

Etude de sécurité aux passages à niveau pour les projets de réouverture de ligne au trafic voyageurs

Guide

Version 2 du 31-01-2011

Applicable à partir du : attente décision DGITM

RFF

**(NG IF 3 D 1 n°1)
RFN-NG-IF 03 D-01-n°001**



Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1. OBJET DU DOCUMENT..... | 4 |
| 2. PROJETS CONCERNÉS..... | 4 |
| 3. MÉTHODE GÉNÉRALE..... | 4 |
| Phase 1 : fixer l'objectif de sécurité..... | 5 |
| Phase 2 : évaluer les risques..... | 5 |
| Phase 3 : traiter les traversées..... | 5 |
| Phase 4 : contrôler les résultats..... | 6 |
| ANNEXE 1 : | 7 |
| MÉTHODE DÉTAILLÉE D'ANALYSE DES RISQUES..... | 7 |
| 1. OBJECTIF DE SÉCURITÉ..... | 7 |
| 1.1. Un objectif de sécurité pour l'ensemble des traversées de la ligne..... | 7 |
| 1.2. Un niveau de risque à ne pas dépasser pour chaque PN conservé..... | 7 |
| 2. MÉTHODE D'ÉVALUATION DES RISQUES..... | 8 |
| 3. TRAITEMENT DES TRAVERSÉES..... | 9 |
| 3.1. Suppression de PN..... | 9 |
| 3.2. Améliorer les PN conservés..... | 9 |
| 3.3. Niveau d'équipement minimum des PN conservés sur la ligne..... | 10 |
| 3.4. Niveau de risque global résiduel pour la ligne..... | 10 |
| 4. CONTRÔLE DU NIVEAU DE RISQUE APRÈS MISE EN SERVICE DE LA LIGNE..... | 10 |
| ANNEXE 2 :..... | 12 |
| MÉTHODE D'ÉVALUATION..... | 12 |
| DU NIVEAU DE RISQUE A PRIORI..... | 12 |
| 1. Présentation de la méthode..... | 12 |
| 2. Déclinaison de la méthode aux différentes familles de PN..... | 14 |
| ANNEXE 3 :..... | 27 |
| MESURES D'AMÉLIORATIONS PROPOSÉES..... | 27 |
| 1. Mesures de prévention..... | 27 |
| 2. Mesures de protection..... | 27 |
| ANNEXE 4 :..... | 28 |
| CALIBRATION DE LA MÉTHODE D'ESTIMATION QUALITATIVE DE L'OCCURRENCE..... | 28 |
| 1. Pour les PN en agglomération..... | 28 |
| 2. Pour les PN hors agglomération..... | 29 |
| 3. Pour les PN de champ à SAL..... | 30 |
| 4. Pour les PN privés et PN piétons..... | 31 |
| Élaboration - RFF..... | 1 |
| Textes remplacés..... | 2 |
| Textes abrogés..... | 2 |

| | |
|-----------------------------|---|
| Textes de référence..... | 2 |
| Textes Interdépendants..... | 2 |
| Distribution..... | 2 |
| Résumé..... | 2 |

1. Objet du document

Dans le cadre du plan d'amélioration de la sécurité des passages à niveau présenté par le Secrétaire d'Etat chargé des Transports le 26 juin 2008, l'Etat a rappelé la nécessité de maîtriser strictement les risques d'accidents liés à la traversée d'une ligne ferroviaire par les usagers de la route, lorsque cette ligne est réouverte aux services voyageurs.

Un tel projet de réouverture doit donc envisager dans un premier temps la suppression de tous les passages à niveau (PN) sur la ligne concernée. Si cette suppression rend irréalisable le projet de réouverture, une étude de sécurité est conduite pour déterminer dans quelles conditions peuvent être conservés certains PN de la ligne. Ce guide présente la méthode à suivre pour conduire cette étude de sécurité. Elle a été testée sur deux projets, puis présentée et validée par la DGITM.

Ce guide est applicable sur la période 2010 à 2015. A l'issue de cette première période d'application, RFF procédera à une réévaluation de la méthode.

2. Projets concernés

Cette méthode est applicable à l'ensemble des projets de réouverture de ligne au service voyageurs qu'il s'agisse :

- de lignes fermées à tout trafic,
- ou de lignes avec du trafic fret lent et faible, c'est-à-dire dont la vitesse est inférieure ou égale à 40 km/h et avec un maximum de 2 trains par jour.

Elle ne s'applique pas aux projets de réouverture de ligne avec du matériel de type tram-train, ces matériels ayant des capacités de freinage bien supérieures aux trains classiques. Pour ces projets, la DGITM propose d'aménager la ligne ou les PN (notamment en ajoutant une signalisation à destination du conducteur de tram-train pour lui signaler toute anomalie de type non fermeture d'une barrière, bris de barrière, voire obstacle sur le PN) pour que la vitesse de choc en cas d'accident entre un tram-train et un véhicule routier soit inférieure ou égale à 40 km/h.

Cette méthode concerne la phase d'études préliminaires et son application nécessite la validation par un Expert ou Organisme Qualifié Agrée (EOQA).

3. Méthode générale

Lorsque la suppression de tous les PN de la ligne rend irréalisable le projet de réouverture, ce projet doit satisfaire l'exigence de sécurité visant à maîtriser strictement les risques d'accidents liés à la traversée de la ligne ferroviaire concernée par les usagers de la route.

Plus précisément, l'exigence de sécurité est formulée comme suit : le risque de décès aux PN doit être dix fois plus faible que le risque constaté sur les lignes ferroviaires équivalentes (définies comme étant les lignes circulées à des vitesses comprises entre 90 et 140 km/h et parcourues par au minimum 30 trains par jour).

Le respect de cette exigence suppose de canaliser les principaux flux de véhicules et de piétons sur quelques ouvrages dénivelés, éventuellement à créer à la place de passages à niveau, et ainsi de limiter l'utilisation des PN maintenus aux traversées ne présentant que très peu de risques. Le risque résiduel après suppression / amélioration des passages à niveau doit alors être inférieur au niveau de risque précité.

Pour déterminer les améliorations à apporter aux passages à niveau maintenus, il est tenu compte des préconisations du SETRA.

Après la mise en service de la ligne, il est nécessaire de vérifier l'atteinte de l'objectif de sécurité.

La méthode comporte 4 phases et est détaillée en annexe 1.

Phase 1 : fixer l'objectif de sécurité

Compte tenu des statistiques d'accidents des dix dernières années (nombre de décès aux passages à niveau par an et par km de ligne), le niveau de risque résiduel pour l'ensemble des traversées de la ligne réouverte doit être inférieur à $3,10^{-4}$ par an et par kilomètre de ligne réouverte.

De plus, chaque traversée ne doit pas présenter un risque supérieur au risque moyen d'un passage à niveau du RFN, soit $5,10^{-3}$ par PN et par an.

Phase 2 : évaluer les risques

Le risque est par définition l'occurrence multipliée par la gravité.

Cette phase consiste à évaluer le niveau de risque a priori (occurrence et gravité) de chaque PN de la ligne s'il était rouvert, en prenant un niveau de trafic estimé à moyen terme (minimum 30 trains / jour).

La méthode d'évaluation des risques (voir annexe 2) combine :

- une méthode quantitative : en se basant sur l'historique des accidents sur le réseau ferré national (RFN), on évalue, pour chaque PN, l'occurrence et la gravité d'une collision à partir du moment du PN et de la vitesse des trains ;
- complétée par une méthode qualitative : on adapte l'occurrence calculée d'une collision à la configuration du PN et de ses abords ; ainsi, sur la base d'un diagnostic du PN, on évalue les risques liés à la vitesse d'approche, à la visibilité, aux remontées de files, à la géométrie et aux piétons.

Phase 3 : traiter les traversées

Une fois le niveau de risque de chaque PN évalué ex ante, le risque global pour la ligne est calculé, en faisant la somme des risques individuels, puis comparé au niveau de risque déduit de l'objectif de sécurité de la ligne.

Pour maintenir le risque total de la ligne en dessous du niveau admis, il est nécessaire de traiter les différents PN, en optimisant les risques et les coûts, c'est-à-dire : supprimer les PN les plus risqués en les remplaçant pas des ouvrages dénivelés, faire des suppressions simples en aménageant des routes de déviation, et enfin améliorer ceux conservés (voir annexe 3).

Cette phase de traitement des passages à niveau est une démarche itérative, qui nécessite, entre autre, de tenir compte des reports de trafics routier sur un passage à niveau conservé en cas de fermeture simple d'un passage à niveau.

Chaque PN conservé devra avoir un niveau d'équipement élevé (signalisation automatique avec barrières, ...) et son niveau de risque ne devra pas dépasser le risque moyen des PN du RFN.

Phase 4 : contrôler les résultats

Entre six mois et deux ans après la mise en service de la ligne, RFF réalise une étude de comportement sur chaque PN conservé pour vérifier les évaluations *ex ante*. En cas d'écart, des mesures complémentaires sont à mettre en œuvre, voire des mesures conservatoires immédiates, par exemple réduire la vitesse des trains, en attendant la mise en œuvre de mesures plus « lourdes ».

Ces contrôles *ex post* sont un engagement du maître d'ouvrage à expliciter avec l'ensemble de la démarche, notamment, en enquête publique.

Annexe 1 :

méthode détaillée d'analyse des risques

1. Objectif de sécurité

Chaque ligne réouverte au service voyageurs doit présenter très peu de risques d'accidents liés à la traversée de la ligne par les usagers de la route et les piétons. De la même manière, cette ligne ne doit pas modifier la tendance à la baisse du nombre d'accidents aux passages à niveau du réseau ferré national.

1.1. Un objectif de sécurité pour l'ensemble des traversées de la ligne

L'objectif de sécurité pour l'ensemble des traversées de la ligne réouverte s'exprime comme suit : le risque de décès aux traversées aux PN doit être dix fois plus faible que celui observé sur une ligne ferroviaire équivalente.

