

Analyse des risques des processus industriels¹

Les facteurs « importants pour la sécurité »

par **Marc Voisin**

Les facteurs importants pour la sécurité (IPS) sont définis dans la circulaire du 10 mai 2000, relative à la prévention des accidents majeurs : « Les études de dangers, notamment l'analyse des risques, doivent permettre à l'exploitant de définir les paramètres, les équipements, les procédures opératoires, les instructions et les formations de personnels importants pour la sécurité, ceci dans toutes les phases d'exploitation des installations, y compris en situation dégradée ».

La notion de facteurs IPS est liée dans les textes à la notion d'accident majeur dont l'arrêté du 10 mai 2000, associé à la circulaire citée précédemment, donne la définition suivante : « 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 la santé humaine ou pour l'environnement, à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement, un danger grave, immédiat ou différé, et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des préparations dangereuses ».

Cette dernière définition manque de précision sur les conséquences associées à un accident et plus encore sur l'aspect « probabilité d'occurrence » qui, jusqu'à la parution de la loi Risques du 30 juillet 2003, n'était pas prise en compte. Ce manque de précision n'est pas sans conséquence car le nombre de facteurs IPS dépend directement de la définition de l'accident majeur. En effet, plus la définition de l'accident majeur est large, plus le nombre de facteurs IPS est grand. Or, un grand nombre de facteurs IPS peut conduire à une plus grande complexité du SGS (système de gestion de la sécurité). Pour identifier les facteurs IPS, il faut donc d'abord définir plus précisément l'accident majeur, en fixant, par exemple, une grille de criticité, construite à partir d'une échelle de gravité et d'une échelle de probabilité d'occurrence de l'accident.

Selon leur définition, les facteurs IPS correspondent à toutes les dispositions qui sont mises en œuvre pour empêcher le processus industriel de passer d'une situation normale à une situation dégradée au point que l'accident potentiel devient majeur. La recherche des situations dégradées provenant du recensement des dysfonctionnements du système et des agressions externes, l'identification des facteurs IPS ne peuvent découler que d'une méthode systémique de sûreté de fonctionnement (SdF). D'ailleurs, la circulaire du 10 mai 2000 rappelle, à juste titre, que l'analyse de risques, qui constitue le cœur de l'étude de dangers, doit comporter une telle méthode. Les méthodes les mieux adaptées à la recherche des étapes du scénario d'un accident sont les méthodes de SdF de type déductif comme l'arbre de défaillance.

Compte tenu du temps nécessaire pour mettre en œuvre ce type de méthode, il paraît difficilement envisageable de construire systématiquement un arbre de défaillance pour chaque scénario susceptible de conduire à un accident majeur. SME Environnement

a préféré s'orienter vers les méthodes habituellement utilisées de type inductif telles que l'APR (Analyse Préliminaire des Risques) ou l'HAZOP (HAZard OPerability). Il est vrai que ces méthodes ne permettent pas facilement de réaliser les combinaisons qui conduisent à l'accident, puisqu'elles traitent les défaillances indépendamment les unes des autres. Néanmoins, l'identification des facteurs IPS se suffisant, en général, d'une analyse macroscopique des étapes du scénario, l'adaptation de ces méthodes inductives reste pertinente.

ARPI

Peu après la parution de l'arrêté du 10 mai 2000, SME Environnement a finalisé sa méthodologie d'identification des facteurs IPS. Cette méthodologie prend en compte la combinaison de défaillances, sans pour autant effectuer des arbres de défaillance, pour chaque dysfonctionnement identifié. Dénommée ARPI (Analyse de risques des processus industriels) et dérivée de l'APR, elle permet, de manière organisée, rigoureuse et simple de rechercher les défaillances possibles, de recenser les scénarios d'accident et d'identifier les facteurs IPS.

Pour chaque phase du processus de fabrication, les éléments suivants sont répertoriés :

- les causes d'accidents,
- la nature de l'accident potentiel,
- les moyens de maîtrise existants,
- les effets de l'accident potentiel,
- la criticité de l'accident,
- les recommandations,
- l'identification des facteurs IPS.

La criticité s'apprécie à partir de la gravité et de la probabilité d'occurrence de l'accident. Il convient donc, dans un premier temps, de définir des échelles de gravité et de probabilité et la zone de criticités pour lesquelles l'accident est considéré majeur.

