



Ineris - 223233 - 2769327 - v3.0

13/12/2023

Evaluation de la barrière de sécurité "Homme Mort"



maîtriser le risque |
pour un développement durable |

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION SITES ET TERRITOIRES

Rédaction : ADJADJ Ahmed - MOULIN LUDOVIC

Vérification : MASSE FRANCOIS

Approbation : Document approuvé le 13/12/2023 par DUPLANTIER STEPHANE

Liste des personnes ayant participé à l'étude : ADJADJ Ahmed, MOULIN Ludovic, SARRIQUET Aurore

Table des matières

1	Introduction.....	5
2	Fonctions de sécurité assurées.....	6
3	Principe de fonctionnement de la barrière.....	7
3.1	Description de la partie technique de la barrière.....	8
3.1.1	Poignée d'assentiment.....	8
3.1.2	Système de traitement.....	9
3.1.3	Moyen d'arrêt du dépotage.....	9
3.2	Indépendance avec le Bouton d'Arrêt d'Urgence.....	9
3.3	Description de la partie opérateur de la barrière.....	10
3.3.1	Configuration 1 : barrière humaine de sécurité avec intervention volontaire de l'opérateur de dépotage.....	10
3.3.2	Configuration 2 : barrière de sécurité sans intervention volontaire de l'opérateur de dépotage.....	10
4	Évaluation de la barrière.....	11
4.1	Évaluation de la partie opérateur.....	11
4.1.1	Évaluation de la configuration 1.....	11
4.1.2	Évaluation de la configuration 2.....	11
4.2	Avis sur la mise en œuvre réelle de la barrière vis-à-vis du BAU.....	12
4.3	Évaluation de la partie technique.....	12
5	Conclusions.....	13
6	Références bibliographiques.....	14
7	Annexes.....	15
	<i>Figure 1 : Exemple de Nœud Papillon simplifié d'un scénario mélange incompatible).....</i>	<i>6</i>
	<i>Figure 2 : Exemple de synoptique de fonctionnement de poste de dépotage.....</i>	<i>7</i>
	<i>Figure 3 : Composition de la barrière dite « Homme mort ».....</i>	<i>8</i>
	<i>Figure 4 : Les différentes positions de la poignée d'assentiment.....</i>	<i>9</i>

Résumé

Dans le contexte de la maîtrise des risques liés aux mélanges incompatibles lors des opérations de déchargement de camions citernes de produits chimiques, l'Ineris a évalué un nouveau type de barrière rencontré sur des sites industriels : une barrière dite « d'assentiment », « de Temporisation » ou « Homme mort ».

Cette évaluation a permis de :

- décrire la barrière, son fonctionnement et ses composantes techniques, humaines et organisationnelles ;
- évaluer le respect des critères d'indépendance / efficacité / temps de réponse / niveau de confiance / utilisation et maintenance conformément à la circulaire du 10 mai 2010 et aux référentiels Ineris Omega 10 et 20 ;
- déterminer le type - technique, humain ou mixte - de cette barrière,.

L'analyse de la mise en œuvre pratique du système homme-mort abouti à la conclusion qu'il ne peut pas être valorisé comme barrière technique dans l'objectif de la maîtrise des risques d'accidents majeurs. En revanche ce système est valorisable comme barrière humaine, l'opérateur ayant un rôle actif dans la prise de décision. Pour cela il est nécessaire de valider son efficacité en s'assurant en particulier de la capacité de détection de l'opérateur dans le contexte réel d'exploitation (prise en compte des spécificités et de l'ergonomie du poste de travail et en définissant la cinétique de réaction des mélanges incompatibles redoutés).

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, , Verneuil-en-Halatte : Ineris - 223233 - 2769327 - v3.0, 13/12/2023.

Mots-clés :

Barrière de sécurité, Mesure de Maîtrise des Risques, mélanges incompatibles, système homme-mort, opérateur

1 Introduction

Dans le contexte de la maîtrise des risques liés aux mélanges incompatibles lors des opérations de déchargement de camions citernes, l'Ineris apporte un appui à la DGPR pour :

1. évaluer un nouveau type de barrière soumise à l'inspection des installations classées sur des sites industriels pour être valorisée comme MMR (barrière dite « d'assentiment », « de Temporisation » ou « Homme mort »),
2. réaliser une fiche de synthèse sur ce type de barrière.

Sur la base des éléments transmis par la DGPR et un industriel, l'Ineris a évalué cette barrière. Cette évaluation a fait intervenir des spécialistes en analyse de risques, barrières de sécurité et facteurs humains et organisationnels.

Ce rapport d'évaluation permet de :

- décrire la barrière, son fonctionnement et ses composantes techniques, humaines et organisationnelles ;
- évaluer les critères, indépendance / efficacité / temps de réponse / niveau de confiance / utilisation et maintenance conformément à la circulaire du 10 mai 2010 et aux référentiels Ineris Omega 10 et 20 ;
- déterminer le type - technique, humain ou mixte - de cette barrière,

L'évaluation de la performance de cette barrière s'est limitée au rôle de l'opérateur dans la manipulation de la poignée Homme mort. La composante technique de la barrière n'a pas été évaluée.

2 Fonctions de sécurité assurées

La fonction traitée dans ce document est la barrière dite « d'Assentiment », « de Temporisation » ou « Homme mort » appliquée aux opérations de dépotage de chimie minérale.

La fonction de sécurité assurée par cette barrière consiste à interrompre l'opération de transfert de produits chimiques si la poignée de sécurité « Homme-Mort » n'est pas maintenue dans une position précise par l'opérateur pendant les premières minutes du dépotage d'un camion.

La performance de ce dispositif dépend à la fois du bon fonctionnement de la boucle d'asservissement associée à la poignée et du rôle de l'opérateur (rôles présentés ci-après).

