



EVALUATION DES RISQUES LIES AU TRANSPORT DU GAZ PAR CANALISATIONS

Mohand Kessal

Département transport et Équipements des Hydrocarbures
Faculté des Hydrocarbures
Université de Boumerdès – 35000 – Algérie

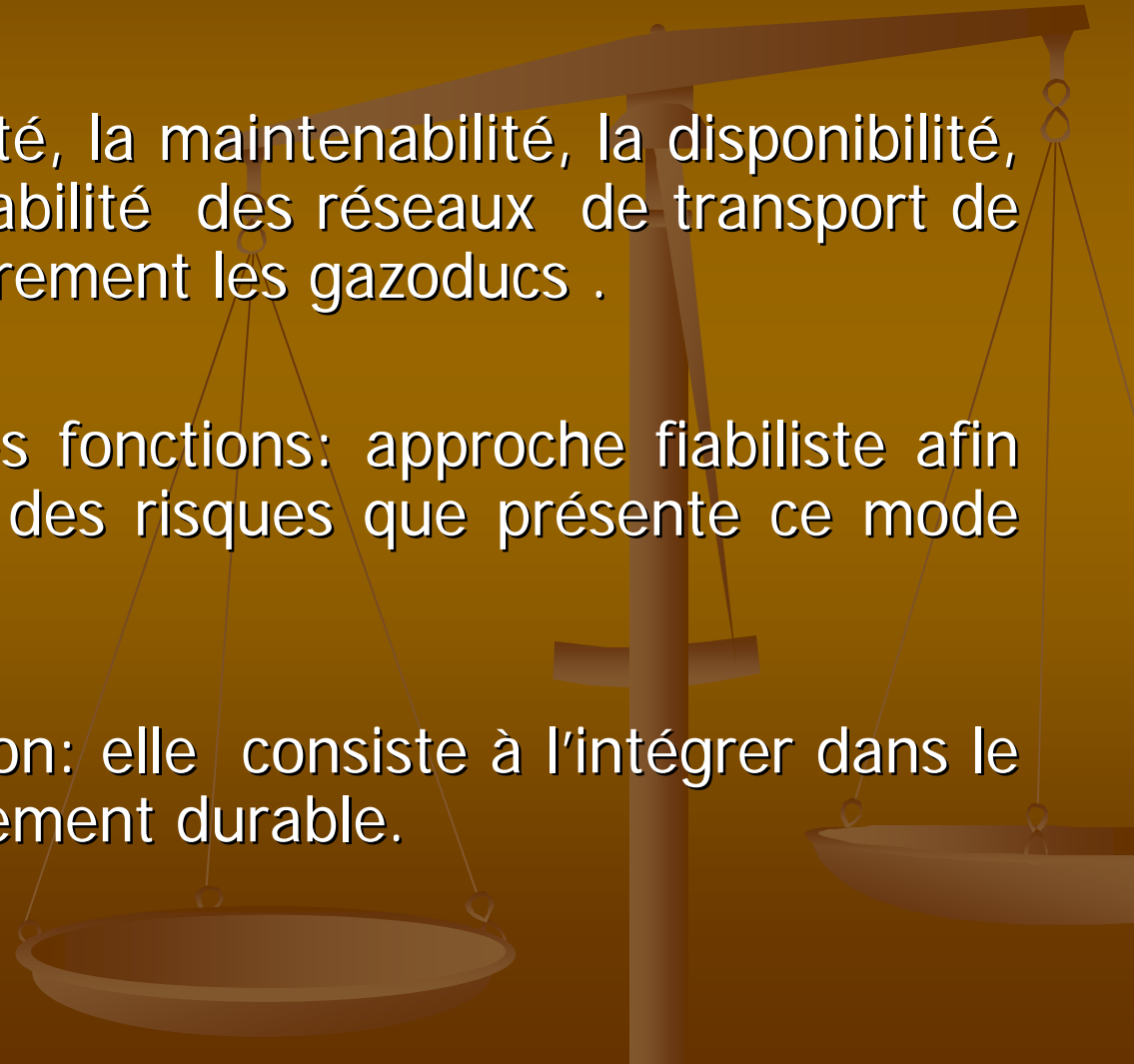
1.GESTION DES RISQUES

Objectif:

Améliorer la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité, la sécurité et la durabilité des réseaux de transport de gaz et plus particulièrement les gazoducs .

Les quatre premières fonctions: approche fiabiliste afin de gérer l'ensemble des risques que présente ce mode de transport.

La quatrième fonction: elle consiste à l'intégrer dans le cadre d'un développement durable.



La gestion des risques: ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable.

Cette définition s'appuie ainsi sur un critère **d'acceptabilité** du risque.

la gestion du risque: c' est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes:

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque),
- Acceptation du risque,
- Maîtrise ou réduction du risque.

L'enchaînement de ces différentes phases est décrit de manière schématique dans la Figure1 ci-dessous.

