



Institut pour la **Maîtrise des Risques**
Sûreté de Fonctionnement - Management - Cindyniques



Quantification de la fiabilité humaine par le REX :

Erreurs de conduite relatives au
réseau Métro

Sommaire

- 1. Méthode de quantification**
- 2. Erreurs liées à un changement**
- 3. Erreurs indépendantes de tout changement**
- 4. Conclusion de l'étude**
- 5. Perspectives**

1. Méthode de quantification

Taux d'apparition :

$$\lambda_{\text{erreur}} = \frac{\text{Nombre d'erreurs produites et constatées}}{\text{Nombre des situations où l'erreur est possible}}$$



- (1) Nombre de départs par jour et par voie
- (2) Nombre de voies
- (3) Période de sollicitation
- (4) Pourcentage de conduite manuelle
- (5) Nombre de zones où la sollicitation est possible

2. Erreurs liées à un changement (1/3)

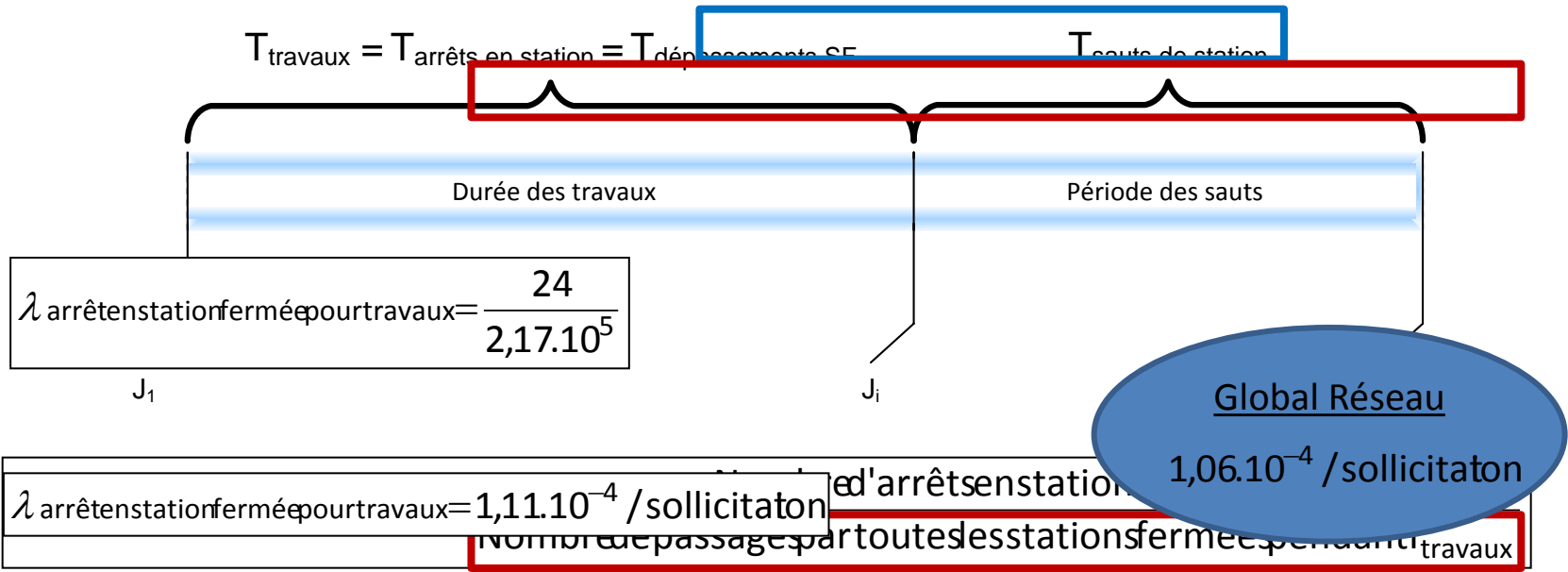
- Erreurs liées à une fermeture de station pour travaux
 - Arrêts en station fermée pour travaux
 - Dépassements de vitesse après une station fermée pour travaux
 - Sauts de station rouverte après travaux

- Erreurs liées à une réduction de vitesse
 - Dépassements d'un Tableau Indicateur de Vitesse de Chantier (TIVC)
 - Dépassements d'un TIV modifié
 - Dépassements d'un TIV mis en place

