l'intégrité des données.

La question de compléter la topologie par les manœuvres (turns) contenues dans GDF, n'a pas été étudiée dans le couplage et reste ouverte. On ne peut pas considérer les manœuvres comme une propriété du nœud étant donné qu'il ne fait pas référence aux axes sur lesquels il se trouve. L'association entre un nœud et les axes correspondants se fait par l'intermédiaire d'un ensemble de lieux de nœud. Pourtant, la manœuvre ne peut pas être une caractéristique du lieu de nœud car il n'associe qu'un axe à un nœud concerné.

Nous abordons, ici, le couplage primaire selon deux angles : d'une part pour ajouter tout un système de repérage manquant au SIR et d'autre part pour en compléter un.

A. Ajout d'un système de repérage au SIR à partir des données GDF

Dans ce chapitre, nous traitons principalement de la création de données de base de type SIR à partir des données GDF. Certaines données métiers peuvent également être produites.

Le Système d'Information de la Route (SIR) d'un gestionnaire peut se trouver dans l'un des états représentés sur la Figure 73, caractérisé par l'absence d'un ou plusieurs système de repérage.

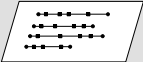
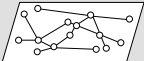
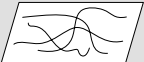
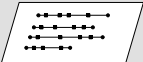
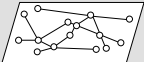
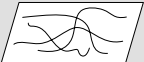
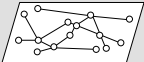
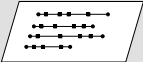
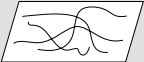
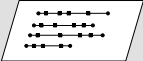

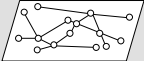
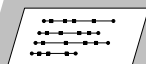
	SRB	Géométrie	Topologie
cas 1			
cas 2			
cas 3			
cas 4			
cas 5			
cas 6			
cas 7			
cas 8			

Figure 73 : Gestion combinée

Les cas les plus fréquents sont les 1, 4, 6, 7 et 8. Certaines situations comme la 2 sont peu vraisemblables mais doivent être illustrées du point de vue théorique.



Cas 1 : SRB seul

Situation initiale

Le seul système de repérage présent dans le SIR est le SRB. Du fait qu'il n'y ait pas de topologie, les axes sont considérés comme indépendants les uns des autres et on ne peut pas concevoir de processus métier de type itinéraire (ex : parcours de déneigement). Les données métier sont repérées sur le SRB.

Processus de création

On souhaite importer les éléments de la topologie ainsi que la géométrie de représentation des axes à partir des données GDF.

- Produire la géométrie de représentation des axes à partir des données GDF. Une étape manuelle très conséquente est nécessaire pour identifier les Road Elements (RE) susceptibles d'appartenir à chaque Axe. Toute association automatique entre un RE et un axe est impossible puisqu'il n'existe pas de correspondance entre les "Official Name" (noms de route officiels) de GDF et les numéros d'axes SIR.
- Produire les nœuds à partir des données GDF.
- Caler la géométrie sur le SRB grâce aux points de repère stockés dans le SRB, utilisés comme points de calage.
- Localiser les nœuds le long des géométries pour en déduire les lieux de nœud (et les tronçons élémentaires).



Cas 2 : Topologie seule

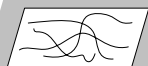
Situation initiale

Le SIR ne contient que des données métier de type trafic (charge, temps de parcours...), ou bien, il s'agit d'un réseau de transports en commun (lignes, arrêts, temps de parcours...). Le SIR comporte quelques éléments topologiques "métier", qui ne représentent pas nécessairement des connections entre axes. Par exemple, un arrêt de bus n'est pas systématiquement situé au niveau d'un carrefour. Il n'a, par conséquent, aucune signification pour la topologie de base. Même dans un réseau de trafic, où la définition des tronçons et des nœuds est proche de celle des axes routiers, on peut considérer qu'il n'y a en réalité, pas de données de base. (Cas similaire au cas 8)

Processus de création

On souhaite importer toutes les données depuis GDF.

- Produire la géométrie de représentation des axes à partir des données GDF, choisir le nom de l'axe comme critère d'agrégation des Road Elements.
- Déduire le SRB à partir de la géométrie.
- Produire les nœuds à partir des données GDF.
- Localiser les nœuds le long des géométries pour en déduire les lieux de nœud (et les tronçons élémentaires)
- Relever sur le terrain les données topologiques métier pour obtenir leurs coordonnées planaires ou les localiser sur les données GDF via leur adresse.
- Localiser les données métiers le long des géométries pour en déduire leur lieu sur le SRB.



Cas 3 : Géométrie seule

Situation initiale

En principe, le SIR ne contient pas de géométrie de base sans l'association d'un SRB. Dans ce cas, il peut s'agir d'une géométrie de représentation issue par exemple du Vecteur 25. Le SIR contient des informations métiers repérées spatialement sur cette géométrie de représentation.

Processus de création

On souhaite créer le SRB des axes ainsi que la topologie à partir des données GDF. Pour cela on doit également importer une géométrie de représentation à partir de GDF.

- Superposer les données GDF aux géométries du SIR pour trouver la correspondance entre les RE et les axes SIR.
- Créer la géométrie de représentation à partir des RE.
- Créer le SRB à partir de la géométrie GDF.
- Produire les nœuds à partir des données GDF.
- Localiser les nœuds le long de la géométrie GDF pour en déduire les lieux de nœuds (et les tronçons élémentaires).
- Caler la géométrie de représentation initiale sur le SRB.
- Localiser les données métier le long de la géométrie initiale pour en déduire leur lieu sur le SRB.

On ne peut pas localiser les données métier directement sur les données GDF car elles ne possèdent pas nécessairement le même degré de généralisation ou de qualité que la géométrie initiale (Figure 74). On doit de les localiser par l'intermédiaire de la géométrie initiale calée sur le SRB.

Remarque : si l'on dispose d'une géométrie de base (lever après exécution, mensuration,...), on choisira probablement de créer le SRB à partir de la géométrie de base plutôt qu'à partir de GDF. Les étapes de création sont alors les suivantes : créer le SRB à partir de la géométrie de base, créer la géométrie de représentation à partir de GDF par superposition, créer les nœuds à partir de GDF, créer les lieux de nœud par localisation sur les géométries GDF puis localiser les données métier sur le SRB à partir de la géométrie de base.

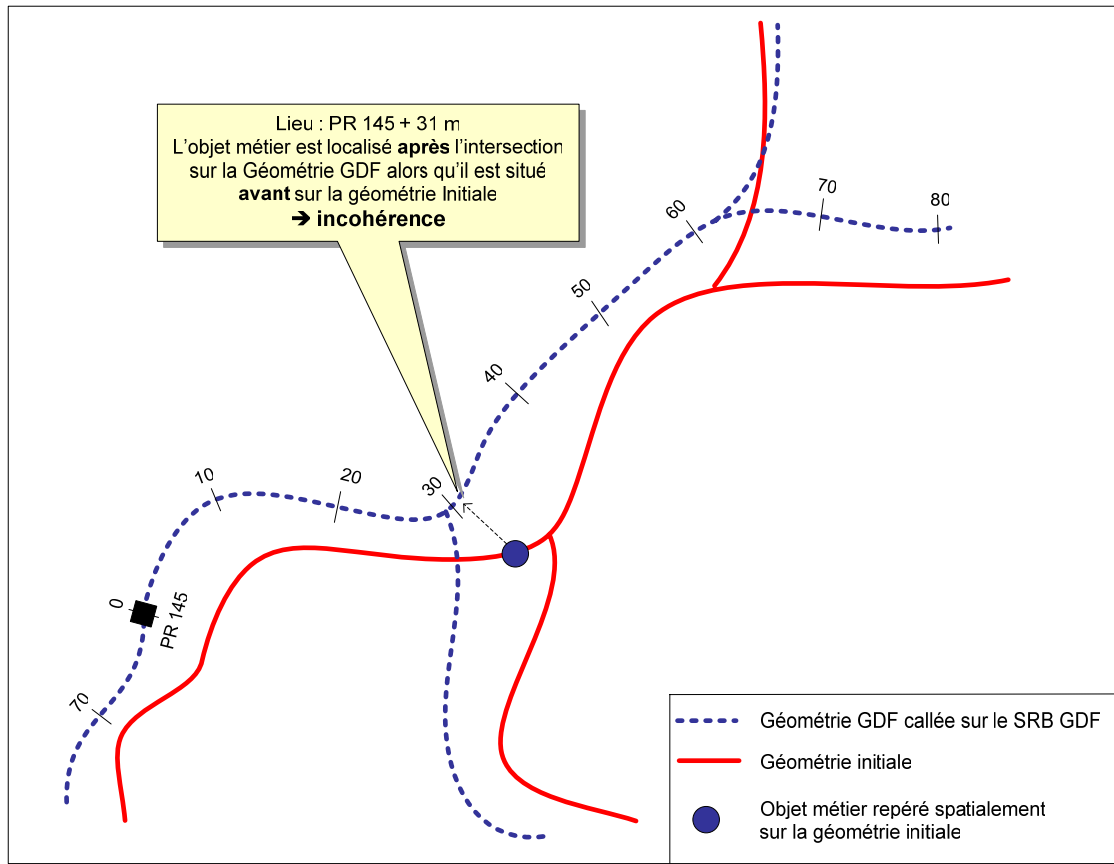


Figure 74 : problème de repérage d'un objet métier sur le SRB via la géométrie de représentation GDF.



Cas 4 : SRB + Topologie

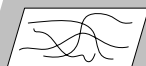
Situation initiale

Ce cas est courant, le SIR ne possède pas de dimension géographique. Les données métiers sont représentées de manière linéaire. Le gestionnaire a besoin d'une géométrie pour projeter les informations routières sur des données contextuelles géographiques ou inversement pour localiser des données géographiques sur le SRB.

Processus de création

On souhaite créer une géométrie de représentation des axes à partir des données GDF.

- Produire la géométrie de représentation des axes à partir des données GDF. Une étape manuelle très conséquente est nécessaire pour identifier les RE susceptibles d'appartenir à chaque axe. Toute association automatique entre un RE et un axe est impossible puisqu'il n'existe pas de correspondance entre les "Official Name"(noms de route officiels) de GDF et les numéros d'axes SIR.
- Caler la géométrie sur le SRB.



Cas 5 : Géométrie + Topologie

Situation initiale

En principe, le SIR ne contient pas de géométrie de base sans l'association d'un SRB. Il s'agit probablement de données de type GDF et d'informations métiers repérées spatialement sur ces données géographiques. On peut difficilement imaginer que la topologie et la géométrie soient formatées selon les règles du SIR. La topologie au sens SIR ne peut être que partielle, les lieux de nœud ne sont pas définis.

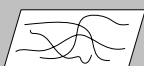
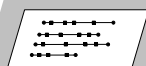
Processus de création

Ce cas ressemble au cas 3, car pour constituer le SRB à partir des données GDF, on doit au préalable créer la géométrie de représentation à partir de GDF puis constituer une topologie de type SIR.

- Superposer les données GDF à la géométrie du SIR pour trouver la correspondance entre les RE et les axes SIR.
- Créer la géométrie de représentation à partir des RE.
- Créer le SRB à partir de la géométrie GDF.
- Produire les nœuds à partir des données GDF.
- Localiser les nœuds le long de la géométrie pour en déduire les lieux de nœud (et les tronçons élémentaires).
- Caler la géométrie de représentation initiale sur le SRB.
- Localiser les données métier le long de ces géométries pour en déduire leur lieu sur le SRB.

On ne peut pas localiser les données métiers directement sur les données GDF car elles ne possèdent pas nécessairement le même degré de généralisation ou de qualité que la géométrie initiale (Figure 74). On doit de les localiser par l'intermédiaire de la géométrie initiale calée sur le SRB.

Remarque : En présence d'une géométrie de base, on choisirait probablement de créer le SRB à partir de la géométrie de base plutôt qu'à partir de GDF. Les étapes de création seraient alors les suivantes : produire le SRB à partir de la géométrie de base, créer la géométrie de représentation à partir de GDF par superposition, puis on pourrait directement localiser les nœuds sur la géométrie de base pour en déduire les lieux de nœud.



Cas 6 : SRB + Géométrie

Situation initiale

Le SIR contient le SRB et une géométrie (de base ou de représentation) dont la source est autre que GDF.

Processus de création

On souhaite créer la topologie à partir des données GDF. Pour cela il est nécessaire de créer une géométrie de représentation à partir des données GDF et de la caler sur le SRB pour pouvoir localiser les nœuds sur le SRB. En effet, compte tenu de la différence de qualité entre la géométrie GDF et la géométrie SIR, les nœuds ne seraient pas placés au bon endroit. (Cf. Figure 75).

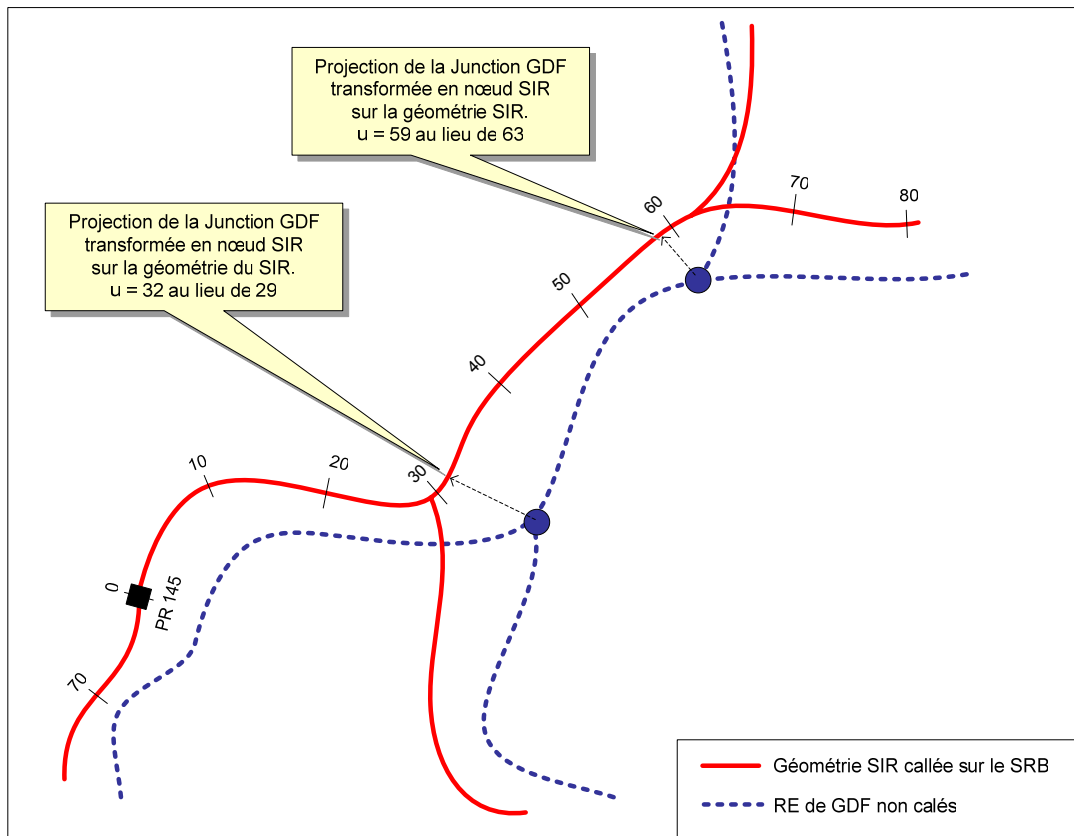
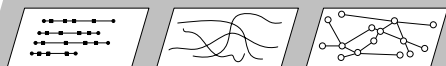


Figure 75 : problème de localisation des nœuds issus de GDF sur le SRB via une géométrie calée provenant d'une autre source

(Remarque : le problème est le même lorsque l'on souhaite localiser sur le SRB des nœuds d'une autre source via une géométrie GDF calée sur le SRB).

Ce cas correspond au cas 1 à la différence près que l'on peut sélectionner les RE appartenant à un axe par superposition aux géométries existantes.

- Superposer les données GDF à la géométrie du SIR pour trouver la correspondance entre les RE et les axes SIR.
- Créer la géométrie de représentation à partir des RE.
- Produire les nœuds à partir des données GDF.
- Caler la géométrie sur le SRB grâce aux points de repère stockés dans le SRB, utilisés comme points de calage (la géométrie n'est pas déformée mais l'échelle des mesure le long de l'axe est adaptée ; c'est-à-dire que les nœuds après calage de la géométrie se superposent exactement aux croisements d'axe dont ils sont issus, mais la distance lue le long de l'axe est distendue pour correspondre à celle que l'on peut lire sur le SRB).
- Localiser les nœuds le long de la géométrie pour en déduire les lieux de nœud (et les tronçons élémentaires).



Cas 7 : SRB + Géométrie + Topologie

Situation initiale

Le SIR contient déjà toutes les données de base (la géométrie de base ou de représentation n'est pas nécessairement issue de GDF). Ce cas est fréquent pour les routes nationales.

Processus de création

On souhaite compléter la topologie avec les manœuvres ("turns") de GDF ; ajouter une géométrie de représentation ; importer des données métiers à partir des données GDF (vitesse, nombre de voies, largeur max, longueur max, poids max...). On se retrouve dans une situation proche du cas 6.

- Création d'une géométrie de représentation à partir des données GDF. Pour cela, on peut sélectionner les RE appartenant à un axe par superposition aux géométries existantes.
- Caler les géométries GDF sur le SRB.
- Localiser les informations métiers de GDF sur les géométries GDF.
- Dédire les lieux dans le SRB, ou créer les nœuds de gestion, les tronçons et les sections.



Cas 8 : SIR inexistant

Situation initiale

Le gestionnaire ne possède pas encore de SIR. Ce cas est fréquent pour les routes cantonales ou les routes communales.

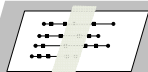
Processus de création

On souhaite importer toutes les données depuis GDF.

- Produire la géométrie des axes à partir des données GDF, choisir le nom de l'axe comme critère d'agrégation des Road Elements.
- Dédire le SRB de la géométrie GDF.
- Produire les nœuds à partir des données GDF.
- Localiser les nœuds le long de la géométrie.
- En déduire les lieux de nœud (et les tronçons élémentaires).

B. Complément d'un système de repérage avec des données GDF

Dans ce chapitre, nous considérons que la structure du SIR est complète, mais que sa couverture ne l'est pas ; c'est-à-dire qu'un ou plusieurs systèmes de repérage (SRB, Topologie, Géométrie) sont incomplets. On peut considérer la lacune soit au niveau de l'axe (une partie de l'axe n'est pas documentée) soit au niveau du jeu de données (une catégorie d'axes manque : par exemple, les axes communaux).



Cas A : SRB partiel

Situation initiale

Certains axes sont définis dans le SRB, d'autres ne le sont pas. (Les axes ne peuvent pas être définis partiellement).

Processus de complément

On souhaite importer le SRB des axes, pour lesquels cela est nécessaire, à partir des données GDF.

Comme nous l'avons vu, les données GDF, n'ont pas une qualité suffisante pour produire la géométrie de base, on peut considérer que leur qualité n'est également pas suffisante pour produire le SRB des axes. On ne modifiera donc pas le SRB contenu initialement dans le SIR par les données GDF.

Toutefois, un SRB issu de GDF, même de moindre qualité, peut se révéler très utile pour repérer un grand nombre de données routières. Pour conserver la cohérence de la qualité des données dans le SIR, on stocke le SRB issu de GDF à part et on lui attribue un identifiant "propriétaire GDF"; ce qui permet de le distinguer du SRB provenant du gestionnaire.

Pour éviter toute redondance, les données routières doivent posséder un repérage unique sur le SRB. Pour répondre à cette exigence, on importe depuis GDF uniquement le SRB des axes pour lesquels cela est nécessaire. Ainsi, un axe possède un et un seul SRB.

Si le SRB de l'axe n'est pas défini, il ne possède certainement pas de géométrie dans le SIR. Il faudra également compléter la topologie, car l'ajout de nouveaux axes implique l'introduction de nouveaux nœuds.

- Sélectionner les géométries produites à partir de GDF auxquelles aucun SRB ne correspond. (Cf. bas de la Figure 77).
- Produire le SRB à partir des géométries GDF.
- Pour compléter la topologie cf. Cas C.



Cas B : Géométrie partielle

Situation initiale

Lorsque la géométrie est incomplète, il peut s'agir soit du cas où la géométrie de certains axes est lacunaire soit du cas où le SIR ne contient que la géométrie des axes principaux mais pas celle des axes secondaires.

Processus de complément

On souhaite importer tout ou partie de la géométrie de certains axes à partir des données GDF. Comme nous l'avons déjà évoqué, les données GDF ne peuvent être utilisées que pour la production de géométries de représentation en raison de leur qualité insuffisante comme géométrie de base.

La gestion de géométries de qualités différentes peut poser problème. C'est le cas lorsqu'une géométrie de représentation est lacunaire et qu'on la complète avec une autre source. Dans ce cas, on "mélange" deux sources de données, ce qui peut causer des problèmes d'interface (Figure 76).

Pour conserver la cohérence du SIR, il est préférable de séparer les sources de données. Ainsi le SIR contient une géométrie de base, une géométrie de représentation de source GDF et éventuellement d'autres géométries de représentation, dont les propriétés individuelles sont connues.

Bien que ce ne soit théoriquement pas une solution rigoureuse, il est néanmoins pratique, lorsque le SIR dispose d'une géométrie de représentation de source cartographique quelconque de pouvoir compléter les éventuelles lacunes avec les segments correspondants issus de GDF. Pour cela, il est nécessaire de modifier leur géométrie pour résoudre les problèmes d'interface (une même étape de modification sera nécessaire à chaque mise à jour de la géométrie). L'apport de données exogène dans une géométrie de représentation doit être spécifié dans les métadonnées. On pourra ainsi obtenir une géométrie de représentation de source hybride mais de couverture complète.

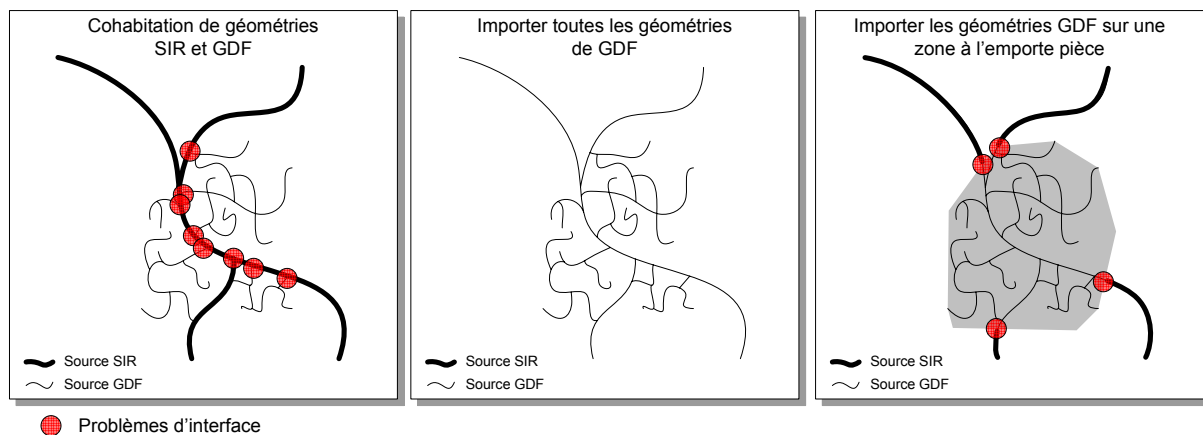


Figure 76 : Complément de la géométrie : problèmes d'interface

Recommandations pour limiter les problèmes d'interface :

- Importer toutes les géométries de GDF. De cette manière certains axes ont plusieurs géométries de représentation.
- Importer toutes les géométries de GDF de la zone concernée, pour limiter les problèmes d'interface en bordure de zone.
- Limiter le complément d'une géométrie de représentation avec les données GDF à des cas isolés et ponctuels.

Dans un cas comme dans l'autre (cf. partie haute de la Figure 77) :

- Pour les axes possédant déjà une géométrie de base ou de représentation dans le SIR : procéder par superposition pour sélectionner les RE participant à l'axe.
- Pour les axes ne possédant encore aucune géométrie, procéder de manière manuelle pour sélectionner les RE correspondant à la définition de l'axe dans le SRB.
- Puis caler les géométries sur le SRB.

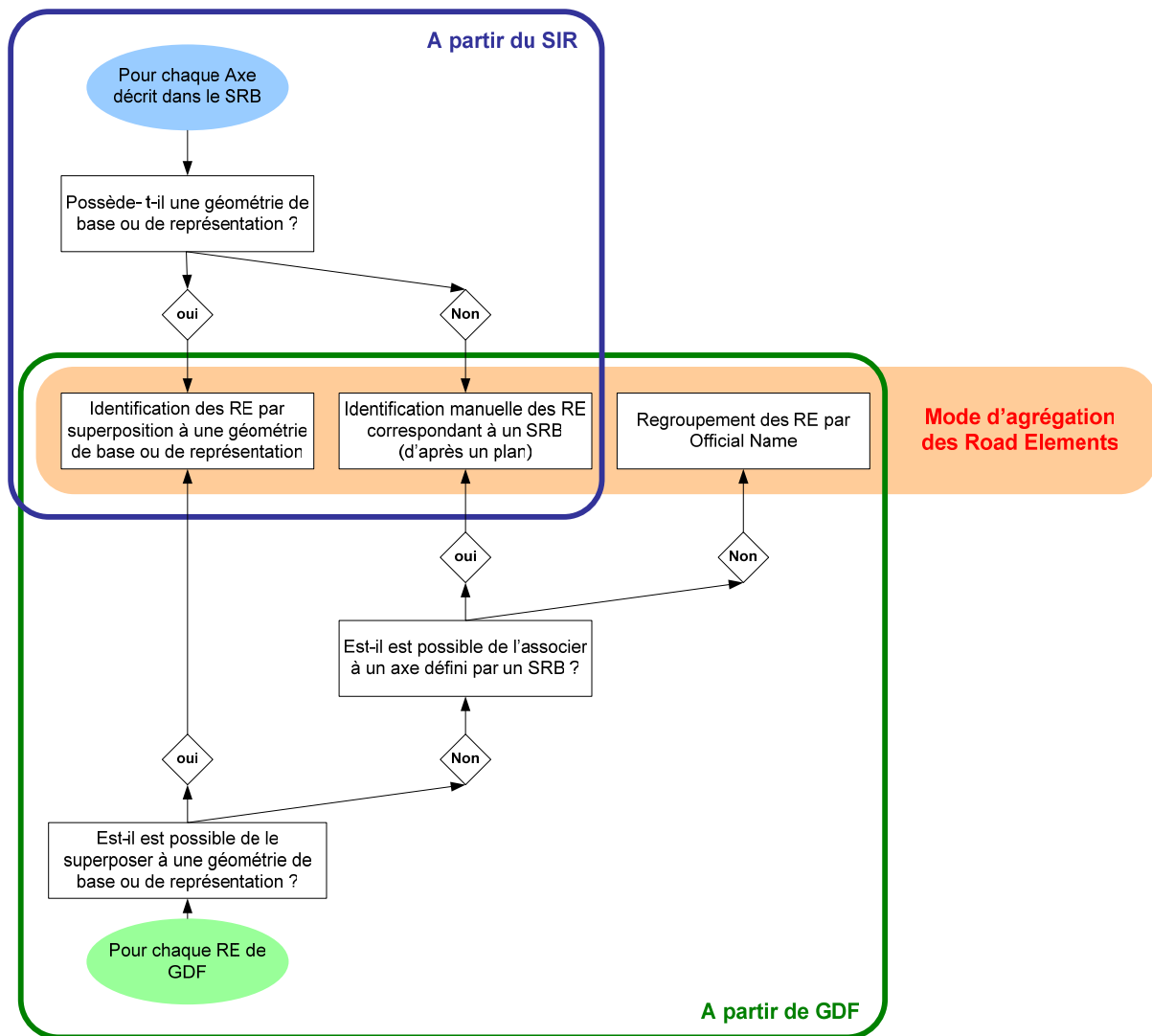


Figure 77 : mode d'agrégation des Road Elements pour former la géométrie de représentation issue de GDF

Exemple : Le gestionnaire possède à l'origine une géométrie de représentation des principaux axes issus d'une source cartographique. Suite à nos conseils, il importe la géométrie de représentation de tous les axes depuis GDF. Il souhaite à présent, représenter sur une même carte l'ensemble des axes ainsi que les cours d'eau issus de la source cartographique.

Il doit choisir entre :

- utiliser toutes les géométries de GDF plus ou moins compatibles avec la représentation des cours d'eau mais cohérentes entre elles (le niveau de généralisation des données de la source cartographique peut varier de celui des données GDF).
- ou utiliser les géométries issues de la source cartographique pour les axes qui en possèdent une (meilleure superposition aux cours d'eau) et se contenter des géométries GDF pour les autres axes et accepter les problèmes d'interface.

Le fait de disposer d'une géométrie de représentation complète et homogène, ne résout pas tous les problèmes et démontre l'utilité d'une géométrie de représentation hybride.



Cas C : Topologie partielle

Situation initiale

On peut considérer deux cas distincts :

- La topologie du SIR est lacunaire par endroit.
- Le SIR contient la topologie de certains axes (ex : axes principaux).

Comme on prend en compte des axes supplémentaires dans la topologie, de nouveaux nœuds sont introduits et d'autres doivent être modifiés (ajout d'une branche impliquant l'ajout d'un lieu de nœud).

Processus de complément

De la même manière que pour la géométrie ou le SRB, on considèrera les éléments de la topologie provenant du gestionnaire comme de meilleure qualité et on leur attribue comme propriétaire le "SIR". Les éléments topologiques ajoutés sur la base des données GDF possèdent comme propriétaire "GDF". Les données GDF ne peuvent donc pas être utilisées automatiquement pour modifier les nœuds et lieux de nœuds de propriétaire SIR affectés par la prise en considération d'axes supplémentaires. Une procédure de validation de ces changements par le gestionnaire est nécessaire pour conserver l'intégrité des données et pour ne pas endommager certaines propriétés du nœud que le gestionnaire aurait saisi.

Comme nous l'avons vu précédemment (cf. cas 6), une fois les nœuds produits à partir des données GDF, nous devons déduire les lieux de nœud par localisation des nœuds sur les géométries de représentation GDF calées sur le SRB. Il est donc nécessaire de disposer au préalable des géométries issues de GDF avant de pouvoir compléter la topologie.

- Extraire les nœuds à partir des données GDF.
- Localiser les nœuds le long des géométries de représentation GDF calées sur le SRB pour produire les lieux de nœud.
- Identifier les nœuds initialement présents dans le SIR aux nouveaux nœuds produits à partir de GDF en comparant la liste des axes associés à chacun des nœuds par l'intermédiaire des lieux de nœuds.
- Conserver les nouveaux nœuds comme des nœuds de propriétaire GDF (Cf. Figure 78).
- Pour les nœuds ayant exactement les mêmes axes en commun : ne conserver que l'exemplaire de propriétaire SIR.
- Pour les nœuds ayant au moins deux axes en commun : signaler au propriétaire que le nœud doit être modifié : ajout d'une branche au nœud. Le nœud conserve comme propriétaire le SIR. Les lieux de nœud de propriétaire SIR sont conservés, ceux de propriétaire GDF correspondant sont supprimés car ils sont considérés comme moins précis du fait qu'ils sont localisés à partir d'une géométrie de représentation. Les nouveaux lieux sont ajoutés et possèdent comme propriétaire GDF.
- Subdivision des tronçons élémentaires au niveau des nouveaux nœuds et nœuds modifiés.

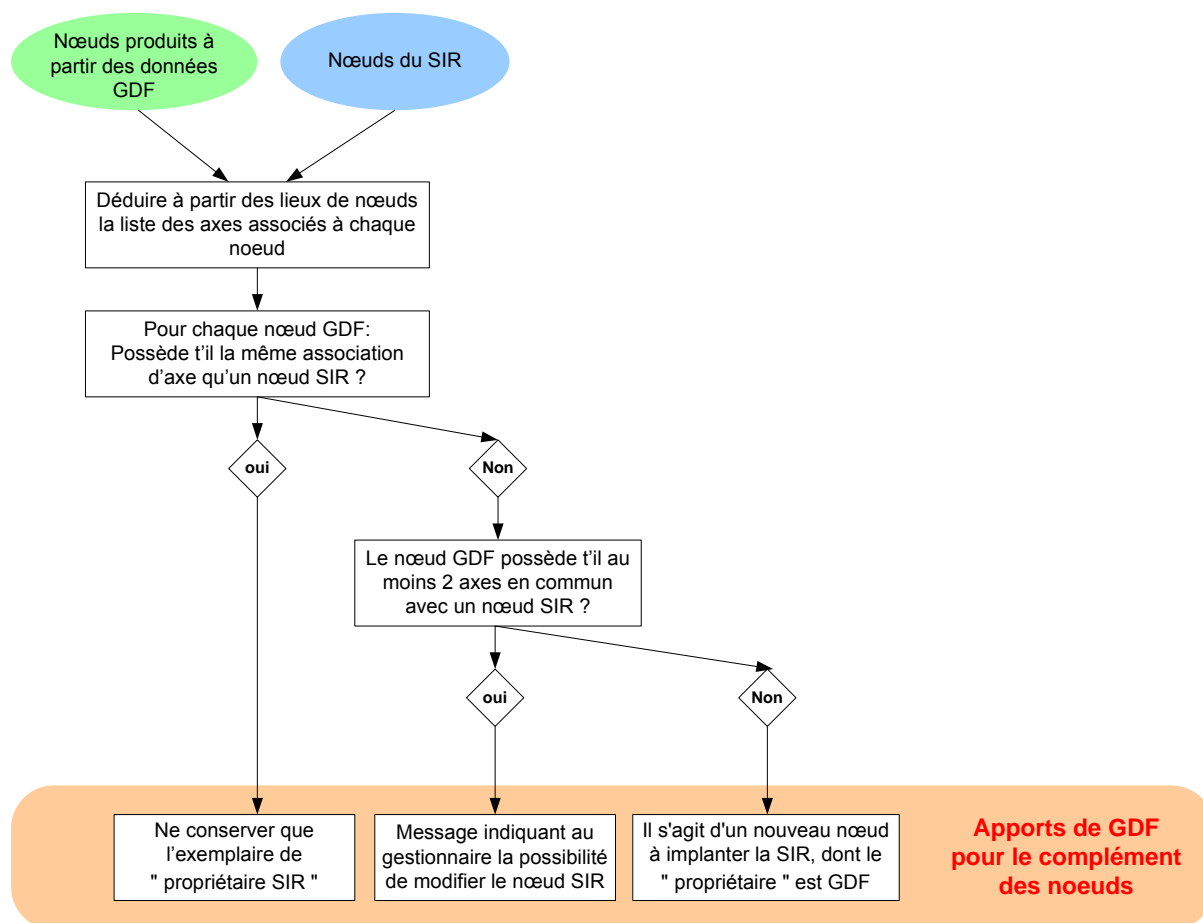


Figure 78 : complément de la topologie avec les données GDF

C. Illustrations

Les routes nationales

Aujourd'hui, toutes les routes nationales ont été saisies dans un SIR afin de permettre de gérer leur entretien. De manière générale, on se trouve dans les cas de figure n°7, où les 3 catégories de système de repérage sont renseignées : SRB, Géométrie de base et Topologie.

Les données GDF apportent pourtant une plus-value à ce genre de SIR, permettant notamment de nouvelles applications comme par exemple le calcul d'itinéraires précis grâce aux informations de restriction et de manœuvres interdites.

Les données GDF, gérées par des tiers, permettent aussi aux gestionnaires de ces SIR de se passer de la gestion des réseaux métiers tels que la vitesse maximale autorisée, le nombre de voies et les restrictions (poids, longueur, largeur, hauteur max.) et de les importer périodiquement dans leur système afin d'avoir des informations métier à jour.

En plus, les données GDF permettent aux gestionnaires de ces systèmes de compléter facilement leur système avec des SRBs simples et des géométries de représentation pour les routes qui ne sont pas sous leur responsabilité, mais avec lesquelles ils ont néanmoins des interactions.

Une géométrie de représentation couvrant toutes les routes leur permet notamment de planifier des déviations, des transports spéciaux etc. depuis leur système d'information tout en gardant un lien vers leurs données métier.

