

**RAPPORTS**

**MEDDE – DGITM**

*Service Technique des  
Remontées  
Mécaniques et des  
Transports Guidés*

*(STRMTG)*

*Janvier 2013*

# ***ACCIDENTOLOGIE DES TRAMWAYS***

***Analyse des évènements déclarés***  
- ***année 2011***  
- ***évolution 2004 – 2011***



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

<http://www.developpement-durable.gouv.fr>



Ministère  
de l'Écologie,  
du Développement  
durable  
et de l'Énergie

## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
0.1	24 janvier 2013	Version 1

## Affaire suivie par

<b>Michel ARRAS - STRMTG</b>
Tél. : 04 76 63 78 78 / Fax : 04 76 42 39 33
Courriel : <a href="mailto:michel.arras@developpement-durable.gouv.fr">michel.arras@developpement-durable.gouv.fr</a>

## Table des matières

<b>1 -RAPPELS SUR LA BASE DE DONNÉES.....</b>	<b>5</b>
1.1 -Les champs de la base.....	5
1.2 -La nouvelle codification des lignes de tramway.....	5
1.3 -Les données.....	6
<b>2 -DOMAINE DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>7</b>
2.1 -Parc en service.....	7
2.2 -Parc analysé.....	7
2.3 -Evolution du parc analysé.....	8
<b>3 -RÉSULTATS.....</b>	<b>9</b>
3.1 -Généralités.....	9
3.1.1 -Données d'ensemble 2011.....	9
3.1.2 -Commentaires sur les victimes.....	9
3.1.3 -Commentaires sur les évènements.....	9
3.2 -Les évènements.....	11
3.2.1 -Répartition par type – évolution 2003-2011.....	11
3.2.2 -Indicateur de suivi des évènements – comparaison avec les systèmes bus.....	12
3.3 -Les évènements – analyse des lignes STPG.....	12
3.3.1 -Introduction – définition du panel.....	12
3.3.2 -Lignes STPG – indicateur de suivi des évènements.....	12
3.4 -Les victimes – répartition.....	13
3.4.1 -Année 2011.....	13
3.4.2 -Evolution 2004-2011.....	13
3.4.3 -Indicateurs de suivi des victimes.....	16
3.5 -Les évènements graves.....	17
3.5.1 -Evolution 2004-2011.....	17

3.5.2 -Lignes STPG – événements graves.....	17
<b>4 -LES COLLISIONS AVEC TIERS.....</b>	<b>18</b>
4.1 -Répartition selon les tiers.....	18
4.1.1 -Année 2011.....	18
4.1.2 -Evolution 2004-2011.....	18
4.2 -Causes des collisions – évolution 2004-2011.....	19
4.2.1 -Respect de la signalisation.....	19
4.2.2 -Circonstance particulière – présence d'un tramway croiseur.....	19
4.3 -Indicateur de suivi des collisions.....	20
4.4 -Les collisions en début d'exploitation.....	20
4.5 -Conséquences des collisions – évolution 2004-2011.....	21
4.5.1 -Conséquences matérielles – déraillement.....	21
4.5.2 -Facteurs aggravants.....	21
<b>5 -ANALYSE DES CONFIGURATIONS.....</b>	<b>22</b>
5.1 -Répartition des collisions selon les configurations prédéfinies.....	22
5.1.1 -Evolution de la répartition des collisions 2004-2011.....	22
5.1.2 -Evolution de la répartition des victimes de collision 2004-2011.....	22
5.1.3 -Répartition relative des collisions selon les configurations.....	23
5.2 -Analyse globale des différentes configurations des intersections.....	23
5.2.1 -Ensemble des intersections.....	23
5.2.2 -Impact du panneau C20c.....	24
5.2.3 -Impact des caractéristiques géométriques des giratoires.....	24
5.2.4 -Impact de la position de la plateforme dans la configuration « Tourne à ».....	25
<b>6 -CONCLUSIONS.....</b>	<b>26</b>
6.1 -Les constantes.....	26
6.2 -Les satisfactions.....	26
6.3 -Les enseignements nouveaux ou les confirmations.....	26
6.4 -Ce qui reste préoccupant.....	26
6.5 -Les prochaines analyses.....	26

## INTRODUCTION

Ce rapport a pour objet de présenter les résultats de l'exploitation de la base de données des accidents de tramway pour l'année 2011, ainsi que l'évolution de l'accidentologie depuis 2004. Cette base de données nationale est alimentée par les déclarations des exploitants.

Le terme tramway recouvre ici les systèmes sur fer ou sur pneus guidés par un rail.

Cette analyse statistique ne vise pas à effectuer une comparaison entre les réseaux ou à en présenter un classement selon leur niveau de sécurité. Les configurations différentes, tant dans le nombre des carrefours, le linéaire des différents types d'implantation de la plateforme, que du tissu urbain, rendent une telle comparaison dénuée de sens.

En revanche, les analyses comparées de l'accidentologie des différents types d'aménagements urbains prédéfinis et codifiés ainsi que son évolution sur la période 2004-2011 sont l'un des objets de ce rapport. Comme nous l'annoncions dans notre précédent rapport, les exploitants de tramway ont entrepris une nouvelle codification de leur ligne. Cette codification est plus précise et mieux adaptée à une analyse plus fine des configurations, notamment pour les intersections des tramways avec la voirie routière.

Malheureusement, elle a pris du retard et toutes les vérifications nécessaires n'ont pas pu être réalisées. L'analyse présentée n'exploite donc pas toutes les ressources potentielles de cette codification.

En revanche, nous présentons de nouvelles analyses sur des thèmes révélés par le retour d'expérience ou issus des travaux du BEA-TT lors de ses enquêtes sur les accidents de tramway et des observations contenues dans ses rapports.

Il s'agit par exemple, des origines et conséquences des freinages d'urgence sur les voyageurs, des scénarios de tramways croiseurs, les déraillements conséquences des collisions avec les tiers ainsi que les facteurs aggravants de ces collisions.

# 1 - Rappels sur la base de données

## 1.1 - Les champs de la base

Ils sont constitués des informations suivantes :

- Identification du réseau (agglomération,)
- Type d'évènement, selon une liste établie des évènements redoutés
- Situation temporelle (date et heure)
- Situation géographique (ligne, voie du tramway, localisation de l'évènement)
- Configuration du lieu de l'évènement selon une codification préétablie
- Environnement de l'évènement (conditions extérieures : adhérence, visibilité, exploitation dégradée, travaux, etc.)
- Conséquences corporelles, matérielles, sur l'exploitation (durée de perturbation)
- Relevé des paramètres du système (selon déclaration conducteur et/ou relevé centrale tachymétrique, n° de la rame)
- Rapport de police (oui, non)
- Circonstances de l'évènement (résumé de l'évènement, acte suicidaire, obstacle fixe aggravant, manœuvre du tiers, etc.) et précision sur le tiers le cas échéant
- Suites données (étude en cours, modification prévue, plan d'action engagé, etc.)

## 1.2 - La nouvelle codification des lignes de tramway

Le principe de la codification consiste à caractériser les différentes configurations des lignes de tramway afin de disposer d'un référentiel descriptif commun à toutes les lignes. Elle rend ainsi possible l'analyse des évènements sur l'ensemble des réseaux selon les caractéristiques des lieux où ils se produisent, de comparer les configurations entre elles et de mettre en évidence les plus accidentogènes.

Les principales modifications introduites par la nouvelle codification concernent les intersections. Sept types d'intersection ont été retenus :

- Traversée simple
- Tourne à
- Giratoire ou rond-point à feux
- Piétons / cycles
- Accès riverain
- Entrée en site banal
- Autre intersection

La signalisation est détaillée pour chacune de ces configurations : signalisation statique, lumineuse, en amont, en barrage, etc. La présence éventuelle de masques visuels ainsi que la facilité d'identification de la plateforme tramway font également partie des nouvelles informations codifiées.

Les principes détaillés de la nouvelle codification se trouvent dans le guide « Codification des lignes de tramway, nouvelle édition 2010 » sur le site internet du STRMTG.

## 1.3 - Les données

Elles sont issues des déclarations des exploitants.

L'effort important des exploitants pour renseigner la base de données et codifier leur ligne est à souligner.

Toutefois, les usages déclaratifs ne sont pas encore tout à fait identiques d'un réseau à l'autre : certains déclarent la totalité des évènements, d'autres seulement les évènements susceptibles de donner lieu à un recours auprès de leur assureur.

Comme pour les années précédentes, nous constatons encore une hétérogénéité entre les réseaux, qui nous conduit à **considérer avec prudence les résultats bruts annuels et à privilégier l'analyse de leur évolution.**

## 2 - Domaine de l'étude

### 2.1 - Parc en service

Les tramways en service en 2011 sont présents dans 22 agglomérations et regroupent 51 lignes, 47 lignes de tramway fer et 4 lignes de tramway sur pneus.

### 2.2 - Parc analysé

Pour l'analyse de l'accidentologie, sont prises en compte les lignes des réseaux pour lesquelles une production en km ou voyages est déclarée. Ainsi certaines lignes, dont l'exploitation commerciale, très courte sur une année, n'a pas donné lieu à déclaration de production, sont exclues de l'analyse pour l'année concernée. C'est le cas, par exemple en 2006, des lignes 1 de Clermont-Ferrand, T3 de Lyon ou de Paris, ligne 2 de Montpellier, etc.

Les réseaux du parc analysé sont récapitulés dans le tableau ci-après.

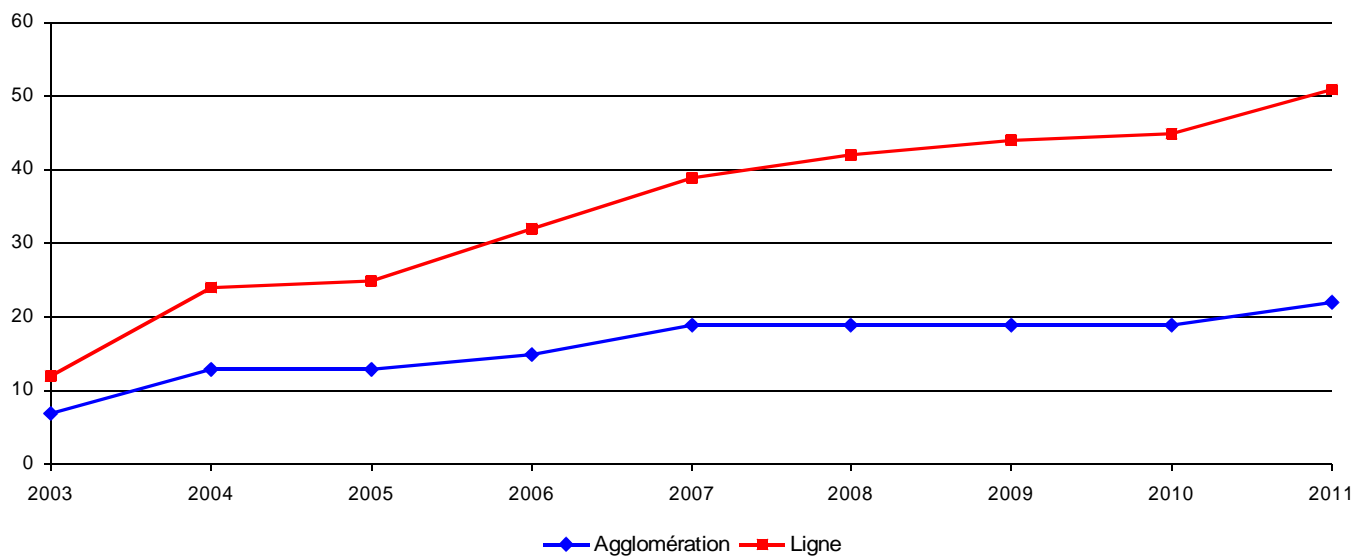
Agglomération	Type	Nb de lignes	Mkm	Mvoyages	1 <sup>ère</sup> mise en service	Observations
Angers	Tramway fer	1	0,47	3,60	25/06/2011	
Bordeaux	Tramway fer	3	4,78	66,52	20/12/2003	
Caen	Tramway pneus	2	1,27	8,62	18/11/2002	
Clermont-Ferrand	Tramway pneus	1	1,11	13,95	13/11/2006	
Grenoble	Tramway fer	4	3,94	44,65	05/09/1987	Ligne C : 05/06 Ligne D : 10/07
Le Mans	Tramway fer	2	1,41	13,07	14/11/2007	
Lille	Tramway fer	3	1,53	9,40	04/12/1909	
Lyon	Tramway fer	5	5,44	60,84	18/12/2000	T4 : 04/09 RhôneExpress : 08/10
Marseille	Tramway fer	2	1,24	15,69	26/06/2007	
Montpellier	Tramway fer	2	3,41	43,43	01/07/2000	Ligne 2 : 12/06
Mulhouse	Tramway fer	3	1,26	13,30	12/05/2006	Tram-train : 12/10
Nancy	Tramway pneus	1	1,00	10,11	28/01/2001	
Nantes	Tramway fer	3	4,66	66,60	07/01/1985	
Nice	Tramway fer	1	1,24	27,80	26/11/2007	
Orléans	Tramway fer	1	1,54	11,07	24/11/2000	
Paris Île-de-France	Tramway fer	3	3,80	106,87	06/07/1992	
Reims	Tramway fer	2	0,67	5,50	16/04/2011	
Rouen	Tramway fer	1	1,40	14,66	16/12/1994	
Saint-Étienne	Tramway fer	3	1,67	21,80	01/01/1881	
Strasbourg	Tramway fer	6	5,72	68,32	26/11/1994	
Toulouse	Tramway fer	1	0,85	4,36	11/12/2010	
Valenciennes	Tramway fer	1	1,18	6,21	03/07/2006	
<b>22 agglomérations</b>		<b>51</b>	<b>49,58</b>	<b>636,36</b>		