2. Erreurs liées à un changement (2/3)

Fermeture de station pour travaux : Ligne 2 – 2008 à 2013

Ligne	Station	Date de fermeture	Date de réouverture	T _{travaux} (en jours)	Départs par jour et par voie	Taux de CM	Sollicitations	Nombre d'arrêts en station fermée
2	JAURES	01/10/09	30/12/09	90	327	1	5,88.10 ⁴	0
2	LA CHAPELLE	13/06/12	03/09/12	82	336	1	5,51.10 ⁴	1
2	JAURES	25/03/13	17/06/13	84	335	1	5,63.10 ⁴	21
2	BARBES - ROCHECHOUART	24/06/13	01/09/13	69	335	1	4,63.10 ⁴	2
TOTAL							2,17.10 ⁵	24



2. Erreurs liées à un changement (3/3)

Omission liée à ...	Contrariété limitée		Contrariété permanente	
	T_{\max} (jours)	Taux (/solicitation)	T_{\max} (jours)	Taux (/solicitation)
Habitude Ancrée	T_{travaux}	10^{-4}	≥ 179	$\leq 10^{-5}$
Habitude Temporaire	≥ 40	10^{-5}		

- Omission liée à une habitude ancrée, de contrariété limitée
- Omission liée à une habitude temporaire construite lors d'une contrariété limitée
- Omission liée à une habitude ancrée, de contrariété permanente

3. Erreurs indépendantes de tout changement (1/2)

- Départs d'une station avec les portes ouvertes

Exemple : Ligne 2 – 2008 à 2013

- Dépassesments de vitesse (en marche normale)
 $\lambda_{\text{Départ portes ouvertes}} = \frac{\text{Nombre de passages par toutes les stations}}{\text{Nombre de départ portes ouvertes}}$
- Franchissements de signaux d'espacement fermés

Ligne 2	Nombre de passages/jour/voie	Taux de CM	Nombre de Stations	Sollicitations DPO
2008	331	0,30	25	1,75.10 ⁶
2009	327	0,30	25	1,72.10 ⁶
2010	323	0,30	25	1,70.10 ⁶
2011	335	0,30	25	1,76.10 ⁶
2012	336	0,38	25	2,24.10 ⁶
2013	335	0,42	25	2,47.10 ⁶
TOTAL				1,16.10⁷

$$\lambda_{\text{Départ portes ouvertes}} = \frac{5}{1,16.10^7}$$

$$\lambda_{\text{Départ portes ouvertes}} = 4,3.10^{-7} / \text{sollicitaton}$$

Global Réseau
1,31.10⁻⁶ / sollicitaton

3. Erreurs indépendantes de tout changement (2/2)

Franchissements de signaux d'espacement fermés

The screenshot shows a railway signaling software interface. The top part displays a track layout with several signals labeled E, S, R, I, E, S. A station named 'SAINT-MICHEL' is visible. Below this is a technical diagram of the signaling system, including signal boxes labeled 'CHAT', 'CITI', and 'SAIN'. A red circle highlights a specific signal in the diagram. To the right, a table shows the following data:

Total par an	
26	7120
13	?
9	
3	

4. Conclusion de l'étude

➤ Quantification de l'erreur par retour d'expérience

Erreurs			Taux (/solicitation)
Erreurs liées à un changement :	Temporaire	Arrêts en station fermée pour travaux	$1,06 \cdot 10^{-4}$
		Sauts de station rouverte après travaux	$2,30 \cdot 10^{-5}$
		Dépassements après une station fermée pour travaux	$3,24 \cdot 10^{-4}$
		Dépassements TIVC	$5,69 \cdot 10^{-5}$
	Permanent	Dépassements TIV modifié	$3,32 \cdot 10^{-5}$
		Dépassements TIV mis en place	$7,95 \cdot 10^{-6}$
Erreurs indépendantes de tout changement		Départs portes ouvertes	$1,31 \cdot 10^{-6}$
		Dépassements de vitesse en marche normale	$2,58 \cdot 10^{-5}$

➤ Analogies

➤ Méthode d'évaluation de l'erreur humaine

5. Perspectives (1/2)

- Affiner les taux trouvés en utilisant des éléments de contexte
- Accroître la base de données Metro
 - **Contexte spatial** : Tunnel/Aérien, Courbe, Rampe/pente, etc.
 - **Contexte temporel** : Tranche horaire, jours, mois, etc.
- Créer une base de données RER et Tramway
 - **Contexte de modifications**: Type de modification, durée de la modification, etc.
- Appliquer la méthode à d'autres métiers :
 - **Caractéristiques propres à la ligne** : Longueur, nombre de stations, type de matériel roulant, PCC
 - **Caractéristiques conducteurs** : Ancienneté du conducteur sur la ligne, expérience dans le poste de conduite.
 - **Agents de maintenance**



Institut pour la **Maîtrise des Risques**
Sûreté de Fonctionnement - Management - Cindyniques

Merci de votre attention !