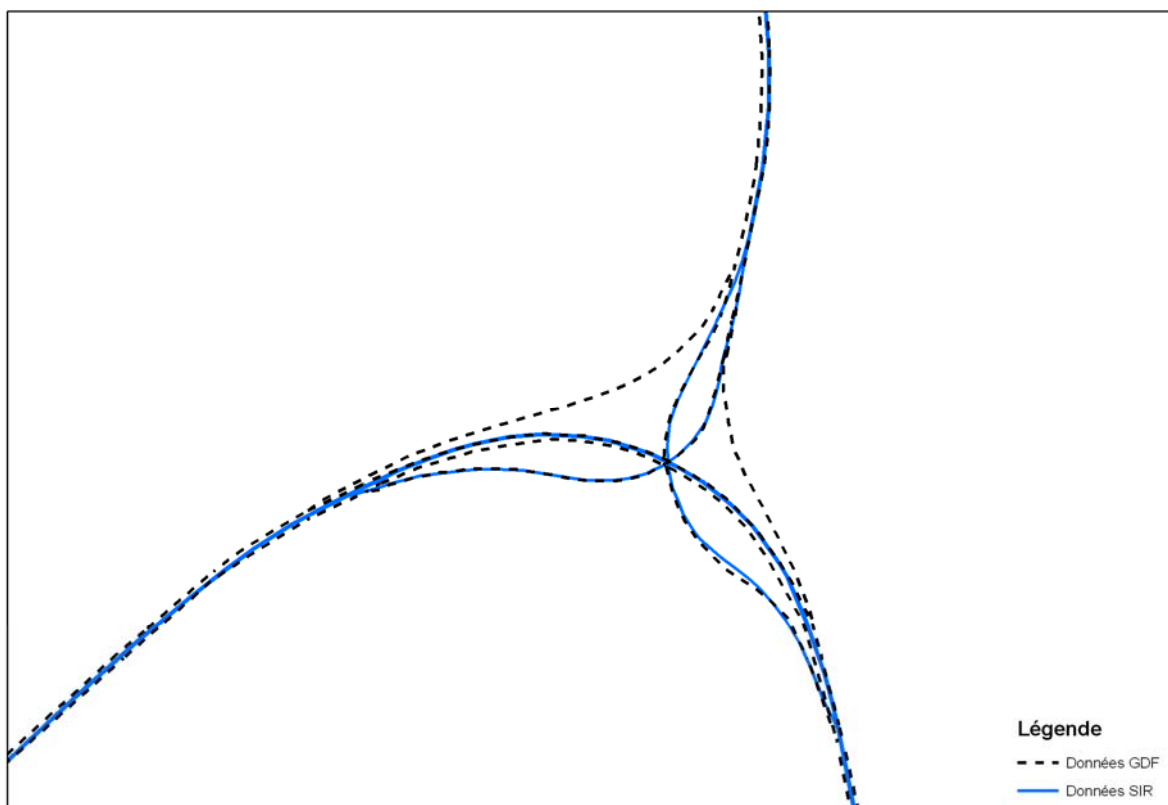


Figure 79 : Différences entre les géométries SIR et GDF au niveau d'un croisement d'autoroute.
(données TeleAtlas et STRADA)

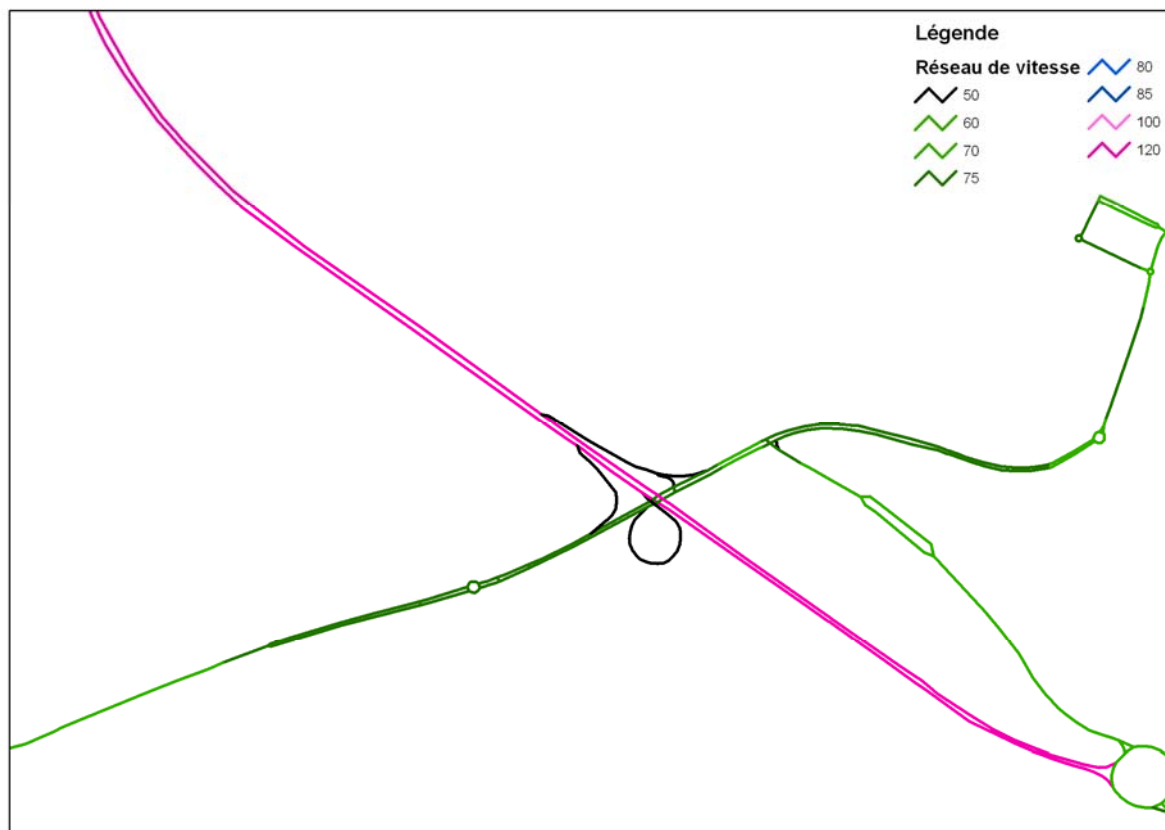


Figure 80 : Illustration des données "réseau de vitesse" contenues dans les données GDF (données TeleAtlas)

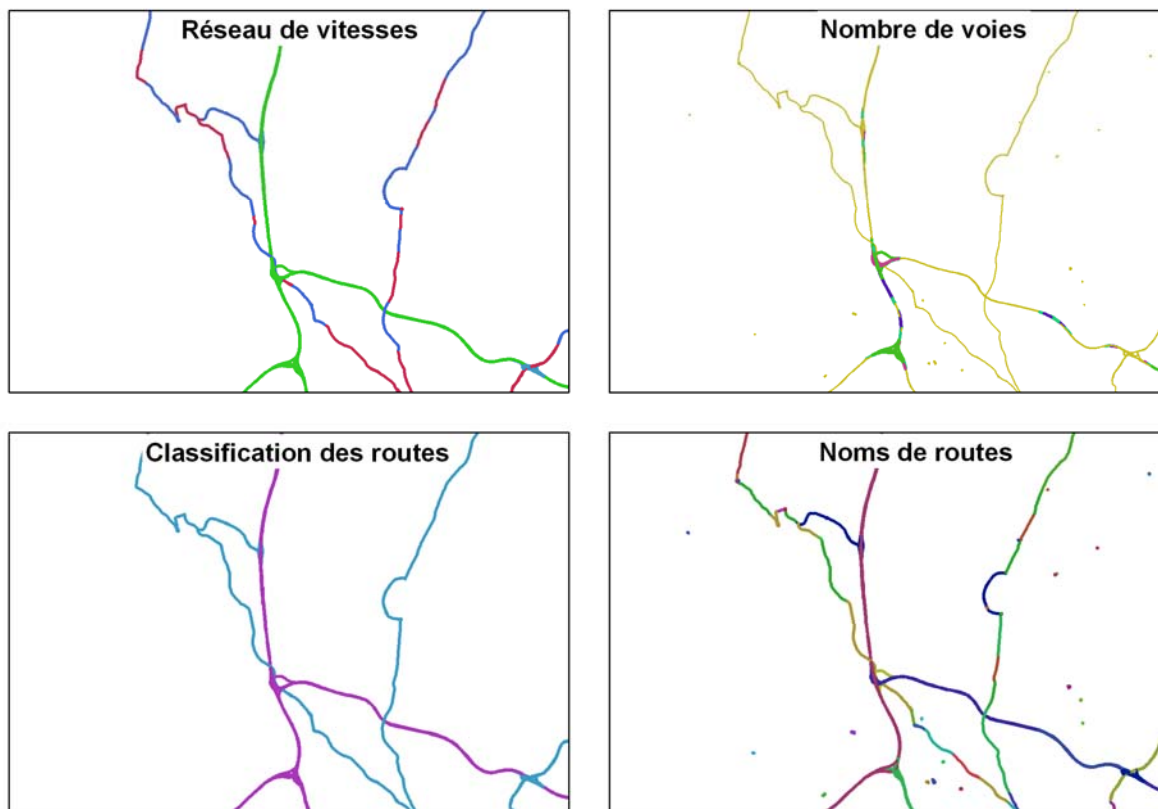


Figure 81: Représentation simultanée de plusieurs réseaux métier issus de GDF (données TeleAtlas)

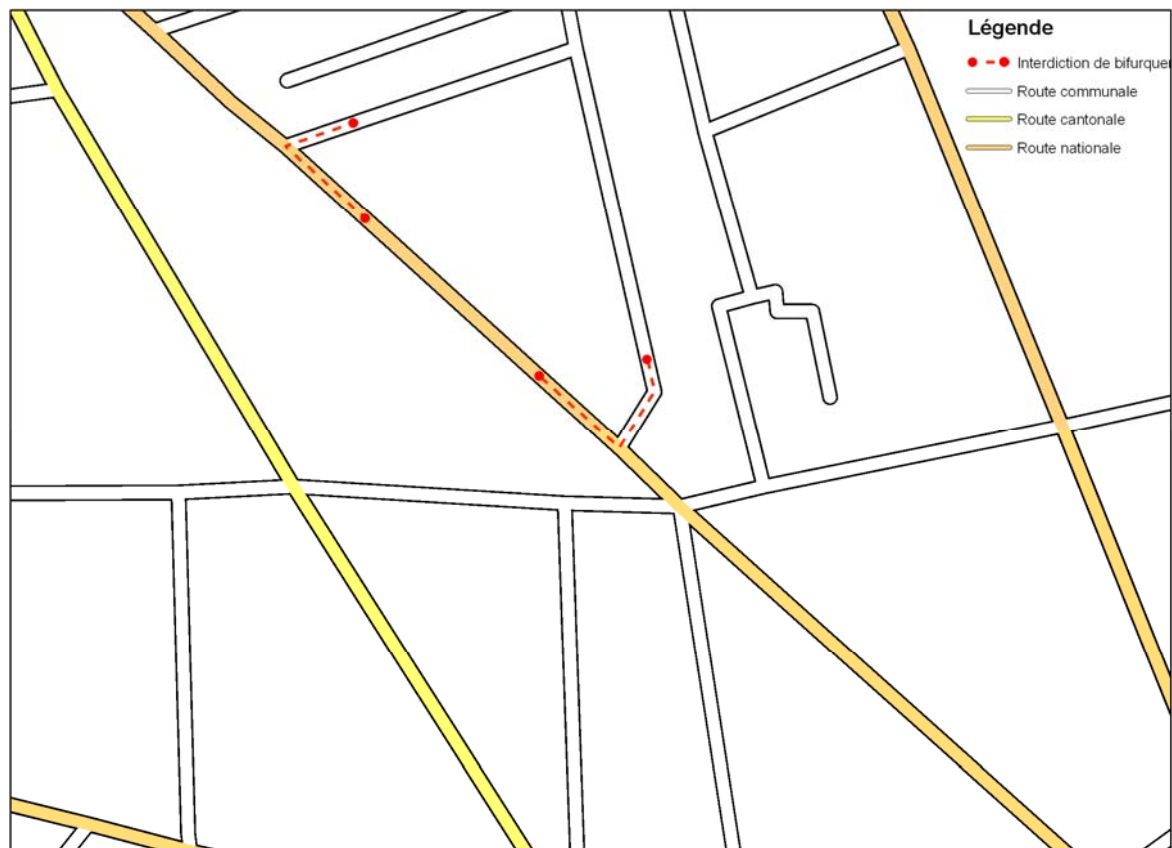


Figure 82 : Illustration des "turns" sur un réseau de routes urbains (données ESRI)

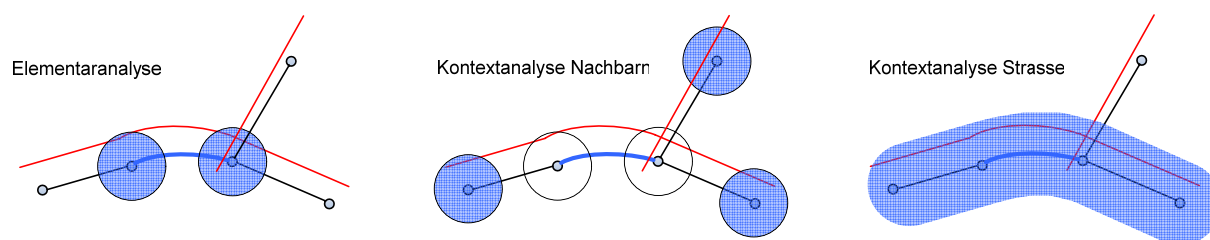


Figure 83 : Illustration des différentes analyses faites sur un Road Element dans MISTRA afin de déduire l'axe correspondant. (Source : Mistra Navigationsdaten, Konzeptbericht)

La problématique des routes communales

Un gestionnaire de routes communales part normalement du cas de figure 8 : rien n'existe.
Les données GDF peuvent donc être utilisées pour mettre en place un système d'information routier, où l'on déduit SRB, géométrie de base et topologie à partir des données GDF.

Sur la base de ces nouveaux composants de base, des réseaux métiers peuvent ensuite être déduits depuis les données GDF et introduits dans le système.

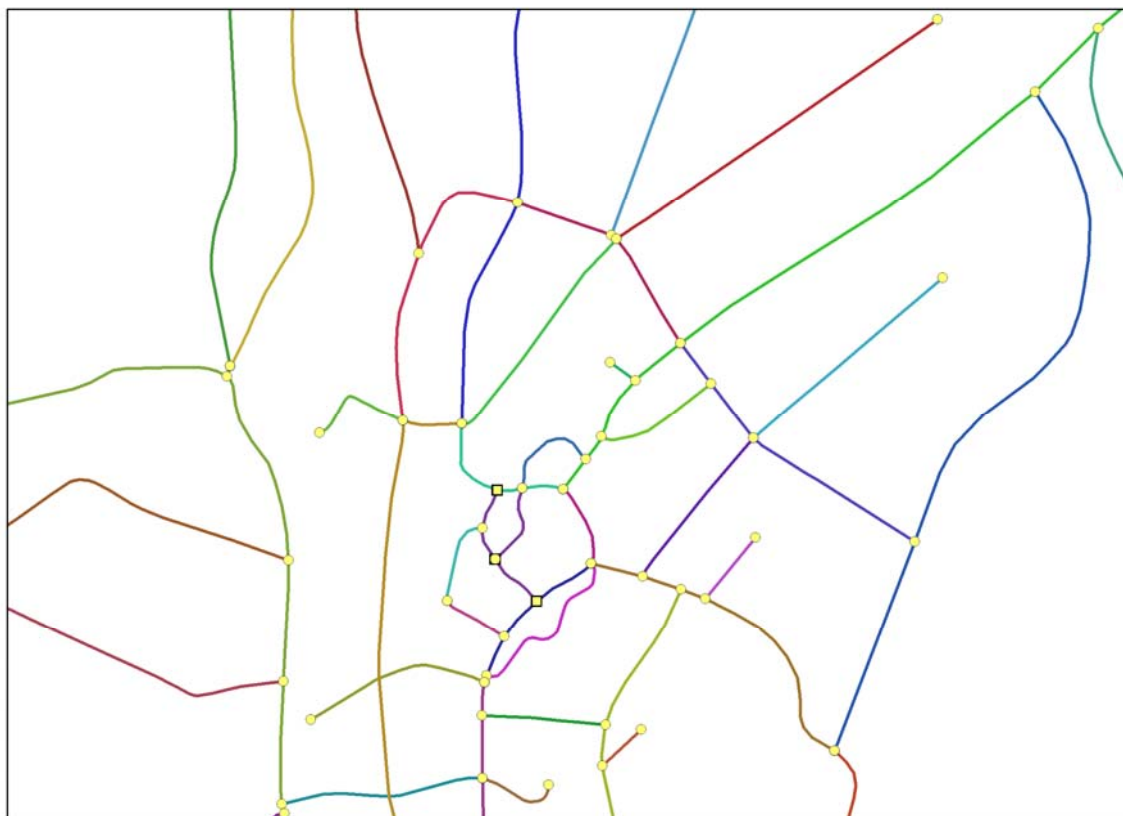


Figure 84 : SRB généré à partir des données GDF (sur la base des noms de rue et des communes)
Les axes générés sont différenciés ici par une couleur unique.

6.2 Exploitation des données combinées : impact sur les processus métiers

Ici, nous désignons par le terme "exploitation des données combinées" non pas l'utilisation simultanée de données provenant des deux sources GDF et SIR, mais l'emploi de données SIR dont une partie, complètement intégrée, a été importé des données GDF.

Le fait qu'une partie des données du SIR soit de source GDF doit être transparent pour l'utilisateur. Ceci implique de garantir le fonctionnement des processus métiers en cours, en veillant à maintenir la cohérence des données (éviter les doublons) et en gérant les identifiants de manière unique (ne pas modifier les identifiants des données en cours d'utilisation dans un processus, conserver les liens...).

Il faudra également documenter les métadonnées pour que l'utilisateur puisse connaître la source des données, leur précision et leur actualité, et afin de concevoir le type d'opération qu'il peut raisonnablement réaliser à partir de ces données.

Il est important de souligner que l'apport de données GDF dans le SIR va rendre possible de nouvelles applications (Ex : calcul d'itinéraire pour des transports exceptionnels) et améliorer certains processus métiers en augmentant la richesse des informations contenues dans le SIR.

6.3 Mise à jour des données de base du SIR (couplage secondaire)

A. Sources de données

- Données GDF
- SIR alimenté par les données du service des routes : plan conforme d'exécution de travaux, etc.

B. Dynamique de mise à jour des données GDF (fréquence, mode)

Les données GDF sont mises à jour une fois par an ou par trimestre pour les partenaires, elles sont livrées en bloc (version). Grâce au suivi des identifiants d'une version à l'autre, on est en mesure de calculer l'incrément entre deux versions. Ainsi on peut identifier quels objets sont nouveaux, supprimés ou modifiés et prendre ces informations afin de mettre à jour les données du SIR.

C. Dynamique de mise à jour des données routières (fréquence, mode)

Les données routières sont de nature et de source variable. La mise à jour s'effectue en continu, et ne touche que quelques objets concernés par une modification ou l'acquisition de données documentant la réalité du terrain.

Dès lors, comment peut-on coordonner la mise à jour du SIR depuis ces deux sources de dynamiques différentes ? La Figure 85 illustre cette problématique, à laquelle nous essayons de répondre dans ce chapitre.

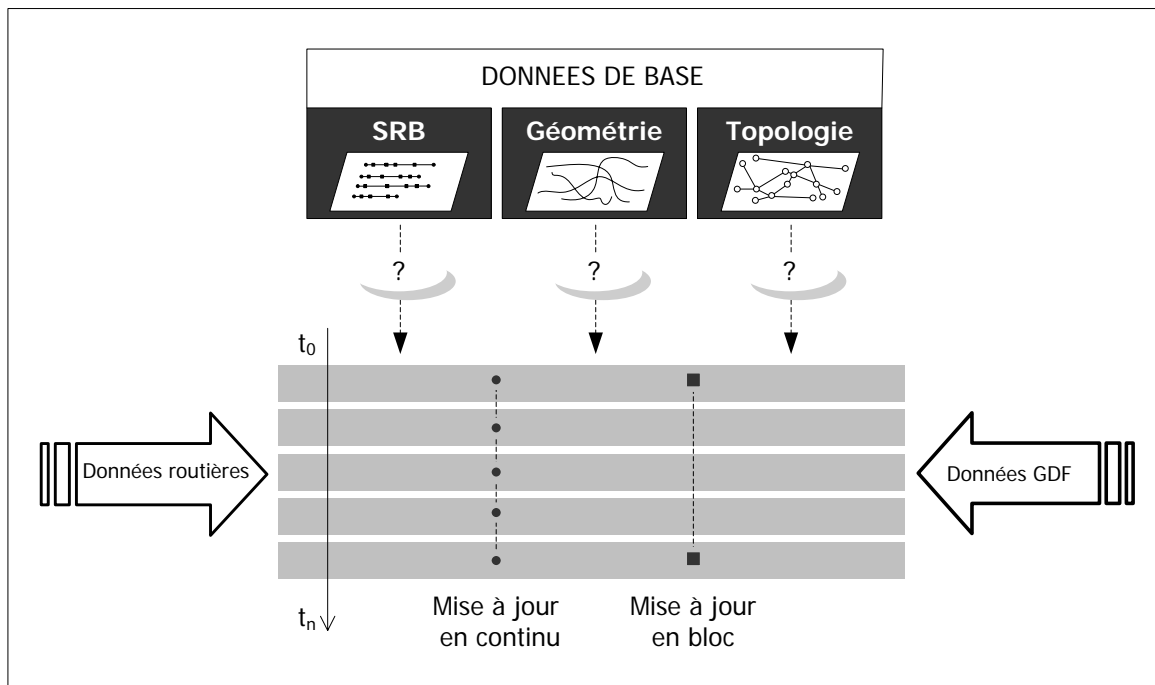


Figure 85 : Dynamique de mise à jour du SIR

D. Gestion combinée des mises à jour :

La Figure 86 illustre une méthode qui nous paraît être appropriée pour gérer de manière combinée les mises à jour.

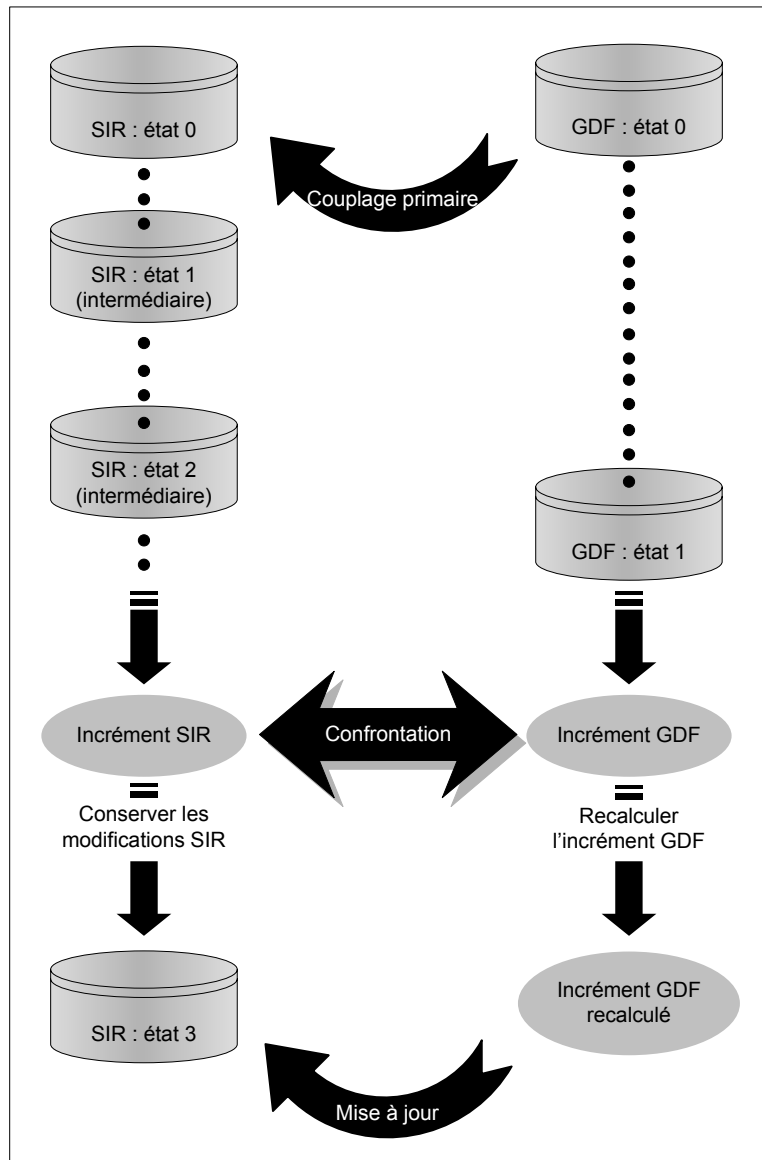


Figure 86 : gestion combinée des mises à jour

Cette méthode est caractérisée par les principales étapes suivantes :

1) Evolution continue du SIR

Une fois que le couplage primaire a eu lieu (SIR état 0), plutôt que de procéder à une synchronisation des mises à jour des données routières avec les mises à jour GDF ; on favorise une évolution continue du SIR, au fur et à mesure que des modifications s'imposent (SIR état 1 et 2). De cette manière, le SIR est tenu à jour en continu.

2) Calcul de l'incrément entre deux versions de GDF

Dès qu'une nouvelle version des données GDF est disponible (GDF état 1), l'incrément avec la version précédente est calculé (variation entre l'état 1 et l'état 0 de la base de données GDF).

3) Calcul de l'incrément SIR entre deux versions de GDF : gestion de l'historique

Du côté du SIR, on effectue la même opération : l'incrément entre la version actuelle (SIR état 2) et le dernier import depuis GDF (SIR état 0) est calculé. Une gestion de l'historique est nécessaire afin de garder une image de chaque état du SIR et de GDF, sans quoi le calcul des incréments serait impossible.

4) Confrontation des incréments : priorité au SIR

On compare ensuite les modifications ayant eu lieu de chaque côtés (SIR/GDF), entre deux version de GDF. Cette étape est appelée "confrontation des incréments" (Figure 87).

Les modifications introduites par le gestionnaire dans le SIR sont considérées comme plus précises et plus adaptées à ses besoins. On souhaite donc leur donner la priorité. L'incrément GDF est donc recalculé pour ne conserver que les modifications qui n'auraient pas été répercutées dans le SIR pendant le même laps de temps.

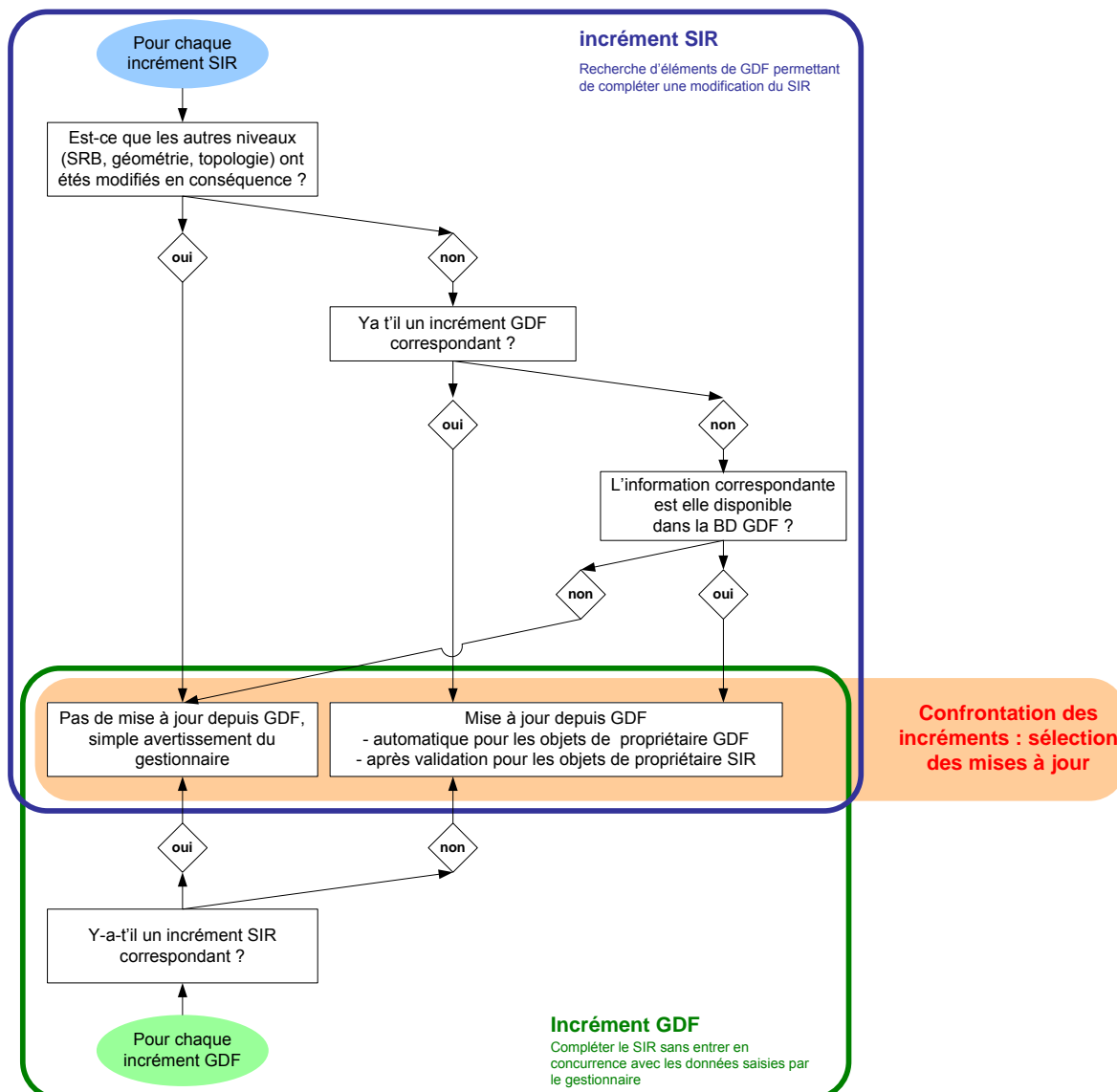


Figure 87 : Confrontation des incréments

5) Couplage secondaire ou mise à jour

Après sélection des modifications provenant de GDF (à introduire dans le SIR), les données GDF sont transformées selon les mécanismes de couplage abordés précédemment puis importées dans le SIR.

E. Considérations particulières selon la catégorie de système de repérage

Le SRB

Lors d'une mise à jour du SIR à partir d'une version ultérieure de GDF, seul le SRB de propriétaire GDF peut être mis à jour automatiquement. Ainsi toutes les informations saisies par le gestionnaire sur le SRB de propriétaire SIR sont conservées. (Figure 88).

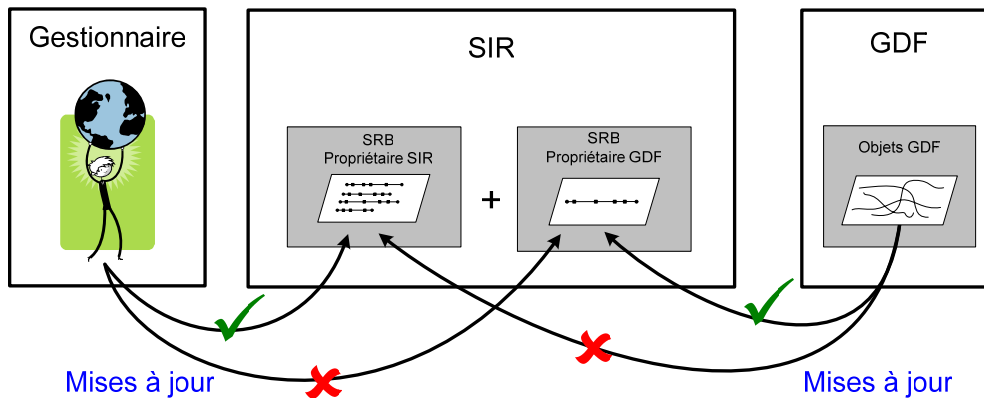


Figure 88 : mise à jour du SRB

Si le gestionnaire souhaite modifier un SRB produit à partir de GDF, il doit en faire une copie dont le propriétaire est le SIR. Il est important de renseigner les métadonnées pour indiquer que la source du SRB est GDF et ne provient pas de mesures de terrain. Il s'agit d'un SRB de moindre qualité par rapport à un SRB de source SIR, mais plus complet que le SRB basé uniquement sur GDF.

Le SRB de propriétaire GDF doit être supprimé après la copie. En effet deux SRB ne peuvent pas cohabiter pour un même axe. Les objets sont référencés par un seul lieu par axe. Lors de la modification du SRB d'un axe, on doit mettre à jour les lieux des objets associés à la partie de l'axe concernée. Pour cette raison, l'utilisation de l'axe par un processus métier doit être bloquée lors de la transaction.

Pour les axes de propriétaire SIR modifiés simultanément dans les deux bases de données, on ne tient pas compte de la modification GDF. Par contre si un axe de propriétaire SIR ne contient pas de modification dans l'incrément SIR, mais possède des modifications dans l'incrément GDF, le gestionnaire doit en être averti. De cette manière il pourra faire des vérifications de terrain et si nécessaire mettre à jour son SRB SIR en conséquence.

La géométrie

Les données GDF sont utilisées uniquement pour mettre à jour des géométries de représentation car elles ne possèdent pas les qualités requises pour former une géométrie de base.

La géométrie de représentation issue de GDF est mise à jour automatiquement à partir de la nouvelle version de la base de données GDF (Figure 89).

Les segments géométriques issus de GDF à l'intérieur d'une géométrie de représentation hybride ne peuvent pas être mis à jour automatiquement à partir de la nouvelle version de la base de données GDF. En effet, ceux-ci avaient été modifiés pour pallier les problèmes d'interface. Une mise à jour automatique compromettrait ces modifications. Le gestionnaire est alors averti qu'une mise à jour est à disposition pour les segments concernés et doit agir en conséquence.

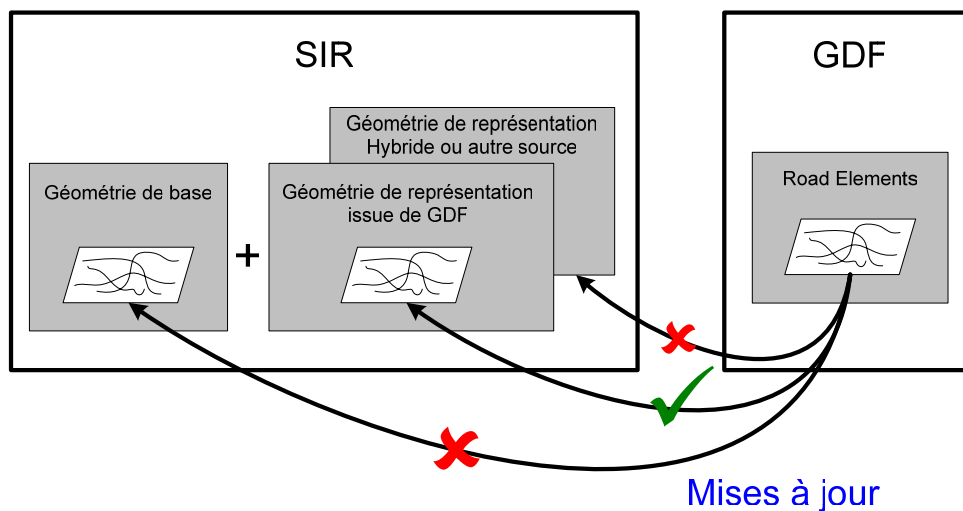


Figure 89 : mise à jour de la géométrie

La topologie

Le concept de gestion des priorités est le même. Les objets topologiques de propriétaire GDF peuvent être mis à jour automatiquement à partir des données GDF, par contre ceux de propriétaire SIR nécessitent la validation du gestionnaire. Une modification d'un objet de propriétaire GDF par le gestionnaire nécessite sa transformation en un objet de propriétaire SIR.

F. Exemple : cas particulier des chaussées doubles

Cet exemple (Figure 90) illustre le fait que certaines modifications du SIR sans modification de GDF peuvent toutefois entraîner une mise à jour à partir de GDF. L'inverse est également possible : comme nous l'avons vu certaines modifications de GDF ne doivent pas être retranscrites dans le SIR.

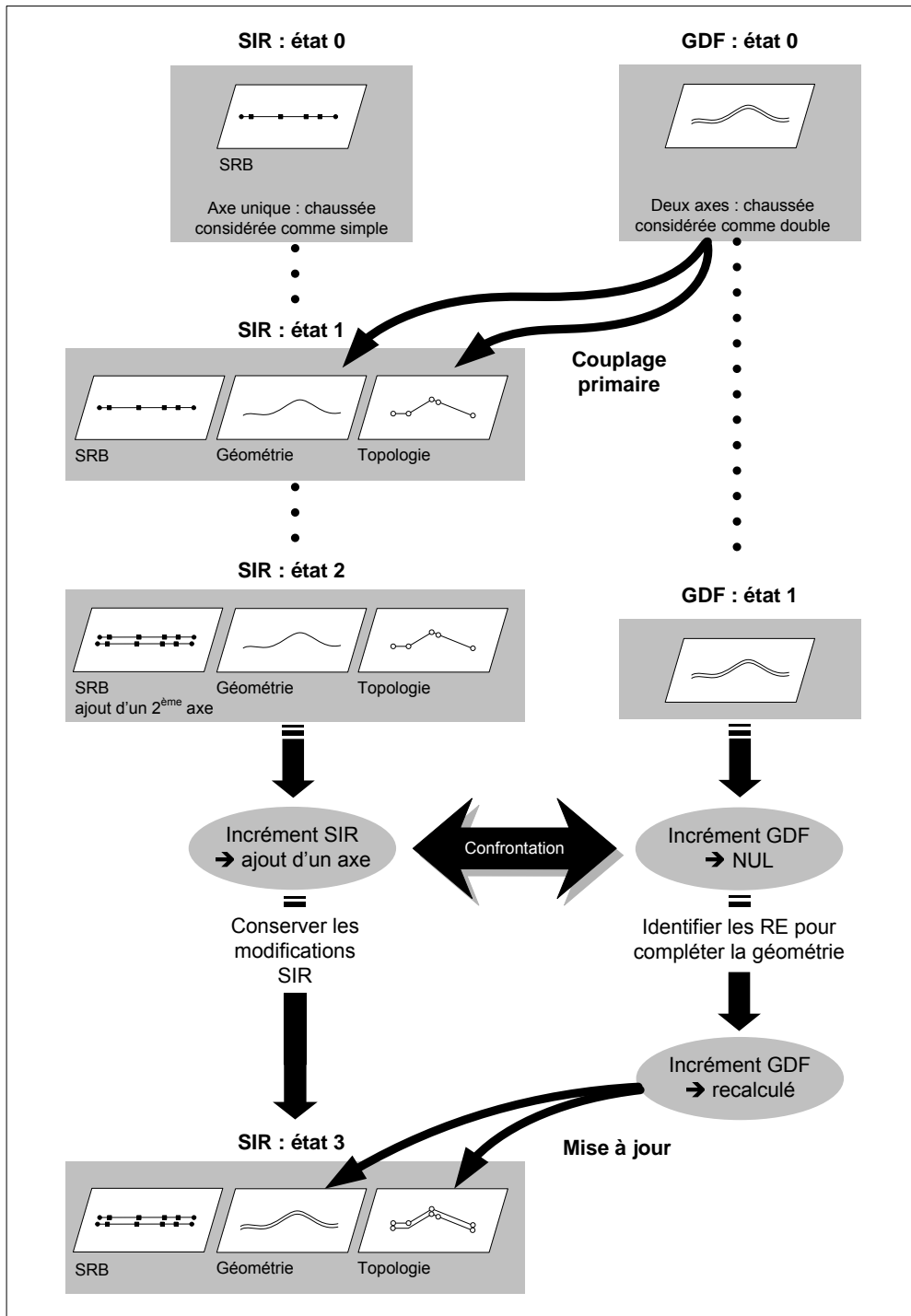


Figure 90 : Exemple des chaussées doubles

G. Mise à jour des données GDF à partir du SIR.

Dans ce chapitre nous n'avons étudié que les possibilités de mise à jour du SIR à partir des données GDF. Il est également envisageable de transmettre des mises à jour depuis le SIR vers GDF, mais nous ne traiterons pas des aspects techniques liés à cette problématique. Par contre nous aborderons cette question dans le chapitre des aspects juridiques et organisationnels.

H. Pour synthétiser : quelles sont les conséquences d'une modification de terrain

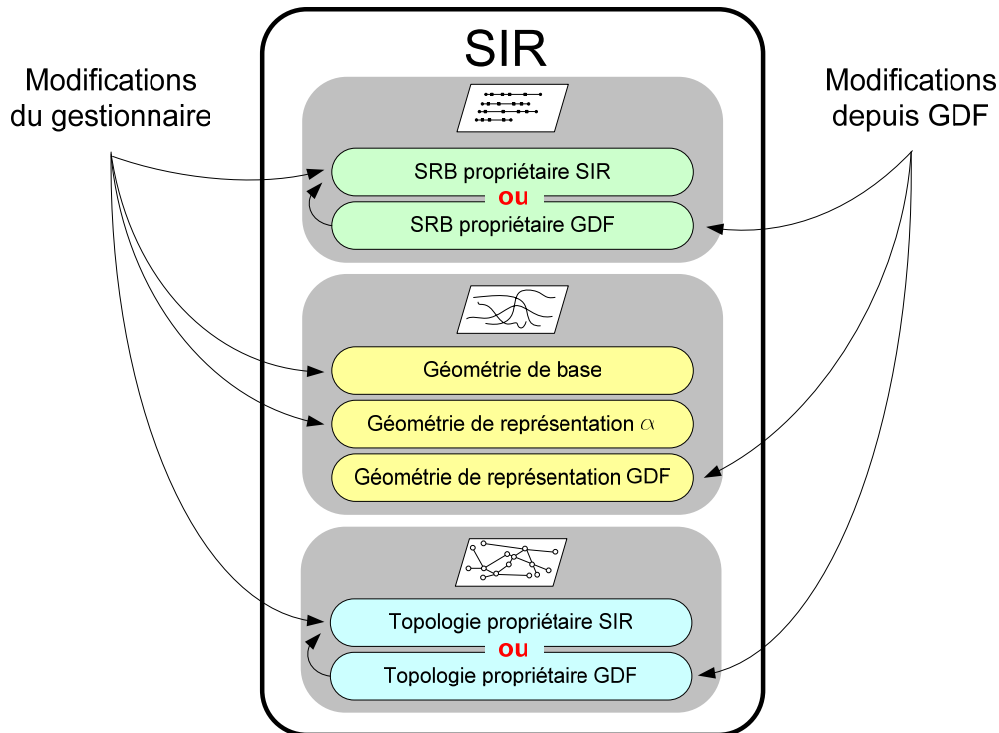


Figure 91 : conséquences d'une modification de terrain

Une modification de terrain peut se répercuter sur la mise à jour du SIR de trois manières différentes :

a) La modification a été enregistrée dans le SIR :

Le gestionnaire a modifié l'un ou l'ensemble des systèmes de repérage suivants : la géométrie de base, le SRB de propriétaire SIR et la topologie de propriétaire SIR. Il a éventuellement modifié le SRB ou la topologie de propriétaire GDF en SRB ou topologie de propriétaire SIR pour introduire la modification.