Tableau 00

## 2.3 - Evolution du parc analysé

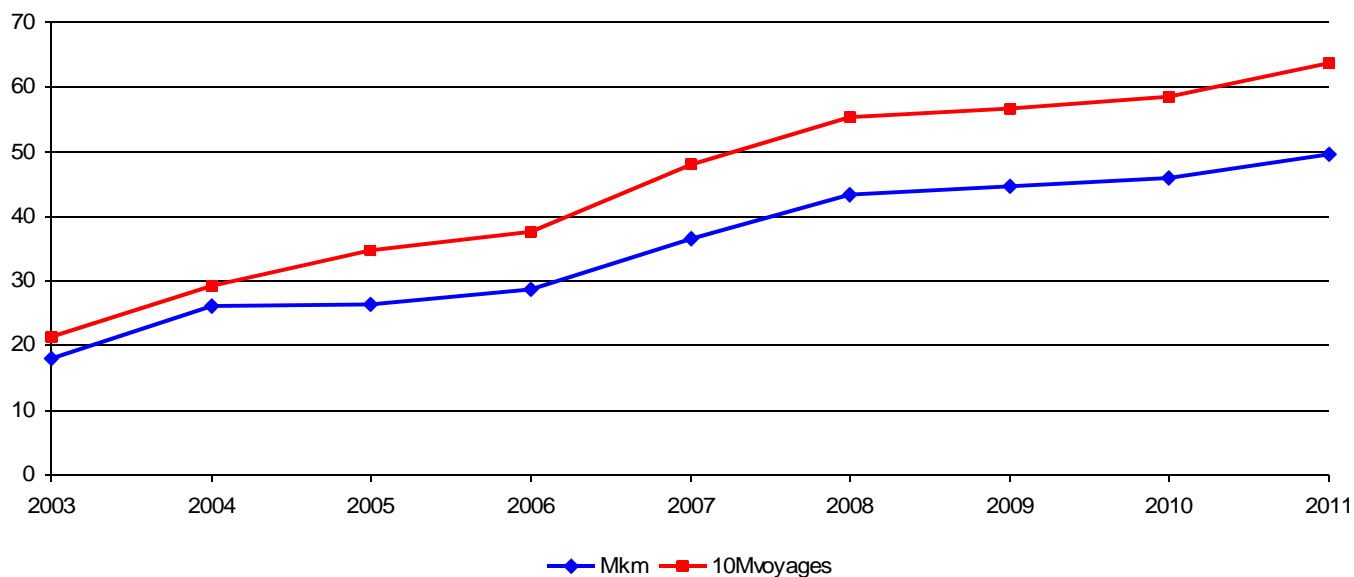
Cette évolution est représentée par les graphiques ci-après : en nombre d'agglomérations et de ligne, puis en production km parcourus et voyages

### Nombre d'agglomérations et de lignes



Graphique 01

### Éléments de production



Graphique 02



## 3 - Résultats

### 3.1 - Généralités

#### 3.1.1 - Données d'ensemble 2011

Le nombre des déclarations traitées est de 1758 se répartissant selon la liste des évènements redoutés dans le tableau suivant :

Évènements		Victimes									
Type	Nb	Total	Totaux			Tiers			Voyageurs		
			Léger	Grave	Tué	Léger	Grave	Tué	Léger	Grave	Tué
Incendie Explosion	3										
Panique											
Électrocution											
Déraillement bi-voie	10	3	3						3		
Accident voyageur	522	519	512	7					512	7	
Collision entre rames	3	3	3						3		
Collision obstacle sur voie	21										
Collision avec un tiers	1176	409	372	35	2	299	35	2	73		
Autre événement	23	6	6			3			3		
<b>Totaux</b>	<b>1758</b>	<b>940</b>	<b>896</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>302</b>	<b>35</b>	<b>2</b>	<b>594</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

Tableau 03

Deux catégories d'évènement constituent l'essentiel des déclarations : les collisions avec tiers et les accidents voyageurs.

#### 3.1.2 - Commentaires sur les victimes

Il est important de préciser la notion de victime utilisée dans le présent rapport.

Sont désignées par victimes, et déclarées comme telles par les exploitants, les personnes non indemnes concernées par un évènement. Cette notion ne préjuge en rien de la gravité des blessures des personnes.

En revanche les définitions de blessé grave et tué sont celles admises et utilisées au sein de l'Union européenne.

Blessé grave = durée d'hospitalisation supérieure à 24 h.

Tué = décès dans les 30 jours qui suivent l'évènement.

Bien entendu ces éléments statistiques sur la nature des victimes restent dépendants de l'information disponible et du porté à la connaissance de l'exploitant.

#### 3.1.3 - Commentaires sur les évènements

##### 3.1.3.a - Incendie explosion

Trois évènements en 2011 sans victime :

- Court-circuit dans un coffret du système d'alimentation par le sol suite à forte pluie inondant la plateforme. Coupure automatique de l'alimentation en courant de traction. Sur site, une déflagration provoque l'éjection de la plaque métallique de protection du coffret.
- Début d'incendie d'un bogie suite à un blocage de frein consécutif au dysfonctionnement d'une valve de surpression.
- Dégagement de fumée au droit d'une chambre de tirage consécutif à un défaut d'isolement électrique du câble feeder

### **3.1.3.b - Déraillement bi-voie**

Dix évènements de type déraillement ou bi-voie ont été déclarés en 2011 :

- 4 déraillements en ligne

Un déraillement provoqué par la présence d'un potelet dans la gorge du rail. Ce déraillement a conduit à un déport faible dans un premier temps, d'un bogie intermédiaire de la rame sur près de trois inter-stations. Ce déport n'est détecté ni par le conducteur ni par les voyageurs. Ensuite, il devient beaucoup plus important au passage d'un appareil de voie, provoque la collision avec plusieurs véhicules présents sur la chaussée adjacente et l'apparition de problèmes de traction pour le conducteur.

Un déguidage détecté, mais non pris en compte, suivi d'une collision avec un muret (2 voyageurs choqués).

Un déraillement suite au franchissement d'un signal fermé.

Un déraillement suite à une erreur de télécommande : passage d'une aiguille en voie déviée à la vitesse de la voie directe.

- 6 évènements en terminus

Quatre franchissements de fin de voie pouvant être mis sur le compte de l'hypovigilance des conducteurs (un conducteur choqué).

Deux déraillements lors de manœuvres de prise en pointe et ayant pour cause des défaillances mécaniques : rupture d'une entretoise d'aiguille et mauvais plaquage non détecté d'une aiguille.

### **3.1.3.c - Accident voyageur**

Cette catégorie d'évènement fait l'objet d'une analyse détaillée dans la suite du rapport, au chapitre 3.4.

### **3.1.3.d - Collision entre rames**

Trois évènements de ce type :

- Sur voie unique en mode dégradé, quasi nez à nez entre deux rames suite à une erreur de l'opérateur PCC.
- Un conducteur glisse sur la pédale de frein et entre en collision avec le tramway qui le précède.
- Un conducteur distrait entre en collision avec une rame à l'arrêt en station de retournement au terminus.

### **3.1.3.e - Collision avec obstacle sur voie**

Vingt et une collisions avec des obstacles sur les voies de type : barrière (de chantier ou non), plots métalliques ou en béton, caddies, pavés ou autres poutres.

### **3.1.3.f - Collisions avec un tiers**

L'analyse de cette catégorie est plus détaillée dans les chapitres 4 et 5 du rapport. Nous relaterons ici les circonstances des deux évènements mortels concernant des piétons.

- Réaction tardive du conducteur de tramway surpris par la progression d'un piéton qui poursuit sa traversée malgré les avertissements au gong du conducteur.
- Le conducteur du tramway est surpris par la traversée inopinée d'une personne âgée, de nuit hors traversée piétonne aménagée.

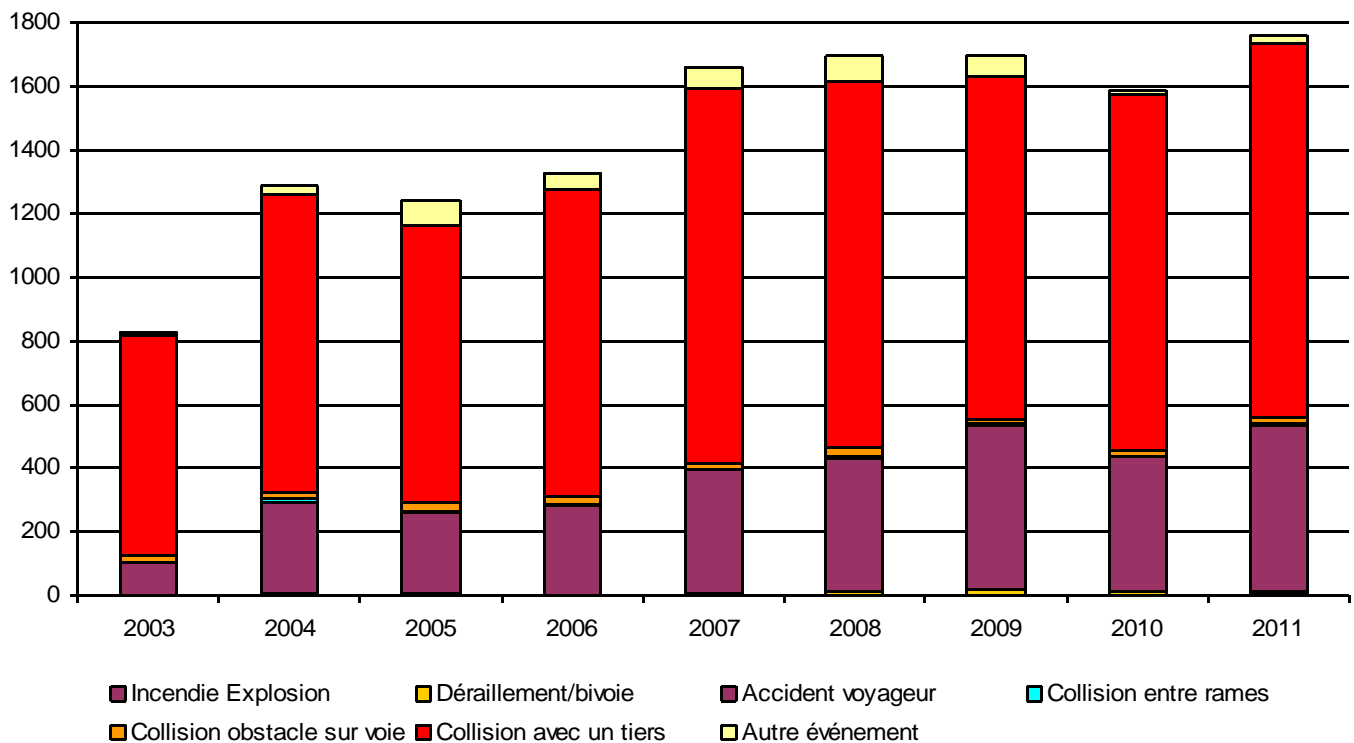
### **3.1.3.g - Autre évènement**

Vingt-trois autres évènements : vandalisme, accrochage de LAC, collisions de tiers avec l'infrastructure du système tramway, etc.

## 3.2 - Les évènements

### 3.2.1 - Répartition par type – évolution 2003-2011

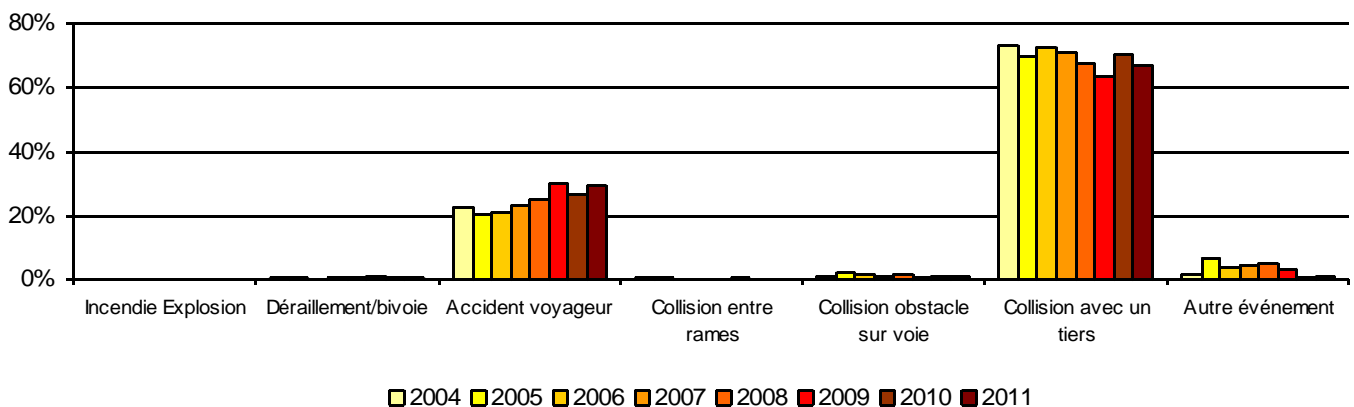
#### 3.2.1.a - Ensemble des évènements – données brutes



Graphique 04

La recrudescence du nombre des évènements déclarés en 2011 s'explique principalement par la mise en service de trois nouveaux réseaux.

