

Retour d'expérience sur l'application de la méthode LOPA – Intérêt d'utiliser le module Risk

Club GRIF 2020

IDDIR Olivier
Expert quantification des risques
Département Expertise et Modélisation

Olivier.iddir@technipfmc.com

21/01/2020

Le département Expertise & Modélisation

- TechnipFMC : Ingénierie du secteur de l'industrie de l'énergie.

- E&M : Département rattaché à la division procédé.

- 4 disciplines :

1. Risques industriels :

- ☐ Analyse et quantification des risques ;
- ☐ Modélisations CFD d'accidents (explosion, dispersion, incendie) ;
- ☐ Comportement des structures aux accidents ;

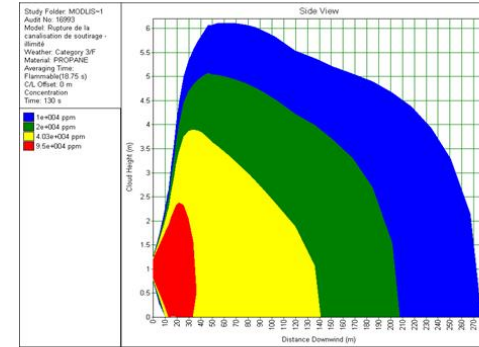
2. *Dépressurisation ;*

3. *Simulation dynamique ;*

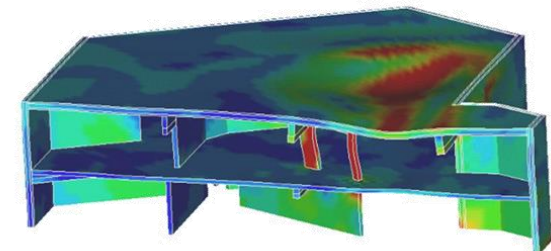
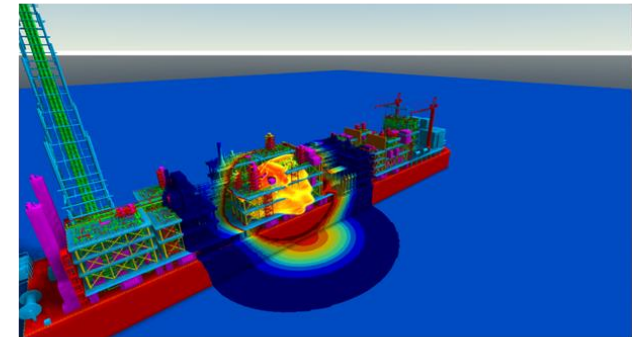
4. *Modélisations CFD (hors accidents).*

- 2 « Vocations » :

1. Support aux grands projets d'ingénierie TechnipFMC ;
2. Consulting / études de spécialité.



Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E $P < 10^{-5}$	D $10^{-5} \leq P < 10^{-4}$	C $10^{-4} \leq P < 10^{-3}$	B $10^{-3} \leq P < 10^{-2}$	A $P \geq 10^{-2}$
Desastreux (5)	MAR rang 2 non partiel	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3	NON rang 4
Catastrophique (4)	MAR rang 1	MAR rang 2	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3
Important (3)	MAR rang 1	MAR rang 1	MAR rang 2	NON rang 1	NON rang 2
Sérieux (2)			MAR rang 1	MAR rang 2	NON rang 1
Modéré (1)					MAR rang 1



Agenda

1. Rappels sur la méthode LOPA
2. GRIF® pour la LOPA quantifiée
3. Cas d'application
4. Comparaison des résultats
5. Conclusion