L'évaluation de sa performance (par exemple dans le cadre d'une étude de dangers) nécessite de prendre en compte sa composante technique et sa composante humaine et organisationnelle. Cette évaluation, en fonction du rôle de l'opérateur, peut reposer sur l'utilisation des approches Oméga 10 [1] et Oméga 20 [2], telles que présentées dans ce document.

Cette barrière de sécurité est prise en compte dans le scénario de dégagement de gaz toxique à la suite d'un mélange incompatible tel que précisé dans le nœud papillon suivant (Cf Figure 1). **Ce nœud papillon simplifié est présenté à titre d'illustration.**

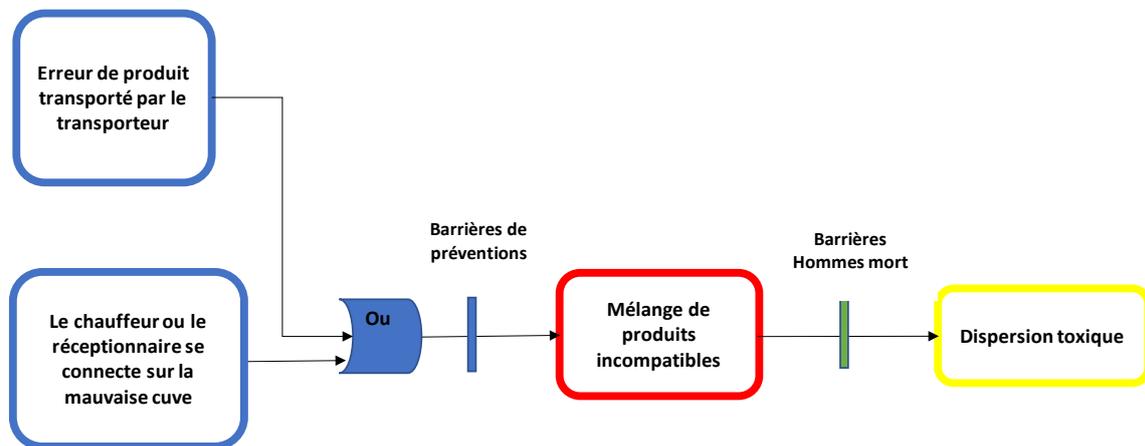


Figure 1 : Exemple de Nœud Papillon simplifié d'un scénario mélange incompatible)

3 Principe de fonctionnement de la barrière

L'étude de dangers a mis en évidence le risque de générer un nuage toxique lors du dépotage accidentel d'un liquide chimique incompatible ; le scénario majorant étant le nuage de chlore issu d'un mélange d'hypochlorite de sodium (eau de javel) et d'acide.

La barrière, analysée dans ce rapport, consiste à arrêter en urgence un transfert lors du dépotage en cas de mélange incompatible pour en limiter les conséquences. Il s'agit d'une barrière de limitation des effets appelée également « barrière de rattrapage ».

De façon générale, cette barrière est décomposée en quatre parties :

1. La partie « opérateur » : détection des effets d'un mélange incompatible et action sur la poignée d'assentiment pour démarrer et arrêter l'opération de transfert (objet de l'évaluation),
2. La partie « organe de commande » (poignée d'assentiment) avec trois positions,
3. La partie « circuit de commande » (automate) : système de commande permettant de traiter les trois positions de la poignée et de démarrer ou d'arrêter le transfert,
4. La partie « moyens d'arrêt » : arrêt du transfert par fermeture de la vanne de sectionnement (vanne NF pilotée à la fermeture par rappel à ressort) et/ou arrêt de la pompe sur la ligne de dépotage via l'ouverture du contacteur de puissance.

Ces quatre parties sont représentées dans la figure suivante :