#### 3.2.1.b - Ensemble des évènements – répartition relative



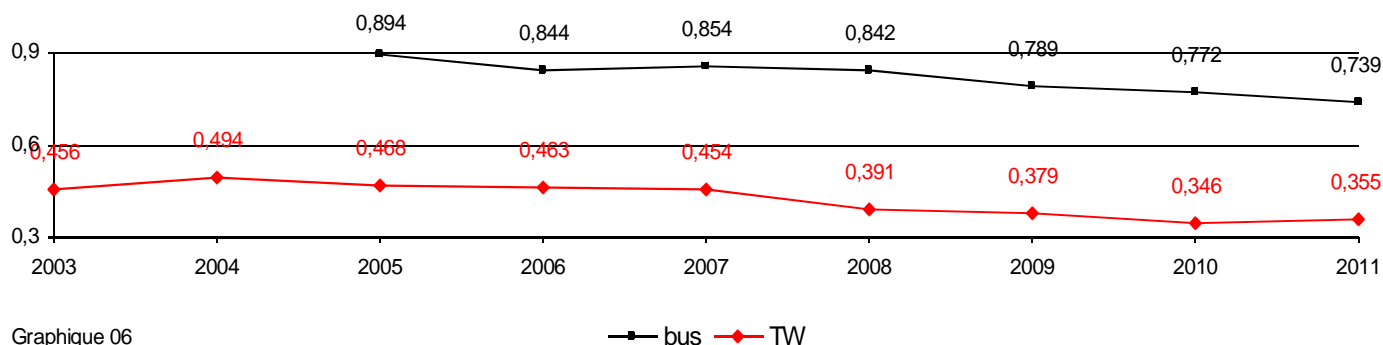
Graphique 05

La répartition reste homogène sur la période 2004-2011, sans qu'une tendance ne se manifeste clairement.

### 3.2.2 - Indicateur de suivi des évènements – comparaison avec les systèmes bus

Le nombre d'évènements pour 10 000 km est un indicateur usuel de certains réseaux aussi bien exploitants de tramway que de bus. Nous avons pu obtenir des éléments de l'accidentologie des bus pour 8 réseaux de tramway. Les évènements pris en compte pour les bus sont sensiblement identiques à ceux définis pour les tramways : collisions avec tiers et accidents voyageurs pour l'essentiel.

Appliqué à l'ensemble des réseaux ayant déclaré leur production, nous obtenons le graphique suivant :



Selon cet indicateur, la baisse régulière constatée pour les tramways depuis 2004, s'interrompt en 2010. Concernant la comparaison avec les bus, elle demeure à l'avantage du tramway.

### 3.3 - Les évènements – analyse des lignes STPG

#### 3.3.1 - Introduction – définition du panel

Nous désignons les lignes « STPG » par opposition aux lignes « classiques ». Il s'agit d'un artifice de langage permettant d'identifier facilement les lignes de tramway construites sous le régime du décret STPG de 2003.

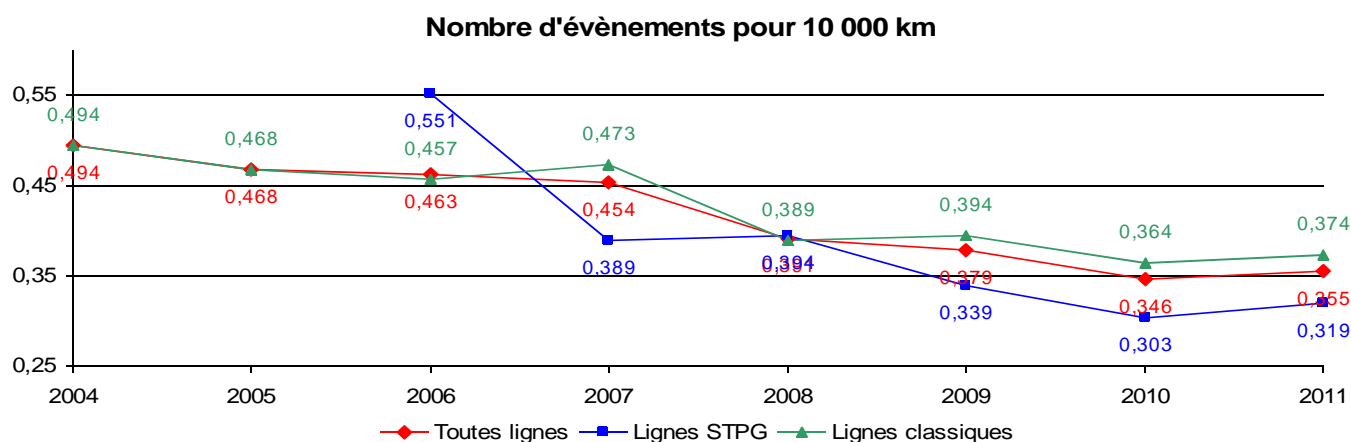
**Ces lignes STPG sont donc celles mises en exploitation commerciale à compter de l'année 2006.**

Elles représentent ensemble, sur les années 2007-2011, les éléments de production suivants :

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Km	5 %	22 %	27 %	28 %	29 %	33 %
Voyages	4 %	20 %	27 %	28 %	29 %	31 %

Tableau 07

#### 3.3.2 - Lignes STPG – indicateur de suivi des évènements



Graphique 08

Après une période de baisse régulière depuis 2004, l'indicateur nombre d'évènements aux 10 000 km remonte légèrement en 2011, pour les lignes classiques comme pour les lignes STPG.

## 3.4 - Les victimes – répartition

### 3.4.1 - Année 2011

#### 3.4.1.a - Ensemble des victimes

Le nombre des victimes résultant des événements de l'année 2011 se monte à 940, sa répartition selon la nature des événements est illustrée dans le tableau ci-dessous.

	Victimes		Victimes tiers			Victimes voyageurs		
			Total	%	BG+Tué	Total	%	BG+ Tué
Incendie Explosion								
Panique								
Électrocution								
Déraillement bi-voie	3	0,3 %				3	0,5 %	
<b>Accident voyageur</b>	<b>519</b>	<b>55,2 %</b>				<b>519</b>	<b>86,4 %</b>	<b>7</b>
Collision entre rames	3	0,3 %				3	0,5 %	
Collision obstacle sur voie	0							
<b>Collision avec un tiers</b>	<b>409</b>	<b>43,5 %</b>	<b>336</b>	<b>99,1 %</b>	<b>37</b>	<b>73</b>	<b>12,1 %</b>	
Autre événement	6	0,6 %	3	0,9 %		3	0,5 %	
<b>Totaux</b>	<b>940</b>	<b>100 %</b>	<b>339</b>	<b>100 %</b>	<b>37</b>	<b>601</b>	<b>100 %</b>	<b>7</b>

Tableau 09

Les deux principaux événements occasionnant des victimes sont les accidents de voyageurs et les collisions avec les tiers. La majorité des victimes constatées sont des voyageurs.

**Les collisions avec tiers présentent toutefois une gravité supérieure puisqu'elles sont à l'origine des 37 victimes graves constatées (2 tués et 35 blessés graves).**

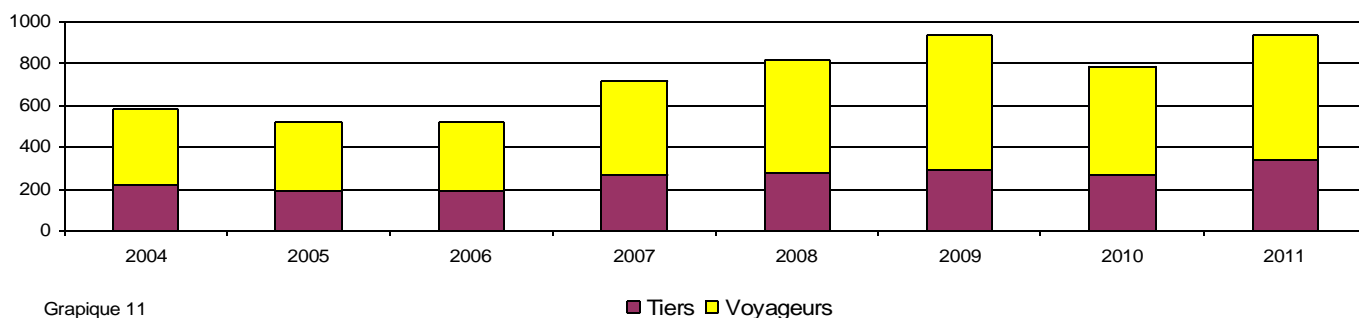
#### 3.4.1.b - Les voyageurs victimes des accidents voyageurs

Chute dans la rame	409	78,8 %	dont 320	78 % suite à un FU
Chute depuis la rame en station	24	4,6 %		
Chute depuis le quai	14	2,7 %		
Coincement dans la rame	60	11,6 %		
Entraînement par la rame	11	2,1 %		
Vandalisme	1	0,2 %		

### 3.4.2 - Evolution 2004-2011

#### 3.4.2.a - Ensemble des victimes

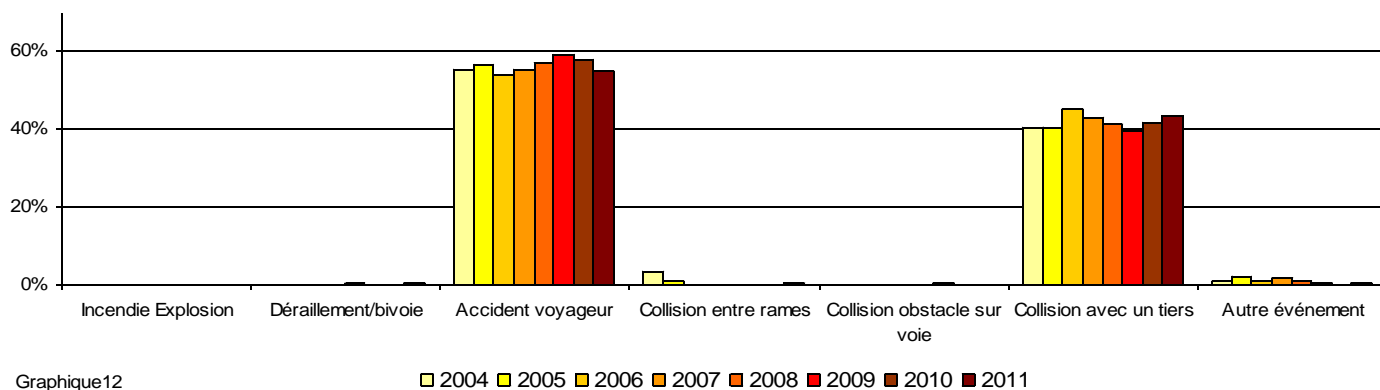
- Données brutes



Grapique 11

Les victimes voyageurs présentent la part la plus importante des victimes.

- Répartition annuelle selon les évènements

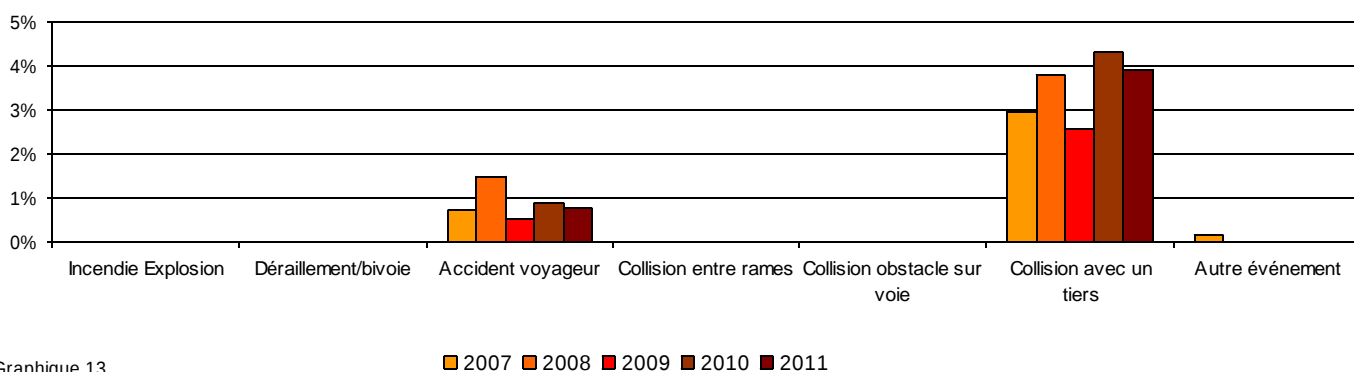


Les accidents voyageurs et les collisions avec tiers restent les évènements prépondérants. Pas d'évolution significative sur la période 2004-2011.

