

Automatismes industriels : quand les actionneurs s'emmêlent

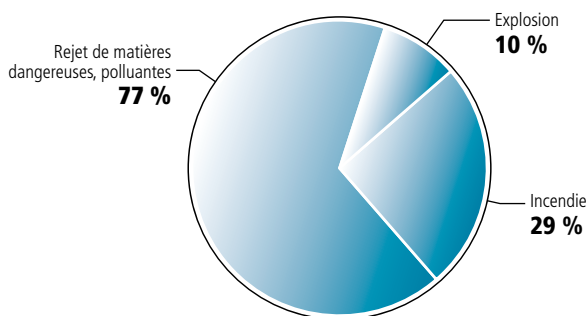
Accidents technologiques. Voici le troisième volet de l'étude du Barpi sur l'accidentologie des procédés automatisés en milieu industriel. Si le nombre d'accidents dû aux actionneurs tend à diminuer depuis 2012, leur occurrence reste forte dans certains secteurs, comme celui de la chimie/pharmacie.

Les actionneurs. Après l'étude des défaillances des capteurs (*Face au Risque* n° 487, novembre 2012) et l'analyse des dysfonctionnements d'origine humaine ou matérielle dans le traitement de l'information (*Face au Risque* n° 503, mai 2014), le Barpi (Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels) produit à présent une approche centrée sur le troisième et dernier maillon de la chaîne automate, les actionneurs. Le développement de l'automatisation, qui s'est accru sensiblement dans les années 2000, a provoqué une forte croissance de l'utilisation des actionneurs dans l'industrie.

Cette étude concerne un échantillon de 326 accidents (dont 28 à l'étranger), répertoriés sur la période 1992-2018.

La partie opérative de l'automatisme. Les automatismes industriels sont composés de trois fonctions : détection, traitement, action. La fonction « traitement » est centrale : c'est le cerveau de l'automate, commandé par un matériel (carte, calculateur...) ou par un humain (l'opérateur dans la salle de contrôle), qui traite l'information.

Répartition par type de phénomènes dangereux



Un actionneur permet par exemple le démarrage d'une pompe, la fermeture ou l'ouverture d'une vanne.

En amont, la fonction « détection » est assurée par un ensemble de divers capteurs (de pression, d'état, de fumée...) qui apportent l'information au système automatisé. En aval, la fonction « action » est réalisée par des actionneurs (automatiques ou manuels) qui transforment un signal en opération physique, et qui sont donc couplés à des éléments terminaux. Typiquement, on peut retenir l'exemple de l'actionneur permettant le démarrage d'une pompe, la fermeture ou l'ouverture d'une vanne.

À quoi sert un actionneur ? La finalité d'un actionneur peut être l'aboutissement d'un procédé industriel, mais aussi l'activation d'un système de sécurité en constituant une barrière de prévention, d'atténuation ou de protection.

L'étude du Barpi a permis de mettre en évidence l'imputabilité d'un accident à un actionneur dans trois cas de figure :

– un ou plusieurs actionneurs sont à l'origine de l'accident ;

– un ou plusieurs actionneurs ont aggravé l'accident (par leur non-fonctionnement, plus rarement par leur fonctionnement) ;
– l'absence du (des) actionneur(s) a provoqué ou aggravé un accident.

La chimie/pharmacie concentre le tiers des accidents. Le nombre annuel d'accidents impliquant un ou plusieurs actionneurs a connu un fort accroissement à partir de 2005. Le développement concomitant de la mise en place d'actionneurs automatiques dans les différentes industries peut expliquer cette évolution. Leur fiabilité ayant ensuite été renforcée, le nombre d'accidents a diminué à partir de 2012.

Le secteur d'activité présentant le plus grand nombre d'accidents est celui de la chimie/pharmacie, avec le tiers des accidents recensés. Viennent ensuite les secteurs de l'industrie alimentaire, le raffinage et la métallurgie, qui représentent chacun environ 10 % des accidents.