Une ligne équivalente est définie comme une ligne à trafic voyageurs dont la vitesse de circulation est comprise entre 90 et 140 km/h (qui correspond aux vitesses des lignes faisant l'objet d'un projet de réouverture), avec un minimum de 30 trains par jour (trafic minimum fixé pour évaluer les risques).

La valeur du niveau à ne pas dépasser est calculée à partir des données statistiques sur 10 ans sur le nombre de décès par an et par km de ligne aux passages à niveau :

- soit un niveau de $3,3 \cdot 10^{-4}$ par an et par km de ligne réouverte.

1.2. Un niveau de risque à ne pas dépasser pour chaque PN conservé

Pour chaque traversée, le niveau de risque ne doit pas dépasser le risque moyen d'un PN du RFN.

En tenant compte des données statistiques sur le nombre de décès par an aux PN du RFN (sur 10 ans), le risque pour chaque PN conservé doit être inférieur à $5 \cdot 10^{-3}$ par an.

2. Méthode d'évaluation des risques

La méthode permet d'évaluer, a priori, le risque pour chaque PN une fois la ligne réouverte, en partant du principe que chaque PN conservé est amélioré sous l'angle de la sécurité.

Pour évaluer les risques, il faut estimer les trafics routiers et ferroviaires 10 ans après la réouverture de la ligne (dans tous les cas, le nombre de trains minimum à prendre en compte est de 30 trains / jour).

L'analyse des bases de données accidents montre que le nombre d'accidents dépend du moment du PN ainsi que de la vitesse des trains.

Les différentes études d'accidentologie (CETE, INRETS, ...) montrent en outre que les causes principales d'accidents de la circulation sont la vitesse d'approche (des véhicules), la visibilité du PN, les remontées de files, le profil en long et le tracé en plan. A cette énumération, il faut ajouter la problématique des piétons.

La méthode d'évaluation combine :

- une méthode quantitative : en se basant sur les données statistiques des PN du RFN (sur 10 ans) pour évaluer, pour chaque passage à niveau, l'occurrence et la gravité d'une collision à partir du moment et de la vitesse des trains ;
- complétée par une méthode qualitative : pour adapter l'occurrence calculée d'une collision à la configuration du passage à niveau, ses abords et ainsi estimer les risques liés à la vitesse d'approche, la visibilité, les remontées de files, la géométrie et aux piétons. Ces risques sont évalués sur la base d'un diagnostic de chaque PN (grille SETRA). La méthode qualitative a été « calibrée » sur plus de 60 PN ouverts à la circulation des trains (voir annexe 4).

L'ensemble permet de déterminer un niveau de risques « complet » pour chaque PN de la ligne dont le résultat est présenté dans le tableau suivant :

| Risque | | Gravité | | | |
|------------|-------|------------|---------------|---------------|--------------|
| | | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 |
| Occurrence | 0,100 | Acceptable | Inaccep-table | Inaccep-table | Inacceptable |
| | 0,050 | Acceptable | Acceptable | Inaccep-table | Inacceptable |
| | 0,010 | Acceptable | Acceptable | Acceptable | Inacceptable |
| | 0,001 | Acceptable | Acceptable | Acceptable | Acceptable |

Chaque passage à niveau conservé doit être « vert », c'est-à-dire avec un risque acceptable.

La méthode détaillée est présentée en annexe 2.

3. Traitement des traversées

Cette phase doit permettre d'optimiser les risques et les coûts du projet de façon itérative, c'est-à-dire soit supprimer les PN lorsqu'il est possible d'aménager une route de déviation (tenir compte de l'augmentation du trafic routier en cas de report sur un PN conservé), soit supprimer les PN les plus risqués en les remplaçant par des ouvrages dénivelés, pour que le risque total de la ligne soit inférieur au niveau maximal.

3.1. Suppression de PN

Supprimer les PN les plus « risqués », c'est-à-dire ceux « inacceptables », en général par construction d'un ouvrage dénivelé :

- l'évaluation des risques permet de cibler les PN les plus « risqués » : ceux qui resteraient « inacceptables », même après amélioration ;
- l'objectif est d'estimer la faisabilité technique et le coût des suppressions des PN « inacceptables ».

Supprimer les PN lorsqu'il est possible d'effectuer une déviation routière :

- l'objectif est d'identifier tous les PN proches d'un autre PN ou d'un ouvrage dénivelé avec des trafics routiers faibles (tenir compte des reports de trafic routier en cas de déviation sur un PN conservé) ;
- identifier également les PN inutilisés.

Cas particulier des PN privés :

- les autorisations d'utilisation des PN privés sont accordées à titre précaire. RFF peut donc retirer ce droit à tout moment en application des conventions en vigueur. Il est proposé de chercher à supprimer le maximum de PN privés en procédant à des suppressions simples dans les projets de réouverture de ligne, sauf « enclavement naturel » ;
- les PN privés sans convention nécessitent un traitement au cas par cas.

Cas particulier des PN préoccupants :

- ces PN présentent les risques les plus élevés sur le RFN ;
- les critères et la liste sont établis en commun par l'Etat, RFF et la SNCF et validés par l'Instance Centrale des PN :
 - 3 collisions ou plus sur 10 ans ;
 - ou 15 bris de barrières ou plus sur 10 ans ;
 - ou 11 bris de barrières et 1 collision sur 10 ans ;
 - ou 10 bris de barrières et 2 collisions sur 10 ans ;
 - ou moment supérieur à 1 000 000.
- tout PN qui, dans un projet de réouverture, répondrait a priori aux critères des PN préoccupants, est à supprimer avant la réouverture.

3.2. Améliorer les PN conservés

Trouver des solutions d'amélioration pour les PN conservés, et évaluer les risques après amélioration :

- les PN conservés doivent être améliorés et leur niveau de risque doit être acceptable ;
- si les mesures ne sont pas suffisantes, il convient de supprimer le PN.

Des mesures d'amélioration sont à mettre en œuvre pour réduire l'occurrence des collisions (mesures de prévention) ou pour réduire la gravité (mesures de protection).

Le diagnostic selon la grille du SETRA, ainsi que l'évaluation qualitative de l'occurrence, permettent d'identifier les situations à risques du PN.

Des solutions adaptées à chaque PN doivent être définies en utilisant les recommandations des guides et notes SETRA (guide SETRA de 2006 pour les PN proches de giratoires et la note SETRA n°128 de décembre 2008 sur l'amélioration de la sécurité des PN), puis l'occurrence du risque après mise en œuvre des solutions d'amélioration doit être réévaluée.

Voir le détail en annexe 3.

3.3. Niveau d'équipement minimum des PN conservés sur la ligne

RFF propose d'équiper chaque PN conservé avec un niveau d'équipement élevé. Tous les PN seront ainsi équipés :

- SAL2 ou SAL4, quels que soient les trafics (pas de PN à croix de St André) ;
- avec des feux à diodes ;
- avec de la télésurveillance, y compris bris de barrières ;
- avec des îlots séparateurs de sens (si techniquement possible) ;
- avec les mesures préconisées dans la note SETRA de décembre 2008 (note 128) ou le guide SETRA de 2006 (PN proches de giratoires), adaptées à chaque PN (îlot, PMV, potence, ralentisseurs, ...).

3.4. Niveau de risque global résiduel pour la ligne

Le risque résiduel total est évalué après suppression / amélioration des passages à niveau ; il est égal à la somme des risques résiduels de chaque PN conservé. Ce nouveau niveau de risque doit être inférieur au niveau maximal admis.

4. Contrôle du niveau de risque après mise en service de la ligne

Avant la mise en service de la ligne, il est recommandé de lancer une campagne d'information / prévention sur les risques aux passages à niveau auprès des riverains, des écoles, des autorités responsables et des entreprises assurant les transports en commun, les transports scolaires, ...

Puis, entre six mois et deux ans après la mise en service, RFF, en associant les gestionnaires routiers, doit réaliser des études de comportement sur chaque PN conservé pour vérifier les évaluations ex ante :

- études à réaliser par un bureau d'études indépendant (CETE ou autre) en utilisant la grille de diagnostic élaborée par le SETRA ;

- avec collecte de données (caméras, comptages, vitesses) durant deux semaines en général par PN, et analyse des données collectées.

En cas d'écart, des mesures complémentaires sont à mettre en œuvre, voire des mesures conservatoires immédiates, par exemple réduire la vitesse des trains en attendant la mise en œuvre de mesures plus lourdes.

Ces contrôles sont un engagement du maître d'ouvrage à présenter avec l'ensemble de la démarche, par exemple, en enquête publique,

Annexe 2 : méthode d'évaluation du niveau de risque a priori

1. Présentation de la méthode

1.1. Méthode quantitative

La population des PN est segmentée en familles homogènes en termes de trafics (routiers et ferroviaires) et de type de PN (essentiellement lié à la configuration du PN, à la route et au niveau d'équipement du PN) :

- PN en agglomération, de type SAL2 ;
- PN hors agglomération (en général sur RD), de type SAL2 ;
- PN de « champ », de type SAL2 ;
- PN piétons ;
- PN privés ;
- PN préoccupants.

Chaque PN de la ligne doit faire l'objet d'un diagnostic (selon la grille SETRA) qui permet de le classer dans l'une des familles précédentes.

1.1.1 Calcul de l'occurrence

Pour chaque famille, le nombre de collisions issu des statistiques a été analysé et modélisé en fonction des trafics (moment) et de la vitesse de la ligne (en km/h). Les courbes historiques ainsi que les modèles numériques sont présentés ci-après.

En général, le nombre de collisions inclut les bris de barrières pour augmenter le nombre de données historiques. La règle suivante a été appliquée : 10 bris de barrières = 1 collision (en moyenne il y a 115 collisions par an sur le RFN et environ 1 000 bris de barrières).

