



ÉTUDE DE L'IMPACT DES INCERTITUDES SUR LES DONNÉES DE FIABILITÉ SUR LES PARAMÈTRES DE DISPONIBILITÉ

(29 pages)

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION

2. DÉMARCHE

3. CAS SIMPLE

4. CAS COMPLEXE

5. CONCLUSIONS

ANNEXE 1: Références de FRACTAL SYSTÈME

ANNEXE 2 : Résultats additionnels



1. INTRODUCTION

MOTIVATIONS DE L'ÉTUDE

D'après la LOI FORTE DES GRANDS NOMBRES:

L'important est la moyenne des lois considérées pour les paramètres de fiabilité, pas la nature des lois.

Est-ce toujours vrai en prenant en compte les incertitudes?

Avec le calcul des P10/P50/P90, les queues de distribution sont AUSSI à évaluer avec précision.

Comment-on une grosse erreur en ne prenant pas en compte les incertitudes?

CAS ÉTUDIÉS

CAS SIMPLE : 2 compresseurs en 2 x 50%

CAS COMPLEXE : 2 trains de compression en 2 x 50%

***ET, pour chacun des cas,
utilisation des paramètres de fiabilité équivalents***

PARAMÈTRES DE FIABILITÉ ÉQUIVALENTS

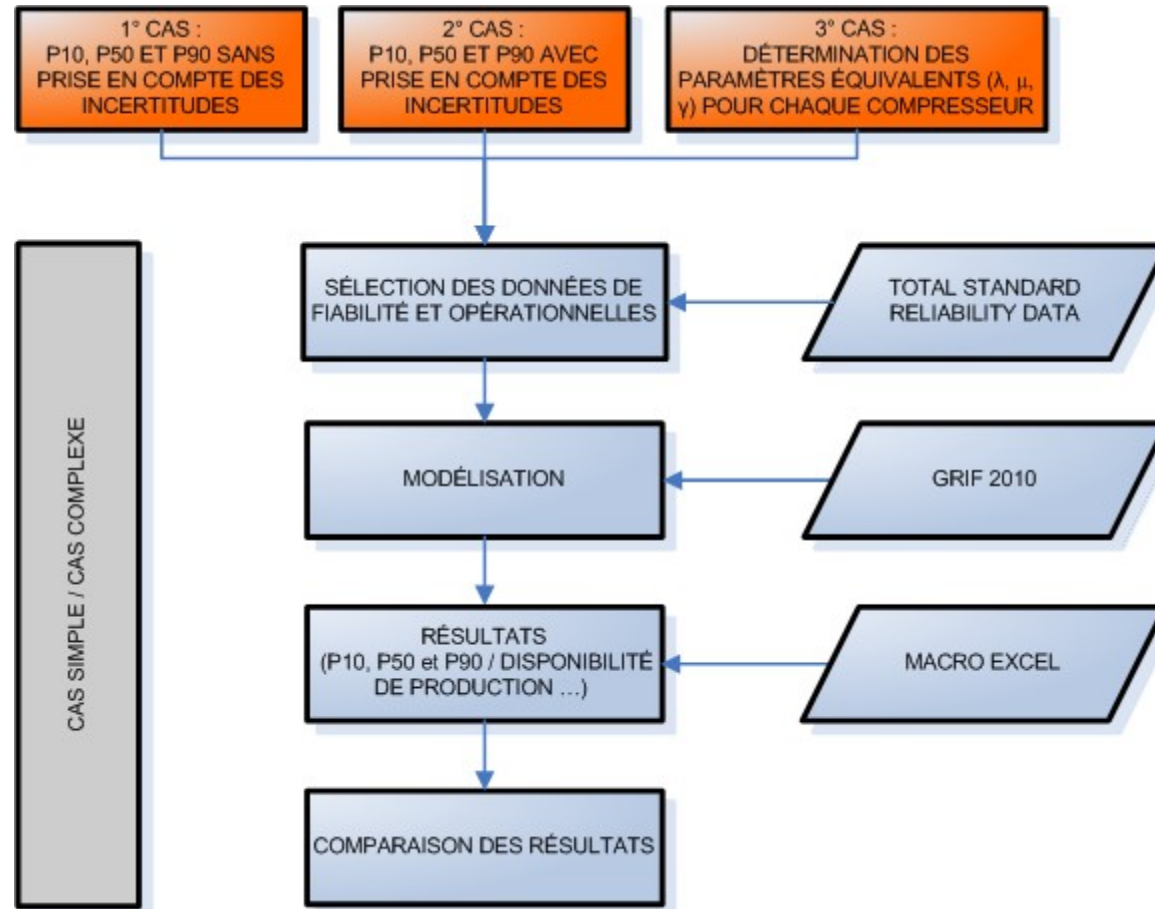
$$\lambda_{\text{équ}} = \lambda_1 + \lambda_2 \dots + \lambda_n$$