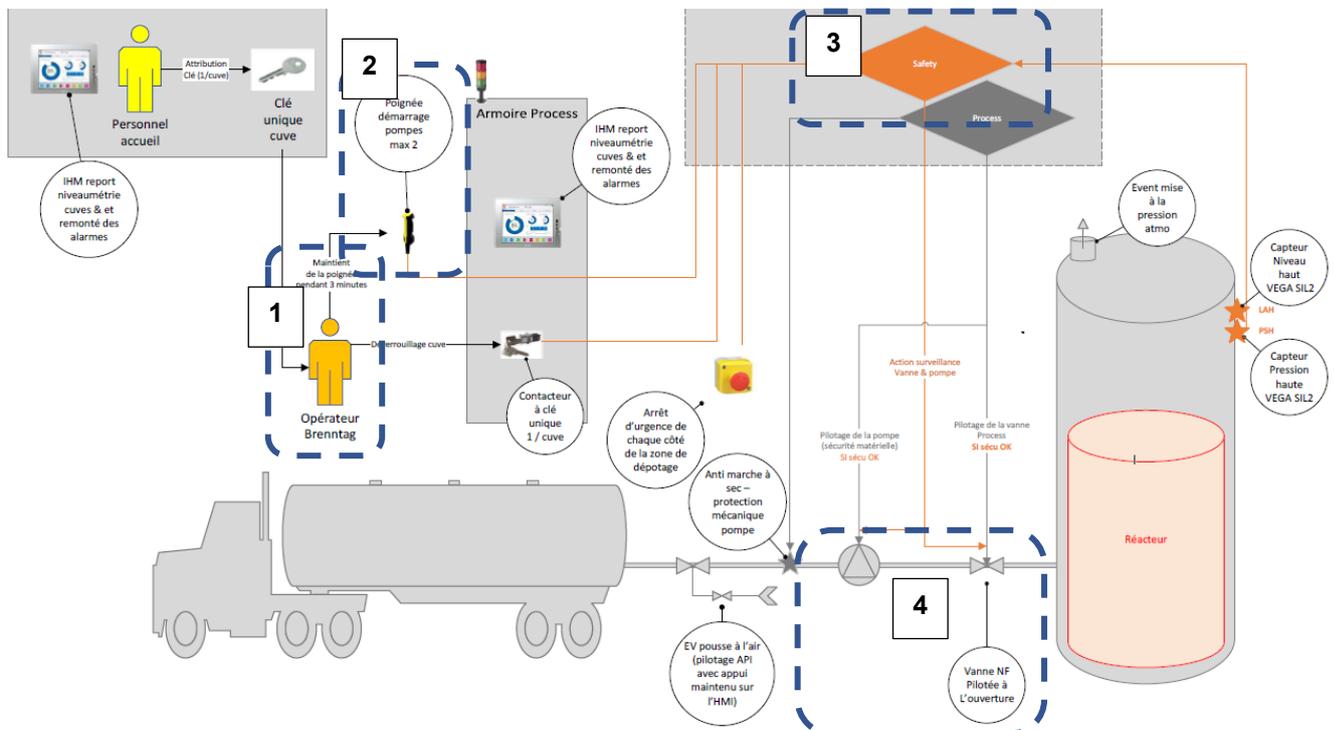


Figure 2 : Exemple de synoptique de fonctionnement de poste de dépotage

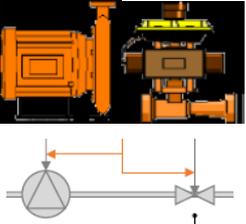
Opérateur (deux configurations possibles)	Organe de commande	Circuit de commande	Moyens d'arrêt
			
	Poignée d'assentiment	APS	Vanne NF et/ou Pompe

Figure 3 : Composition de la barrière dite « Homme mort »

La performance de cette barrière dépend à la fois du bon fonctionnement de la boucle d'asservissement associée à la poignée et du rôle de l'opérateur. Celui-ci peut être présenté selon deux configurations telles que présentées sur un site industriel et qui servira de support pour les besoins de notre analyse :

1. L'opérateur déclenche volontairement la fonction de sécurité par actionnement de la poignée après détection.

Dans cette approche, le capteur transmet le signal correspondant à la position de la poignée au système de commande. Par une action volontaire, l'opérateur commande le transfert en maintenant la poignée en position intermédiaire et décide de mettre en sécurité en relâchant ou en serrant la poignée en cas de détection d'une anomalie.

2. Le système technique déclenche l'arrêt du transfert en cas de mauvais positionnement de la poignée dû à une absence, une erreur ou un malaise de l'opérateur. L'opérateur n'a pas d'action volontaire. Il est considéré par l'industriel dans cette configuration comme « capteur ».

3.1 Description de la partie technique de la barrière

3.1.1 Poignée d'assentiment

Les poignées d'assentiment sont des dispositifs de commande actionnés manuellement qui, avec d'autres émetteurs d'ordres, autorisent tant qu'elles sont actionnées de façon continue des mouvements/actions susceptibles de présenter un risque. Elles sont généralement utilisées pour protéger les travailleurs qui doivent intervenir directement dans les zones de danger liées à des machines ou des installations dangereuses. Avec ce dispositif, le mouvement/action dangereux est arrêté par l'opérateur.

L'opérateur ne peut déclencher un mouvement/action dangereux que s'il actionne le dispositif d'assentiment et le maintien en position actionnée. Si le dispositif est relâché, le mouvement/action dangereux est arrêté. Lorsque la main appuie compulsivement en cas d'urgence, elle est enfoncée au-delà de la position d'assentiment (position centrale) et le mouvement/action dangereux est également arrêté.

Ce dispositif possède trois positions : 1. Désactivé (OFF) – 2. Activé (ON) – 3. Désactivé (OFF).

Selon le contexte spécifique de l'évaluation de la barrière proposée par un industriel, l'opérateur presse la poignée d'assentiment dans sa position intermédiaire (Position 2) pour démarrer le transfert. Si la poignée est relâchée (Position 1) ou trop enfoncée (Position 3), le transfert est immédiatement arrêté (Cf Figure 4).

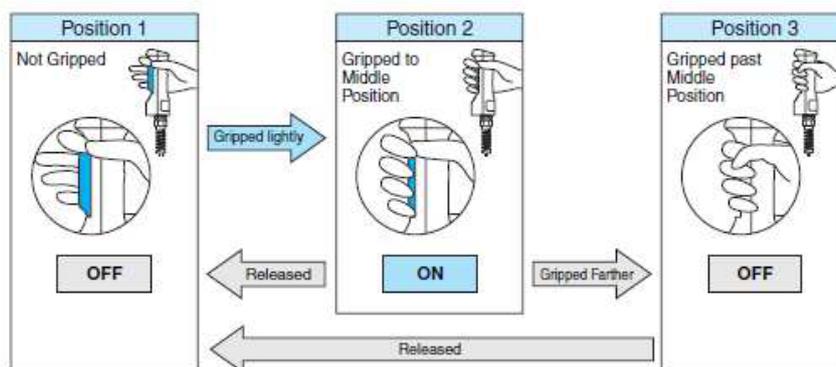


Figure 4 : Les différentes positions de la poignée d'assentiment

Dans cette fonction de sécurité, la Position 1 correspond à la situation où l'opérateur perd connaissance ou s'enfuit et la Position 3 à celle où l'opérateur se crispe face à une situation stressante.

3.1.2 Système de traitement

Le système de traitement pour cette application peut être un automate ou système à relayage. Il traite les trois positions de la poignée et commande le démarrage ou l'arrêt du transfert en fonction de la position de la poignée d'assentiment :

- Position 1 : arrêt du transfert
- Position 2 : démarrage du transfert
- Position 3 : arrêt du transfert

Le système de traitement commande les actionneurs motorisés des vannes de dépotage et/ou des contacteurs des pompes de transfert. Il doit également récupérer une information de démarrage pour lancer la temporisation de 3 minutes.

Pour ce type d'application de sécurité, il faudra privilégier des équipements de sécurité certifiés SIL (Automate programmable de Sécurité ou relais de sécurité). De plus, il faudra également s'assurer de l'indépendance avec le système de traitement assurant les opérations de conduite de l'installation.