1.1.2 Calcul de la gravité

La gravité du PN est obtenue, de la même façon, en fonction de la vitesse des trains à ce PN : analyse des courbes historiques puis modélisation. La règle suivante a été appliquée : 10 blessés hospitalisés = 1 tué (pour rappel, les tués sont comptabilisés dans les 30 jours suivant l'accident et les blessés hospitalisés lorsque l'hospitalisation est de plus de 24 heures).

1.2. Méthode qualitative

Nous proposons d'utiliser le diagnostic (grille SETRA) réalisé sur chaque PN pour adapter l'occurrence du risque à la configuration de chaque PN et à ses abords. Puis chaque passage à niveau est amélioré pour qu'il ne subsiste plus de point dur (voir note et guide SETRA).

Une fois le diagnostic effectué et les améliorations définies, l'occurrence du risque du PN est évaluée à partir d'une cotation des grandes causes d'accidents à chaque PN en utilisant le

tableau de cotation des risques ci-dessous (méthode inspirée de celle proposée par le CETE du Sud Ouest) :

| Note Critère | 0 | Adaptée à chaque famille | Adaptée à chaque famille | Adaptée à chaque famille |
|---|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------|
| Vitesse d'approche réelle des véhicules (estimée en km/h) | <= 30 | 30 à 50 | 50 à 90 | >= 90 |
| Visibilité du PN | Bonne (avancée et position) | Signalisation de position dégradée mais traitée, avancée bonne | / | / |
| Risque de remontée de files | Non, pas de remontée | Exceptionnel ou risque traité | Quelques arrêts sur le PN par jour | / |
| Profil en long / tracé en plan, notamment pour les PL | Plat, en ligne droite, bonne largeur | En pente, bons profils ou profils traités | Tracé en plan difficile mais traité | / |
| Cheminement piétons / modes doux | Pas de piétons | Piétons et bonne prise en compte de la traversée et du cheminement | Piétons avec accès quai sécurisé | / |

Les causes d'accident ainsi que les notes sont adaptées à chaque famille de PN.

Puis, la somme des notes permet d'ajuster l'occurrence calculée à partir des modèles numériques, selon la configuration et les abords de chaque PN, en utilisant un tableau adapté à chaque famille, dont un exemple est donné ci-dessous :

| Note suite diagnostic | Ajustement de l'occurrence calculée |
|-----------------------|-------------------------------------|
| de 0 à 2 | Diviser par 10 |
| de 3 à 5 | Diviser par 2 |
| de 6 à 7 | Neutre |
| de 8 à 10 | Multiplier par 2 |
| 11 et plus | Multiplier par 10 |

1.3. Synthèse du risque par PN

L'évaluation de l'occurrence et de la gravité pour un PN donné, permet ensuite d'estimer le niveau de risque du PN : risque = occurrence X gravité.

Chaque PN est inscrit dans la matrice de criticité suivante :

| Risque | | Gravité | | | |
|------------|-------|------------|---------------|---------------|--------------|
| | | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 |
| Occurrence | 0,100 | Acceptable | Inaccep-table | Inaccep-table | Inacceptable |
| | 0,050 | Acceptable | Acceptable | Inaccep-table | Inacceptable |
| | 0,010 | Acceptable | Acceptable | Acceptable | Inacceptable |
| | 0,001 | Acceptable | Acceptable | Acceptable | Acceptable |

2. Déclinaison de la méthode aux différentes familles de PN

2.1. Risques pour les PN en agglomération de type SAL2

Description de la famille :

- ce sont des PN publics, situés en agglomération, sur une route en général limitée à 50 km/h, voire moins, quel que soit le type de route (VC, RD ou RN) ;
- ils sont équipés d'une signalisation de type SAL2 (signalisation automatique et lumineuse avec 2 demi-barrières) ;
- il y a 3 051 PN de ce type (hors PN fermés au trafic commercial des trains) ;
- le moment moyen pour ces PN est de 36 400 ;
- accidents sur 10 ans : 411 collisions avec un train, 2106 bris de barrières, 128 tués, 58 blessés graves.

2.1.1. Estimation de l'occurrence

2.1.1.1 Estimation de l'occurrence selon la méthode quantitative

Le nombre d'accidents dépend essentiellement du moment et dans une moindre mesure de la vitesse des trains. Une analyse de régression multiple linéaire a permis de déterminer la part de chacun des paramètres moment et vitesse :

- moment : 84%
- vitesse : 16%

Le nombre de collisions en fonction du moment et de la vitesse des trains est calculé en faisant la moyenne pondérée de l'estimation de l'occurrence en fonction du moment et de l'estimation de l'occurrence en fonction de la vitesse.

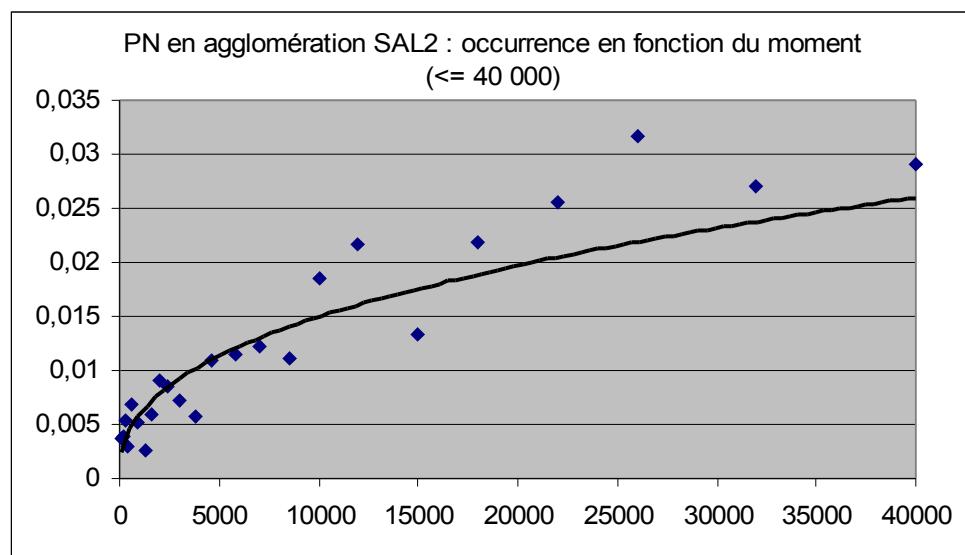
Les formules suivantes permettent de calculer le nombre de collisions :

- pour les moments inférieurs à 40 000 :
 - nb collisions par an = $3,33 \cdot 10^{-4} \times \text{Moment}^{0,3987} + 3,64 \cdot 10^{-5} \times V_{trains}$
- pour les moments supérieurs à 40 000 :
 - nb collisions par an = $1,67 \cdot 10^{-4} \times \text{Moment}^{0,4529} + 3,64 \cdot 10^{-5} \times V_{trains}$

a. Détail de l'estimation de l'occurrence en fonction du moment

Pour les PN dont le moment est inférieur ou égal à 40 000 :

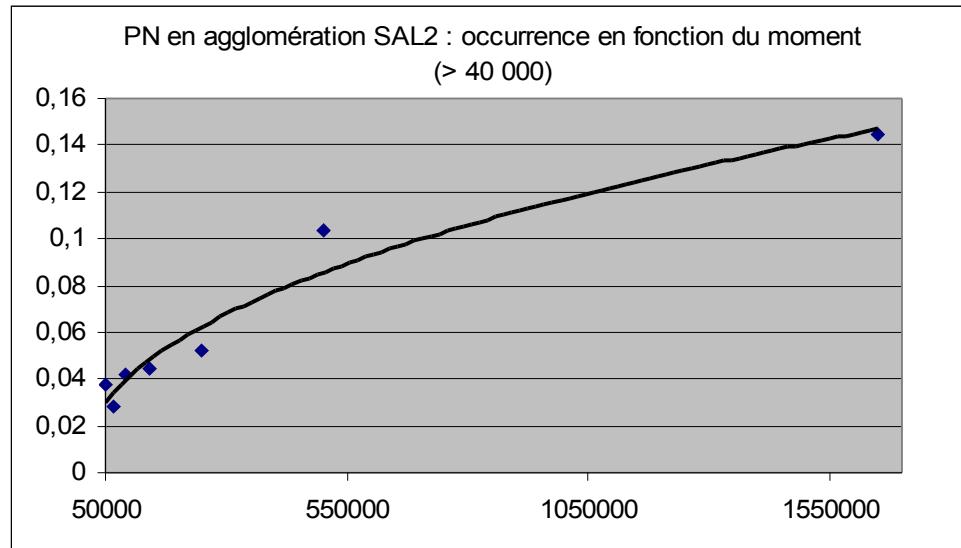
Le nuage de points ci-dessous correspond au nombre de collisions par PN et par an en fonction de classes de moments, basé sur l'historique des accidents du RFN sur 10 ans. La courbe de régression est obtenue en utilisant une fonction « puissance » qui paraît la mieux adaptée.