La base de données GDF ne renferme pas cette modification.

Aucune mise à jour de GDF ne peut être extraite. Les lacunes sur l'un ou l'autre des systèmes de repérage ne peuvent être comblées.

b) La modification a été enregistrée dans la base de données GDF :

Le gestionnaire n'a pas modifié le SIR.

L'incrément GDF comporte la modification.

La géométrie de représentation GDF, le SRB GDF et la topologie GDF sont directement mis à jour. Si la modification touche le SRB ou la topologie de propriétaire SIR, le gestionnaire est informé des mises à jour GDF potentielles.

c) La modification a été enregistrée simultanément dans le SIR et dans les données GDF :

Le gestionnaire a modifié l'un ou l'ensemble des systèmes de repérage suivants : la géométrie de base, le SRB de propriétaire SIR et la topologie de propriétaire SIR. Il a éventuellement transformé le SRB ou la topologie de propriétaire GDF en SRB ou topologie de propriétaire SIR pour introduire la modification.

L'incrément GDF comporte la modification.

La géométrie de représentation GDF est directement mise à jour.

Concernant la topologie et le SRB, s'ils ont comme propriétaire GDF cela signifie que le gestionnaire ne les a pas modifiés. Ils sont automatiquement mis à jours depuis GDF.

Si le gestionnaire a mis à jour le SRB ou la topologie GDF leur propriétaire est le SIR. Dans ce cas, le gestionnaire est informé des mises à jour GDF potentielles.

7 ASPECTS JURIDIQUES ET ORGANISATIONNELS

Ce chapitre a pour objectif de décrire les aspects juridiques et organisationnels dus à l'usage de données de la navigation provenant de sociétés privées comme Tele Atlas et Navteq. Ce document présentera les aspects contractuels entre les administrations publiques (Office fédéral des routes, services cantonaux des routes,...) en tant que gestionnaires du système d'information de la route et les fournisseurs de données. Les questions de droits d'utilisation et de diffusion des données seront traitées en priorité.

L'utilisation des données de la navigation automobile dans un contexte public et réciproquement fait surgir toute une série de questions juridiques, économiques et organisationnelles. Sur quelles bases juridiques une administration peut-elle intégrer des données privées dans ses processus de gestion. Quelles données doivent être du domaine public et sous quelle forme faut-il les mettre à disposition ? Quel genre de contrat peut-il être établi afin de lier le fournisseur de données routières et les instances publiques ? Faut-il constituer un partenariat public-privé pour gérer cette problématique etc.

Cette partie de l'étude tentera de répondre à ces questions par l'intermédiaire d'une discussion auprès des fournisseurs et des administrations publiques. L'exemple du projet MISTRA avec le mandat d'intégration des données de la navigation servira de référence (MISTRA Navidaten – Bereitstellung von Strassennavigationsdaten).

7.1 Droits d'utilisation des données géographiques

A. Législation suisse sur la protection des données

La protection des données en Suisse est régie par une série de textes juridiques dont la plupart ne sont pas spécifiques à la protection d'informations géographiques, mais ils servent de référence lorsqu'il s'agit de régir la diffusion de données géographiques.

La fiche [5] élaborée par l'ASIT-VD présente les principaux textes légaux suivants :

- Le code civil (CC) définit les notions de possession (art. 919 CC et suivants) et de propriété (art. 641 CC et suivants). Il définit les droits qui sont liés, leur étendue et leurs limitations. Les droits de propriété peuvent être cédés par contrat et les obligations qui en découlent sont régies par le code des obligations (CO).
- La protection de la propriété intellectuelle est essentiellement régie par la loi sur les droits d'auteur (LDA). Ce texte garantit les droits d'un auteur sur son œuvre. L'art. 2 de la LDA définit l'œuvre comme des créations de l'esprit, littéraire ou artistique qui ont un caractère individuel. On considère notamment comme création de l'esprit, les œuvres à contenu scientifique ou technique, tels que les dessins, les plans et les cartes. Les programmes d'ordinateurs (logiciels) sont également considérés comme des œuvres. L'article 3 de la LDA protège les œuvres dérivées, tout en réservant la protection des œuvres préexistantes. La constitution d'une base de données dérivée implique donc la protection distincte des jeux de données (par exemple : données routières superposées au cadastre). L'article 4 de la LDA protège explicitement les recueils, s'ils constituent aussi des créations de l'esprit à caractère individuel en raison du choix et de la disposition de leur contenu. Par exemple, la structure d'une base de données peut être protégée indépendamment de son contenu.
L'utilisation de l'œuvre est régie par l'auteur qui a le droit exclusif de décider si, quand et de quelle manière son œuvre sera utilisée (LDA, art 10).
- Le droit pénal s'applique à toute donnée ou base de données pour laquelle aucun droit d'accès n'a été accordé. Il s'agit, en particulier, de protéger l'auteur contre des actes de piratage ou d'acquisition illicite de données.

Dès les années 2000, la confédération intègre l'importance croissante de la géoinformation dans la révision du droit de la géoinformation pour la Suisse. Ainsi en 2005 une nouvelle loi fédérale sur la géoinformation (LGéo) est mise en consultation pour être finalement adoptée par le Conseil fédéral en 2007. Cette nouvelle loi est assortie d'une série d'ordonnances relatives aux géodonnées de base, à la mensuration nationales, aux cartes nationales, à la géologie nationale, aux prestations de service, au cadastre des restrictions de droit public et aux émoluments perçus par la confédération.

En même temps, le Conseil fédéral vise à mettre en place une infrastructure nationale des données géographiques (INDG) dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie pour l'information géographique, dont la LGéo est un des piliers.

- La nouvelle loi fédérale sur la géoinformation (LGéo)¹ introduit dans la section 3 (Accès et utilisation) [19], les principes de base pour l'utilisation, la mise en place de géoservices d'intérêt national, l'échange entre autorités et la perception d'émoluments pour les géodonnées de base² relevant du droit fédéral et aux autres géodonnées de la confédération pour autant que d'autres législations fédérales n'en disposent pas autrement.

Les articles 31 à 34 de l'Ordonnance sur la géoinformation, OGéo [22], exposent les principes suivants :

"Les dispositions correspondantes de la loi sur le droit d'auteur s'appliquent, par analogie, à l'utilisation pour ses propres besoins."

"Les utilisateurs sont responsables du respect des prescriptions en matière de protection des données."

"Les géodonnées de base ne peuvent être reproduites qu'avec l'indication de la source."

"Lors de la transmission de géodonnées de base, toutes les obligations de l'utilisateur sont également transférées aux tiers destinataires."

B. Principe et mode de diffusion des géodonnées

Les notions définies dans les chapitres B, C et D sont principalement tirées des fiches du dossier "diffusion et tarification" de l'ASIT-VD [6].

Les acteurs de la diffusion des géodonnées

Différents acteurs interviennent tout au long du cycle de vie d'une géodonnée (acquisition, mise à jour, diffusion et utilisation) :

- Le propriétaire est le maître d'ouvrage pour l'ensemble des étapes du cycle de vie de la donnée.
- Le gestionnaire est le maître d'œuvre pour tout ou partie des étapes du cycle de vie de la donnée, il agit en tant que mandataire. Le propriétaire peut être le gestionnaire de ses données.
- Le fournisseur il peut s'agir du propriétaire ou d'un intermédiaire, il a pour rôle de diffuser les données.
- L'utilisateur ou le client acquiert les données pour un usage propre ou commercial.

¹ *Le Conseil fédéral pourra faire entrer la loi en vigueur dès 1er juillet 2008 si aucun référendum n'est demandé avant le 24 janvier 2008.*

² *Les géodonnées de base relevant du droit fédéral sont définies par le Conseil fédéral dans un catalogue figurant en annexe de l'Ordonnance sur la géoinformation, OGéo.*

- L'intermédiaire acquiert des données géographiques pour la revente avec ou sans valeur ajoutée ou pour les traiter dans le cadre d'un mandat. Il s'agit d'un cas particulier de gestionnaire.

Prérequis à la diffusion de géodonnées

Le fournisseur avant de procéder à la diffusion des géodonnées doit s'assurer :

- du caractère diffusable de ses données c'est-à-dire que les contraintes liées aux droits de la propriété et aux droits de la personne ont été résolus.
- de la qualité de ses données : représentativité, fiabilité et neutralité. Afin de se prémunir contre toute critique à cet égard le fournisseur publie des métadonnées qui permettent de préciser bon nombre de ces éléments.
- de la pertinence économique de la diffusion

Toute décision de diffusion de données, spatiales ou non, doit s'appuyer sur une politique de diffusion et de tarification (Cf. C) à court et moyen terme, fixant les priorités et décrivant les services offerts. Lors de la diffusion les rôles et les responsabilités des différentes parties doivent être clairement définis sous forme de contrat (Cf. D).

Finalité de la diffusion de géodonnées

La finalité de la diffusion est multiple :

- utilisation
- gestion, rediffusion et dérivation
- rediffusion en vue d'une utilisation finale
- diffusion de données agrégées
- rediffusion de données agrégées

Bases légales

La LGéo encourage une large diffusion des données au niveau fédéral : "Les géodonnées de base relevant du droit fédéral sont accessibles à la population et peuvent être utilisées par chacun à moins que des intérêts publics ou privés prépondérants ne s'y opposent."

L'OGéo (section 9) regroupe les géodonnées de base selon trois niveaux d'autorisation d'accès :

- A : géodonnées publiques associées à un droit à y accéder
- B : géodonnées partiellement publiques sans droit d'accès
- C : géodonnées non publiques, aucun accès n'est accordé.

Cependant le droit d'accès à chacune de ces catégories peut être restreint selon différents motifs.

L'Article 12 de la LGéo indique que le service peut soumettre l'accès, l'utilisation et la transmission des géodonnées à une autorisation accordée sur la base d'une décision, d'un contrat et de contrôles d'accès de nature organisationnelle ou technique.

Lorsque l'accès est autorisé, les autorités sont encouragées à échanger leurs géodonnées de base avec d'autres services de la confédération ou des cantons (OGéo Section 8). Une autorité peut rediffuser des géodonnées de base à des tiers si elle applique les mêmes prescriptions en matière d'accès et d'utilisation que le service compétent, si elle indique leur état d'actualité et si elle perçoit et reverse au service compétent les émoluments prescrits.

Suivant leurs restrictions d'accès, les géodonnées de base peuvent être mises à disposition par un géoservice de consultation ou téléchargement (OGéo Section 10). Ces géoservices englobent : un service de recherche en réseau des géométadonnées, un service de recherche en réseau pour les géoservices, des services de transformation entre systèmes de référence, un accès en réseau aux

géodonnées de base. "Pour la Confédération elle-même, la loi (la LGéo) constitue, entre autres choses, le cadre d'appui de l'infrastructure nationale des données géographiques (INDG)." [20]

Certaines collections de données font l'objet de dispositions légales spécifiques quant à leurs modalités de diffusion et de tarification. Ces ordonnances en vigueur seront soit modifiées ou abrogées selon les contenus des nouvelles ordonnances, mises en consultation en 2007. On citera par exemple :

- L'ordonnance du conseil fédéral du 24 mai 1995 réglant l'utilisation des cartes fédérales (RS 510.622.1). L'utilisation (reproduction, transformation ou numérisation) des cartes nationales (et éléments) est soumise à autorisation, à part pour un usage privé et les reproductions de fragments de cartes à faible tirage pour l'enseignement. Un émoulement est perçu en fonction de l'échelle finale et de la surface de la carte, du nombre de reproductions ou du mode d'enregistrement et de l'utilisation des données et du but poursuivi.
- L'ordonnance sur la mensuration officielle (OMO) et sur la reproduction de données de la mensuration officielle (ORDMO) : fixent les principes de diffusion et de tarification des données cadastrales.

C. Tarification et droits de redevances

Le tarif appliqué à la vente de géodonnées dépend de la nature privée ou publique du fournisseur, de sa politique de tarification, du mode de financement, de la valeur d'usage de la donnée et des conditions particulières de tarification applicables au client (partenaire, écoles...).

Valeur d'usage de la donnée

La valeur d'usage peut être définie par le bénéfice qu'un utilisateur pourra retirer de l'acquisition de géodonnées pour une activité particulière, elle représente le prix qu'un acheteur sera prêt à investir pour l'achat de ses données. Les géodonnées ne possèdent pas la même valeur selon leurs usages.

Les principaux paramètres qui la décrivent sont les suivants :

- La quantité d'informations : volume de données ou étendue géographique
- La qualité : précision, résolution, échelle, exhaustivité
- La fréquence d'utilisation : nombre d'utilisateurs
- La fréquence des mises à jour
- L'adéquation du jeu de données au traitement et résultats attendus
- L'usage : professionnel, commercial ou publicitaire, pour la rediffusion, scientifique, éducatif, humanitaire...

Les stratégies de tarification

- Retour complet sur investissement avec ou sans bénéfices : calcul et facturation du coût global de production (collecte de l'information, production de la donnée diffusable, mise à jour, infrastructure et ressources humaines), diffusion et facturation de la donnée avec éventuellement une prise en compte d'une marge de bénéfice.
- Retour partiel sur investissement : dans le cas de données coûteuses et dont le prix avec un retour sur investissement deviendrait prohibitif pour l'ensemble des clients, le propriétaire peut choisir de ne facturer qu'une partie des coûts totaux (p.ex. facturer la maintenance, la diffusion et la facturation mais renoncer à facturer la production ou ne facturer qu'un pourcentage du coût global calculé).
- Facturation uniquement des frais de diffusion et de facturation : les frais de production et de maintenance sont à la charge du propriétaire de la donnée.

- Gratuité : Ce scénario consiste à diffuser le maximum de données et d'en permettre une accessibilité sans restriction. Dans ce cas de figure, le propriétaire prend tous les coûts à sa charge.
- Conventions particulières et rabais : certains partenaires du propriétaire de la donnée peuvent bénéficier de conditions particulières de facturation. Ces dernières doivent être précisément définies dans une convention particulière passée entre les deux acteurs. Dans le cas de rabais, leurs conditions d'obtention ainsi que le montant des rabais doivent également être énoncés. Les écoles bénéficient souvent de conditions particulières de tarification dans un but de formation.

La stratégie de tarification des données géographiques d'un propriétaire ne peut être élaborée qu'avec une prise en compte complète du contexte de production, de diffusion des données mais également du mode de financement, des objectifs de réalisation et surtout de l'origine du propriétaire.

Politique tarifaire d'un fournisseur privé

La stratégie de tarification choisie dépend de l'objectif de la saisie des données :

- Dans le cas où la commercialisation des données produites est l'objectif de la saisie, le propriétaire ne retire aucun autre bénéfice financier que celui lié à la vente des données. Il choisira alors le retour complet sur investissement avec bénéfices.
- Dans le cas où la saisie des données est liée à la gestion interne des activités du propriétaire (p.ex gestion des infrastructures d'un fournisseur de télécommunication), le propriétaire retire un bénéfice gestion interne qui peut justifier la prise en charge complète des coûts de production et maintenance de la donnée.

Les intermédiaires bénéficient en général d'un pourcentage sur la vente de la donnée originale et facturent principalement la valeur ajoutée.

Les prix des données géographiques produites dans le secteur privé sont régis par la loi du marché, mais peuvent dépendre étroitement du prix des données publiques étant donné qu'elles sont quelque fois numérisées sur la base de ces dernières.

Politique tarifaire d'un fournisseur public

Si la saisie des données est financée par des fonds publics et que le propriétaire agit sur le principe de l'intérêt général, le scénario de tarification ne nécessite pas de retour sur investissement mais plutôt la perception des charges supplémentaires générées par la diffusion de la donnée.

La définition d'une politique tarifaire des données géographiques produites par l'administration publique doit être orientée afin de répondre aux exigences suivantes:

- garantir l'égalité des utilisateurs pour l'accès à l'information : pas de discrimination des utilisateurs par des tarifs prohibitifs pour certaines catégories d'utilisateurs
- assurer la qualité de l'information tant dans les procédures d'acquisition et de mise à jour de l'information
- dans l'élaboration des tarifs, prendre en considération les bénéfices non mesurables économiquement : bénéfices externes et intérêt national. (p.ex. bénéfice d'une meilleure gestion du territoire, d'une meilleure décision).

Bases légales

Les données provenant d'une **personne privée** ne requièrent pas de bases légales spécifiques pour l'élaboration de leur tarification car elles relèvent du **droit privé** et bénéficient de la loi sur la liberté de commerce et de l'industrie. Dans le cas des corporations publiques, le contexte de production et de diffusion des géodonnées est déterminant pour définir le cadre juridique de tarification.

Dès 2008, la LGéo permettra de fixer les bases légales pour la tarification des géodonnées de base.

"Des émoluments peuvent être perçus pour l'accès et l'utilisation, c.-à-d. pour les géodonnées de base elles-mêmes et pour les géoservices permettant leur utilisation. Le Conseil fédéral fixe les émoluments applicables aux géodonnées de base et aux géoservices de la Confédération. Les cantons peuvent quant à eux fixer les émoluments valant pour les géodonnées de base et les géoservices cantonaux. ... La fixation des émoluments s'effectue conformément aux règles des producteurs officiels de géodonnées en Europe (EuroGeographics), usuelles au plan international. Celles-ci établissent une distinction entre une utilisation des géodonnées de base pour couvrir des besoins propres (d'ordre privé, internes à une entreprise ou à une administration) et une utilisation à des fins commerciales." [21]

La section 12 de l'OGéo règle les principes de calcul des émoluments et de tarification.

Art. 42 : " L'émolument dû pour l'utilisation de géodonnées de base de la Confédération se calcule en fonction du nombre d'unités d'information. L'émolument comprend:

- a. en cas d'utilisation pour ses propres besoins: au plus les coûts marginaux et une contribution appropriée aux coûts d'infrastructure;
- b. en cas d'utilisation à des fins commerciales: les coûts marginaux et une contribution appropriée, en rapport avec l'utilisation prévue, aux coûts d'infrastructure ainsi qu'aux coûts d'investissement et de mise à jour. "

Art. 43 : " Le tarif peut prévoir des rabais, ..., fondés sur:

- a. l'intensité de l'utilisation;
- b. la durée d'utilisation;
- c. les caractéristiques spécifiques à l'utilisateur.

Sauf exception, les institutions de formation publiques de la Confédération, des cantons et des communes, les institutions de recherche de la confédération et des cantons, et les organisations d'utilité publique exonérées d'impôts sont exemptées d'émoluments dans le cadre d'une utilisation des géodonnées de base pour leurs propres besoins.

Des émoluments forfaitaires peuvent remplacer le calcul du tarif dans certains cas. L'article 14 de la LGéo prévoit que : "L'échange" de géodonnées de base entre autorités "fait l'objet d'une indemnisation forfaitaire. La confédération et les cantons fixent les modalités et le calcul des soultes dans un **contrat de droit public**". Cette indemnisation forfaitaire vise à rétablir un équilibre financier entre le service auquel profite l'utilisation des données et celui qui en assume les coûts de saisie, de mise à jour et de gestion. Elle tient compte du volume de données échangées, d'éventuelles indemnisation ou aides financières accordées par la confédération et de l'estimation des émoluments perçus.

La LGéo dans sa section 5 précise sous quelles conditions les services de l'état peuvent proposer à des fins commerciales des géodonnées et des prestations supplémentaires : il s'agit de conserver un lien étroit avec les tâches du service et de ne pas en entraver l'exécution. Ces prestations sont soumises à un **contrat de droit privé** qui fixe les prix en fonction des conditions du marché. Le prix des prestations fournies doit au moins être couvert et ne doit pas être diminué grâce aux recettes provenant des prestations de base du service.

D. Types de contrats : responsabilités et garanties

Responsabilités et droits des acteurs de la diffusion de géodonnées

Lors de la diffusion de données géographiques plusieurs niveaux de responsabilité sont assumés par :

- Le propriétaire qui est le détenteur des droits d'auteur. Il bénéficie du droit exclusif sur ses données. Il peut les transformer, les détruire ou ne pas les tenir à jour. Selon des conditions définies contractuellement, il peut autoriser la gestion, l'utilisation ou la diffusion par des tiers de ses données.
- Le gestionnaire qui ne dispose d'aucun droit sur les données qu'il gère. Il doit agir en tout temps conformément aux indications du propriétaire, et au terme de son mandat, il doit retourner l'ensemble des données en sa possession au propriétaire.
- L'utilisateur ou client qui s'engage à les exploiter les données en respectant les contraintes émises lors de l'acquisition.

Contrats de diffusion et rôles des parties

Le rôle de chacune des parties est précisé dans les conventions de diffusion des données géographiques. Elles comportent en général les points suivants :

- la nature et l'étendue des droits concédés: droits d'utilisation des données pour ses besoins propres, droits de numérisation de fonds de carte, droits d'utiliser des données à des fins commerciales, droits de créer des produits dérivés à partir des données originales, droits de les diffuser, restrictions particulières, etc.
- les contraintes particulières à respecter (mention de l'auteur par exemple),
- les modalités de transfert des fichiers (format, modèle, média, etc.),
- les conditions financières de la concession,
- la qualité des données et les responsabilités respectives des parties : en général, le fournisseur décline toute responsabilité quant l'adéquation des géodonnées pour l'usage qu'en fait le client ; en cas de dommage dû à l'usage ou le mauvais usage des données la responsabilité du fournisseur est limité au remboursement du prix facturé.
- la durée de validité de la convention.
- Droit applicable et for

Convention pour l'utilisation des données

Cette convention correspond à la situation la plus simple. Des données sont mises à disposition d'un utilisateur pour une exploitation qui lui est propre. La convention lie le propriétaire des données originales et l'utilisateur final. On désigne usuellement ce type de convention sous les termes :

- Licence individuelle ou licence monoposte : utilisation des données pour un poste de travail
- Licence pour entreprise ou licence intranet : utilisation des données pour n'importe quel nombre de postes de travail au sein de l'entreprise
- Multi-licences ou licence multiple : pour un nombre défini de poste

Convention pour la gestion, rediffusion et dérivation de données

Les données sont confiées par le propriétaire original à un gestionnaire, qui va généralement les structurer et les intégrer à une base de données. Le gestionnaire aura de ce fait la propriété du modèle des données. Il pourra être directement chargé de la diffusion ultérieure des données. Dans ce cas, les modalités organisationnelles et financières de la rediffusion devront être clairement définies dans la convention. Si de plus, la création par le gestionnaire de données dérivées est

envisagée, le partage des droits de propriété sur ces données et les modalités de leur rediffusion devront être soigneusement définis.

Ce cas devra faire l'objet d'une convention particulière acceptée par les parties.

Convention pour la rediffusion de données en vue d'une utilisation finale

Ce cas est similaire au premier cas. Toutefois, l'utilisation des données par l'utilisateur final peut se heurter à des contraintes organisationnelles et financières dictées par le ou les propriétaire(s) des données originales.

Convention pour la diffusion de données agrégées (dérivées et originales)

Les données dérivées sont généralement la propriété de leur producteur. Toutefois, les droits des propriétaires originaux sont réservés, et devront être clairement intégrés à la convention. La situation est particulièrement complexe lorsque les données structurées non-dérivées doivent être diffusées avec les données dérivées.

Ce cas nécessite une attention particulière des propriétaires de données. Deux solutions sont possibles afin de régler ce cas de figure:

- Le propriétaire des données structurées non-dérivées reconnaissables autorise le propriétaire des données dérivées de diffuser ses données selon des conditions convenues entre les deux parties.
- Les jeux de données sont diffusés séparément par leur propriétaire respectif. Le client devra alors s'adresser aux différents propriétaires.

Convention pour la rediffusion de données agrégées

Ce cas est le plus complexe. Des données dérivées sont confiées à un nouveau diffuseur de données, susceptible d'en dériver lui-même de nouvelles données et de les diffuser à son tour. La pertinence de tels schémas de diffusion de données "en chaîne" est sujette à caution. S'ils devaient cependant s'avérer utiles, il semblerait nécessaire que les propriétaires originaux renoncent à un dédommagement au prorata des données diffusées au profit d'un dédommagement forfaitaire acquitté par le rediffuseur.

7.2 Politique d'accès aux données géographiques

A. Point de vue de l'administration

Un des principes de base de la LGéo est de favoriser l'accès aux géodonnées et d'encourager la création de géoservices. Ainsi, la plate-forme e-geo.ch a été créée dans l'optique de la réalisation d'une infrastructure nationale de géodonnées et afin de fédérer les intérêts des acteurs de géoinformation. Parmi les partenaires de e-geo.ch, on trouve la Confédération (par son organe de coordination GCS-COSIG), les cantons, les communes et les villes de Suisse et enfin les privés, les écoles et les associations autres que cantonales.

Les cantons n'ont pas attendu la création d'une INDG pour développer leur politique d'accès aux géodonnées. Plusieurs initiatives ont déjà vu le jour dès la fin des années 90 avec la création de services de diffusion de géodonnées sur l'Internet.

Administration cantonale

Nous avons choisi comme exemple le Système d'Information du Territoire Genevois (SITG) géré par le Service des systèmes d'information et de géomatique de l'Etat de Genève (SSIG) [33] pour illustrer le mode de diffusion des données par une administration cantonale. Les cantons de Fribourg, du Jura, de Vaud et de Neuchâtel disposent d'une structure de diffusion similaire.

Objectifs

Les principaux objectifs du SITG sont de :

- valoriser et coordonner les données et produits publics relatifs directement au territoire genevois traités par les partenaires du SITG dans l'exercice de leurs fonctions
- faciliter la consultation et l'utilisation de ces données et produits par tout service ou toute personne justifiant d'un intérêt public ou légitime.

Données diffusées et mode de diffusion

Le Géoportail [34], est le portail géomatique du SSIG. Celui-ci centralise l'information géographique du canton de Genève. Il présente et pointe vers les guichets cartographiques (dont ce principal est décrit ci-après) et les Géoservices du canton.

L'interface web intitulée "Topoweb ou Guichet cartographique du canton de Genève [35]", permet de consulter le dictionnaire des données [36] et d'accéder aux cartes interactives du canton de Genève, qui permettent de disposer de nombreuses informations géographiques, dans les domaines de l'environnement, de l'aménagement, des transports, de l'urbanisme, etc.

Le dictionnaire de données fournit des métadonnées très détaillées de l'ensemble des données diffusées par le SITG comprenant : une description, des échantillons, les conditions complémentaires d'utilisation et d'exploitation ainsi que l'institution maîtresse compétente.

Le dictionnaire recense plus de 380 classes d'entités dont voici un bref aperçu :

- Fonds de plan numériques et images raster : plans de ville, plans historiques, cartes nationales, orthophotos...
- Objets vectoriels : points adresse, aménagements de transports collectifs, bassins versants, cadastre, cadastre de bruit, cadastre du réseau d'assainissement, chantiers sur la voie publique, comptage du trafic routier, couverture du sol, établissements scolaires, graphe de la mobilité, modèle numérique de terrain, plan directeur forestier, points fixes, ...

L'interface "cartes dynamiques" permet de consulter les données au travers d'un SIG simplifié. Il est possible d'afficher une ou plusieurs couches d'information à l'échelle souhaitée sur n'importe quelle zone du canton et d'interroger les informations attributaires associées. Les cartes personnelles peuvent être enregistrées après identification. Les métadonnées sont également accessibles via cette interface.

Un formulaire de commande est également disponible en ligne [37]. Il permet d'enregistrer les coordonnées du client, le périmètre de commande, le format des données ainsi que les couches à commander.

Diffusion des données entre partenaires du SITG

Les données mises à disposition par le SITG peuvent être utilisées gratuitement par les partenaires du SITG, seuls les frais pour des travaux spéciaux et fournitures sont facturés. Par contre, en cas d'utilisation commerciale ou de publication, l'ordonnance du Conseil Fédéral réglant l'utilisation des cartes fédérales et l'ordonnance sur la reproduction de données de la mensuration officielle doivent être respectées. Une autorisation de publication assortie d'un émoulement doit être obtenue soit auprès de la Direction Cantonale de la Mensuration Officielle (DCMO) ou soit auprès des institutions maîtresses, suivant le type de données.

Diffusion des données du SITG à des tiers non partenaires

Toutes les données listées dans le dictionnaire ne sont pas accessibles aux tiers, certaines sont réservées aux partenaires des SITG. Les conditions de diffusion sont fixées par les institutions maîtresses des partenaires du SITG qui mettent à disposition des données.

Les données commandées par un tiers ne sont disponibles que pour une utilisation simple. Dans ce cadre, celui-ci peut fournir à ses clients de manière limitée des produits comprenant les données du SITG agrégées à ses propres données. La rediffusion est interdite.

Les redevances perçues sont destinées à couvrir les coûts liés aux infrastructures et activités mises en œuvre pour permettre la diffusion. Les tarifs sont fixés par le comité directeur du SITG.

L'utilisation commerciale, notamment la publication sous forme analogique ou numérique, la diffusion sur des réseaux publics (Internet), nécessite une autorisation spéciale assortie d'un émoulement spécifique.

Diffusion aux mandataires des partenaires

Les mandataires des partenaires du SITG peuvent obtenir directement les données du SITG auprès du service des systèmes d'information et de géomatique aux mêmes conditions que ceux-ci sous réserve de justification du mandat. Ils ne peuvent pas utiliser les données à d'autres fins et doivent les effacer de leur système une fois le mandat terminé.

Conditions d'utilisations

Les conditions détaillées d'utilisations, garanties et limitations de responsabilité peuvent être consultées à l'adresse suivante : <http://www.sitg.ch/diffusion/conditions.asp>

Tarifs

Les éléments constituant la redevance sont:

- Une participation aux coûts d'exploitation de l'infrastructure informatique : calculée en fonction de la surface et du nombre de classes d'objet commandées. Le prix est le même quelle que soit la classe d'objet considérée et est dégressif en fonction de la surface.
- Les frais de traitements et frais administratifs : forfait fixe par commande
- Les supports informatiques, le cas échéant : forfait par CD-Rom, envoi gratuit par messagerie.

Celle-ci peut être calculée en ligne : <http://www.sitg.ch/diffusion/tarifs.asp>

Certaines classes d'objet, gérées par la Direction Cantonale de la Mensuration Officielle (DCMO), font l'objet d'une limitation d'extraction à 400 ha, mention figurant dans le dictionnaire de données.

Swisstopo

Types des données

Les principaux produits numériques diffusés par l'Office fédéral de topographie Swisstopo sont : des photographies aériennes et images satellites, des orthophotos, les cartes nationales, des modèles du territoire et des modèles altimétriques. La diffusion de ces données est réglementée par la loi fédérale et l'ordonnance du Conseil Fédéral sur l'utilisation des cartes fédérales, l'ordonnance sur la reproduction de données de la mensuration officielle ainsi que la nouvelle loi sur la géoinformation dont l'entrée en vigueur est prévue pour 2008.

Mode de diffusion et tarification

Le site de Swisstopo (<http://www.swisstopo.ch/fr/products/digital/>) met à disposition des échantillons et un descriptif complet de chacune des données diffusées (structure, applications, qualité, résolution,...).

Les géodonnées peuvent être commandées en ligne via le Toposhop (<http://www.swisstopo.ch/fr/shop/>). Le tarif dépend d'un certain nombre de paramètres à renseigner sur le bulletin de commande. Sauf exception, il s'agit : du produit choisi, du périmètre, de la ou des couche(s) désirée(s), du format de fichier, du système d'exploitation, de la durée d'utilisation et du mode de mise à jour (1 an, illimité sans update, illimité avec update), de l'intensité d'utilisation (licence unique ou licence d'entreprise), de l'institution (écoles / universités ou autres), du délai de livraison et du but de l'utilisation.

Conditions d'utilisation

Les conditions d'utilisation sont fixées dans le contrat d'utilisation. Ce contrat doit être approuvé en ligne pour une commande inférieure à 1000 CHF. Les commandes au-delà de 1000 CHF et les licences illimitées avec mise à jour nécessitent un contrat contresigné.

Deux types de contrats sont émis avec des conditions d'utilisation spécifiques :

- pour les produits standards : Les données peuvent être utilisées, modifiées, copiées et ajoutées à d'autres données à des fins propres, sur le plan interne. Deux types de licences sont proposés : licence individuelle ou licence d'entreprise. Une autorisation spéciale est requise pour toute publication des données sous forme graphique ou dérivée avec un tirage supérieur à 100 exemplaires. Les données peuvent être publiées sur internet sous la forme d'image n'excédant pas 240000 pixels. Une autorisation spéciale est nécessaire pour la publication d'images de plus grande taille sous une forme différente. L'origine des données doit être indiquée par un copyright sur les plots et publications qui sont remis à des tiers ou publiés.

- pour les produits finis : Les données peuvent être utilisées, copiées et ajoutées à d'autres données à des fins propres ou commerciales. La modification, la revente, la location et la transmission sous licence de données et produits qui en sont tirés sont interdites à défaut de convention spéciale avec Swisstopo. L'origine des données doit être indiquée par un copyright sur les plots et publications qui sont remis à des tiers ou publiés.

B. Politique d'un fournisseur privé de géodonnées :

Tela Atlas est un des principaux producteurs de cartes routières numériques. Ses produits, prévus à l'origine pour les systèmes de navigation, sont maintenant répandus dans de multiples applications touchant le domaine géographique et la mobilité. Ainsi, cette société a dû s'adapter au marché des géodonnées et proposer des produits multiples selon les besoins des utilisateurs et donc de prévoir des contrats spécifiques selon l'usage.

Prenons l'exemple du produit Multinet de Tele Atlas qui a notamment servi de base pour ce travail de recherche. Le contrat de licence précise les éléments suivants :

Quelques définitions de termes généraux : données, copie de données, documents associée, ...

Les usages autorisés

- usage des données sur un seul poste de travail
- stockage des données sur disque dur
- effectuer jusqu'à trois copies de sauvegardes
- droits limités d'usage et de la maintenance des données, copies de données et documents associés

Les droits et responsabilités

- Tele Atlas demeure titulaire des droits de propriété
- Le client doit veiller à la protection des données contre l'usage non autorisé, la reproduction, la distribution ou la publication.
- Le non respect des clauses du contrat entraîne sa résiliation automatique et sans préavis, accompagnée de l'obligation de détruire les documents écrits, données et copies
- Le client assume pleinement tout risque quant à la performance et aux résultats des données.
- Tele Atlas décline toute responsabilité pour dommages directs, indirects ou accessoires, y compris les pour perte de profits, interruption d'activités commerciales, perte d'informations commerciales et assimilées consécutifs à l'usage, le mauvais usage, ou l'incapacité d'usage du produit acheté même si TeleAtlas en avait été informé de l'éventualité (clause non valide dans certains pays).

Les usages non autorisés

- Copier les données et les documents associés (sauf copies de sauvegardes)
- Utiliser les données dans un réseau ou par de multiples utilisateurs (sauf en cas obtention d'une licence spécifique)
- Louer ou prêter les données...
- Altérer, décompiler, désassembler, ou pratiquer le reverse-engineering...
- Supprimer ou dénaturer les mentions relatives au droit d'auteur et à la marque Tele Atlas

Durée du contrat

- De l'ouverture du produit scellé à l'expiration

Limitation de garantie

- Les supports physiques et les documents imprimés sont garantis 90 jours à compter de la date d'achat contre remboursement ou remplacement
- Aucune garantie, ni engagement concernant l'usage des données et documents associés au regard de leur exactitude, fiabilité et actualité

Acceptation

- Le client reconnaît avoir lu et compris la limitation de garantie
- Le client est tenu au respect de ses termes et conditions
- Aucune information ou conseil quelconques écrits ou verbaux fournis par Tele Atlas ou autre ne peut étendre sa responsabilité et le client s'abstient de recourir à une information ou conseil de ce genre.
- La présente limitation de garantie constitue la disposition intégrale et exclusive du contrat relative à la responsabilité et remplace toute proposition ou tout accord antérieur...

Clauses générale

- Droit applicable
- For

C. Partenariat Public-Privé

Jusqu'à présent, les administrations publiques ont largement contribué à la création de géodonnées couvrant le pays ou un territoire donné. Depuis quelques années, les sociétés privées jouent un rôle de plus en plus actif dans la production de jeux de géodonnées numériques (orthophotos, cartes vectorielles, modèles de terrain) avec une couverture globale. De ce fait, la combinaison de données du secteur public avec des données de sociétés privées est de plus en plus courante et les questions contractuelles de plus en plus complexes, notamment du à l'usage d'Internet pour leur diffusion.

Suivant l'usage et la nature et la durabilité de certains projets, on peut envisager une autre forme contractuelle comme un partenariat public-privé, dont le principe est exposé ci-dessous.

Principe

Selon Jean-Claude Perret-Gentil et al. (2005) [28] [29], "La consultation de la littérature ne permet pas de cerner de manière vraiment pertinente les contours du partenariat public-privé ... considérons comme partenariat au sens étroit les activités effectuées en commun par le secteur public et des acteurs privés par ailleurs indépendants les uns des autres pour lesquelles les décisions stratégiques sont prises en commun, le financement et les risques financiers (ou les profits) sont répartis, la production et la gestion opérationnelle pouvant être également partagée."

Ce rapport cite encore le point de vue de Jean Ruegg⁸ :

" - le terme PPP concerne des processus où les secteurs public et privé sont amenés à travailler conjointement pour rechercher, élaborer et surtout mettre en œuvre des solutions qui n'auraient pas

⁸ Jean Ruegg cité par Patrice Noisette et Franck Vallérugo, *Le marketing des villes*, Editions d'organisation, Paris 1996

eu de raison d'être ni de chances d'exister ou, plus simplement, qui ne présenteraient pas la même qualité, si le secteur public et le secteur privé se cantonnaient dans une voie solitaire.

- le PPP doit être vu comme une disposition organisationnelle parmi d'autres pour gérer les relations entre acteurs publics et privés dans un espace de transaction défini par un intérêt commun à travailler de manière concertée."

Selon l'étude intitulée "Partenariat Public-Privé, Une approche nouvelle pour la Suisse" [30], les projets de partenariat entre l'Etat et le secteur privé se caractérisent par sept critères centraux :

- Une prestation de service public pas uniquement commerciale
- Des partenaires privés et publics
- La mise à disposition d'une prestation économique
- Communauté morale
- Regroupement des ressources
- Répartition intelligente des risques
- Principe de cycle de vie

Exemple de l'ASIT-VD [6]

Objectifs

L'ASIT-VD a pour but d'organiser et de promouvoir la création et la gestion d'un système d'information du territoire vaudois SIT-VD, en réunissant tous les propriétaires, producteurs, gestionnaires et utilisateurs de données géoréférencées du Canton de Vaud. Le SIT-VD a pour objectif de constituer un système cohérent et continu d'information du territoire à l'échelle cantonale offrant dans un contexte de partenariat un ensemble de données localisées et d'outils destinés à leur saisie, leur consultation, leur mise à jour et à leur échange, ainsi que des outils d'aide à la décision.

L'ASIT-VD doit plus particulièrement :

- Créer un label SIT-VD et en conférer le droit d'usage à ses membres ou aux personnes s'engageant à respecter certaines normes et principes en matière de gestion et de diffusion de données relatives au territoire.
- Mettre en place une infrastructure technique permettant les échanges de données entre partenaires.
- Offrir une architecture contractuelle pour la diffusion des données dans le cadre de l'infrastructure technique réalisée.
- Fournir une aide pour la détermination des principes et des modes de diffusion et de tarification,
- Former les producteurs et utilisateurs de données géoréférencées en matière de systèmes d'information du territoire.
- Constituer des groupes de travail, susciter des synergies par l'utilisation optimale des compétences, par le partage d'expérience et de savoir-faire ainsi que par la diffusion de l'information relative aux actions réalisées et aux résultats obtenus.