$$\mu_{\text{équ}} = \lambda_{\text{équ}} / [(\lambda_1 / \mu_1) + (\lambda_2 / \mu_2) + \dots + (\lambda_n / \mu_n)]$$



2. DÉMARCHE

ORGANIGRAMME DE LA DÉMARCHE (1/2)



ORGANIGRAMME DE LA DÉMARCHE (2/2)

1. Données de fiabilité

→ TOTAL STANDARD RELIABILITY DATA (DGEP/TDO/EXP/SRI/10-003)

2. Modélisation

→ GRIF 2010

3. Extraction des résultats

→ Macro Excel Fractal Système

4. Résultats

→ Disponibilité de production moyenne ;

→ Nombre d'histoires simulées ;

→ Valeurs des paramètres P10, P50, P90 ;

→ Temps de calcul.

DÉFINITION P10, P50 ET P90

Le paramètre P_x correspond à la valeur moyenne de disponibilité de production pour laquelle la probabilité de se trouver en-dessous est de $X\%$ et par conséquent la probabilité de se trouver au-dessus est de $100-X\%$.

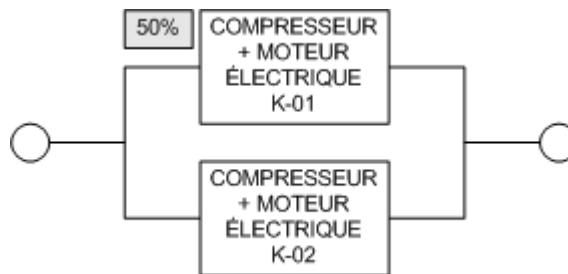
Dans le cas du paramètre P50, la valeur moyenne obtenue est appelée « médiane » et n'est pas équivalent à la moyenne.

DELL PRECISION PWS 390
2 Processeurs de 2,4 GHz
1 seul processeur utilisé



3. CAS SIMPLE

DIAGRAMME FONCTIONNEL



- Compresseur centrifuge entraîné par un moteur électrique
- On considère un profil constant tout au long de la simulation
- Les défauts de jeunesse ne sont pas considérés

PARAMÈTRE LOI EXPONENTIELLE SANS INCERTITUDE

Compresseur Centrifuge entraîné par un Moteur Électrique					
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance (par 10 ⁶ heures)		Taux de réparation active (par 10 ² heures)	
		λ		μ	
Critique	Défaillance en fonctionnement	67.96		2.45	
Critique	Refus de démarrer	Probabilité (γ)	6.70E-03	MTTR (en heures)	33.98

Moteur Électrique entraînant un compresseur					
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance (par 10 ⁶ heures)		Taux de réparation active (par 10 ² heures)	
		λ		μ	
Critique	Défaillance en fonctionnement	30.45		2.57	
Critique	Refus de démarrer	Probabilité (γ)	3.00E-03	MTTR (en heures)	49.95

PARAMÈTRE LOI EXPONENTIELLE

AVEC INCERTITUDE : DISTRIBUTION UNIFORME

Compresseur Centrifuge entraîné par un Moteur Électrique							
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance (par 10 ⁶ heures)			Taux de réparation active (par 10 ² heures)		
		Basse	λ	Haute	Basse	μ	Haute
Critique	Défaillance en fonctionnement	57.71	67.96	78.82	2.13	2.45	2.80
Critique	Refus de démarrer	Probabilité (γ)		6.70E-03	MTTR (en heures)		33.98

Moteur Électrique entraînant un compresseur							
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance (par 10 ⁶ heures)			Taux de réparation active (par 10 ² heures)		
		Basse	λ	Haute	Basse	μ	Haute
Critique	Défaillance en fonctionnement	23.79	30.45	38.45	2.01	2.57	3.23
Critique	Refus de démarrer	Probabilité (γ)		3.00E-03	MTTR (en heures)		49.95

