



INERIS
Expert en prévention
des risques

Méthode de détermination semi-quantitative de la probabilité de défaillance d'une tuyauterie d'usine

Claire JOLY – Charlotte BOUISSOU
Direction des Risques Accidentels

26 juin 2007

Plan de la présentation (1/2)

- **1. Introduction : définition du système d'étude et des objectifs**
 - Équipements concernés
 - Contexte d'étude
 - Sélection des installations pour l'analyse de risques

- **2. Analyse de risques**
 - Identification des événements redoutés centraux, des événements initiateurs et des principales barrières de sécurité au travers de l'outil "arbre des causes" (application de la théorie de ce type d'outil sur le cas concret des canalisations).
 - Exemple de nœud papillon.

Plan de la présentation (2/2)

■ 3. Estimation probabiliste des risques

- Définition du concept de Probabilité d'Occurrence Annuelle (POA)
- Différentes approches pour la quantification et données nécessaires
- Des exemples de données disponibles - limites et précautions à prendre dans leur usage
- Règles / bonnes pratiques pour la quantification (arbre de défaillances)
- L'approche semi-quantifiée de l'INERIS sur un exemple
- Retour d'expérience de l'INERIS concernant l'application de la fiche 6 du guide EDD (28/12/2006).

■ 4. Conclusion

1. Introduction : définition du système d'étude et des objectifs



Définition des équipements concernés (1/2) :

Canalisations

- ◆ De transport
- ◆ D'usines



Champ réglementaire différent
→ Rapport de sécurité
→ Étude de dangers

- ◆ Aériennes
- ◆ Enterrées
- ◆ Internes aux installations (bâtiments)



Localisation des fuites différente
Événements initiateurs différents

Définition des équipements concernés (2/2) :

1. Introduction

Les tuyauteries d'usine sont généralement munies d'équipements connexes (*nommés « points discrets » dans la fiche 6*) comme :

- vannes, robinets,
- soupapes d'expansion thermique,
- clapets anti-retour,
- pompes,
- brides,
- joints,
- ...



Les équipements sont hors du champ de la présentation



Élimine des événements indésirables

Définition du contexte d'étude :

Celui de l'étude de dangers - Prévention et maîtrise des risques majeurs

(Art. L.512-1 du CE)

« Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit **interne** ou **externe** à l'installation.

" Cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite. [...] »

(Arrêté du 10 mai 2000 modifié par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005)

« Un événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant, **pour les intérêts visés au L. 511-1 du code de l'environnement**, des **conséquences graves**, immédiates ou différées et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des préparations dangereuses. »

Sélection des installations pour l'analyse de risques : exemples de critères ... :

- Identification et caractérisation des potentiels de dangers :
 - nature et dangers du produit contenu, conditions de transfert (pression, température, état du fluide, débit)
 - nature de la tuyauterie : diamètre, longueur, matériau, type de raccords avec les capacités (nature des contraintes).
- Tracé de la tuyauterie (« potentiels de risques »)
 - présence d'agresseurs externes,
 - passage à proximité d'installations à fort potentiel de dangers (effets dominos),
 - situation géographique sur le site (proximité des tiers)
- Choix de tronçons homogènes (« maille », tuyauteries équivalentes (voir fiche 6), unité géographique)

2. Analyse de risques



Identification des événements redoutés centraux :

- Différents ERC ...

- rupture totale
- fuites de diamètres intermédiaires
- fuites alimentées

- Et de nombreux lieux de fuite potentiels ...

→ beaucoup de phénomènes dangereux à traiter, potentiellement beaucoup d'accidents majeurs dans la grille MMR ...

fiche 6 : « Nombre représentatif de ce qui peut se produire dans l'installation »

- ERC « classiquement » retenus par l'INERIS dans les études de dangers

- Rupture pleine section (G max et P max)
- Fuite sur bride (ouverture de 1 mm sur toute la section) assimilable à une fuite de 50% du diamètre environ
- autres ERC au cas par cas, fonction de l'analyse de risques menée avec l'Industriel, prenant en compte les enjeux locaux

Identification des événements initiateurs :

■ Évènements initiateurs « isolés »

- Érosion
- Corrosion
- Fatigue
- Surpression (par ex : vanne fermée en aval)
- Vibrations
- ...

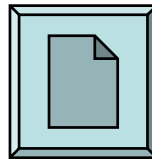
■ Modes communs de défaillance

- Agressions externes (par ex : choc d'un engin)
- Effets dominos (d'une tuyauterie sur l'autre ou provenant d'un équipement voisin)

Exemple de nœud papillon :



Il s'agit d'un exemple. Quelques mesures de maîtrise des risques ont été indiquées à titre illustratif



3. Estimation probabiliste des risques



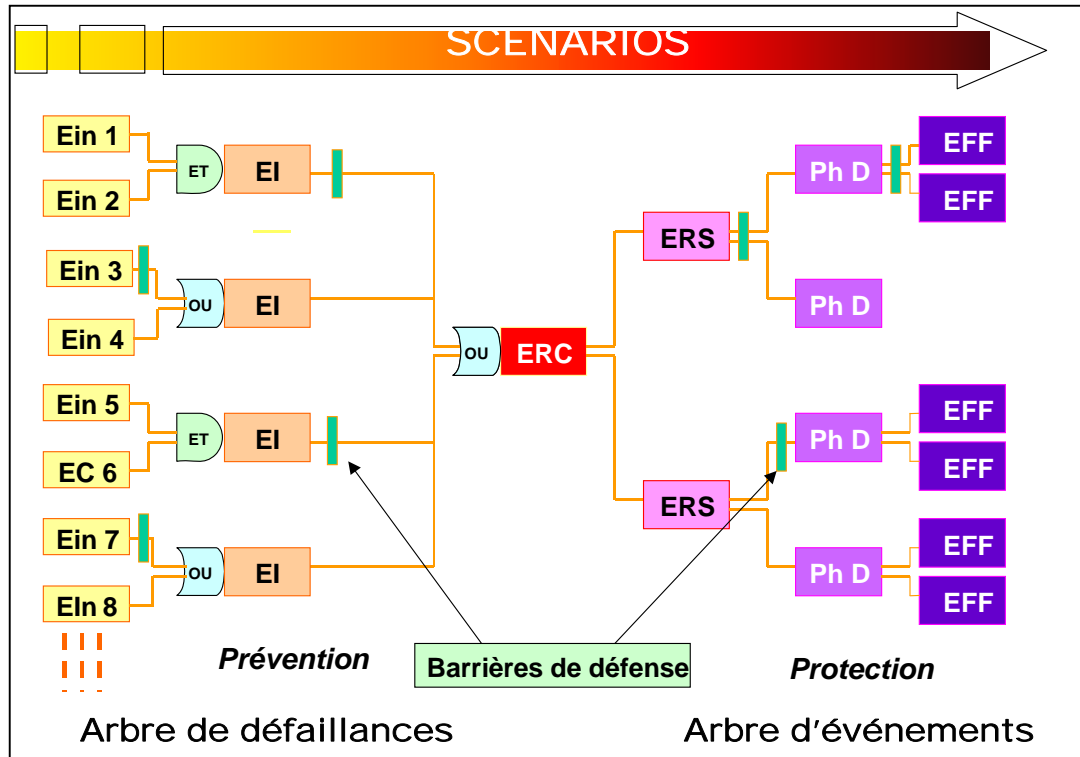
Plan de la présentation (2/2)

■ 3. Estimation probabiliste des risques

- Définition du concept de Probabilité d'Occurrence Annuelle (POA)
- Différentes approches pour la quantification et données nécessaires
- Des exemples de données disponibles - limites et précautions à prendre dans leur usage
- Règles / bonnes pratiques pour la quantification (arbre de défaillances)
- L'approche semi-quantifiée de l'INERIS sur un exemple
- Retour d'expérience de l'INERIS concernant l'application de la fiche 6 du guide EDD (28/12/2006).