Transferts de fluides et rejets de matières dangereuses. Les organes de transfert de fluide, vannes (36 %) et pompes (12 %), représentent à eux deux une part majoritaire dans les équipements impliqués dans les accidents. Parmi les phénomènes dangereux observés, les plus fréquents sont les rejets prolongés de matières dangereuses et/ou polluantes (77 %). Viennent ensuite l'incendie (29 %) et l'explosion (10 %).

Si le plus souvent c'est la défaillance ou l'absence d'un actionneur qui est à l'origine de ces accidents, la mise hors service volontaire d'un actionneur peut aussi en être la cause. Ce fut le cas au Japon en 2011 (Aria 40256), lorsqu'un séisme touchant l'île de Honshu a provoqué une fuite de GPL sur une canalisation rompue. La mise en sécurité automatique du circuit de

transport de gaz, pourtant déclenchée par les sismomètres, a été inopérante car la vanne de coupure automatique était shuntée en position ouverte à la suite de problèmes antérieurs de commande pneumatique. Et la procédure temporaire de fermeture manuelle de cette vanne, dans l'attente de la réparation, n'avait pu être mise en œuvre en raison d'une flaque importante de GPL. Non contenue, la flaque de GPL initiale s'est étendue sur un parc adjacent de sphères de butane/butylène. Un incendie s'est ensuite déclenché, suivi par une cascade de violentes explosions.

Des conséquences économiques, environnementales et humaines.

En parallèle de ces phénomènes dangereux, les répercussions économiques sont les plus significatives (72 %). Les dommages matériels sont liés à l'équipement à l'origine du sinistre, qui nécessite dans la

plupart des cas d'être remplacé. Des pertes d'exploitation sont observées dans le cas où l'accident entraîne la mise à l'arrêt ou le redémarrage des installations.

Quant à l'impact sur l'environnement, on constate des atteintes majeures au milieu naturel (pollution ou rejet dans l'atmosphère), les milieux aquatiques et dans les sols.

En termes de conséquences humaines, l'étude de l'échantillon fait apparaître 6 décès, liés à 6 accidents dont 5 explosions, concernant uniquement des employés (aucune victime « externe »). Depuis 20 ans, aucun décès n'est à déplorer suite à un accident ayant été causé par un actionneur.

Des défaillances matérielles dans deux tiers des cas.

Les défauts du matériel interviennent dans la majorité des cas observés. De manière plus fine, on constate tout

ACCIDENTS ILLUSTRATIFS

Pollution de l'eau par des phytosanitaires

16 novembre 2005, Ille-et-Vilaine (Aria n° 31023)

Dans une usine fabriquant des phytosanitaires, 4,5 m³ d'une solution anti-poux contenant des substances organophosphorées sont accidentellement déversés dans un cours d'eau. Ils polluent plusieurs ruisseaux et étangs sur au moins 4 km. Résultant conjointement de la défaillance d'une vanne automatique et d'une erreur humaine (ouverture d'une vanne manuelle) lors d'un transfert, le produit dangereux s'est échappé d'une cuve de stockage et s'est déversé dans une rétention mal dimensionnée. Les vapeurs de phytosanitaires incommodent 2 personnes. Des centaines de poissons morts sont découverts.

Projection d'ammoniaque lors d'une maintenance

22 septembre 2014, Loiret (Aria n° 45744)