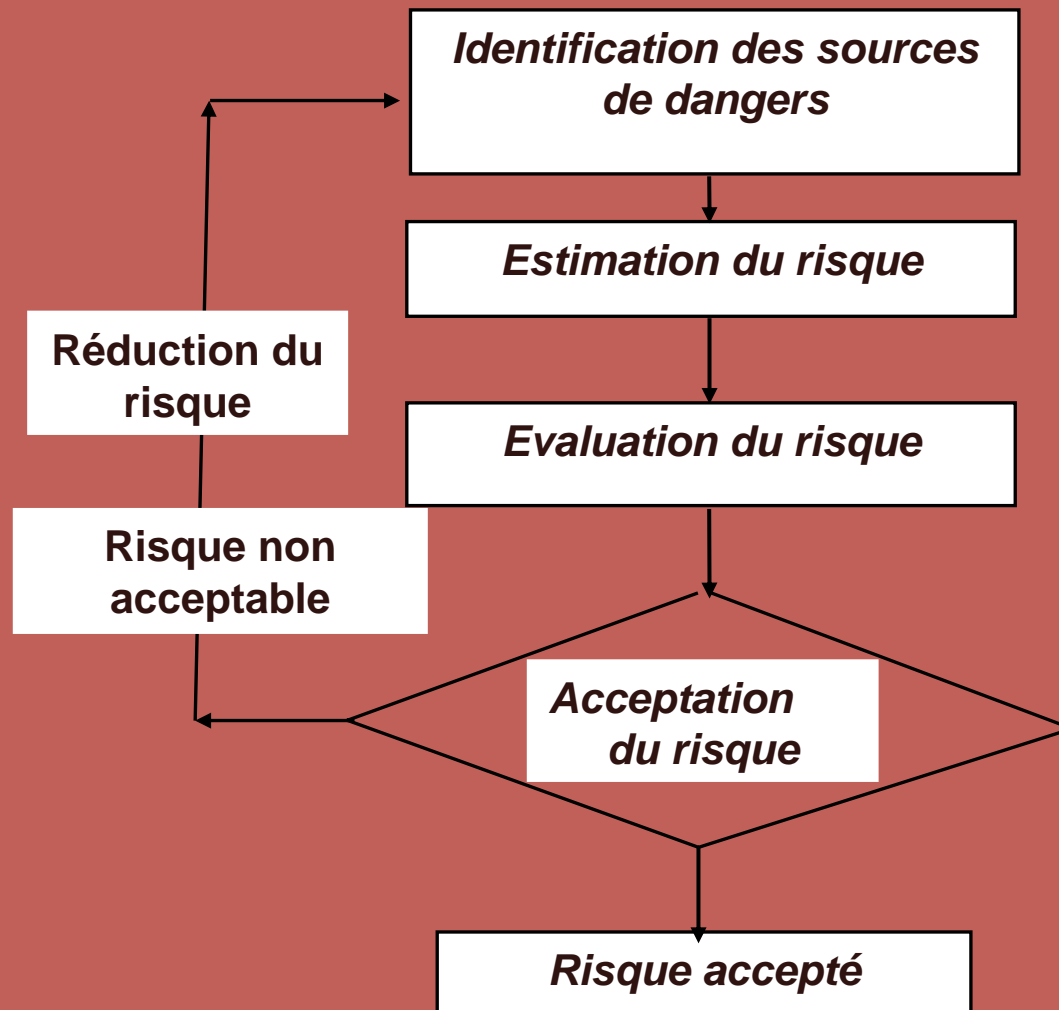


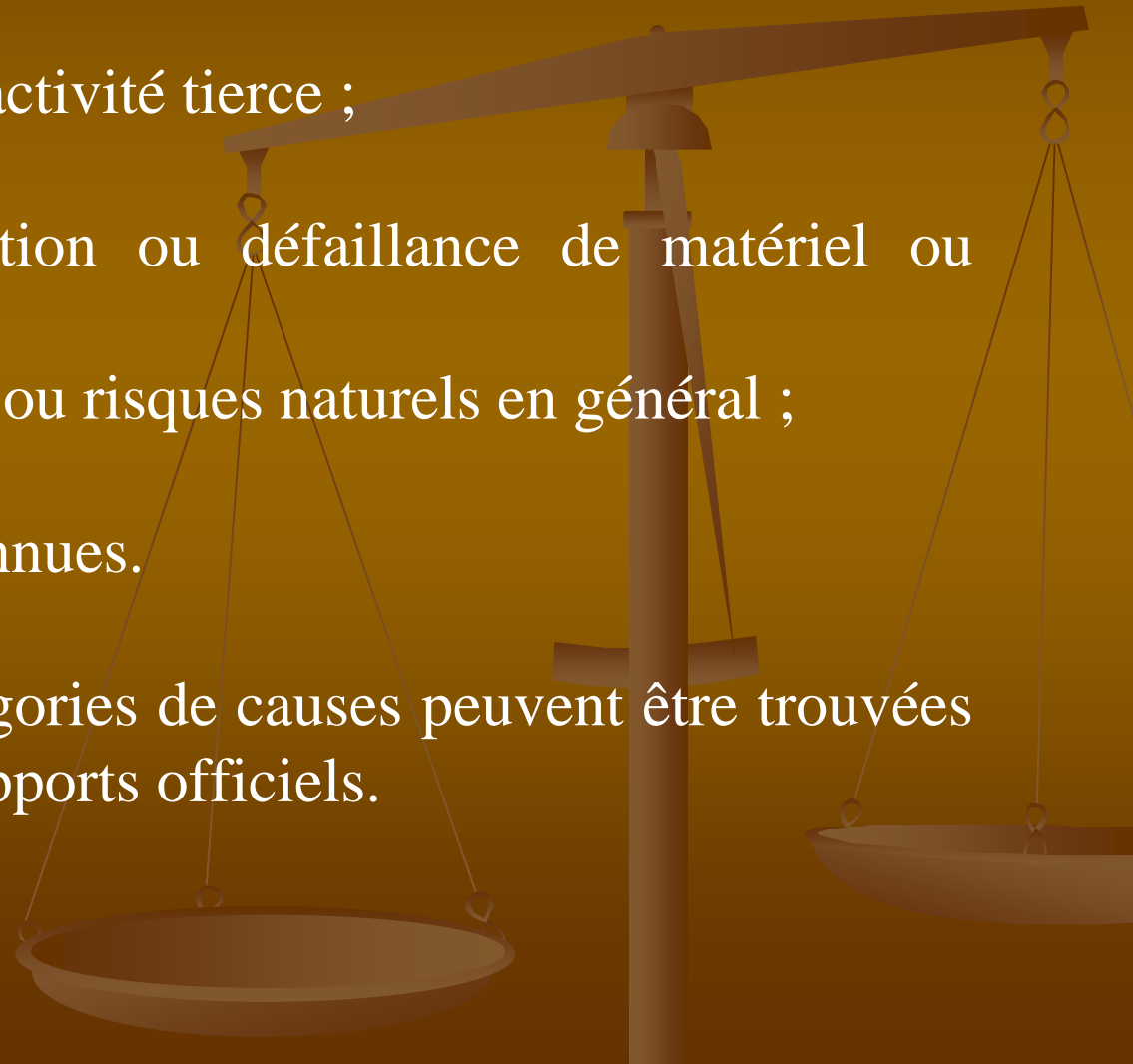
Figure .1

2. CAUSES DES ACCIDENTS DE CANALISATIONS DE GAZ

Six catégories de causes:

- Agression externe ou activité tierce ;
- Corrosion ;
- Défaut de construction ou défaillance de matériel ou mécanique ;
- Mouvement de terrain ou risques naturels en général ;
- Erreur opérationnelle ;
- Autres et causes inconnues.

Les trois premières catégories de causes peuvent être trouvées dans la plupart des rapports officiels.



- **Les agressions externes**, pour la plupart des activités de tiers avec des engins mécaniques, constituent une des causes majeures des défaillances sur les canalisations de gaz et d'hydrocarbures.
- **La corrosion**, sous toutes ses formes, est une autre cause majeure d'accidents, notamment pour les réseaux vieillissant.

■ **3. MÉTHODES ET TECHNIQUES D'ÉVALUATION DES RISQUES**

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation des risques industriels:

- - Méthodes quantitatives
- - Méthodes qualitatives

des exemple relatifs à ces deux méthodes sont inclus dan cet exposé.