Modèle numérique du nombre de collisions pour les moments inférieurs à 40 000 :

- coefficient de régression : 0,86
- nombre de collisions par an = $3,96 \cdot 10^{-4} \times \text{Moment}^{0,3987}$

Pour les PN dont le moment est supérieur à 40 000 :

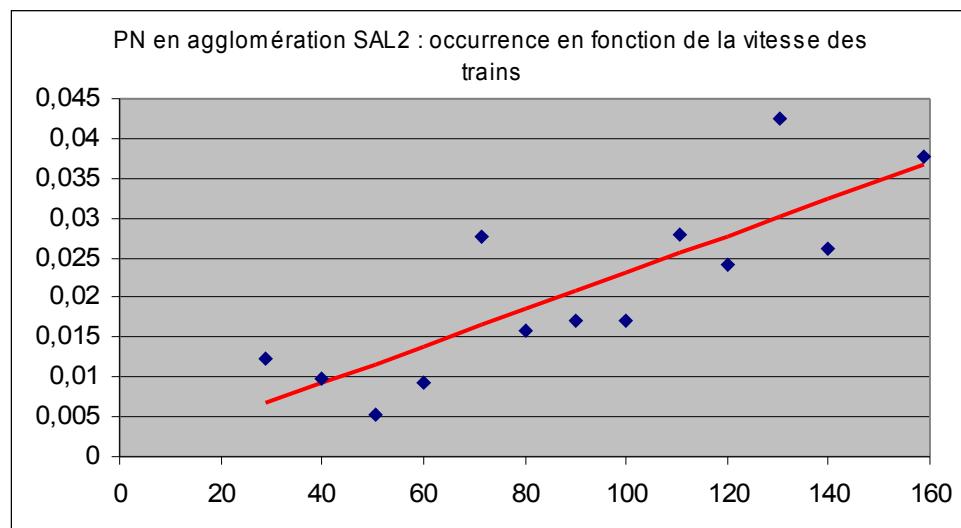


Modèle numérique du nombre de collisions pour les moments supérieurs à 40 000 :

- coefficient de régression : 0,92
- nombre de collisions par an = $1,98 \cdot 10^{-4} \times \text{Moment}^{0,4529}$

b. Détail de l'estimation de l'occurrence en fonction de la vitesse des trains

Le nuage de points ci-dessous correspond au nombre de collisions par PN et par an en fonction de la vitesse des trains (en km/h), basé sur l'historique des accidents du RFN sur 10 ans. La droite de régression semble être le modèle le mieux adapté.



Modèle numérique du nombre de collisions en fonction de la vitesse des trains :

- coefficient de régression : 0,97
- variable : 0,000231
- nombre de collisions par an = $2,29 \cdot 10^{-4} \times Vtrains$

2.1.1.2. Estimation de l'occurrence selon la méthode qualitative

Les causes d'accidents pour les PN en agglomération sont :

- la mauvaise visibilité du PN ;
- les remontées de files ;
- le tracé en plan, voire le profil en long ;
- la problématique piétonne ;
- et dans une moindre mesure la vitesse d'approche.

Nous proposons d'adapter l'occurrence calculée à chaque PN après diagnostic et cotation des grandes causes d'accidents en utilisant le tableau de cotation des risques ci-dessous :

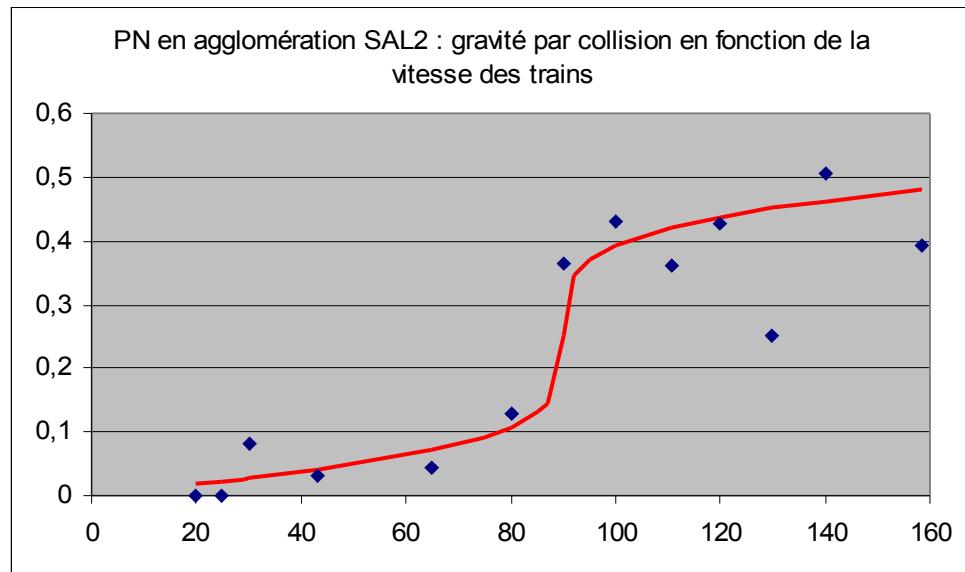
| Critère | Note | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--------------------------------------|--|--|------|---|---|
| Vitesse d'approche des véhicules (estimée en km/h) | <= 30 | > 30 à 50 inclus | > 50 à 70 inclus | > 70 | / | / |
| Visibilité du PN | bonne (avancée et position) | signalisation de position dégradée mais traitée, avancée bonne | / | / | / | / |
| Risque de remontée de files | non, pas de remontée | / | exceptionnel ou risque traité | / | quelques arrêts sur le PN par jour, risque traité (boucles, ...) | |
| Profil en long, tracé en plan, notamment pour les PL | plat, en ligne droite, bonne largeur | en pente, bons profils ou profils traités | profil en long difficile ou tracé difficile mais traité (interdiction) | / | profil en long et tracé difficiles mais traités (interdiction, ...) | |
| Cheminement piétons / modes doux | pas de piéton | des piétons utilisent le PN, avec bonne prise en compte traversée et cheminement | des piétons utilisent le PN, avec accès quais sécurisés | / | / | / |

La somme des notes permet d'ajuster l'occurrence calculée en utilisant le tableau ci-dessous:

| Note suite diagnostic | Ajustement de l'occurrence calculée |
|-----------------------|-------------------------------------|
| de 0 à 2 | Diviser par 5 |
| de 3 à 5 | Diviser par 2 |
| de 6 à 7 | Neutre |
| 8 | Multiplier par 2 |
| 9 et plus | Multiplier par 5 |

2.1.2. Estimation de la gravité

Le nuage de points ci-dessous correspond à la gravité des collisions en fonction de la vitesse des trains, basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans. La courbe de régression est obtenue en utilisant une fonction « puissance » qui paraît la mieux adaptée.



Modèle numérique de la gravité par collision en fonction de la vitesse des trains :

- coefficient de régression : 0,92
- gravité par collision = $0,0792 \times \frac{V_{train} - 90}{|V_{train} - 90|} \times |V_{train} - 90|^{0,25} + 0,248$

Cas particulier : les tués et blessés graves à la suite d'une collision avec des trains à vitesse faible (30 km/h) sont dus à des voitures ou motos qui ont percuté le train déjà engagé sur le passage à niveau. La cause de ces accidents est sans doute la vitesse d'approche, et donc la distance de freinage, inadaptée à la visibilité. Pour des PN de ce type, il est important de prendre des mesures pour que la vitesse d'approche soit adaptée à la visibilité.

2.2. Risques pour les PN hors agglomération de type SAL2

Description de la famille :

- ce sont des PN publics, hors agglomération sur RD ou RN, équipés d'une signalisation de type SAL2 ;
- il y en a 2 185 (hors PN fermés au trafic commercial des trains) ;
- le moment moyen pour ces PN est de 30 300 ;
- statistiques des accidents sur 10 ans : 336 collisions avec un train, 2 925 bris de barrières, 88 tués et 62 blessés graves.

2.2.1. Estimation de l'occurrence

2.2.1.1 Estimation de l'occurrence selon la méthode quantitative

Le nombre d'accidents dépend essentiellement du moment et dans une moindre mesure de la vitesse des trains. Une analyse de régression multiple linéaire a permis de déterminer la part de chacun des paramètres moment et vitesse dans l'estimation du nombre de collisions :

- Moment : 90%
- Vitesse : 10%

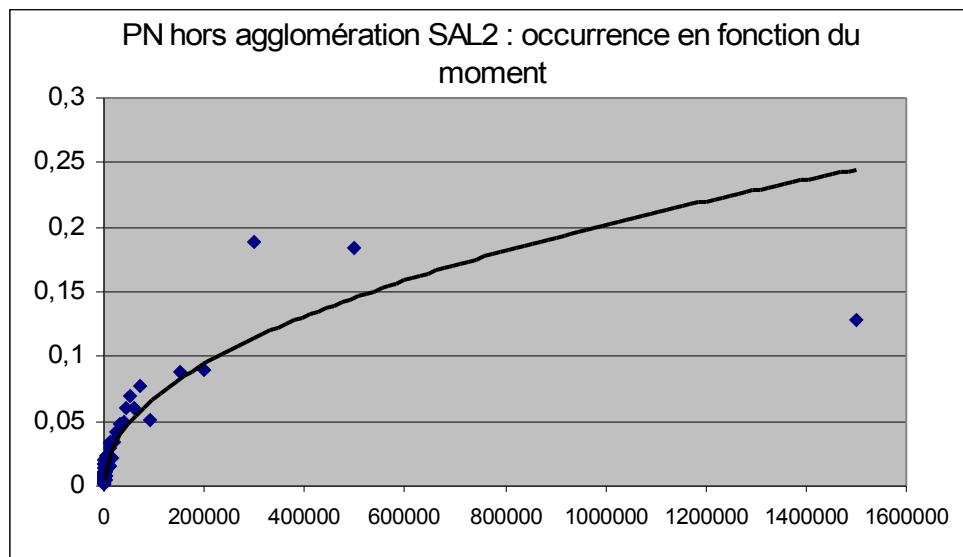
Le nombre de collisions en fonction du moment et de la vitesse des trains est calculé en faisant la moyenne pondérée de l'estimation de l'occurrence en fonction du moment et de l'estimation de l'occurrence en fonction de la vitesse.

La formule suivante permet de calculer le nombre de collisions :

- Nombre de collisions par an = $2,67 \cdot 10^{-4} \times \text{Moment}^{0,4726} + 3,08 \cdot 10^{-5} \times V_{\text{train}}$

a. Détail de l'estimation de l'occurrence en fonction du moment

Le nuage de points ci-dessous correspond au nombre de collisions par PN et par an en fonction du moment, basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans. La courbe de régression est obtenue en utilisant une fonction puissance qui paraît bien adaptée.