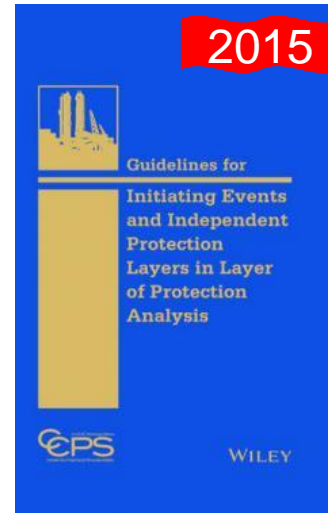
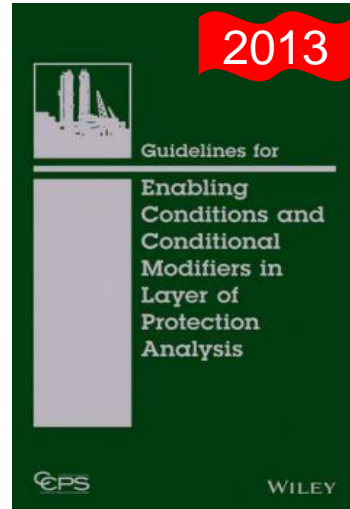
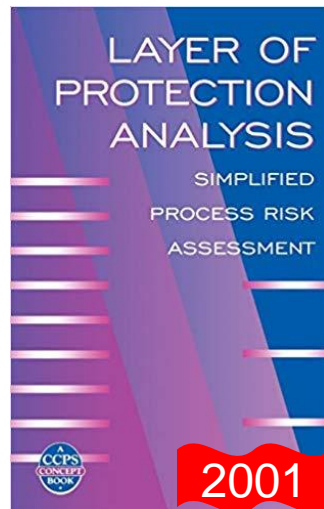
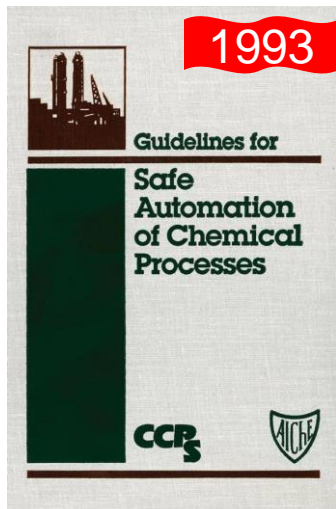
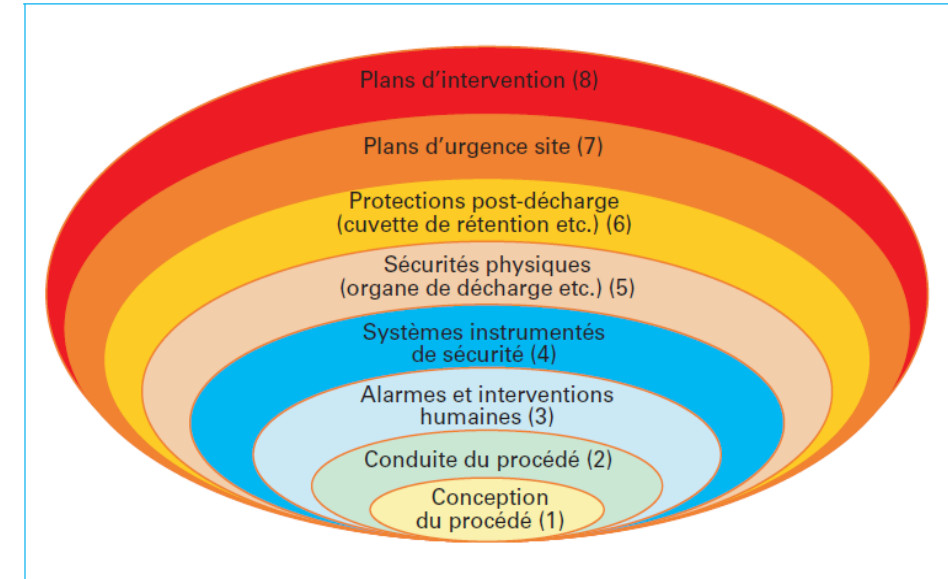
Rappels sur la méthode LOPA (Layer Of Protection Analysis)

Origine et principe de la LOPA

LOPA = Layer Of Protection Analysis.

Principe : La réduction d'un risque est obtenue par plusieurs couches de protection → défense en profondeur.

La réduction du risque est associée à des IPL (Independent Protection Layer).



Scénario 1 :



Scénario 2 :



Scénario 3 :



Utilisation de la LOPA

Applications « courantes »:

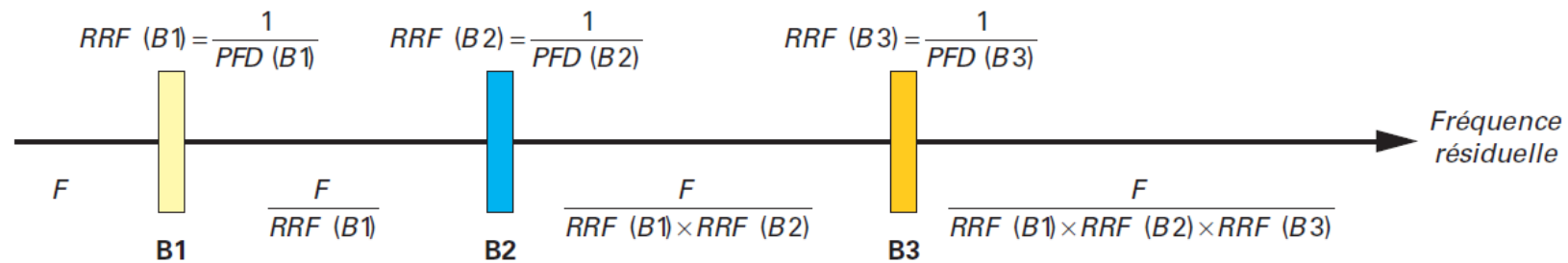
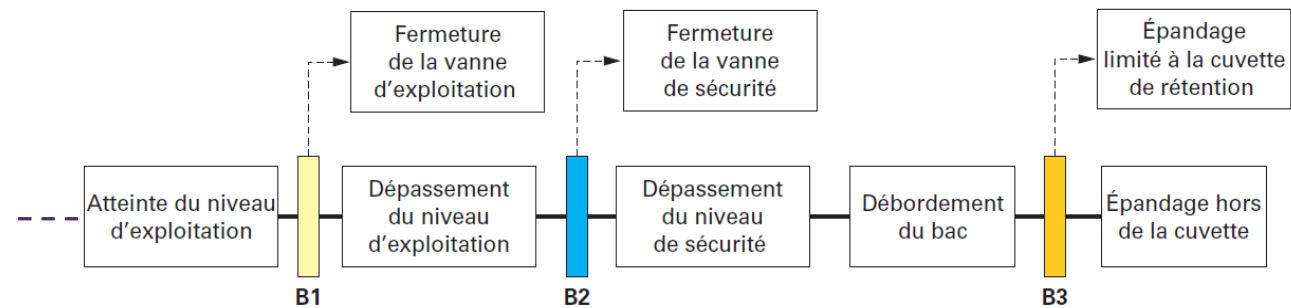
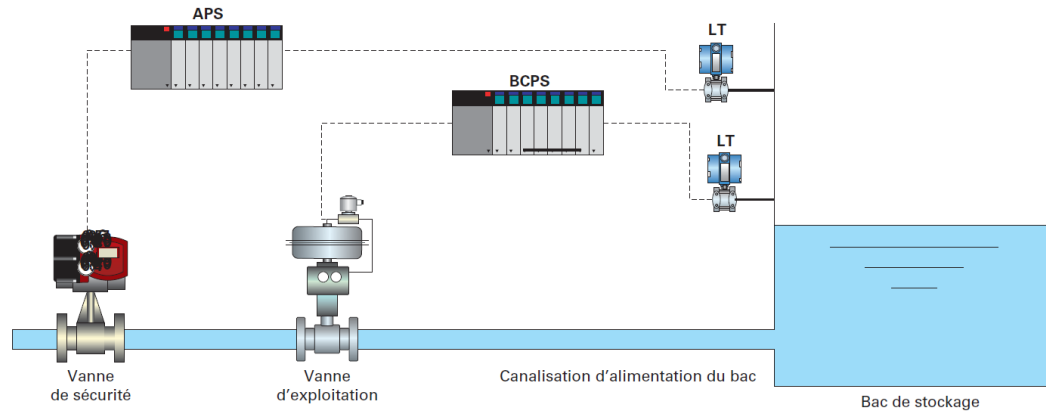
1. Déterminer les niveaux de SIL requis de fonctions instrumentées de sécurité (SIF) ;
2. Analyser de manière plus détaillée certains scénarios d'accidents.

Les IEC 61508 et 61511 ont « démocratisé » la méthode LOPA.

MAIS elle ne doit pas être limitée à la définition des niveaux de SIL → utilisation plus large dans le cadre des analyses de risques.

L'approche LOPA « classiquement » mise en œuvre

Cas : Débordement de bac hors cuvette de rétention



RRF : Risk Reduction Factor (Facteur de réduction du risque)

Estimation de la fréquence résiduelle

$$\text{Fréquence résiduelle} = F(EI) \times F_{ci} \times \text{PFD}(B1) \times \text{PFD}(B2) \times \dots \times \text{PFD}(B_i)$$



Event	Estimated Frequency
Loss of cooling (Standard simplex system)	1/year
Loss of power (Standard simplex system)	1/year
Human error (Routine, once per day opportunity)	1/year
Human error (Routine, once per month opportunity)	1/10 years
Basic process control loop failure	1/10 years
Large fire	1/100 years*
	1/1,000 years



Independent Protection Layer	PFD
Control loop failure	1.0×10^{-2}
Relief valve failure	1.0×10^{-2}
Human Error (trained, no stress)	1.0×10^{-2}
Operator Response to Alarms	1.0×10^{-1}

Le CCPs présente la LOPA comme méthode semi-quantitative car la fréquence d'occurrence et la gravité des conséquences, reposent en règle générale sur des approximations (cotation à l'aide de puissance de dix).