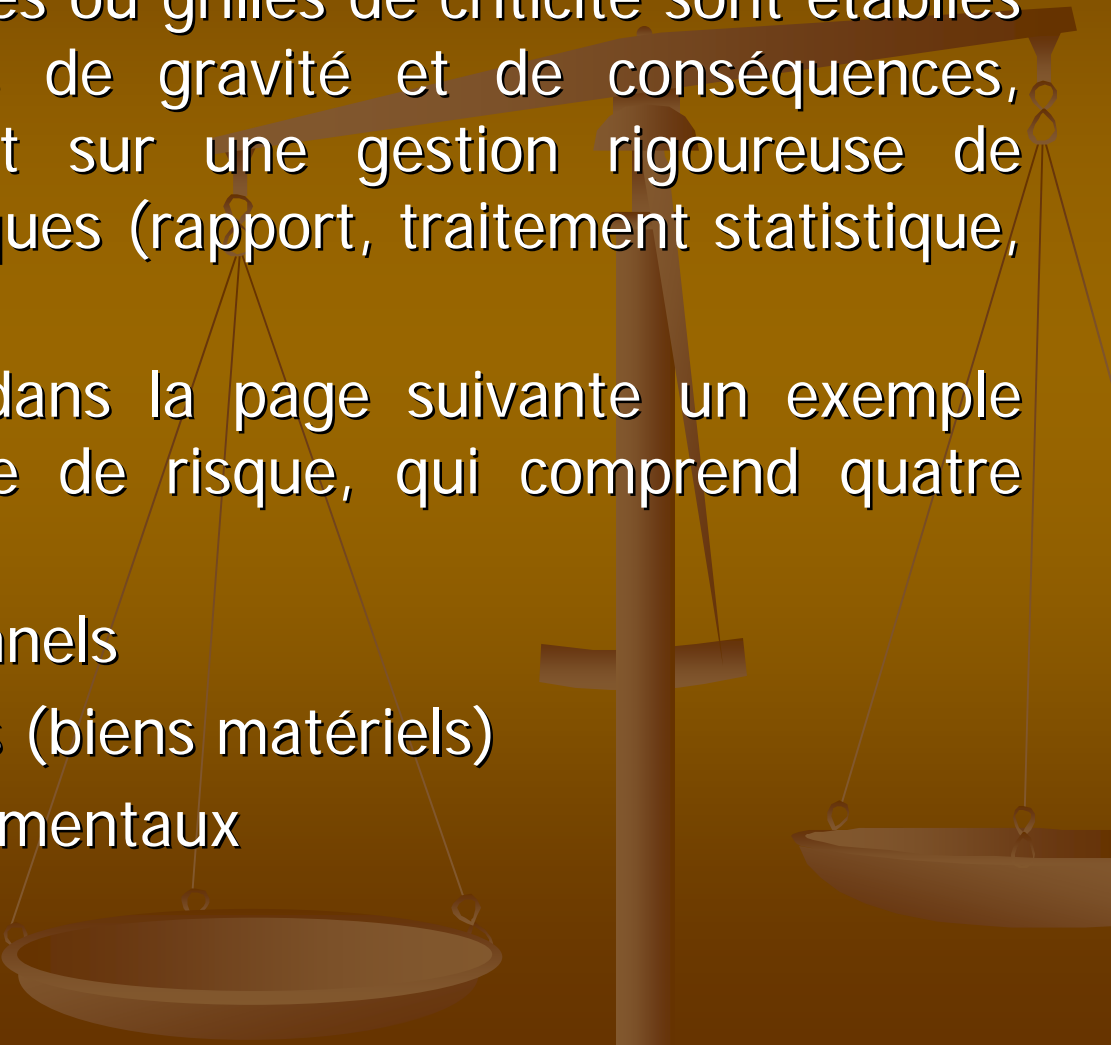
3.1. Matrice des risques

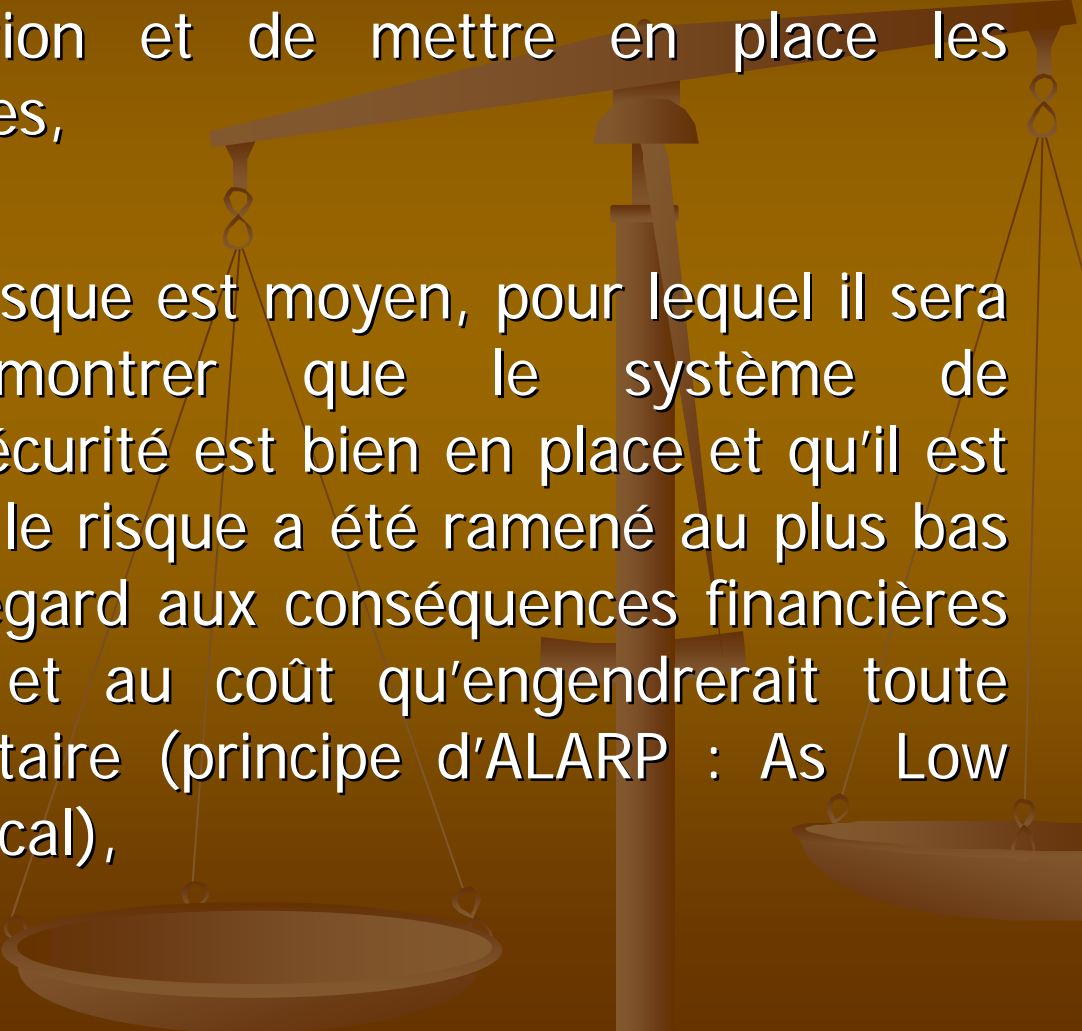
Cette étape va consister à comparer le risque potentiel à des critères de risques définis.