3.1.3 Moyen d'arrêt du dépotage

L'arrêt du transfert est assuré par la fermeture de la vanne de sectionnement (vanne NF pilotée à la fermeture par rappel à ressort) et/ou par l'arrêt de la pompe sur la ligne de dépotage via l'ouverture de son contacteur de puissance.

3.2 Indépendance avec le Bouton d'Arrêt d'Urgence

Étant donné que le BAU est systématiquement présent sur ce type d'installation, et que cette barrière HM a la même fonction de sécurité, deux architectures techniques doivent être envisagées :

1. Soit une architecture avec la même boucle technique déclenchée par la poignée d'assentiment et le bouton d'arrêt d'urgence. Nous avons à faire à une seule barrière composée de deux moyens de déclenchement.
2. Soit une architecture fonctionnant sur deux boucles techniques différentes pour la poignée d'assentiment et le bouton d'arrêt d'urgence : nous avons alors deux barrières humaines indépendantes. Dans ce cas de figure, leur indépendance exige donc que les éléments de déclenchement de l'opérateur soient différents. Il en va de même pour les deux autres parties des boucles techniques ; la partie traitement et la partie actionneur de mise en sécurité.

3.3 Description de la partie opérateur de la barrière

La barrière a été présentée à l'Ineris comme une barrière technique en considérant que l'opérateur a un rôle passif dans la commande du passage en position de replis (mise en sécurité). L'analyse faite par l'Ineris va alors considérer deux configurations selon le rôle actif ou passif de l'opérateur. Ces deux configurations sont présentées dans ce paragraphe.

3.3.1 Configuration 1 : barrière humaine de sécurité avec intervention volontaire de l'opérateur de dépotage

Dans les paragraphes précédents nous avons vu que l'opérateur avait la fonction de détection du mélange incompatible. Dans le cas d'une barrière humaine de sécurité (ou barrière à action manuelle ou barrière mixte de sécurité), l'opérateur, doit, à la suite de la détection, diagnostiquer le problème et prendre la décision d'une action appropriée : ici, lâcher la poignée pour déclencher l'arrêt de la pompe ou la fermeture de la vanne (selon les cas de figure).

Nous avons donc le triptyque présenté dans l'Omega 20, guide pour l'évaluation de la performance des barrières humaines de sécurité : détection, diagnostic, action. Pour évaluer la performance d'une telle barrière, outre les critères d'indépendance, d'efficacité et de temps de réponse, il faudra regarder les conditions de travail réelles afin de connaître les conditions de réalisation de ces tâches : accessibilité de l'information pour la détection, accessibilité et clarté de l'information pour le diagnostic, et les conditions de réalisation de l'action.

À noter que pour remplir cette fonction de sécurité, le critère d'efficacité exige la résistance de la barrière aux contraintes spécifiques, et notamment de s'assurer que l'opérateur est protégé des dégagements gazeux à la suite du mélange incompatible. Cette protection, dans ce cas précis, est le port d'un équipement de protection des voies respiratoires (masque) ou la distanciation avec les cuves.

3.3.2 Configuration 2 : barrière de sécurité sans intervention volontaire de l'opérateur de dépotage

Ici, l'opérateur a une fonction de détection passive du mélange incompatible. Mais sa fonction de sécurité s'arrête là. On ne lui demande pas de faire un diagnostic, ni de décider d'une action. On part du principe que les effets du mélange incompatible vont provoquer chez lui un malaise le conduisant à lâcher ou serrer la poignée Homme Mort, et déclencher ainsi l'arrêt de la pompe et/ou la fermeture de la vanne. Dans ces conditions, cela correspondrait à une barrière ultime, visant à limiter les effets du mélange gazeux sur l'intégrité physique de l'opérateur, et du même coup, limiter l'ampleur du dégagement gazeux.

Parce qu'il n'y a pas de décision de l'opérateur, qui n'est ici qu'un « capteur » passif (victime) des effets du mélange incompatible, on peut dans cette configuration par analogie (opérateur considéré comme un capteur) considérer que la barrière est technique.

4 Évaluation de la barrière

Dans ce paragraphe, sont considérées les deux configurations mentionnées au paragraphe 3.

L'évaluation de cette barrière est basée sur les référentiels Oméga 10 et 20 de l'Ineris. Les résultats de cette analyse ont été formalisés dans une fiche barrière (Cf. Annexe 1).

4.1 Évaluation de la partie opérateur

4.1.1 Évaluation de la configuration 1

Indépendance par rapport au scénario	Indépendance grâce aux moyens de protection de l'opérateur (masque, distance et séquence de surveillance différente de la séquence de connexion.		
Efficacité	Si entraînements à la détection, au fonctionnement de la MMR, port des EPIs, et consigne d'action de surveillance dans les premières minutes du dépotage.		
Temps de réponse	Fonction de la détectabilité des effets de la réaction de manière consciente par l'opérateur.		
NC1 max (BHS de rattrapage).	<p>Détection :</p> <p>Attention à la détectabilité de la réaction due au mélange incompatible en fonction de la rapidité de la réaction chimique.</p> <p>Attention aux conditions matérielles de perception des signaux de la réaction.</p>	<p>Diagnostic :</p> <p>Attention à ce que l'opérateur connaisse bien les manifestations du mélange incompatible qu'il doit surveiller.</p>	<p>Action :</p> <p>Facile et rapide avec le système de poignée d'assentiment.</p>

4.1.2 Évaluation de la configuration 2

Pour les besoins de l'analyse, dans le tableau qui suit, nous restons sur le concept « opérateur capteur ».

