



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

Aide à la quantification d'erreurs humaines dans le ferroviaire : méthodes d'évaluation de la fiabilité humaine

Camille RUIN

RATP / INSA Centre-Val de Loire

INSA | INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
CENTRE VAL DE LOIRE



Sommaire

- Contexte
- Méthodes HRA
- Analyse macroscopique
- Analyse microscopique
- Aide à la décision
- Application
- Conclusion

Contexte

- ❖ Estimer les probabilités d'erreur humaine lorsque le REX n'est pas exploitable
- ❖ Evaluer l'acceptabilité des scénarios d'accidents étudiés

En utilisant des méthodes d'évaluation de la fiabilité humaine (Human Reliability Analysis - HRA)

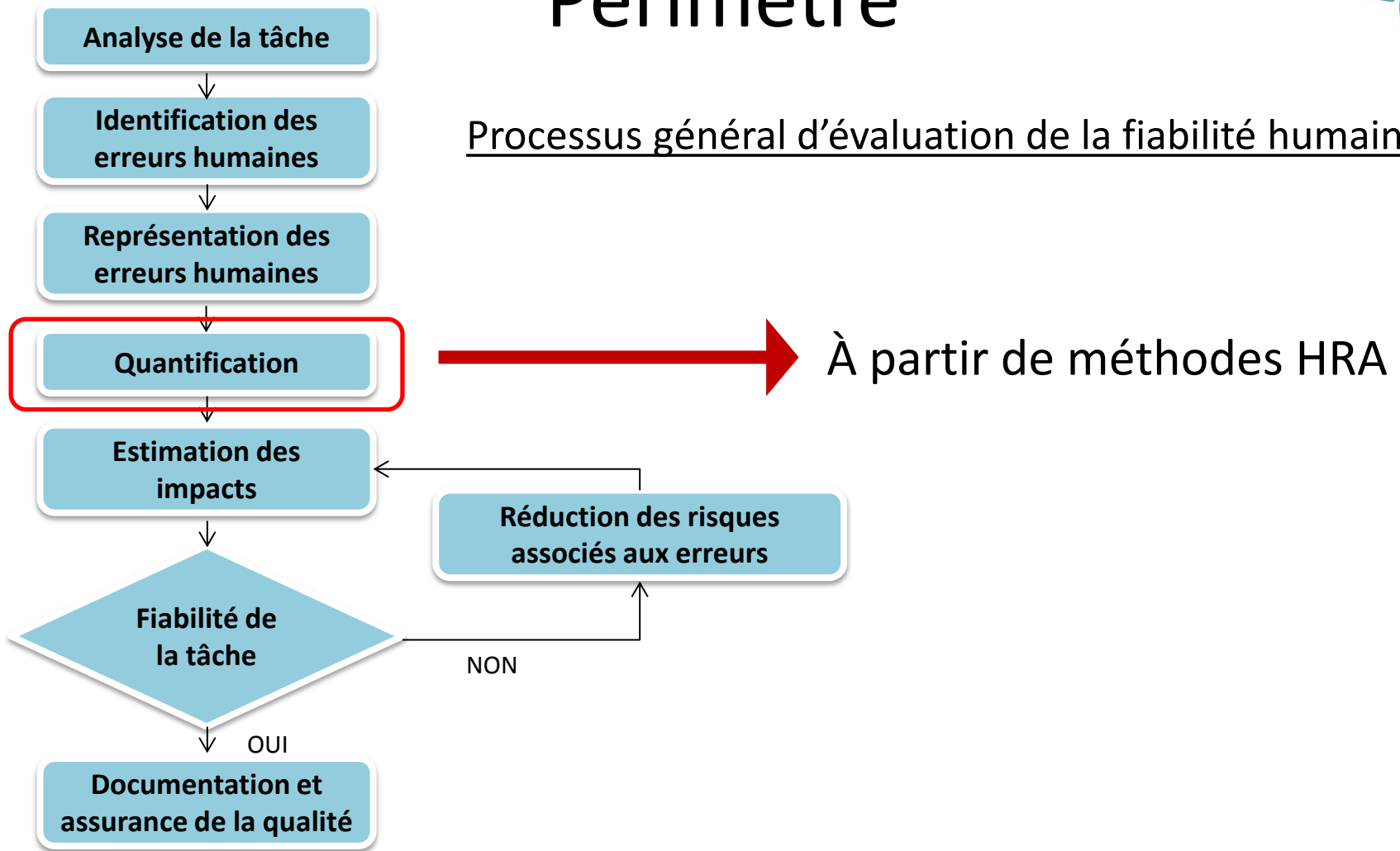


Quelle méthode utiliser, quand et comment ?

