

| |
|---|
| Examen final Argumenter le risque-Mesurer-Protéger |
|---|

Exercice 1 : Argumenter sur les classes de risque. En cours, il vous a été présenté différentes classes de risques : risque professionnel, risque ATEX, risque majeur (ICPE),... Le point commun est la manière de mesurer le risque avec un couple Fréquence/Gravité mais avec des matrices de criticité qui peuvent apparaître différentes. Il vous est demandé de :

1. Faire une matrice de criticité du risque individuel dans la vie privée (décès, blessures, maladies...) en se limitant à la période de la vie active entre 20 et 65 ans (annexe 1).
2. En utilisant les mêmes critères d'atteinte à la personne, « traduire » les matrices ou éléments de criticité retenus pour les risques majeurs, professionnels et ATEX.
3. Commenter les différences.
4. Proposer une matrice de criticité « composite » (ou autre chose) intégrant le risque majeur, le risque ATEX et le risque professionnel.

Exercice 2 : On s'intéresse aux risques que l'on prend lorsqu'on se rend dans une station-service pour faire le plein d'essence. Une description des installations est proposée dans l'annexe 2.

1. Quels sont les accidents possibles ?
2. Détailler les causes possibles.
3. Calculer les conséquences.
4. Dresser un tableau HAZid pour coter le risque.
5. Identifier des barrières de sécurité.

Exercice 3 : Parmi les barrières mises en œuvre se trouvent les dispositifs « anti-arrachement » qui portent assez mal leur nom car ils n'empêchent nullement un conducteur distrait de partir avec le pistolet de la borne toujours engagé dans le réservoir. Ces dispositifs sont supposés en revanche éviter un déversement continu d'essence dans l'hypothèse où le circuit de la borne de distribution est encore sous pression. Il s'agit d'un clapet anti-retour (Annexe 3) dont le piston est maintenu en position ouverte en fonctionnement normal. En cas d'arrachement du flexible le piston est repoussé en position fermée par le ressort de rappel. On veut réaliser l'AMDEC de ce dispositif :

1. Identifier les états de fonctionnement.
2. Identifier les modes de défaillance possibles.
3. Réaliser l'AMDEC (tableau : état de fonctionnement, modes de défaillances, causes, conséquences).
4. Déterminer le niveau de confiance de ce dispositif (justifier).

Exercice 4 : Il existe encore quelques stations-services opérées par un « pompiste ». Il assure seul tout le service. On se propose d'analyser son poste de travail. La station (annexe 4) se compose d'une petite boutique, d'un petit garage pour de petites opérations d'entretien (lavage) et de réparations (pneu crevé, freins,...). Il peut se présenter quelques dizaines de clients par jour pour la distribution d'essence et la boutique et une dizaine de demandes d'entretien et de réparation.

1. Identifier les situations de travail (tableau : situations, description, remarques).
2. Faire l'étude du poste de travail (tableau : risques, situations, dommages possibles, F, G, NR, préventions en place, NM, NRR, P)
3. Identifier les pistes d'amélioration du poste (ajouter une colonne « préconisations »)

Annexe 1 : risques individuels dans la vie privée

Population active = 30 000 000 personnes (total : 67 000 000 personnes)

Nombre d'arrêts pour maladie/blessure par an : 12 000 000

Nombre de passage aux urgences par an : 16 000 000

Nombre de « travailleur reconnus handicapés » = 2 700 000 personnes (dans la population active)

Nombre de décès par an = 600 000 personnes

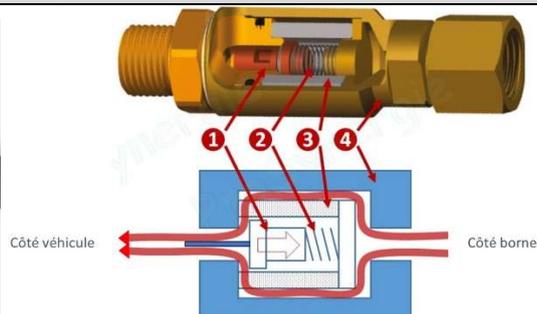
Annexe 2 : la station-service

Chaque borne délivre un débit maximal de 40 l/mn. Les caractéristiques de l'essence (SP95) sont données dans le tableau suivant. On peut considérer une vitesse du vent de 5 m/s.

| | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Liquide inflammable | Catégorie 1 |
| Masse vol. liq. | 750 kg/m ³ |
| Densité des vapeurs | 3,5 kg/m ³ |
| Point éclair | -40 °C |
| Volume de liquide répandu | 100 litres |
| Energie de combustion | 40 MJ/kg |
| Toxique par inhalation/contact | SEI = 1000 ppm |



Annexe 3 : le clapet anti-retour



Lorsque le flexible est enclenché dans le clapet anti-retour une tige-poussoir appuie sur le piston 1 et le maintient enfoncé si bien que l'essence passe autour du guide 3. Le ressort 2 est alors en compression. Si le flexible est arraché, la tige-poussoir est relâchée et plus rien n'empêche le ressort de se détendre et de venir plaquer le piston contre son siège de façon à obturer la sortie.

Annexe 4 : le « pompiste » à l'ancienne



Ex1 : matrices de risque

1) Risque individuel

AT sur population active = 12 Millions pour 30 Millions d'actifs soit une fréquence individuelle de 0.4/an
Soins médicaux pour blessures = 16 Millions pour 67 000 000 soit 0.24 mais uniquement 30 M/67 M d'actifs soit un risque individuel de $0.24 \times 30/67 = 0.1/\text{an}$

Invalité : 2.7M/30M mais sur une durée de vie active de 45 ans soit $2.7/30/45$ soit un risque individuel de 0.002/an

Décès : $600\,000/67\,000\,000 = 0.009/\text{an}$. Mais cela inclut les morts par vieillesse et on sait que la probabilité de mourir à 85 ans est de 50% (« espérance de vie »). Si on suppose que cette probabilité passe de 0, tout petit, à 50% à 85 ans, elle doit être de 25% vers 40 ans à mi vie active donc la probabilité de décès individuel lors de la vie privée serait de 0.25×0.009 soit 0.002/an. Mais ça peut croître jusqu'à 0.004/an en fin de carrière.

On peut supposer que s'il y a blessures ou maladies avec AT au taux de 0.4/an et par travailleur, il y a beaucoup plus encore de blessures sans arrêt et que cela est tolérable, typiquement quelques fois par an.

Tomber malade ou être blessé et devoir s'arrêter quelques jours une fois par an maximum peut sembler normal.

Le risque léthal est incontournable et doit être accepté. De même dans la vie qu'un handicap invalidant (incapacité permanente totale -IPT) qui vient naturellement avec l'âge par exemple.

On peut donc construire la matrice suivante ou les cases jaunes représentent la limite actuelle dans la vie de chacun.

| G/F | . <0.01/an | . <0.1/an | . <1/an | . >1/an |
|---------------------------------------|------------|-----------|---------|---------|
| D-IPT : Acc/mal avec mort ou handicap | | | | |
| ?? | | | | |
| A/M-AT : Accident/Maladie avec AT | | | | |
| A/M : Accident/Maladie sans arrêt | | | | |

On s'aperçoit qu'il manque un échelon de gravité qui ne ressort pas des statistiques fournies. On pourrait imaginer qu'il s'agit d'accidents ou de maladies entraînant une invalidité permanente partielle (IPP) pas trop incapacitante (A/M-IPP).

C'est souvent le cas d'activités qui finissent par « user » le corps ou l'esprit qui prennent du temps pour s'installer, des dizaines d'années. La fréquence 1/10 en ordre de grandeur paraît correcte.

Notons qu'il s'agit d'une réalisation du risque et non d'un potentiel.