Indépendance par rapport au scénario	<p>NA</p> <p>L'opérateur étant considéré comme « capteur » dans cette configuration, il faut qu'il soit impacté par les effets du scénario.</p>
Efficacité	Par analogie avec un capteur, l'efficacité correspondrait à un seuil de perte de conscience pour un humain.
Temps de réponse	Fonction du positionnement de l'opérateur par rapport à la source du dégagement.

Force est de constater que l'analogie (opérateur considéré comme un capteur) trouve ici ses limites.

En effet, l'employeur est réglementairement dans l'obligation de protéger ses salariés¹. Aussi, l'opérateur devra avoir un masque, et le porter en cas de problème. On ne pourra donc pas envisager cette configuration 2 sans permettre à l'opérateur d'être acteur de sa sécurité et de celle du site en

¹ Article L4121-1 du code du travail

amont d'une éventuelle intoxication. Le principe de fonctionnement reposant sur le malaise de l'opérateur n'est donc pas acceptable du point de vue de l'obligation à protéger l'opérateur.

Cette configuration n'est donc pas acceptable en tant que barrière de sécurité.

4.2 Avis sur la mise en œuvre réelle de la barrière vis-à-vis du BAU

De notre point de vue, l'opérateur sera tenté de lâcher la poignée, à la suite d'une détection d'une anomalie, plutôt que d'appuyer sur le BAU. Par ce fait, il va utiliser le système H-M comme moyen d'arrêt d'urgence. Ce faisant, en cas de défaillance de la boucle technique dédiée à la poignée d'assentiment, il y aura un risque qu'il ne puisse pas atteindre le BAU, sans être exposé au phénomène dangereux.

Dans la réalité opérationnelle, l'opérateur sera toujours actif. Ainsi, l'usage de la poignée (et non du BAU) sera privilégié.

La poignée d'assentiment n'est pas seulement utilisée pour le cas du malaise de l'opérateur, elle permet surtout de s'assurer de sa présence pendant les premières minutes du dépotage et d'éviter toutes les erreurs dues à la panique ou à l'inaccessibilité du BAU s'il est impacté par le phénomène dangereux.

4.3 Évaluation de la partie technique

Le niveau de confiance de la partie technique peut être au minimum de 1 sous réserve d'une politique de test et de maintenance appropriée. Un exemple de mise en œuvre est proposé dans la fiche barrière en annexe.

5 Conclusions

L'objet de ce document est de présenter l'analyse de la partie opérateur d'une barrière dite Homme Mort pour stopper un mélange incompatible. L'évaluation pour un site donné demanderait une analyse spécifique, une barrière devant être évaluée dans son contexte d'utilisation. Néanmoins, la présente évaluation donne des éléments d'appréciation généralisables.

Sur la base des éléments transmis par la DGPR et de la mise en œuvre d'un tel dispositif par un industriel, l'Ineris a évalué le système Homme mort comme barrière de sécurité.

Cette évaluation permet de :

- décrire la barrière, ses différentes modalités d'utilisation, son fonctionnement et ses composantes techniques, humaines et organisationnelles ;
- évaluer les critères d'indépendance / efficacité / temps de réponse / niveau de confiance / utilisation et maintenance conformément à la circulaire du 10 mai 2010 et au référentiel Ineris Omega 20 ;
- se positionner sur la possibilité de la valoriser comme barrière technique notamment au regard des critères d'exclusion de la circulaire du 10 mai 2020 pour définir le périmètre à étudier pour la maîtrise de l'urbanisme.

D'après notre analyse, le système H-M ne peut pas être valorisable comme MMR technique. En effet, l'opérateur utilisé comme « capteur » implique qu'il soit suffisamment exposé pour être victime du mélange incompatible. Or, l'employeur a pour obligation de prévenir ce type d'exposition au danger et de protéger ses salariés. Des mesures de protection de l'opérateur vont donc être prises, c'est-à-dire un masque (EPVR) et/ou une mise à distance des cuves, qui de facto vont empêcher la réalisation de la barrière HM (activation en cas de malaise ou de panique).

Par ailleurs, il nous semble important de souligner que, dans le cadre de la maîtrise des risques liés aux accidents majeurs, ce système H-M **peut être valorisé comme Barrière humaine**. Dans ce cas, cette barrière humaine a potentiellement un meilleur temps de réponse qu'une BHS BAU. Néanmoins son efficacité est fortement conditionnée au contexte réel de mise en œuvre, en particulier à l'adéquation entre le temps de détection par l'opérateur et la cinétique de réaction lors d'un mélange incompatible.

Le système de poignée d'assentiment pour déclencher une barrière à action manuelle de sécurité (donc valorisable en tant que barrière humaine) :

- permet, d'une part, de s'assurer de la présence de l'opérateur pendant les premières minutes du dépotage et d'éviter toutes les erreurs dues à la panique ou à l'inaccessibilité du BAU s'il est impacté par le phénomène dangereux ;
- d'autre part, s'avère être plus efficace en termes de temps de réponse, mais questionne sur la détectabilité des effets du mélange incompatible.

Pour valider l'efficacité de la détection, une analyse au cas par cas, est nécessaire en prenant en compte les spécificités du poste de travail (ergonomie) et en définissant la cinétique de réaction en cas de mélange incompatible. Cette cinétique de réaction dépendra, entre autres, de la nature des produits (propriétés physique et chimique), la façon dont se mélangent les produits (débit d'injection, par pluie ou dans la masse). Le temps de réponse de l'opérateur dépendra de la nature de la réaction et également des conditions environnementales (météo, jour / nuit, bruit, etc....).