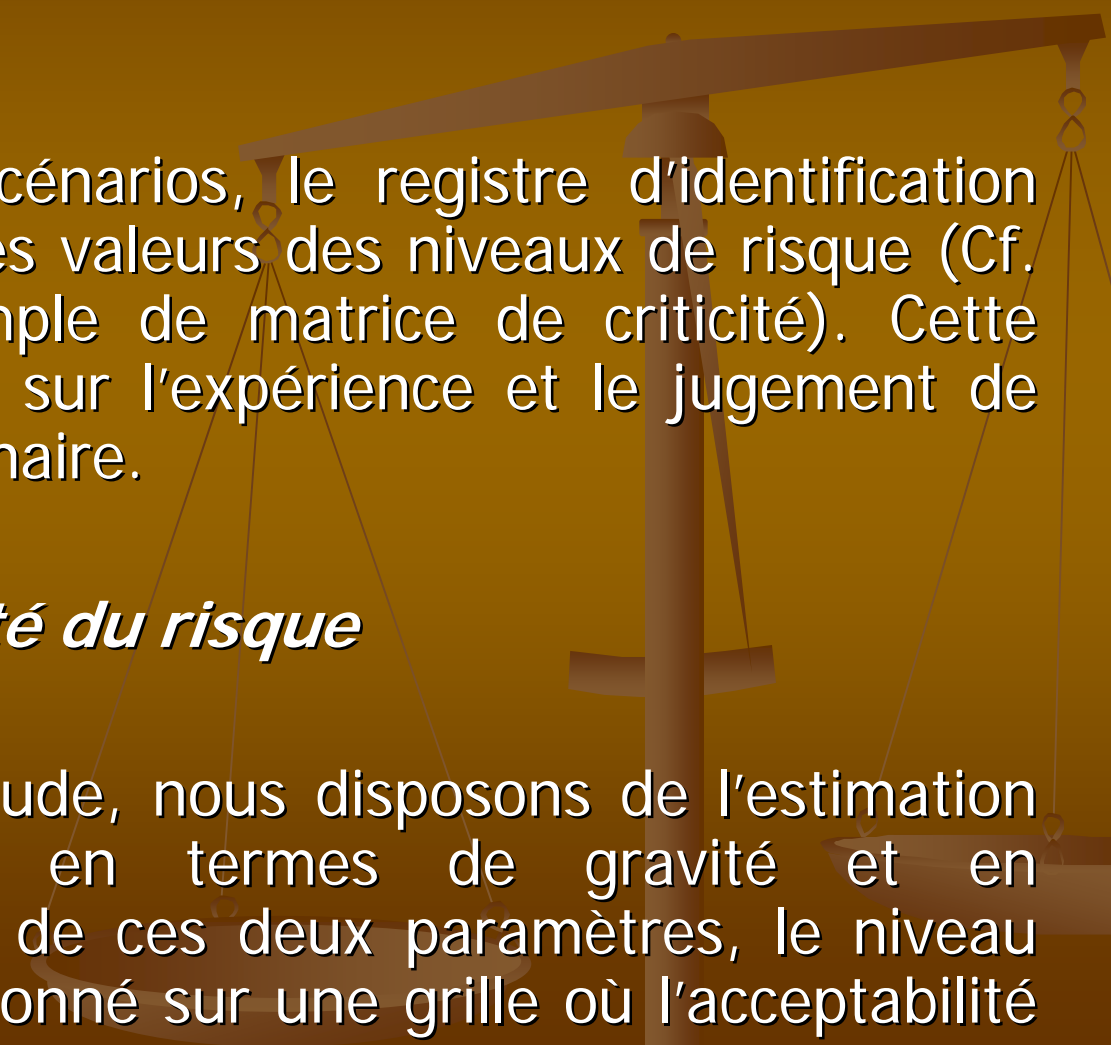
Pour chacune des conséquences attachées à un danger, le niveau de risque potentiel sera évalué.

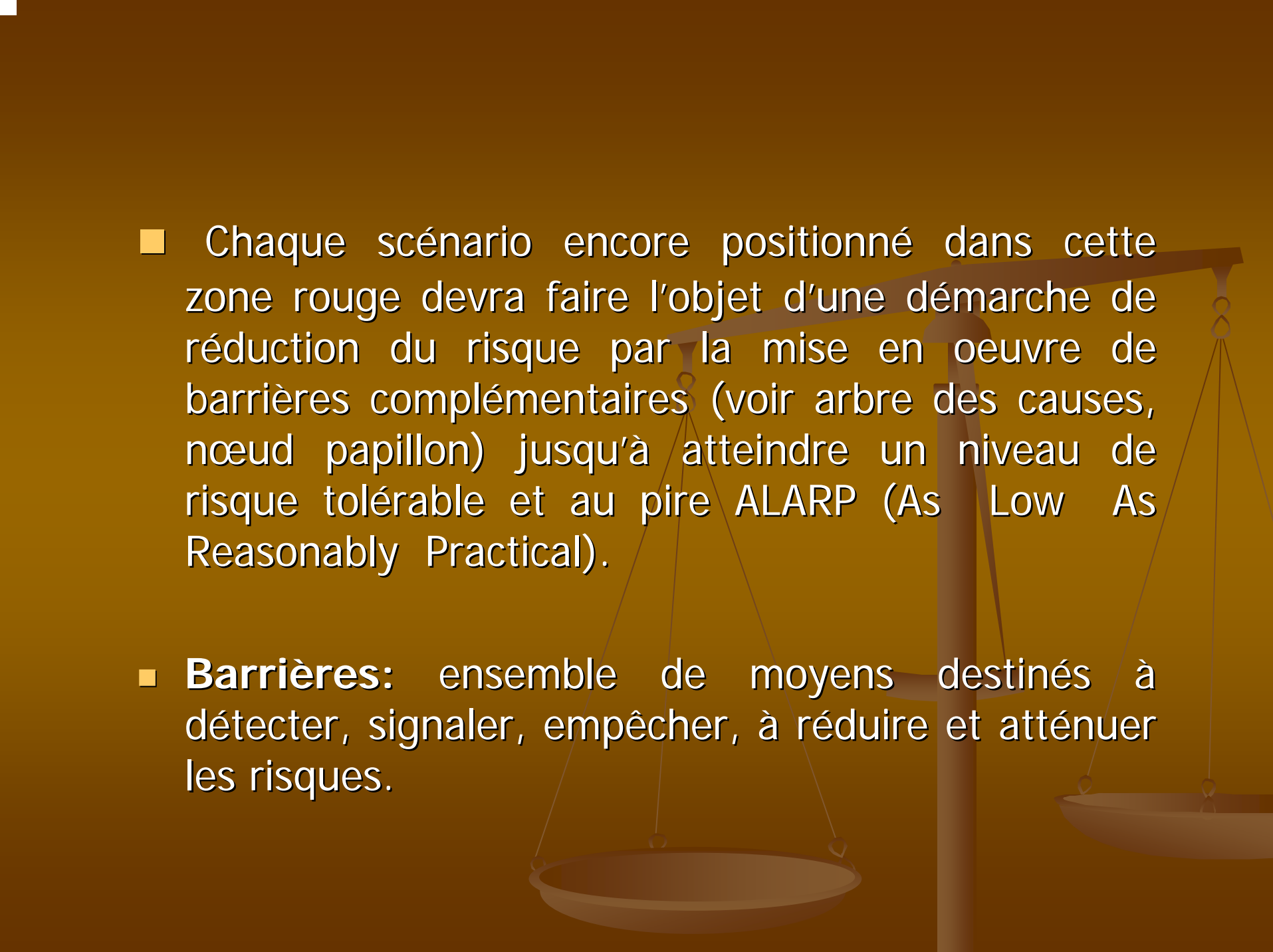
Pour cela on aura recours à une matrice de criticité adaptée à l'installation objet de l'étude. Cette matrice propre à l'entreprise est l'un des éléments de la politique HSE de l'entreprise.