2) Risque majeur, risque ATEX, risque professionnel

La matrice de risque professionnel utilisée en TD fait apparaître en niveau 4 la situation de décès ou de handicap grave (donc D-IPT), en niveau 1 des blessures bénignes sans arrêt (donc A/M), en niveau 3 des accidents avec des séquelles irréversibles suggérant une IP pas trop incapacitante (donc A/M-IPP). Le niveau 2 correspond à des conséquences notables mais réversibles et pourrait être qualifié de A/M-AT.

Les niveaux de fréquences vont de plusieurs fois par heure (5), à moins d'une fois par an (1) en passant par quelques fois par jour (4), quelques fois par semaine (3) et au moins une fois par mois (2). En reprenant les zones de la matrice de criticité du risque professionnel, en traduisant les fréquences en

années, on obtient pour la matrice d'exposition de risque professionnel (1600 h de travail par an soit 200 jours ou 40 semaines) :

| G/F | . <1/an | . <40/an | . <200/an | . <1500/an | . >1500/an |
|---------------------------------------|---------|----------|-----------|------------|------------|
| D-IPT : Acc/mal avec mort ou handicap | | | | | |
| A/M-IPP : Accident/Maladie avec IPP | | | | | |
| A/M-AT : Accident/Maladie avec AT | | | | | |
| A/M : Accident/Maladie sans arrêt | | | | | |

Ces critères relatent une exposition aux risques (situation dangereuse) et non une réalisation. A certaines occasions de sa vie professionnelle, la personne se trouve exposée à un accident mais il ne se réalisera que si un événement déclenchant l'accident se produit. Cet événement est souvent une procédure ou une opération mal réalisée dont on sait que la probabilité d'échec est de 10^{-2} . Finalement la matrice de criticité à comparer à celle du risque individuel devient (en ordres de grandeur) :

| G/F | . < 10^{-2} /an | . <0.1/an | . <1/an | . <10/an | . >10/an |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|---------|----------|----------|
| D-IPT : Acc/mal avec mort ou handicap | X | | | | |
| A/M-IPP : Accident/Maladie avec IPP | | | | | |
| A/M-AT : Accident/Maladie avec AT | | | | | |
| A/M : Accident/Maladie sans arrêt | | | | | |

Pour le risque ATEX, les conséquences en cas d'inflammation sont immédiatement très graves pour les personnes soumises à la flamme, typiquement de type D-IPT. Or le personnel n'est autorisé à pénétrer qu'en zone 1 et 2. La probabilité de présence de l'ATEX est de l'ordre de 10 à 100 heures par an soit une fréquence d'exposition au risque ATEX de 10 à 100/1500 soit est compris entre 0.001/an et 0.1/an . Sachant par ailleurs que le risque d'inflammation ne dépasse guère 0.1, la fréquence finale correspondant à G=D-IPT est de 0.01 au maximum (case X ci-dessus).

Pour le risque majeur, le seuil SEL correspond au seuil de décès typiquement de 1% des personnes exposées (soit D-IPT), le seuil SEI au seuil d'apparition de blessures irréversibles soit typiquement A/M-AT. On peut aussi penser que ce seuil correspond à de réelles blessures chez 1% des personnes exposées. Mais il s'agit des personnes à l'extérieur du site.

| G/F | . < 10^{-5} /an | . < 10^{-4} /an | . < 10^{-3} /an | . < 10^{-2} /an | . > 10^{-2} /an |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| D-IPT : Acc/mal avec mort ou handicap | | | | | |
| A/M-IPP : Accident/Maladie avec IPP | | | | | |
| A/M-AT : Accident/Maladie avec AT | | | | | |
| A/M : Accident/Maladie sans arrêt | | | | | |

3) Commenter

On constate que les grilles « vie privée » et « vie professionnelle » possède des échelles de fréquences comparables mais les cases « jaunes » sont décalées d'un rang vers la gauche ce qui signifie que le seuil d'acceptabilité du risque professionnel est abaissé d'une décade. L'environnement professionnel est donc moins dangereux que la vie privée. Cela peut évidemment s'expliquer par la nécessité de rendre le risque « subi » tolérable par chaque employé mais de le rendre tolérable pour le collectif qui peut être fortement désorganisé par des accidents à répétition comme nous l'avons vu en TD. Le risque ATEX s'intègre parfaitement dans la matrice du risque professionnel ce qui justifie le fait que le risque ATEX fait partie du code du travail.