6 Références bibliographiques

1. Oméga 10, DRA-17-164432-10199B - Évaluation de la performance des Barrières Techniques de Sécurité
2. Oméga 20, DRA-09-103041-06026B - Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité

7 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Fiche barrière

Fiche Barrière

Libellé de la barrière	Barrière dite « d'Assentiment », « de Temporisation » ou « Homme mort »
Installation & système	Dépôts de produits chimiques
Scénarios	Mélange de produits incompatibles.
Fonction de sécurité	Surveiller le dépotage durant les premières minutes de l'opération de transfert et à l'arrêter en cas de mélange incompatible par actionnement volontaire de la poignée d'assentiment
Nature de la MMR	<input type="checkbox"/> BSI (Barrière de sécurité « interne ») <input type="checkbox"/> MMR (Mesure de Maîtrise des Risques)
Nature des éléments constitutifs MMR ou BSI	<input type="checkbox"/> Dispositif technique actif <input type="checkbox"/> Dispositif technique passif <input type="checkbox"/> Barrière humaine <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vérification <input checked="" type="checkbox"/> Rattrapage <input type="checkbox"/> MMRI (Mesure de Maîtrise des Risques Instrumentée) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MMR automatique (sans action manuelle de sécurité) <input checked="" type="checkbox"/> MMR à Action Manuelle de Sécurité <input type="checkbox"/> MMRIC <input type="checkbox"/> MMRIS

Fonctionnement de la MMR

Circonstances dans lesquelles la MMR est sollicitée

Un seul camion n'est autorisé par aire de dépotage.

Le dépotage se fait en pluie ce qui limite le volume de gaz dégagé en cas de mélange incompatible.

L'opérateur est au pied des cuves de stockage et le processus de démarrage d'un dépotage est le suivant : l'opérateur connecte le camion à la cuve dédiée. Il se saisit ensuite de la poignée avant de lancer l'opération de dépotage. Pendant les premières minutes de l'opération (durée dépendante de la nature des mélanges et de leurs effets), l'opérateur surveille et actionne la poignée en cas de détection des effets d'un mélange incompatible.

Après ce délai de surveillance, la présence de l'opérateur avec la poignée à la main n'est plus requise.

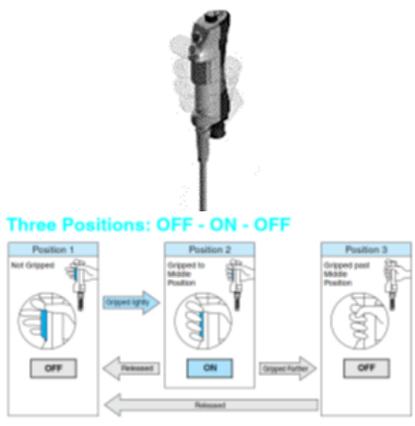
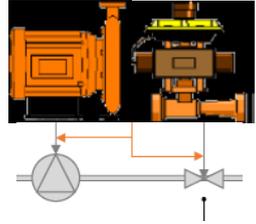
L'action de la barrière vise à réduire les effets du phénomène dangereux généré (dispersion de gaz toxique) sur les enjeux externes au site.

Éléments constitutifs de la MMR

Elle comprend les éléments suivants :

- Un opérateur : action sur la poignée homme mort
- Une acquisition du signal : position de la poignée d'assentiment (dite « homme mort »)
- Un système de traitement : automate programmable de sécurité
- Une action : Vanne de sectionnement (vanne NF pilotée à la fermeture par rappel à ressort) et/ou arrêt pompe sur la ligne de dépotage via l'ouverture du contacteur de puissance)

Composition du système d'arrêt d'urgence

Intervention d'un opérateur	Organe de commande	Circuit de commande	Moyens d'arrêt
	 <p style="text-align: center;">Three Positions: OFF - ON - OFF</p>		
	Poignée d'assentiment	APS	Vanne NF et/ou Pompe

L'APS doit également récupérer une information de démarrage pour lancer la temporisation de 3 minutes.

Description du fonctionnement

La barrière consiste à arrêter en urgence un transfert lors du dépotage en cas de mélange incompatible pour en limiter les conséquences. Elle repose à la fois sur le bon fonctionnement de la boucle d'asservissement associée à la poignée et sur le rôle de l'opérateur.

Dans le cas où la poignée passerait en position 1 (poignée relâchée) ou 3 (poignée serrée) dans les 3 minutes suivant la commande de démarrage du dépotage, un signal est transmis à l'automate programmable de sécurité qui donne l'ordre à l'actionneur pneumatique de fermer la vanne de dépotage et/ou d'arrêter la pompe de dépotage.

Synthèse de l'évaluation de la performance de la MMR

Indépendance avec le scénario	<input checked="" type="checkbox"/> Oui / <input type="checkbox"/> Non
Indépendance avec d'autres MMR sur le scénario	<input type="checkbox"/> Oui / <input type="checkbox"/> Non À vérifier en fonction des autres barrières
Efficacité	<input type="checkbox"/> Oui / <input type="checkbox"/> Non / <input checked="" type="checkbox"/> Dépend du scénario L'efficacité de cette barrière est à vérifier selon les scénarios de mélange incompatible.
Temps de réponse	Temps de réponse de la chaîne : <input type="checkbox"/> Adapté / <input type="checkbox"/> Pas adapté <input type="checkbox"/> Sans objet La détectabilité ou l'atteinte de l'opérateur par les effets d'un mélange incompatible va grandement impacter le temps de réponse vis-à-vis de la cinétique du scénario.
Niveau de confiance	<input type="checkbox"/> Pas de NC / <input checked="" type="checkbox"/> NC1 / <input type="checkbox"/> NC2 / <input type="checkbox"/> NC3 / <input type="checkbox"/> NC4

Test	Équipement testé avant chaque dépotage
Maintenance	Doit faire l'objet de maintenance corrective et curative en cas de dysfonctionnement
Gestion des modifications	Toute modification fait l'objet d'une autorisation de mise en œuvre après justification et identification des impacts sur la barrière conformément à la procédure de gestion des modifications internes