### 3.4.2.b - Les victimes graves

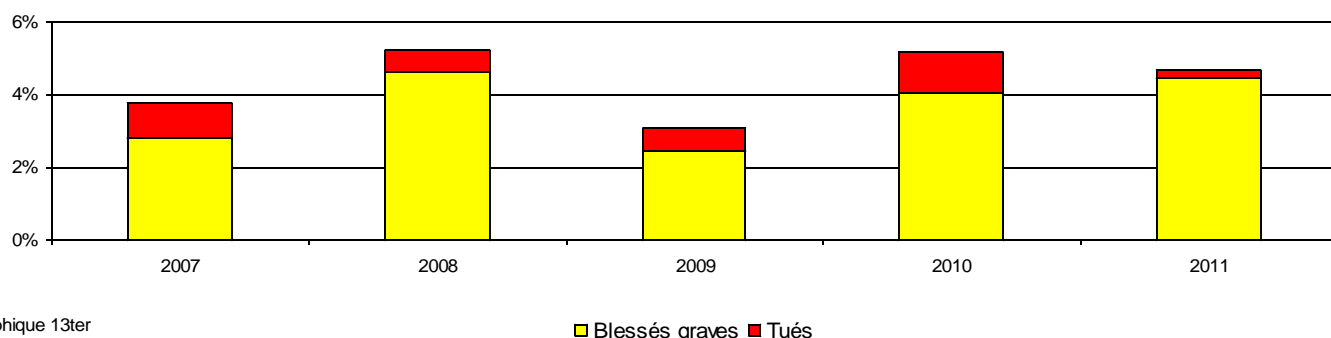
Les victimes graves sont les personnes décédées dans les 30 jours ou ayant subi plus de 24h d'hospitalisation.

- Répartition annuelle des victimes graves selon les évènements



La part des victimes graves reste faible globalement. Les collisions avec tiers restent les évènements générant le plus de victimes graves.

- Evolution annuelle de la part des victimes graves en distinguant les blessés graves et les tués

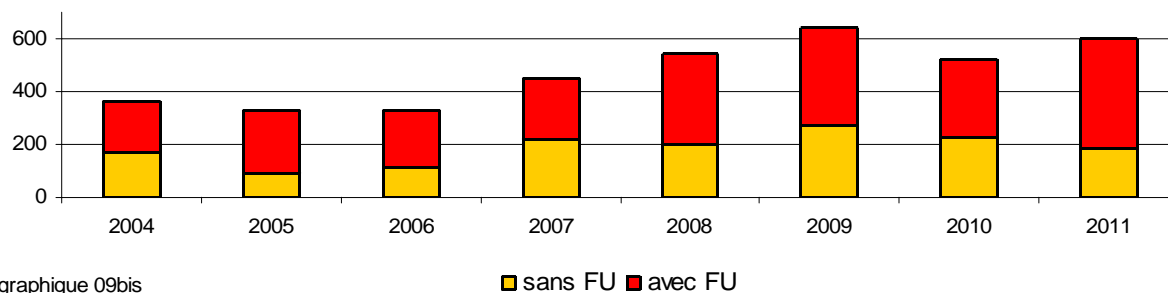


Nous soulignerons, ici encore, que la part des victimes graves est faible : moins de 6 % de l'ensemble des victimes.

Par ailleurs, l'essentiel de l'évolution annuelle se fait par la variation des blessés graves sans que nous ne puissions dégager une tendance sur ces cinq années.

### 3.4.2.c - Les victimes voyageurs

Le graphique ci-dessous présente l'évolution annuelle sur la période 2004-2011 des victimes voyageurs en distinguant celles générées par un frein d'urgence de celles ayant d'autres causes.



graphique 09bis

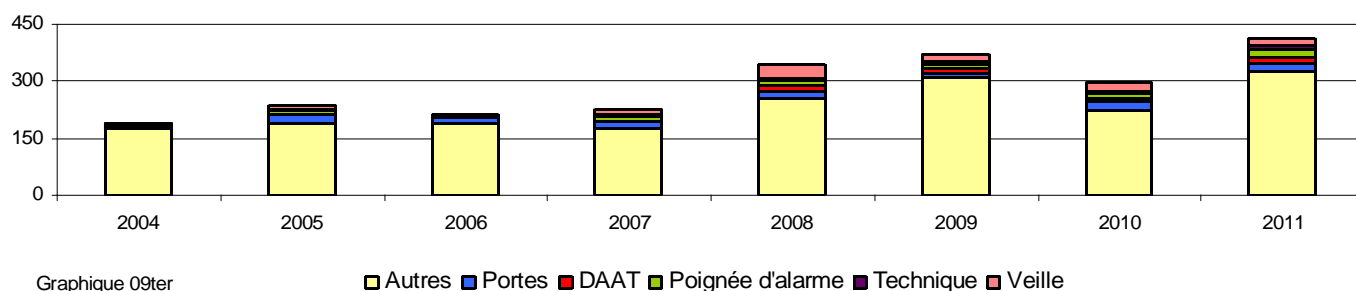
■ sans FU ■ avec FU

La part la plus importante des victimes voyageurs est générée par des freinages d'urgence.

### 3.4.2.d - Les voyageurs victimes des freinages d'urgence

Il nous paraît intéressant d'analyser plus en détail la cause de ces freinages d'urgence, tout en soulignant que cette analyse reste tributaire de la précision apportée par les exploitants dans leurs déclarations.

Le graphique ci-dessous illustre la répartition des voyageurs victimes des freinages d'urgence selon les différentes causes de ces freinages ainsi que leur évolution sur la période 2004-2011.



Graphique 09ter

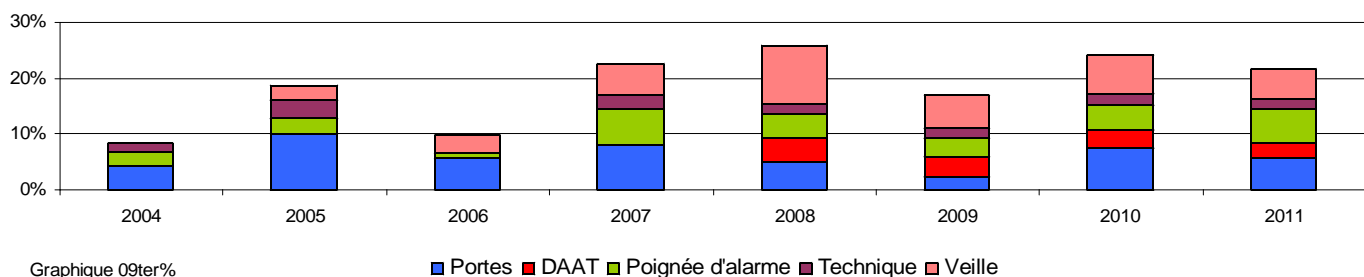
■ Autres ■ Portes ■ DAAT ■ Poignée d'alarme ■ Technique ■ Veille

Nous avons identifié dans les déclarations, six causes des freinages d'urgence entraînant des victimes voyageurs :

- La catégorie « Autres » regroupe l'ensemble des freinages d'urgence provoqués par la circulation en milieu urbain, il s'agit des actions de conduite destinées à éviter une collision avec des tiers.
- Le DAAT est un « dispositif d'arrêt automatique des trains » équipant quelques réseaux possédant des configurations particulières de type tunnel, voie unique ou dont la vitesse d'exploitation dépasse 80 km/h. Les réseaux (ou parties de ces réseaux) équipés de ce dispositif ont été mis en exploitation commerciale à partir de 2008. Le plus grand nombre des déclenchements de frein d'urgence a eu lieu lors de la période de déverminage, quelques-uns ont été provoqués par des erreurs de conduite.
- La catégorie « Portes » correspond au freinage d'urgence provoqué par une ouverture des portes, soit du fait des voyageurs (forçage) soit du fait de dérèglages.
- « Poignée d'alarme » c'est le dispositif à disposition des voyageurs actif en zone de dégagement de quai
- « Technique » désigne des dysfonctionnements techniques lors des périodes de déverminage. Les déclarations des exploitants ne permettent pas d'en identifier précisément la nature
- Enfin, la « Veille » est le freinage d'urgence consécutif à l'absence d'activation de la VACMA (veille automatique à contrôle de maintien d'appui) par le conducteur.

Les actions de conduites sont de loin la cause principale des freinages d'urgence avec un taux toujours supérieur à 75 %.

Le graphique ci-après détaille la répartition des voyageurs victimes des freinages d'urgence selon les trois dernières causes identifiées ci-dessus.



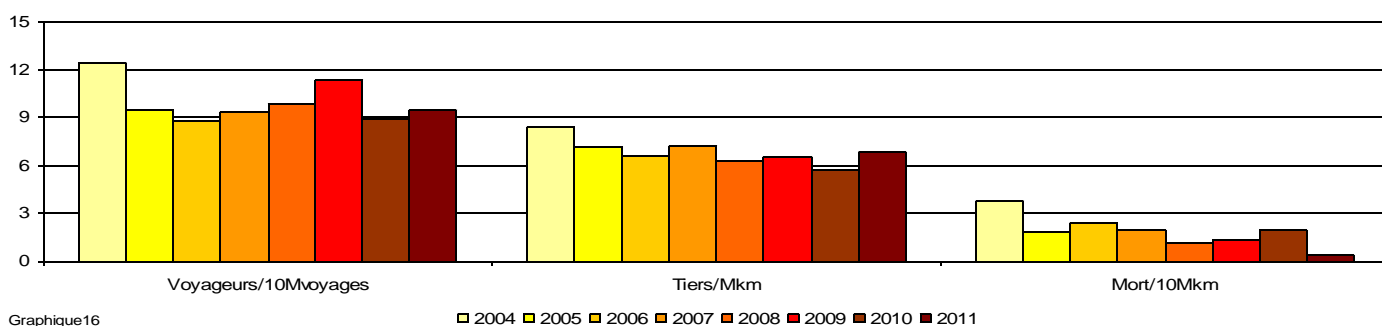
La part des différentes causes techniques, comme le DAAT ou les portes, varie d'une année sur l'autre selon l'apparition des problèmes et/ou leur résolution (et comme rappelé précédemment, de la précision des déclarations des exploitants).

Il reste que la veille est une cause identifiée par les exploitants pour toutes les années depuis 2005 et qui présente pour les cinq dernières années une part importante des causes des victimes de freinages d'urgence. Il faut toutefois souligner que l'origine de ces absences d'activation de la veille reste imprécise. Elles peuvent être liées à l'hypovigilance du conducteur, sa surcharge cognitive ou l'erreur de manipulation.

**Par ailleurs, la part des victimes graves parmi les voyageurs victimes de freinages d'urgence est très faible, comprise entre 0,3 % et 2,6 % sur la période 2004-2011.**

### 3.4.3 - Indicateurs de suivi des victimes

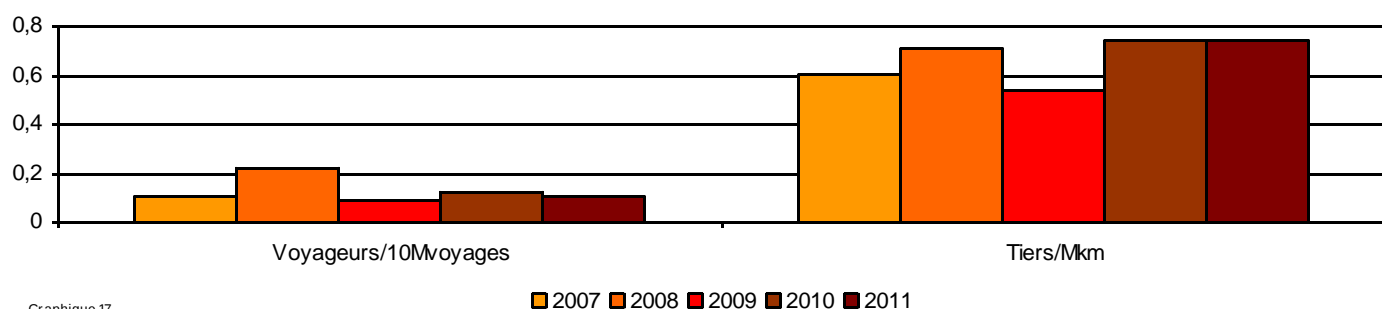
#### 3.4.3.a - Résultats d'ensemble



Pas d'évolution notable pour les deux indicateurs victimes voyageurs, victimes tiers sur la période 2004-2011, même s'ils connaissent une légère progression sur 2011.

L'indicateur des morts est en nette baisse en 2011, mais, basé sur des petits chiffres, il est plus sensible.

#### 3.4.3.b - Résultats pour les victimes graves



Les indicateurs précédents calculés pour les victimes graves restent dans les mêmes proportions par rapport à l'ensemble des victimes (de 1 à 100 pour les voyageurs et de 1 à 10 pour les tiers).