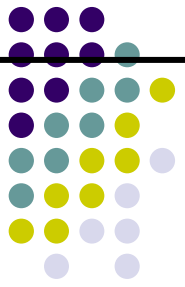
- Tout d'abord il faut choisir un certain nombre de scénarios de risques. Pour chacune des conséquences du scénario étudié, la gravité et la probabilité seront évaluées de façon croissante.

- 
- Chacune des conséquences ainsi évaluée sera positionnée dans la grille de risques.
 - Les grilles de risques ou grilles de criticité sont établies à partir d'échelles de gravité et de conséquences, lesquelles reposent sur une gestion rigoureuse de l'historique des risques (rapport, traitement statistique, ...etc).
 - Nous présentons dans la page suivante un exemple général de matrice de risque, qui comprend quatre matrices:
 - - risques professionnels
 - - risques industriels (biens matériels)
 - - risques environnementaux
 - - réputation

- 
- **La zone verte:** le risque est faible, jugé comme acceptable sous réserve d'avoir du personnel compétent d'assurer sa formation et de mettre en place les procédures nécessaires,
 - **La zone jaune:** le risque est moyen, pour lequel il sera nécessaire de démontrer que le système de management de la sécurité est bien en place et qu'il est bien appliqué et que le risque a été ramené au plus bas niveau possible, eu égard aux conséquences financières de son acceptation et au coût qu'engendrerait toute réduction supplémentaire (principe d'ALARP : As Low As Reasonably Practical),

- 
- ***La zone rouge:*** le risque est intolérable. Il va nécessiter une étude détaillée de chacun des scénarios présents dans cette zone avec pour objectif de le rendre acceptable.
 - Pour chacun des scénarios, le registre d'identification sera complété par les valeurs des niveaux de risque (Cf. ci-dessous un exemple de matrice de criticité). Cette approche est basée sur l'expérience et le jugement de l'équipe multidisciplinaire.
 - ***3.1.1. Acceptabilité du risque***
 - À ce stade de l'étude, nous disposons de l'estimation des conséquences en termes de gravité et en probabilité. À partir de ces deux paramètres, le niveau de risque sera positionné sur une grille où l'acceptabilité du risque sera définie.

- 
- Chaque scénario encore positionné dans cette zone rouge devra faire l'objet d'une démarche de réduction du risque par la mise en oeuvre de barrières complémentaires (voir arbre des causes, noeud papillon) jusqu'à atteindre un niveau de risque tolérable et au pire ALARP (As Low As Reasonably Practical).
 - **Barrières:** ensemble de moyens destinés à détecter, signaler, empêcher, à réduire et atténuer les risques.

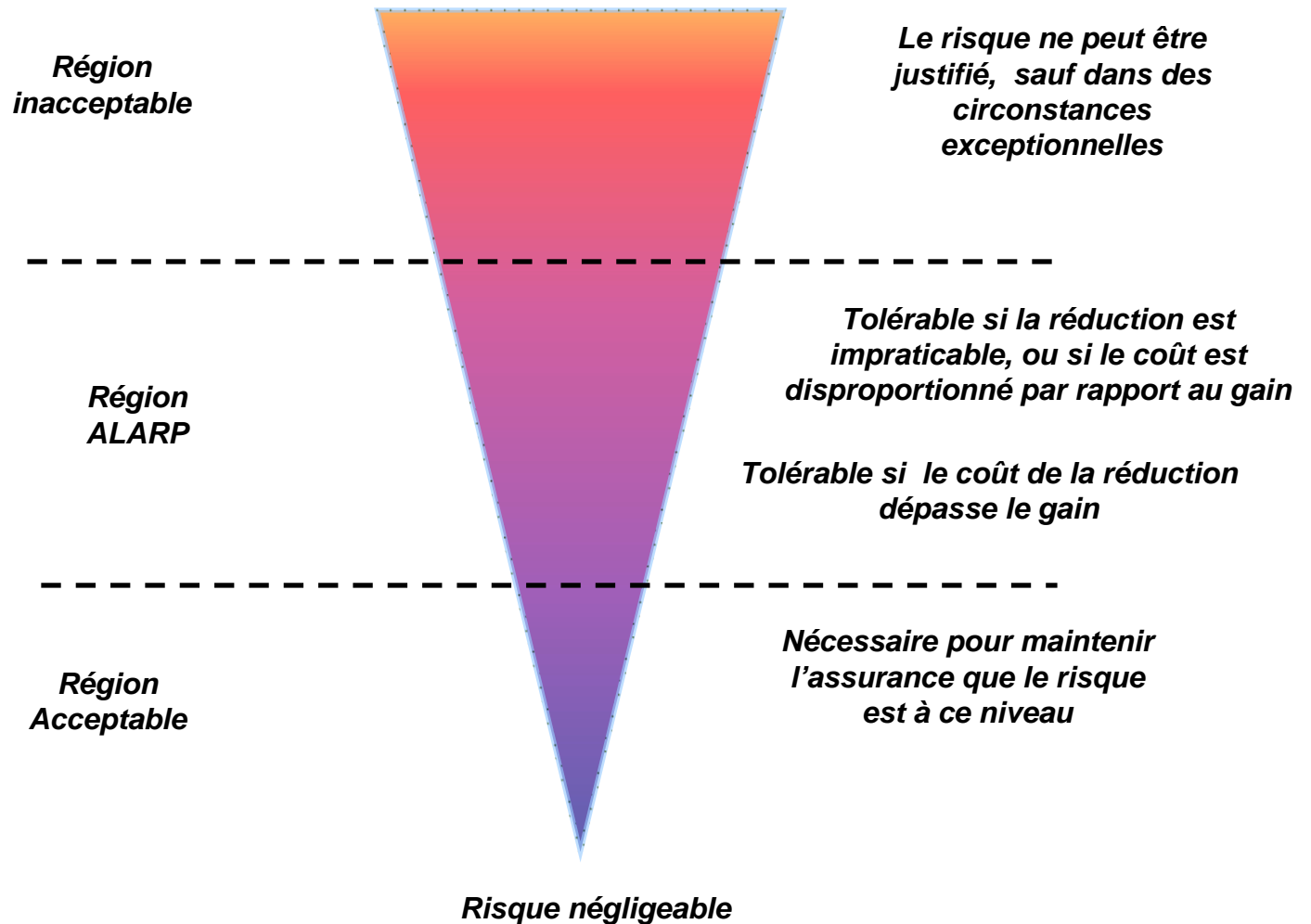


Conséquences

Probabilités

Gravité	Personnes	Biens	Environnement	Réputation	A	B	C	D	E
0	Pas de blessés	Pas de dommage	Pas d'effet	Pas d'impact	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow
1	Blessures légères	Dommage léger	Faible effet	Faible impact	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow
2	Blessures minimales	Dommages minimales	Effet Minimum	Impact limité	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Red
3	Blessures graves	Dommages localisés	Effet localisé	Impact considérable	Orange	Yellow	Yellow	Red	Red
4	Un à trois décès	Dommages importants	Effets importants	Impact National	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
5	Plusieurs décès	Dommages énormes	Effets énormes	Impact international	Yellow	Red	Red	Red	Red