Évaluation du sous-système	Action Opérateur
Contexte de mise en œuvre (éléments de l'analyse préalable)	
<ul style="list-style-type: none"> • Quoi : Détection et arrêt d'un mélange incompatible par action sur la poignée d'assentiment • Qui : Opérateur de dépotage • Où : Aire de dépotage • Quand : dans les minutes qui suivent le démarrage de l'opération de dépotage • Comment : détection active de la réaction (bruit, odeur, fumée...), actionnement de la poignée d'assentiment • Combien : activation rare, besoin d'entraînement 	
Indépendance avec le scénario d'accident	
Si Barrière de vérification (pré-dévié) : La vérification est-elle faite par un tiers ou dans une séquence d'action différente que la séquence de conduite	<input type="checkbox"/> Oui / <input type="checkbox"/> Non / <input checked="" type="checkbox"/> NA
Si Barrière de rattrapage : Le scénario entraîne-t-il une défaillance de l'opérateur ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non / <input type="checkbox"/> NA Si le scénario (gaz toxique) atteint l'opérateur, la barrière sera automatiquement mise en œuvre. En effet si l'opérateur n'active pas volontairement la poignée, son malaise entrainera une activation automatique.
Efficacité	
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement adapté 	L'efficacité de la détection par l'opérateur dépend de l'intensité du phénomène physique qu'il doit détecter (volume sonore de la réaction, densité/ couleur des fumées, odeur caractéristique) et des éléments pouvant limiter sa perception (conditions météo, vent, brouillard, conditions lumineuses, environnement sonore, ergonomie du poste de travail...).
<ul style="list-style-type: none"> • Résistance aux contraintes spécifiques 	Si l'opérateur est atteint physiquement par les effets du mélange, le système H-M arrête le dépotage.
Temps de réponse	
Temps de réponse	Temps de démarrage de la réaction + temps de perception par l'opérateur de l'anomalie Dans tous les cas le temps de réponse et donc les quantités dépotées et l'efficacité seront limités par la vitesse de démarrage de la réaction, la détectabilité du mélange dans les conditions réelles.
Maintien dans le temps	
<ul style="list-style-type: none"> • Formation 	Formations et exercices nécessitent d'identifier les conditions et critères de déclenchement
<ul style="list-style-type: none"> • Exercice 	Oui

• Gestion des modifications	Toutes modifications fait l'objet d'une autorisation de mise en œuvre après justification et identification des impacts sur la barrière conformément à la procédure de gestion des modifications internes
Niveau de confiance (NC)	
Partie Détection	
• Type de Détection	<input type="checkbox"/> Passive / <input checked="" type="checkbox"/> Active
• Décote	<input type="checkbox"/> 0 / <input type="checkbox"/> -1 / <input type="checkbox"/> -2 La détectabilité des effets du mélange est au cœur de la définition du niveau de confiance. La décote pourrait être totale aux vues des configurations observées sur différents terrains.
Partie Diagnostic et choix de l'action	
• Décote	<input checked="" type="checkbox"/> 0 / <input type="checkbox"/> -1 / <input type="checkbox"/> -2 La capacité de diagnostic des effets perçus par l'opérateur va dépendre de sa connaissance de ses effets : formation /exercice. Les opérateurs de dépotage sont réglementairement formés aux risques de leurs activités.
Partie Action	
• Décote	<input checked="" type="checkbox"/> 0 / <input type="checkbox"/> -1 / <input type="checkbox"/> -2 L'action avec la poignée est simple et rapide
Intervention de plusieurs acteurs	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
• Tâches, rôles et responsabilité clairement identifiés	<input type="checkbox"/> Oui / <input type="checkbox"/> Non
• Outils de communication mis à disposition performants	<input type="checkbox"/> Oui / <input type="checkbox"/> Non -NA
Niveau de confiance retenu	<input type="checkbox"/> NC0 / <input type="checkbox"/> NC1 / <input type="checkbox"/> NC2 Le NC dépend de la capacité et du temps de détection et ne peut être définie qu'au cas par cas en fonction du type de mélanges incompatible et de la situation réelle de mise en œuvre.

Évaluation du sous-système	Poignée d'assentiment
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Oui
Gestion de l'indisponibilité du sous-système (shunt / bypass)	Pas de shunt à prévoir
Indépendance avec le scénario d'accident	
Le scénario entraîne-t-il une défaillance du sous-système ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Une défaillance du sous-système est-elle à l'origine du scénario ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Efficacité	
• Dimensionnement adapté et positionnement	Oui
• Résistance aux contraintes spécifiques	Oui
Temps de réponse	

Temps de réponse du sous-système	Critère non impactant
Maintien dans le temps	
Test	Équipement testé avant chaque dépotage
Maintenance	Doit faire l'objet de maintenance corrective et curative en cas de dysfonctionnement
Gestion des modifications	Toutes modifications fait l'objet d'une autorisation de mise en œuvre après justification et identification des impacts sur la MMR conformément à la procédure de gestion des modifications internes
Niveau de confiance (NC)	
Validé par l'usage (REX)	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Capacité de diagnostic	<input checked="" type="checkbox"/> Sans / <input type="checkbox"/> Avec / <input type="checkbox"/> Sans objet
Mode de sollicitation	<input checked="" type="checkbox"/> Faible / <input type="checkbox"/> Forte
Tolérance aux anomalies/défaillances matérielles	<input checked="" type="checkbox"/> 0 / <input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2
Niveau de confiance retenu	<input type="checkbox"/> Pas de NC / <input checked="" type="checkbox"/> NC1 / <input type="checkbox"/> NC2 / <input type="checkbox"/> NC3