Méthodes HRA

Périmètre

Processus général d'évaluation de la fiabilité humaine



- ❖ **Méthode HEART : Human Error Assessment and Reduction Technique**
- ❖ **Méthode R-S Tool : Rail-Specific HRA Tool for Driving Tasks**

Human Error Probability :

$$HEP = GEP * \prod_{i=1}^n PF_i$$

avec $PF = ((a - 1) * b) + 1$

GEP : probabilité d'erreur générique
PFs : facteurs de performance
a : effet maximal PF
b : proportion de l'effet PF, $0,1 \leq b \leq 1$

- ❖ **Méthode CREAM : Cognitive Reliability and Error Analysis Method**

Human Error Probability :

$$HEP = GEP * \prod_{i=1}^n Poid_{S_{CPCS}}$$

CPCS = Conditions communes de performance

Analyse macroscopique

Correspondance :

- 1 : très bonne
- 0,5 : moyenne
- 0 : mauvaise

Critères		Poids	CREAM	HEART	R-S Tool
Adéquation REX de construction de la méthode (domaine, volume, génération) / secteur ferroviaire		30	0	0,5	1
Niveau de détail important : un nombre significatif de paramètres		16	0,5	0,5	1
Non redondance des informations		20	1	0,5	0,5
Difficulté d'utilisation	Acquisition de guides	14	0,5	0,5	1
	Apprentissage/Appropriation de la méthode simple et rapide	20	0,5	1	0,5
Total			45	60	80

Analyse microscopique

ÉTUDE DE SENSIBILITÉ DES MÉTHODES :

1. Sensibilité par rapport au **degré de connaissance**
2. Sensibilité par rapport à la **catégorie d'erreur**
indépendamment des facteurs de performance choisis
3. Sensibilité par rapport aux **facteurs de performance**

3 paramètres :

- *GET : catégorie de l'erreur*
- *PFi : facteurs de performance*
- *bi : proportions d'effet/poids*

Analyse microscopique

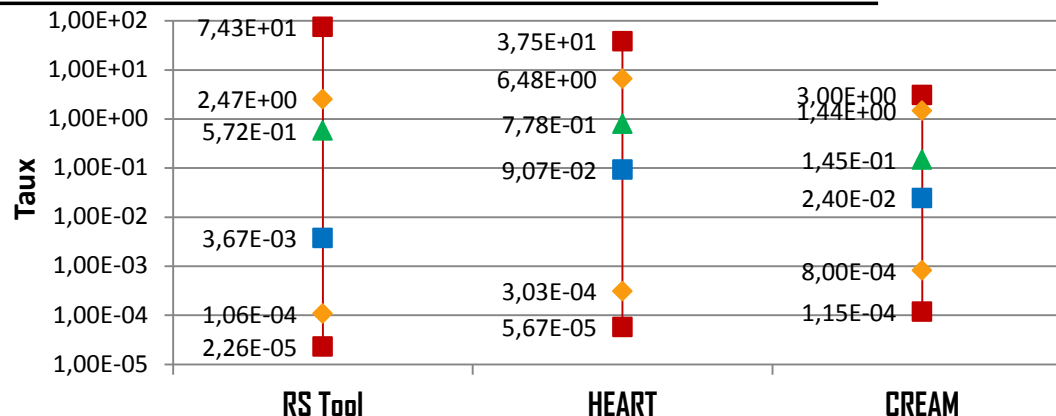
1. SENSIBILITÉ DES MÉTHODES PAR RAPPORT AU DEGRÉ DE CONNAISSANCE :

- Bonne connaissance : 1 degré de liberté (bi)
- Connaissance moyenne : 2 degrés de liberté ($bi ; PFi$)
- Mauvaise connaissance : 3 degrés de liberté ($bi ; PFi ; GET$)