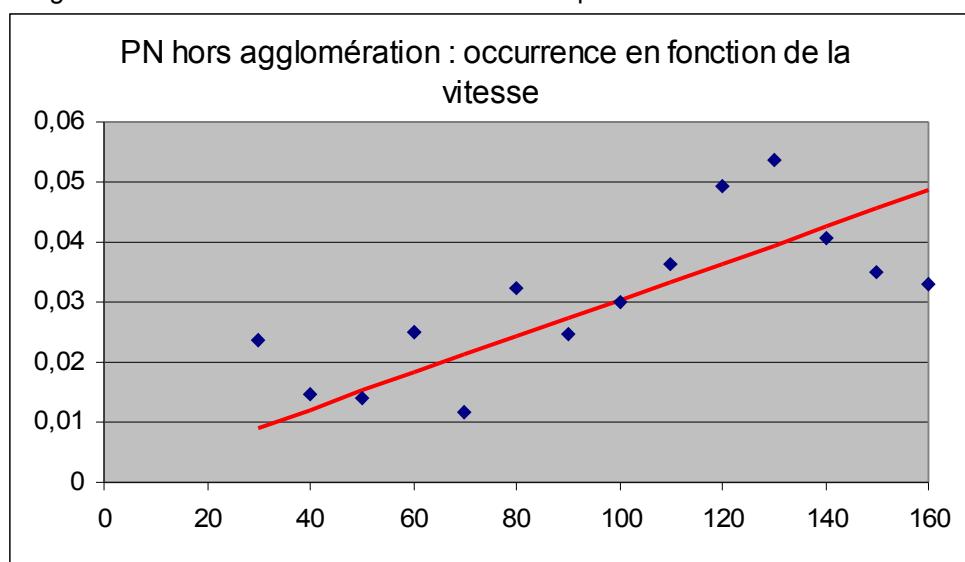


Modèle numérique du nombre de collisions :

- coefficient de régression : 0,80
- nombre de collisions par an = $2,97 \cdot 10^{-4} \times \text{Moment}^{0,4726}$

b. Détail de l'estimation de l'occurrence en fonction de la vitesse des trains

Le nuage de points ci-dessous correspond au nombre de collisions par PN et par an en fonction de la vitesse des trains, basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans. La droite de régression semble être le modèle le mieux adapté.



Modèle numérique du nombre de collisions en fonction de la vitesse des trains :

- coefficient de régression : 0,96
- variable : 0,0003036
- nombre de collisions par an = $3.10^{-4} \times V_{train}$

2.2.1.2 Estimation de l'occurrence selon la méthode qualitative

Les causes d'accidents pour les PN hors agglomération sont :

- la vitesse d'approche ;
- la visibilité du PN ;
- le tracé en plan, voire le profil en long.

Nous proposons d'adapter l'occurrence calculée à chaque PN après diagnostic et cotation des grandes causes d'accidents en utilisant le tableau de cotation des risques ci-dessous :

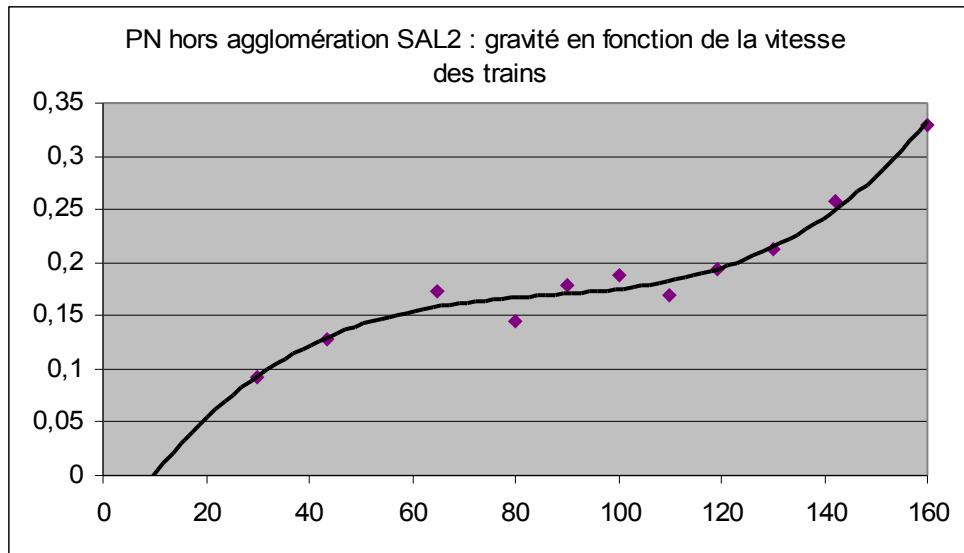
| Critère | Note | 0 | 1 | 2 | 5 |
|---|------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|------|
| Vitesse d'approche des véhicules (estimée km/h) | | <= 30 | > 30 à 50 inclus | > 50 à 70 inclus | > 70 |
| Visibilité du PN | | bonne (avancée et position) | signalisation de position dégradée mais traitée, avancée bonne | / | / |
| Profil en long / tracé en plan, notamment pour les PL | | plat, en ligne droite, bonne largeur | en pente, bons profils ou profils traités | tracé en plan difficile mais traité | / |

La somme des notes permet d'ajuster l'occurrence calculée en utilisant le tableau ci-dessous :

| Note suite diagnostic | Ajustement de l'occurrence calculée |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 0 et 1 | Diviser par 10 |
| 2 à 4 | Neutre |
| 5 et plus | Multiplier par 4 |

2.2.2. Estimation de la gravité

Le nuage de points ci-dessous correspond à la gravité par collision en fonction de la vitesse des trains, basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans. La courbe de régression est obtenue en utilisant une fonction « polynôme d'ordre 3 » qui semble être le modèle le mieux adapté.



Modèle numérique de la gravité par collision en fonction de la vitesse des trains :

- coefficient de régression : 0,97
- gravité = $2,97 \cdot 10^{-7} \times Vtrain^3 - 7,92 \cdot 10^{-5} \times Vtrain^2 + 7,43 \cdot 10^{-3} \times Vtrain$

2.3. Risques pour la famille des PN de « champ » de type SAL2

Description de la famille :

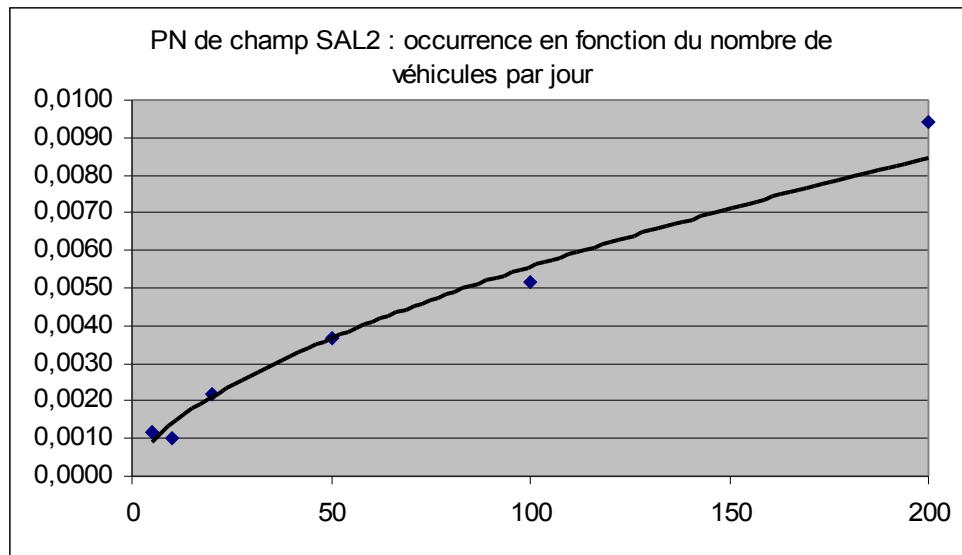
- ce sont des PN publics, hors agglomération mais sur voies communales, équipés d'une signalisation de type SAL2 et avec un maximum de 200 véhicules par jour ;
- il y en a 3 776 (hors PN fermés au trafic commercial des trains) ;
- le moment moyen pour ce type de PN est de 1 800 ;
- statistiques des accidents sur 10 ans : 160 collisions, 736 bris de barrières, 59 tués et 14 blessés graves.

2.3.1. Estimation de l'occurrence

2.3.1.1 Estimation de l'occurrence selon la méthode quantitative

Le nombre d'accidents est fonction du nombre de véhicules par jour. Par contre, il ne dépend pas de la vitesse des trains.

Le nuage de points ci-dessous correspond au nombre de collisions par PN et par an en fonction du nombre de véhicules par jour, basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans. La courbe de régression est obtenue en utilisant une fonction puissance qui semble être le modèle le mieux adapté.



Modèle numérique du nombre de collisions en fonction du nombre de véhicules par jour :

- coefficient de régression : 0,95
- nombre de collisions par an = $3,4 \cdot 10^{-4} \times NbVéhicules^{0,6028}$

2.3.1.2. Estimation de l'occurrence selon la méthode qualitative

Les causes d'accidents pour les PN « de champ » :

- la visibilité du PN ;
- le profil en long et le tracé en plan ;
- et dans une moindre mesure la vitesse d'approche.