■ 4. Conclusion

Quantification probabiliste d'un nœud papillon :



Que cherche-t-on ?

- A estimer la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux sur une période de temps donnée.
- La période de temps retenue est l'année.
- On cherche donc à estimer une **Probabilité d'Occurrence Annuelle (POA)**.

Plan de la présentation (2/2)

■ 3. Estimation probabiliste des risques

- Définition du concept de Probabilité d'Occurrence Annuelle (POA)
- Différentes approches pour la quantification et données nécessaires
- Des exemples de données disponibles - limites et précautions à prendre dans leur usage
- Règles / bonnes pratiques pour la quantification (arbre de défaillance)
- L'approche semi-quantifiée de l'INERIS sur un exemple
- Retour d'expérience de l'INERIS concernant l'application de la fiche 6 du guide EDD (28/12/2006).

■ 4. Conclusion

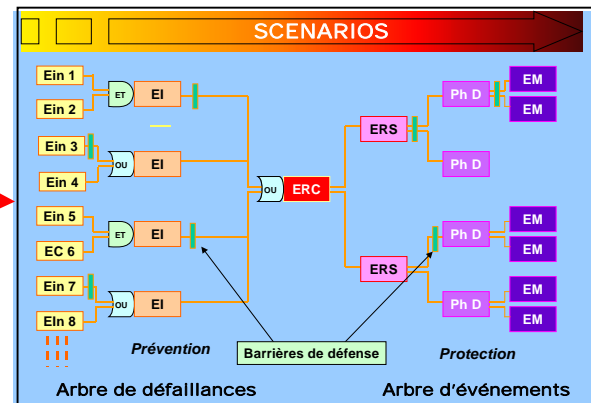
3. Estimation probabiliste des risques

Approche de quantification utilisée par l'INERIS :



ETAPE 1

Construction d'un nœud papillon



Données d'entrée
(Fréquence des EI,
probabilité de défaillance
des barrières)

CLASSE de
Probabilité d'occurrence
des phénomènes
dangereux



ETAPE 2

Données d'entrée de
l'évaluation
probabiliste



ETAPE 3

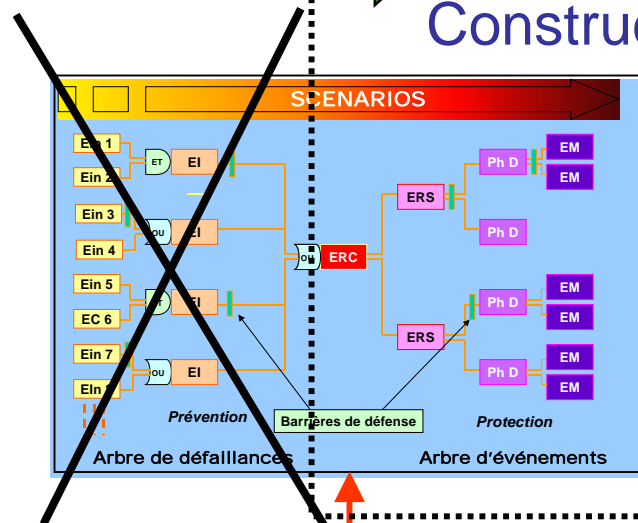
Règles d'agrégation
pour la quantification
probabiliste

3. Estimation probabiliste des risques

Autre approche possible :

ETAPE 1

Construction de l'arbre d'événements depuis l'ERC



CLASSE de
Probabilité d'occurrence
des phénomènes
dangereux

ETAPE 2

Données d'entrée de l'évaluation probabiliste : au stade de l'ERC

Données d'entrée
(Fréquence des ERC,
barrières de protection et
probabilités conditionnelles
d'inflammation)

ETAPE 3

Quantification de l'arbre d'événements

Données d'entrée : rappel réglementaire

Arrêté du 29 septembre 2005 (PCIG) - Art 2.

- « L'évaluation de la probabilité peut s'appuyer sur la **fréquence des événements initiateurs** spécifiques ou génériques et sur les **niveaux de confiance des mesures de maîtrise des risques** agissant en prévention ou en limitation des effets ».
- « A défaut de données fiables, disponibles et statistiquement représentatives, il peut être fait usage de **banques de données** internationales reconnues, de banques de données relatives à des installations ou équipements similaires mis en œuvre dans des conditions comparables, et d'avis d'experts **fondés et justifiés** ».
- « Ces éléments sont confrontés au **retour d'expérience** relatif aux incidents ou accidents survenus sur l'installation considérée ou des installations comparables ».

Données d'entrée pour l'approche INERIS :

- Fréquences des événements initiateurs en l'absence de barrières de sécurité / taux de défaillance des barrières (ou NC : niveaux de confiance) et autres valeurs de probabilités conditionnelles : ces données sont évaluées par un groupe de travail formé d'experts et d'opérateurs du site
- Sources :
 - Retour d'expérience du site industriel, du secteur d'activité (syndicats professionnels, GT...)
 - Expérience des experts
 - Données génériques issues de banques de données reconnues, adaptées au contexte de l'étude

- Exemple des plages de fréquence des EI retenues par l'INERIS :

F-2	$10^{+1}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{+2}/\text{an}.$	10 à 100 fois/an
F-1	$1/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{+1}/\text{an}.$	1 à 10 fois/an
F0	$10^{-1}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 1/\text{an}.$	1 fois tous les 1 à 10 ans
F1	$10^{-2}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{-1}/\text{an}.$	1 fois tous les 10 à 100 ans
F2	$10^{-3}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{-2}/\text{an}.$	1 fois tous les 100 à 1000 ans
Fx	$10^{-(x+1)}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{-x}/\text{an}.$	

Plan de la présentation (2/2)

■ 3. Estimation probabiliste des risques

- Définition du concept de Probabilité d'Occurrence Annuelle (POA)
- Différentes approches pour la quantification et données nécessaires
- Des exemples de données disponibles - limites et précautions à prendre dans leur usage
- Règles / bonnes pratiques pour la quantification (arbre de défaillances)
- L'approche semi-quantifiée de l'INERIS sur un exemple
- Retour d'expérience de l'INERIS concernant l'application de la fiche 6 du guide EDD (28/12/2006).