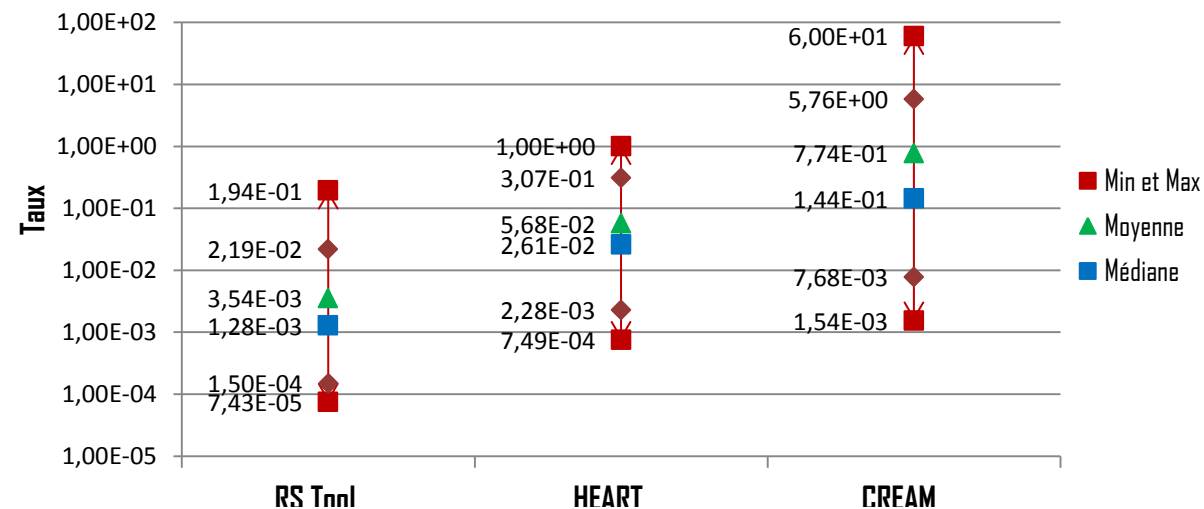
```
[...]
If Not IsEmpty(Range("C14")) And Not IsEmpty(Range("C17")) Then
    P0 = Cells(14, 4)
    For i = 1 To 10000
        Randomize
        nombre_aleatoire_1 = Int(10 * Rnd) + 1
        nombre_aleatoire_2 = Int(10 * Rnd) + 1
    [...]
    If Not IsEmpty(Range("C20")) Then
        PF(1) = ((Cells(17, 4) - 1) * b(nombre_aleatoire_1)) + 1
        PF(2) = ((Cells(18, 4) - 1) * b(nombre_aleatoire_2)) + 1
        PF(3) = ((Cells(19, 4) - 1) * b(nombre_aleatoire_3)) + 1
        PF(4) = ((Cells(20, 4) - 1) * b(nombre_aleatoire_4)) + 1
        Tableau(i) = P0 * PF(1) * PF(2) * PF(3) * PF(4)
    [...]
    End If
Next
Maximum = Application.WorksheetFunction.Max(Tableau)
(Cells(39, 7) = Maximum
[...]
```


1. SENSIBILITÉ DES MÉTHODES PAR RAPPORT AU DEGRÉ DE CONNAISSANCE :

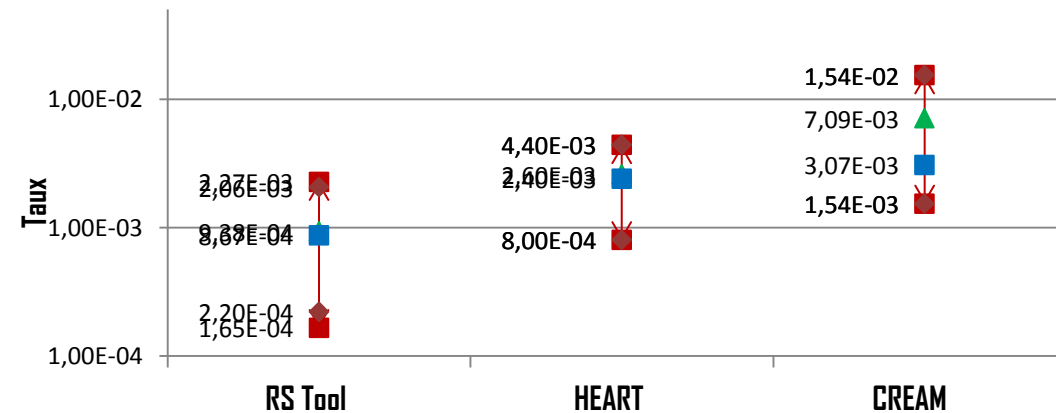
Mauvaise connaissance :
3 degrés de liberté
(*bi* ; *Pfi* ; *GET*)