Fci : Facteurs conditionnels de réalisation

GRIF® pour la LOPA quantifiée

RISK – module de GRIF

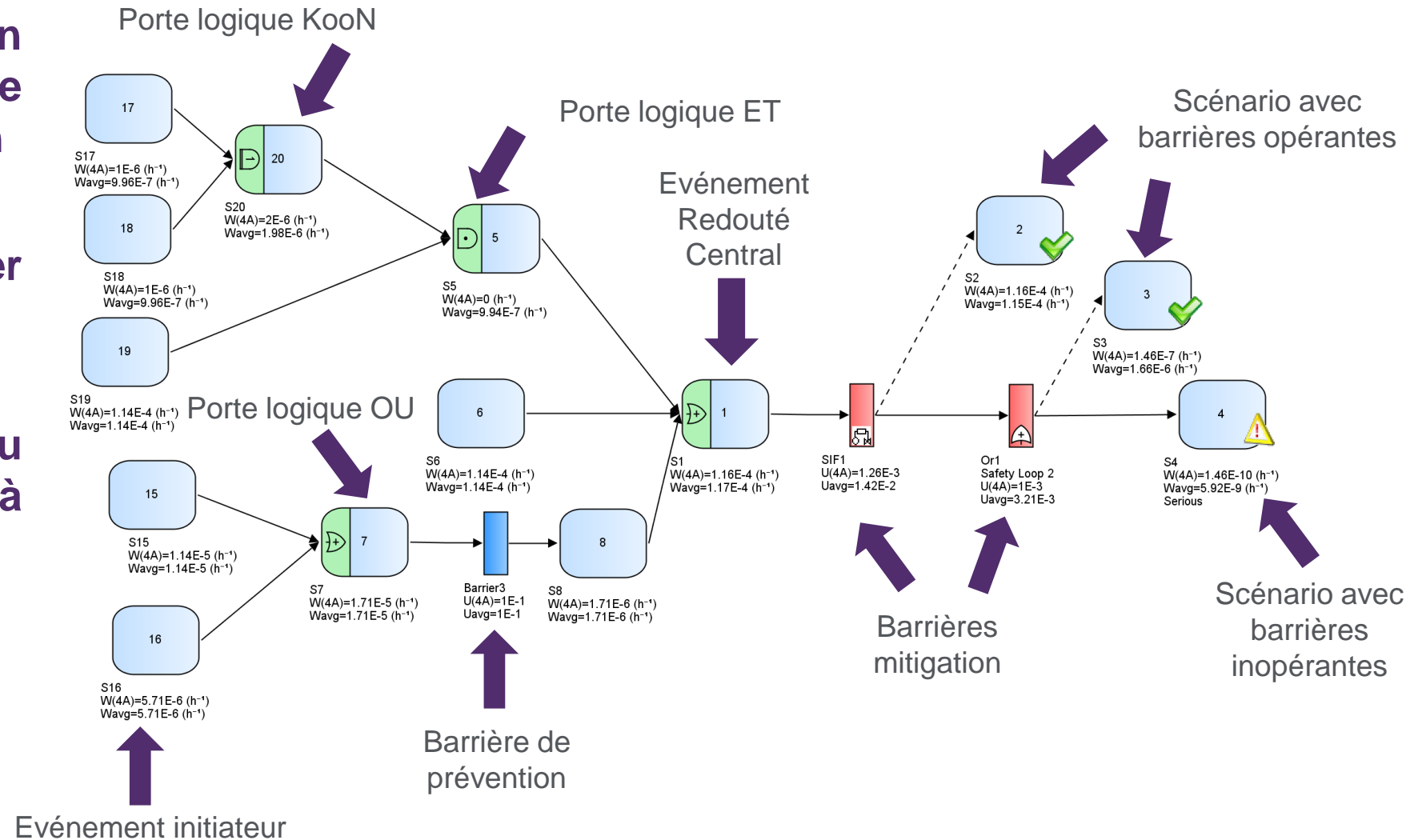
RISK disponible depuis la version 2018 (début des travaux sur le module en 2016).

Objectifs :

- **Faciliter la mise en œuvre des approches type LOPA.**
- **Réaliser des calculs corrects de « fréquences d'occurrence » en mettant à disposition un outil dédié.**

Les arborescences dans RISK

1. Permet la réalisation d'arborescence type LOPA et nœud papillon
2. Permet de matérialiser l'effet des barrières
3. Choix de présenter ou non les scénarios à barrière(s) opérante(s)



Quels avantages

1. Permet d'obtenir une estimation « juste » des RRF (Risk Reduction Factor).
2. Permet d'obtenir une estimation « juste » de la fréquence d'un accident.
3. Permet d'estimer la fréquence d'occurrence d'un accident via un seul module de GRIF.
4. Permet de réaliser des nœuds papillons.
5. Permet de s'intéresser uniquement aux séquences à barrières défaillantes (si on le souhaite) = possibilité ou non de traiter les scénarios.
6. Permet de relier des sorties à d'autres séquences accidentelles → cas où un événement peut conduire par la suite à une nouvelle séquence accidentelle.