■ 4. Conclusion

Utilisation de bases de données génériques :
des exemples de données concernant les tuyauteries d'usine (1/2)

- LOPA - Layer Of Protection Analysis, simplified process risk assessment, CCPS, 2001 : (fréquences /100 m et /an)

Rupture guillotine : 10^{-5} à 10^{-6}

Fuite de 10% de section équivalente : 10^{-3} à 10^{-4}

- Purple Book - CPR18 - 1999 : (fréquence /m et /an)

Diamètre nominal de canalisation (DN)	Rupture guillotine	Brèche de diamètre 10% de DN, (50 mm maxi)
DN < 75 mm	1×10^{-6}	5×10^{-6}
$75 \leq \text{DN} \leq 150$ mm	3×10^{-7}	2×10^{-6}
150 mm < DN	1×10^{-7}	5×10^{-7}

Utilisation de bases de données génériques :
des exemples de données concernant les tuyauteries d'usine (2/2)

- Base PCAG (Planning Case Assessment Guide), issu de la base anglaise FRED (HSE) : (fréquence /m et /an)

Diamètre nominal de canalisation (DN)	Rupture guillotine	Fuite de diamètre 33% de DN	Fuite de diamètre 25 mm	Fuite de diamètre 4 mm pour DN > 150 mm ou 3 mm pour DN < 149 mm
D < 49 mm	1×10^{-6}	/	5×10^{-6}	1×10^{-5}
D de 50 à 149 mm	5×10^{-7}	/	1×10^{-6}	2×10^{-6}
D de 150 à 299 mm	2×10^{-7}	4×10^{-7}	7×10^{-7}	1×10^{-6}
D de 300 à 499 mm	7×10^{-8}	2×10^{-7}	5×10^{-7}	8×10^{-7}
D de 500 à 1000 mm	4×10^{-8}	1×10^{-7}	4×10^{-7}	7×10^{-7}

Utilisation de bases de données génériques : limites et précautions à prendre (1/2)

- En pratique des **fourchettes** parfois larges sur certaines valeurs (exemple pour la rupture guillotine et à l'aide des 3 sources précédemment citées à titre illustratif : de 10^{-6} à $4 \cdot 10^{-8}$ / an en fonction du diamètre de la canalisation et de la source considérée)
- Comparaison des bases entre elles rendue difficile car **indépendance non assurée** : la même source d'information peut alimenter diverses bases de données sans pour autant que cela soit mentionné
- Fourniture de **valeurs « moyennes »** (toutes substances, tout environnement, tout secteur d'activité)

Utilisation de bases de données génériques : limites et précautions à prendre (2/2)

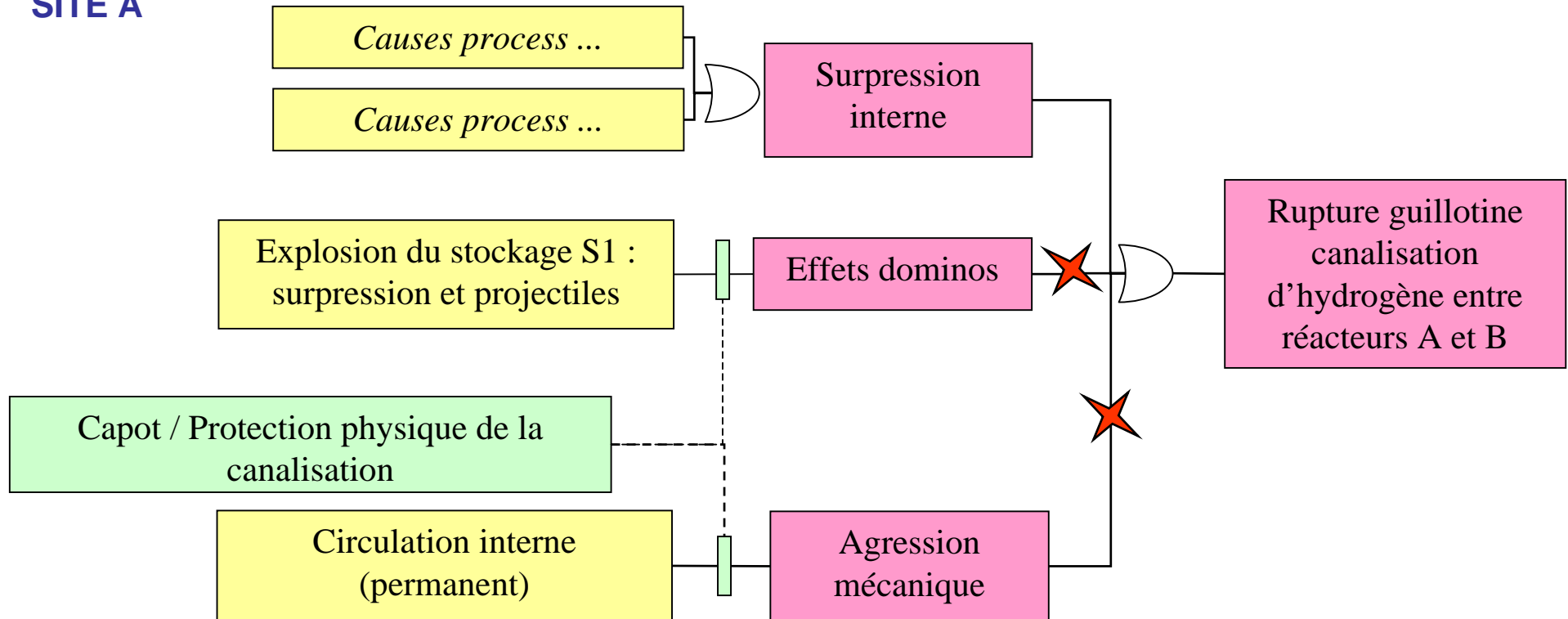
- Valeurs **au stade de l'ERC** : origine des données et des chiffres non connue :
 - **causes et barrières** implicitement retenues pour l'étude de l'ERC **non connues**
 - **effets dominos non pris en compte**

- Absence de données sur l'état de l'art (référence) : barrières prises implicitement en compte, politique maintenance, âge, culture sécurité...
 - pas d'information pour vérifier **l'adéquation des données** utilisées à la configuration de l'établissement
 - difficulté du **recalage** de ces valeurs pour une meilleure adéquation au site étudié

3. Estimation probabiliste des risques

Risque lié à l'utilisation de bases de données génériques :