Connaissance moyenne :
2 degrés de liberté
(*bi* ; *Pfi*)



Bonne connaissance :
1 degré de liberté
(*bi*)



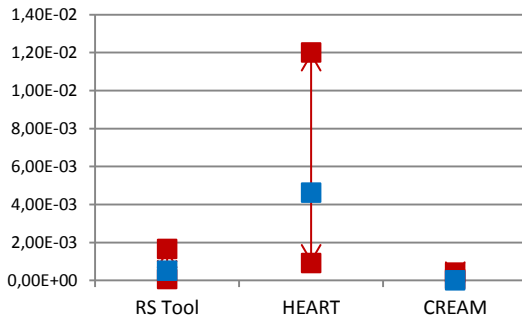
Analyse microscopique

2. SENSIBILITÉ DES MÉTHODES PAR RAPPORT À LA CATÉGORIE

D'ERREUR :

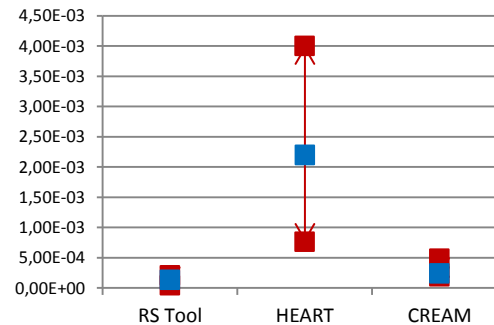
Exemple :

E001 - perception



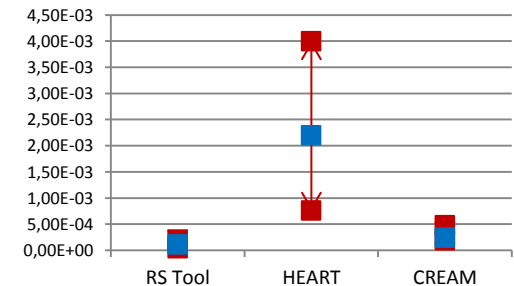
- Capacité de perception réduite
- Inexpérience

E002 - perception



- Capacité de perception réduite

E003 - perception



- Manque de visibilité

→ **Préconiser les méthodes les plus stables**

Analyse microscopique

3. SENSIBILITÉ DES MÉTHODES PAR RAPPORT AUX FACTEURS DE PERFORMANCE :

$$\text{Ratio de variance : } \frac{V_{PFi}}{V_{\text{ensemble des PF}}}$$

Plus le ratio est petit, moins la méthode est sensible

→ Préconiser les méthodes les moins sensibles

Aide à la décision



Légende :