Cas d'application

Cas étudié

Cas du débordement de bac

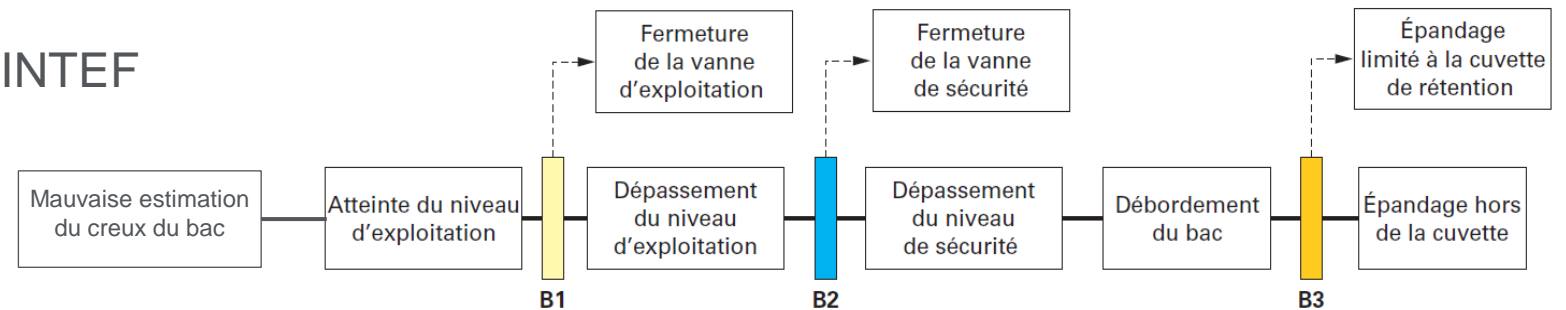
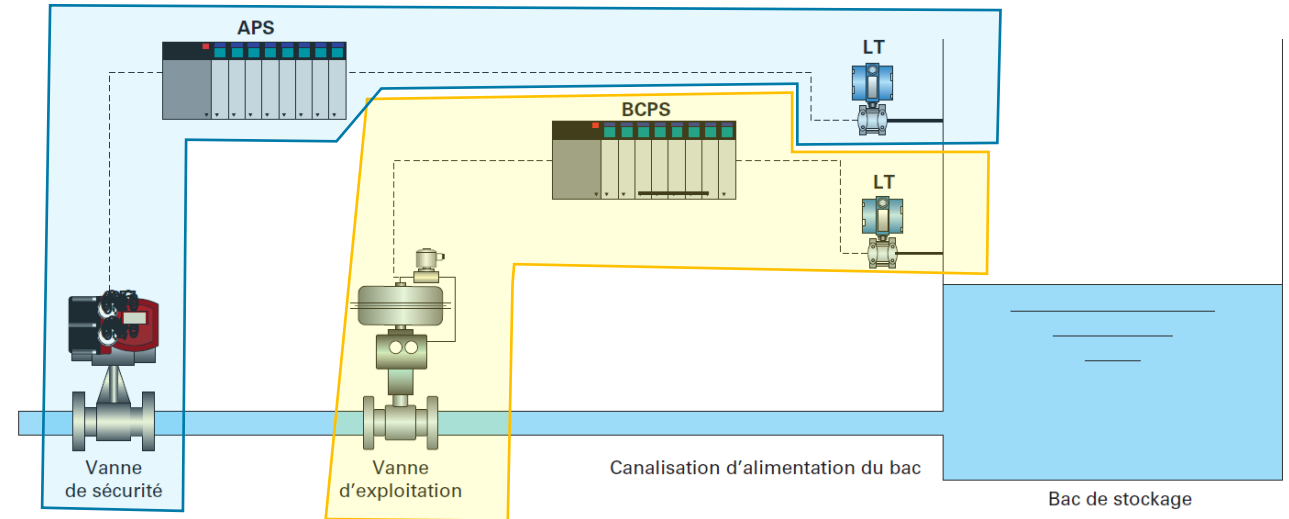
I. Fréquence de l'événement initiateur
« Mauvaise estimation du creux du bac » : $F(EI) = 0.2/\text{an}$

II. Périodes de test des barrières :

- $T = 2$ ans pour B1
- $T = 1$ an pour B2

III. Taux de défaillances :

- Base de données PDS du SINTEF



3 approches comparées

1. LOPA « classique »

Valeurs de PFD (ou PFDavg) des barrières issues de tables.

2. LOPA semi quantitative avec calculs des PFDavg

Valeurs de PFDavg calculées via arbres quantifiés de défaillances puis produit des PFDavg.


3. LOPA quantifiée

« Enchaînement » des calculs dans le module RISK.