Mode de diffusion

L'ASIT-VD a mis sur pied un environnement informatique comportant une plate-forme d'échange de données spatiales dénommée GEOPortail et un réseau de serveurs de géodonnées.

Cette plate-forme utilise notamment les deux applications suivantes:

- le 'Géocatalogue', catalogue des géodonnées sur le Canton de Vaud qui fournit des informations sur les géodonnées disponibles, leurs sources, leurs caractéristiques, leur prix. Sa consultation se fait en ligne.
- la 'Géocommande' qui permet de commander les géodonnées disponibles.

Les serveurs de géodonnées sont mis en exploitation par les fournisseurs de géodonnées souhaitant diffuser celles-ci ou par des prestataires fournissant ce type de service. L'ASIT-VD ne possède elle-même aucune géodonnée et ne fait qu'assurer la mise en relation de Fournisseurs et de Clients par le biais de sa Plate-forme d'échange.

Stratégie de diffusion et de tarification

L'ASIT-VD encourage ses membres, propriétaires de données géoréférencées à diffuser leurs données par le biais d'une infrastructure technique et contractuelle commune aux partenaires du SIT-VD et à adopter des tarifs non dissuasifs. Elle préconise aux corporations publiques de se limiter à la simple facturation des frais de diffusion.

Afin de clarifier la situation juridique lors de la diffusion de données dérivées et de simplifier les modes de facturation, l'ASIT-VD propose le principe suivant : "Dans toute la mesure du possible, les cessions de droits devraient tendre à ce que l'acteur qui assume les risques et les responsabilités d'une diffusion soit aussi détenteur des droits et bénéficiaire des redevances."

Partenaires et données diffusées

Peuvent être membres de l'ASIT-VD, toutes personnes physiques ou morales de droit privé ou public intéressées à la création et à la gestion du SIT-VD, en qualité de propriétaires, producteurs, gestionnaires ou utilisateurs de données géoréférencées relatives au territoire vaudois ou à ses abords qui en font la demande.

7.3 Cas d'utilisation des données de la navigation

A. Modes d'utilisation et restrictions

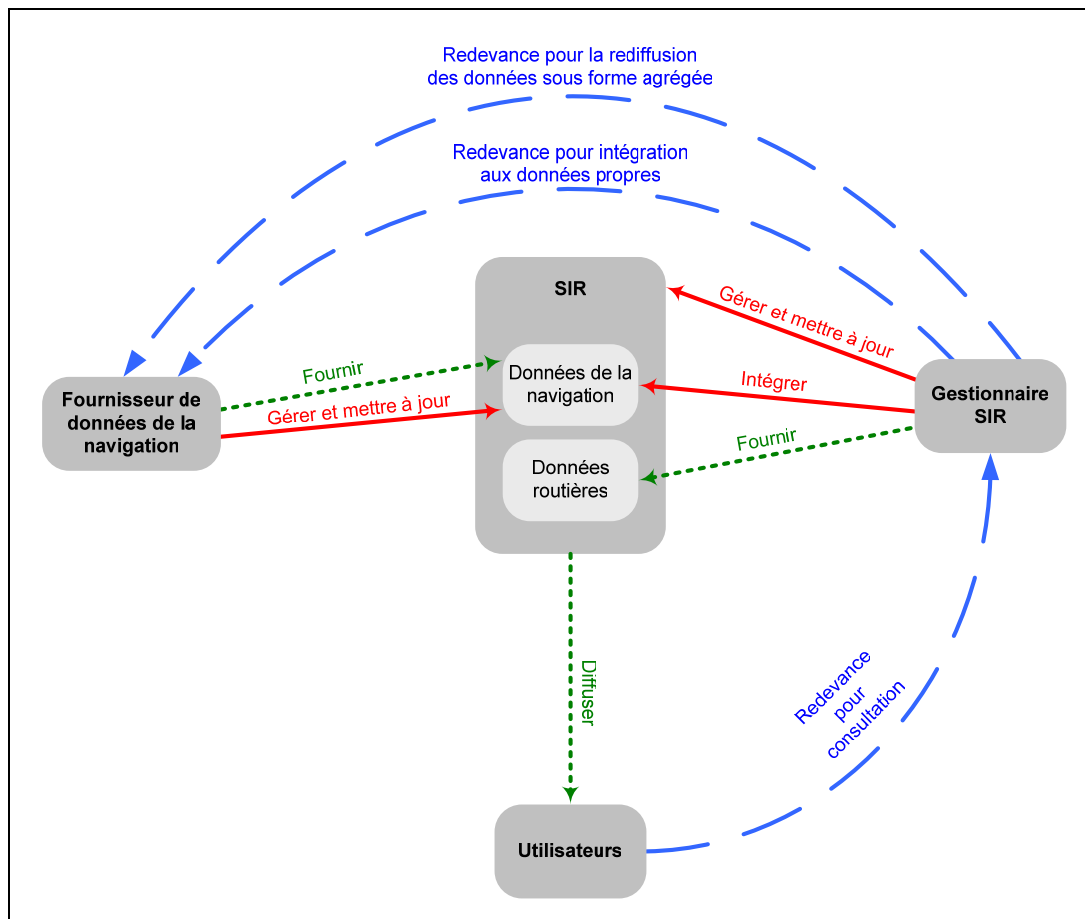


Figure 92 : rôle des différents acteurs dans la gestion du SIR

Le SIR contient à la fois des données publiques propres au gestionnaire du SIR (OFROU, canton ou commune) et des données privées de la navigation acquises auprès d'un fournisseur tel que Tele Atlas. Traditionnellement, la logique commerciale de ces deux types de données diverge, opposant l'intérêt public d'une part et la rentabilité d'une société privée d'autre part. Il convient donc d'étudier minutieusement les questions juridiques et organisationnelles relatives à leur diffusion sous forme agrégée, notamment en termes de tarification et de responsabilité.

Le gestionnaire du SIR doit pouvoir bénéficier d'un accès sans restrictions aux données de la navigation (gestion, importation, modification) pour pouvoir les intégrer à son système et les gérer ensuite. Il doit également bénéficier de droits de redistribution sous la forme agrégée. On peut s'attendre à ce que le tarif appliqué dépende du type d'utilisateur final (autre administration, entreprise privée, grand public...) et de l'usage des données.

Par leur intégration comme données de base dans le SIR, les données de la navigation adoptent un statut particulier, car elles soutiennent de nombreuses applications métier avec un intérêt public prédominant (trafic, maintenance, sécurité,...). Jusqu'à quel point ces données peuvent garder un statut strictement « privé » et à partir de quand jouent-elles un rôle d'intérêt public ? Cette question est centrale et une première réponse vient dans le contrat liant le fournisseur Tele Atlas et l'OFROU dans le cadre du projet MISTRA.

B. Intégration des données de la navigation dans le projet Mistra

Cette partie du rapport présente les éléments principaux du contrat de prestations qui lie l'OFROU et la société Tele Atlas pour la mise en forme et la livraison des données de la navigation dans le cadre du projet MISTRA. Le but de ce mandat est d'alimenter la base de données socle de MISTRA avec des données de la topologie et de la géométrie des axes routiers sur l'ensemble du territoire suisse. Ces données de base doivent servir à la génération d'analyses et de rapports principalement pour les thématiques suivantes :

- optimisation de calculs d'itinéraires et analyse de routage
- planification des transports spéciaux
- planification des systèmes de conduite du trafic
- gestion du trafic et des transports
- modélisation et simulation du trafic
- gestion des transports poids lourd

Type de contrat

Ce mandat a fait l'objet d'un appel d'offre en 2005 auprès des sociétés fournisseuses de données de la navigation. Le type de contrat qui a été établi est un contrat de prestations entre le client (OFROU) et les prestataires (sociétés Tele Atlas et Rosenthaler & partner AG).

Types de données à livrer

Le contrat prévoit de mettre en forme et de livrer les données de la navigation avec les contenus suivants :

- géométrie des axes routiers sur l'ensemble du territoire suisse (routes nationales et cantonales)
- données du système de repérage spatial de base (SRB) : points de repère et éléments de calibrage
- topologie : nœuds, connectivité, restrictions et règles de changements de direction (Abbiegeregeln)
- Réseaux métiers : signalisation de vitesse, nombre de voies de circulation, signalisation des limites pour les poids lourds (hauteur, largeur, charge)

Prestations

Les prestations sont prévues en trois phases :

- Etablissement d'un concept qui présente les étapes d'intégration des données de la navigation dans le système de base de MISTRA
- Réalisation de la première livraison des données de la navigation dans MISTRA
- Mise à jour périodique des données

Tarification

La tarification prévue dans ce mandat de prestation est la suivante :

- les prestations de service sont basées sur une offre de prix et un tarif horaire
- la première livraison fait l'objet d'un prix forfaitaire
- la mise à jour et l'utilisation des données en Intranet sont calculées comme un forfait annuel selon le nombre d'utilisateurs

- l'utilisation des données à travers l'Internet est calculée en fonction du nombre d'accès (hits) aux données de la navigation

Propriété et droits d'utilisation

Les données de base de la navigation proviennent du produit Multi-Net de Tele Atlas qui détient l'entier des droits de propriété des données. Même si les données sont intégrées et transférées dans MISTRA, Tele Atlas conserve la propriété de ces données de base.

Le client (OFROU) n'a pas un droit exclusif d'utilisation pour l'usage fait dans la représentation cartographique, dans le calcul de d'itinéraire. Cependant, le client n'a aucun droit d'utilisation des données pour la navigation en temps réel.

Dans toutes les publications, la source des données doit être citée explicitement et est obligatoire.

Ces directives sont valables pour les jeux de données standards (par exemple les « road elements » de MultiNet) ainsi que pour des produits dérivés (par exemple les réseaux métiers intégrés dans MISTRA et dérivés de MultiNet).

Déroulement de la livraison

Le client met à disposition les règles et la définition du repérage spatial des données routières (SRB) comme la base qui servira à la construction des objets (axes, points de repère, géométrie d'axe).

Le fournisseur de données s'engage à livrer les données selon les règles et définitions du SRB.

La mise à jour des données s'effectue chaque six mois selon un procédé incrémentiel.

7.4 Perspectives de la législation internationale

A. Directive européenne INSPIRE

Dans le cadre de ses actions pour l'environnement l'Union Européenne (UE) a reconnu la nécessité d'harmoniser la gestion et la diffusion de géodonnées afin d'accroître l'efficacité d'accès et la qualité des géodonnées. La commission européenne a proposé une directive visant à créer une infrastructure de données spatiales au sein de la Communauté pour soutenir les mesures politiques des états membres et pour permettre un accès public aux géodonnées. Cette initiative est appelée INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe).

Dans INSPIRE, l'accent est mis sur la politique environnementale en priorité. Toutefois, la directive est ouverte à une utilisation plus large dans d'autres domaines comme l'agriculture, les transports et l'énergie.

Les principales actions de INSPIRE peuvent se résumer comme suit :

- Les États membres veillent à ce que des métadonnées soient créées pour les séries de données spatiales, et soient mises à jour.
- La Commission européenne adopte des règles de mise en oeuvre fixant des spécifications harmonisées applicables aux données spatiales, et des arrangements pour l'échange et le partage de données géographiques.
- Les États membres établissent et exploitent des services afin de rendre accessibles par l'intermédiaire de services spécifiques les jeux de données et services de données spatiales, pour lesquels des métadonnées ont été créés.
- Les États membres adoptent des mesures de partage des jeux de données et des services de géodonnées entre les autorités publiques. Ces mesures permettent aux autorités publiques des États membres d'accéder aux jeux et services de géodonnées, de les échanger et de les utiliser.
- Les États membres auront à désigner les structures et mécanismes appropriés pour coordonner les contributions de tous ceux qui ont un intérêt dans leurs infrastructures d'informations spatiales, tels que les utilisateurs, les producteurs, les fournisseurs de services à valeur ajoutée, et les organismes de coordination.

La politique développée en Suisse en matière d'accès harmonisé aux géodonnées correspond bien aux propositions de la directive INSPIRE dont l'objectif premier est d'éliminer les obstacles quant à l'utilisation et à l'échange de géodonnées. Les modèles de données et les types de produits numériques de base (orthophotos, cartes, modèles de terrain) sont déjà documentés et interopérables et donc prêts pour être rendus accessibles aux pays voisins. L'esprit du nouveau cadre légal de la LGéo et des ordonnances associées va également dans ce sens et est compatible avec la directive INSPIRE.

B. Le domaine routier européen avec EuroRoadS

En Europe, le domaine routier a profité de l'initiative EuroRoadS [12] pour mettre en place les bases d'une solution d'échange de données routières à l'échelle continentale. Le principal objectif d'EuroRoadS est de créer un cadre contenant une description du contenu des données routières, un modèle de données et des mécanismes d'échange dans l'optique de rendre interopérables les données routières en Europe.

Ce projet a permis d'identifier les besoins d'une large communauté d'utilisateurs (principalement les administrations des routes) et de réaliser des plateformes de démonstration afin d'illustrer les services potentiels et le type d'applications à développer. Finalement, le projet a permis d'élaborer des recommandations dans le but d'implémenter rapidement des solutions harmonisées pour l'accès et la diffusion des géodonnées routières.

Les spécifications d'EuroRoadS sont principalement composées de :

- Un modèle d'information du réseau routier qui définit les types d'objets, leurs relations et leurs attributs
- Le contenu d'un jeu de données de base pour l'Europe
- Un modèle d'échange de données, des formats et un catalogue de métadonnées présentant les principales caractéristiques, la couverture et l'accessibilité aux données.
- Un dictionnaire terminologique contenant les définitions des principaux termes utilisés pour décrire les données routières.

Le projet EuroRoadS a permis la création d'un forum dans lequel les partenaires suivent une charte (Memorandum of Understanding) dont l'objectif principal est de promouvoir et exploiter les résultats du projet par l'ensemble des acteurs des secteurs publics et privés. Parmi les activités de ce forum, on trouve le rôle de représentation de la communauté des gestionnaires de données routières dans l'initiative INSPIRE. Ce groupe d'intérêt fait partie de la « Spatial Data Interest Community » d'INSPIRE.

8 CONCLUSION

Le projet NAVAROU s'est déroulé à un moment clé de l'évolution des standards pour l'information géographique dans le domaine de la route et de la modernisation des applications SIG pour la gestion des routes et du trafic. Cette double perspective d'évolution a servi de guide au projet, d'une part par une étude approfondie des normes et d'autre part par un prototypage répondant à une expression concrète des besoins.

L'étude détaillée de la norme ISO-GDF et du paquet de normes VSS consacrées au système d'information de la route, a présenté les similitudes et les différences des concepts et définitions que l'on trouve dans ces standards en matière de topologie, de repérage spatial et de géométrie des axes de route.

Dans la partie consacrée à la **définition des exigences** en matière de données exprimées par les processus métiers, on a identifié les macros besoins suivants avec un accent sur les axes de route :

- repérage linéaire (pour le repérage des informations métier)
- topologie (connectivité, sens-uniques, turn (règles de trafic))
- géométrie

Des besoins complémentaires ont été mis en évidence : géométrie de données contextuelles : surfaces vertes, canalisations, forêts, cours d'eau, limites administratives, zones urbaines, POI. Compte tenu de l'évolution du contenu des bases de données de la navigation, ces thématiques pourraient prendre de l'importance à l'avenir et devraient être étudiées dans le contexte du SIR.

La partie consacrée à la description de la sémantique et des modèles topologique et géométriques présents dans GDF et dans les normes VSS sur le système d'information de la route, a permis un catalogage rigoureux des objets principaux de ces normes. La création d'une matrice de correspondance (Cf. 3.6 Matrice de relations entre les données GDF et SIR) a mis en relation les objets des deux sources de standards. Cette approche méthodique a également permis de mettre en évidence les lacunes des modèles respectifs, sans perdre de vue que la finalité de l'usage de ces modèles est assez différentes.

Perspective 1 : vers un modèle des voies de circulation

Parmi les thèmes relevés lors de l'étude et non abordés en détail, la question de l'évolution de la description de la route dans GDF avec la description séparée des voies de circulation est certainement un des points principaux qui devrait faire l'objet d'une étude complémentaire. Dans ce contexte, la gestion des règles de circulation est un élément fondamental à intégrer à terme dans le modèle de données d'un système d'information de la route et du trafic. L'évolution des systèmes de navigation, notamment dans les applications d'assistance à la conduite, va déjà dans ce sens.

La partie consacrée à l'étude du degré de compatibilité et de complémentarité entre les modèles et les données du SIR et d'ISO-GDF, a été une occasion de documenter de manière rigoureuse les similitudes et les différences entre les deux modélisations proposées. Cette approche, basée sur des critères de conformité de la géométrie, de la topologie, des attributs et du repérage spatial, reste relativement novatrice, les comparaisons se faisant plutôt entre des jeux de données et non entre des modèles. En règle générale, on constate que relativement peu d'objets sont compatibles. Toutefois, la similitude observée dans certains objets ou partie d'objets, permet d'envisager sereinement une phase de couplage, moyennant quelques opérations sémantiques et spatiales.

Perspective 2 : développer une méthode stricte d'évaluation de modèles conceptuels

La comparaison de modèles conceptuels est une nécessité dans l'étude des standards de l'information géographique. Toutefois, il n'existe pas un langage universel et une terminologie de référence qui permette efficacement de comparer des modèles entre eux en se basant sur des critères strictement définis. Les objectifs des comités de normalisation ne sont pas toujours les mêmes et les approches de modélisation peuvent différer fortement. A titre d'exemple, on peut citer les normes ISO TC 211 pour l'information géographique et les normes ISO TC 204 pour les systèmes intelligents de transport. Ainsi, dans le domaine de la gestion routière et du trafic, à cheval entre la gestion du territoire et des infrastructures et des systèmes de gestion du trafic et des transports, il est nécessaire que les approches de modélisation convergent et que des moyens soient mis en œuvre pour le couplage de modèles conceptuels provenant d'horizons divers. Dans cette perspective, on propose donc d'approfondir l'étude des mécanismes dévaluation et de couplage de modèles de données routières.

Dans la partie consacrée à l'étude de mécanismes de transformation des données depuis le modèle ISO-GDF vers les modèle SIR des normes VSS, on a privilégié une approche basée sur des exemples d'objets (road elements, junction, ...) en utilisant un jeu de données de la société Tele Atlas. Cette partie a permis d'illustrer les propos théoriques de la phase précédente, par la programmation des étapes de transformation et de manipulation des données. Cette implémentation d'un concept de couplage a illustré toute la complexité de l'importation de données de type GDF dans un SIR avec une série de cas représentatifs. Ces exemples ont été très utiles lors du projet d'importation des données de la navigation dans le système de base de MISTRA.

La partie sur la gestion combinée a abordé la problématique d'un système d'information qui intègre des données de base dont les sources et dynamiques de mise à jour sont différentes. Plusieurs cas de figure sont présentés selon la préexistence de certains types de données. Les mécanismes de mise à jour sont une problématique en soi et pourraient faire l'objet d'une étude complémentaire. Ce chapitre rend le lecteur attentif face aux méthodes de mise à jour et aux niveaux de responsabilité des différentes entreprises, entre le gestionnaire du SIR et le fournisseur de données de type GDF. Toutefois, on relève que c'est la gestion du SIR qui donne la priorité dans la confrontation des éléments à mettre à jour. L'idée d'une mise à jour incrémentielle est évoquée et est certainement une solution envisageable compte tenu du fort taux de changement des objets de base de la route. C'est également dans ce contexte que l'évolution des mécanismes de mise à jour de bases de données de navigation se dessine. (Projet ActMap)

Perspective 3 : Vers des mécanismes dynamiques de mise à jour des données routières pour la navigation.

Les projets de recherche sur l'évolution des bases de données pour la navigation ont montré clairement la nécessité de mettre en œuvre des méthodes pour améliorer la mise à jour et la diffusion des données. Les technologies de l'information et de la communication proposent des architectures qui permettent une diffusion « on the fly » d'informations routières selon l'instant ou le lieu où se trouve l'utilisateur. Ainsi, il bénéficiera d'informations actualisées et fiables afin de garantir un meilleur service de navigation. Ce type d'architecture est certainement transposable dans le contexte de la gestion des routes et du trafic. Dans cette perspective, une étude est envisageable afin d'évaluer les besoins accrus d'une mise à jour plus fréquente et de décrire les mécanismes utiles pour les applications de gestion, en particulier pour celles se déroulant in situ (le long des routes).

La dernière partie de l'étude s'est concentrée sur les aspects juridiques et organisationnels compte tenu de l'usage de données provenant d'une société privée dans le contexte de la gestion routière par les administrations publiques. La question des droits d'utilisation des géodonnées est développée en détail avec en point de mire la nouvelle loi suisse sur la géoinformation qui fixe un cadre juridique aux géodonnées d'intérêt public. Le fait de combiner des données privées à des données d'intérêt public pose un certain nombre de question quant au mode de contrat, à la responsabilité de partie et à la facturation de l'usage des données.

Cette problématique est illustrée par l'exemple du contrat entre la société Tele Atlas et l'OFROU pour l'utilisation des données de la navigation comme données de base de l'application MISTRA. Une réflexion plus globale devrait être conduite sur le type de partenariat à envisager dans une telle situation et quel statut doivent prendre ces données de base, en partie privées, qui à terme jouent un rôle d'intérêt public.

Perspective 4 : Politique d'usage des données privées globales dans les applications de gestion d'infrastructures publics.

Depuis quelques années, les administrations publiques développent des services de consultation et de diffusion des données géographiques sur le territoire. D'un point de vue technique, ces infrastructures de données spatiales mettent à disposition des sources de données publiques gratuitement ou moyennant paiement à un large public à travers l'Internet. Dès la création de ces géoportails la question de l'accès et du droit d'utilisation de ces données s'est posé. Il est relativement bien réglé pour l'usage de données publiques dont l'acquisition et la maintenance sont assurées, ou en partie, par des fonds publics. Dès le moment où des données publiques sont combinées avec des données de source privée, la situation doit être réglée contractuellement de cas en cas. Cette question se doit d'être étudiée en détail avec une vision prospective du rôle des données privées dans ces processus de gestion d'infrastructures publiques.

En conclusion, ce projet a traité un sujet à la fois complexe et concret, répondant à des besoins spécifiques d'un grand projet de développement d'un système d'information de la route (MISTRA). Cette étude a permis d'aborder cette thématique, à la fois sous l'angle des normes suisses et internationales et au travers d'un exemple de couplage pratique. Les questions de gestion combinée et les aspects juridiques sont abordés afin de mettre en évidence les caractéristiques d'une base de données intégrant différentes sources de données. Finalement, des thématiques de recherche à poursuivre sont mises en évidence dans ce domaine de la gestion et de la diffusion de données routières à la fois publiques et privées.

9 REFERENCES

9.1 Experts ayant participé au projet

Cette étude a été réalisée par le centre de recherche du laboratoire de topométrie (TOPO) de l'EPFL accompagné des sociétés d'ingénieurs INSER SA au Mont-sur-Lausanne et Rosenthaler & Partner AG à Muttenz. Les personnes suivantes ont contribué au projet :

- Mme V. Chazal et M. P.-Y. Gilliéron du Laboratoire de Topométrie de l'EPFL
- M. J. Konnen et M. J.-L. Miserez du bureau INSER SA
- M. Ch. Rosenthaler et M. C. Marschal, du bureau d'ingénieurs Rosenthaler + Partner AG

Cette étude a également reçu l'appui ponctuel des personnes suivantes :

- M. E. Bernard de Infolite AG à Bern, comme représentant du projet MISTRA
- M. C. Käser de l'Office Fédéral des Routes
- M. M. Probst de la société Tele Atlas, fournisseur de données de navigation
- Le Prof. F. Golay et M. G. Gachet du Laboratoire des Systèmes d'Information Géographique de l'EPFL
- M. X. Mérour de l'ASIT-VD

La commission VSS EK 7.03 sur le système d'information de la route accompagné cette recherche et ses membres ont apporté leurs compétences métiers tout au long de cette étude.

9.2 Bibliographie

- [1] [ActMAP] www.ertico.com/en/subprojects/actmap/home
- [2] [AGRAM] Projet VSS 2000/362, "AGRAM - Etude de l'acquisition d'une géométrie de référence des axes de maintenance - Base pour la révision des normes VSS SN 640 910 et SN 640 911, et l'établissement de la norme sur la gestion des géométries d'axe", Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication OFROU, EPFL Laboratoire de topométrie - Géomatique, Prof. B. Merminod, P.Y. Gilliéron, R. Oggier, M. Gilgen, Avril 2003
- [3] [ArcGIS 1] ArcGIS logiciel SIG de la société ESRI
www.esrifrance.fr/produit/arceditor.asp
- [4] [ArcGIS 2] fonctions de "linear referencing" d'ArcGIS
<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/toc.cfm?Action=1&LID=1784&rand=891#1784>
- [5] [ASIT-VD 1] <http://www.asit.vd.ch/documentation/cards/ao-6-5.htm>
- [6] [ASIT-VD 2] http://www.asit.vd.ch/documentation/card_organization.asp
- [7] [CEN] www.cen.eu
- [8] [DEMETER] Projet EUREKA DEMETER (Digital Electronic Mapping of European Territory) des sociétés Bosch et Philips
- [9] [EN ISO 14825:2004 E] European standard EN ISO 14825:2004 E, "Intelligente transport systems – Geographics Data Files (GDF) – Overall data specification (ISO 14825:2004)", CEN, 2004
- [10] [ERTICO] www.ertico.com
- [11] [EUROROADS 1] "Euroraods, report on quality frame information", D2.2, 12 octobre 2004
- [12] [EUROROADS 2] <http://www.euroroads.org>
- [13] [FME 1] FME (Feature Manipulation Engine) logiciel d'extraction et de transformation de données SIG de la société Safe Software
www.safe.com/products/fme/index.php
- [14] [FME 2] Plugin additionnel GDF Reader/Writer :
www.safe.com/reader_writerPDF/gdf.pdf
- [15] [FME 3] FME transformers
www.safe.com/products/fme/transformers/index.php
- [16] [INTERLIS 1998] "Etude de l'application d'INTERLIS à l'échange de données pour la gestion de l'entretien routier", Travail pratique de diplôme, Institut de système d'information à référence spatiale, Département de Génie Rural, Rainer Oggier, Professeur: F. Golay, Assistant: O. Paschoud, Fevrier 1998
- [17] [ISO] www.iso.org
- [18] [Konnen 2002] "Systèmes de navigation haute précision pour voitures", travail de diplôme, Laboratoire de Topométrie, Institut de recherches Robert Bosch, S.A., J. Konnen, Professeur: B. Merminod, Encadrement: P.Y. Gilliéron, Y. Levet, 2001/2002

- [19] [LGéo 1] Loi fédérale sur la géoinformation
- [20] [LGéo 2] Rapport explicatif Ordonnances d'exécution de la loi sur la géoinformation (LGéo), 30 avril 2007
- [21] [LGéo 3] Message relatif à la loi fédérale sur la géoinformation
- [22] [LGéo 4] Ordonnance sur la géoinformation
- [23] [METAROUTE] "Projet Metaroute - Gestion de la qualité des données du repérage spatial et de la géométrie des axes routiers - base pour la révision des normes sur le système d'information de la route, et pour l'établissement des normes sur le repérage linéaire et sur les géométries d'axes.", projet VSS No 2000/364, EPFL Laboratoire de Topométrie, P.Y. Gilliéron, C. Moreni, M. Gilgen, J. Konnen, février 2006
- [24] [MISTRA 2005] "MISTRA, Système d'information pour la gestion des routes et du trafic - Sous-projet données - Catalogue des données socles", Version 4.1, code D SE, OFROU, Techdata SA, Th. Marhrer, Chr. Kaeser, E. Bernard, R. Bobst, J. Landolt, J.P. Bolli, 30.09.2005
- [25] [NAVTeq] www.navteq.com
- [26] [NextMAP] www.ertico.com/en/activities/activities/nextmap.htm
- [27] [PNR 41] "PNR 41 - Banques de données routières et mobilité - Apport des banques de données routières aux instruments de la gestion de la mobilité, Robert-Grandpierre et RAPP SA. - EPFL Centre Informatique Génie Civil - Institut de recherche Robert Bosch SA. - INSER SA. - Rosenthaler et Partner SA., André Robert-Grandpierre - Philippe Mattenberger - Jean-Charles Pandazis - Jean-Christophe Jaermann - Rainer Oggier - Didier Robert - Claude Marschal
- [28] [PPP 1] http://www.sgvw.ch/sekto/news/rapport_ppp_hevs.pdf
- [29] [PPP 2] http://www.sgvw.ch/sekto/news/archiv/f/050615_ppp.php
- [30] [PPP 3] <http://www.ppps Schweiz.ch/files/PPP%20en%20Suisse%20Brochure%20fran%20caise.pdf>
- [31] [RECAROU 2003] Projet VSS2001/702, "RECAROU - Application des méthodes de REprésentation graphique et CARTographique aux données ROUtières", Rapport version 0.4, VSS, INSER, JL. Miserez, J. Konnen, 12.06.2003
- [32] [ROADMAP] Projet Roadmap
- [33] [SITG 1] www.sitg.ch/diffusion/partenaires.asp
- [34] [SITG 2] <http://etat.geneve.ch/geoportail/guichets.html>
- [35] [SITG 3] <http://etat2.geneve.ch/topoweb4/main.aspx>
- [36] [SITG 4] [http://etat.geneve.ch/geoportail/metadata/\(S\(j5j3lsa4fr1gprfdenu5o2ik\)\)/metadata.aspx](http://etat.geneve.ch/geoportail/metadata/(S(j5j3lsa4fr1gprfdenu5o2ik))/metadata.aspx)
- [37] [SITG 5] <http://etat.geneve.ch/geoportail/formsitg/>
- [38] [SN 640 911] Norme suisse SN 640 911, "Système d'information de la route : Repérage linéaire - Norme de base", VSS EK7.03 Zürich, 2006
- [39] [SN 640 912.1] Norme suisse SN 640 912.1, "Système d'information de la route : Repérage linéaire - Système de repérage spatial de base : assurance et

- matérialisation du SRB", VSS EK7.03 Zürich, 2005
- [40] [SN 640 912] Norme suisse SN 640 912, "Système d'information de la route : Repérage linéaire - Système de repérage spatial de base SRB", VSS EK7.03 Zürich, 2005
- [41] [SN 640 913] Norme suisse SN 640 913, "Système d'information de la route : Repérage linéaire - Géométries d'axe", VSS EK7.03 Zürich, 2006
- [42] [SN 640 914] Norme suisse SN 640 914, "Système d'information de la route : Repérage linéaire - Réseaux et leur topologie", VSS EK7.03 Zürich, 2006
- [43] [SN 640 941] Norme suisse SN 640 941, "Catalogue des données routières - Repérage dans l'espace", VSS 174 Zürich, 1993
- [44] [SN 640 942] Norme suisse SN 640 942, "Catalogue des données routières - Géométrie et usage de l'espace routier", VSS 174 Zürich, 1993
- [45] [SN 640 943] Norme suisse SN 640 943, "Catalogue des données routières - Structure de la chaussée", VSS 174 Zürich, 1995
- [46] [SN 640 944] Norme suisse SN 640 944, "Catalogue des données routières - Etat de la chaussée", VSS 174 Zürich, 1996
- [47] [SN 640 948] Norme suisse SN 640 948, "Catalogue des données du trafic - Principes fondamentaux", VSS 7 Zürich, 2001
- [48] [SN 671 832] Norme suisse SN 671 832, "Télématique des transports routiers - Systématique de la terminologie", VSS 9 Zurich, 2001
- [49] [STRADA-DB 1994] "STRADA-DB : Banque de données routières pour le SGE - Guide d'introduction et d'exploitation", Département fédéral des transports et de l'énergie OFROU, Rosenthaler + Partner AG, EPFL-DGC, INSER Consultants SA, janvier 1994
- [50] [STRADA-DB 2003] "Manuel de l'utilisateur STRADA-DB UR-A", Version 3.0, Chapitre 3.12. Géocalage, 01.04.2003
- [51] [STRADA-DB 2006] "STRADA, Guide d'introduction et d'exploitation", Version 2.00, OFROU, Rosenthaler + Partner AG, 31.03.2006
- [52] [STRADA-PMS] "STRADA-PMS/Pilote NE-VS, Réalisation 1^{ère} étape - Guide d'introduction et d'exploitation PMS", OFROU, Cantons de Neuchâtel et du Valais, INSER, Viagroup, Version 1.01, 25.11.97
- [53] [SYRROU] "SYRROU - Système de repérage spatial des données routières - Base pour la révision des normes VSS SN 640 910 et SN 640 911", Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication OFROU, EPFL-DGR Institut de Géomatique, Chaire des Systèmes d'Information à Référence Spatiale, Prof. F. Golay, Rainer Ogier, Marc Gilgen, mai 2000
- [54] [Tele Atlas 1] www.teleatlas.com
- [55] [Tele Atlas 10] "Tele Atlas GDF viewer + User Guide", Version 0.67.3, Tele Atlas, January 2003
- [56] [Tele Atlas 10] Referenzierung der ASB-Daten (SIB-Daten) 1999 der Bundesländer auf die MultiNet-Karte von Teleatlas, Heusch/Boesefeldt GmbH Aachen - Berlin - Hamburg - München. Schlussbericht, 2001
- [57] [Tele Atlas 2] "Tele Atlas MultiNet™ Version 3.3 Data Model", document version 1.0,

- Tele Atlas, décembre 2003
- [58] [Tele Atlas 3] "Tele Atlas MultiNet™ Version 3.3 Data Specification", document version 1.0, Tele Atlas, décembre 2003
- [59] [Tele Atlas 4] "MultiNet Standard Format Specifications ASCII Relational Version 3.3", Tele Atlas, 2003
- [60] [Tele Atlas 5] "MultiNet Standard Format Specifications ASCII Sequential Version 3.3", Tele Atlas, 2003
- [61] [Tele Atlas 6] "MultiNet™ User Guide GDF Format" version 1.0, Tele Atlas, October 2001
- [62] [Tele Atlas 7] "Tele Atlas MultiNet™ Shapefile 4.2 Format Specifications" document version 1.0, Tele Atlas, December 2003
- [63] [Tele Atlas 8] "Tele Atlas MultiNet™ Version 3.3 Data Model", document version 1.0, Tele Atlas, December 2003
- [64] [Tele Atlas 9] "MultiNet™ User Guide Shapefile Format", Version 1.3, Tele Atlas, December 2003

10 TERMINOLOGIE ET ABREVIATIONS

10.1 Terminologie

- (1) **Système de référence** (*Referenzfläche*) : Un espace dans lequel on souhaite décrire des positions.
- (2) **Système de coordonnées** (*Koordinatensystem*) : Un système de coordonnées permet d'attacher un ensemble de valeurs à une position dans le système de référence.
- (3) **Système de repérage spatial** (*Raum-Bezugssystem*) : Un système de repérage spatial est composé d'un système de référence et d'un système de coordonnées permettant de décrire une position sur le système de référence de manière univoque. Plus précisément, un système de repérage spatial peut être défini comme un ensemble cohérent d'échelles de mesure permettant la localisation et le positionnement univoque d'entités spatiales, conformément à des exigences données.
- (4) **Système de repérage linéaire** (*lineares Bezugssystem*) : Système de repérage dont le système de référence est un ensemble d'objets de nature linéaire.
- (5) **Système de repérage planaire** (*flächiges Bezugssystem*) : *Système de repérage dont le système de référence est une surface.*
- (6) **Système de repérage de base** (*Basis-Bezugssystem*) : Système de repérage utilisé dans le domaine de l'entretien routier en Suisse, abrégé SRB et décrit dans les normes VSS SN 640 910 ss.
- (7) **Localiser** (*Lokalisieren*) : Déterminer la position d'un lieu ou d'un objet existant par rapport à un système de coordonnées.
- (8) **Positionner** (*Positionieren*) : Implanter un objet à une position définie dans le système de coordonnées.
- (9) **Processus métier** : Ce sont l'ensemble des tâches liées aux aspects constructifs de la route et à l'exploitation du domaine routier. Les principaux processus sont l'entretien, la gestion du trafic, la sécurité, le "Pavement Management System" (PMS), le "Bridge Management System" (BMS), "l'Electromecanical Management System" (EMS) et la coordination des projets d'entretien (SGE). L'annexe 2 du rapport SYRROU décrit en détail ces processus.
- (10) **Topologie** : science de la situation et de l'agencement d'objets géométrique dans l'espace.
- (11) **Généralisation** : opération qui permet de réduire la quantité d'information figurée sur une carte lors de la réduction de l'échelle.
- (12) **Jointure spatiale** : Opération consistant à transférer les attributs d'un objet à un autre objet qui lui est superposé. Ex: soit une couche ponctuelle de bâtiments et une couche polygonale des limites communales ; la jointure spatiale entre les bâtiments et les communes permet d'affecter le nom de la commune aux bâtiments.
- (13) **Calage** : procédure qui permet de faire coïncider l'échelle de mesure du système de repérage spatial de base avec l'échelle de mesure d'une géométrie horizontale. Cette procédure s'appuie sur une géométrie d'axe horizontale et sur des éléments de calage repérés simultanément dans les deux systèmes. [41]

10.2 Abréviations

ADAS	Advanced Driver Assistance Systems
ASIT-VD	Association pour le Système d'Information du Territoire Vaudois
BISStra	Bundesinformationssystem Strasse
BMS	Bridge Management System
CC	Code Civil
CEN	Comité Européen de Normalisation
CERD	Conférence Européenne des Directeurs des Routes
CO	Code des Obligations
CRS	Chainage Referencing Section
DCMO	Direction Cantonale de la Mensuration Officielle
EMF	ErhaltungsManagement der Fahrbahn
EMK	ErhaltungsManagement der Kunstbauten
EMS	Electromechanical Management System
EMT	ErhaltungsManagement der Technischen ausrüstungen
FME	Feature Manipulation Engine
GDF	Geographic Data Files
INDG	Infrastructure Nationale de Données Géographiques
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
ITS	Intelligent Transport Systems
LDA	Loi sur les Droits d'Auteurs
LGéo	Loi fédérale sur la Géoinformation
MISTRA	Système d'information pour la gestion des routes et du trafic
OFROU	Office Fédéral des ROutes
OGéo	Ordonnance sur la Géoinformation
OMO	Ordonnance sur la Mensuration Officielle
ON	Official Name
ORDMO	Ordonnance sur la Reproduction des Données de la Mensuration Officielle
PMS	Pavement Management System
POI	Point Of Interest
PPP	Partenariat Public-Privé
PR	Point de Repère
RADEF	Road Administration Data Exchange Format
RE	Road Element
SGE	Système de Gestion de l'Entretien des routes
SIG	Système d'Information Géographique
SIR	Système d'Information Routier
SIT	Système d'Information du Territoire
SITG	Système d'Information du Territoire Genevois
SIT-VD	Système d'Information du Territoire Vaudois

SSIG	Service des systèmes d'information et de la géomatique de l'état genevois
SRB	Système de Repérage de Base
TERN	Trans-European Road Network
UPIaNS	Unterhaltsplanung der Nationalstrassen
VSS	Association suisse des professionnels de la route et des transports
WGS84	World Geodetic System (Système géodésique mondial) - révision de 1984.