X : Méthode la plus stable par rapport à la catégorie

X : Méthode la moins sensible aux facteurs

■ : Méthode ne prend pas en compte le facteur

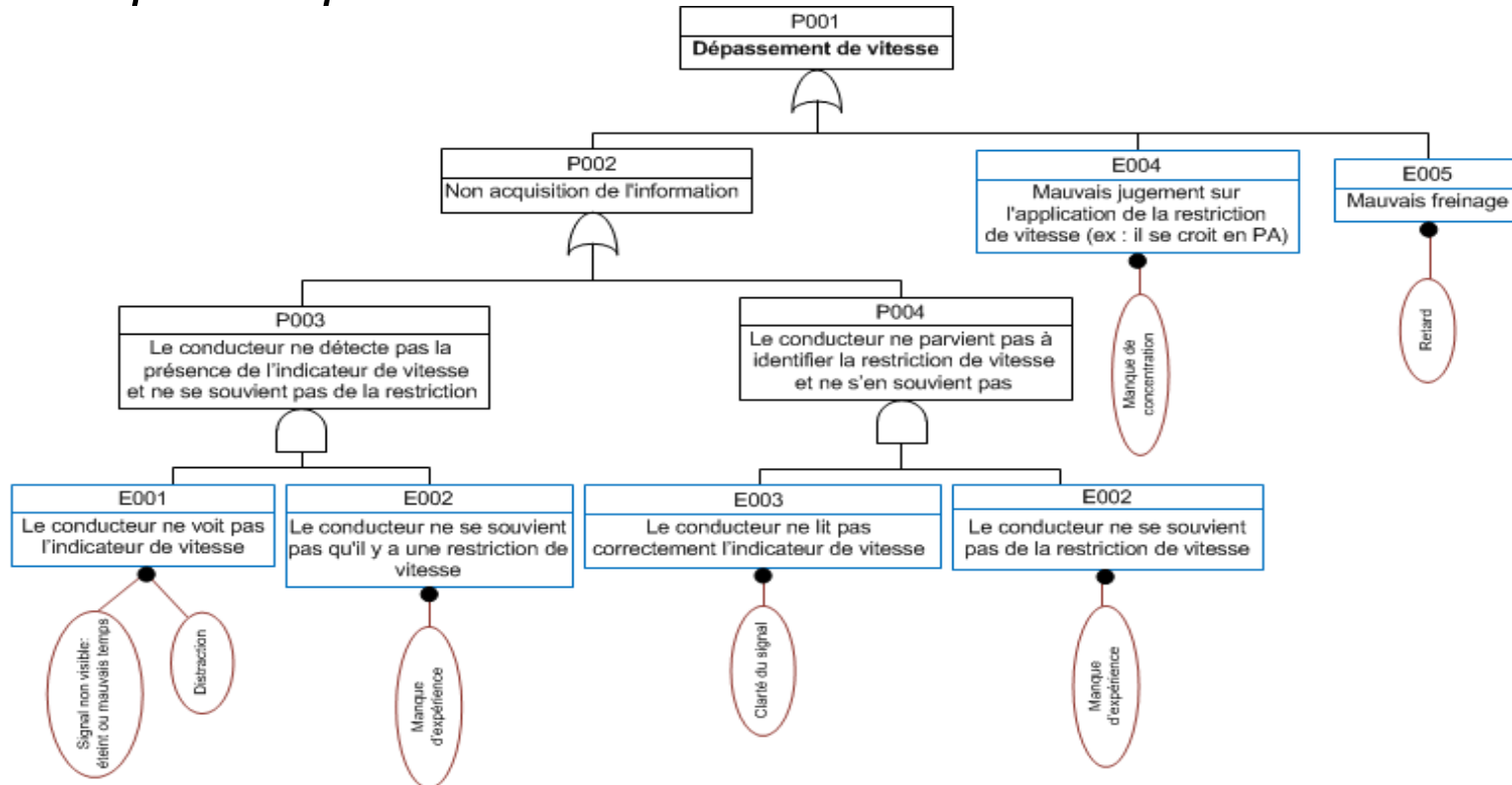
	CONDUITE			MAINTENANCE	
	CREAM	HEART	R-S Tool	CREAM	HEART
Catégorie d'erreur					
Omission, action non réalisée, oubli		X	X	x	x
Détection, observation omise	x			x	
Perception, mauvaise identification	x		x		
Décision, mauvais jugement, action réalisée au mauvais moment	x		x	x	
Mémoire, mauvais diagnostic		x			x
Interprétation, mauvaise compréhension, confusion	x	x		x	x
Manuelle, mauvaise action manuelle	x			x	
Facteurs					
Distraction, concentration, caractéristiques physiques et psychologiques			X		
Environnement extérieur (visibilité, conditions)			x		x
Surcharge de travail	x			x	
Contrainte de temps (retard)		x	x		x
Expérience, formation		x			x
Culture (technique opposée)		X	X		x
Clarté des objectifs			x		x
Mode dégradé (signal éteint)			x		x
Non perception du risque		x	x		x