L'indicateur des victimes graves ne suit pas l'évolution de l'indicateur de l'ensemble des victimes, mais nous ne constatons pas d'évolution caractéristique sur la période.

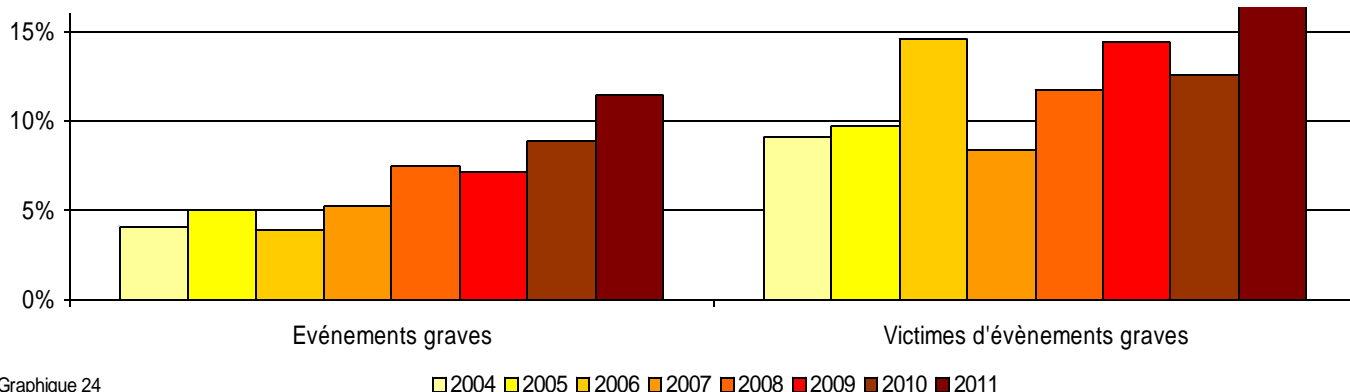


### 3.5 - Les évènements graves

Pour les besoins d'analyses statistiques de la base de données, nous avons défini, en accord avec la profession, les évènements graves par les critères suivants :

- Conséquences corporelles graves : mort ou blessé grave ou nombre de victimes supérieur à 5,
- Conséquences matérielles importantes (y compris pour le tiers) ou déraillement de la rame,
- Évènement de type déraillement en service commercial sur zone partagée avec des tiers.

#### 3.5.1 - Evolution 2004-2011



Graphique 24

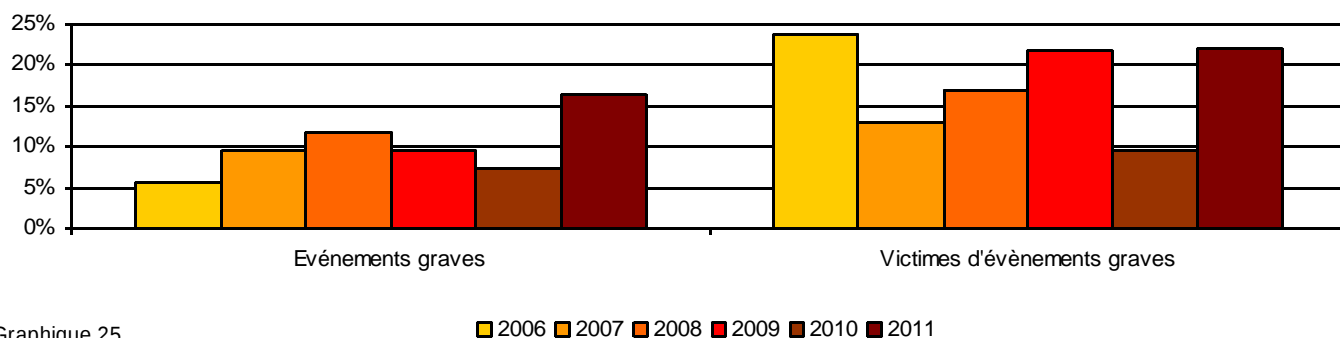
Les évènements graves ne représentent qu'une faible part de l'ensemble des évènements déclarés, mais une proportion plus importante des victimes.

Il y a lieu de préciser ici encore que ces victimes n'ont pas toutes le statut de blessé grave.

Si nous mettons de côté la particularité de l'année 2006 pour les victimes des évènements graves, particularité soulignée au § 4.1.2.b, nous constatons la confirmation d'une tendance croissante de la part des évènements graves plus marquée que celle des victimes des évènements graves.

#### 3.5.2 - Lignes STPG – évènements graves

Ce sont les lignes mises en exploitation au cours de l'année 2006 (cf. § 3.3.1). Le graphique ci-dessous caractérise l'évolution de la part des évènements graves pour ces lignes.



Graphique 25

Pas de tendance marquée sur la période.

**À noter toutefois que la part des évènements graves des lignes STPG présente une progression importante en 2011.**

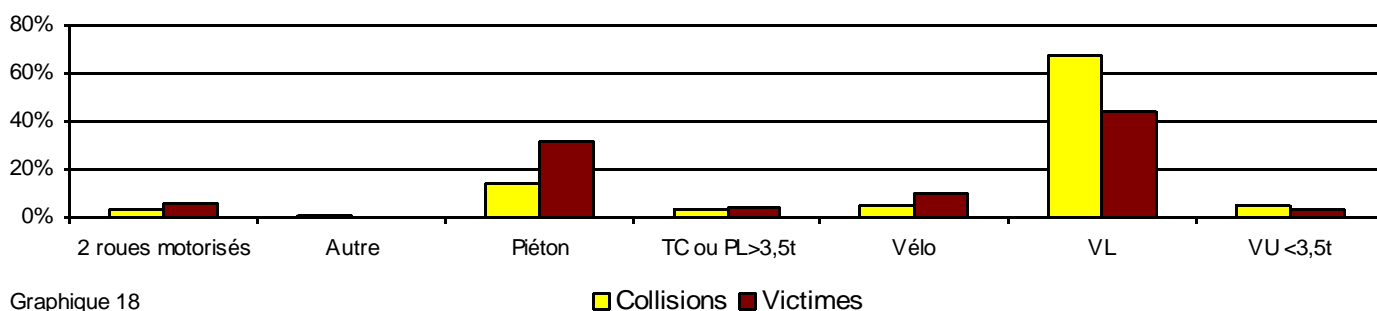
## 4 - Les collisions avec tiers

### 4.1 - Répartition selon les tiers

#### 4.1.1 - Année 2011

Avec 1176 collisions en 2011, les collisions avec tiers représentent 67 % de l'ensemble des événements déclarés et 44 % des victimes.

Le graphique ci-dessous illustre la répartition des collisions et des victimes occasionnées selon le type de tiers.

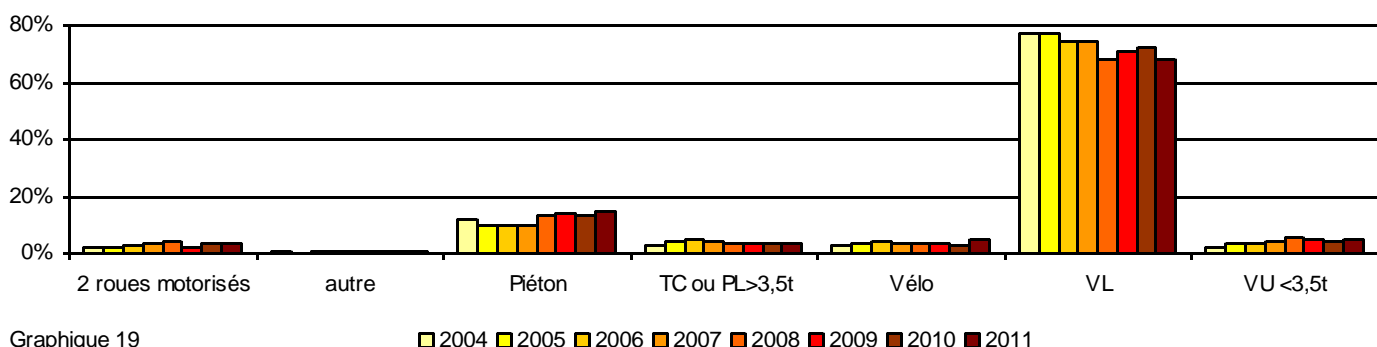


Graphique 18

Les collisions avec les voitures particulières représentent la grande majorité des cas ; **les collisions avec les piétons, beaucoup moins nombreuses, génèrent cependant une part quasi équivalente des victimes.**

#### 4.1.2 - Evolution 2004-2011

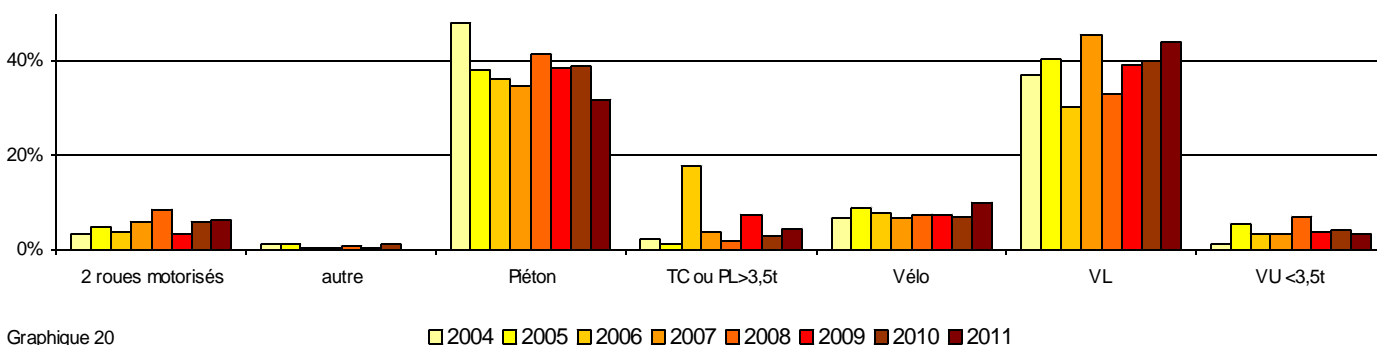
##### 4.1.2.a - Les collisions – résultats d'ensemble



Graphique 19

La variation globale de la répartition des collisions selon les tiers est faible sur la période analysée.

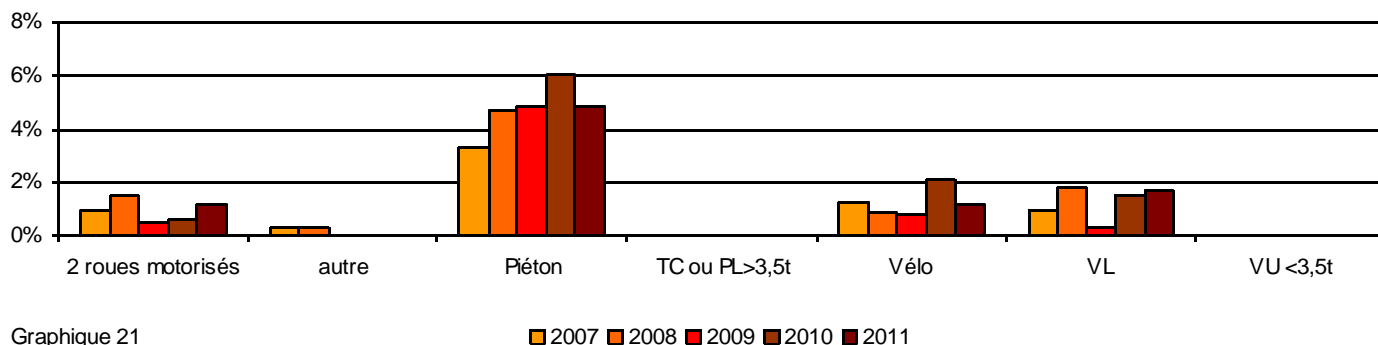
##### 4.1.2.b - Les victimes – résultats d'ensemble



Graphique 20

La répartition des victimes est différente : nous constatons des variations plus marquées pour les piétons et les VL. A noter une particularité en 2006 dans la catégorie transports en commun, poids lourds. Trois collisions avec cette catégorie totalisent 29 victimes.

### 4.1.2.c - Les victimes graves de collisions

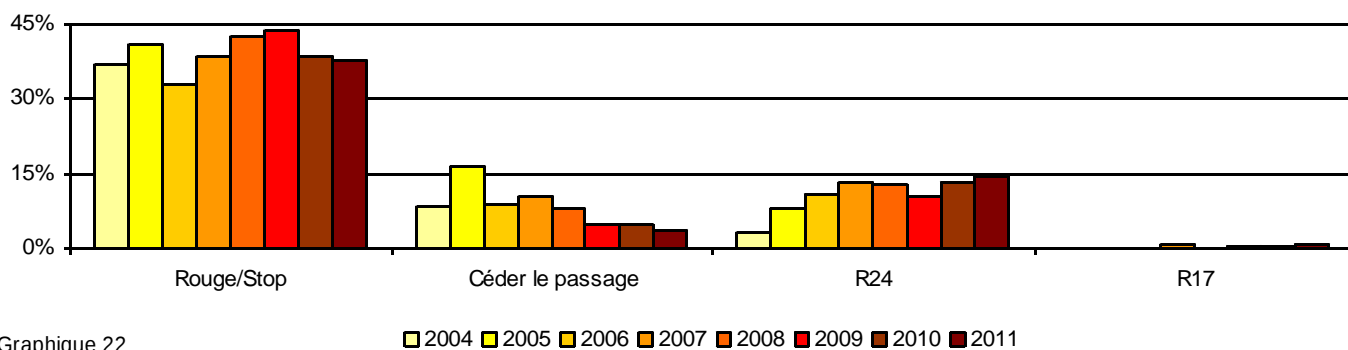


Graphique 21

La part des victimes graves reste à un faible niveau sur la période – moins de 6 % de l'ensemble des victimes pour les piétons. Pour cette catégorie, la plus représentée, la tendance à la hausse constatée jusqu'en 2010 n'est pas confirmée.