LOPA « classique »

Approche 1 = LOPA « classique »

- RRF (B1) = 10 ;
 - RRF (B2) = 100 ;
 - RRF (B3) = 100.
- 
- PFD(B1) = 1E-1 ;**
PFD(B2) = 1E-2 ;
PFD(B3) = 1E-2.


$$F(\text{Epannage hors cuvette}) = F(EI) \times \text{PFD (B1)} \times \text{PFD (B2)} \times \text{PFD (B3)}$$

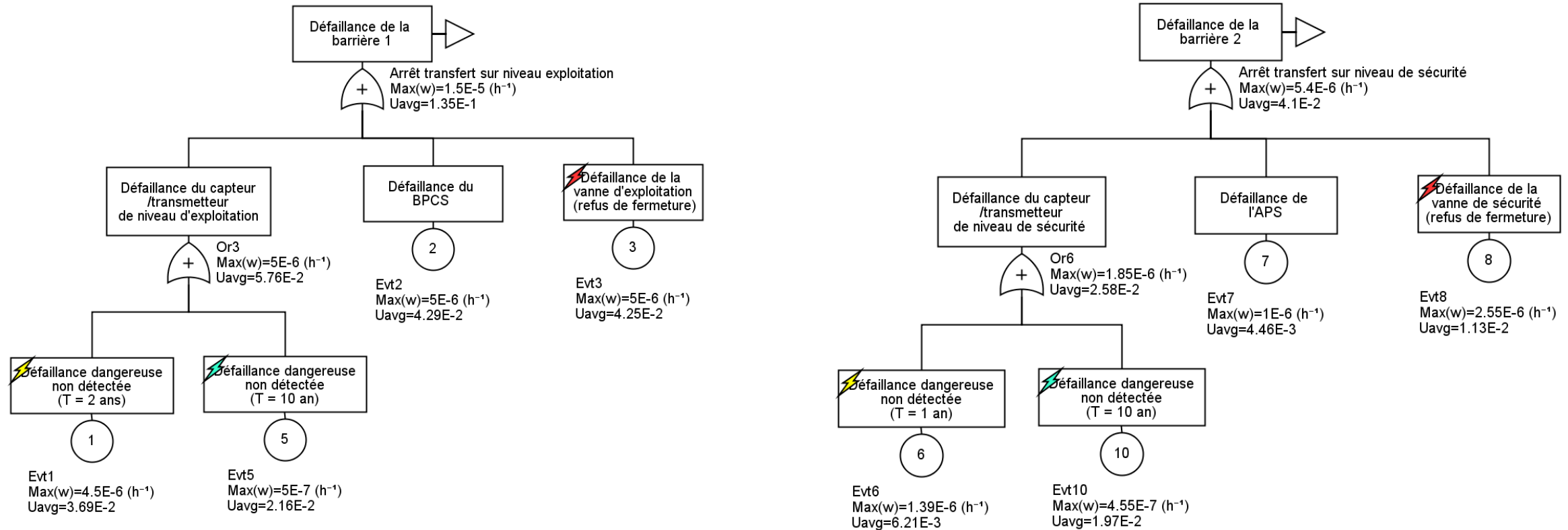
Ref.	F(EI) (/h)	PFD (B1)	PFD (B2)	PFD (B3)	F(Epannage hors cuvette) (/h)
A1	2.28E-5	1E-1	1E-2	1E-2	2.28E-10