- SITE A



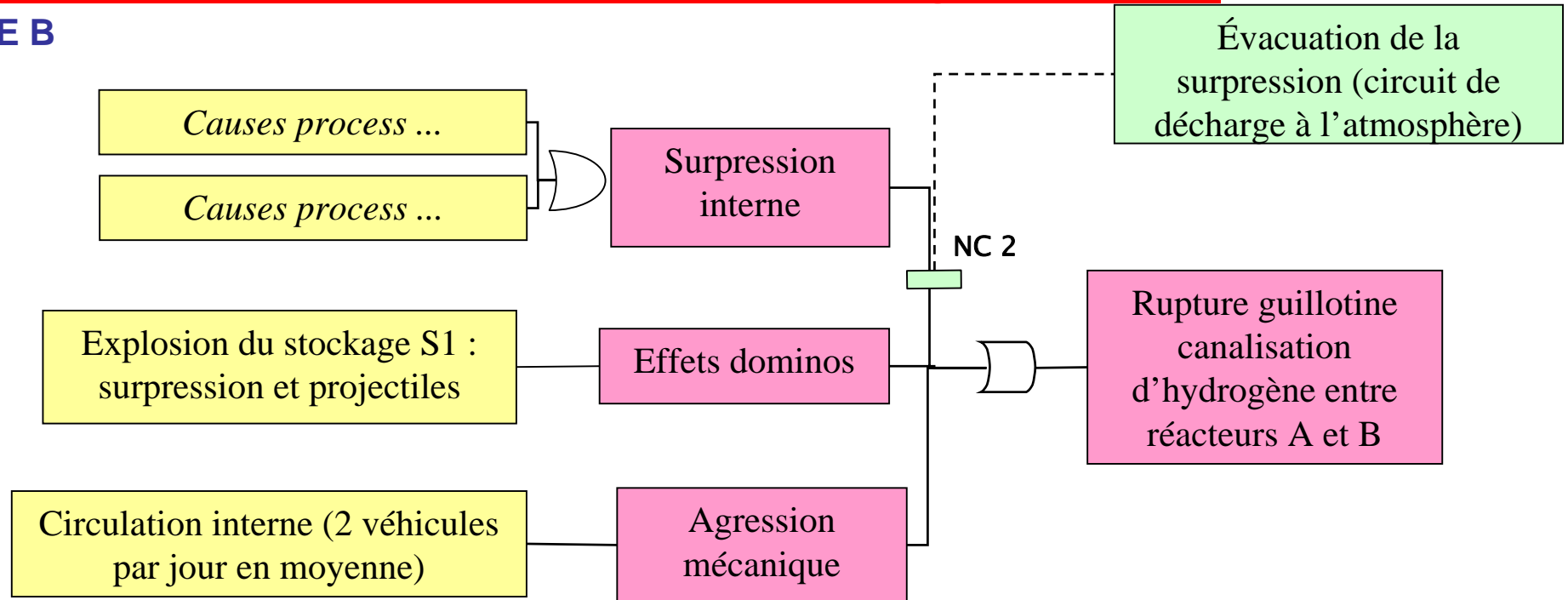
Donnée du Purple Book : (pour un mètre de canalisation de diamètre 50 mm)

Fréquence de l'ERC : $1 \times 10^{-6} \text{ an}^{-1}$

3. Estimation probabiliste des risques

Risque lié à l'utilisation de bases de données génériques :

- SITE B



Donnée du Purple Book : (pour un mètre de canalisation de diamètre 50 mm)

Fréquence de l'ERC : $1 \times 10^{-6} \text{ an}^{-1}$

Absence d'information sur les causes et barrières prises en compte pour l'estimation de cette fréquence ... → pas de différences entre site A et B

Plan de la présentation (2/2)

■ 3. Estimation probabiliste des risques

- Définition du concept de Probabilité d'Occurrence Annuelle (POA)
- Différentes approches pour la quantification et données nécessaires
- Des exemples de données disponibles - limites et précautions à prendre dans leur usage
- Règles / bonnes pratiques pour la quantification (arbre de défaillances)
- L'approche semi-quantifiée de l'INERIS sur un exemple
- Retour d'expérience de l'INERIS concernant l'application de la fiche 6 du guide EDD (28/12/2006).

■ 4. Conclusion

Règles d'agrégation pour la quantification probabiliste (arbre de défaillances) Généralités (1/2) :



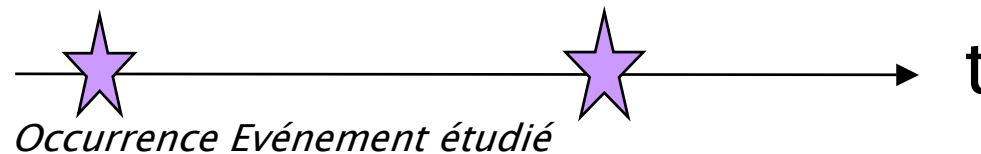
Confusion entre les notions de fréquence et de probabilité

- **Probabilité** d'occurrence d'un événement = modélisation de notre connaissance du processus d'occurrence de l'événement étudié (loi de probabilité).
- **Fréquence** d'occurrence de l'événement : un paramètre qui traduit notre connaissance du processus d'occurrence de l'événement étudié (utilisation de données de retour d'expérience, d'avis d'expert).

→ **La fréquence** est une donnée d'entrée à la quantification probabiliste au même titre que les probabilités de défaillance des barrières de sécurité et que les probabilités d'inflammation.

Règles d'agrégation pour la quantification probabiliste (arbre de défaillances : Généralités (2/2))

- Passage de la notion de fréquence à la notion de probabilité : Utilisation d'un modèle pour prédire le processus d'occurrence de l'événement étudié



- Temps entre deux occurrences = Modèle exponentiel. La probabilité d'occurrence instantanée de l'événement est constante (indépendante du temps)
- Probabilité d'occurrence annuelle de l'événement (POA)

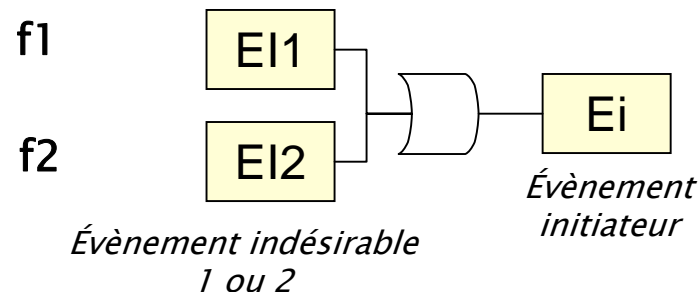
$$POA = 1 - \exp(-f \times t) \approx f \text{ si } f \text{ petit}$$

f : Fréquence en an^{-1}

Période d'observation, ici : 1 an

Règles d'agrégation pour la quantification probabiliste (arbre de défaillances) : La porte OU (1/1)

- Problématique d'agrégation au niveau de l'ERC
- Origine de la problématique \Rightarrow Utilisation d'une approche semi-quantitative : Travail sur des classes et non sur des valeurs (INERIS)
- Cas simple :



$$\hat{f}_{Ei} = f_1 + f_2$$

$$POA(EI) = 1 - e^{-\hat{f}_{EI} \times 1}$$

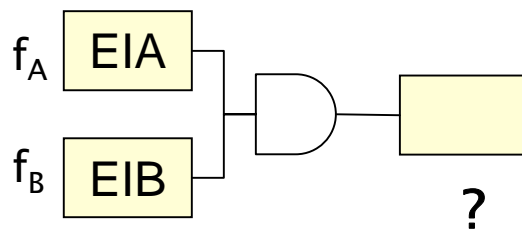
$$POA(EI) \approx POA(EI1) + POA(EI2)$$

Classe fréquence (Ei) = **min** (Classe fréquence (EI1), Classe fréquence (EI2))