## 4.2 - Causes des collisions – évolution 2004-2011

### 4.2.1 - Respect de la signalisation



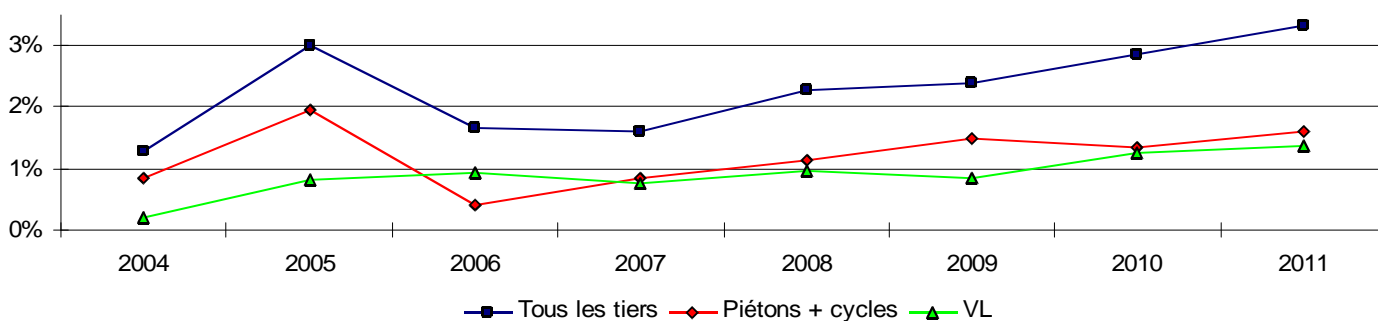
Graphique 22

Il ne ressort pas de tendance significative de l'évolution de la part des franchissements selon les types de signalisation.

Le franchissement de R17 (quelques unités par an) par des conducteurs de tramway reste d'actualité en 2011, même si cette infraction représente une part très faible des causes de collision sur ces cinq dernières années.

### 4.2.2 - Circonstance particulière – présence d'un tramway croiseur

Le graphique ci-dessous présente la part des collisions avec tiers dont les circonstances font apparaître un tramway croiseur.



Cette circonstance reste faible pour l'ensemble des collisions avec tiers, avec moins de 4 % des cas. Nous notons cependant une tendance à la hausse depuis 2007.

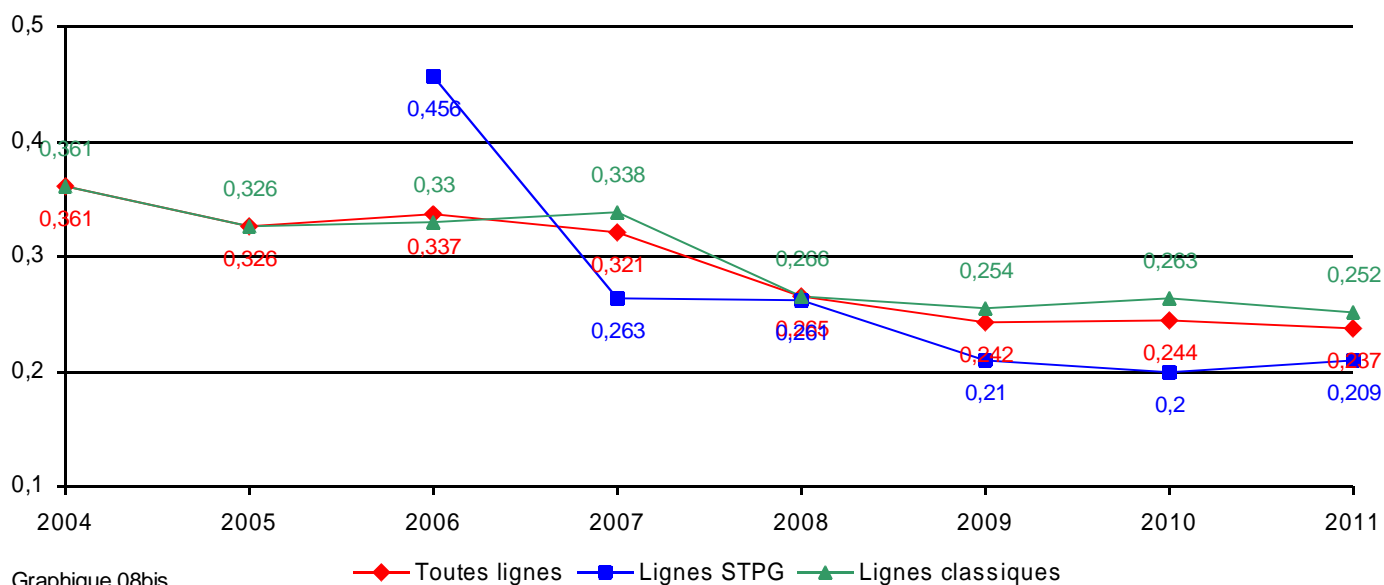
La population des piétons et cyclistes est la plus concernée avec environ la moitié de l'ensemble des tiers.

## 4.3 - Indicateur de suivi des collisions

Nous avons présenté au § 3.3.2 un indicateur de suivi des événements rapportés aux 10 000 km. Nous savons également que tous les réseaux n'adoptent pas les mêmes modalités dans la déclaration de certains événements comme les accidents voyageurs.

En revanche, nous sommes raisonnablement confiants dans l'homogénéité des déclarations collision avec les tiers, tant entre les réseaux que dans leur continuité dans le temps. Un indicateur de suivi des collisions rapportées aux km parcourus nous paraît donc plus pertinent que celui présenté au 3.3.2.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du nombre de collisions aux 10 000 km ; l'évolution propre des lignes STPG, définies au § 3.3, est également représentée.

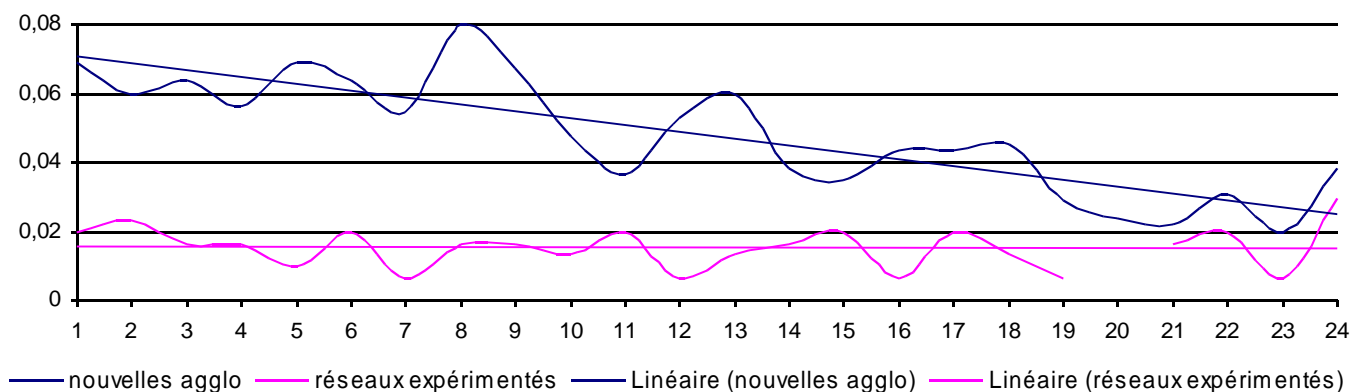


La tendance générale est à la baisse, à remarquer la meilleure « performance » des lignes STPG ces dernières années. En revanche, ces lignes STPG connaissent un léger accroissement de l'indicateur pour l'année 2011.

## 4.4 - Les collisions en début d'exploitation

De nombreuses lignes ont été mises en service ces dernières années, soit dans des agglomérations disposant déjà d'un réseau de tramway (4 agglomérations), soit dans celles pour lesquelles il s'agissait de la première ligne (10 agglomérations).

L'analyse suivante porte sur le nombre des collisions par intersection survenues lors des 24 premiers mois d'exploitation.

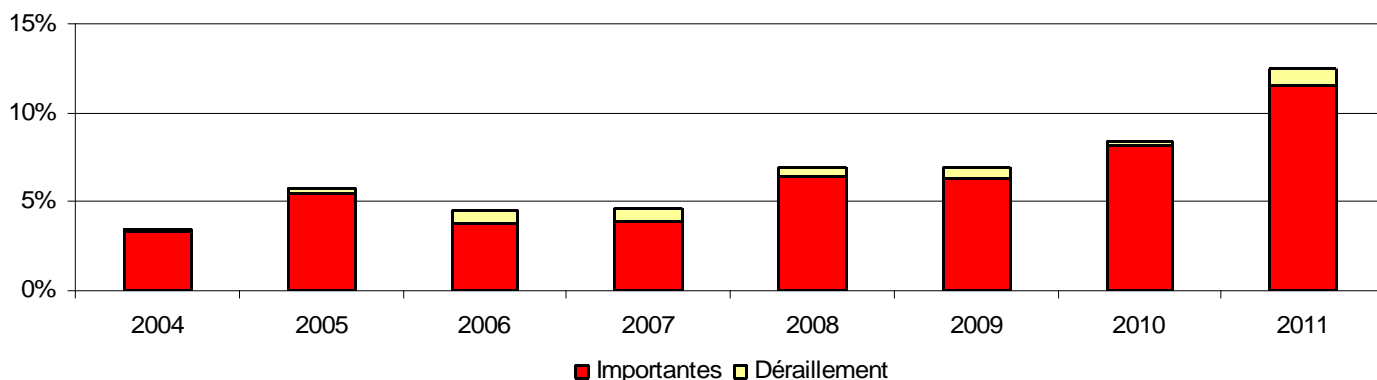


Les nouvelles agglomérations connaissent un ratio triple de celui des agglomérations expérimentées lors du premier mois d'exploitation. Les courbes se rejoignent au bout des 24 mois.

## 4.5 - Conséquences des collisions – évolution 2004-2011

### 4.5.1 - Conséquences matérielles – déraillement

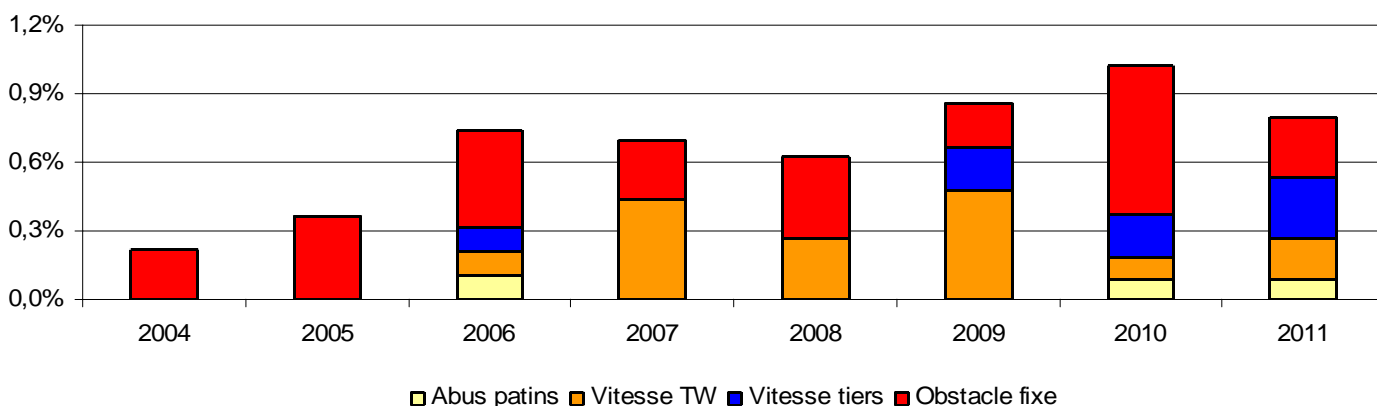
Nous avons vu les conséquences corporelles des collisions avec tiers aux paragraphes précédents. Le graphique ci-dessous illustre les conséquences matérielles des collisions : les conséquences importantes pour les tiers comme pour le système, et le déraillement du tramway.



La part des conséquences matérielles importantes reste inférieure à 15 %, elle a tendance à croître sur la période 2004-2011. La part des déraillements consécutifs à une collision avec un tiers est très faible, moins de 1 %, Elle ne présente pas d'évolution significative sur la période analysée.