0.2/an

2E-6/an

Approche semi quantitative avec calcul PFDavg

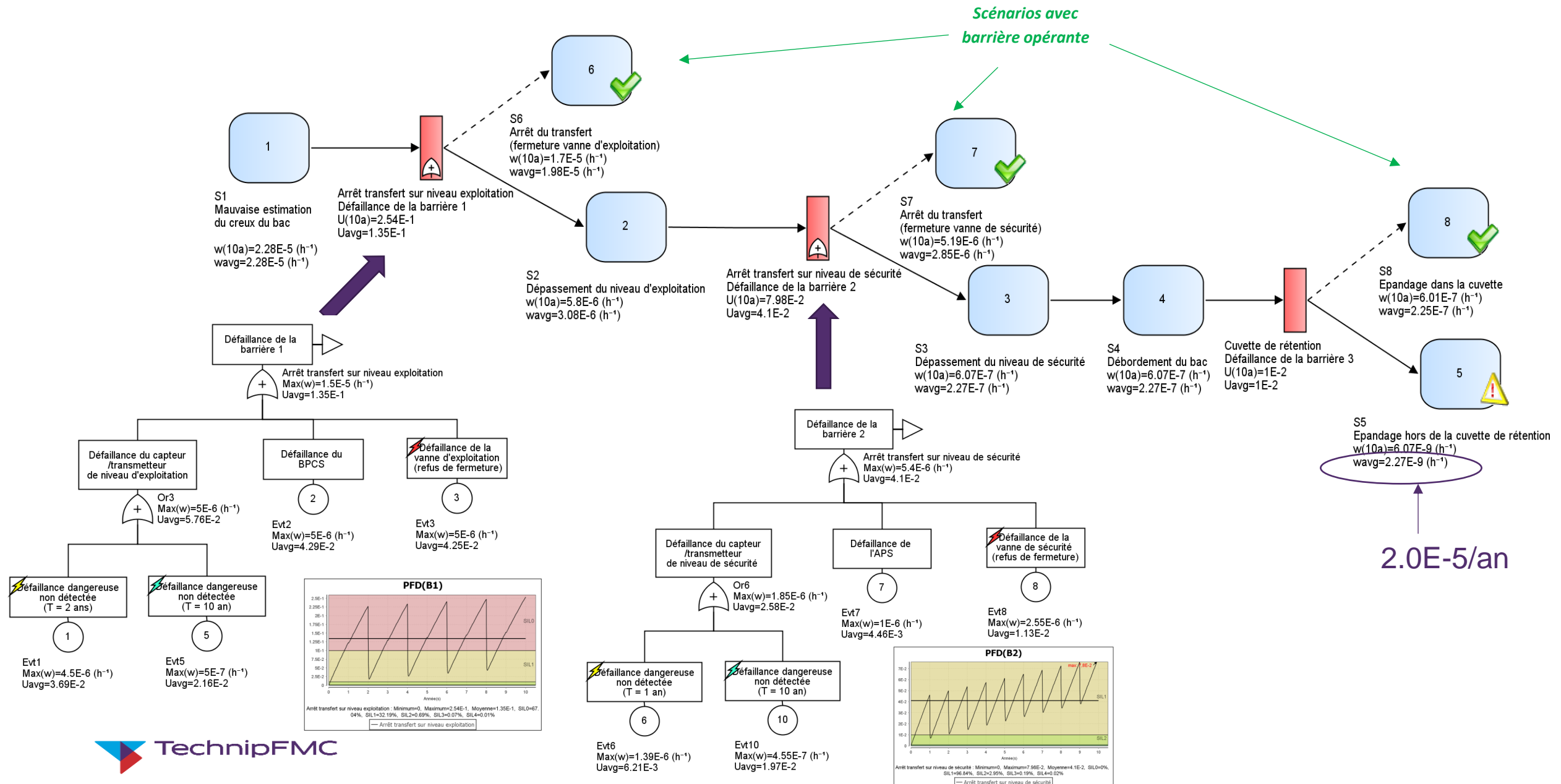
Approche 2 = LOPA avec calcul de PFDavg



$$F(\text{Epannage hors cuvette}) = F(EI) \times \text{PFDavg (B1)} \times \text{PFDavg (B2)} \times \text{PFD (B3)}$$

Ref.	F(EI) (/h)	PFDavg (B1)	PFDavg (B2)	PFD (B3)	F(Epannage hors cuvette) (/h)
A2	2.28E-5	1.35E-1	4.1E-2	1E-2	1.26E-09

Approche 3 : LOPA quantifiée



Comparaison des résultats

Ecart entre les méthodes

Ref.	Approche	F(EI) (/h)	PFDavg (B1)	PFDavg (B2)	PFD (B3)	F(Epandage hors cuvette) (/h)
A1	Semi quantitative (PFD issues de [2])	2.28E-5	1E-1	1E-2	1E-2	2.28E-10
A2	Semi quantitative (PFDavg calculées via GRIF®)	2.28E-5	1.35E-1	4.1E-2	1E-2	1.26E-09
A3	Quantifiée (Module « Risk » de GRIF ®)	2.28E-5	1.35E-1	4.1E-2	1E-2	2.27E-09

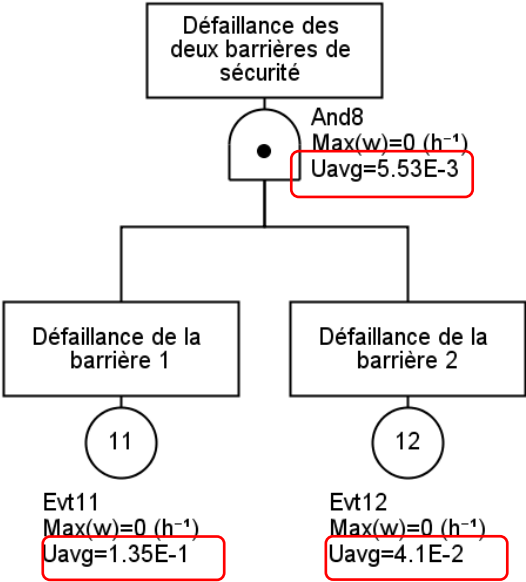
[2] CCPS, Guidelines for Initiating Events and Independent Protection Layers in Layer of Protection Analysis, February 2015. ISBN: 978-0-470-34385-2.