En revanche, la grille pour le risque majeur fait apparaître une échelle de fréquence décalée de 2 ordres

de grandeur par rapport au risque professionnel. On peut s'expliquer cela par le fait que les « tiers » subissent totalement les risques sans contrepartie réelle contrairement aux salariés qui sont en quelques sorte « payés » pour. Il faut donc que le risque soit beaucoup plus petit, négligeable à l'échelle d'une vie (x 1/100). Mais il faut aussi prendre en compte la collectivité qui perd beaucoup en cas d'accident grave susceptible d'affecter le voisinage. L'idée derrière cela est qu'un accident grave doit avoir de base une fréquence plus petite que celle de la vie de l'usine soit moins que 1/100 an. Cela revient à multiplier les fréquences de la matrice de risque professionnel par 1/100. C'est un argument parmi d'autres mais qui illustre que c'est la dimension sociétale qui se cache derrière la matrice pour les risques majeurs.

4) Matrice composite

On pourrait partir de la matrice du risque individuel et multiplier les fréquences par un facteur fixe S (sensibilité) dépendant de la situation : S=1 pour vie privée ; S=0.1 pour la vie professionnelle et S=0.001 pour l'aléa industriel.

| G/F | . <0.01/an | . <0.1/an | . <1/an | . >1/an |
|---------------------------------------|------------|-----------|---------|---------|
| D-IPT : Acc/mal avec mort ou handicap | | | | |
| A/M-IPP : Accident/Maladie avec IPP | | | | |
| A/M-AT : Accident/Maladie avec AT | | | | |
| A/M : Accident/Maladie sans arrêt | | | | |

Ex 2 : faire le plein

1) Accidents possibles

On s'attend à des incendies ou à des explosions (point éclair << Tamb) dues à une fuite externe (épandage) de carburant. On peut supposer que le véhicule est la source d'inflammation, c'est-à-dire que les phénomènes dangereux seront réalisés tôt ou tard dès que l'épandage a lieu. Comme il faudra faire des calculs il faut que les accidents soient assez bien décrits. On peut imaginer une fuite massive dans la borne, une fuite sur le flexible, un débordement du réservoir du véhicule.

2) Causes

La fuite massive sur la borne peut résulter d'un choc violent (accident, effondrement de la canopée) sur la borne, de la rupture d'un organe (pompe, connexion).

La fuite sur le flexible peut résulter d'un endommagement de la partie flexible (usure, roulage,..), d'un arrachement (le conducteur part sans arrêter le remplissage), d'une erreur de branchement (ça coule à côté).

Le débordement peut résulter d'une erreur du client (inattentif), d'une fuite sur la canalisation de la voiture, d'un mauvais positionnement du pistolet (pas assez engagé).

3) Conséquences

| EXPLOSION | | | | FEU | | | |
|------------------|-------------|------|--------|--------------|-------|------|---|
| inventaire | 75 | kg | | débit | 0,5 | kg/s | |
| énergie dispo | 3000 | MJ | | puissance | 20000 | kW | |
| Eq TNT | 65 | kg | lambda | | | | |
| SELS (200 mb) | 32 | m | 8 | SELS (8 kW/m | 31 | m | 8 |
| SEL (140 mb) | 32 | m | 10 | SEL (5 kW/m2 | 39 | m | 5 |
| SEI (50 mb) | 70 | m | 22 | SEI (3 kW/m2 | 50 | m | 3 |
| NUAGE TOX | | | | | | | |
| débit vol | 0,142857143 | m3/s | | | | | |
| sigma | 3,015720175 | m | | | | | |
| Distance | 65 | m | | | | | |