11 LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Catalogue des objets Mistra et correspondance avec les normes VSS

Annexe 2 : Comparaison entre le modèle de données utilisé par Tele Atlas et le contenu d'Iso-GDF

Annexe 3 : Fiches descriptives des objets GDF

Annexe 4 : Fiches d'étude de compatibilité pour chaque cas de correspondance SIR / GDF

Annexe 5 : Fiches descriptives des cas particuliers "formes du réseau routier"

Annexe 6 : Diagrammes FME pour la création des géométries d'axes autoroutiers à partir des données GDF

Annexe 7 : Diagrammes FME pour la création des géométries d'axes non-autoroutiers à partir des données GDF



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

**Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit
Institut du développement territorial
Laboratoire de Topométrie-Géomatique**

GC-Ecublens
CH-1015 Lausanne

Projet NAVAROU

Potentiel d'utilisation des données routières de la navigation
automobile pour l'entretien routier

ANNEXES

**Pierre-Yves Gilliéron, EPFL, TOPO
Véronique Chazal, EPFL, TOPO
Jeff Konnen, INSER SA
Christoph Rosenthaler, Rosenthaler & Partner AG**

Version finale

Lausanne - mars 2008

Annexe 1 : Catalogue des objets Mistra et correspondance avec les normes VSS	1
Annexe 2 : Comparaison entre le modèle de données utilisé par Tele Atlas et le contenu d'Iso-GDF	7
Annexe 3 : Fiches descriptives des objets GDF	9
Annexe 4 : Fiches d'étude de compatibilité pour chaque cas de correspondance SIR / GDF	35
Annexe 5 : Fiches descriptives des cas particuliers "formes du réseau routier"	64
Annexe 6 : Diagrammes FME pour la création des géométries d'axes autoroutiers à partir des données GDF	71
Annexe 7 : Diagrammes FME pour la création des géométries d'axes non-autoroutiers à partir des données GDF	75

ANNEXE 1

CATALOGUE DES OBJETS MISTRA ET CORRESPONDANCE AVEC LES NORMES VSS

Catalogue des objets Mistra

Sigle	Allemand	Français	Description
ACD	Verkehrsunfall	Accident de la circulation	Données principales sur les accidents
ARE	Flaeche	Surface	Surface simple d'un réseau surfacique. La classe d'objets surface est une classe d'objets générique à laquelle différents types de surfaces peuvent être associés.
ASG	Achssegment	Segment d'axe	/
ATX	Flaechentext	Texte sur surface	Contient la dénomination du type de surface en plusieurs langues.
ATY	Flaechentyp	Type de surface	Contient l'information d'en-tête d'un type de surface avec les conditions de cohérence.
AXE	Achse	Axe	Un axe est l'entité centrale d'une route. Toutes les caractéristiques de la route s'y réfèrent.
BLD	Bauwerk	Ouvrage	Données généralistes ouvrages d'art et tunnels
BTX	Bauwerkstext	Texte sur ouvrage	Contient la dénomination du type d'ouvrage en plusieurs langues.
BTY	Bauwerksart	Type d'ouvrage	Contient l'information d'en-tête du type d'ouvrage.
CNT	Land	Pays	Données du pays
CTR	Zählstelle	Poste de comptage	Poste de comptage
CPT	Kalibrierungspunkt	Point de calage	Point défini tant dans le SRB que dans le système de repérage planaire et utilisé pour caler une géométrie d'axe donnée. Les candidats typiques pour devenir des points de calage sont les points de repère, les noeuds et les points marquants du terrain. La classe d'objets CSG contient les coordonnées planaires du point de calage.
CSG	Kalibrierung	Calage	Décrit le calage d'un segment de géométrie par un point de calage. Les coordonnées planaires peuvent être mesurées (p. ex. pour une géométrie de référence) ou déduites d'une carte (p. ex. géométrie de représentation 1:500 000). Les coordonnées d'implantation sont donc différentes pour chaque point de calage CPT. Elles ne sont pas non plus forcément sur l'axe, mais en général un peu à l'extérieur. La projection sur le segment de géométrie est déterminante pour le calage. Le facteur de calage résulte de la longueur effective entre le point précédent et le point de calage (champ longueur du point de calage moins longueur du point précédent) divisée par la longueur géométrique à 2 dimensions jusqu'au point de projection moins la longueur géométrique du point précédent. Le code de position est utilisé pour reconnaître des segments de calage.
GEO	Achsgeometrie	Géométrie d'axe	Information d'en-tête d'une géométrie d'axe (STRADA = GEOMETRIES). Contient des éléments décrivant le tracé géographique d'un axe.

Sigle	Allemand	Français	Description
GSG	Geometriesegment	Segment de géométrie	Une géométrie d'axe se compose de 1 à n segments de géométrie (sections). (STRADA = HOR_SEGMENTS). Tout segment de géométrie comprend au moins un point de calage au début et un autre à la fin. De plus, il peut y avoir autant de points intermédiaires que l'on veut. Un segment de géométrie ne correspond pas forcément exactement à un segment d'axe, puisqu'il se peut aussi qu'une géométrie ne soit que « partielle », p. ex. géométrie 1:5000 de la N1 uniquement sur le territoire du Canton de Berne.
HLM	Horizontalelement	Element horizontal	Eléments horizontaux d'une géométrie d'axe tels que droite, cercle, clothoïde. Pour l'instant, on ne travaille qu'avec des droites. Cette classe d'objets n'est pas utilisée dans la première implémentation du système de base MISTRA. Le segment de géométrie est géré comme ligne brisée, la géométrie d'axe comme ligne brisée multiple. STRADA = HOR_ELEMENTS
JAM	Verkehrsstau	Bouchon	Données ViaSuisse relatives aux bouchons
JNC	Anschluss	Jonction	Jonction, ramification ou carrefour. Une jonction se compose de tous les noeuds de la zone d'une jonction. Les coordonnées du point servent à placer la jonction sur l'écran et sur les plans. Elles n'ont pas de signification par rapport au noeud dans la zone de la jonction.
LAN	Fahrstreifen	Voie de circulation	Voie de circulation et son utilisation. L'attribution des voies à des projets comme elle est gérée par STRADA n'est pas nécessaire ici. Dans MISTRA, elle se fait par le biais de l'inventaire d'ouvrages.
LNK	Abschnitt	Tronçon	Tronçon d'un réseau topologiquement dépendant
LNN	FachNetz	Réseau métier	Réseau métier comme groupement de tronçons. Les propriétés peuvent être associées soit au niveau réseau, soit au niveau tronçon. Les réseaux peuvent être hiérarchisés ou groupés. (STRADA = STRTB_LINK_GROUPS et STRTB_GEO_NETS)
LNS	Netzsegment	Segment de réseau	Segment de réseau. Les réseaux sont historisés pour que l'évolution de leurs paramètres puisse être suivie. Les segments ont une relation plusieurs-à-plusieurs avec les réseaux métier (hiérarchie multiple, ce qui veut dire qu'un segment peut être associé à plusieurs réseaux métier).
NLO	Knotenort	Lieu de nœud	Le lieu de noeud décrit la situation d'un noeud par rapport à un axe spécifique. La classe d'objet lieu de noeud (NLO) est une classe relationnelle entre noeud et axe qui contient uniquement des clés étrangères et une référence spatiale « point linéaire ».
NOD	Knoten	Nœud	Noeud d'un réseau topologiquement dépendant. Un noeud peut être associé à une jonction par le biais d'une relation de clé étrangère.
NTP	Netztyp	Type de réseau	Propriétés du réseau. Les réseaux peuvent aussi être utilisés pour le stockage temporaire de données, p. ex. en cas de superposition de deux réseaux métier.
NTX	Netztext	Texte sur réseau	Table pour dénomination de réseau en fonction de la langue
PVL	Deckbelag	Revêtement	Couche de revêtement actuelle. L'attribution de la structure de la chaussée à des projets comme elle est gérée par STRADA n'est pas nécessaire ici. Dans MISTRA, elle se fait par le biais des objets routiers.
RPT	Bezugspunkt	Point de repère	Point défini géographiquement sur ou à côté d'un axe routier
RUT	Route	Itinéraire	Classe abstraite itinéraire de locomotion douce
SEC	Strecke	Section	La classe d'objets section décrit un tronçon en indiquant la longueur du point de départ et du point d'arrivée du tronçon. Elle hérite les attributs de la classe d'objets segment, a une référence

Sigle	Allemand	Français	Description
			spatiale « ligne linéaire » et n'a pas d'autres attributs.
SIG	Signalisation Langsamverkehr	Signalisation Locomotion douce	Classe abstraite. Les attributs de la classe d'objets signalisation doivent être repris autant que possible de l'enregistrement « SwissNames ».
TRE	Verkehrereignis	Evenement routier	Evénement routier avec une information routière de ViaSuisse
TRN	Abbiegeregel	Obligation interdiction d'obliquer ou	La possibilité, à un noeud, d'obliquer d'un bord à un autre est définie dans la classe d'objets obligation ou interdiction d'obliquer (TRN). Cette classe d'objets est historisée. Il n'y a ici que des clés étrangères
WAY	Weg	Chemin	Classe abstraite chemins de locomotion douce

Correspondance entre les normes et le catalogue de données de MISTRA :

Objet de la norme VSS	Sigle MISTRA	Nom MISTRA
Axe de route	AXE	Axe
Segment d'axe	ASG	Segment d'axe
Secteur	RPT	Point de repère
Point de repère	RPT	Point de repère
Géométrie horizontale de base	GEO	Géométrie d'axe
Géométrie verticale de base	GEO	Géométrie d'axe
Géométrie horizontale de représentation	GEO	Géométrie d'axe
Géométrie verticale de représentation	GEO	Géométrie d'axe
Élément géométrique hor. / vert.	HLM	Element horizontal
Segment géométrique hor. / vert.	GSG	Segment de géométrie
Élément de calage	CPT	Pays
Réseau	LNN	Réseau métier
Réseau de tronçons	LNN	Réseau métier
Réseau de sections	LNN	Réseau métier
Type de réseau	NTP	Type de réseau
Nœud	NOD	Nœud
Lieu de nœud	NLO	Lieu de nœud
Tronçon de réseau (Abschnitt)	LNK	Tronçon
Tronçon élémentaire	LNK	Tronçon
Section de réseau	SEC	Point de repère
Profil géométrique de la route	LAN	Voie de circulation
Usage de la chaussée	PVL	Revêtement
Données du trafic	LNS	Segment de réseau
Valeur de trafic	LNS	Segment de réseau
Valeur de l'état de la chaussée		
Partie latérale		
Structure de la chaussée		pas d'équivalent dans le catalogue de données fondamentales de MISTRA
Courbes de variation		
Série temporelle		

Correspondance entre Besoins et Objets MISTRA

Numéro		Géométrie (GEO, GSG, HLM, CPT)	SRB (AXE, RPT, ASG)	Surfaces (ARE, ATY, ATX)	Réseau métier (NTP, NTX, LNN, LNS, SEC, LNK)	Topologie (LNK, NOD, NLO, J NC, TRN)	Ouvrages (BLD, BTY, BTX)
B.1.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.1.2{G}	Disposer d'une géométrie des forêts et des surfaces vertes						
B.1.3{L}	Disposer de données de kilométrage		X				
B.1.4{G}	Disposer des géométries des canalisations						
B.1.5{G}	Disposer des géométries des limites administratives (cantons, districts, communes)			X			
B.10.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.10.2{G}	Disposer des informations de localisation des panneaux routiers						
B.10.3{L}	Disposer du contenu des panneaux routiers						
B.10.4{L}	Disposer de la validité spatiale des signaux				X		
B.11.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.11.2{G}	Disposer des informations de localisation des aires de repos, des parkings etc						
B.11.3{G}	Disposer d'informations annexes (POI, landuse, landcover)						
B.2.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.2.2{L}	Disposer d'un réseau de vitesse couvrant tous les tronçons de route				X		
B.2.3{T}	Disposer de la topologie du réseau à des fins de simulation (connectivité, turns, sens-uniqes)					X	
B.2.4{L}	Disposer du nombre de voies et de largeurs de chaussée pour calculer la capacité d'une route				X		
B.2.5{G}	Disposer des Points d'Intérêt pour calculer des matrices O-D et faire des simulations de charge						
B.3.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.3.2{L}	Disposer des informations de vitesse sur tout le réseau				X		
B.3.3{L}	Disposer de la pente moyenne de tous les axes				X		
B.3.4{T}	Disposer des informations de sens-uniqes, turns etc					X	
B.3.5{L}	Disposer du nombre de voies et des largeurs de chaussée				X		
B.3.6{G}	Disposer des géométries et de la catégorisation des croisements	X				X	
B.4.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.4.2{G}	Disposer de fonds de plan (plans de ville)						

Numéro		Géométrie (GEO, GSG, HLM, CPT)	SRB (AXE, RPT, ASG)	Surfaces (ARE,ATY, ATX)	Réseau métier (NTP, NTX, LNN, LNS, SEC, LNK)	Topologie (LNK, NOD,NLO,J NC,TRN)	Ouvrages (BLD,BTY, BTX)
B.4.3{G}	Connaître l'emplacement des industries (POI)						
B.4.4{G}	Connaître l'emplacement des zones urbaines			X			
B.4.5{G}	Connaître l'emplacement des forêts et des surfaces vertes						
B.4.6{G}	Connaître l'emplacement des cours d'eau						
B.5.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.5.2{G}	Disposer de la géométrie des entités administratives			X			
B.5.3{T}	Disposer de la topologie afin de calculer des déviations et des itinéraires alternatifs					X	
B.6.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					
B.6.2{L}	Disposer d'un réseau de vitesse couvrant tous les tronçons de route				X		
B.6.3{L}	Disposer de la classification de toutes les routes				X		
B.7.1{G}	Disposer d'une géométrie des ouvrages d'art (emplacement x,y)						X
B.8.1{G}	Connaître l'emplacement des stations de mesure de pollution ou des caméras						
B.9.1{G}	Disposer d'une géométrie des axes de routes (nationaux, cantonaux et communaux)	X					

ANNEXE 2

COMPARAISON ENTRE LE MODELE DE DONNEES UTILISE PAR TELEATLAS ET LE CONTENU D'ISO-GDF

Pour illustrer les différents concepts correspondant à chaque étape de notre travail nous avons utilisés les données Multinet de TeleAtlas. Cependant Multinet est basé sur l'ancienne version de la norme GDF (GDF 3.0, Ref: ENV CEN 1482) et contient quelques adaptations.

Le tableau suivant expose les différences de définitions entre la version actuelle de la norme Iso-GDF, la version 3 de la norme et le produit Multinet. Seul les objets sélectionnés pour notre étude ont été considérés.

OBJET	COMMENTAIRE
ROADS AND FERRIES	
AGGREGATED WAY	Iso-GDF 3 : n'existe pas.
ENCLOSED TRAFFIC AREA	Multinet : Objet surfacique. Les connexions abstraites à l'intérieur de la zone de trafic sont enregistrées comme des Road Elements dont l'attribut forme "form of way" prend la valeur : "Part Of An Enclosed Traffic Area". Iso-GDF 4 : les connexions abstraites sont représentées de la même manière. Cependant, les Enclosed Traffic Area partagent des nœuds avec les Junctions ce qui n'est pas mentionné dans Multinet.
INTERCHANGE	Multinet : n'existe pas en tant qu'objet, mais comme attribut de l'objet Intersection au niveau 2. Iso-GDF 3 : n'existe pas
INTERSECTION	Multinet : Objet complexe. Une Intersection est composée d'une ou plusieurs Junctions et d'un ou plusieurs Road Elements. Lorsque l'Intersection est complexe, elle a une valeur dans l'attribut : "Composite Intersection Type", qui est lui même subdivisé en deux sous-attributs : "Intersection Type" et "Freeway Intersection Type". Ce dernier peut prendre les valeurs : sortie ou accès à une autoroute, échangeur d'autoroute, autre. Dans ce cas l'attribut "Intersection Type" prend la valeur "Freeway Intersection". Iso-GDF 4 : les Intersections complexes sont représentées par l'objet Interchange.
ROUNDBABOUT	Multinet : le Roundabout n'est pas stocké comme un objet mais comme un attribut de Road Element. L'attribut "Composite Form of Way" a pour sous-attribut "Form of Way" prenant pour valeur "Part of a Roundabout". Iso-GDF 4 : il s'agit d'un objet complexe. Iso-GDF 3 : n'existe pas.
ADMINISTRATIVE AREAS	
Complètement identique	
NAMED AREAS	
POLICE DISTRICT	Multinet : n'existe pas. Iso-GDF 3 : existe.
LAND COVER AND USE	
Les zones artificielles ne sont pas découpées de la même manière dans Iso-GDF 3 que dans Multinet	
CONTINUOUS URBAN FABRIC	Multinet : n'existe pas
DISCONTINUOUS URBAN FABRIC	Multinet : n'existe pas
INDUSTRIAL OR COMMERCIAL UNIT	L'objet: Industrial Or Commercial Unit d' Iso-GDF 4 est découpé en deux catégories d'objets dans Multinet : Industrial Area et Shopping Centre Ground.
ROAD AND RAIL NETWORK AND ASSOCIATED LAND	Multinet : n'existe pas
PORT AREA	Multinet : seuls les ports industriels sont représentés.
AIRPORT	L'objet aéroport d' Iso-GDF 4 est divisé en deux objets dans Multinet : Airport Ground et Airport Runway.
MINERAL EXTRACTION SITE	Multinet : n'existe pas
DUMP SITE	Multinet : n'existe pas
CONSTRUCTION SITE	Multinet : n'existe pas

OBJET	COMMENTAIRE
STRUCTURES	Dans GDF 3 les structures étaient appelées les Brunnels
STRUCTURE	Multinet : l'objet Structure est appelé Brunnel dans Multinet, il peut être représenté par un point, une ligne, un polygone ou un objet complexe. Dans Iso-GDF 4 : le type d'objet représentant les structures n'est pas spécifié.
WATERWAYS	
LAKE	Multinet : les lacs ne sont pas distingués des autres Water Elements tout comme dans GDF 3.
ROAD FURNITURE	
ENVIRONMENTAL EQUIPMENT	Iso-GDF 3 : n'existe pas.
TRAFFIC LIGHT	Existe dans Iso-GDF 3 mais pas dans Multinet .
LIGHTING	Iso-GDF 3 : n'existe pas.
MEASUREMENT DEVICE	Iso-GDF 3 : n'existe pas.
ROAD MARKINGS	Iso-GDF 3 : n'existe pas.
SAFETY EQUIPMENT	Iso-GDF 3 : n'existe pas.
PEDESTRIAN CROSSING	Existe dans Iso-GDF 3 mais pas dans Multinet .
SERVICES	
ENTRY POINT OF SERVICE	Dans Multinet comme dans Iso-GDF 3 , un service est un type de point d'intérêt (attribut) relié à un nœud par une relation. Dans Iso-GDF 4 le service (attribut) est lié à la géographie par un Entry Point Of Service.
PUBLIC TRANSPORT	Existe dans Iso-GDF 3 mais pas dans Multinet .
CHAINAGE REFERENCING FEATURES	Iso-GDF 3 : n'existe pas.
GENERAL FEATURES	
TRAFFIC LOCATION	N'existe pas sous cette forme dans ISO-GDF 3 .


ANNEXE 3

FICHES DESCRIPTIVES DES OBJETS GDF

Aggregated Way
Centre Point of Feature
Chainage Referencing Section
Dot
Edge
Enclosed Traffic Area
Entry Point of Service / service
Face
Interchange
Intersection
Junction
Node
Polygon
Polyline
Reference Point
Relation: Grade Separated Crossing
Road
Road Element
Roundabout
TeleAtlas – Road Edge
TeleAtlas – Road Node

AGGREGATED WAY

DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Objet du niveau 2, ensemble de Road Elements et éventuellement de Junctions qui partagent des fonctions et caractéristiques communes. C'est un objet défini par l'utilisateur pour identifier les objets en relation dans son propre modèle, à partir des objets du niveau 1 de GDF.</p> <p>Selon TeleAtlas : n'existe pas</p>
GEOMETRIE	<p>Pas de géométrie propre, utilise celle des Road Elements dont il est composé.</p>
TOPOLOGIE	<p>Composé de Road Elements et Junctions</p> <ul style="list-style-type: none">- Les Road Elements et Junctions peuvent appartenir à plusieurs Aggregated Ways.- Les Aggregated Ways n'ont pas de topologie, ce qui signifie qu'ils ne sont pas nécessairement connectés entre eux et ne forment pas nécessairement un réseau complet.

	<h2 style="text-align: center;">CENTRE POINT OF FEATURE</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Objet d'ordre général ayant des propriétés, attributs et relations pouvant s'appliquer à tous les thèmes d'objets. Cet objet procure une référence géographique à un autre objet sous la forme d'un point.</p> <p>Selon TeleAtlas, il y en a trois types :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Centre Point of Freeway Intersection - Centre Point of Order 8 area - Centre Point of Index Area
GEOMETRIE	<p>Représenté par la primitive géographique Node. C'est un point situé sur le centre exact ou approximatif d'un objet simple ou complexe.</p>
TOPOLOGIE	<p>Il est lié à l'objet dont il représente le centre. Il peut faire référence à un Node isolé ou à un des Nodes de l'objet auquel il appartient.</p> <p>Selon TeleAtlas Pour les intersections de type "Freeway Intersection" le Centre Point of Feature fait référence à un point de niveau 2 pour lequel le nœud isolé est situé par dessus le nœud du niveau 1 appartenant à l'objet complexe Intersection. Pour les Order 8 Area et Index Area, il fait référence à un point partageant un nœud avec l'objet ponctuel City Centre.</p>
ATTRIBUTS	<p>Il est lié à l'objet dont il représente le centre par la relation "Centre Point of Feature Belonging to Feature". Il a les mêmes attributs que l'objet auquel il appartient.</p>
REPERAGE SPATIAL	<p>Planaire</p>

CHAINAGE REFERENCING SECTION

DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Partie du réseau routier (ferré ou fluvial) considérée comme une entité et à laquelle sont associés des Reference Points.</p> <p>Une CRS (Chainage Referencing Section) représente un couloir linéaire de longueur très importante par rapport sa largeur.</p> <p>Une CRS est identifiée de manière uniques.</p> <p>Une CRS est généralement continue mais peut éventuellement être constituée de plusieurs parties discontinues.</p> <p>La ligne centrale de la CRS est la base du système de repérage curvilinéaire à une dimension. Ce système de référence est défini par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une séquence de Reference Points - des distances (représentant la liaison entre un point de référence et le suivant) - une origine (qui est le point de référence situé à une extrémité de la CRS) <p>De manière Générale les Reference points sont repérés sur le terrain le long de la CRS.</p> <p>Selon TeleAtlas : n'existe pas</p>
TOPOLOGIE	Un ensemble de Reference Points est associé à chaque Chainage Referencing Section.
REPERAGE SPATIAL	Linéaire

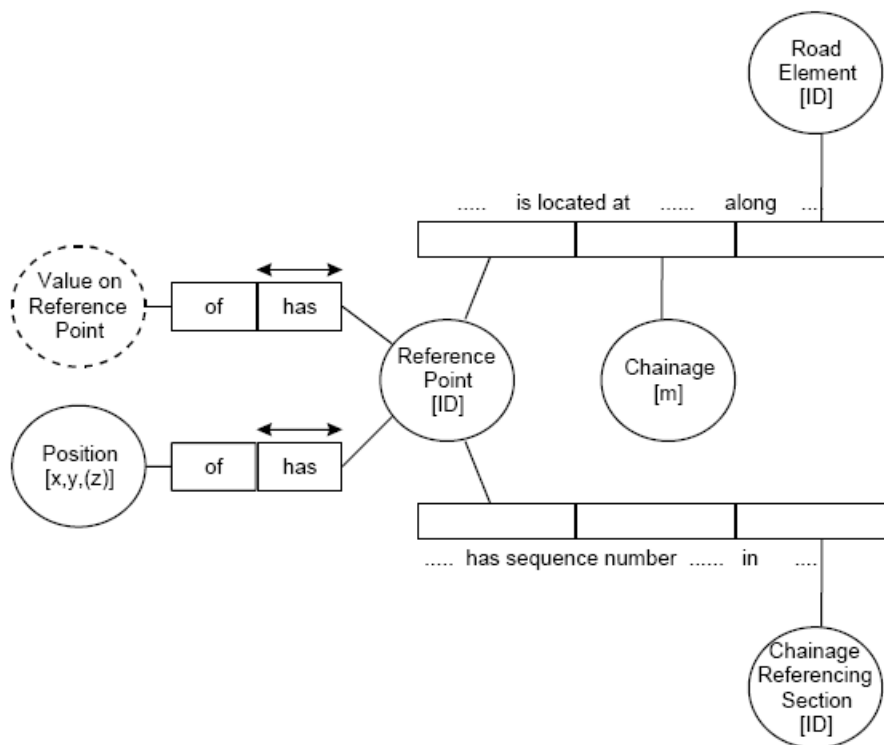




Fig.1 : Modèle de données pour les objets du système de repérage linéaire « Reference Point » et « Chainage Referencing Section » et leurs attributs¹

¹ Figure tirée de la norme ISO-GDF

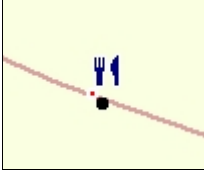
DOT


DESCRIPTION SEMANTIQUE	Primitive graphique du niveau 0 (niveau décrivant la géométrie de la carte), élément de construction des objets non topologiques du niveau 1. Selon TeleAtlas : n'existe pas
GEOMETRIE	Lieu de la surface la terre de dimension 0. Représente un objet ponctuel non topologique
TOPOLOGIE	<ul style="list-style-type: none">- Dot : objet utilisé dans le mode de topologie non-explicite : aucune relation topologique n'est explicitement définie entre les objets. Les relations topologiques entre les objets sont uniquement définies par les coordonnées. C'est pour cela qu'ils ne peuvent pas être agrégés en objets complexes. Ce mode est utilisé pour l'affichage cartographique. Les objets non topologiques ne peuvent pas se trouver dans une même couche que des objets topologiques.- Un point non topologique au niveau 1 est représenté par un Dot au niveau 0. Un Dot au niveau 0 représente un point au niveau 1.
ATTRIBUTS	Pas d'attributs, la connotation par rapport au monde réel est ajoutée aux niveaux 1 et 2.
REPERAGE SPATIAL	Planaire

	<h2>EDGE</h2>
<p>DESCRIPTION SEMANTIQUE</p>	<p>Arête. Primitive graphique du niveau 0 (niveau décrivant la géométrie de la carte), élément de construction des objets topologiques du niveau 1.</p> <p>Selon TeleAtlas Comme dans GDF, le Edge est utilisé pour la représentation de la géométrie et de la topologie de n'importe quel type d'objet du niveau 1 (pas uniquement du thème Road and Ferries). Le mode de topologie utilisé par TeleAtlas est la topologie complète (présence de relation avec des faces).</p>
<p>GEOMETRIE</p>	<p>Lieu de la surface la terre de dimension 1. Représente un objet linéaire topologique. Les courbes sont représentées par une série de segments de lignes droites. Ces segments ne sont pas représentés explicitement : une forme segmentée est décrite par une séquence ordonnée de points intermédiaires. Chaque paire de points intermédiaires consécutifs délimite exactement un segment. Si le Edge est une ligne droite, il est constitué d'un seul segment.</p> 
<p>TOPOLOGIE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Objet utilisé dans les deux modes de topologie : connective (relations topologiques explicites entre les objets de 0 et 1 dimension ; graph non-planaire ; mode utilisé pour les opérations de réseau) et complète (relations topologiques explicites entre les objets de 0, 1 et 2 dimensions ; graph planaire ; mode utilisés pour intégrer des informations surfaciques dans les opérations de réseau). - Une ligne topologique au niveau 1 peut être représentée par un ou plusieurs Edges au niveau 0 et un Edge par une partie ou la totalité d'une ou plusieurs lignes au niveau 1. - Un Edge a un Node de départ et un Node d'arrivée à chaque extrémité. - Dans le mode topologie connective, les Nodes et les Edges forment un graph non-planaire : il n'y a pas de noeud à l'intersection de deux Edges qui se croisent à des niveaux séparés. - Au contraire dans le mode topologie complète, le graph est planaire : deux Edges se croisent toujours par un Node. La réalité est non-planaire : des routes peuvent se croiser à des niveaux différents, cette non-planarité peut être introduite au niveau 1 par les règles topologiques du niveau 1 et l'introduction d'un Grade Separated Crossing. - Dans le mode topologie connective une surface topologique au niveau 1 est définie par ses frontières qui sont elles mêmes définies par des Edges. - Dans le mode de topologie complète les Edges délimitent les Faces au niveau 0. - Les objets topologiques ne peuvent pas se trouver dans une même couche que des objets non topologiques.
<p>ATTRIBUTS</p>	<p>Pas d'attributs, la connotation par rapport au monde réel est ajoutée aux niveaux 1 et 2.</p> <p>Selon TeleAtlas</p> <ul style="list-style-type: none"> - description - identifiant - liaison vers la liste des coordonnées des points intermédiaires - nœud de départ - nœud d'arrivée - face de gauche - face de droite - statut - section (zone géographique) - couche
<p>REPERAGE SPATIAL</p>	<p>Planaire</p>

ENCLOSED TRAFFIC AREA

DESCRIPTION SEMANTIQUE	zone délimité dans laquelle une circulation non structurée est autorisée. (site industriel, parking, ...)
GEOMETRIE	Représenté par les primitives cartographiques Node, Edge, Face.
TOPOLOGIE	<p>Les Traffic Squares sont répartie en deux catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Celles sur lesquelles la circulation n'est pas régulée au sens géométrique sont considérées comme des Enclosed Traffic Areas. L'Enclosed Traffic Area constitue la connexion topologique entre les Road Elements d'entrée et de sortie de cette zone (par l'intermédiaire de Junctions). - Par contre celles sur lesquelles un sens de trafic est défini légalement doivent être représentées par une succession de Road Elements et non une Enclosed Traffic Area. - Un parking peut être considéré soit comme une Enclosed Traffic Area soit comme un objet ponctuel Service.
ATTRIBUTS	<ul style="list-style-type: none"> - Type of Enclosed Traffic Area : Parking Place, Parking Building, Unstructured Traffic Square, AnotherType of Enclosed Traffic area. - Enclosed Traffic Area peut être reliés à Road Elements par la relation Road Element Leading to Enclosed Traffic Area. - Relation : Enclosed Traffic Area Associated with Administrative Area. - Relation : Enclosed Traffic Area Associated with Built-up Area
REPERAGE SPATIAL	Planaire


	<h2>ENTRY POINT OF SERVICE / SERVICE</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Le Service représente une activité (et non le bâtiment associé) situé à un lieu donné (stade, attraction touristique, hôtel...). La définition des Services ne fait pas partie du standard sauf pour l'objet générique Entry Point of Service qui représente l'entrée à un Service.</p>
GEOMETRIE	<p>Selon TeleAtlas Un Service est stocké sous forme d'un objet ponctuel dans une couche séparée. Un Entry Point est stocké sous la forme d'un point.</p>
TOPOLOGIE	<p>Un Service peut être relié à un Road Element ou à une Junction pour décrire les informations nécessaires à l'accès en véhicule. Il représente l'entrée d'un ou plusieurs Services ou une combinaison d'entrées et de sorties pour un ou plusieurs services. Il ne peut pas représenter seulement une sortie.</p> <p>Selon TeleAtlas Comme les Services sont stockés dans une couche séparée, ils n'ont pas d'influence sur le réseau routier. Les Points of Interest sont connectés au réseau routier grâce à une relation (Service along Road Element, Service at Jonction, Service belonging to Service) ou directement par la géométrie du réseau routier. Dans ce dernier cas les Services sont stockés de manière non-topologique et sont référencés par l'intermédiaire d'un nœud sur le réseau routier. Chaque Entry Point peut être associé à un ou plusieurs POI par la relation "Service Belonging to Service".</p>
ATTRIBUTS	<ul style="list-style-type: none"> - Entry Point Type : Main (principal : coïncide avec l'adresse d'un Service, accès aux visiteurs, entrée requérant de l'attention, signalé par un panneau routier ; un ou plusieurs des Entry Point d'un Service doit être attribué comme principal) ou Minor (de moindre importance) - toute une série d'attributs sur les Services (parking, gare, restaurant...) - les relations : Service along Road, Service along Road element, Service Associated with Administrative Area, Service Associated with Built-up Area, Service Associated with Named Area, Service at Junction, Service at Intersection, Service related to Service.
REPERAGE SPATIAL	<p>Planaire</p>


	<h2 style="text-align: center;">FACE</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Primitive cartographique du niveau 0 (niveau décrivant la géométrie de la carte), élément de construction des objets topologiques du niveau 1.</p> <p>TeleAtlas Comme dans GDF, la Face est utilisé pour la représentation de la géométrie et de la topologie de n'importe quel type d'objet du niveau 1 (pas uniquement du thème Road And Ferries). Le mode de topologie utilisé par TeleAtlas est la topologie complète (présence de relation avec des faces).</p>
GEOMETRIE	<p>Lieu de la surface la terre de dimension 2. Représente un objet surfacique topologique.</p>
TOPOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> - Objet utilisé dans le mode de topologie complète (relations topologiques explicites entre les objets de 0, 1 et 2 dimensions ; graph planaire ; mode utilisés pour intégrer des informations surfaciques dans les opérations de réseau). - Dans le mode topologie complète : les surfaces topologiques au niveau 1 sont définies par une ou plusieurs Faces au niveau 0, elles mêmes délimités par des Edges. Une Face au niveau 0 représente une partie ou la totalité d'une ou plusieurs surfaces au niveau 1. Une face peut contenir des nœuds isolés. - Les objets topologiques ne peuvent pas se trouver dans une même couche que des objets non topologiques.
ATTRIBUTS	<p>Pas d'attributs, la connotation par rapport au monde réel est ajoutée aux niveaux 1 et 2.</p> <p>TeleAtlas</p> <ul style="list-style-type: none"> - description - identifiant - nombre de Edges - liste des Edges et de leur orientation - section (zone géographique) - couche
REPERAGE SPATIAL	<p>Planaire</p>

INTERCHANGE

DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Echangeur. Permet de circuler entre deux ou plusieurs routes (ou autoroutes) au niveau d'un croisement. Interchange peut être considéré comme d'un niveau de généralisation supérieur à l'Intersection. Le conducteur devra prendre une décision simple au niveau d'une Intersection (tourner à gauche) tandis qu'il prendra une série de décisions au niveau d'un Interchange. Parfois la définition en une Intersection et un Interchange peut coïncider complètement.</p> <p>Selon TeleAtlas : Cet objet n'existe pas en tant que tel, il est représenté comme attribut d'une Intersection.</p>
GEOMETRIE	<p>Pas de géométrie propre mais représenté par les constituants Road Elements et Junctions au niveau 1, eux-mêmes représentés par les primitives cartographiques Edge et Node au niveau 0.</p>
TOPOLOGIE	<p>Objet complexe composé de Road Elements et Junctions formant un croisement. Deux Interchanges distincts ne peuvent pas partager les mêmes Road Elements mais ils peuvent partager des Junctions. Un Interchange peut couvrir un croisement de plus de deux routes lorsqu'une de ses bretelles conduit à plusieurs routes. Si deux Interchanges proches partagent une même chaussée, ils doivent être fusionnés de telle sorte qu'une chaussée appartienne à un seul Interchange.</p>
ATTRIBUTS	<ul style="list-style-type: none"> - La relation "Exit at Interchange" : relie un Interchange et la ou les Junctions qui lui appartiennent. Correspond à une sortie indiquée par l'attribut "Composite Exit Number" qui contient les informations sur le nom et le numéro des sorties le long des autoroutes. - "Interchange Type" désigne : un croisement entre autoroutes uniquement, un croisement entre une autoroute et un autre type de route, un croisement entre deux routes qui ne sont pas des autoroutes.
REPERAGE SPATIAL	<p>Planaire</p>

	<h2>INTERSECTION</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	Représentation d'un croisement.
GEOMETRIE	Pas de géométrie propre mais représentée par les constituants Road Elements et Junctions au niveau 1, eux-mêmes représentés par les primitives cartographiques Edge et Node au niveau 0.
TOPOLOGIE	<p>Objet complexe représentant au niveau 2 un croisement. Composé au niveau 1 d'une Junction, ou de plusieurs Junctions, Road Elements et Enclosed Traffic Area (chaussées à voies séparées et bretelles...).</p> <p>Une Intersection connecte plusieurs Road. Une Road débute par une Intersection et termine par une Intersection (ce qui signifie qu'une voie sans issue se termine par une Intersection). Une Intersection a le même rôle au niveau 2 qu'une Junction au niveau 1 mais à un niveau de généralisation différent. Lorsque la route est composée de deux chaussées séparées, si l'une des deux chaussées est connectée à une autre route, une Junction est également introduite sur la chaussée opposée. Ceci permet de conserver l'intégrité au niveau 2.</p> <p>Il y a trois types d'Intersections :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intersection simple composée d'une seule Junction (croisement de plusieurs routes, sans bretelles) - Intersection simple composée de plusieurs Junctions et Road Elements (croisement de plusieurs routes avec bretelles) - Intersection complexe composée de plusieurs Junctions et Road Elements.
ATTRIBUTS	<ul style="list-style-type: none"> - Composite Intersection Type : attribut composé des sous-attributs "Intersection Type" (obligatoire) et "Freeway Intersection Type". - Relation indiquant des Services situés à une Intersection. <p>Selon TeleAtlas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans le cas d'une Intersection simple "Intersection Type" est vide. - Dans le cas d'une Intersection complexe "Intersection Type" prend la valeur "Complex Street Intersection". - Dans le cas d'une Intersection d'autoroutes : "Intersection Type" prend la valeur "Freeway Intersection" et "Freeway Intersection Type" prend une des valeurs "Motorway Exit/ Access" ou "Motorway Interchange" ou "Other". - Official Name - Alternate Name for Freeway Intersection
REPERAGE SPATIAL	Planaire

	<h1>JUNCTION</h1>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	Délimite un Road Element ou une Ferry Connection. (Pour simplifier les paragraphes suivants, on fera abstraction du terme Ferry Connection).
GEOMETRIE	Représenté par la primitive cartographique Node.
TOPOLOGIE	<p>Le nombre de Road Elements se rejoignant à une Junction est nommé valence de la Junction. Une Junction peut être définie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à la fin d'une route - pour connecter plus de deux Road Elements - pour connecter deux Road Elements s'il y a un changement d'attribut ou de relation - une Junction peut être ajoutée pour éviter qu'un Road Element formant une boucle débute et termine sur la même Junction. - Lorsque la route est composée de deux chaussées séparées, si l'une des deux chaussées donne accès à une autre route, une Junction est également créée sur la chaussée qui n'est pas connectée. L'introduction d'une telle Junction permet de conserver l'intégrité au niveau 2. Une Junction représente la connexion physique entre plusieurs Road Elements. Un Road Element forme toujours une connexion entre deux Junctions.
ATTRIBUTS	<ul style="list-style-type: none"> - Junction type : mini rond-point, passage à niveau, intersection avec une frontière - la relation "Divided Junction" indique une manœuvre qui contient une Junction ayant une restriction physique ou légale interdisant de la franchir dans une direction particulière. Les Road Elements associés à cette Junction permettent d'indiquer la direction interdite. Ceci implique que certaines manœuvres sont interdites. (par contre les panneaux de signalisation sont associés aux Road Elements) - la relation "Exit at Interchange" : relation entre un Interchange et une ou plusieurs Junctions lui appartenant. Correspond à une sortie indiquée par l'attribut "Composite Exit Number": informations sur le nom et le numéro des sorties le long des autoroutes. - la relation "Priority Manoeuvre" : relation entre une Junction et des Road Element décrivant une manœuvre ayant une priorité. - la relation "Prohibited Manoeuvre" : relation entre une Junction et des Road Elements décrivant une manœuvre qui est physiquement possible mais légalement interdite et signalée par un panneau de signalisation. Peut être associé avec l'attribut Vehicle Type pour lequel la manœuvre est interdite - la relation "Restricted Manoeuvre" : décrit une manœuvre qui est explicitement permise par une mesure réglementaire et indiquée par un panneau de signalisation. Peut être associé avec l'attribut Vehicle Type pour lequel la manœuvre est restreinte. Un Road Element et une Junction ne peuvent pas jouer le même rôle dans une Prohibited Manoeuvre et dans une Restricted Manoeuvre. - association à une zone administrative ou une zone construite - relation indiquant des services situés à une Junction - arrêt de transport en commun s'il est situé sur une Junction. En principe l'arrêt est associé à un Road Element. <p>Selon TeleAtlas</p> <ul style="list-style-type: none"> - (La plupart du temps la Junction n'a pas d'attributs) - Dans le cas où la Junction fait partie d'une relation Bifurcation, ou si elle est située sur une frontière de l'objet complexe Country un type de Junction lui est associé : bifurcation, passage à niveau, intersection avec une frontière de pays, croisement ferry-train. Bifurcation peut avoir plusieurs types : fourchette à plusieurs voies, fourchette simple. - Une Junction peut faire partie d'une relation : Implicit Turn, Priority Manoeuvre, Prohibited Manoeuvre ou Restricted Manoeuvre. - Une Junction à Z niveaux d'information compris entre -9 et +9 avec une valeur de 0 par défaut. Correspondant à des niveaux au dessus ou au dessous du sol. - Les services sont des points contenus sur une autre couche d'information (POI) et peuvent être associés à une Junction (service at Junction) ou à un Road Element (service along Road Element) mais n'ont pas d'influence sur le réseau routier, ils y sont attachés par le biais de relations. - La relation : connexion entre voies de circulation relie au moins deux Road Elements et une Junction.
REPERAGE SPATIAL	Planaire