PARAMÈTRE LOI EXPONENTIELLE

AVEC INCERTITUDE : DISTRIBUTION LOG-NORMALE

Compresseur Centrifuge entraîné par un Moteur Électrique					
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance		Taux de réparation active	
		Moyenne x10 ⁻⁶	Facteur d'erreur	Moyenne x10 ⁻²	Facteur d'erreur
Critique	Défaillance en fonctionnement	67.75	1.169	2.45	1.147
Critique	Refus de démarrer	Probabilité (γ)	6.70E-03	MTTR (en heures)	33.98

Moteur Électrique entraînant un compresseur					
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance		Taux de réparation active	
		Moyenne x10 ⁻⁶	Facteur d'erreur	Moyenne x10 ⁻²	Facteur d'erreur
Critique	Défaillance en fonctionnement	30.57	1.271	2.57	1.268
Critique	Refus de démarrer	Probabilité (γ)	3.00E-03	MTTR (en heures)	49.95

CAS SIMPLE

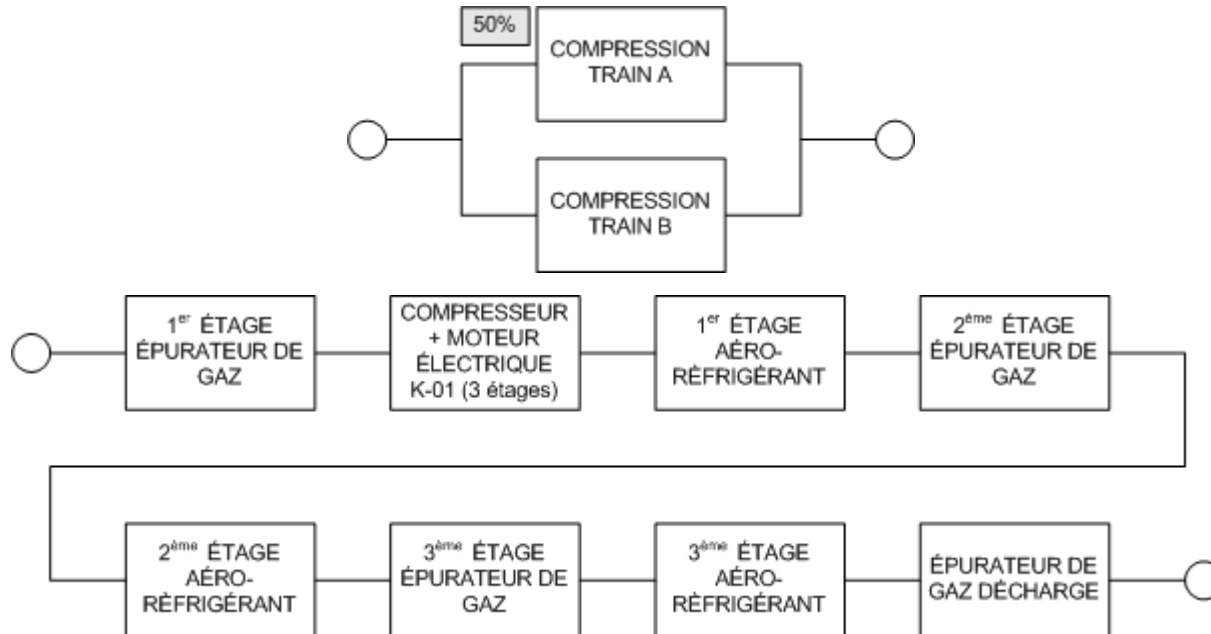
Résultats

	1° CAS	2° CAS (UNIF)	2° CAS (LOGN)	3° CAS (UNIF)	3° CAS (LOGN)
Disponibilité de production moyenne (%)	99,54	99,54	99,54	99,54	99,54
P10 (%)	99,35	99,35	99,34	99,35	99,35
P50 (%)	99,56	99,55	99,55	99,55	99,55
P90 (%)	99,72	99,72	99,72	99,72	99,72
Temps de calcul (s)	2	25546	25585	19755	19611
Nombre d'histoires simulées	10000	10000	10000	10000	10000
Nombre de paramètres simulés	1	10000	10000	10000	10000