EX : Classe 1 OU Classe 2 --> Classe 1

Règles d'agrégation pour la quantification probabiliste (arbre de défaillances) : La porte ET entre les EI (1/3)

- Portes les plus difficiles à traiter



Porte ET traduit la simultanéité des 2 événements

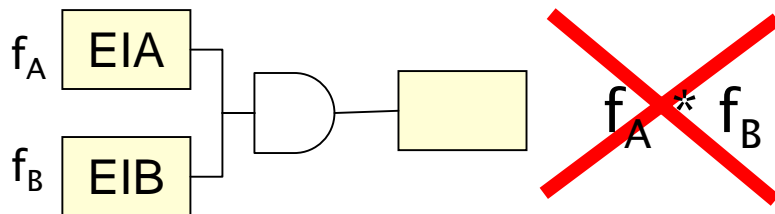
Problème d'unité :

f_A en an^{-1}

f_B en an^{-1}

$f_A * f_B$: an^{-2} ???

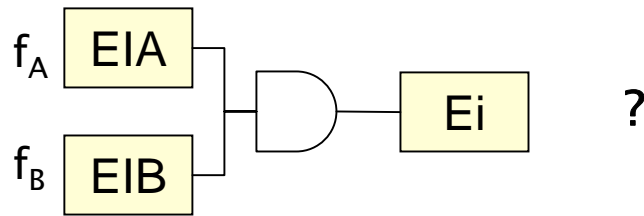
- Traitement erroné



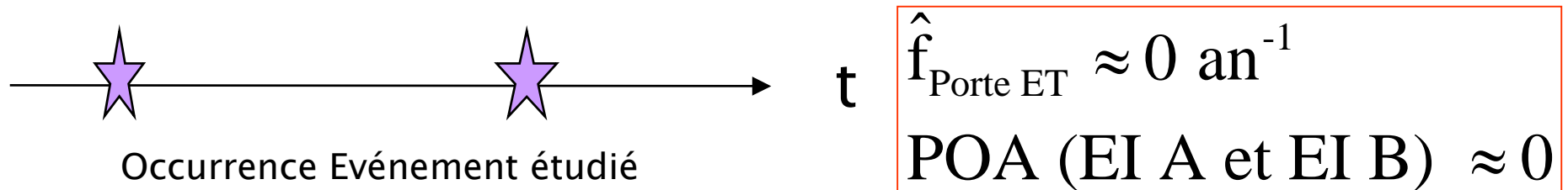
$$\hat{f}_{\text{porte ET}} \neq \prod_{i=1}^n f_i$$

POA (EI A ET EI B) \neq POA (EI A) * POA (EI B)
 P(occurrence simultanée) P(occurrence la même année)

Règles d'agrégation pour la quantification probabiliste (arbre de défaillances) : La porte ET entre les EI (2/3)



- Traitement correct
- 1er cas : Cas de deux événements de durée négligeable (exemple : projectiles dus à une explosion sur capacité proche et transfert d'hydrogène entre les réacteurs de qq secondes 1 fois par jour)

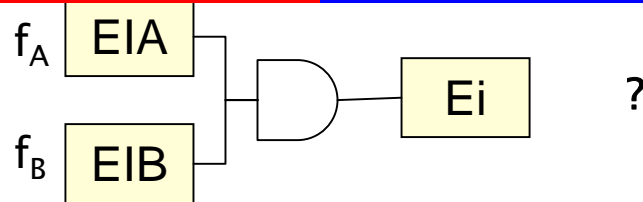


Occurrence Evénement étudié

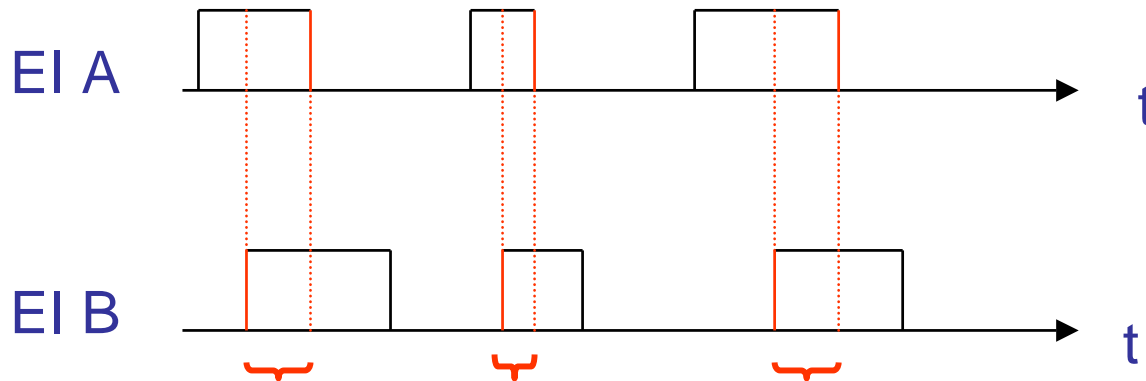
$$\hat{f}_{\text{Porte ET}} \approx 0 \text{ an}^{-1}$$
$$\text{POA (EI A et EI B)} \approx 0$$

- Extension à n événements de durée négligeable

Règles d'agrégation pour la quantification probabiliste (arbre de défaillances) : La porte ET entre les EI (3/3)



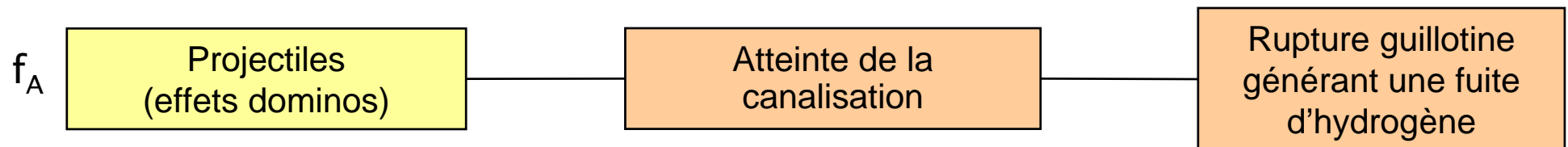
- 2ème cas : Cas de deux événements de durée non négligeable



- Évènements temporels qui se caractérisent souvent par une succession de phases où EI est présent et d'autres où EI non présent.
- Traitement complexe de la porte ET

Règles d'agrégation pour la quantification probabiliste - Nature des EI étudiés (1/2)

- Attention à la prise en compte de la durée d'exposition au risque associée à chaque événement initiateur
 - Attention à la nature des EI étudiés ...