	<h2>NODE</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Nœud. Primitive graphique du niveau 0 (niveau décrivant la géométrie de la carte), élément de construction des objets topologiques du niveau 1 (objets simples).</p> <p>Selon TeleAtlas Comme dans ISO-GDF, le Node est utilisé pour la représentation de la géométrie et de la topologie de n'importe quel type d'objet du niveau 1 (pas uniquement du thème Road and Ferries). Le mode de topologie utilisé par TeleAtlas est la topologie complète (présence de relation avec des faces).</p>
GEOMETRIE	<p>Lieu de la surface la terre de dimension 0. Représente un objet ponctuel topologique.</p>
TOPOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> - Objet utilisé dans les deux modes de topologie : connective (relations topologiques explicites entre les objets de 0 et 1 dimension ; graph non-planaire ; mode utilisé pour les opérations de réseau) et complète (relations topologiques explicites entre les objets de 0, 1 et 2 dimensions ; graph planaire ; mode utilisés pour intégrer des informations surfaciques dans les opérations de réseau). - Un point topologique au niveau 1 est représenté par un seul Node au niveau 0 mais un Node peut représenter 0, 1 ou plusieurs points au niveau 1. - Un Node (non isolé) sert de point de départ ou d'arrivée à un ou plusieurs Edge au niveau 0. - Dans le mode topologie complète, un nœud isolé peut être contenu par une Face au niveau 0. - Les objets topologiques ne peuvent pas se trouver dans une même couche que des objets non topologiques.
ATTRIBUTS	<p>Pas d'attributs, la connotation par rapport au monde réel est ajoutée aux niveaux 1 et 2.</p> <p>Selon TeleAtlas</p> <ul style="list-style-type: none"> - description - identifiant - liaison vers la liste des coordonnées - face (toujours nulle) - statu - section (zone géographique) - couche
REPERAGE SPATIAL	<p>Planaire</p>

POLYGON	
DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Primitive graphique du niveau 0 (niveau décrivant la géométrie de la carte), élément de construction des objets non topologiques du niveau 1.</p> <p>Selon TeleAtlas : n'existe pas</p>
GEOMETRIE	<p>Lieu de la surface la terre de dimension 2. Un Polygon est situé du côté droit de la séquence de coordonnées composant sa frontière. Les courbes sont représentées par une série de segments de lignes droites. Ces segments ne sont pas représentés explicitement : une forme segmentée est décrite par une séquence ordonnée de points intermédiaires. Chaque paire de points intermédiaires consécutifs délimite exactement un segment.</p> <p>Représente un objet surfacique non topologique</p>
TOPOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> - Polygon : objet utilisé dans le mode de topologie non-explicite : aucune relation topologique n'est explicitement définie entre les objets. Les relations topologiques entre les objets sont uniquement définies par les coordonnées. C'est pour cela qu'ils ne peuvent pas être agrégés en objets complexes. Ce mode est utilisé pour l'affichage cartographique. Les objets non topologiques ne peuvent pas se trouver dans une même couche que des objets topologiques. - Une surface non topologique au niveau 1 est représentée par un Polygon au niveau 0. Un Polygon au niveau 0 représente une surface au niveau 1.
ATTRIBUTS	<p>Pas d'attributs, la connotation par rapport au monde réel est ajoutée aux niveaux 1 et 2.</p>
REPERAGE SPATIAL	<p>Planaire</p>

POLYLINE

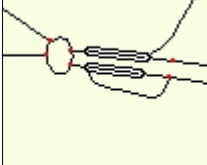
DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Primitive graphique du niveau 0 (niveau décrivant la géométrie de la carte), élément de construction des objets non topologiques du niveau 1.</p> <p>Selon TeleAtlas : n'existe pas</p>
GEOMETRIE	<p>Lieu de la surface la terre de dimension 1. Représente un objet linéaire non topologique. Les courbes sont représentées par une série de segments de lignes droites. Ces segments ne sont pas représentés explicitement : une forme segmentée est décrite par une séquence ordonnée de points intermédiaires. Chaque paire de points intermédiaires consécutifs délimite exactement un segment. Si la Polyline est une ligne droite, elle est constituée d'un seul segment.</p>
TOPOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> - Polyline : objet utilisé dans le mode de topologie non-explicite : aucune relation topologique n'est explicitement définie entre les objets. Les relations topologiques entre les objets sont uniquement définies par les coordonnées. C'est pour cela qu'ils ne peuvent pas être agrégés en objets complexes. Ce mode est utilisé pour l'affichage cartographique. Les objets non topologiques ne peuvent pas se trouver dans une même couche que des objets topologiques. - Une ligne non topologique au niveau 1 est représentée par une Polyline au niveau 0. Une Polyline au niveau 0 représente une ligne au niveau 1.
ATTRIBUTS	<p>Pas d'attributs, la connotation par rapport au monde réel est ajoutée aux niveaux 1 et 2.</p>
REPERAGE SPATIAL	<p>Planaire</p>


REFERENCE POINT

DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>Lieu appartenant à la ligne centrale d'une CRS matérialisé par une marque placée sur le bord ou sur l'axe de la CRS. Un amalgame peut être fait entre le repère physique lui-même et sa position théorique sur l'axe d'une CRS.</p> <p>Un Reference Point peut être considéré comme un objet individuel, mais il est lié avec ses voisins, formant avec eux un système de référence. Pour cette raison, un Reference Point peut exister même sans marque physique associée, c'est le cas quand l'un des repères physiques a accidentellement disparu. Une telle position est toujours considérée comme un Reference Point car elle aurait du y être intentionnellement. Cette intension est indiquée par la présence physique des points voisins.</p> <p>Selon TeleAtlas : n'existe pas</p>
TOPOLOGIE	Un ensemble de Reference Points est associé à la Chainage Referencing Section.
REPERAGE SPATIAL	La relation "Reference Point Location along Road Element " décrit la position d'un Reference Point le long d'un Road Element.

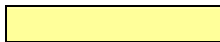
RELATION : GRADE SEPARATED CROSSING

DESCRIPTION SEMANTIQUE	Croisement à niveaux distincts.
TOPOLOGIE	<p>Il s'agit d'une relation et non d'un objet. Relation entre exactement deux Transport Elements et une Structure (pont, tunnel...) représentant des portions du réseau routier, du réseau ferré ou du réseau fluvial qui passent au dessus les uns des autres. Cette relation n'existe qu'entre deux éléments de transport ce qui signifie que si trois éléments de transport se chevauchent au même endroit, utilisant une même Structure, deux relations sont créées. L'une décrit la relation entre l'élément le plus bas et celui du milieu, l'autre décrit la relation entre celui du milieu et celui du haut. La relation entre l'élément du haut et du bas ne doit pas être décrite explicitement mais peut être déduite.</p> <p>Selon TeleAtlas Une telle relation peut exister même s'il n'y a qu'un élément de transport (pont au dessus d'une vallée). Le terme employé pour Structure par TeleAtlas est Brunnel.</p>

	<h1>ROAD</h1>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	Objet complexe du niveau 2 composé d'un ou plusieurs Road Elements et joignant deux Intersections. Utilisé comme la plus petite portion indépendante du réseau routier au niveau 2.
GEOMETRIE	Représenté par un ou plusieurs Road Elements.
TOPOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> - Fait partie de la catégorie des objets complexes, eux mêmes composés à partir d'objets simples et d'objets complexes. - Composé de zéro, d'un ou de plusieurs Road Elements. Dans la plupart des cas une Road contient un seul Road Element. Une route à chaussées séparées est composée de deux Road Elements regroupés dans une Road ; dans ce cas chaque Road Element est considéré comme un sens unique et la Road est vue comme une unité fonctionnelle. Une Road peut être constituée de plusieurs Road Elements consécutifs, c'est le cas lorsqu'il y a plusieurs Road Elements entre deux intersections dû à un changement d'attribut. Une Road ne comporte aucun Road Element lorsque deux Intersections sont jointives. - Forme une connexion entre deux Intersections - Une Road comme les autres objets des thèmes Roads and Ferries et Public Transports ne peuvent pas être représentés par les objets non topologiques du niveau 0.
ATTRIBUTS	pas d'attributs pas de relations
REPERAGE SPATIAL	Planaire

	<h2>ROAD ELEMENT</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	Section linéaire de la surface de la terre destinée à la circulation des véhicules. Utilisé comme la plus petite portion indépendante du réseau routier au niveau 1.
GEOMETRIE	Les Road Elements sont toujours des objets linéaires représentés par un ou plusieurs Edges au niveau 0. Ils sont représentés par la ligne centrale de la route. Dans le cas où la ligne centrale de la route est ambiguë ou discontinue, les flux généraux de trafic sont utilisés comme guide pour déterminer la forme du Road Element. Les chaussées séparées sont traitées comme deux Road Elements distincts.
TOPOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> - Le Road Element fait partie de la catégorie des objets simples, eux-mêmes composés à partir des primitives cartographiques stockées dans le niveau 0. Un Road Element est représenté par un ou plusieurs Edges. Un Road Element comme les autres objets des thèmes Roads and Ferries et Public Transports ne peut pas être représenté par les objets non topologiques du niveau 0. - Il possède une Junction à chaque extrémité. - Les Road Elements sont indépendants les uns des autres : une modification d'un Road Element n'affecte pas les autres Road Elements.
ATTRIBUTS	<p>Les Road Elements sont indépendants du point de vue des attributs. Un changement d'attribut le long de la route implique la fin du Road Element et le début d'un nouveau.</p> <p>Les attributs principaux sont les suivants : (voir pages suivantes pour les attributs détaillés)</p> <ul style="list-style-type: none"> - informations sur l'adresse : nom de la rue, intervalle des numéros des habitations, code postal - limitation de vitesse - passage bloqué : barrière sur un Road Element - Composite form of way : aspect physique que peut prendre un Road Element ; attribut composé des sous attributs form of way (type de voie : partie d'une autoroute, partie de chaussée simple, partie de chaussée séparée, partie d'un rondpoint, partie d'une bretelle...) et slip road type (type de bretelle : parallèle, niveaux séparés...) - indication de chaussées séparées - présence d'une voie de secours séparée associée au Road Element - Freeway : si le Road Element fait partie d'une autoroute - Functionnal Road Class : classe de route associée au Road Element - altitude maximum, hauteur, longueur, largeur limite du véhicule, poids du véhicule, période d'ouverture, type de véhicule - longueur curviligne - nombre de voies d'un Road Element - restriction de passage - péage - en construction - sens de circulation - type et état du revêtement - mesure de trafic et valeur de trafic <p>Relations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - péage - manœuvre - fourchette - itinéraire - grade separate crossing - panneau de signalisation - panneau de signalisation et éclairage public le long d'un Road Element - transport public <p>Associations avec:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Administrative Area - Built-up Area - District - Named Area <p>Appartenance à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Service <p>Conduisant à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enclosed Traffic Area <p>Objets le long du Road Element :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Building - Service
REPERAGE SPATIAL	Planaire

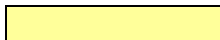
Attributs pour les Road Elements selon TeleAtlas



attribut restreint

ATTRIBUT (HAS/OF)	SOUS-ATTRIBUT	SOUS-ATTRIBUT	VALEUR		
Postal code Information	Main Postal Code				
	Sub Postal Code				
Composite Official Name	Official Name				
	Side of Line		Left Side Right Side		
	Route directional				
	Street Name Type		Street Name Highway Name		
	Composite Route Directional	Validity Direction		Valid in positive direction Valid in negative direction Valid in both directions	
			Route Directional		Northbound Eastbound Southbound Westbound
		Route Number			
		Route Number Type		1, 2, 3, 4, 5	
	Route Number Priority				
Composite Alternate Name	Alternate Name				
	Side of Line		Left Side Right Side		
	Alternate Street Name Type		Street Name Postal Name Vanity Name		
Plural Junction			Part of a Plural Junction		
Composite Blocked Passage	Blocked Passage		Physically Blocked at Start Junction Physically Blocked at End Junction		
		Véhicule Type		All Vehicule Types Passenger Car Residential Vehicule Truck (delivery truck) Bus (public bus) Taxi	
	Validity Periode				
	Direction of Traffic Flow			Traffic is closed in negative direction Traffic is closed in positive direction Traffic is closed in both directions	
			Véhicule Type		
Validity Period					
Lane Dependant Validity					
Composite Direction of Traffic Flow for Road	Direction of Traffic Flow		Traffic is closed in negative direction Traffic is closed in positive direction Traffic is closed in both directions		
		Véhicule Type			
		Validity Period			

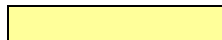
Attributs pour les Road Elements selon TeleAtlas



attribut restreint

ATTRIBUT (HAS/OF)	SOUS-ATTRIBUT	SOUS-ATTRIBUT	VALEUR
Composite Form of Way	Form of Way		Part of an Enclosed Traffic Area
			Enclosed Traffic Area (Parking Building)
			Enclosed Traffic Area (Parking Area)
			Part of a Pedestrian Zone
			Walkway
			Motorway
			Part of a Multi Carriageway which is not a Motorway
			Part of a Roundabout
			Part of a Special Traffic Figure
			Part of a Service Road
			Part of a Slip Road
		Entrance to / Exit of a Car Park	
	Slip Road Type		Slip Road of a Grade Separated Crossing
			Slip Road of a Crossing at Grada
		Major / Minor Slip Road	
		Parallel Road	
Freeway			Part of a Freeway
Road Conditions			Paved
			Unpaved
			Poor Condition
Functionnal Road Class			Class 0 : Main Road - Motorway
			Class 1 : Roads not belonging to 'Main Road' of major importance
			Class 2 : Other Major Roads
			Class 3 : Secondary Roads
			Class 4 : Local Connecting Roads
			Class 5 : Local Roads of High Importance
			Class 6 : Local Roads
			Class 7 : Local Roads Of Minor Importance
		Class 8 : Others	
Net 1 Class			
Net B Class			
Net 2 Class			Class 0 : Roads of International Importance
			Class 1 : Roads of National Importance
			Class 2 : Roads of Regional Importance
			Class 3 : Local Roads of High Importance
			Class 4 : Local Roads
			Class 5 : Local Roads of Minor Importance
		Class 6 : All Restricted Roads	
House Number Range			Voir figure pour le détail
Street Identifier			
Special Restriction			Not publicly accessible
			No Special Restriction

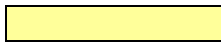
Attributs pour les Road Elements selon TeleAtlas



attribut restreint


ATTRIBUT (HAS/OF)	SOUS-ATTRIBUT	SOUS-ATTRIBUT	VALEUR
Composite RDS / TMC Code	TMC Location Table Version Nr		Voir détail
	RDS / TMC Code		Voir détail
Composite Toll Information	Toll Road		Toll Road
	Validity Direction		Valid in positive direction
			Valid in negative direction
			Valid in both directions
Composite Vehicule Restriction	Vehicule Restriction (only stored for the Vehicle Type Bicycle)		Traffic is closed in negative direction
			Traffic is closed in positive direction
			Traffic is closed in both directions
	Vehicule Type		
Back Roads			Road with destination Function
			Primary sector service road
			Back Roads
			Unaddressed Path
			Unclassified Back Road
Construction Status			Under construction in both directions
			Under construction in line direction
			Under construction opposite to line direction
Ramp Information			Exit Ramp
			Entrance Ramp
Number of Lane			
Composite Lane Driver Type	Lane Divider Type		Interrupted Line With Long Lines
			Double Solid Line
			Single Solid Line
			Combinaison of a Single Solid Line and an Interrupted Line
			Combinaison of an Interrupted and a Solid Line
		Interrupted Line With Short Lines	
	Lane Dependant Validity		
Composite Exit / Entrance Lane	Exit / Entrance Lane		No Exit / Entrance Lane
			Exit / Entrance Lane
	Lane Dependant Validity		
Composite Lane Direction Category	Lane Direction Category		No direction indicated
			Straight
			Slight Right
			Right
			Sharp Right
			U-turn
			Sharp Left
		Left	
	Slight Left		
	Lane Dependant Validity		

Attributs pour les Road Elements selon TeleAtlas



attribut restreint

ATTRIBUT (HAS/OF)	SOUS-ATTRIBUT	SOUS-ATTRIBUT	VALEUR	
Composite Tourist Road	Official Name			
	Alternate Name			
	Tourist Road Type			Scenic Route
				Regional Route
				National Route
				Nature Route
		Cultural Historic Route		
Carriageway Designator			Carpool	
			Express	
			Local	
Composite Speed Restriction	Speed Restriction			
	Speed Restriction Type			
	Unit of measurement			
	Validity Direction			
	Validity Periode			
	Vehicle Type			
	Verification Flag for Speed Restriction			
Special Charge			Positive	
			Negative	
			Both	

	<h2>ROUNABOUT</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	Rondpoint, giratoire, boucle du réseau routier permettant de réguler le trafic lorsque des routes se rejoignent.
GEOMETRIE	Pas de géométrie propre mais représenté par les constituants Road Elements et Junctions au niveau 1, eux-mêmes représentés par les primitives cartographiques Edge et Node au niveau 0.
TOPOLOGIE	<p>Un Roundabout est un objet complexe du niveau 2 qui peut être représenté de deux façons. Le Roundabout peut être considéré comme une unité de telle sorte que toutes les Junctions et les Road Elements qui le constituent forment un Interchange. Le Roundabout peut aussi être considéré de manière plus fonctionnelle comme formant une Intersection à chaque fois qu'une route lui est connectée.</p> <p>Dans le premier cas il s'agit d'un objet complexe composé de Road Elements et Junctions formant une boucle fermée accompagné de tous les Road Elements et Junctions appartenant à chaque intersection autour de la boucle. Le Roundabout est différencié des autres objets de contrôle du trafic car il requière des instructions de conduite en temps réel spécifiques de la forme "prendre la troisième sortie du rondpoint".</p> <p>Dans le second cas il s'agit d'une succession d'objets complexes de type Road et Intersection.</p> <p>Selon TeleAtlas Au niveau 1 les rondpoints sont représentés par des Road Elements ayant comme attribut Part of a Roundabout. Il n'y a pas d'objet complexe Roundabout au niveau 2 mais une suite d'Intersections le long du rondpoint.</p>
REPERAGE SPATIAL	Planaire

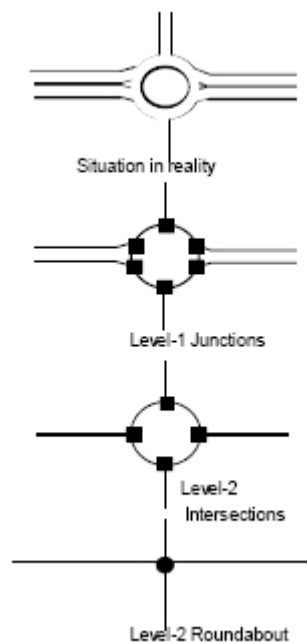




Fig.2 : Représentation d'un rondpoint au niveau 2²

² Figure tirée de la norme ISO-GDF

	<h2 style="text-align: center;">TELEATLAS - ROAD EDGE</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>N'existe pas dans GDF.</p> <p>Selon TeleAtlas Road Edge fait partie de la couche topologie complète du niveau 1. Seuls les objets de la topologie complète du niveau 0 représentant le réseau routier au niveau 1 sont dupliqués dans cette couche.</p>
TOPOLOGIE	<p>Selon TeleAtlas Road Edge a le même rôle que Edge appliqué au réseau routier, à la différence près que : si deux routes se superposent (ex : pont à deux niveaux) il y a deux Road Edges superposés dans la couche de topologie complète du niveau 1 mais un seul Edge au niveau 0. Dans la couche du niveau 1 il y a également deux Road Elements superposés. 1 à n Road Edges font référence à un Edge.</p>
ATTRIBUTS	<p>Selon TeleAtlas Road Edge et Road Element sont reliés par la relation topologique explicite : Road Edge in Road Element. Road Edge et Road Node sont reliés par la relation topologique explicite : Starts at / ends at.</p> <ul style="list-style-type: none"> - description - identifiant - code du type d'objet - objet entier ou non - nombre de Edges - liste des Edges - nombre d'attributs (nul) - Road Node de départ - Road Node d'arrivée - section (zone géographique) - couche - nombre de relations - liste des relations - conversion (nul)
REPERAGE SPATIAL	Planaire

	<h2>TELEATLAS - ROAD NODE</h2>
DESCRIPTION SEMANTIQUE	<p>N'existe pas dans GDF.</p> <p>Selon TeleAtlas Road Node fait partie de la couche topologie complète du niveau 1. Seuls les objets de la topologie complète du niveau 0 représentant le réseau routier au niveau 1 sont dupliqués dans cette couche.</p>
TOPOLOGIE	<p>Selon TeleAtlas Road Node à le même rôle que Node appliqué au réseau routier, à la différence près que : si deux routes se superposent (ex : pont à deux niveaux) il y a deux Road Nodes superposés dans la couche de topologie complète du niveau 1 mais un seul Node au niveau 0. Dans la couche du niveau 1 il y a également deux Junctions superposées. Mais attention tous les Nodes ou Road Nodes ne sont pas représentés par des Junctions au niveau 1. C'est le cas en particulier quand un Node est présent entre deux Edges ou Road Edges successifs sans changement d'attribut, au niveau 1 il y a un seul Road Element sans Junction intermédiaire. 1 à n Road Nodes font référence à un Node.</p>
ATTRIBUTS	<p>Selon TeleAtlas</p> <p>Road Edge et Road Node sont reliés par la relation topologique explicite : Starts at / ends at. Par contre Road Node et Junction ne sont pas explicitement reliés.</p> <ul style="list-style-type: none"> - description - Identifiant - code du type d'objet - nombre de Nodes - liste des Nodes - nombre d'attributs (nul) - section (zone géographique) - couche - nombre de relations (nul) - nombre de Road Edges associés - listes des Road Edges
REPERAGE SPATIAL	Planaire

ANNEXE 4

FICHES D'ETUDE DE COMPATIBILITE POUR CHAQUE CAS DE CORRESPONDANCE SIR / GDF

Axe (SIR) - Road Element (GDF)
Axe (SIR) - Road (GDF)
Axe (SIR) - Chainage Refrencing Section (GDF)

Segment d'axe (SIR) - Road Element (GDF)
Segment d'Axe (SIR) - Road (GDF)

Segment géométrique (SIR) - Road Element (GDF)
Segment géométrique (SIR) - Road (GDF)

Elément Géométrique (SIR) - Node, Dot, Edge, Polyline, Face, Polygon (GDF)

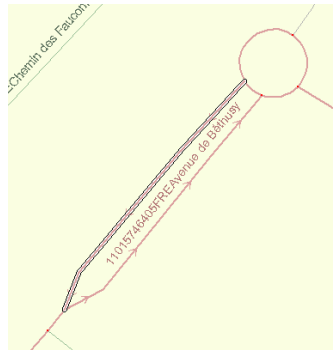
Point de repère (SIR) - Node (GDF)
Point de repère et secteur (SIR) - Reference Point (GDF)
Secteur (SIR) - Edge (GDF)

Point de calage (SIR) - Node (GDF)

Nœud Simple (SIR) - Junction (GDF)
Nœud de circulation (SIR) - Intersection (GDF)
Nœud de circulation (SIR) - Interchange (GDF)
Nœud de circulation (SIR) - Roundabout (GDF)
Nœud (SIR) - Entry Point of Service (GDF)
Obligation ou interdiction d'obliquer TRN (Mistra) - Junction (GDF)

Réseau métier (SIR) - Aggregated Way (GDF)
Tronçon (SIR) - Road Element (GDF)
Section (SIR) - Road Element (GDF)
Réseaux métier (SIR) - Attributs simples des Road Elements (GDF)
Réseaux métier (SIR) - Attributs composites des Road Elements (GDF)
Réseaux métier (SIR) - Attributs composites restreints des Road Elements (GDF)
Réseaux métier (SIR) - Attributs segmentés des Road Elements (GDF)

Axe (SIR) - Road Element (GDF)

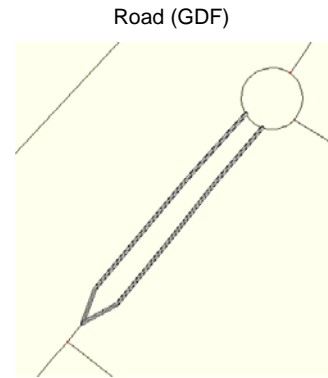
COMMENTAIRE GENERAL	L'axe de route est une unité allant du début à la fin d'une route alors que le Road Element est la plus petite portion indépendante du réseau routier.	
ILLUSTRATION		<p>Road Element (GDF)</p> 
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	<p>Il est possible de reconstituer un axe par projection sur une ligne de tous les Road Eléments possédant le même Official Name et possédant le même sens de circulation (Direction of Traffic Flow). Cette dernière condition permet de distinguer les deux axes dans le cas des routes à chaussées séparées.</p> <p>NB : dans la pratique, en comparant les données Strada et TeleAllas, on s'aperçoit qu'un axe ne correspond pas à un Official Name. Un Axe peut se superposer à plusieurs routes de noms différents et inversement.</p> <p>NB : Un axe est constitué de segment d'axes. Lors de la création d'un axe SIR à partir des données de GDF, on peut créer les segments d'axes puis créer l'axe à partir des segments d'axes.</p> <p>La conversion dans le sens SIR vers GDF est difficile (Où découper l'axe pour créer les Road Elements ?).</p>	Compatible
ATTRIBUTS	On peut théoriquement retrouver le nom usuel de la route à partir de l'Official Name, pour renseigner les attributs de l'axe. Par contre il faudra créer la clé d'identification selon les règles du SIR.	Compatible
REPERAGE SPATIAL	La conversion de GDF vers le SIR implique de projeter des données planaire sur un axe linéaire.	Compatible

Axe (SIR) - Road (GDF)

**COMMENTAIRE
GENERAL**

L'axe de route est une unité allant du début à la fin d'une route alors que la Road contrairement à ce qu'indique son nom n'est pas une route, mais une portion de route entre deux intersections.

ILLUSTRATION



CRITERES

COMPARAISON

EVALUATION

GEOMETRIE

Il n'est pas possible de reconstituer un axe SIR à partir de la suite des Roads GDF appartenant à la même route pour les raisons suivantes :

- Road n'a pas d'attributs, il est impossible de retrouver quels sont les Roads appartenant à une même route.
- Les chaussées séparées sont regroupées dans un même Road entre deux intersections (par contre il y a deux Road Elements distincts) alors que dans le SIR, il y a un axe par chaussée.

Incompatible

La conversion dans le sens SIR vers GDF n'est également pas possible.

Axe (SIR) - Chainage Referencing Section (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	<p>L'axe de route (SIR) est l'axe longitudinal du système de coordonnées linéaires SRB associé à une route. L'ensemble des axes de route définit sans recouvrement l'espace linéaire du réseau routier géré. Un axe de route peut être discontinu.</p> <p>La CRS Chainage Referencing Section (GDF) est une partie du réseau routier (ferré ou fluvial) considérée comme une entité et à laquelle sont associés des Reference Points.</p> <p>Une CRS représente un couloir linéaire de longueur très importante par rapport à la largeur. Une CRS est identifiée de manière unique pour être distinguée des autres CRS.</p> <p>Une CRS est généralement continue mais peut éventuellement être constituée de plusieurs parties non continues.</p>	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	Linéaire, Continue ou non, Représente l'axe de la route	Conforme
TOPOLOGIE	<p>Lors qu'un axe est continu, il est composé d'un seul segment d'axe sur lequel sont définis deux (début et fin) ou plusieurs PR. Sur une CRS un ensemble de Reference Point est défini. Le Reference Point situé à une des extrémités en est l'origine.</p> <p>La portion située entre deux points de repères définie par une longueur est appelée secteur. Pour la CRS, des distances représentent la liaison entre un point de référence et le suivant. L'intervalle entre deux Reference Points n'est pas décrit comme un objet dans GDF.</p>	Compatible
REPERAGE SPATIAL	<p>La localisation d'un lieu ponctuel sur un Axe ou une CRS se fait de la même manière :</p> <ul style="list-style-type: none"> - PR → Reference Point - distance → Chainage - écart latéral → Width ou Lateral Offset <p>Un objet linéaire est localisé d'un lieu à un lieu, il faut donc deux points et deux distances.</p>	Compatible

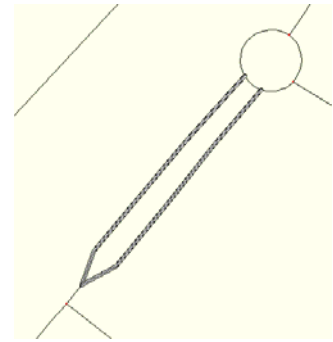
Segment d'Axe (SIR) - Road (GDF)

**COMMENTAIRE
GENERAL**

Un segment d'axe est une partie continue et complète d'un axe de route alors que la Road est une portion de route entre deux intersections.

ILLUSTRATION

Road (GDF)



CRITERES

COMPARAISON

EVALUATION

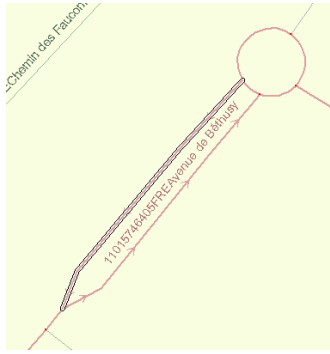
GEOMETRIE

Pour les mêmes raisons qu'il n'est pas possible de reconstituer un axe à partir de Roads, il est impossible de reconstituer un segment d'axe à partir de Roads :

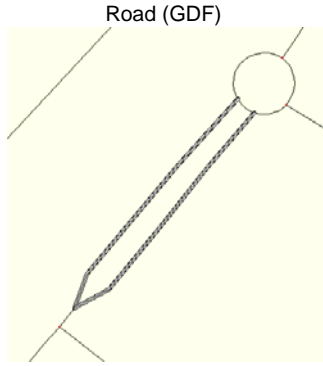
- Road n'a pas d'attributs, il est impossible de retrouver quels sont les Roads appartenant à une même route.
- Les chaussées séparées sont regroupées dans un même Road entre deux intersections (par contre il y a deux Road Elements distincts) alors que dans le SIR, il y a un axe par chaussée, donc des segments d'axes distincts sur chaque chaussée.

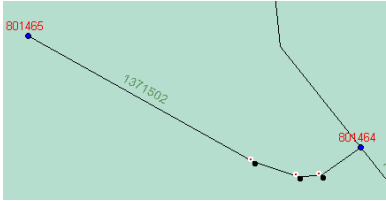
Incompatible

Segment géométrique (SIR) - Road Element (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	Segment géométrique : partie continue d'une géométrie d'axe. Road Element : plus petite portion indépendante du réseau routier.	
ILLUSTRATION	<p>Road Element (GDF)</p> 	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	<p>Segments géométriques et Road Elements n'ont pas de géométrie propre. Leur géométrie est celle de la suite des éléments dont ils sont composés, respectivement éléments géométriques et Edges.</p> <p>Les raisons pour lesquelles les segments d'axe sont fractionnés en segments géométriques et le découpage des Road Elements ne sont pas les mêmes.</p> <p>Un segment d'axe est fractionné en plusieurs segments géométriques lorsqu'il y a une lacune de géométrie. Les Road Elements sont quant à eux découpés au niveau des intersections, lors de changements d'attributs et au niveau d'une Junction double sur chaussées séparées.</p> <p>On ne peut pas reconstituer les Road Elements à partir des segments géométriques, par contre on pourra reconstituer un segment géométrique à partir de plusieurs Road Elements. Un segment géométrique d'un segment d'axe peut être reconstitué à partir des Road Elements possédant le même Official Name, situé sur une partie continue de la route et possédant le même sens de circulation (Direction of Traffic Flow). Cette dernière condition permet de distinguer les deux axes dans le cas des routes à chaussées séparées.</p> <p>NB : dans la pratique, en comparant les données Strada et TeleAllas, on s'aperçoit qu'un axe ne correspond pas à un Official Name. Un Axe peut se superposer à plusieurs routes de noms différents et inversement.</p> <p>NB : Si la totalité de la route est saisie dans GDF, la géométrie du segment d'axe pourra être représentée par un seul segment géométrique.</p>	<p>Compatible</p> <p>Compatible</p>
TOPOLOGIE	<p>Les segments géométriques sont composés d'éléments géométriques. Les Road Elements sont composés d'Edges.</p> <p>Un Road Element possède une Junction à chaque extrémité et une Junction met en relation plusieurs Road Elements. Il n'y a pas de fonction topologique équivalente entre deux segments géométriques dans le SIR. (Dans Strada la succession des segments géométriques est assurée par une clé de tri).</p>	<p>Conforme</p> <p>Incompatible</p>
ATTRIBUTS	Les attributs ne sont pas les mêmes. (Certains attributs des Road Elements peuvent être compatibles avec ceux des réseaux métiers.)	Incompatible
REPERAGE SPATIAL	Planaire dans les deux cas. Conversion possible entre les projections cartographiques (CH1903 pour le SIR et WGS84 pour GDF)	Compatible

Segment géométrique (SIR) - Road (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	Segment géométrique : partie continue d'une géométrie d'axe. Road : plus petite portion du réseau routier au niveau 2, portion de route située entre deux intersections.	
ILLUSTRATION		
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	<p>La délimitation des segments géométriques et des Roads n'est pas la même. Tandis que le segment géométrique est une portion continue de la géométrie d'un axe de route, la Road est la portion du réseau routier située entre deux Intersections.</p>	Incompatible
	<p>On ne pourrait pas reconstituer le segment géométrique à partir d'une suite de Roads sur une portion continue d'une route car :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La Road n'a pas l'attribut concernant le nom de la route à laquelle elle appartient, c'est le Road Element qui contient cette information. - Les chaussées séparées sont regroupées dans un même Road entre deux intersections alors que dans le SIR, il y a un axe par chaussée, donc des segments d'axes distincts sur chaque chaussée ce qui implique qu'il y a des segments géométriques distincts sur chaque chaussée également. 	Incompatible

Élément Géométrique (SIR) Node, Dot, Edge , Polyline, Face, Polygon (GDF) Road Node, Road Edge (TeleAtlas)			
COMMENTAIRE GENERAL	<p>Dans le SIR, les éléments géométriques permettant de dessiner les axes de route sont tous regroupés dans la même catégorie d'objets quelque soit leur forme.</p> <p>Par contre dans GDF les primitives cartographiques permettant de dessiner les objets de la carte (pas uniquement les routes) sont regroupés dans les différentes catégories d'objets suivantes : Node, Edge, Face et Dot, Polyline, Polygone (ainsi que Road Node et Road Edge pour TeleAtlas). Le premier groupe possède des propriétés topologiques au contraire du second.</p> <p>Seuls les Polylines et les Edges de GDF peuvent être comparés aux éléments géométriques du SIR. Les nodes sont utilisés pour des fonctions topologiques (connexion entre Edges) qui ne sont pas décrites au niveau géométrique par le SIR. Les Faces et Polygones ne concernent pas le réseau routier. (Pour TeleAtlas, les catégories Road Edge et Road Node représentent les primitives Node ou Edge décrivant uniquement le réseau routier).</p> <p>(la géométrie d'une Junction est représentée par un Node)</p>		
ILLUSTRATION	<p>Edge (GDF)</p> 		
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION	
GEOMETRIE	<p>Les formes géométriques décrites dans le SIR sont : le point, la droite, le cercle, la clothoïde et la spline ; autrement dit des formes ponctuelles ou linéaires. Le point n'est pas utilisé ni dans Strada, ni dans Mistra. La spline n'est pas utilisée dans Mistra non plus.</p> <p>Pour GDF, la géométrie des Road Elements est représentée par des Edges et les Polylines suivant le mode de topologie utilisée (les courbes sont représentées par des segments de droites).</p> <p>On peut comparer les éléments géométriques aux segments des Edges (polyligne ayant des fonctions topologiques) ou des Polylines dont nous connaissons les coordonnées points de rupture.</p> <p>Les unités géométriques sont plus simples pour GDF que pour le SIR. La transformation peut se faire dans le sens SIR Vers GDF : transformation d'une courbe en une suite de segments de droite. La transformation inverse est impossible.</p>		Compatible
TOPOLOGIE	<p>Pour le SIR les éléments géométriques constituent les segments géométriques, sans topologie. Ils sont liés aux segments géométriques par les attributs.</p> <p>Pour GDF, les Edges constituent les Road Elements et possèdent une topologie : ils sont connectés par des nodes. Par contre les Polylines n'ont pas de lien topologique avec les autres objets si ce n'est par leurs coordonnées. Il n'y a pas de relation explicite permettant de rattacher une Polyline à un Road Element. Pour décrire la géométrie des routes, on a besoin des Road Elements (la Junction permet de joindre les routes entre elles). On peut donc comparer les éléments géométriques du SIR uniquement aux Edges (et Road Edges) de GDF.</p> <p>La relation topologique entre l'élément géométrique (partie) et le segment géométrique (tout) est la même que celle entre le Edge (partie) et le Road Element (tout) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la 'partie' appartient à un seul 'tout' (sauf pour GDF dans le cas particulier où deux routes sont superposées, par exemple un pont à deux niveaux, dans ce cas le Edge appartient à deux Road Elements distincts) - le 'tout' est composé d'une ou de plusieurs 'parties'. 		Compatible

Élément Géométrique (SIR)

Node, Dot, **Edge**, Polyline, Face, Polygon (**GDF**)

Road Node, **Road Edge (TeleAtlas)**

(suite)

	<p>Par contre les relations topologiques entre les Nodes et les Edges (un Edge débute et se termine par un Node ; un Node connecte plusieurs Edges) ne sont pas présentes dans le SIR. Il n'y a pas d'éléments géométriques faisant le lien entre plusieurs autres éléments géométriques, mais on peut retrouver leur succession par l'intermédiaire de l'attribut séquence.</p> <p>Pour une conversion dans le sens GDF vers SIR on peut retrouver la séquence à partir de la topologie Node Edge. L'inverse n'est pas possible.</p>	Compatible
ATTRIBUTS	Ce ne sont pas les mêmes	Incompatible
REPERAGE SPATIAL	Planaire dans les deux cas. Conversion possible entre les projections cartographiques (CH1903 pour le SIR et WGS84 pour GDF)	Compatible

Point de repère (SIR) - Node (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL

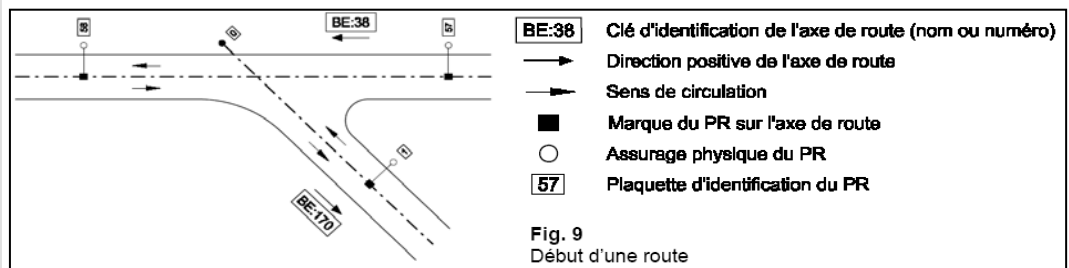
Dans le produit TeleAtlas, le Reference Point et la CRS n'existent pas. Comme nous l'avons vu dans la fiche Axe - Road Element, nous pouvons reconstituer l'axe SIR à partir d'une suite de Road Elements possédant le même nom de route et le même sens de circulation.