Nous proposons d'adapter l'occurrence d'une collision par an calculée à chaque PN après diagnostic et cotation des grandes causes d'accidents en utilisant le tableau de cotation des risques ci-dessous :

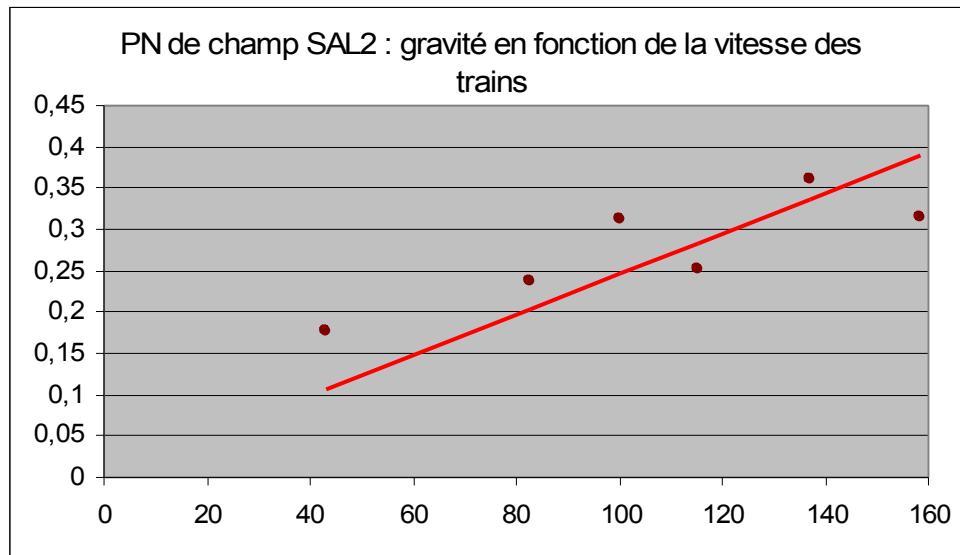
| Critère | Note | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|------|
| Vitesse d'approche des véhicules (estimée km/h) | | <= 30 | > 30 à 50 inclus | > 50 à 70 inclus | > 70 |
| Visibilité du PN | | Bonne (avancée et position) | signalisation de position dégradée mais traitée, avancée bonne | / | / |
| Profil en long / tracé en plan, notamment pour les PL | | plat, en ligne droite, bonne largeur | en pente, bons profils ou profils traités | tracé en plan difficile mais traité | / |

La somme des notes permet d'ajuster l'occurrence calculée en utilisant le tableau ci-dessous :

| Note suite diagnostic | Ajustement de l'occurrence calculée |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 0 | Diviser par 10 |
| 1 | Diviser par 2 |
| 2 à 4 | Neutre |
| 5 et 6 | Multiplier par 2 |

2.3.2. Estimation de la gravité :

Le nuage de points ci-dessous correspond à la gravité en fonction de la vitesse des trains, basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans. La droite de régression semble être le modèle numérique le mieux adapté.



Modèle numérique de la gravité en fonction de la vitesse des trains :

- coefficient de régression : 0,96
- gravité par collision = $2,44 \cdot 10^{-3} \times Vtrain$

2.4. Risques pour la famille des PN piétons

Description de la famille :

- ce sont des PN publics, réservés aux piétons ;
- il y en a 761 (hors PN fermés au trafic commercial des trains) ;
- statistiques des accidents sur 10 ans : 34 collisions, 13 tués et 2 blessés graves.

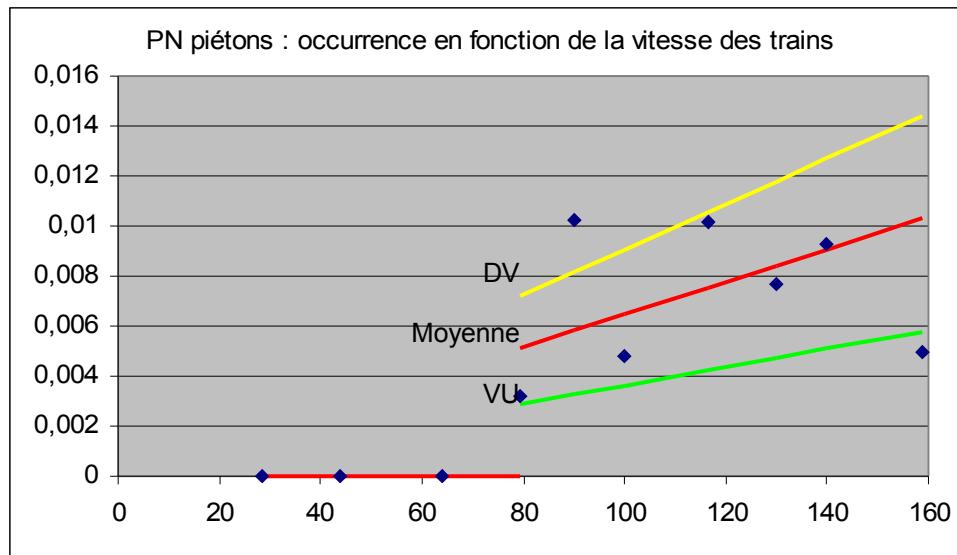
2.4.1. Estimation de l'occurrence

2.4.1.1. Estimation de l'occurrence selon la méthode quantitative

Le nombre de collisions est fonction du nombre de voies, et de la vitesse des trains.

➤ **Estimation de l'occurrence en fonction de la vitesse des trains**

Le nuage de points ci-dessous correspond au nombre de collisions par PN et par an en fonction de la vitesse des trains, quel que soit le nombre de voies, basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans. La courbe est le modèle numérique calculé. Statistiquement, l'occurrence pour une ligne à plusieurs voies est 2,5 fois supérieure à celle pour une ligne à voie unique.



Modèle numérique du nombre de collisions en fonction de la vitesse des trains :

- pour les vitesses inférieures à 80 km/h : 0 collision par PN et par an
- pour les lignes à voie unique dont la vitesse est supérieure ou égale à 80 km/h :
 - coefficient de régression : 0,93
 - occurrence = $3,63 \cdot 10^{-5} \times V_{train}$
- pour les lignes à deux voies ou plus, dont la vitesse est supérieure ou égale à 80 km/h :
 - coefficient de régression : 0,93
 - occurrence = $9,07 \cdot 10^{-5} \times V_{train}$

2.4.1.2. Estimation de l'occurrence selon la méthode qualitative

Pas de méthode qualitative pour cette famille.

2.4.2. Estimation de la gravité :

Collision entre un train et un piéton / 2 roues non motorisé sur un PN piétons :

- gravité de 0,39 par collision.

Cette gravité sera utilisée pour la famille « PN piétons » (un seul chiffre, vu le peu de statistiques sur 10 ans).

2.5. Risques pour la famille des PN privés

Description de la famille :

- ce sont des PN privés (pour voiture ou piétons) ;
- il y en a 866 (hors PN fermés au trafic commercial des trains) ;
- le moment moyen est de 250 ;
- statistiques sur 10 ans : 12 collisions, 26 bris de barrières, 3 tués et 1 blessé grave.

2.5.1. Estimation de l'occurrence

2.5.1.1. Estimation de l'occurrence selon la méthode quantitative

Le nombre d'accidents est fonction de la vitesse des trains et du moment. Une analyse de régression multiple linéaire a permis de déterminer la part de chacun des paramètres moment et vitesse dans l'estimation du nombre de collisions :

- Moment : 76%
- Vitesse : 24%

Le nombre de collisions est estimé en fonction du moment et de la vitesse des trains en utilisant les formules ci-dessous :

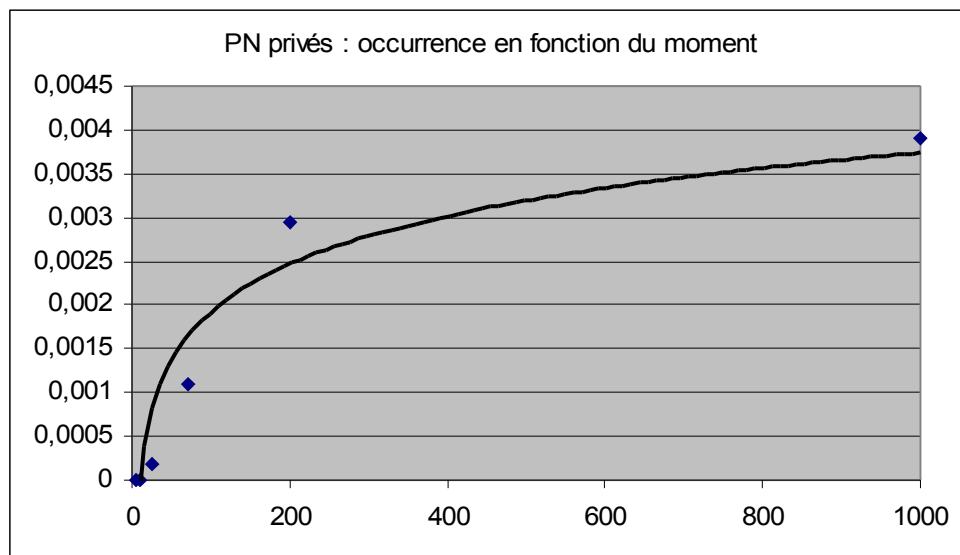
- Pour les lignes circulées à moins de 30 km/h :
 - nombre de collisions par an = $6.10^{-4} \times \ln(Moment) - 1,27.10^{-3}$
- Pour les lignes circulées entre 30 et 60 km/h :
 - nombre de collisions par an = $6.10^{-4} \times \ln(Moment) - 1,09.10^{-3}$
- Pour les lignes circulées à plus de 60 km/h :
 - nombre de collisions par an =

$$6.10^{-4} \times \ln(Moment) + 2,15.10^{-7} \times Vtrain^2 - 2,39.10^5 \times Vtrain - 4,43.10^{-4}$$

Ces formules ont été obtenues en faisant la moyenne pondérée de l'estimation de l'occurrence en fonction du moment et de l'estimation de l'occurrence en fonction de la vitesse détaillées ci-dessous.

a. Détail de l'estimation de l'occurrence en fonction du moment

Le nuage de points ci-dessous correspond au nombre de collisions par PN et par an en fonction du moment basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans pour les moments inférieurs à 1000. La courbe de régression est obtenue en utilisant une fonction logarithmique qui semble être le modèle le mieux adapté.