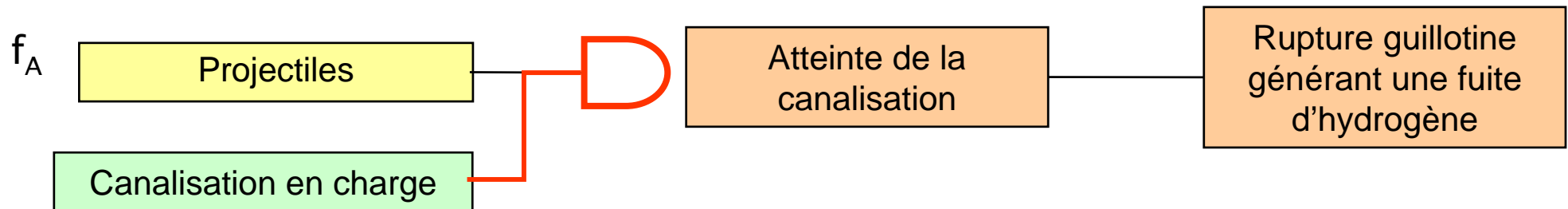
- Hypothèse :

- Cas 1 : Canalisation « en charge » (transfert d'hydrogène) 5 heures par jour
- Cas 2 : Canalisation « en charge » (transfert d'hydrogène) 24 heures par jour (procédé continu)

On voit bien que le risque d'être dans une situation de danger est plus important dans le Cas 2 que dans le Cas 1 du fait de la durée de l'événement.

Règles d'agrégation pour la quantification probabiliste - Nature des EI étudiés (2/2)

- Représentation possible ...



- Prise en compte de la durée d'exposition au risque pour « corriger » la fréquence « de base » retenue.

La fréquence annuelle d'atteinte de la canalisation contenant de l'hydrogène par un projectile sera estimée à :

$$f = f_A \times \frac{T_1}{T_0} \quad \text{avec} \quad \frac{T_1}{T_0} = \% \text{ de temps d'exposition au risque}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{\text{Durée d'utilisation de la canalisation}}{1 \text{ année}}$$

Plan de la présentation (2/2)

3. Estimation probabiliste des risques

■ 3. Estimation probabiliste des risques

- Définition du concept de Probabilité d'Occurrence Annuelle (POA)
- Différentes approches pour la quantification et données nécessaires
- Des exemples de données disponibles - limites et précautions à prendre dans leur usage
- Règles / bonnes pratiques pour la quantification (arbre de défaillance)
- L'approche semi-quantifiée de l'INERIS sur un exemple
- Retour d'expérience de l'INERIS concernant l'application de la fiche 6 du guide EDD (28/12/2006).

■ 4. Conclusion

Exemple : quelques lignes d'APR ...

3. Estimation probabiliste des risques

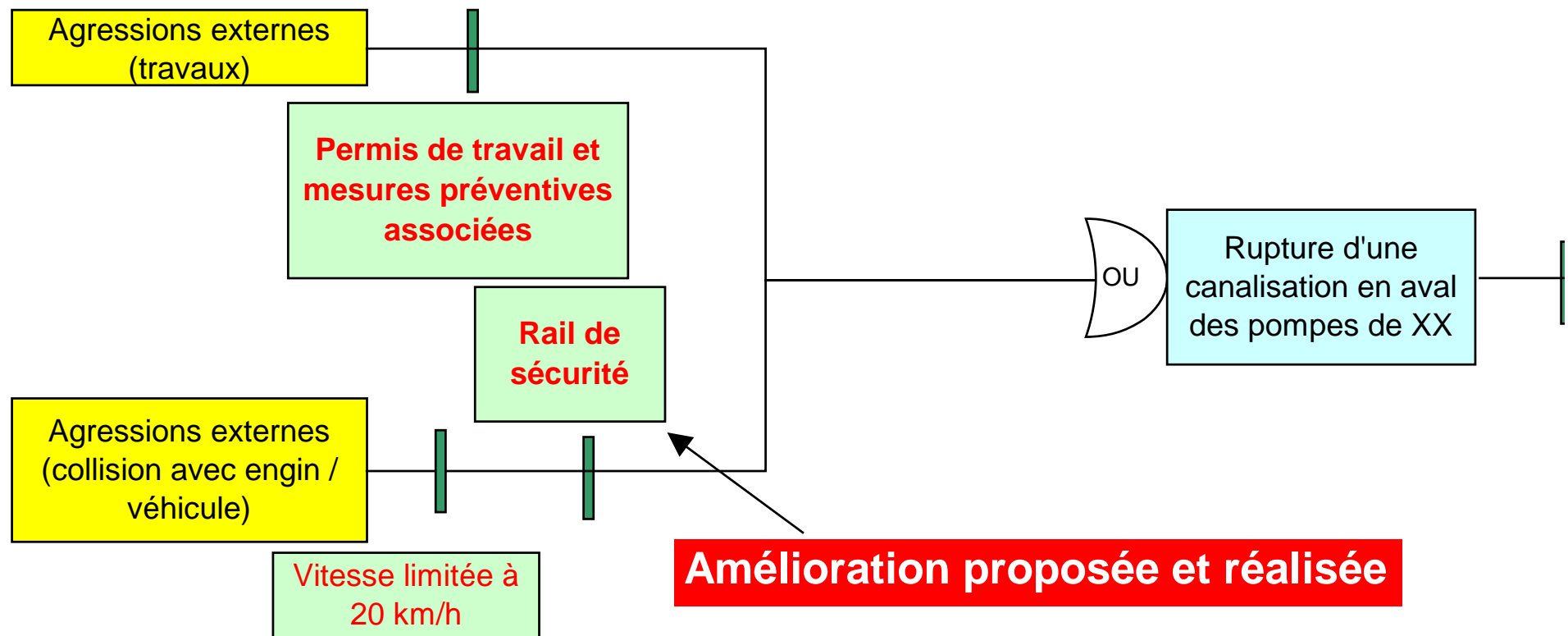
Section étudiée : Transfert XX vers les bacs tampon
Installation : Canalisations XX + pompes de transfert
PID : 002 et 100

Mode de fonctionnement : normal
Entrée de la maille : vanne
Sortie de la maille : entrée des bacs tampon [vanne ZZ]

Cause (de la dérive)	Dérive	Evènement Redouté Central	Phénomène dangereux
Agression externe sur canalisation située en aval des pompes par une grue	Choc sur la canalisation	Rupture guillotine	Epanchage dans la rétention et évaporation
Travaux à proximité et agression de la canalisation	Choc sur la canalisation	Fuite	Epanchage dans la rétention et évaporation
Fermeture d'une vanne en aval des pompes de transfert	Montée en pression dans la canalisation	Fuite de XX au niveau de la canalisation et des autres équipements	Epanchage au sol et rejet dans les réseaux d'eau pluviales du site
Fermeture d'une vanne en aval des pompes de transfert	Montée en pression dans la canalisation	Fuite de XX au niveau de la canalisation et des autres équipements	Si inflammation : incendie de la flaque
Effet domino	Choc sur la canalisation	Rupture guillotine	Si inflammation : incendie de la flaque OU feu torche
Fuite de bride / joint	Fuite de la canalisation	Epanchage au sol	Evaporation et émission de XX dans l'atmosphère
Corrosion	Fuite de la canalisation	Epanchage au sol	Evaporation et émission de XX dans l'atmosphère

3. Estimation probabiliste des risques

Exemple : construction de l'arbre de défaillances en groupe de travail



Exemple : quantification des EI

- Valeur « guide » générique → représentative de la réalité ?