Un Axe possède au minimum un point de repère au début et un autre à la fin. Il possède également des PR intermédiaires. Tous les PR sont matérialisés sur le terrain pour permettre le rattachement des informations au SRB (PR + distance).

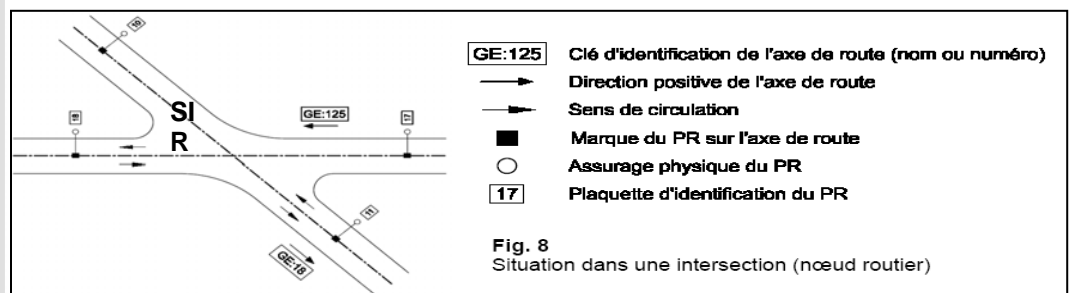
Un Road Element est décrit au niveau géométrique (niveau 0) par des Edges possédant des Nodes à chaque extrémité. Le Node possède des coordonnées.

Peut-on assimiler les Nodes de début et de fin de la suite de Road Element comme des PR de début et fin de l'Axe ? Et les Nodes de début, fin et intermédiaires de chaque Road Element comme des PR intermédiaires ? Les Nodes n'ont pas de matérialisation dans le terrain, mais on peut retrouver leur position exacte grâce à leurs coordonnées. De plus les Nodes représentés par des Junctions au niveau 1 se situent sur des points marquants du réseau routier : carrefours et changements d'attributs.

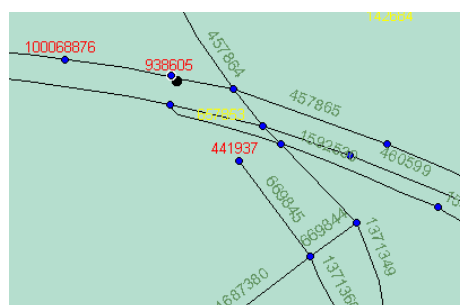
ILLUSTRATION



SIR : points de repère au début d'une route



SIR : points de repère à une intersection



GDF : Nodes entre Edges

Point de repère (SIR) - Node (GDF)

(suite)

CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	<p>La position des PR intermédiaires est arbitraire le long de l'axe. Lors de la conversion GDF vers SIR, on peut alors considérer la position des Nodes comme des PR. Cependant, en général, les PR sont situés en dehors des intersections ; or beaucoup de Nodes sont situés au point d'intersection des routes.</p> <p>Les PR de début et de fin d'un axe ne se situent pas exactement à l'extrémité de l'axe mais un peu décalés. Sur l'illustration on voit que le PR de début n'est pas situé sur l'intersection mais sur le bord opposé de l'autre route. Dans GDF, il n'y a pas de Road Element qui poursuive la route au delà de l'intersection et donc pas de Node.</p>	Incompatible
TOPOLOGIE	<p>Les secteurs se succèdent le long d'un segment d'axe et possèdent un PR initial : les points de repères sont situés entre deux secteurs, le long d'un même axe.</p> <p>Chaque Edge possède un Node de début et un Node de fin. Le long d'une même route, un Node se situe donc entre deux Edges.</p>	Compatible
ATTRIBUTS	<p>Le PR est qualifié par les coordonnées nationales de sa marque sur l'axe. Le Node est qualifié par ses coordonnées.</p>	Compatible
	<p>Le PR est qualifié par l'identifiant du secteur dont il est le début. Le Node ne contient pas de référence aux Edges qu'il connecte. Ce sont les Edges qui possèdent l'identifiant du Node de départ et d'arrivée.</p>	Incompatible

Point de repère et secteur (SIR) - Reference Point (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	<p>Les points de repère (SIR) sont des points fixes du SRB, ils servent de référence pour le rattachement spatial des informations dans le SRB en jouant le rôle de points initiaux pour le repérage des longueurs sur l'axe. Un point de repère est constitué d'un point de repère physique, d'une marque et d'une plaquette.</p> <p>Un Reference Point (GDF) est un lieu appartenant à la ligne centrale d'une CRS indiqué par une marque placée sur le bord ou sur l'axe de la CRS. Un Reference Point peut être considéré comme un objet individuel, mais il est lié avec ses voisins, formant avec eux un système de référence.</p>	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
TOPOLOGIE	<p>Un PR est rattaché à un secteur donc à un axe. Les secteurs sont ordonnés. Un Reference Point est rattaché à une CRS. Les Reference Points sont ordonnés. On peut retrouver la succession des PR grâce à leurs secteurs et inversement des distances entre Reference Points grâce aux Reference Points. Cette distance entre Reference Points (GDF) est l'équivalent du secteur (SIR).</p>	Compatible
ATTRIBUTS	<p>Dans Strada le point de calibrage est une relation entre le PR et l'élément géométrique et permet de situer le PR le long de la géométrie d'axe (distance dans le SRB entre le PR et le point de calibrage + distance dans le repérage planaire entre le début de l'élément géométrique et le point de calibrage + facteur de calage).</p> <p>Dans GDF, la relation Reference Point Location along Road Element permet de situer un point de Reference le long d'un Road Element (Junction de début de Road Element + distance). Ici il n'y a pas de facteur d'échelle, mais le mécanisme correspond (la connaissance de la distance suppose qu'on connaît la position du Reference point dans le repérage planaire).</p>	+ou - compatible

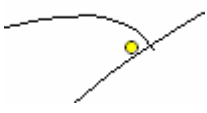

Secteur (SIR) - Edge (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	<p>Un segment d'axe est découpé en une succession de secteurs. Les secteurs servent d'échelle pour le repérage spatial. Leurs longueurs doivent être connues. Le dernier secteur d'un segment d'axe a une longueur nulle. Le début de chaque secteur est défini par un point de repère PR.</p> <p>Un Road Element est représenté au niveau géométrique par un ou plusieurs Edges. Un Edge a un Node de départ et un Node d'arrivée à chaque extrémité.</p>	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	<p>Un secteur est un segment situé entre deux PR. Un Edge est un segment situé entre deux Nodes. Cependant comme les PR ne sont pas positionnés de la même manière que les Nodes, on ne peut pas assimiler le découpage des secteurs à celui des Edges.</p>	Incompatible
ATTRIBUTS	<p>La longueur du secteur est un de ses principaux attributs. La longueur des Edges n'est pas stockée dans les attributs, mais elle peut être calculée.</p>	Compatible
	<p>Le secteur comporte une clé de tri. Les Edges ne sont pas ordonnés.</p>	Incompatible

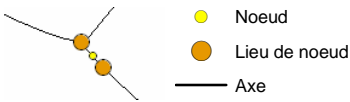

Point de calage (SIR) - Node (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	<p>Les points de calage (SIR) sont des points sur ou proche de l'axe de la route repérés à la fois dans le SRB et dans le système de repérage spatial planaire. Ils sont utilisés pour la transformation entre les deux systèmes. Comme points de calage, on choisira des objets visibles sur le terrain et dans la carte, comme par exemple les ouvrages d'art ... Les nœuds de trafic sont d'excellents points de calage, car ils sont situés à des endroits clés du réseau routier. Lorsqu'ils sont déterminés dans les deux systèmes de repérage, les points de repères sont des candidats bien appropriés comme points de calage pour la géométrie horizontale de base.</p> <p>Le Node (GDF) est le point de commencement ou de fin d'un Edge. Nous avons vu précédemment que les Nodes ne sont pas bien appropriés pour la conversion en PR (SIR). Mais ils peuvent être utilisés pour le calage.</p>	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	<p>Les nœuds de trafic sont d'excellents points de calage. Or beaucoup de Nodes sont situés sur des nœuds de trafic. On peut donc utiliser les Nodes situés sur des nœuds de trafic comme points de calage.</p>	Compatible
REPERAGE SPATIAL	<p>Les points de calage sont repérés à la fois dans le SRB et dans le système de repérage spatial planaire.</p> <p>On connaît les coordonnées XY d'un Node et on peut connaître la coordonnée U par somme de la longueur des Edges depuis le début de l'axe jusqu'au Node. (Le problème à résoudre est la question du début de l'axe : ajout d'une longueur fixe ?) Cette démarche n'est valable que s'il n'existe encore pas de géométrie dans le SIR pour l'axe considéré.</p>	Compatible

Nœud Simple (SIR) - Junction (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	Il y a une hiérarchie des nœuds ce qui n'est pas le cas des Junctions. Le nœud simple est l'élément unitaire de cette hiérarchie en entrant dans la composition des nœuds complexes sans pouvoir être composé d'autres nœuds. C'est pour cela que nous rapprochons la Junction du nœud simple et non du nœud complexe.	
ILLUSTRATION	Nœud (SIR) 	Junction (GDF) 
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
TOPOLOGIE	<p>Une Junction représente une connexion entre des Road Elements et un Road Element forme une connexion entre deux Junctions (une Junction à chaque extrémité).</p> <p>Le nœud forme une connexion entre plusieurs axes de route par l'intermédiaire de ses lieux de nœuds (liaison au SRB, un lieu de nœud par axes). Et il y a un nœud à chaque extrémité d'axe (nœud de circulation ou nœud de limite de souveraineté).</p> <p>De ce point de vue nœuds et Junctions sont conformes mis à part que le Road Element forme une subdivision d'un axes de route.</p>	Compatible
	<p>Une Junction est insérée et le Road Element est découpé : lors d'un changement d'attribut ou sur le croisement d'une route avec une zone administrative.</p> <p>De la même manière un nœud de gestion ou de limite de souveraineté délimite des tronçons élémentaires et des tronçons de réseaux. (Au niveau d'une limite de souveraineté ou de gestion, il n'y a qu'un seul lieu de nœud et l'axe n'est pas coupé mais les tronçons le sont).</p> <p>De ce point de vue nœuds et Junctions sont conformes mis à part que les tronçons et les Road Elements ne sont pas forcément découpés de la même manière.</p>	Compatible
	<p>La Junction est engagée dans des relations de type de manœuvre qui n'existent pas pour les nœuds. De ce point de vue on peut transformer une Junction en nœud simple et pas l'inverse.</p> <p>Voir la fiche Junction / Obligation ou interdiction d'obliquer ; le deuxième objet n'existe pas dans les normes mais dans Mistra.</p>	Compatible
	<p>A l'endroit où des routes se croisent à des niveaux distincts, s'il y a une Junction, le niveau de cette jonction est indiqué. Dans le SIR l'information du type : "une route passe au dessus ou au dessous d'une autre" n'est pas répertoriée. Il n'y aura pas de nœud si les routes ne sont pas connectées. Exception : dans le cas du croisement d'une route cantonale et d'une autoroute, il y a deux nœuds complexes, sur l'axe + et l'axe -, regroupant les nœuds simples reliant les bretelles à la route cantonale et à l'autoroute ; mais l'information de niveau de croisement n'existe pas.</p>	Incompatible
ATTRIBUTS	<p>Les attributs type de nœud et type de Junction ne contiennent pas les mêmes valeurs mais expriment le même genre d'information. Le type de nœud contient entre autre le nombre de branches, cette information peut être obtenue en comptant le nombre de Road Elements connectés à la Junction.</p>	Complément
	<p>Une Junction associée à une limite administrative peut être utilisé pour créer un nœud de limite de souveraineté.</p>	Compatible
	<p>Les autres attributs sont différents. Les informations sur le type de manœuvre au niveau d'une Junction pourraient compléter le nœud.</p>	A voir

Nœud de circulation (SIR) - Intersection (GDF)

<p>COMMENTAIRE GENERAL</p>	<p>Il peut y avoir une Junction au niveau d'un changement d'attribut tout comme il existe des nœuds de gestion, par contre une Intersection est toujours située au croisement de deux routes ou au début / fin d'une route. La correspondance des Intersections se fait donc uniquement avec les Nœuds de circulation.</p> <p>Dans le SIR, il y a une hiérarchie des nœuds. Dans GDF, il y a des Intersections simples et Complexes mais sans notion de composition de l'une à l'autre.</p> <p>Correspondance entre type d'intersection et type de nœud :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intersection simple composée d'une seule Junction : correspond à un nœud simple. - Intersection simple composée de plusieurs Junctions et Road Elements : correspond à un nœud complexe. - Intersection complexe composée de plusieurs Junctions et Road Elements : correspond à un nœud complexe. <p>Ces trois types d'Intersections sont des objets complexes (niveau 2) composés strictement d'objets simples du niveau 1 (Road Elements et Junctions).</p>	
<p>ILLUSTRATION</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Nœud de circulation (SIR)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Intersection (GDF)</p>  </div> </div>	
<p>CRITERES</p>	<p style="text-align: center;">COMPARAISON</p>	<p style="text-align: right;">EVALUATION</p>
<p>TOPOLOGIE</p>	<p>Le nœud par l'intermédiaire des nœuds de niveau inférieurs (le cas échéant) et de ces lieux de nœud forme une connexion entre plusieurs axes. L'Intersection forme une connexion entre plusieurs Roads. Les axes et les Roads ne coïncident pas exactement mais la fonction topologique du nœud associé avec ces lieux de Nœud est la même que celle des Intersections.</p> <p>Une Road débute et termine pas une Intersection, de la même manière qu'un axe débute et termine avec un nœud.</p> <p>Un nœud complexe est un regroupement de nœuds simples et complexes. (Pour la jonction de Vennes, il y a 6 nœuds simples et un nœud complexe côté lac et 4 nœuds simples et un nœud complexe côté montagne. Ces 12 nœuds simples et complexes sont regroupés par la jonction.)</p> <p>Une Intersection complexe ne constitue pas un regroupement d'Intersections simples, même si les éléments du niveau 1 d'une Intersection simple peuvent être complètement compris dans une Intersection complexe. (L'Intersection complexe de Lausanne-Vennes se superpose à plusieurs Intersections simples.) Par l'intermédiaire des éléments constitutifs, on pourrait arriver à retrouver la relation entre les Intersections simples et l'Intersection complexe, mais on ne peut pas les diviser en un ensemble côté lac et un ensemble côté montagne pour retrouver les nœuds complexes du SIR.</p> <p>De plus les Intersections simples ne coïncident pas avec les nœuds simples. (Notamment une des Intersections simples recouvre un nœud d'entrée et un nœud de sortie d'autoroute. il s'agit d'une Intersection simple composée de plusieurs Junction et Road Elements.) Par contre l'Intersection complexe recouvre bien la même zone que la jonction.</p> <p>Il y a donc une non correspondance d'une part entre les nœuds complexes et les Intersections complexes et d'autre part entre les nœuds simples ou complexes et les Intersections simples composées de plusieurs Junctions et Road Elements.</p> <p>Les Intersections Simples composées d'une unique Junction semblent correspondre avec des nœuds simples mais l'inverse n'est pas toujours vrai.</p>	<p style="text-align: right;">Compatible</p> <p style="text-align: right;">Compatible</p> <p style="text-align: right;">Incompatible</p> <p style="text-align: right;">Incompatible</p> <p style="text-align: right;">Compatible</p>

Nœud de circulation (SIR) - Intersection (GDF)

(suite)

ATTRIBUTS	Le nœud ne contient pas lui-même la référence à l'axe. Le lieu de nœud contient la relation entre un nœud et un axe.	
	De la même manière l'Intersection ne contient pas de référence à une Road. La Road contient la référence de l'Intersection de début et celle de fin.	Compatible
	Ni le nœud, ni l'Intersection ne contiennent de référence à une route.	
	Le type de nœud est bien plus riche que le type d'Intersection.	Compatible
	Le cas échéant, l'Intersection contient des Informations sur le Service situé à cette Intersection.	Complément

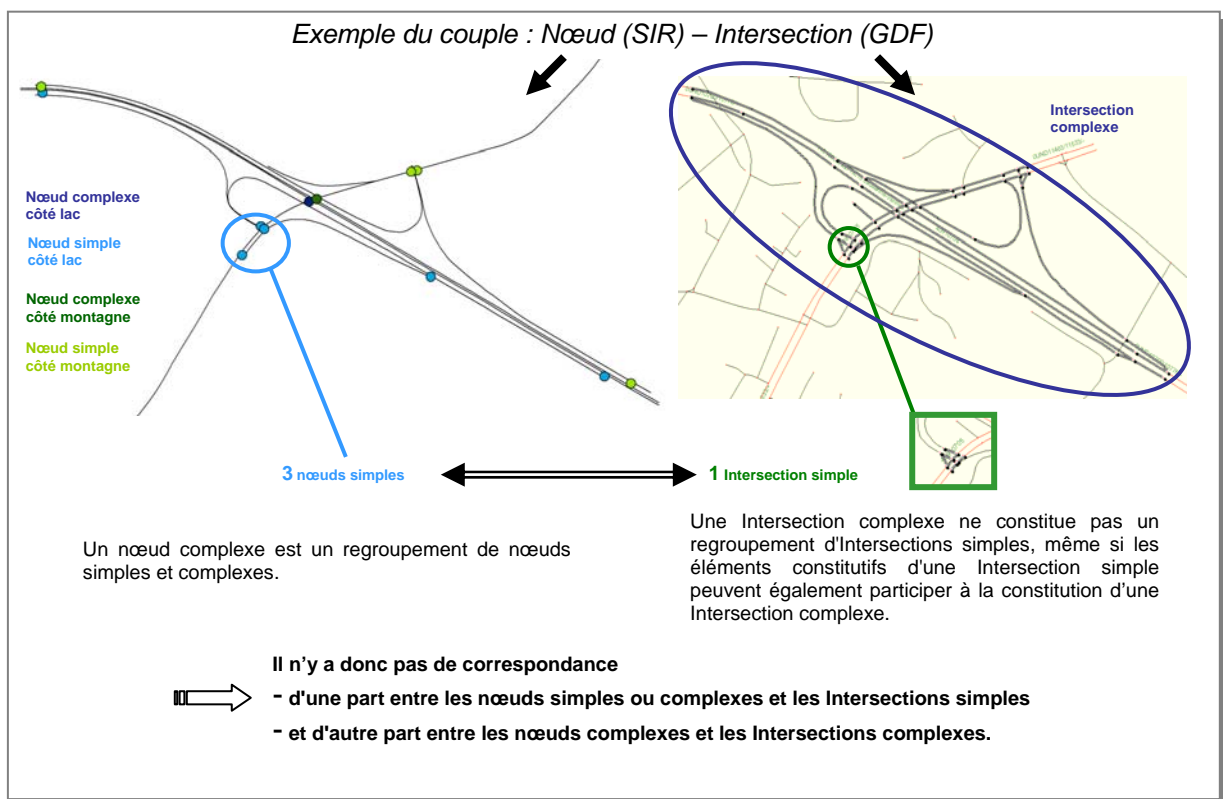


Fig.3 : Compatibilité Nœud (SIR) – Intersection (GDF)

Nœud de circulation (SIR) - Interchange (GDF)

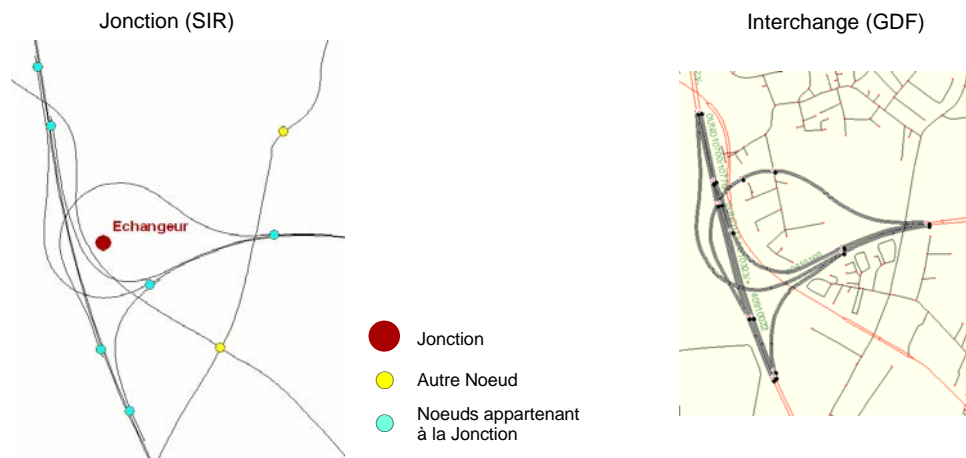
COMMENTAIRE GENERAL

L'échangeur est un élément de circulation donc seuls les nœuds de circulation SIR doivent lui être comparés.

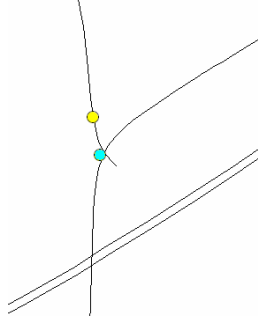
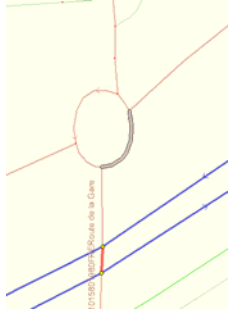
Pour GDF, Interchange est un objet complexe d'un niveau de généralisation supérieur à l'Intersection formé de Junctions et de Roads Elements. Pour TeleAtlas, il s'agit d'une Intersection complexe dont l'Intersection type prend la valeur Freeway Intersection et dont le Freeway Intersection type prend la valeur Motorway Interchange.

Ceci revient donc à comparer un nœud de circulation et une Intersection de type Freeway Intersection. (Voir la fiche Nœud - Intersection).

ILLUSTRATION



Nœud de circulation (SIR) - Roundabout (GDF)



COMMENTAIRE GENERAL	SIR : Le rondpoint est un objet de circulation, nous ne considérerons ici que les nœuds de circulation. Pour GDF, Roundabout est un objet complexe représentant un rondpoint. Cet objet complexe n'existe pas pour TeleAtlas.	
ILLUSTRATION	<p style="text-align: center;">Nœud de circulation (SIR)</p>  <p style="text-align: center;">● Nœud de type giratoire à 3 branches, avec signalisation verticale ● Nœud de gestion</p>	<p style="text-align: center;">Roundabout (GDF)</p>  <p style="text-align: center;">Road Element dont l'attribut form of way = part of a roundabout</p>
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
TOPOLOGIE	<p>Dans l'exemple ci-dessus, le nœud, par l'intermédiaire de ses lieux de nœud relie les deux axes.</p> <p>Selon TeleAtlas, les rondpoints ne sont pas représentés au niveau 2 par l'objet complexe Roundabout mais par une succession d'intersections. Au niveau 1 l'appartenance des Road Elements à un rondpoint est spécifiée par l'attribut Part of a Roundabout. Il s'agit d'un état, sans identification à un objet particulier. La reconstitution d'un rondpoint à partir des Road Elements n'est pas directe.</p> <p>Dans l'exemple ci-dessus, le rondpoint est constitué au niveau 1 de 4 Road Elements ayant l'attribut Part of a Roundabout (selon GDF, les Road Elements sortant de la boucle ainsi que toutes les Junctions le long de la boucle devraient être associés au Roundabout par l'attribut Part of a Roundabout, ce qui n'est pas le cas). Au niveau 2 au lieu d'un objet Roundabout nous avons 4 Intersections et 4 Roads le long de la boucle ne faisant aucune allusion au rondpoint.</p> <p>On ne peut donc pas retrouver la topologie du rondpoint comme connectant plusieurs axes.</p> <p>(On pourrait éventuellement sélectionner tous les Road Elements ayant pour attribut "Part of a Roundabout" puis regrouper ceux qui sont connectés 2 à deux par une Junction.)</p>	
ATTRIBUTS	<p>Le type de nœud en plus de la qualification de giratoire contient le nombre de branches reliées à ce rondpoint. Comme l'objet rondpoint n'est pas défini en tant que tel dans les données de TeleAtlas, on ne peut pas retrouver le nombre de Road Elements qu'il connecte.</p>	

Nœud (SIR) - Entry Point of Service (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL

Nous ne considérons que les nœuds de gestion.
Les nœuds de gestion localisent en principe des limites de traversée communale, on ne peut donc pas les considérer comme des accès à un service.

Obligation ou interdiction d'obliquer TRN (Mistra) – Junction (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	<p>SIR : l'objet n'existe pas. Mistra : TRN est une classe d'objet indiquant la possibilité, à un nœud, d'obliquer d'un bord à un autre.</p> <p>GDF : les informations sur une manœuvre au niveau d'une Junction sont indiquées par une relation ente la Junction et les Road Elements associés à cette Junction.</p>		
ILLUSTRATION	<p>TRN (Mistra)</p> 	<p>Junction (GDF)</p> 	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION	
TOPOLOGIE	<p>GDF : les différentes relations décrites ci-dessous décrivent les règles de circulation entre deux Road Elements via une Junction.</p> <p>Mistra : TRN indique la possibilité à un nœud d'obliquer d'un bord à un autre ce qui revient à décrire les règles de circulation pour passer d'un axe à un autre par l'intermédiaire d'un nœud.</p>		Compatible
ATTRIBUTS	<p>GDF :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la relation "Divided Junction" indique une manœuvre qui contient une Junction ayant une restriction physique ou légale interdisant de la franchir dans une direction particulière. Les Road Elements associés à cette Junction permettent d'indiquer quelle direction est interdite. Ceci implique que certaines manœuvres sont interdites. - la relation "Exit at Interchange" : relation entre un Interchange et une ou plusieurs Junctions lui appartenant. Correspond à une sortie indiquée par l'attribut "Composite Exit Number": informations sur le nom et le numéro des sorties le long des autoroutes. - la relation "Priority Manoeuvre" : relation entre une Junction et des Road Elements décrivant une manœuvre ayant une priorité. - la relation "Prohibited Manoeuvre" : relation entre une Junction et des Road Elements décrivant une manœuvre qui est physiquement possible mais légalement interdite et signalée par un panneau de signalisation. Peut être associé avec l'attribut Vehicle Type pour lequel la manœuvre est interdite. <hr/> <p>La relation "Restricted Manoeuvre" : décrit une manœuvre qui est explicitement permise par une mesure réglementaire et indiquée par un panneau de signalisation. Peut être associé avec l'attribut Vehicle Type pour lequel la manœuvre est restreinte. Un Road Element et une Junction ne peuvent pas jouer le même rôle dans une Prohibited Manoeuvre et dans une Restricted Manoeuvre.</p> <p>TeleAtlas : Une Junction peut également faire partie d'une relation : Implicit Turn.</p> <p>Mistra : Il n'y a aucune information sur les règles de circulation décrites.</p>		?

Réseau métier (SIR) - Aggregated Way (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	Les réseaux métiers du SIR servent à la classification des routes selon des besoins spécifiques du gestionnaire de la route. De la même manière, les Aggregated Ways de GDF servent à regrouper des Road Elements ayant des caractéristiques communes du point de vue de l'utilisateur.	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	<p>Réseaux et Aggregated Ways n'ont pas de géométrie propre, mais leur géométrie peut être déduite des éléments dont ils sont composés.</p> <p>Les réseaux métiers regroupent des portions du réseau routier situées entre des nœuds : réseau de tronçons ou situés entre des lieux : réseau de sections.</p> <p>Les Aggregated Way ne regroupent par contre que des Road Elements, c'est-à-dire des portions de routes situées entre deux Junctions. On peut donc associer les Aggregated Way aux réseaux de tronçons.</p> <p>Il existe également des attributs segmentés sur les Road Elements, c'est à dire valables seulement sur une portion d'un Road Element d'un lieu à un autre. On peut donc dire qu'un Aggregated Way regroupant une certaine catégorie d'attributs segmentés correspond à un réseau de sections.</p>	Compatible
TOPOLOGIE	<p>Les réseaux respectent une série de règles topologiques optionnelles (connectivité, connexité, absence de recouvrement, entre les tronçons / sections d'un même réseau ou entre plusieurs réseaux) tandis que les Aggregated Way n'ont pas de topologie.</p> <p>De la même manière, la notion de hiérarchie est très bien définie dans le SIR alors qu'elle ne l'est pas dans GDF.</p> <p>Il est donc possible de transformer un réseau en Aggregated Way, l'inverse est plus délicat.</p>	Compatible

NB : Dans MISTRA les réseaux métiers sont constitués de segments de réseaux dont les sous-types sont les sections et les tronçons. La norme VSS-SN 640 914 ne décrit pas de supercatégorie au dessus des tronçons et sections. Les réseaux métiers sont directement composés de tronçons et sections.

Tronçon (SIR) - Road Element (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	Les tronçons du SIR sont les éléments de base des réseaux de tronçons, tout comme les Road Elements sont les éléments de base des Aggregated Ways.	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
TOPOLOGIE	<p>Le tronçon est défini de nœud à nœud non nécessairement voisins mais situés sur un même segment d'axe tandis que les tronçons élémentaires sont définis entre deux nœuds consécutifs.</p> <p>Le Road Element est défini de Junction à Junction consécutives le long d'une route. Tronçons élémentaires et Road Element sont comparables alors qu'un tronçon pourrait constituer un regroupement de plusieurs Road Elements. Dans le cas d'une conversion SIR vers GDF, il faudrait découper le tronçon au niveau de chaque Jonction intermédiaire. Par contre dans le sens GDF vers SIR, plusieurs RE consécutifs possédant une même caractéristique peuvent être agrégés pour former un tronçon.</p>	Compatible
	<p>Les tronçons élémentaires peuvent être utilisés par plusieurs réseaux de types différents. Les Road Elements peuvent appartenir à plusieurs Aggregated Ways.</p>	Compatible
	<p>Propriétés topologiques optionnelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connectivité : les tronçons d'un réseau sont spatialement connectés. - Connexité : les tronçons d'un réseau peuvent former un itinéraire, dans ce cas les tronçons sont connexes et forment un graph eulérien (ils sont tous parcourus une seule fois). - Absence de recouvrement : Le réseau est constitué de tronçons de manière à ce qu'aucune partie de la route ne soit décrite par plusieurs tronçons. Autrement dit les tronçons ne doivent pas se chevaucher. <p>Les Aggregated Ways n'ont pas de topologie.</p> <p>Si l'une ou l'autre de ces propriétés est utilisée, la conversion ne peut se faire que dans le sens SIR vers GDF.</p>	Compatible
ATTRIBUTS	<p>Pour le SIR, les caractéristiques ne sont pas stockées sur le tronçon mais dans le type de réseau. Par contre pour GDF tous les attributs sont stockés sur le Road Element. La conversion dans le sens SIR vers GDF est possible en transférant le type de réseau sur le tronçon. Ceci implique le découpage des tronçons sur les nœuds intermédiaires pour accueillir les attributs de chaque réseau sur la portion concernée. La conversion dans le sens GDF vers SIR est possible en renseignant le type de réseau à partir des attributs des Road Elements sélectionnés.</p>	Compatible
	<i>Des considérations complémentaires sont détaillées en fonction du type d'attribut (simple, complexe, restreint, segmenté) sur les fiches suivantes.</i>	

Section (SIR) - Road Element (GDF)

COMMENTAIRE GENERAL	Les sections du SIR sont les éléments de base des réseaux de sections, tout comme les Road Elements sont les éléments de base des Aggregated Ways.	
CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
TOPOLOGIE	La section est définie de lieu à lieu, elle peut être comparée aux attributs segmentés des Road Elements qui sont définis de lieu à lieu sur le Road Element. <i>Pour les autres aspects consulter la fiche tronçons - Road Element.</i>	Compatible

Réseaux métier (SIR)

Attributs simples des Road Elements (GDF)

CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
TOPOLOGIE	Si les attributs des Road Elements sont mappés comme des réseaux de tronçons, on doit faire référence à des nœuds existants ou créer des nœuds.	compatible
ATTRIBUTS	<p>Les attributs simples peuvent être repris comme sections ou tronçons de réseau d'un certain type.</p> <p>Dans le cas d'attributs continus, le recours aux tronçons peut s'avérer intéressant. Des noeuds doivent alors être générés aux points de début et de fin du segment de réseau. Une logique de "dissolve events" doit être mise en place pour générer des segments de réseau contigus aussi longs que possible.</p> <p>On peut également produire des sections dont le repérage linéaire (secteur) est déduit du repérage linéaire du point de début et du point de fin du Road Element. (Ce repérage peut être obtenu par une conversion XY resp. LatLon vers uv opérée à travers les Webservices de MISTRA).</p>	compatible
REPERAGE SPATIAL	Si les attributs sont mappés comme des réseaux de sections, on doit faire référence à des lieux du SRB.	compatible

Réseaux métier (SIR)

- Attributs composites des Road Elements (GDF)

CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
ATTRIBUTS	Les attributs composites des Road Elements peuvent être traduits dans le SIR par une hiérarchie de réseaux ou splittés en types de réseaux différents en fonction des règles topologiques que l'on souhaite appliquer.	compatible

Réseaux métier (SIR)

- Attributs composites restreints des Road Elements (GDF)

CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
ATTRIBUTS	<p>Les attributs composites restreints des Road Elements peuvent être traduits dans le SIR par une hiérarchie de réseaux ou splittés en types de réseaux différents en fonction des règles topologiques que l'on souhaite appliquer.</p> <p>Pour les restrictions temporelles le cas s'avère plus délicat.</p> <p>Dans MISTRA, comme il n'y a aucune possibilité prévue pour restreindre la validité d'un attribut selon les heures du jour, il faudra passer par les métadonnées pour spécifier ce type de restriction.</p>	compatible

Réseaux métier (SIR)

- Attributs segmentés des Road Elements (GDF)

CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
ATTRIBUTS	Les attributs segmentés peuvent être repris comme des attributs normaux. Lors de la déduction du repérage linéaire du segment de réseau, la segmentation de l'attribut doit être prise en compte. Une conversion de la segmentation doit donc avoir lieu avant chaque transformation de repérage.	compatible

ANNEXE 5

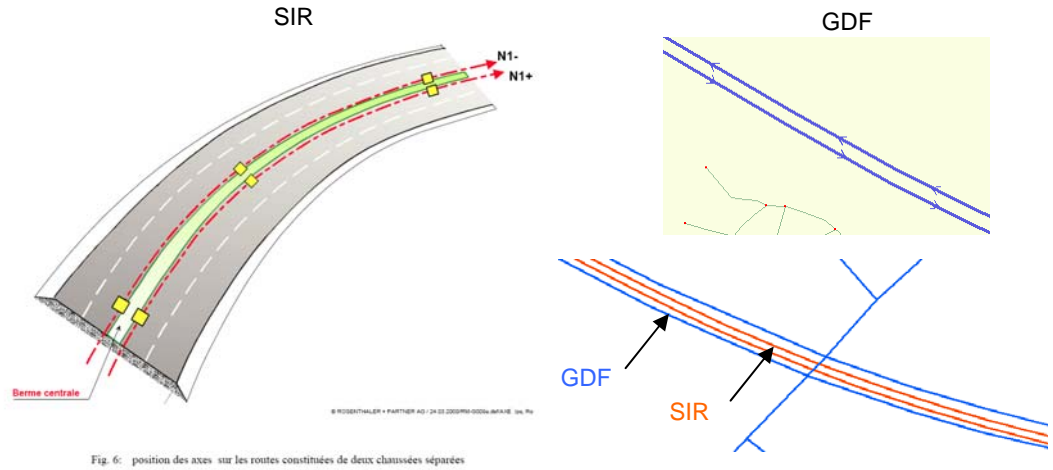
FICHES DESCRIPTIVES DES CAS PARTICULIERS

"FORMES DU RESEAU ROUTIER"

Chaussées séparées
Début ou fin d'un axe
Embranchement
Intersection
Rondpoint
Routes à double sens

Chaussées séparées

ILLUSTRATION



CRITERES

COMPARAISON

EVALUATION

GEOMETRIE

Au niveau des normes :

SIR : Les routes avec sens de circulation séparés sont considérées comme deux routes indépendantes. Des raisons pratiques exigent que les axes des deux routes soient orientés dans la même direction géographique (direction positive identique). Cette direction positive de l'axe ne correspond pas au sens de circulation.

Conforme

GDF : Les routes à chaussées séparées sont également modélisées avec deux axes. Les sens de circulation sont stockés comme attribut du Road Element et dépendent de son sens de digitalisation.

Au niveau des produits :

Pour **Strada** : la position de l'axe est à gauche de la chaussée selon le sens de circulation (le long de la bande centrale) pour une route constituée de chaussées parallèles.

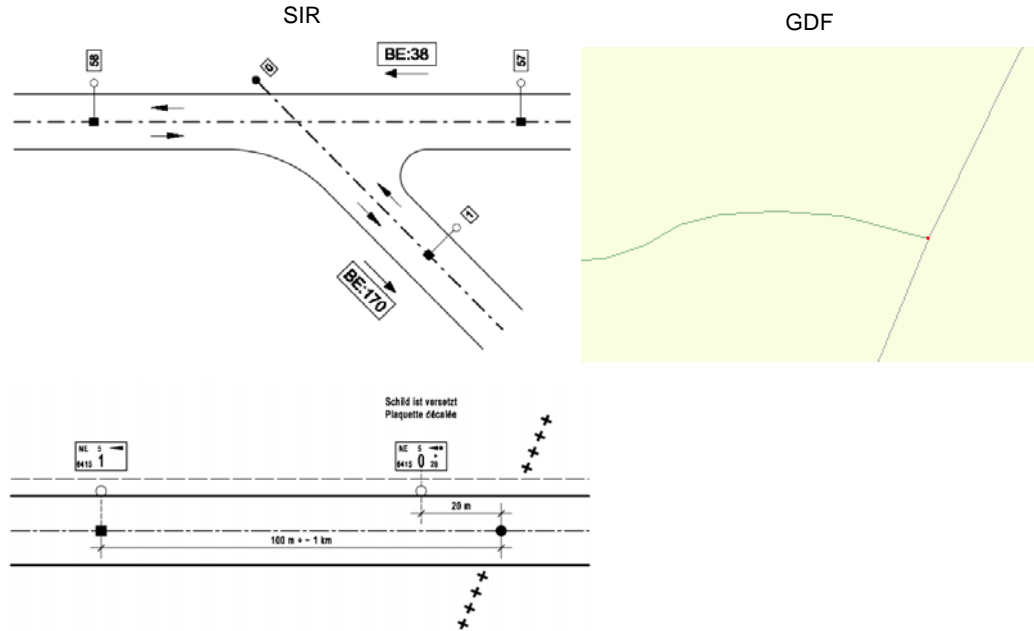
Pour **TeleAtlas** : On peut observer sur la figure représentant la superposition SIR / GDF que l'axe n'est pas représenté sur le côté gauche selon le sens de circulation, mais au centre de la chaussée.

Incompatible

Certaines chaussées sont représentées avec deux axes par TeleAtlas alors qu'elles sont représentées avec un axe par Strada (Ex : Route de Berne).

Début ou fin d'un axe

ILLUSTRATION



CRITERES

COMPARAISON

EVALUATION

GEOMETRIE

SIR : Si l'axe de route débute au niveau d'une intersection, le début de l'axe ne se situe pas sur l'axe de l'autre route mais est situé sur le bord opposé de celle-ci. Le début de l'axe ne se situe donc pas au point d'intersection des deux axes. Même remarque pour la fin d'un axe ou pour une interruption d'axe. Par contre si l'axe débute ou termine à une frontière, le début ou la fin de l'axe se situe au niveau de l'intersection entre la frontière et l'axe.