Il est à préciser que, pour certaines installations, la méthode ARPI peut être remplacée par la méthode HAZOP, après l'avoir adaptée et complétée pour l'évaluation de la criticité et l'identification des facteurs IPS.

¹ ARPI : Analyse des risques des processus industriels.

SME Environnement

Depuis le 1^{er} janvier 2003, le Groupe SNPE a créé sa filiale SNPE Matériaux Énergétique (SME) et SME Environnement est la nouvelle dénomination de SNPE Environnement. Au sein de l'équipe de SME Environnement, reconnu tiers expert par le MEDD et membre du Club des Tiers Experts, Marc Voisin est le responsable des activités de sûreté de fonctionnement de SME Environnement.

Identification des facteurs IPS (suite)

Probabilité d'occurrence (P) et gravité (G)

L'échelle de probabilité proposée comprend 4 niveaux, chacun d'eux correspondant à une fréquence annuelle d'accident. Un processus industriel de production est un enchaînement d'opérations de fabrication et de contrôle qui est assuré soit par des matériels, soit par des opérateurs. Les banques de données de défaillance, issues du retour d'expérience, montrent que les systèmes matériels sont plus fiables que les opérateurs. Aussi, pour hiérarchiser les probabilités d'occurrence, les systèmes matériels sont considérés « robustes » et les opérateurs « non robustes ». Il convient, néanmoins, de rappeler que les indications fournies dans le tableau 1 ne sont que des repères pour aider au choix du niveau de probabilité. Le niveau de probabilité doit également tenir compte du retour de l'accidentologie externe (source BARPI, par exemple).

L'échelle de gravité comprend aussi 4 niveaux et prend en considération les effets sur les personnes et sur les biens (tableau 2).

Niveau	Effets sur les personnes	Effets sur les biens
1	Sans effet	Sans effets ou effets négligeable
2	Blessures légères	Effets limités à l'atelier
3	Blessures graves	Effets contenus dans les limites de l'établissement
4	Blessures mortelles	Effets dépassant les limites de l'établissement

Tableau 2 : Echelle de gravité

Des cas spécifiques étant susceptibles d'être rencontrés, des adaptations des tableaux 1 et 2 peuvent alors s'avérer nécessaires.

Grille de criticité

La grille de criticité retenue par SME Environnement est présentée ci-dessous.

G	P			
	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

En cohérence avec la définition de l'accident majeur, donnée par la circulaire du 10 mai 2000, les accidents sont majeurs lorsque leur gravité est de niveau 3 ou 4 (zones jaune et rouge).

Dans la zone rouge de la grille, les accidents sont considérés de criticité inacceptable et des recommandations doivent être obligatoirement émises. Dans la zone verte (gravité 1 ou 2) ou dans la zone jaune (criticité 31 ou 41), les accidents sont considérés de criticité acceptable. Pour les accidents situés en zone jaune (accident majeur de criticité acceptable), il est souhaitable de

proposer des recommandations afin de les ramener en gravité 1 ou 2. Les scénarios d'accident majeur de criticité 41 peuvent éventuellement être proposés comme scénarios PPI (plan particulier d'intervention).

Tableau d'ARPI

L'analyse de risque est mise en œuvre en groupe de travail, à partir d'un tableau qui comporte les colonnes suivantes :

1	numéro du risque	Recherche des sources de défaillances
2	opération	
3	éléments dangereux	
4	mise en œuvre de l'élément dangereux	
5	cause d'accident potentiel	
6	nature de l'accident potentiel	Recensement des accidents majeurs
7	moyens de maîtrise existant	
8	effets de l'accident potentiel en considérant les moyens de maîtrise	
9	gravité	
10	probabilité	Identification des facteurs IPS
11	criticité (Cr)	
12	recommandations	
13	effets de l'accident potentiel en l'absence de moyens de maîtrise	
14	nouvelle criticité (Cr')	
15	numéro de facteur IPS	

Identification des facteurs IPS

La criticité Cr étant déterminée, l'identification des facteurs IPS est alors entreprise. Elle consiste à réévaluer les effets et la nouvelle criticité Cr' de l'accident potentiel, en considérant l'absence de chaque moyen de maîtrise existant, identifié précédemment. Trois cas peuvent se présenter :