L'approche semi quantitative (A1) minore significativement la fréquence d'occurrence de l'accident (d'un facteur de l'ordre de 10 par rapport à l'approche quantifiée).

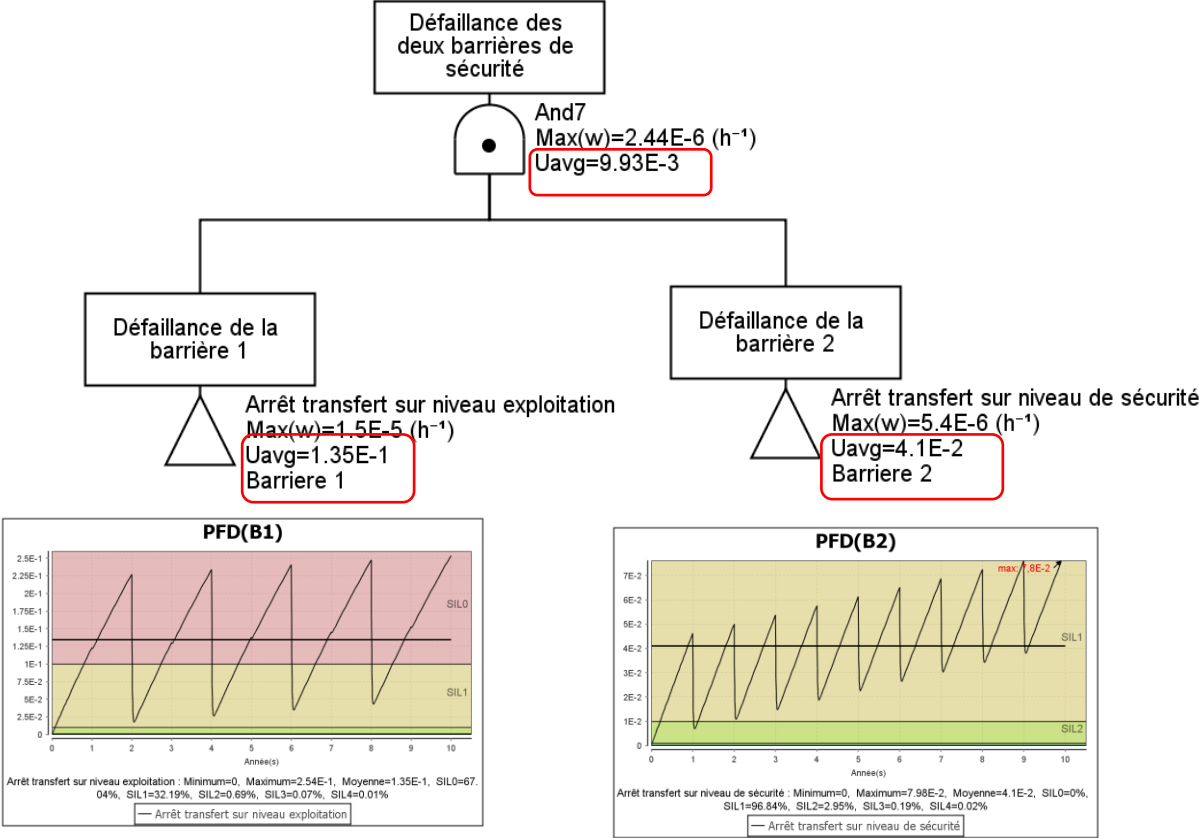
L'approche semi quantitative (A2) comparée à l'approche quantifiée (A3) minore la fréquence d'occurrence de l'accident (d'un facteur de l'ordre de 2).

Calcul du PFDavg de plusieurs barrières

Calcul approche 2 :



Calcul approche 3 :



Est-ce si grave de se tromper ?



**CARIBBEAN PETROLEUM CORPORATION (CAPECO) -
BAYAMÓN, PUERTO RICO - 21/10/2009**

Conclusion

A retenir

L'utilisation du module RISK permet :

- **D'avoir une traçabilité dans la démonstration ;**
- **De se poser les bonnes questions (testabilité des barrières par exemple) ;**
- **De sensibiliser le « management » sur les limites de ce qui est fait (hypothèses de calcul).**

Principaux « freins » remontés (par le « management ») :

- **Disponibilité des données d'entrée pour réaliser les calculs ?**
- **Applicabilité de la méthode durant un groupe de travail ?**
- **Temps à y consacrer ?**

Perspectives :

- **Promouvoir l'outil sur des cas de criticité « élevée » ;**
- **Sensibiliser le « management » aux enjeux liés aux analyses quantifiées des risques.**