- L'évolution en diagonale de la matrice précédente donne la structure des critères de risque



3.2. Arbres de causes, d'événement, de défaillances

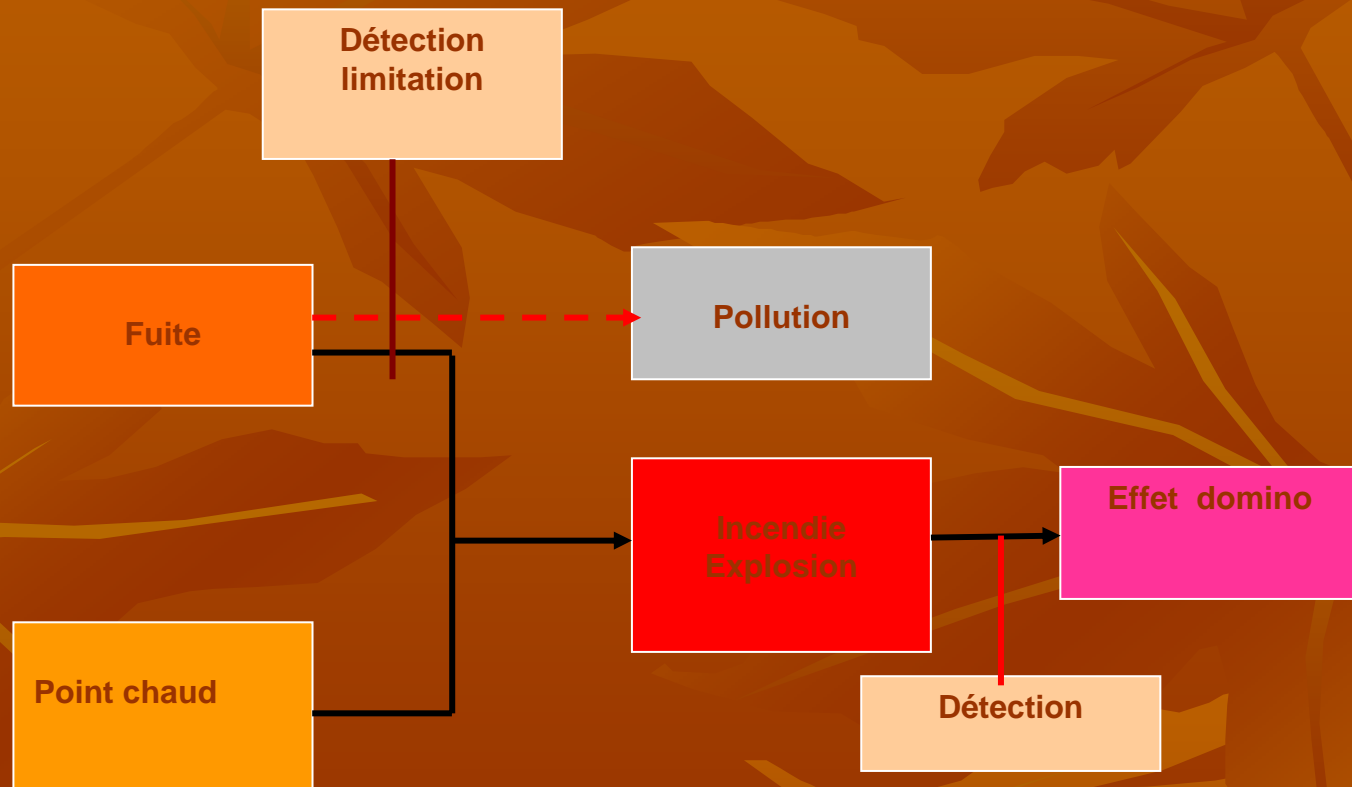
- Les représentations de liens logiques causes/conséquences partant d'un événement ont une forme arborescente. Nous évoquons ici trois formes très usitées.
- *3.2. 1. Arbres des causes*
- C'est une représentation logique de l'analyse des causes d'un acci-dent (il utilise principalement les connecteurs logique ET et OU). A une extrémité, on trouve l'accident ou l'incident analyse et aux extrémités des ramifi-cations, les événements, conditions ou circonstances qui se sont rencontrées pour qu'il se produise. Le processus est déductif.

Remarque:

Sur la figure précédente l'impact de l'antécédent corrosion est important. On devine alors qu'un planning d'intervention afin de réduire les autres conduirait à une très faible probabilité de fuite.

Dans la plupart des cas très simples d'identification des risques on n'utilise que le connecteur logique OU. Si l'on construit un arbre similaire pour seulement la corrosion, les risques dus aux tiers, les défauts de construction, ...etc., on obtiendrait un arbre de défaillances plus riche et plus complet. Suivront alors les coupes minimales afin d'obtenir un arbre optimisé.

Exemple d' arbre de causes



3..2.2. Arbres de défaillances

Évaluer la probabilité d'occurrence de l'événement final à partir des probabilités des évènements de base identifiés (Y.D. Jo, B.J. Ahn [1]).

Soit P_i la probabilité de l'événement i , l'application de cette relation à l'arbre suivant nous donne la probabilité de fuite $6.5E-5$ et $3.1 E-4$ avec et sans corrosion, respectivement.

$$P=1-\left[(1-P_1) \times (1-P_2) \times (1-P_3) \times (1-P_4) \right] \times (1-P_5) \times (1-P_6)$$

Arbre de défaillances simple

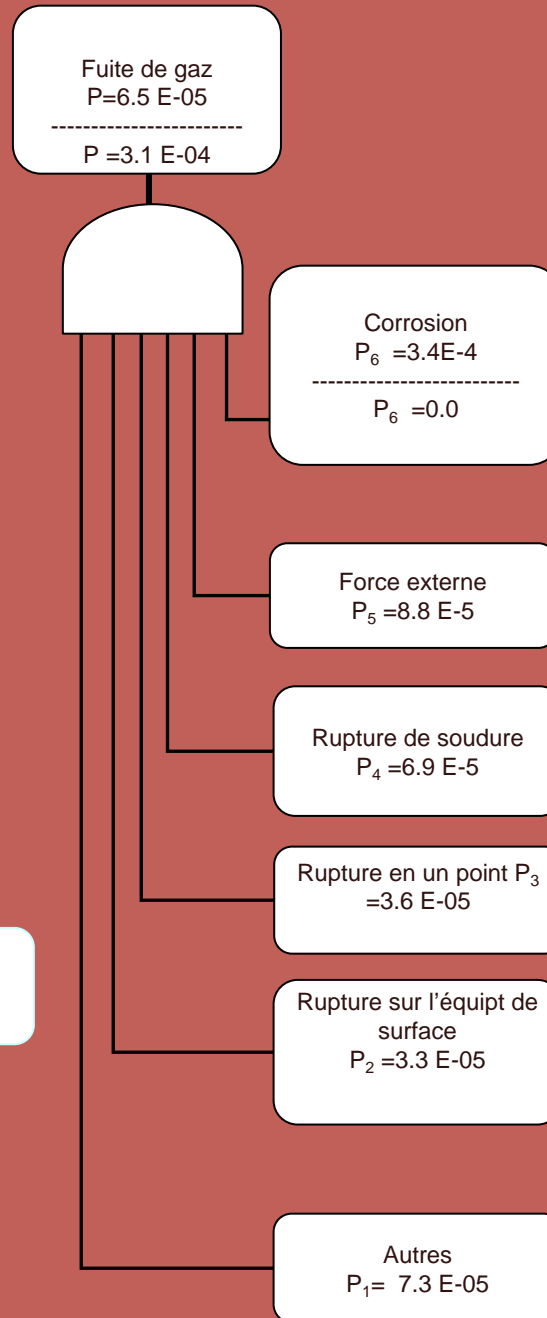


Figure 1.