G	P			
	1	2	3	4
1			Cr	
2				
3		Cr'		
4				

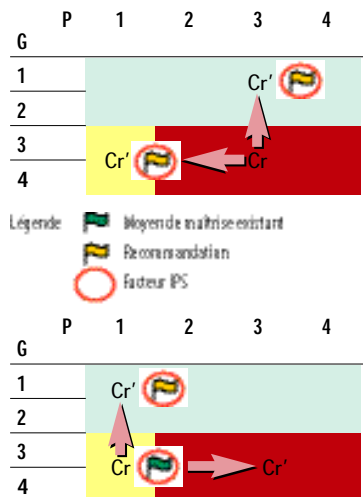
- La criticité Cr est située dans le domaine de l'accident non majeur (zone verte) : sont considérés facteurs IPS, les moyens de maîtrise dont l'absence conduit à un accident majeur de criticité Cr' située dans la zone jaune ou rouge.

- La criticité Cr est située dans le domaine de l'accident majeur inacceptable (zone rouge) : la criticité résultante Cr' est évaluée en tenant compte des recommandations émises. Sont considérés facteurs IPS, les recommandations, dont la présence

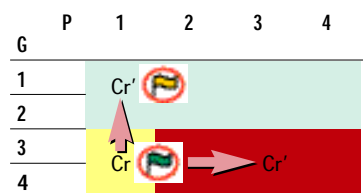
Niveau	Fréquence	Indications permettant de définir le niveau	
1	Extrêmement rare	Phénomène vraisemblable mais jamais rencontré dans la vie de l'établissement	Défaillance de matériel au niveau process avec plus de deux moyens de maîtrise dont 1 robuste
2	Rare	Événement rencontré au moins une fois dans la vie de l'établissement ²	Défaillance de matériel au niveau process avec un moyen de maîtrise
3	Fréquent	Événement rencontré au moins une fois au cours d'une période de 10 ans	Défaillance opérateur au niveau process avec un moyen de maîtrise humaine
4	Très fréquent	Événement rencontré tous les ans	Défaillance opérateur au niveau process sans moyen de maîtrise

Tableau 1 : Echelle de probabilité

² dans le cas où l'accident a déjà été rencontré dans la vie de l'établissement, il peut néanmoins être classé en niveau 1 si les moyens de maîtrise mis en place après cet accident sont suffisants pour que l'occurrence de l'accident devienne extrêmement rare.



conduit à une criticité Cr' située dans la zone verte ou jaune. Pour être exhaustif, il est nécessaire de déterminer aussi Cr' avec les recommandations et sans les éventuels moyens de maîtrise existants. Ce second cas permet de valider si les moyens de maîtrise existants sont ou non des facteurs IPS.



La criticité Cr est située dans le domaine de l'accident majeur acceptable (zone jaune) : la criticité résultante Cr' est évaluée en l'absence des moyens de maîtrise existants ou des recommandations éventuelles. Les moyens de maîtrise existants, dont l'absence conduit à un accident de criticité inacceptable (Cr' dans la zone rouge), et les éventuelles recommandations, dont la présence conduit à un accident non majeur (Cr' la zone verte), sont considérés IPS.

Exemple d'application de l'ARPI

L'exemple d'application présenté ici est un exemple classique d'une installation de dépotage d'un produit chimique liquide. Cette installation, présentée sur la figure 1, comprend :

- une citerne de 10 m³ mise en place quotidiennement sur le site de dépotage au moyen d'un camion,
- un raccordement mobile fixé en partie basse de la citerne qui permet, au moyen d'une pompe, d'extraire le produit,
- un tuyau dans lequel circule le produit jusqu'à un échangeur,
- en sortie de l'échangeur, une canalisation fixe qui conduit le produit vers un autre bâtiment pour son utilisation.