Évaluation du sous-système	Automate Programmable
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Oui
Gestion de l'indisponibilité du sous-système (shunt / bypass)	Pas de shunt à prévoir En cas d'indisponibilité de l'API, une alarme est générée et les chargements ne sont pas réalisés.
Indépendance avec le scénario d'accident	
Le scénario entraîne-t-il une défaillance du sous-système ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Une défaillance du sous-système est-elle à l'origine du scénario ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Efficacité	
<ul style="list-style-type: none"> Dimensionnement adapté et positionnement 	<p>Le traitement est réalisé par un automate.</p> <p>L'efficacité sera liée à la maîtrise du processus développement de l'applicatif (Spécification, Réalisation, Vérification et Validation).</p> <p>L'utilisation d'éléments matériels et logiciels certifiés SIL permet de diminuer la probabilité de défaillance et de limiter les défaillances systématiques dues à des défauts de conception ou validation (du matériel et du logiciel) :</p> <p>grâce à une architecture fiabilisée (redondance interne à l'automate, détection des défaillances), et en se reposant sur des éléments ayant subi des processus de développement et validation poussé permettant de réduire très fortement les défaillances systématiques.</p> <p>La validation du logiciel applicatif (lors des FAT et des SAT) doit démontrer</p>

	sa conformité avec les spécifications. Pour le processus de validation, on peut se référer au rapport INERIS : Guide d'inspection des logiciels applicatifs (https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/DRA-14-142065-06403E_Guide_inspection_logiciels_applicatifs_VF_mise_en_ligne_1410.pdf).
• Résistance aux contraintes spécifiques	Respecter les prescriptions du fournisseur
Temps de réponse	
Temps de réponse du sous-système	Temps de réponse correspond au temps de cycle de l'automate (centaines de ms) Critère non impactant
Maintien dans le temps	
Test	Le fonctionnement du traitement est testé lors de chaque chargement.
Maintenance	Maintenance en cas de détection automatique de défauts ou lors des opérations de tests
Gestion des modifications	Gérées dans le cadre de la Procédure de Modification
Niveau de confiance (NC)	
	<input type="checkbox"/> si API, NC1 <input checked="" type="checkbox"/> si APS NC = SIL (<input type="checkbox"/> NC1 / <input type="checkbox"/> NC2 / <input checked="" type="checkbox"/> NC3)

Évaluation du sous-système	Vanne de sectionnement
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Oui Vanne NF pilotée à l'ouverture et fermeture par rappel à ressort
Gestion de l'indisponibilité du sous-système (shunt / bypass)	Pas de shunt à prévoir
Indépendance avec le scénario d'accident	
Le scénario entraîne-t-il une défaillance du sous-système ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Une défaillance du sous-système est-elle à l'origine du scénario ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Efficacité	
• Dimensionnement adapté et positionnement	Vanne automatique TOR NF pilotée à l'ouverture et fermeture par rappel à ressort
• Résistance aux contraintes spécifiques	Conditions process : Pas de contraintes spécifiques Conditions extérieures : Pas de contraintes spécifiques
Temps de réponse	
• Temps de réponse du sous-système	Temps de fermeture des vannes à déterminer en fonction du contexte

Maintien dans le temps	
• Test	Le fonctionnement est testé lors de chaque chargement.
• Maintenance	Maintenance en cas de détection de défauts ou lors des opérations de tests
• Gestion des modifications	Gérées dans le cadre de la Procédure de Modification
Niveau de confiance (NC)	
✓ Validé par l'usage (REX)	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
✓ Capacité de diagnostic	<input checked="" type="checkbox"/> Sans / <input type="checkbox"/> Avec / <input type="checkbox"/> Sans objet
✓ Mode de sollicitation	<input checked="" type="checkbox"/> Faible / <input type="checkbox"/> Forte
✓ Tolérance aux anomalies/défaillances matérielles	<input checked="" type="checkbox"/> 0 / <input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2
Niveau de confiance retenu	<input type="checkbox"/> Pas de NC / <input checked="" type="checkbox"/> NC1 / <input type="checkbox"/> NC2 / <input type="checkbox"/> NC3

Évaluation du sous-système	Contacteurs d'arrêt pompe
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Oui
Gestion de l'indisponibilité du sous-système (shunt / bypass)	Pas de shunt à prévoir
Indépendance avec le scénario d'accident	
Le scénario entraîne-t-il une défaillance du sous-système ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Une défaillance du sous-système est-elle à l'origine du scénario ?	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
Efficacité	
• Dimensionnement adapté et positionnement	Oui
• Résistance aux contraintes spécifiques	Oui (armoire électrique)
Temps de réponse	
• Temps de réponse du sous-système	Quasi instantané
Maintien dans le temps	
• Test	Le fonctionnement est testé lors de chaque chargement.
• Maintenance	Maintenance en cas de détection de défauts ou lors des opérations de tests Les équipements électriques font l'objet de contrôle et de maintenance préventive conformément aux exigences réglementaires « Électrique » par des organismes de contrôle
• Gestion des modifications	Gérées dans le cadre de la Procédure de Modification Toutes modifications fait l'objet d'une autorisation de mise en œuvre après

	justification et identification des impacts sur la barrière conformément à la procédure MOC Réf. xxx
Niveau de confiance (NC)	
✓ Validé par l'usage (REX)	<input type="checkbox"/> Oui / <input checked="" type="checkbox"/> Non
✓ Capacité de diagnostic	<input checked="" type="checkbox"/> Sans / <input type="checkbox"/> Avec / <input type="checkbox"/> Sans objet
✓ Mode de sollicitation	<input checked="" type="checkbox"/> Faible / <input type="checkbox"/> Forte
✓ Tolérance aux anomalies/défaillances matérielles	<input checked="" type="checkbox"/> 0 / <input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2
Niveau de confiance retenu	<input type="checkbox"/> Pas de NC / <input checked="" type="checkbox"/> NC1 / <input type="checkbox"/> NC2 / <input type="checkbox"/> NC3

Répertoire des modifications de la fiche		
Indice	Date	Modifications
00		

Liste des documents associés (<i>documents justificatifs tels que note de calcul...</i>)		
Référence	Date	Titre
DRA-17-164432-10199B	23/05/2018	Oméga 10 - Évaluation de la performance des Barrières Techniques de Sécurité
DRA-09-103041-06026B	21/09/2009	Oméga 20 - Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité
...		