### 4.5.2 - Facteurs aggravants

Le graphique ci-dessous représente la part des facteurs aggravants intervenant dans les collisions avec tiers.



**Les collisions avec tiers pour lesquelles un facteur aggravant a été identifié constitue une très faible part de l'ensemble des collisions ; le maximum est atteint en 2010 avec 1 % du nombre total des collisions.**

Quatre facteurs aggravants sont identifiés dans les déclarations des exploitants :

- La catégorie « Abus de patins » désigne les pratiques de freinage consistant à utiliser les patins magnétiques au lieu d'un freinage d'urgence. Cette pratique, en allongeant les temps et distances de freinage, conduit ainsi à des vitesses de tramway supérieures lors des chocs avec les tiers.
- La vitesse tramway est jugée excessive lorsqu'elle dépasse largement la vitesse maximale de la zone considérée ou celle de la consigne à suivre au vu du scénario de l'accident.
- La « vitesse tiers » n'appelle pas de précision.
- Enfin, un « obstacle fixe » aggrave les conséquences d'une collision par coincement du tiers entre l'obstacle et le tramway.

**L'obstacle fixe est le facteur aggravant présent sur toute la période, sans être prépondérant chaque année.**

## 5 - Analyse des configurations

La codification des lignes permet d'analyser la répartition des événements selon les différentes configurations des lignes et ainsi d'identifier la configuration des zones les plus accidentogènes en particulier pour les intersections.

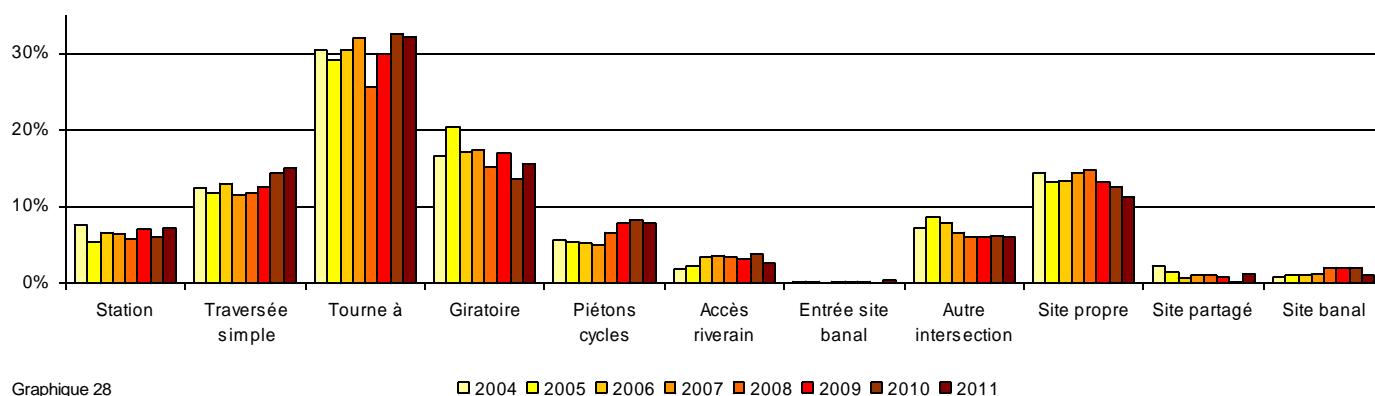
Une nouvelle codification des lignes de tramway a été engagée, mais, comme il est rappelé en introduction, elle a pris du retard et nous sommes aujourd'hui dans une phase de vérification et de correction. La présente analyse n'est donc pas complète et n'exploite pas toutes les possibilités offertes, notamment en matière de comparaison des configurations selon leur signalisation.

Un complément sera apporté au cours du premier semestre 2013 dans cette analyse des configurations.

### 5.1 - Répartition des collisions selon les configurations prédéfinies

#### 5.1.1 - Evolution de la répartition des collisions 2004-2011

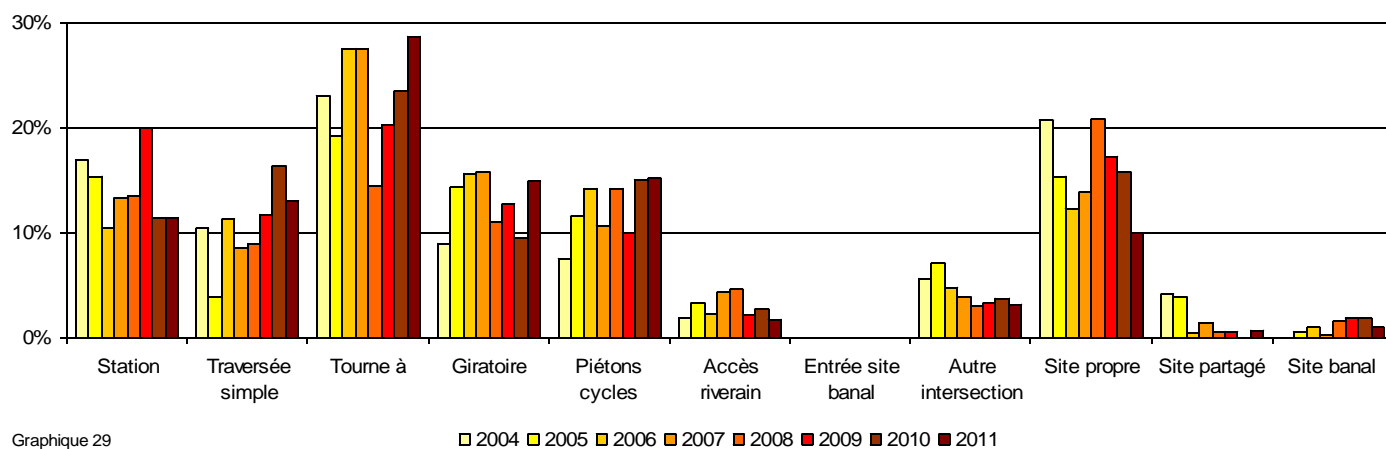
Le graphique ci-dessous représente la répartition des collisions selon onze configurations : l'ensemble des stations regroupées sans distinguer les différents types, sept types d'intersection et trois types de section courante.



Les collisions avec tiers se produisent majoritairement dans les intersections de type « tourne à », les giratoires puis les traversées simples et en site propre.

Nous ne relevons pas de tendance marquée dans l'évolution de cette répartition sur la période.

#### 5.1.2 - Evolution de la répartition des victimes de collision 2004-2011

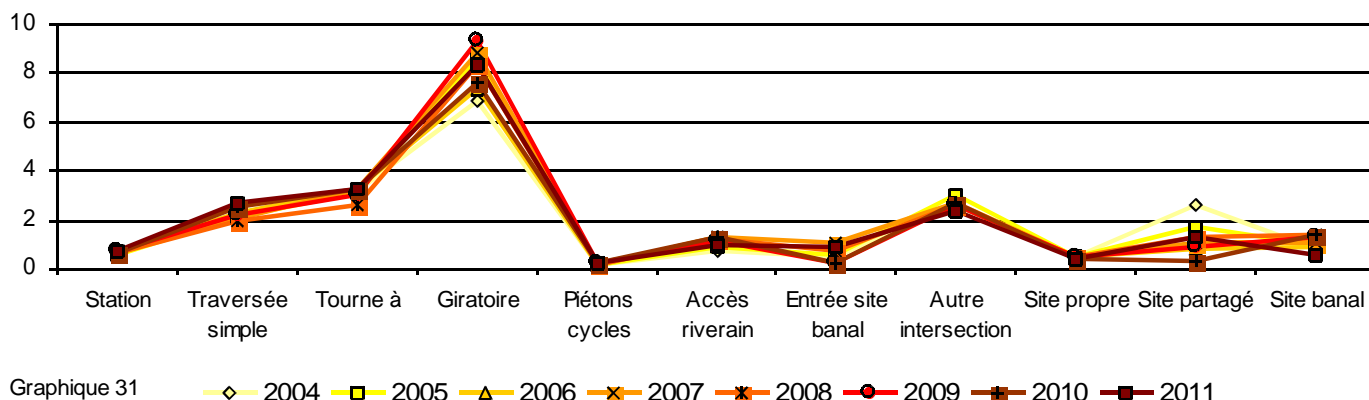


La répartition des victimes est légèrement différente de celle des collisions avec une part plus importante des stations.

Pour l'évolution de la répartition des victimes sur la période considérée, nous ne notons pas non plus de tendance significative.

### 5.1.3 - Répartition relative des collisions selon les configurations

Le graphique ci-dessous représente l'évolution 2004-2011 de la part relative des collisions selon les configurations.



La place des giratoires reste prépondérante dans le risque collision sur l'ensemble de la période.

## 5.2 - Analyse globale des différentes configurations des intersections

La réalisation d'une nouvelle codification doit s'accompagner de la conservation de l'historique des configurations. En effet, au cours de la vie d'un système tramway, son environnement urbain évolue, c'est notamment le cas des intersections dont les caractéristiques ont pu être modifiées : leur géométrie, leur signalisation lumineuse ou autres composantes.

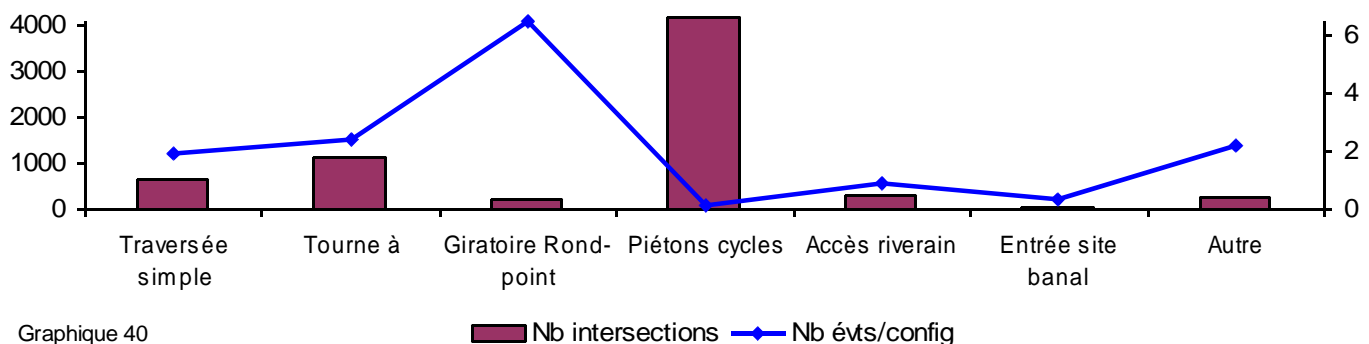
Dans l'ancienne codification, ces modifications étaient prises en compte par ajout de nouvelles sections auxquelles étaient affectés les événements nouveaux.

Les vérifications et corrections évoquées précédemment portent également sur cet historique ainsi que sur la bonne affectation des événements à la configuration des lieux telle qu'elle était au moment où ils sont survenus.

En l'absence d'un retour complet des exploitants de tramway sur ces vérifications, il est donc impossible d'analyser dans le détail les différents types de configuration, par exemple selon le type de leur signalisation lumineuse.

**Cependant, une analyse globale sur la période 2004-2011 est possible et permet d'identifier quelques caractéristiques intéressantes de certaines configurations vis-à-vis de leur accidentalité.**

### 5.2.1 - Ensemble des intersections



Ce graphique complète le précédent en illustrant l'écart important entre le nombre des différents types d'intersection (échelle de gauche).

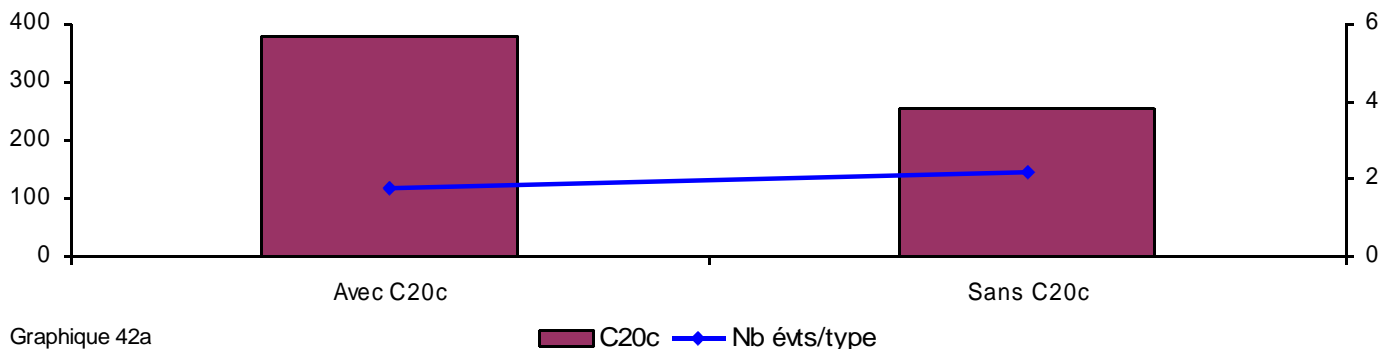
La courbe bleue (échelle de droite) représente pour chaque type d'intersection, le nombre d'événements par intersection pour l'ensemble de la période 2004-2011.