Le volume de produit, contenu dans les canalisations de l'installation (échangeur compris) est de 3l et la canalisation, amenant le produit vers l'autre bâtiment, a un volume de 400l environ. L'installation de dépotage est située dans une enceinte de confinement avec une station de traitement du produit en cas de fuite lors de l'extraction. Une cuvette de rétention est placée sous la citerne lors de la vidange du produit. Pour cet exemple, il est supposé que la station de traitement est dimensionnée pour ne pouvoir traiter que 6 m³, volume qui correspond à celui des canalisations et à la moitié de celui de la citerne. Par ailleurs, des dispositifs de sécurité sont prévus :

- V1 : vanne d'arrêt manuel sur la citerne au niveau de la jonction avec le raccordement,
- V2 : vanne d'arrêt automatique sur le raccordement en amont de la pompe,
- V3 : vanne d'arrêt automatique en sortie de l'enceinte de confinement,
- V4 : vanne d'arrêt automatique en bout de canalisation (entrée autre bâtiment),
- C1 : capteur de présence de toxique qui

permet, en cas de fuite dans l'enceinte, de commander les vannes V2 et V3 ainsi que l'arrêt de la pompe,

- C2 : capteur en fin de la canalisation qui permet, en cas de chute du débit, de commander les vannes V2, V3 et V4 ainsi que l'arrêt de la pompe.

Par hypothèse, les vannes automatiques se ferment instantanément, ce qui permet de ne pas prendre en compte la masse de produit qui s'échappe avant la fermeture. Un opérateur assure la mise en place de la citerne et n'est présent sur le site de dépotage qu'en cas de détection de fuites. Enfin, le produit chimique, qui se vaporise très rapidement à pression atmosphérique, est très toxique par inhalation. Le danger redouté est donc l'inhalation par une personne appartenant à l'entreprise ou extérieure à l'entreprise si le nuage toxique sort des limites de l'établissement.

Comme indiqué dans le tableau 3 (p.20), six facteurs IPS sont identifiés. Les deux recommandations (ou nouveaux moyens de maîtrise) proposées (facteurs IPS 5 et 6) agissent, la première sur la probabilité (protection de la canalisation) et l'autre sur la gravité (vanne supplémentaire). Cette dernière renforce le moyen de maîtrise existant qui, de fait, devient alors facteur IPS. La nouvelle vanne n'est donc qu'une amélioration du moyen de maîtrise existant.

Conclusions

Pour toutes les études de dangers réalisées par SME Environnement ces trois dernières années, la méthodologie ARPI a été mise en oeuvre systématiquement. Cette méthodologie fait l'objet d'un des 50 plans guides élaborés par SME Environnement au cours de ces trente dernières années.

Le retour d'expérience, acquis lors de la conduite de ces études, dont la majorité relatives à des sites Seveso II, et lors des échanges dans le cadre des tierces expertises, a permis à SME Environnement, grâce au travail d'équipe de tous ses ingénieurs, d'améliorer sa méthodologie. D'ores et déjà, cette méthodologie a inspiré certains cabinets et séduit plusieurs grands groupes industriels qui, avec l'accord de SME Environnement, l'ont reprise à leur compte.

Par ailleurs, les prochains textes, associés à la nouvelle loi du 30 juillet 2003, devraient probablement conduire SME Environnement à affiner sa méthodologie, en particulier pour prendre en compte les exigences du décret relatif aux PPRT (plans de prévention des risques technologiques). ◆