GDF : Que l'axe débute ou termine au niveau d'une intersection ou d'une frontière, le Road Element débute ou termine par une Junction situé au niveau de l'intersection. La Junction n'existe pas dans le SIR, mais dans le cas de la frontière, l'axe débute ou termine au même endroit pour le SIR et GDF

Incompatible pour l'intersection

compatible pour la frontière

Embranchement

COMMENTAIRE
GENERAL

Les embranchements relient des axes de route.

ILLUSTRATION

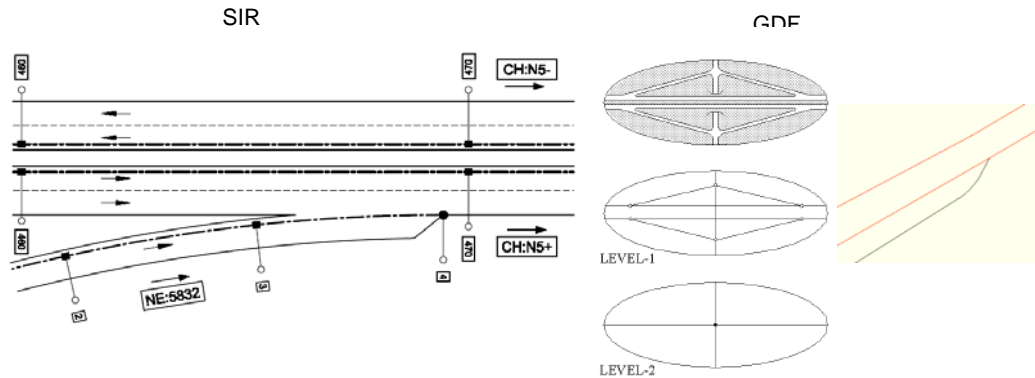


Figure F.18 — An example of a level-2 representation of an Interchange

CRITERES

COMPARAISON

EVALUATION

GEOMETRIE

SIR : Il faut définir les embranchements comme des axes de route, respectivement comme des segments d'axe. On peut voir sur le schéma qu'au niveau d'un embranchement, l'axe de la bretelle et de la route ne se croisent pas. La fin ou le début de l'axe de la bretelle se situe sur le bord de la route.

Strada : Les différentes bretelles d'une intersection sont parfois regroupées en un seul axe.

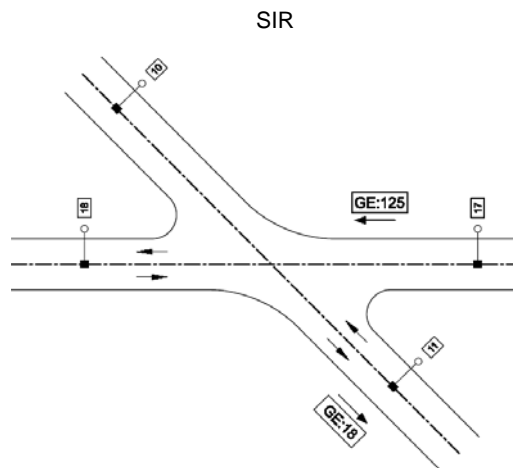
GDF : La bretelle est représentée par un ou plusieurs Road Elements et est connectée directement aux Road Elements de l'axe de route par une Junction. Dans le cas d'une voie à chaussées séparées une Junctions est également introduite sur l'autre chaussée.

Les différentes bretelles d'une intersection sont modélisées par des Road Elements indépendants.

Incompatible

Intersection

ILLUSTRATION



GDF



CRITERES

COMPARAISON

EVALUATION

GEOMETRIE

SIR : Il n'y a pas de connexion physique entre les axes au niveau d'une intersection. Un nœud fait le lien entre les deux axes par l'intermédiaire de ses lieux de nœuds, mais il n'a pas de géométrie. Il possède seulement des coordonnées approximatives de représentation.

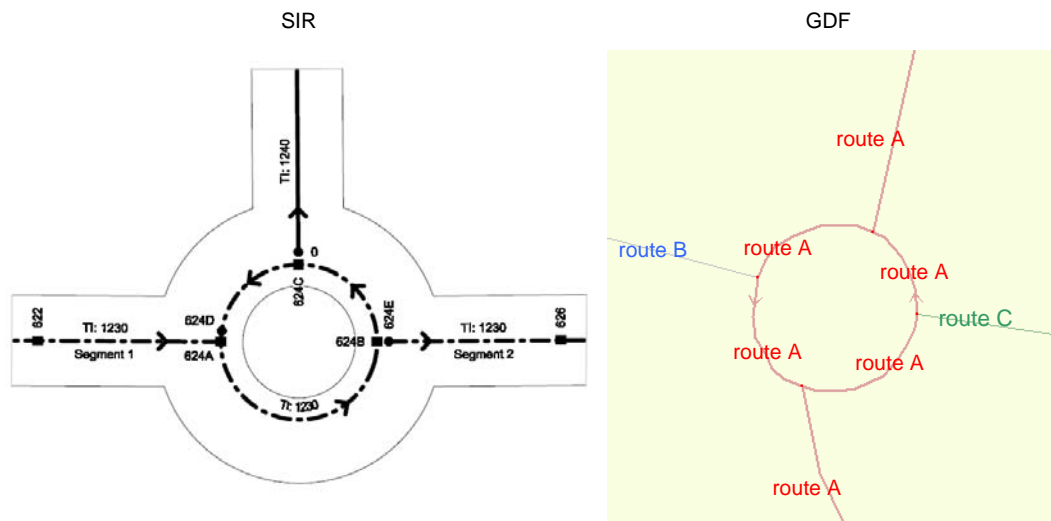
GDF : Les deux axes de routes sont représentés par quatre Road Elements connectés par une Junction. Des intersections plus complexes peuvent englober plusieurs Road Elements et Junctions (voir la fiche Nœud - Intersection)

Compatible pour les cas simples

Dans un cas simple comme celui de l'illustration on peut créer un nœud à partir d'une Junction. Par contre on ne peut pas créer une Junction à partir d'un nœud. Pour les cas plus compliqués voir la fiche Nœud - Intersection.

Rondpoint

ILLUSTRATION



CRITERES

COMPARAISON

EVALUATION

GEOMETRIE

SIR : Un giratoire est modélisé avec 1 axe et 1 saut de segment. Cette modélisation n'entraîne qu'une interruption de l'axe entre les PR 624D et 624E. Sur la figure l'axe TI 1230 est constitué de deux segments. Le premier situé avant le rondpoint se prolonge pour former la boucle puis l'axe se poursuit par un deuxième segment après le rond point. (La présence d'un autre axe débutant au niveau du rondpoint n'interrompt pas le segment formant la boucle).

Strada : Le giratoire est modélisé au moyen d'un unique segment d'axe. L'axe de route principal est modélisé par un segment avant le rondpoint et un autre segment après celui-ci.

GDF : Au niveau 1, la boucle du rondpoint est découpée en une suite de Road Elements à chaque connexion de route. Des Junctions joignent les Road Elements de la boucle ainsi que ceux des routes connectées. Au niveau 2, le rondpoint est soit constitué d'une série d'objets complexes Intersections soit d'un seul objet complexe Roudabout.

TeleAtlas : au niveau 2, le rondpoint est composé d'une série d'Intersections.

Les Junctions de GDF n'existent pas dans le SIR. Les Road Elements et les segments ne sont pas découpés de la même manière. Cependant grâce à l'attribut Official Name des Road Elements on pourrait agréger les Road Elements portant le même nom de route autour de la boucle pour reconstituer un segment.

La transformation du segment en plusieurs Road Elements est possible par fragmentation du segment à chaque connexion de route à condition qu'elles soient séquentes à la boucle, ce qui semble le cas (début d'un axe à une intersection).

TeleAtlas et Strada ne considèrent pas toujours le même axe comme principal pour former la boucle du rondpoint.

Compatible

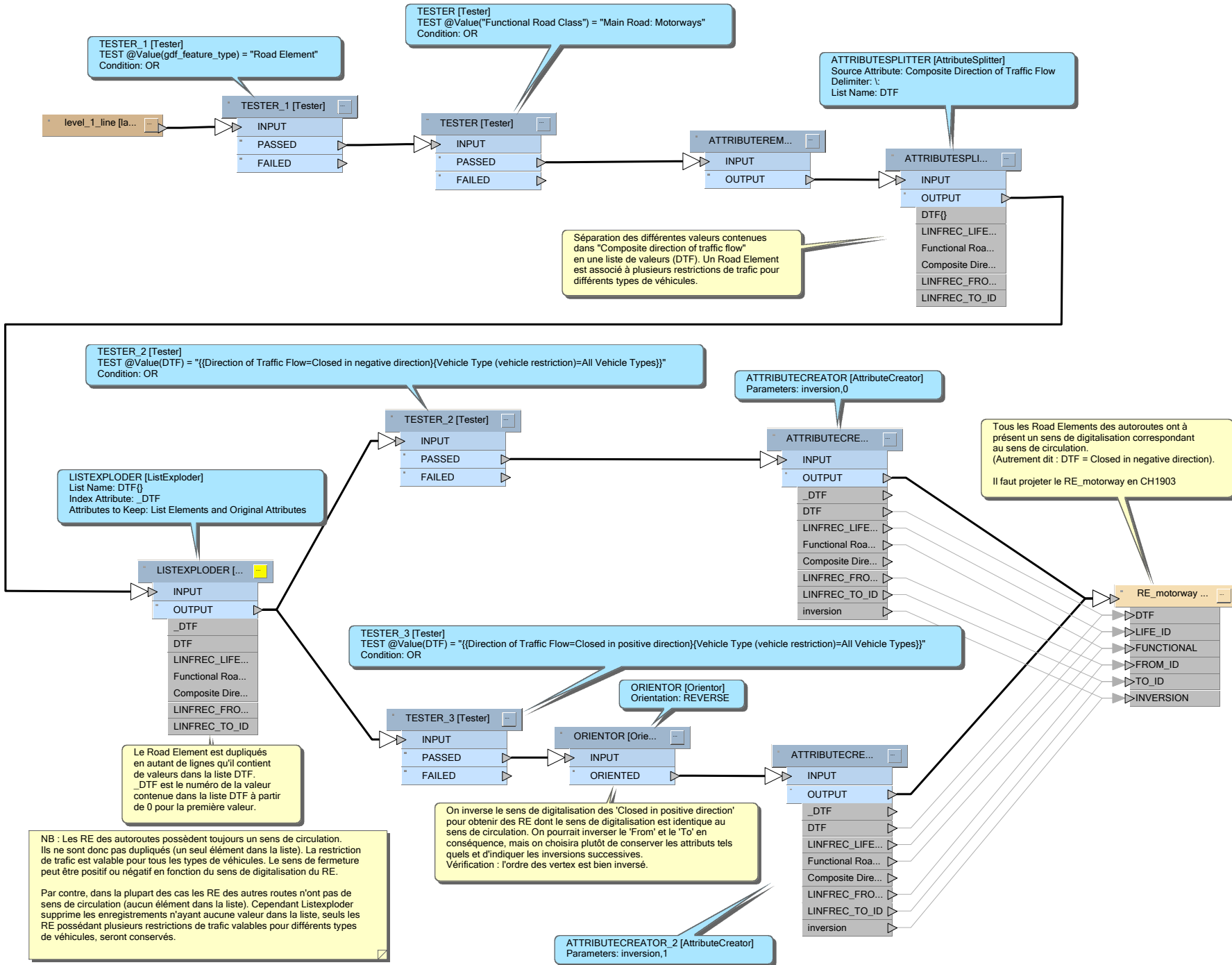
Routes à double sens

CRITERES	COMPARAISON	EVALUATION
GEOMETRIE	<p>SIR : La position transversale de l'axe de route correspond habituellement au milieu de la chaussée.</p> <p>GDF : Les routes sont représentées par leur ligne centrale. Dans le cas où la ligne centrale de la route est ambiguë ou discontinue, les flux généraux de trafic sont utilisés comme guide.</p>	Conforme

ANNEXE 6

**DIAGRAMMES FME POUR LA CREATION
DES GEOMETRIES D'AXES AUTOROUTIERS
A PARTIR DES DONNEES GDF**

Etape 1 : sélection des AUTOROUTES puis HOMOGENEISATION DU SENS DE DIGITALISATION sur les Road Elements de GDF



Etape 2 : attribution du nom de l'axe SIR correspondant aux groupes de Road Elements

Joindre toutes les lignes qui sont en prolongement les unes des autres. Les lignes restent coupées aux intersections joignant au minimum 3 lignes. Garder l'orientation initiale.

RE_motorway ...
DTF
LIFE_ID
FUNCTIONAL
FROM_ID
TO_ID
INVERSION

LINEJOINER [LineJoiner]
 Group By: <No Value>
 Break Across Groups: no
 Preserve Original Orientation: yes
 Break Loops: no

SPATIALRELATOR [SpatialRelator]
 Group By: <No Value>
 Tests to perform: INTERSECTS
 List Name: _relationships
 Related Candidates count attribute: _related_candidates
 Attributes that must differ: <No Value>

Certains groupes de RE intersectent à la fois l'axe + et l'axe - il leur est donc attribué les deux noms d'axes sous forme d'une liste de relations, mais les attributs de l'axe le plus intersecté lui sont attribués. Etant donné les divergences de géométries assez importantes entre les deux sources il y a parfois des erreurs lors de l'attribution de l'axe. Un contrôle manuel est donc nécessaire.

axe_SIR [axe_SIR]
ID
BASEID
CKO_OWNER
CK
POS_CODE
TYPES
NOM_AXE
LONGUEUR

TESTER [Tester]
 INPUT
 PASSED
 FAILED

garder uniquement les autoroutes

Séparer Axes + et -. On pourrait utiliser la fonction Tester sur POS_CODE. Les autoroutes ont uniquement des chaussées séparées, donc dans le not matched il y a bien les axes -

GREPPER [Grepper]
 INPUT
 MATCHED
 NOT_MATCHED

buffer de 10 m à droite pour les axes +

RightSideBufferer ...
 INPUT
 OUTPUT
 NOM_AXE

buffer de 10 m à gauche pour les axes -

LeftSideBufferer [...]
 INPUT
 OUTPUT
 NOM_AXE

SPATIALRELATO...
 BASE
 CANDIDATE
 OUTPUT
 _relationships{}....
 _relationships{}....
 _related_candi...
 NOM_AXE
 _relationships{}....

LISTEXPLODER [ListExploder]
 List Name: _relationships{}
 Index Attribute: _element_index
 Attributes to Keep: List Elements and Original Attributes

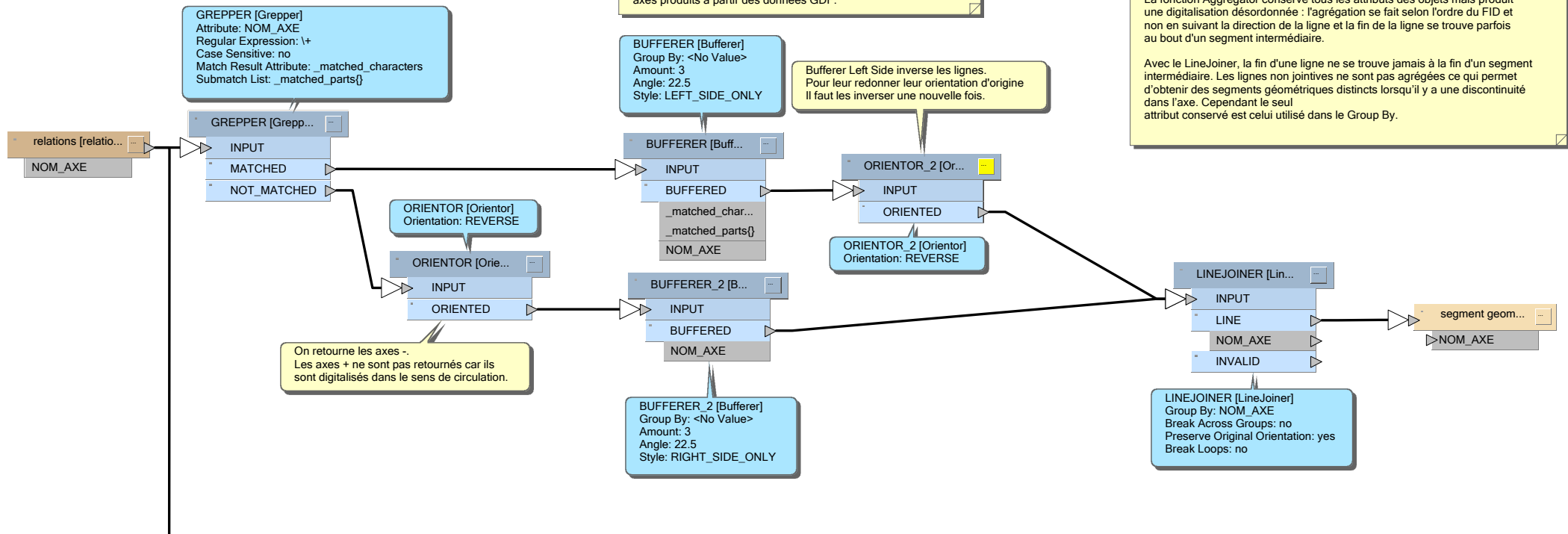
LISTEXPLODER [...]
 INPUT
 OUTPUT
 _element_index
 _related_candi...
 NOM_AXE
 de9im
 pass{}
 relations [axes ...]
 RELATED_C
 NOM_AXE

Duplique les lignes quand elles ont plusieurs relations. L'attribut Related_candidates contient le nombre de relations d'un groupe de RE avec les axes SIR. Il ne faut contrôler que ceux dont la valeur est >1 puis supprimer la copie ayant reçu le mauvais nom d'axe.

Etape 3 : Orienter les axes GDF dans le même sens que les axes SIR.

Etape 4 : Les RE de GDF sont situés au centre des chaussées, tandis que ceux du SIR sont à gauche. Il faut donc décaler les axes produits à partir des données GDF.

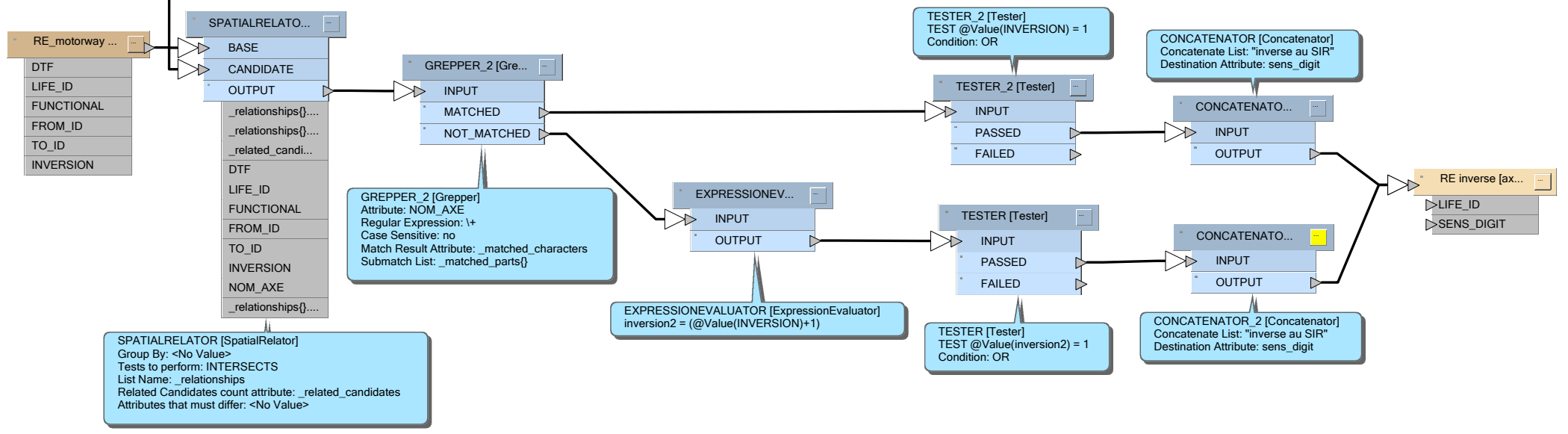
Etape 5 : Agrégation des tronçons pour former les Segments Géométriques.
 La fonction Aggregator conserve tous les attributs des objets mais produit une digitalisation désordonnée : l'agrégation se fait selon l'ordre du FID et non en suivant la direction de la ligne et la fin de la ligne se trouve parfois au bout d'un segment intermédiaire.
 Avec le LineJoiner, la fin d'une ligne ne se trouve jamais à la fin d'un segment intermédiaire. Les lignes non jointives ne sont pas agrégées ce qui permet d'obtenir des segments géométriques distincts lorsqu'il y a une discontinuité dans l'axe. Cependant le seul attribut conservé est celui utilisé dans le Group By.



On retourne les axes -. Les axes + ne sont pas retournés car ils sont digitalisés dans le sens de circulation.

Bufferer Left Side inverse les lignes. Pour leur redonner leur orientation d'origine Il faut les inverser une nouvelle fois.

Etape 6 : indiquer quels sont les RE retournés



SPATIALRELATOR [SpatialRelator]
 Group By: <No Value>
 Tests to perform: INTERSECTS
 List Name: _relationships
 Related Candidates count attribute: _related_candidates
 Attributes that must differ: <No Value>

EXPRESSIONEVALUATOR [ExpressionEvaluator]
 inversion2 = (@Value(INVERSION)+1)

TESTER [Tester]
 TEST @Value(inversion2) = 1
 Condition: OR

CONCATENATOR_2 [Concatenator]
 Concatenate List: "inverse au SIR"
 Destination Attribute: sens_digit

ANNEXE 7

**DIAGRAMMES FME POUR LA CREATION
DES GEOMETRIES D'AXES NON-AUTOROUTIERS
A PARTIR DES DONNEES GDF**

Etape1 : Sélection des Road Elements superposés aux axes SIR existants, hormis les autoroutes.

Les types de routes du SIR ne correspondent pas aux Fédéral Road Classes de GDF. Les axes SIR sont à cheval sur les RE des FRC suivantes :

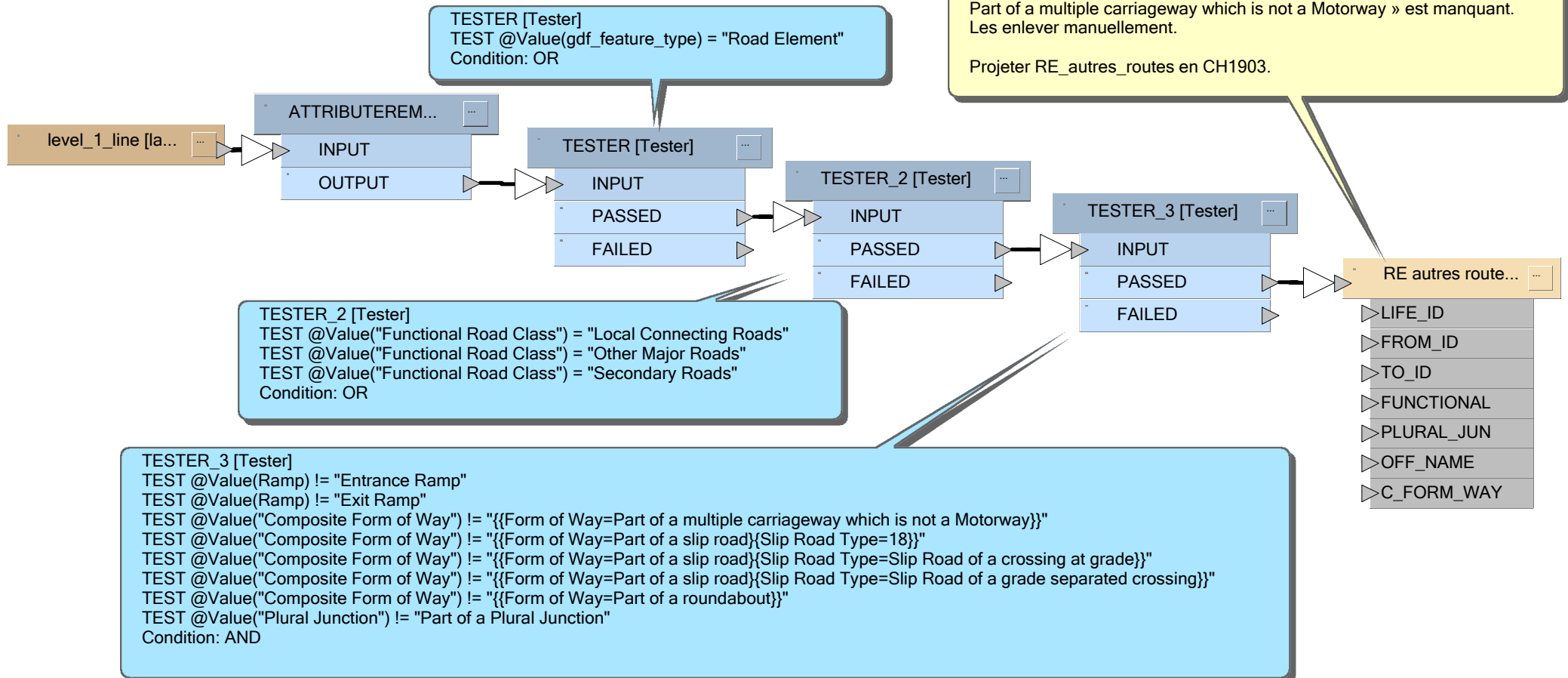
- Local Connecting Roads
- Other Major Roads
- Secondary Roads

Les cas suivant seront traités à part :

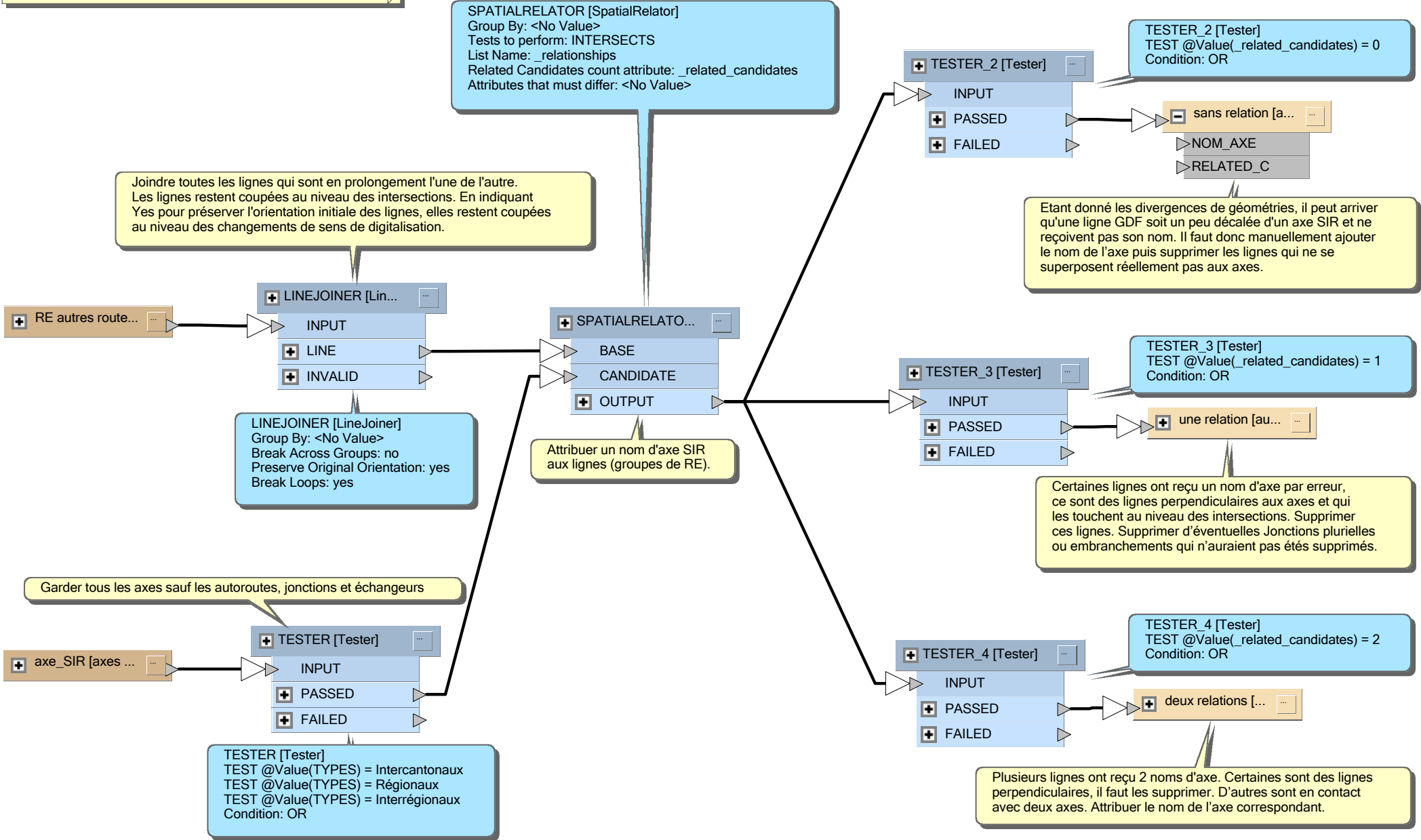
- Les chaussées séparées en dehors des autoroutes pour de GDF, il ne s'agit pas de chaussées séparées pour le SIR.
- Les embranchements, dans le SIR, ils sont représentés dans des axes distincts (nous ne traiterons pas le cas où certains embranchements sont rattachés à la fin de l'axe).
- Les ronds-points, ils doivent être composés d'un seul segment d'axe formant une boucle ouverte.

NB : Il reste quelques petites chaussées séparées qui n'ont pas été éliminées de la sélection, il s'agit d'erreurs : l'attribut « Form of Way = Part of a multiple carriageway which is not a Motorway » est manquant. Les enlever manuellement.

Projeter RE_autres_routes en CH1903.

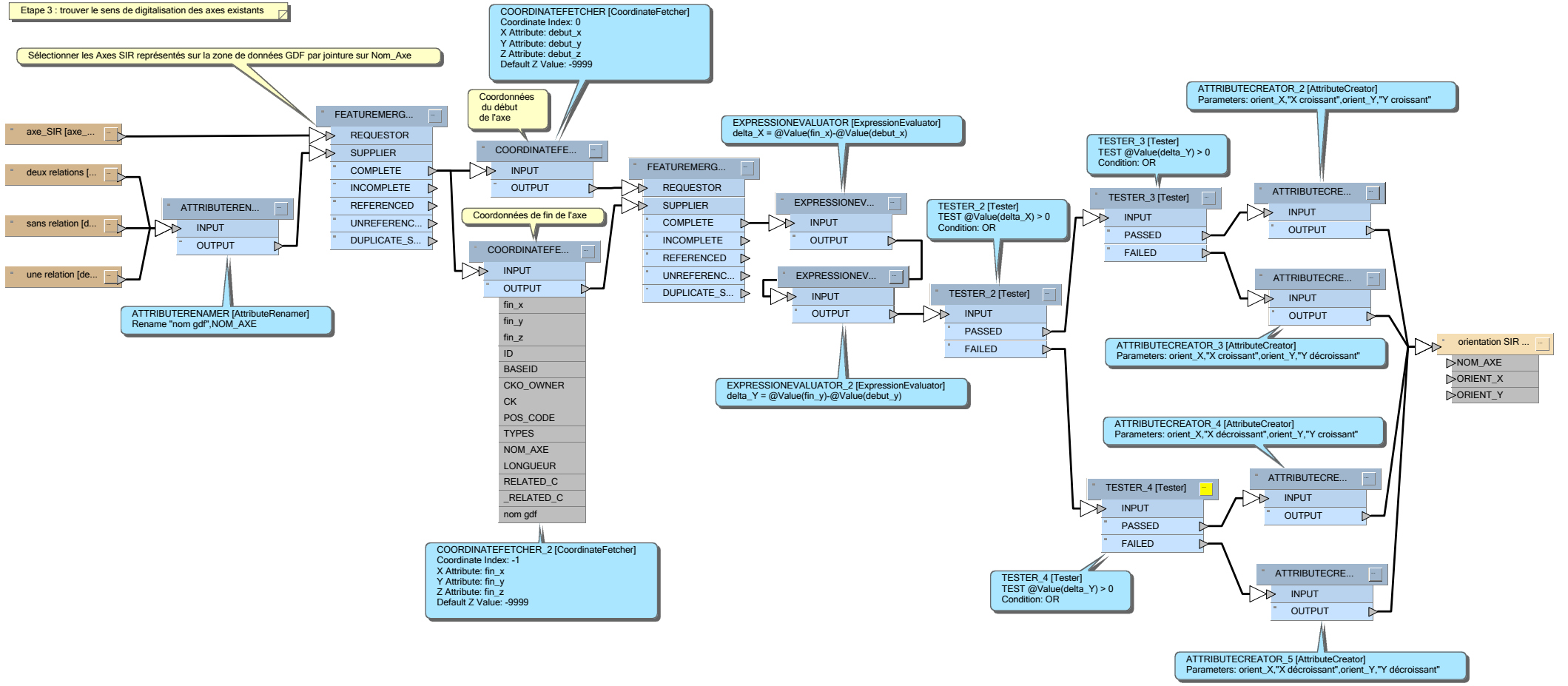


Etape 2 : attribution du nom d'axe SIR aux groupes de RE.



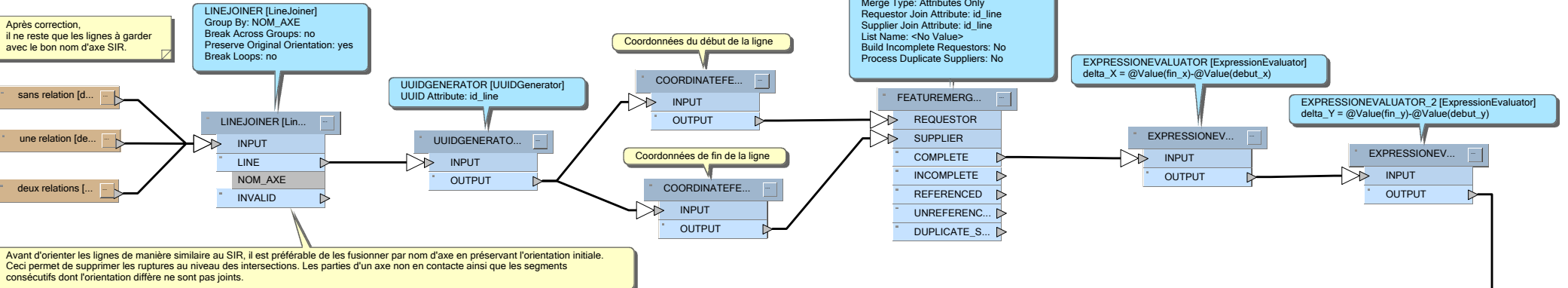
Etape 3 : trouver le sens de digitalisation des axes existants

Sélectionner les Axes SIR représentés sur la zone de données GDF par jointure sur Nom_Axe

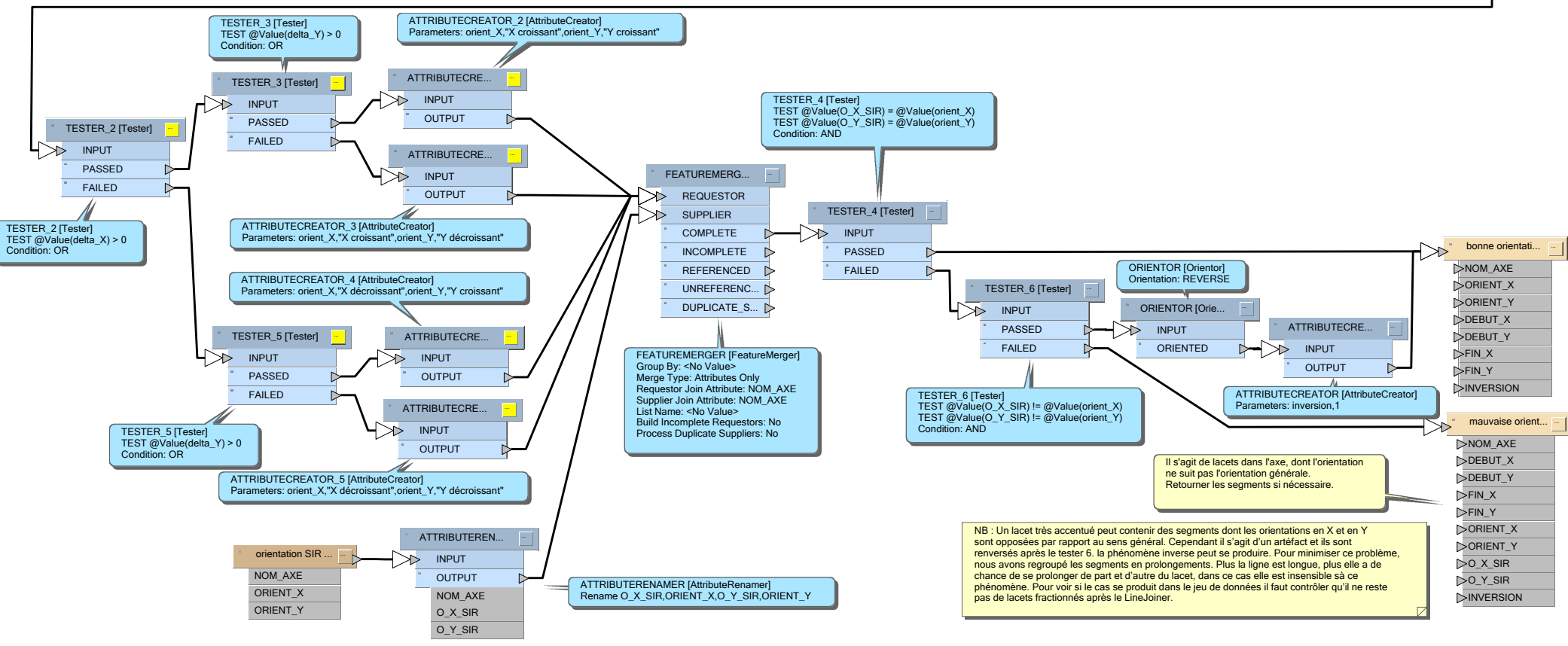


NB: Certains axes SIR contiennent des embranchements.
 Les segments correspondant ont été digitalisés après la fin de l'axe.
 Donc le dernier point de l'axe ne se situe pas en fin mais au milieu de l'axe,
 à la fin de l'embranchement. Il faut vérifier que cela ne perturbe pas l'orientation de l'axe.

Etape 4 : trouver le sens des lignes (groupes de RE) et les orienter selon le sens de digitalisation des axes SIR existants.



Avant d'orienter les lignes de manière similaire au SIR, il est préférable de les fusionner par nom d'axe en préservant l'orientation initiale. Ceci permet de supprimer les ruptures au niveau des intersections. Les parties d'un axe non en contact ainsi que les segments consécutifs dont l'orientation diffère ne sont pas joints.



Il s'agit de lacets dans l'axe, dont l'orientation ne suit pas l'orientation générale. Retourner les segments si nécessaire.

NB : Un lacet très accentué peut contenir des segments dont les orientations en X et en Y sont opposées par rapport au sens général. Cependant il s'agit d'un artefact et ils sont renversés après le tester 6. la phénomène inverse peut se produire. Pour minimiser ce problème, nous avons regroupé les segments en prolongements. Plus la ligne est longue, plus elle a de chance de se prolonger de part et d'autre du lacet, dans ce cas elle est insensible à ce phénomène. Pour voir si le cas se produit dans le jeu de données il faut contrôler qu'il ne reste pas de lacets fractionnés après le LineJoiner.