Application

→ À partir d'un référentiel d'erreurs établi sur le REX

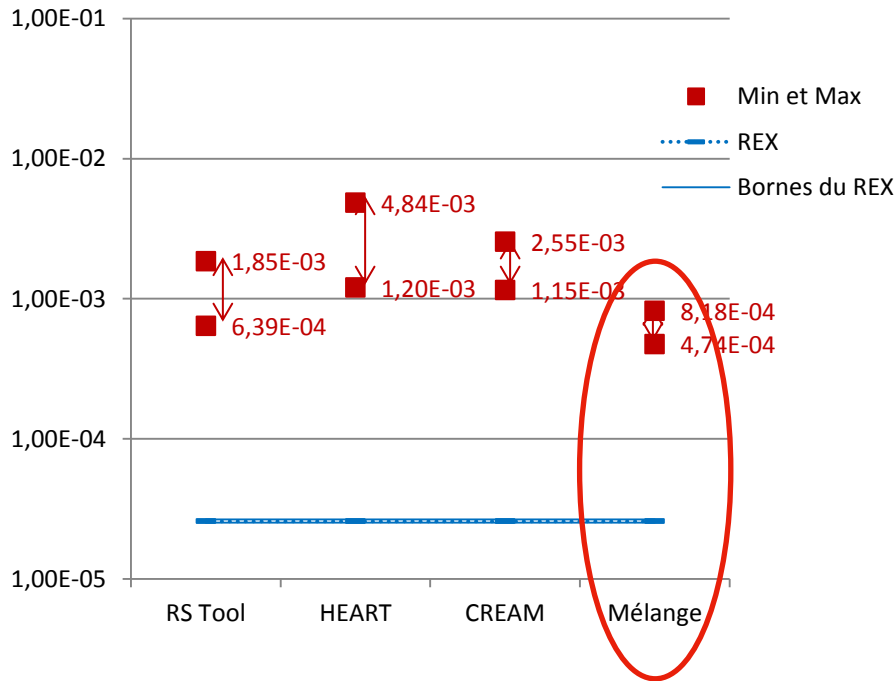
ANALYSE DE L'ERREUR :

- Exemple : *Dépassement de vitesse autorisée*

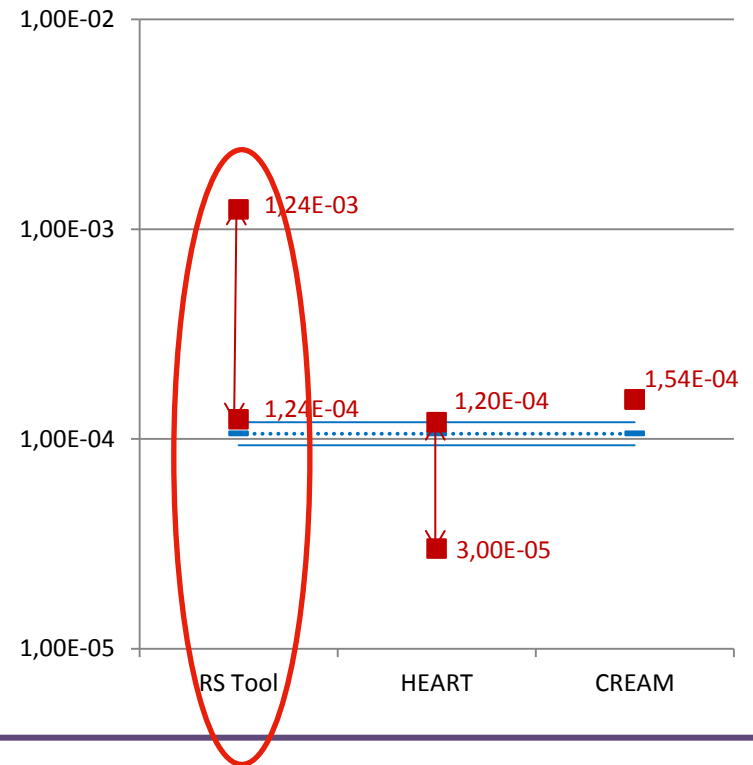


COMPARAISON AIDE À LA DÉCISION / REX :

Erreur humaine 1



Erreur humaine 2



Conclusion

- ❖ Aucune méthode n'est meilleure : au cas par cas
→ Création d'un **outil d'aide à la décision**

LIMITES :

- Besoin de connaître un minimum l'erreur pour réduire les incertitudes
- Utilisation du REX pour identifier les mécanismes d'erreur avant d'utiliser les méthodes

PERSPECTIVE : Réduire la fenêtre de simulation par avis d'experts