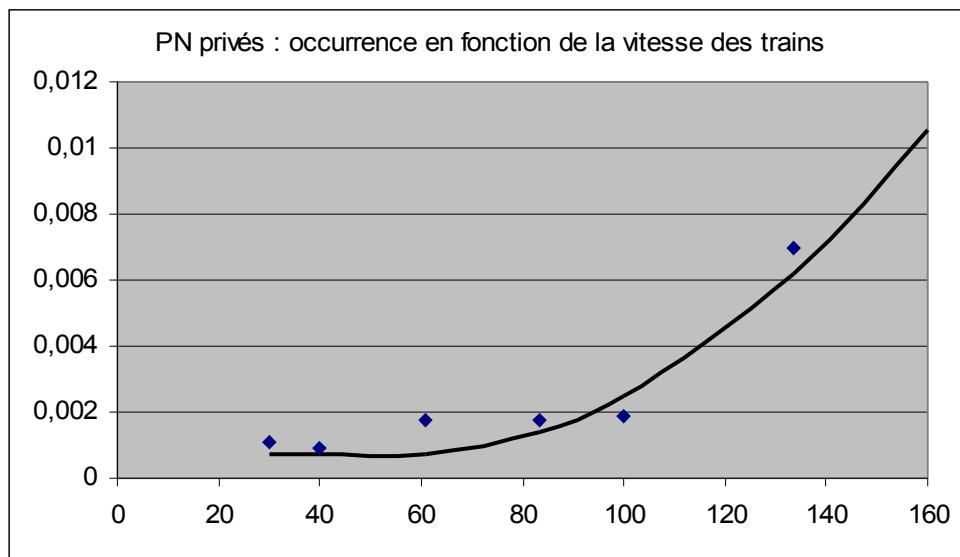


Modèle numérique du nombre de collisions :

- coefficient de régression : 0,90
- nombre de collisions par an = $7,92.10^{-4} \times \ln(Moment) - 1,68.10^{-3}$

b. Détail de l'estimation de l'occurrence en fonction de la vitesse

Le nuage de points ci-dessous correspond au nombre de collisions par PN et par an en fonction de la vitesse des trains, basé sur l'historique des accidents sur le RFN sur 10 ans. La courbe de régression de type « polynôme » semble être le modèle numérique le mieux adapté.



Modèle numérique du nombre de collisions :

- coefficient de régression : 0,93
- pour les lignes dont la vitesse des trains est comprise entre 30 et 60 km/h (pas de collisions pour les vitesses inférieures à 30 km/h) :
 - nombre de collisions (par PN et par an) = 0,00075
- pour les lignes dont la vitesse des trains est supérieure à 60 km/h :
 - nombre de collisions (par PN et par an) =
$$8,91 \cdot 10^{-7} \times Vtrain^2 - 9,9 \cdot 10^{-5} \times Vtrain + 3,47 \cdot 10^{-3}$$

2.5.1.2. **Estimation de l'occurrence selon la méthode qualitative**

Pas de méthode qualitative pour cette famille.

2.5.2. **Estimation de la gravité**

Vu le peu de statistiques, la gravité moyenne est prise égale à 0,258 par collision pour les PN privés.

Annexe 3 :

mesures d'améliorations proposées

1. Mesures de prévention

Les mesures de prévention permettent de diminuer l'occurrence des collisions. Les mesures préconisées sont :

- suppression du PN qui supprime le risque de collision :
 - suppression pure et simple de PN ;
 - suppression par création d'une route de déviation vers un autre PN ou un ouvrage dénivelé déjà existant (tenir compte des reports de trafic routier en cas de déviation sur un PN conservé) ;
 - suppression par construction d'un ouvrage dénivelé.
- limitation de la vitesse d'approche des véhicules routiers ;
- installation d'un îlot séparateur de chaussée pour limiter les passages en chicane ;
- amélioration de la visibilité du PN de la part du véhicule routier (suppression de masques, ...);
- amélioration de la configuration des PN pour éviter des véhicules immobilisés sur le PN en raison :
 - soit du profil en long ou du tracé en plan difficile ;
 - soit de remontées de files sur le PN.

L'application de chacune de ces mesures permet de réduire l'occurrence et donc le risque. Pour estimer le niveau de réduction du risque, il faut remplir à nouveau le tableau de cotation des risques.

2. Mesures de protection

Les mesures de protection permettent de diminuer la gravité des collisions. On peut soit diminuer la vitesse des trains, soit faciliter la « glissade » du véhicule percuté, soit encore limiter le poids des véhicules percutés.

Trois mesures de protection sont donc possibles :

- réduire la vitesse des trains à l'approche des passages à niveau :
 - une nouvelle vitesse permet de réévaluer la gravité (et dans certains cas également l'occurrence) ;
- interdire le franchissement des passages à niveau aux véhicules lourds :
 - le gain est difficilement quantifiable (accidents rares mais qui peuvent être particulièrement graves) ;
- faciliter la « glissade » des véhicules légers après le choc, en supprimant les obstacles latéraux et en adaptant la voie sur quelques mètres de chaque côté du PN (prolonger le platelage de part et d'autre du PN) :
 - ce type de solution n'a pas encore été testé, le gain en gravité n'a donc jamais été évalué.

Annexe 4 :

Calibration de la méthode d'estimation qualitative de l'occurrence

La calibration a été faite sur 63 passages à niveau répartis sur 4 lignes, pour lesquels les diagnostics sont disponibles. Cette calibration a permis de déterminer les tableaux de cotation des risques ainsi que les coefficients d'ajustement pour l'estimation qualitative de l'occurrence.

1. Pour les PN en agglomération

La calibration s'est faite sur 15 PN en agglomération, 13 sur des lignes à voie unique, 2 sur une ligne à deux voies, en tenant compte des statistiques des accidents sur 20 ans pour avoir plus de données.

Pour les PN en agglomération de la ligne 899 000 (VU) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | | ajustement | occurrence ajustée | occurrence réelle |
|-------|---------|-----------|--------------|---------|---------------------|----------------------------|------------|----------------|---------|---------|-------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | remontée files | profils | piétons | total | | | |
| PN20 | 120 | 28 | 6 465 | 181 020 | 0,044 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0,5 | 0,022 | 0,010 |
| PN21 | 120 | 28 | 8 306 | 232 568 | 0,049 | 1 | 0 | 4 | 0 | 1 | 6 | 1,0 | 0,049 | 0,190 |
| PN23 | 60 | 80 | 2 036 | 162 880 | 0,040 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 9 | 5,0 | 0,202 | 0,130 |
| PN24 | 90 | 22 | 8 740 | 192 280 | 0,044 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,2 | 0,009 | 0,000 |
| PN25 | 90 | 22 | 1 206 | 26 532 | 0,023 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 8 | 2,0 | 0,045 | 0,050 |
| PN26 | 90 | 22 | 635 | 13 970 | 0,018 | 0 | 1 | 0 | 4 | 4 | 9 | 5,0 | 0,091 | 0,050 |
| PN27 | 140 | 22 | 3 680 | 80 960 | 0,033 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,007 | 0,010 |
| PN29 | 140 | 22 | 794 | 17 468 | 0,021 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,2 | 0,004 | 0,005 |
| PN30 | 140 | 22 | 552 | 12 144 | 0,019 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0,5 | 0,010 | 0,000 |
| PN31 | 140 | 22 | 525 | 11 550 | 0,019 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0,2 | 0,004 | 0,000 |
| PN32 | 140 | 22 | 841 | 18 502 | 0,022 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,2 | 0,004 | 0,000 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 0,447 | 0,445 | |

La somme des occurrences estimées est très proche de la somme des occurrences réelles. Les ordres de grandeur pour chaque PN sont proches, sauf pour le PN 21, sous estimé, et pour le PN 30, sur estimé.

Pour le PN en agglomération de la ligne 897 000 (VU) :

| n°PN | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | | ajustement | occurrence ajustée | occurrence réelle |
|------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|----------------|---------|---------|-------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | vitesse | visibilité | remontée files | profils | piétons | total | | | |
| PN55 | 24 | 1200 | 28800 | 0,023 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 6 | 1 | 0,023 | 0,020 |

Occurrence proche entre estimée et réelle.

Pour le PN en agglomération de la ligne 892 000 (VU) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | | ajustement | occurrence ajustée | occurrence réelle |
|------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|----------------|---------|---------|-------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | remontée files | profils | piétons | total | | | |
| PN60 | 115 | 38 | 937 | 35606 | 0,026 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0,5 | 0,013 | 0,010 |

Occurrence proche entre estimée et réelle.

Pour les PN en agglomération de la ligne 860 000 (DV) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | | |
|-------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|----------------|---------|---------|-------|------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | remontée files | profils | piétons | total | ajustement |
| PN6 | 140 | 93 | 360 | 33480 | 0,026 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0,5 |
| PN43 | 140 | 103 | 101 | 10403 | 0,018 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0,2 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | 0,017 |
| | | | | | | | | | | | | 0,070 |

Il subsiste un écart important pour un PN entre estimée et réelle : sous estimation (le PN6 a eu une collision et trois bris ces 3 dernières années, alors qu'il n'y avait jamais eu ni bris ni accident pendant 17 ans).

2. Pour les PN hors agglomération

La calibration s'est faite sur 14 PN hors agglomération, 5 sur des lignes de voie unique, 9 sur une ligne à deux voies, en tenant compte des statistiques accidents sur 20 ans pour avoir plus de données.

Pour le PN hors agglomération de la ligne 899 000 (VU) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | |
|------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|--------|-------|------------|--------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | profil | total | ajustement | occurrence ajustée |
| PN33 | 140 | 22 | 100 | 2200 | 0,014 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0,014 |
| | | | | | | | | | | | 0,015 |

Occurrence proche entre estimée et réelle.