4. CAS COMPLEXE

DIAGRAMME FONCTIONNEL



- Compresseur centrifuge entraîné par un moteur électrique
- On considère un profil constant tout au long de la simulation
- Les défauts de jeunesse ne sont pas considérés

PARAMÈTRE LOI EXPONENTIELLE

SANS INCERTITUDE

Épurateur de gaz			
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance (par 10 ⁶ heures)	Taux de réparation active (par 10 ² heures)
		λ	μ
Critique	Défaillance en fonctionnement	17.45	31.45

Aéroréfrigérant			
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance (par 10 ⁶ heures)	Taux de réparation active (par 10 ² heures)
		λ	μ
Critique	Défaillance en fonctionnement	23.47	24.00

PARAMÈTRE LOI EXPONENTIELLE

AVEC INCERTITUDE : DISTRIBUTION UNIFORME

Épurateur de gaz							
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance (par 10 ⁶ heures)			Taux de réparation active (par 10 ² heures)		
		Basse	λ	Haute	Basse	μ	Haute
Critique	Défaillance en fonctionnement	12.40	17.45	23.93	21.86	31.45	43.92

Aéroréfrigérant							
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance (par 10 ⁶ heures)			Taux de réparation active (par 10 ² heures)		
		Basse	λ	Haute	Basse	μ	Haute
Critique	Défaillance en fonctionnement	10.22	23.47	46.33	10.45	24.00	47.37

PARAMÈTRE LOI EXPONENTIELLE

AVEC INCERTITUDE : DISTRIBUTION LOG-NORMALE

Épurateur de gaz					
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance		Taux de réparation active	
		Moyenne x10 ⁻⁶	Facteur d'erreur	Moyenne x10 ⁻²	Facteur d'erreur
Critique	Défaillance en fonctionnement	17,57	1.389	31.69	1.417

Aéroréfrigérant					
Classe Criticité	Mode de défaillance	Taux de défaillance		Taux de réparation active	
		Moyenne x10 ⁻⁶	Facteur d'erreur	Moyenne x10 ⁻²	Facteur d'erreur
Critique	Défaillance en fonctionnement	24.18	2.129	24.72	2.129

CAS COMPLEXE

Résultats

	1° CAS	2° CAS (UNIF)	2° CAS (LOGN)	3° CAS (UNIF)	3° CAS (LOGN)
Disponibilité de production moyenne (%)	99.40	99.38	99.39	99.37	99.38
P10 (%)	98.95	99.18	99.19	99.21	99.22
P50 (%)	99.32	99.39	99.40	99.38	99.38
P90 (%)	99.76	99.57	99.58	99.52	99.53
Temps de calcul (s)	6	63981	61657	48775	46670
Nombre d'histoires simulées	10000	10000	10000	10000	10000
Nombre de paramètres simulés	1	10000	10000	10000	10000



5. CONCLUSIONS

**Dans le cas de l'évaluation de
la disponibilité de production moyenne,
l'important est bien
la moyenne considérée pour chacun des paramètres.**

**La prise en compte des incertitudes
n'a que peu d'effet sur les queues de distribution.**

ANNEXE A

Références de FRACTAL SYSTÈME

- ▶ **TOTAL STANDARD RELIABILITY DATA
DGEP/TDO/EXP/SRI/10-003**
- ▶ **MOCA-RP^C – Manuel utilisateur 13.04**

Question 1

Converge-t-on aussi vite avec la prise en compte des incertitudes sur les données?

Question 2

Impact sur le temps de calcul en utilisant les 2 processeurs du PC?

Question 1

	1° CAS
Disponibilité de production moyenne (%)	99,54
P10 (%)	99,35
P50 (%)	99,56
P90 (%)	99,72
Temps de calcul (s)	263
Nombre d'histoires simulées	10000
Nombre de paramètres simulés	1000

→ CAS SIMPLE : LOI UNIFORME

→ On converge directement avec une simulation effectuée avec 1000 jeux de paramètres.

Question 2

→ Dans un calcul avec 2 processeurs le temps de calcul est 13 075 secondes.

(RAPPEL : avec 1 processeur = 25 546 s)

→ Dans la version actuelle, il n'est pas possible d'extraire les résultats des paramètres P10, P50 et P90.