3.2.3. Arbres d'événements

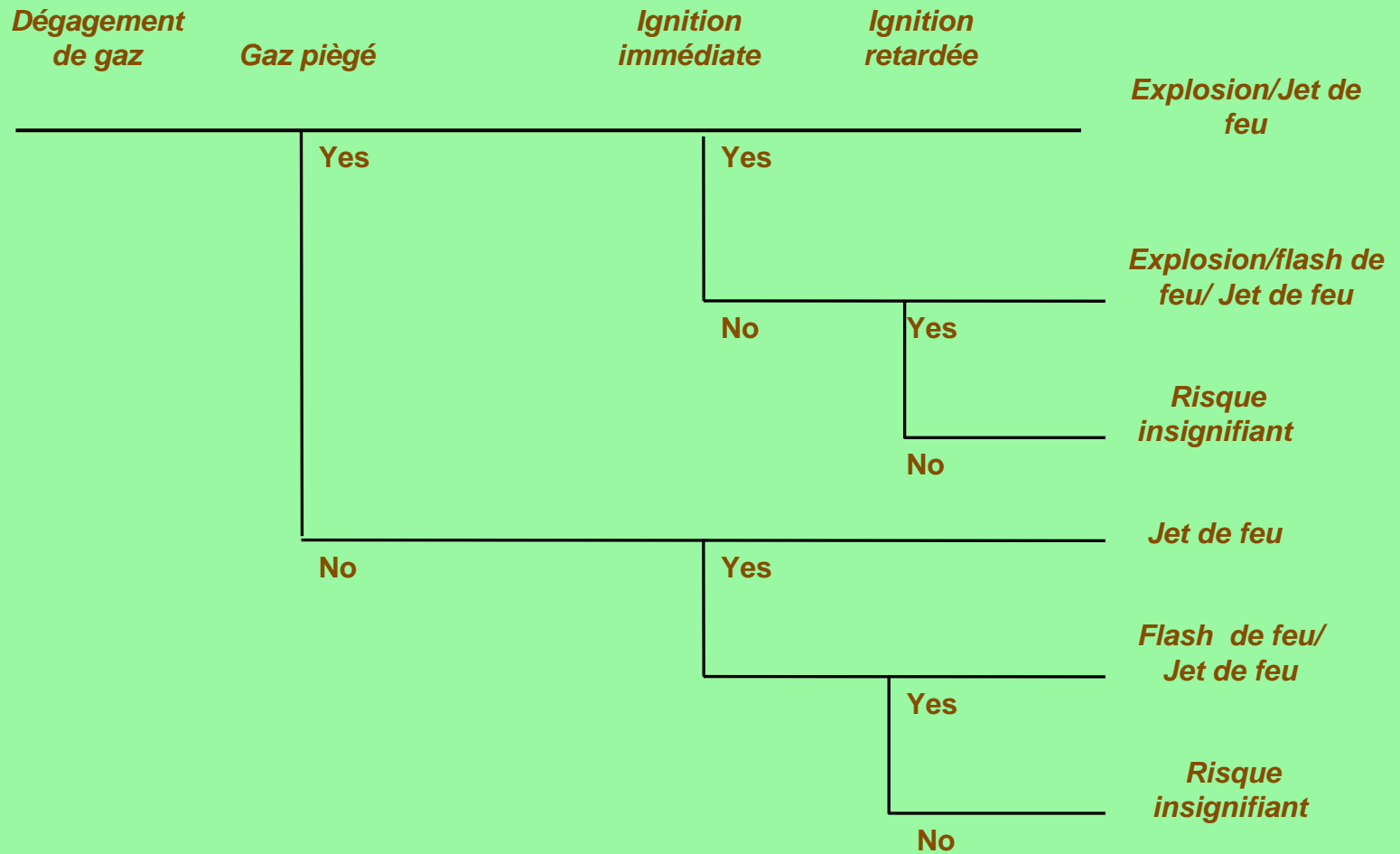


Figure 2.

La combinaison d'un arbre de défaillances et d'un arbre d'événements, associés aux barrières existantes, donne lieu à un autre outil d'évaluation et de prévention: *le nœud papillon*.

Remarque:

Un calcul statistique basé sur l'historique des accidents accompagne l'arbre précédent. Il est alors possible de retrouver, vers la fin un ensemble de conséquences avec les probabilités d'occurrence correspondantes. **Ces dernières** sont additionnées dans le cas de conséquences identiques. Les événements successives sont multipliés.

3.3. Calcul du rayon de risque

Compte tenu de la nature du gaz (volatilité, sa masse volumique) et des aléas environnementaux, la notion de rayon de risque est très utilisée.

Un calcul basé sur les relations d'écoulement et thermodynamiques a permis d'obtenir l'estimation du rayon de risque dans le cas d'une fuite de gaz. (Jo. Ahn [2]).

$$r^* = 1.512 \frac{P_0^{\frac{1}{2}} d^{\frac{5}{4}}}{L^{\frac{1}{4}}}$$

On remarque l'influence de la pression (en amont), du diamètre et surtout de la longueur du pipeline. La figure 2 nous montre, pour des pressions amont de 50, 75 et 100 bar, l'évolution du rayon de risque. L'influence de la pression dans ce cas est évidente.

Compte tenu des pertes de charge linéaires l'extrémité aval d'un gazoduc présente moins de risque que l'extrémité amont. Néanmoins, du point de vue résistance l'épaisseur en amont est plus grande.

- Un ensemble de vannes de sectionnement participe à limiter, dans le cas de fuite ou d'un éclatement, les quantités perdues, mais aussi à diminuer le rayon de risque.

La figure 3 nous montre, pour des pressions amont de 50, 75 et 100 bar, l'évolution du rayon de risque. L'influence de la pression dans ce cas est évidente.