Les classes de fréquences retenues par le groupe de travail « se sont inspirées » des fréquences extraites du LOPA, du HSE et du rapport DRA 41 complétées d'un regard sur le retour d'expérience du site complété par celui du groupe.

Cause	Classe de Fréquence retenue	Commentaires	Fréquences issues du LOPA, HSE et DRA 41
Agressions externes	2	L'expression "agressions externes" regroupe : <ol style="list-style-type: none">1. les risques de choc, collisions avec des engins (camions, grues, chariot)2. les risques de chute d'objet lors de travaux et donc les interventions à proximité de l'installation étudiée. La fréquence de classe 2 a été attribuée par les membres en raison du retour d'expérience sur une période de 30 ans.	Chute d'une grue : 10^{-4} à 10^{-3} par opération de levage Impact par un tiers (véhicule, etc.) : 10^{-4} /an à 10^{-2} /an

[- LOPA - Layer Of Protection Analysis, simplified process risk assessment, CCPS, 2001

- PCAG 6K (Planning Case Assessment Guide), HSE, Aout 2004 Layer Of Protection Analysis, simplified process risk assessment, CCPS, 2001

- Rapport INERIS DRA41 Appui technique pour la mise en œuvre des PPRT note de réflexion sur l'estimation de la probabilité des scénarios d'accidents dans le cadre des PPRT expérimentaux du 18 juin 2004]

Exemple : détermination des NC des barrières

<u>Fonction de sécurité assurée</u>
<u>Descriptif des éléments assurant la fonction de sécurité</u>
1. Indépendance
2. Efficacité : <ul style="list-style-type: none">• Dimensionnement adapté• Résistance aux contraintes spécifiques• Détection et traitement de l'information
3. Temps de réponse
4. Niveau de confiance : <ul style="list-style-type: none">• Architecture sûre (complexité réduite)• Sécurité positive• Concept éprouvé
5. Maintien du niveau de confiance des équipements <ul style="list-style-type: none">• Test / inspection

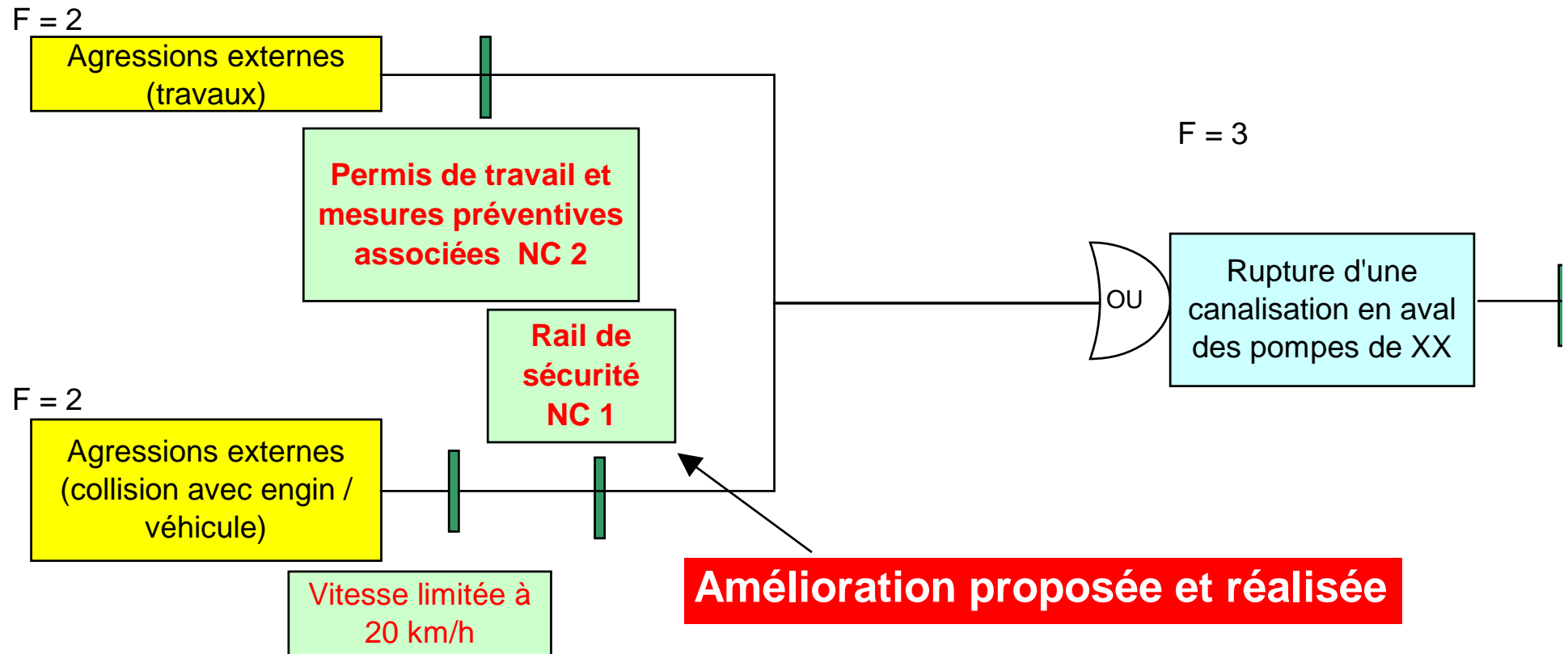
3. Estimation probabiliste des risques

Application de la méthode INERIS décrite dans les OMEGA 10 (BTS) et 20 (BHS) :

← Rappel des critères pour une BTS

3. Estimation probabiliste des risques

Exemple : quantification de l'ERC réalisée ...