Pour les PN hors agglomération de la ligne 897 000 (VU) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | |
|-------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|--------|-------|------------|--------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | profil | total | ajustement | occurrence ajustée |
| PN80 | 110 | 37 | 500 | 18500 | 0,031 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0,031 |
| PN87 | 90 | 37 | 255 | 9435 | 0,023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,002 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | 0,033 |
| | | | | | | | | | | | 0,030 |

Occurrence proche entre estimée et réelle.

Pour les PN hors agglomération de la ligne 892 000 (VU) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | |
|-------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|--------|-------|------------|--------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | profil | total | ajustement | occurrence ajustée |
| PN32 | 90 | 38 | 512 | 19456 | 0,031 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0,031 |
| PN52 | 115 | 38 | 500 | 19000 | 0,032 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0,032 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | 0,063 |
| | | | | | | | | | | | 0,010 |

Ecart entre occurrence calculée et réelle : sur estimation, notamment pour le PN32.

Pour les PN hors agglomération de la ligne 860 000 (DV) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | |
|-------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|--------|-------|------------|--------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | profil | total | ajustement | occurrence ajustée |
| PN17 | 140 | 89 | 500 | 44500 | 0,0463 | 5 | 0 | 1 | 6 | 4 | 0,185 |
| PN20 | 140 | 89 | 1500 | 133500 | 0,0748 | 5 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0,299 |
| PN22 | 140 | 89 | 186 | 16554 | 0,0306 | 5 | 0 | 1 | 6 | 4 | 0,122 |
| PN41 | 140 | 103 | 62 | 6386 | 0,0211 | 5 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0,084 |
| PN52 | 140 | 93 | 900 | 83700 | 0,0608 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0,061 |
| PN59 | 140 | 93 | 99 | 9207 | 0,0242 | 2 | 2 | 1 | 5 | 4 | 0,097 |
| PN60 | 140 | 93 | 54 | 5022 | 0,0193 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0,019 |
| PN62 | 140 | 93 | 36 | 3348 | 0,0167 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0,017 |
| PN103 | 130 | 94 | 177 | 16638 | 0,0304 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0,030 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | 0,915 |
| | | | | | | | | | | | 0,645 |

Globalement les occurrences estimées sont proches de celles réelles, sauf pour le PN 20 et PN 103 : sur estimation.

3. Pour les PN de champ à SAL

La calibration s'est faite sur 31 PN de champ à SAL, 11 sur des lignes à voie unique, 20 sur une ligne à deux voies, en tenant compte des statistiques des accidents sur 20 ans pour avoir plus de données.

Pour le PN de champ de la ligne 897 000 (VU) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | ajustement | occurrence ajustée | occurrence réelle |
|------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|--------|-------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | profil | total | | | |
| PN54 | 90 | 24 | 5 | 120 | 0,001 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,000 | 0,050 |

Ecart important entre l'occurrence estimée et l'occurrence réelle : cas particulier d'un PN très faiblement circulé (5 véhicules par jour), avec une bonne visibilité, de bons profils et tracés et une vitesse d'approche faible, et pourtant nous avons eu une collision en 20 ans (sur 10 ans, il y a 0 collision et 0 bris de barrière).

Pour les PN de champ de la ligne 892 000 (VU) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | ajustement | occurrence ajustée | occurrence réelle |
|--------------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|--------|-------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | profil | total | | | |
| PN2 | 90 | 38 | 15 | 570 | 0,002 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0,002 | 0,000 |
| PN5 | 90 | 38 | 10 | 380 | 0,001 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0,001 | 0,010 |
| PN6 | 90 | 38 | 200 | 7600 | 0,008 | 3 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0,008 | 0,005 |
| PN8 | 90 | 38 | 20 | 760 | 0,002 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,000 |
| PN9 | 90 | 38 | 20 | 760 | 0,002 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,005 |
| PN10 | 90 | 38 | 20 | 760 | 0,002 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,010 |
| PN61 | 115 | 38 | 101 | 3838 | 0,005 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0,005 | 0,000 |
| PN62 | 115 | 38 | 99 | 3762 | 0,005 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0,005 | 0,000 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | 0,025 | 0,030 |

La somme des occurrences estimées est très proche de la somme des occurrences réelles. Les ordres de grandeur pour chaque PN ne sont pas toujours très proches : ce sont des « petits chiffres », avec pour plusieurs PN, 1 bris de barrière sur 20 ans.

Pour les PN de champ de la ligne 860 000 (DV) :

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | ajustement | occurrence ajustée | occurrence réelle |
|--------------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|--------|-------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | profil | total | | | |
| PN11 | 140 | 89 | 6 | 534 | 0,001 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,000 |
| PN31 | 140 | 87 | 150 | 13050 | 0,007 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,003 | 0,000 |
| PN35 | 140 | 87 | 240 | 20880 | 0,009 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,005 | 0,005 |
| PN42 | 140 | 103 | 66 | 6798 | 0,004 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,002 | 0,050 |
| PN53 | 140 | 93 | 31 | 2883 | 0,003 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,000 |
| PN54 | 140 | 93 | 80 | 7440 | 0,005 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0,005 | 0,000 |
| PN57 | 140 | 93 | 205 | 19065 | 0,008 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0,008 | 0,005 |
| PN58 | 140 | 93 | 10 | 930 | 0,001 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0,001 | 0,050 |
| PN61 | 140 | 93 | 10 | 930 | 0,001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,000 | 0,000 |
| PN67 | 140 | 92 | 5 | 460 | 0,001 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,000 | 0,000 |
| PN70 | 140 | 95 | 10 | 950 | 0,001 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,000 |
| PN73 | 140 | 95 | 70 | 6650 | 0,004 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0,004 | 0,000 |
| PN75 | 140 | 95 | 25 | 2375 | 0,002 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,000 |
| PN77 | 140 | 95 | 20 | 1900 | 0,002 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,000 |
| PN96 | 130 | 94 | 1 | 94 | 0,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,000 | 0,000 |
| PN97 | 130 | 94 | 20 | 1880 | 0,002 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,000 |
| PN99 | 130 | 94 | 75 | 7050 | 0,005 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,002 | 0,000 |
| PN102 | 130 | 94 | 10 | 940 | 0,001 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,001 | 0,000 |
| PN112 | 130 | 94 | 80 | 7520 | 0,005 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,002 | 0,005 |
| PN115 | 130 | 94 | 45 | 4230 | 0,003 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0,003 | 0,005 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | 0,044 | 0,120 |

La somme des occurrences estimées est inférieure à l'occurrence réelle : la ligne est une ligne particulière, à double voie, avec près de 100 trains par jour et du trafic fret. Les écarts sont dus à 2 PN avec des trafics routiers très faibles (10 v/j et 66 v/j) ayant chacun eu 1 collision sur 20 ans. On peut considérer que ce sont des cas particuliers.

A noter que 14 PN sur les 20 ont une estimation très proche de la réalité.

Pour les PN de champ de la ligne 875 000 (VU) :

La ligne 875 000 a été ajoutée pour cette famille de PN afin d'augmenter la taille de l'échantillon.

| n°PN | Vtrains | Nb trains | Nb véhicules | Moment | occurrence calculée | Note suite aux diagnostics | | | | | ajustement | occurrence ajustée | occurrence réelle |
|-------|---------|-----------|--------------|--------|---------------------|----------------------------|------------|--------|-------|---|------------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | vitesse | visibilité | profil | total | | | | |
| PN30 | 120 | 14 | 106 | 1484 | 0,006 | 2 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0,006 | 0,005 | |
| PN31 | 120 | 14 | 50 | 700 | 0,004 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0,004 | 0,000 | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | 0,009 | 0,005 | |

Pour cette ligne, la somme des occurrences calculées est sur estimée. Pour un des deux PN, l'estimation est très proche, pour la deuxième, elle est sur estimée.

4. Pour les PN privés et PN piétons

Pas de méthode qualitative, donc pas de calibration.

Fiche d'identification

| | |
|--------------------------------|--|
| <i>Titre</i> | Etude de sécurité aux passages à niveau pour les projets de réouverture de ligne au trafic voyageurs |
| <i>Nature du texte</i> | Guide |
| <i>Elaborateur</i> | Philippe FELTZ |
| <i>Référence</i> | RFN-NG-IF 03 D-01-n°001 |
| <i>Version en cours / date</i> | Version 2 du 31-01-2011 |
| <i>Date d'application</i> | Applicable à partir du : attente décision DGITM |

Élaboration - RFF

| <i>Rédacteur</i> | <i>Vérificateur</i> | <i>Valideur</i> |
|------------------|---------------------|------------------|
| Philippe FELTZ | Bernard CHAR-VET | Patrick TRAN-NOY |

Textes remplacés

- Néant

Textes abrogés

- Néant

Textes de référence

- Grille « Inspection de sécurité des passages à niveau » du SETRA de novembre 2008
- Note d'information « Amélioration de la sécurité aux passages à niveau, n°128» du SETRA de décembre 2008
- Guide technique « Sécurité aux passages à niveau : cas de la proximité d'un carrefour giratoire » du SETRA de septembre 2006

Textes Interdépendants

- Néant

Distribution

| | |
|------------------------------------|--|
| <i>RFF</i> | Pôle Infrastructure et Exploitation : service SE (Directeur, unité SGSI, unité EES) Pôle Développement et Investissement : direction des Investissements DR RFF : Directeur Régional, SCR, SPI, correspondant PN |
| <i>GID – SNCF</i> | DPI SQ |
| <i>Entreprises Ferroviaires</i> | Non |
| <i>Centres de formation agréés</i> | Non |
| <i>EPSF</i> | Direction Référentiels et Affaires européennes |
| <i>Autres</i> | Ministère des transports : DGITM (DST) |

Résumé

Le but de ce document est de présenter la méthode d'analyse des risques aux passages à niveau et de traitement des passages à niveau pour les projets de réouverture de ligne aux trafics voyageurs (suite au plan « Bussereau » de juin 2008, mesure 20). Cette méthode a été présentée à la DGITM qui en a acceptée le principe et l'objectif de sécurité (courrier du 29 avril 2010).