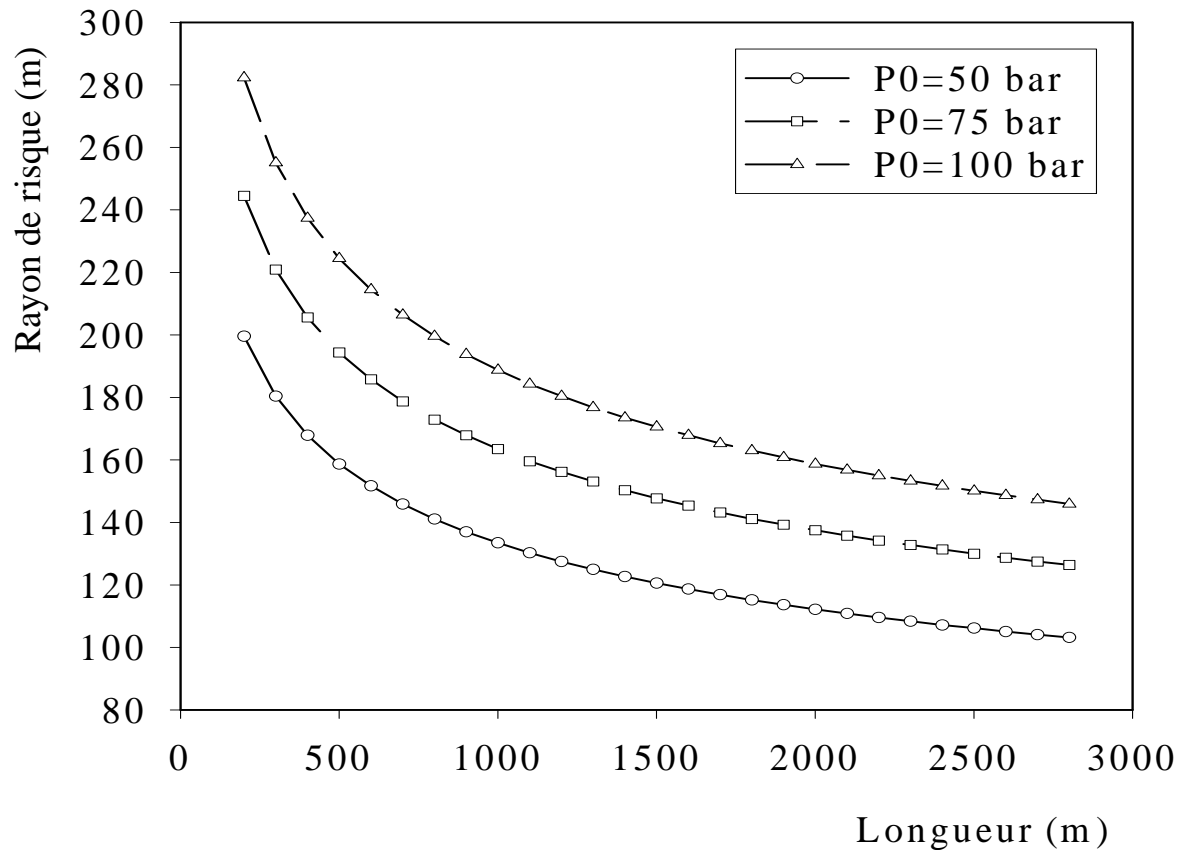


Figure 3.

- La figure 3 considère l'effet du diamètre, similaire à celui de pression. On remarque alors que le calcul du rayon de risque, c'est-à-dire l'aménagement urbain, industriel ou autre tout au long du pipeline dépend de cette distance.

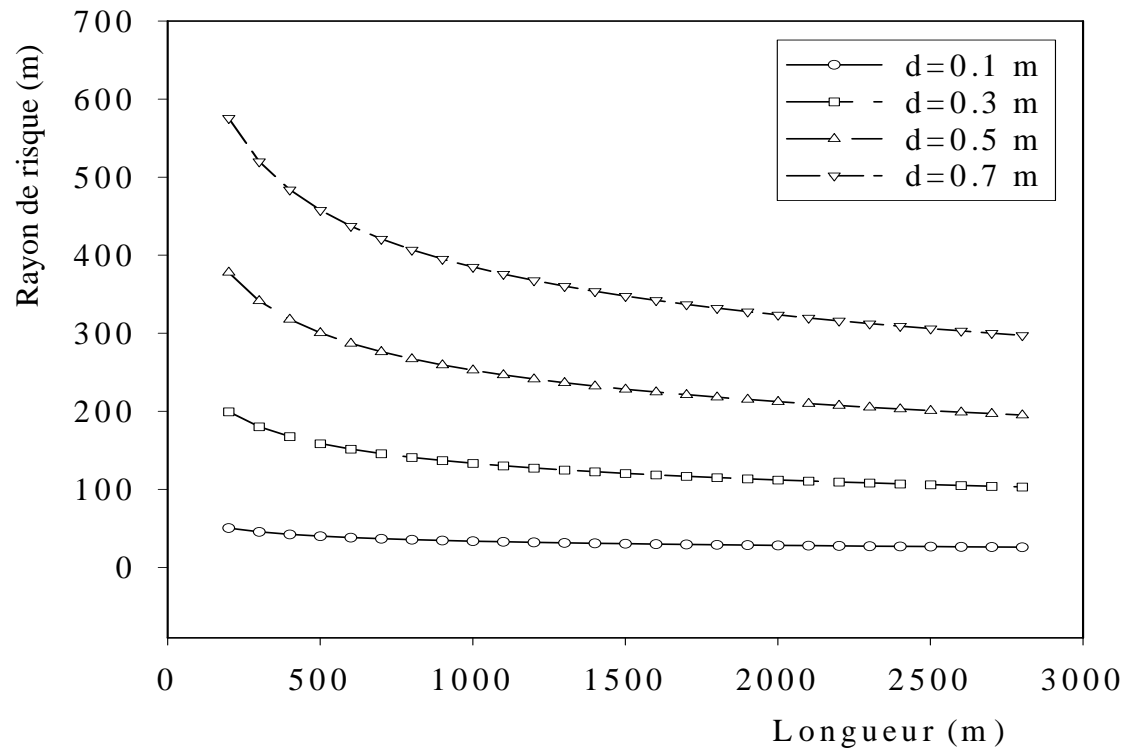


Figure 4.

CONCLUSION

Nous avons présenté dans ce court exposé un ensemble de méthodes et d'outils d'évaluation des risques liés au transport de gaz naturel par canalisations. Ces outils reposent sur une gestion rigoureuse de ce mode de transport. Outre la base documentaire de l'accidentologie, la gestion de la maintenance constitue une autre source importante d'information et de statistiques nécessaires au management des risques.

En fait l'évaluation des risques (dans le cadre de leur gestion) fait appel à des sources d'informations qui ne se limitent pas à recenser et à établir des constats sur un ensemble d'incidents ou accidents qui se sont déroulés sur une période donnée. Le traitement statistique de ces derniers, ainsi que les rapports de suivi des solutions apportées (contrôle) constitue la base nécessaire (et non suffisante) à l'évaluation des risques.

Bibliographie

[1] Y.D. Jo, B.J. Ahn, Analysis of Hazards Area Associated with High-pressure Natural-gas pipelines, *J. of Loss Prevention in the Process Industries*, 15 (2002), pp. 179-188.

[2] F.G. Bercha, Special Problems in Pipeline Risk Assessment, 2000 Int. Pipeline Conf., Vol. 1, ASME 2000, pp.501-505.



Merci