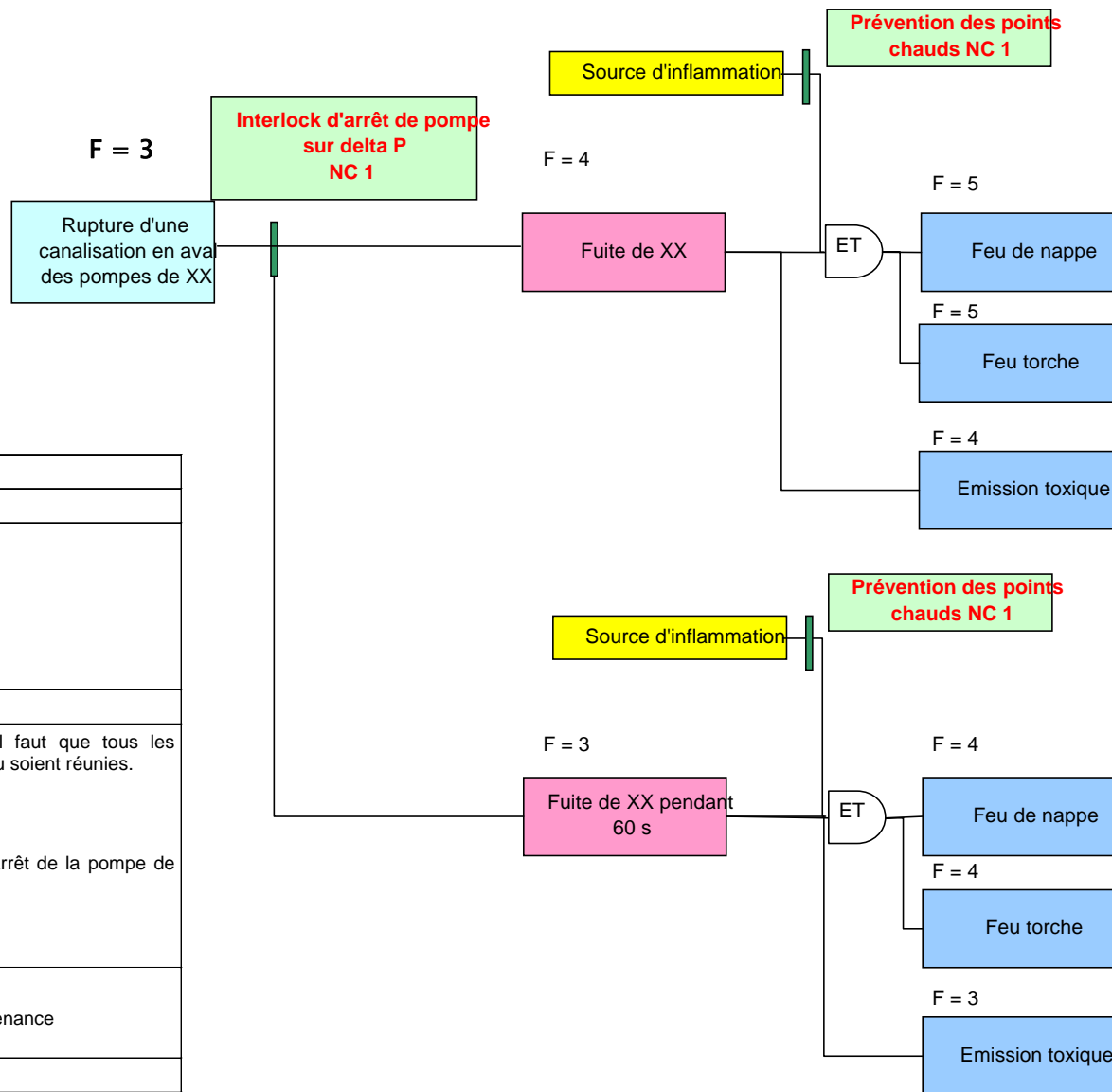


3. Estimation probabiliste des risques

Exemple : construction et quantification de l'arbre d'événements

Depuis l'ERC :

Identification de 2 « chaînes » d'événements possibles selon le fonctionnement ou non de la barrière assurant la détection de la fuite et l'arrêt de la pompe de transfert (NC 1 alloué par le GT)



Critères	
1. Indépendance	A prévoir
2. Efficacité :	
• Dimensionnement adapté	Sans objet
• Résistance aux contraintes spécifiques	A prévoir
• Détection et traitement de l'information	A prévoir
3. Temps de réponse	< 1 minute
4. Niveau de confiance :	
• Architecture sûre (complexité réduite)	Pour que le NC soit de 1, il faut que tous les conditions citées dans le tableau soient réunies. Du type câblage direct
• Sécurité positive	En cas de perte de courant : arrêt de la pompe de transfert
• Concept éprouvé	A prévoir
5. Maintien du niveau de confiance des équipements	A prévoir dans le plan de maintenance
• Test / inspection	
Recommandation	Dispositif à mettre en place

Plan de la présentation (2/2)

3. Estimation probabiliste des risques

■ 3. Estimation probabiliste des risques

- Définition du concept de Probabilité d'Occurrence Annuelle (POA)
- Différentes approches pour la quantification et données nécessaires
- Des exemples de données disponibles - limites et précautions à prendre dans leur usage
- Règles / bonnes pratiques pour la quantification
- L'approche semi-quantifiée de l'INERIS sur un exemple
- Retour d'expérience de l'INERIS concernant l'application de la fiche 6 du guide EDD (28/12/2006).

■ 4. Conclusion

La fiche 6 ... un guide - L'analyse de l'ingénieur ... toujours nécessaire

1. Traitement des racks...

1.1 Intensité des effets des phénomènes dangereux associés aux ERC

■ Cumul des termes sources ?

- fluides de nature différentes → phénomènes dangereux différents

Exemple :

une tuyauterie transportant du gaz naturel : UVCE

une tuyauterie transportant du gazole : feu de nappe

une tuyauterie transportant du chlore : dispersion toxique

- fluides de densité / comportement différent → comment faire le « cumul » des termes sources ?
- comportement d'un mélange de plusieurs fluides : masse inflammable résultante ? toxicité résultante ?
- effets dominos : ERC multiples en fonction de la cause et de la première canalisation considérée

Traitement au cas par cas des cumuls de terme source lorsque les modèles permettent de le faire ...

1. Traitement des racks...

1.2 Probabilité des phénomènes dangereux associés aux ERC

- Cumul des probabilités ?
 - attention à l'agrégation des probabilités de chaque événement initiateur ;
distinction entre les causes « isolées » et les causes initiant une rupture de plusieurs canalisations simultanément ...

**Traitement au cas par cas des cumuls des probabilités en fonction
du contexte**

2. Canalisations longues

En pratique, l'analyse de risques doit conduire à :

- distinguer différents diamètres de fuite, mais aussi
 - **distinguer, le cas échéant, des événements initiateurs de probabilité différente en fonction des tronçons**
-
- sur le cheminement d'une canalisation présentant des points singuliers où l'impact est plus probable (par exemple traversée d'une voie de circulation), possibilité d'avoir une approche plus fine en distinguant plusieurs tronçons de canalisation de probabilité de fuite ou de rupture semblable (exemple, plusieurs valeurs de probabilité linéique différentes).

4. Conclusion



4. Conclusion

- Type d'équipement courant (toute activité)
 - « passivité » apparente... en France, 212 accidents répertoriés par la base ARIA du BARPI depuis le 01/01/1992
 - fort retour d'expérience et beaucoup de données **génériques** disponibles
 - fiche 6 : guide
- Mais ... des configurations peu reproductibles (chemin des tuyauteries, fluides transportés, diamètres, conditions de transfert, équipements associés,)
 - Nécessité d'un traitement **au cas par cas** au stade de l'analyse de risques
 - détermination des ERC à considérer
 - contexte local à prendre en compte (lieu d'observation des ERC et événements initiateurs, présence d'autres équipements sensibles à proximité)
 - cas particulier des racks
 - 2 grandes approches :
 - approche au stade des ERC (approche « intégrée » - recours à des bases de données adéquates et expertise)
 - approche de type arbre de défaillances en groupe de travail

En pratique, des approches souvent mixtes ...

Merci de votre attention