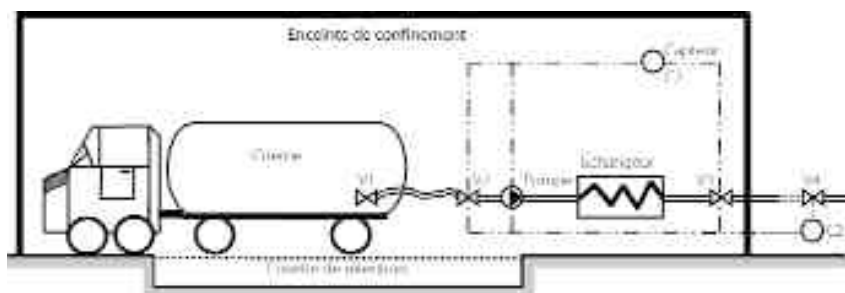


Figure 1 : Schéma de l'installation de dépotage d'un produit chimique

Tableau 3 : ARPI d'une installation de dépotage d'un produit chimique

N°	Opération	Élément dangereux	Mise en œuvre de l'élément dangereux	Cause d'accident potentiel	Nature de l'accident potentiel	Moyens de maîtrise existants	Effets de l'accident potentiel			Recommandations	Effets de l'accident potentiel		N° IPS	
							Désignation	G	P		Cr	Désignation		Cr'
1	Mise en place citerne	Produit chimique	Déplacement de la citerne avec camion, porte enceinte ouverte	Choc très important lors du déplacement de la citerne	Rupture de la citerne avec vidange du produit	Opérateur expérimenté	Pollution air (au plus 10 m ³ de produit) et atteinte aux personnes hors du site	4	1	41	Rem : faible vitesse de déplacement	Effets initiaux plus probables	42	1
						Opérateur muni d'un masque de protection						Intoxication si fuites, même par choc faible	41	
2	Mise en place citerne	Produit chimique	Déplacement de la citerne avec camion, porte enceinte ouverte	Choc lors du déplacement de la citerne	Fuites de la citerne	Opérateur expérimenté	Rejet extérieur de produit	2	2	22		Effets initiaux plus probables	23	2
						Opérateur muni d'un masque de protection						Intoxication si fuites, même par choc faible	42	
3	Mise en place tuyau	Produit chimique	Assemblage manuel du raccordement à la citerne pleine, porte enceinte fermée : RAS											
4	Dépotage	Produit chimique	Vidange de la citerne au moyen de la pompe	Opération de raccordement incorrecte	Fuites de produit chimique	Enceinte de confinement avec station de traitement	Pollution très faible dans le local	1	4	14		Faible rejet extérieur (arrêt pompe)	24	2
						Détection par C1 et fermeture de V2 et V3 et arrêt pompe						Pollution plus importante du local	24	
						Opérateur muni d'un masque de protection						Intoxication de l'opérateur	44	
5	Dépotage	Produit chimique	Vidange de la citerne au moyen de la pompe	Perte d'étanchéité des joints	Fuites de produit chimique	Enceinte de confinement avec station de traitement	Pollution très faible dans le local	1	3	13	Prévoir un changement préventif des joints	Faible rejet extérieur (arrêt pompe)	23	2
						Détection par C1 et fermeture de V2 et V3 et arrêt pompe						Pollution plus importante du local	23	
						Opérateur muni d'un masque de protection						Intoxication de l'opérateur	43	
6	Dépotage	Produit chimique	Vidange de la citerne au moyen de la pompe	Déplacement intempêtif de la citerne	Rupture de la liaison entre citerne et raccordement	Mise en place butée d'arrêt	Pollution du local par la masse de produit compris entre V1 et V2	2	1	21		Idem effets initiaux	22	2
						Enceinte de confinement avec station de traitement						Faible rejet ext. du produit entre V1 et V2 (arrêt pompe)	21	
						Détection par C1 et fermeture de V2 et V3 et arrêt pompe						Idem effets init. suite à détect. par C2 et ferm. de V2, V3 et V4 + V1 en manuel	21	
						Détection par C2 et fermeture de V2, V3 et V4 et arrêt pompe						Idem effets init. suite à détect. par C1 et ferm. de V2 et V3 + V1 en manuel	21	
						Fermeture manuelle de V1						Idem effets init. par fermeture de V2 et V3	21	
						Cuvette de rétention						Faible pollution extérieure sol	21	
7	Dépotage	Produit chimique	Vidange de la citerne au moyen de la pompe	Chocs sur la canalisation dans le local	Rupture de la canalisation	Enceinte de confinement avec station de traitement	Pollution du local par la masse de produit compris entre V1 et V2	2	2	22		Rejet extér. du produit compris entre V2 et V3	32	3
						Détection par C1 et C2 fermeture de V2 et V3 et arrêt pompe						Pollution par produit entre V1 et V4	22	
						Fermeture manuelle de V1						Pollution par produit entre V2 et V3	22	
						Opérateur muni d'un masque de protection						Intoxication de l'opérateur	42	
8	Dépotage	Produit chimique	Vidange de la citerne au moyen de la pompe	Chocs sur la canalisation hors du local	Rupture de la canalisation	Détection par C2 et fermeture de V2, V3 et V4	Pollution de l'atmosphère par la masse de produit compris entre V3 et V4	3	2	32	Prévoir une protection de la canal. ou rajouter une vanne entre V3&V4	Idem effets initiaux	31	5
						Cuvette de rétention						Pollution ext. du sol	32	
												Pollution réduite	22	5'