4) Et 5) tableau APR et barrières

| phase | ERC | Causes | Conséquences | P | G | Barrières |
|----------------|--------------------|--|---|-----------|-------|---|
| Faire le plein | Fuite sur borne | Choc violent voiture (trop vite 10^{-2} ET perte de contrôle 10^{-2} ET en direction des bornes) < $20 \times 10^{-4}/\text{an}$ OU Chute toit (tempête centenaire ET chute sur une borne) < $10^{-2}/\text{an}$ OU Défaillance interne (pompe, vannes) 10 organes ($10 \times 10^{-3}/\text{an}$) | Epanchage avec incendie et explosion (peut être plus grave qu'une fuite sur flexible ?) | 10^{-2} | D-IPT | Contrôles périodiques des organes (ce qui est fait) Mais limite acceptable pour le client a priori |
| | Fuite sur flexible | Rupture sous affaiblissement ($10^{-3}/\text{an}$) OU Erreur de branchement ($20 \times 10^{-3}/\text{an}$) OU Arrachement ($20 \times 10^{-2}/\text{an}$) | Epanchage avec incendie et explosion | 10^{-1} | D-IPT | Pas acceptable Dispositif de coupure si chute de pression dans le flexible pendant le service) |
| | Débordement | Erreur de positionnement du pistolet (20×10^{-3}) OU Fuite sur véhicule (?) OU Inattention/malveillance (20×10^{-2}) | Epanchage avec incendie et explosion | 10^{-1} | D-IPT | Pas acceptable Clapet repoussoir qui oblige à introduire le pistolet et pressostat de trop plein (fait) |

Je fais le plein 2 fois par mois donc 20 fois par an. Je prends comme critère mon risque individuel (ex 1).

Ex 3 : amdec

1) Etats de fonctionnement

Permet l'alimentation
Stoppe le débit si dépressurisation

2) Modes de défaillances

Refus de s'ouvrir
Fermeture intempestive
Ouverture partielle
Refus de se fermer

Ouverture intempestive
Fermeture partielle

3) Tableau

| appareil | Etat fonct | Mode défaillance | Causes | Conséquences | Remarques |
|-----------|----------------------------|------------------------|---|---|-------------------------------------|
| Clapet AR | Passant | Refus de s'ouvrir | Flexible mal engagé Tige poussoir pliée | Pas d'alimentation du pistolet (pas de risque) | Au moment du changement de flexible |
| | | Fermeture intempestive | Rupture de la tige poussoir | Arrêt alimentation pistolet (pas de risque) | |
| | | Ouverture partielle | Flexible pas assez engagé Tige pliée | Fuite externe (risque) Débit trop petit (pas de risque) | |
| | Arrêt sur dépressurisation | Refus de se fermer | Piston bloqué Ressort cassé | Fuite externe (risque) | Lors d'un arrachage |
| | | Ouverture intempestive | Vibrations de la pression Tentative de rebranchement | Fuite externe (risque) | Après arrachage |
| | | Fermeture partielle | Piston usagé Ressort HS Dépôts dans l'organe | Fuite externe (risque) | Après arrachage |

4) Niveau de confiance

C'est un dispositif actif de type A sans redondance => colonne « 0 » du tableau. Le taux de défaillances sûres est de 2/6 soit 33% largement plus petit que 60%. Le niveau de confiance est 1.

Ex 4 : risques professionnels du pompiste.

1) Situations de travail

| Situation | Description | Remarques |
|-----------------------------------|---|---|
| Servir à la pompe | Vérifier le carburant à mettre, surveiller le remplissage, surveiller la cour | +sieurs dizaines de fois (5mn) par jour entre la boutique et les bornes |
| Servir en boutique | Mise en rayon, conseiller les produits les plus adaptés | Quelques fois par jours |
| Réaliser l'entretien de véhicules | Utilisation de machines (table élévatrice), d'outils, produits chimiques, manutention | 10 par jour pendant 15 mn |
| Faire payer | Faire les factures, encaisser, comptabilité | +sieurs dizaines de fois (2mn) par jour |