## 5.2.2 - Impact du panneau C20c

Le panneau C20c est un panneau de signalisation de position d'une traversée de tramway. La codification identifie pour certaines intersections « simples » la présence de ce panneau.

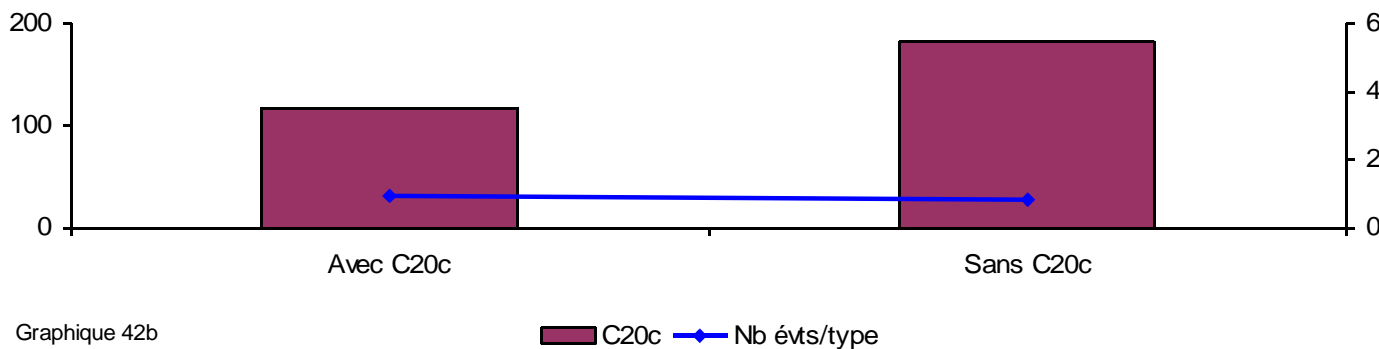
Les graphiques suivants représentent par des barres, le nombre des intersections (échelle de gauche), et par la courbe, le nombre d'évènements par intersection (échelle de droite).

### 5.2.2.a - Traversées simples



Graphique 42a

### 5.2.2.b - Accès riverains



Graphique 42b

Ces deux graphiques illustrent, pour ces types d'intersection, la faible influence de la signalisation statique C20c sur le ratio. Cette indication nous permettra d'évaluer l'impact de la signalisation lumineuse indépendamment de la signalisation statique.

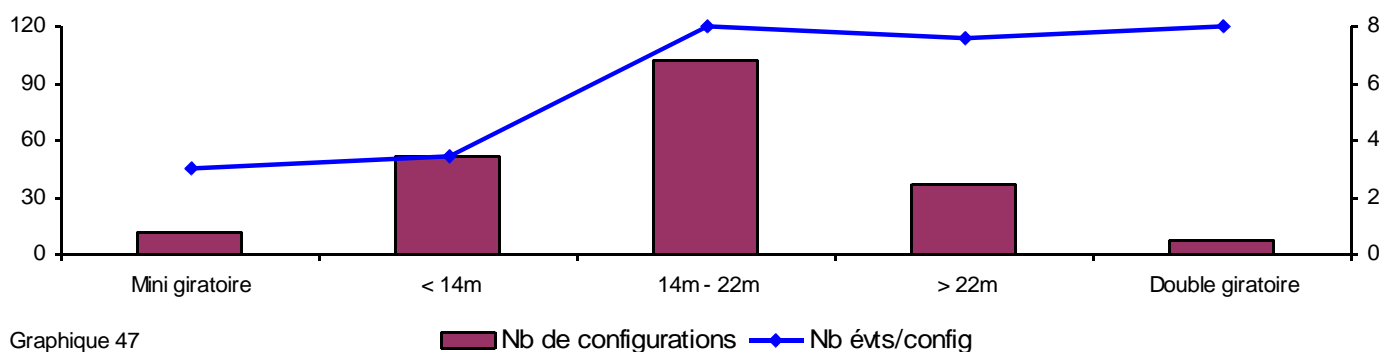
## 5.2.3 - Impact des caractéristiques géométriques des giratoires

### 5.2.3.a - Taille du giratoire

Les giratoires ou ronds-points sont codifiés en cinq catégories principales selon leur taille.

La courbe du nombre d'évènements par type de giratoire du graphique ci-dessous nous permet d'identifier deux « familles » selon la taille : les petits giratoires ( $R < 14m$ ) et les moyens et grands giratoires ( $R > 14m$ ).

Ce graphique met également en évidence le faible nombre des mini giratoires et des doubles giratoires, pour lesquels les éventuelles analyses statistiques devront être interprétées avec prudence.



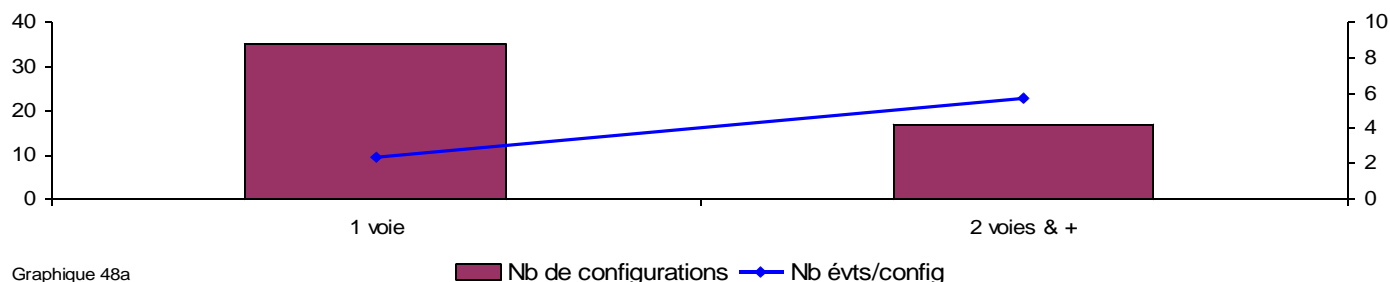
Graphique 47



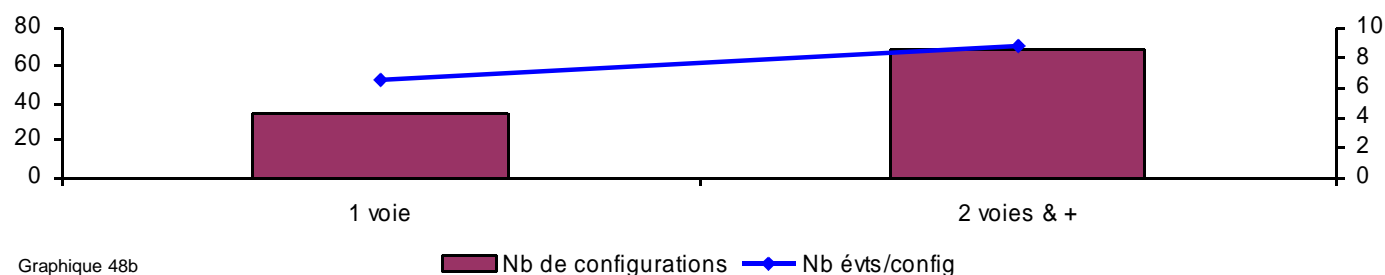
### 5.2.3.b - Taille de l'anneau

Les trois graphiques ci-dessous distinguent le nombre de voies sur l'anneau pour chaque taille de giratoire.

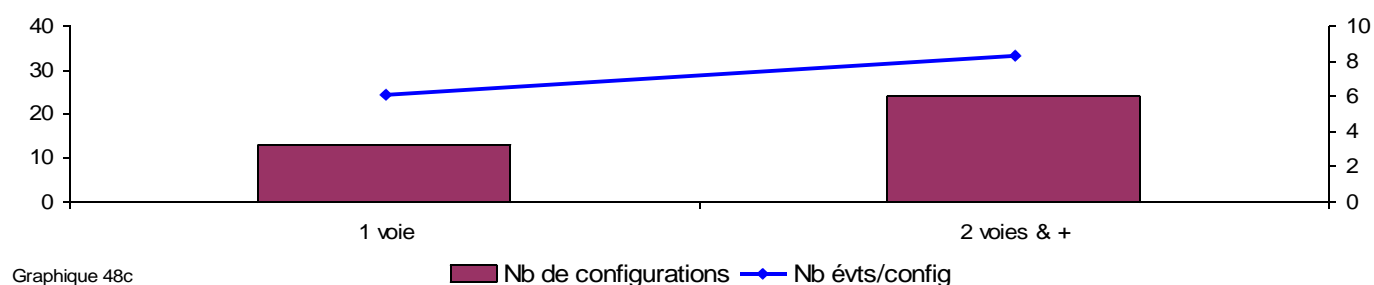
- Giratoires < 14m



- Giratoires 14m – 22m



- Giratoires > 22m

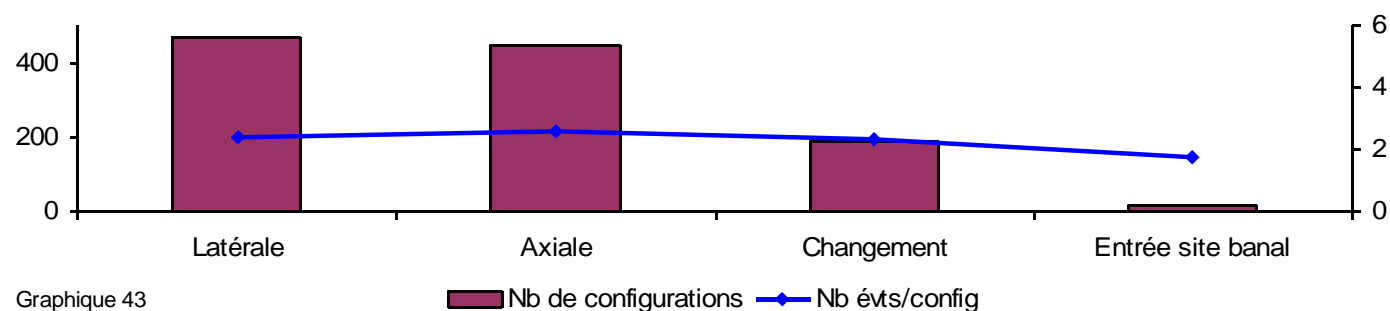


L'impact du nombre de voies d'un giratoire est très semblable pour les giratoires moyens et grands, de rayon supérieur à 14m. Cet impact est légèrement plus marqué pour les petits giratoires de rayon inférieur à 14m.

Les deux familles identifiées précédemment par la taille se trouvent confirmées par la largeur de l'anneau

### 5.2.4 - Impact de la position de la plateforme dans la configuration « Tourne à »

Le graphique ci-après illustre l'impact sur le ratio des événements, de la position de la plateforme des tramways par rapport à la voirie adjacente, dans les intersections « tourne à ».



Pour les intersections de type « tourne à », que la position de la plateforme du tramway soit en site axial, latéral ou qu'elle change de type de site dans l'intersection, **le ratio des événements reste quasiment identique** (entre 2,34 et 2,56 événements par type de configuration).

## **6 - Conclusions**

### **6.1 - Les constantes**

- La répartition des événements selon leur type (accident voyageur, collision avec tiers, etc.)
- La répartition des événements selon les configurations des aménagements.
- La place des giratoires dans les configurations à risque.

### **6.2 - Les satisfactions**

- La faible part des victimes graves : moins de 6 % de l'ensemble des victimes depuis 2007, ainsi que la stabilité des indicateurs pour ces victimes, voyageurs et tiers.
- La stabilité des indicateurs nombre d'évènements et nombre de collisions aux 10 000 km pour l'ensemble des lignes.
- La comparaison avantageuse de cet indicateur avec quelques réseaux bus.
- La faible part des facteurs aggravants, dont les obstacles fixes, dans les collisions avec tiers : moins de 1 % de l'ensemble.

### **6.3 - Les enseignements nouveaux ou les confirmations**

- La part du phénomène « tramway croiseur » est faible dans l'accidentologie : environ 3 % des collisions.
- Cette part est en progression depuis 2007.
- La part des voyageurs victimes de freinages d'urgence liés à la veille reste inférieure à 10 %.
- La part des voyageurs victimes graves de freinages d'urgence est inférieure à 3 %.
- Il existe deux familles principales de giratoire en matière d'accidentologie : les petits giratoires de rayon inférieur à 14 m et ceux de rayon supérieur à 14 m.

### **6.4 - Ce qui reste préoccupant**

- La tendance croissante de la part des événements graves et des victimes de ces événements sur la période 2004-2011.
- La progression de la part des collisions à conséquences matérielles importantes sur cette période.

### **6.5 - Les prochaines analyses**

- Les analyses détaillées des différentes configurations des carrefours porteront notamment sur leur signalisation lumineuse.
- Elles devraient pouvoir intervenir dans le courant du premier semestre 2013.





**Service Technique des Remontées Mécaniques  
et des Transports Guidés**

1461 rue de la piscine

Domaine Universitaire

38400 Saint Martin d'Hères  
Tél. : 04 76 63 78 78  
Fax : 04 76 42 39 33