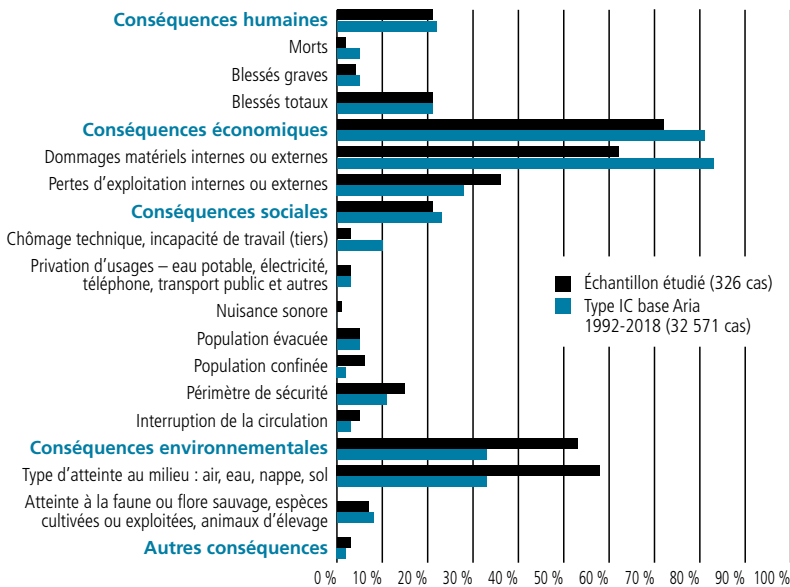
Dans une usine fabriquant des circuits imprimés, les pompes d'alimentations d'un bain de gravure se déclenchent inopinément alors qu'une opération de maintenance est en cours. Les deux agents en charge de l'inspection visuelle des buses d'injection reçoivent des projections d'ammoniaque et de chlorure d'ammonium. La machine n'a pas été mise en arrêt complet pour cette opération de maintenance hebdomadaire. Elle était en mode « attente ou chauffe ». Ce mode permet à l'automate de commander régulièrement des redémarrages des pompes pour homogénéiser le bain. L'exploitant modifie la procédure d'intervention en précisant l'obligation d'arrêt de la machine au niveau du sectionneur avant l'ouverture du module de gravure.

Explosion/incendie d'une unité d'eau oxygénée

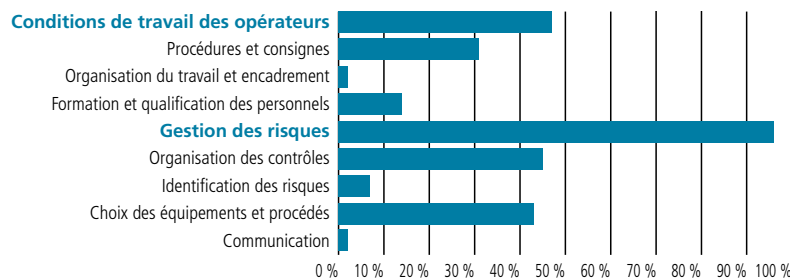
22 avril 1992, Isère (Aria n° 3536)

Une explosion perçue à des dizaines de kilomètres et un incendie détruisent 1 000 des 4 000 m² d'une unité d'eau oxygénée (H₂O₂) proche de réservoirs d'hydrogène et de chlore. L'accident résulte de la défaillance d'une carte d'alimentation électrique dans l'une des armoires du système de conduite (SNCC) de l'unité. Parmi les éléments aggravant la situation, il est précisé : automatisation partielle de l'arrêt d'urgence de l'unité, dispositifs de commande/sécurité non-indépendants agissant sur les mêmes organes, contrôle insuffisant du bon déroulement de la mise en sécurité des installations couplé à plusieurs opérations manuelles non réalisées par les opérateurs pour conforter l'arrêt de l'unité. Parmi les améliorations techniques prises après ce sinistre, il est à noter l'amélioration du système de contrôle/commande : système de sécurité assurant l'arrêt d'urgence indépendant du système de conduite, nouvelle salle de contrôle, amélioration du confort et de l'ergonomie des postes de travail. L'exploitant prévoit aussi : la redéfinition des missions des intervenants et l'amélioration de leur information/formation, la rédaction de consignes de sécurité adaptées, la réalisation d'études de dangers pour la fabrication, le transfert et le stockage d'H₂O₂...

Conséquences



Facteurs organisationnels



Retour d'expérience

d'abord des défauts internes propres à l'actionneur ou à son système de commande. Quand les dysfonctionnements internes touchent des systèmes de protection, par exemple les systèmes d'extinction automatique en cas d'incendie, la défaillance de l'actionneur peut entraîner une aggravation de l'événement en cours. Ensuite, on constate aussi des perturbations liées à la mauvaise conception du système instrumenté (non-conformité, dimensionnement inadapté, vice de fabrication...), et des altérations de l'actionneur qui ne peut plus, dès lors, remplir sa fonction (fuites, encrassement...).

Agressions externes et erreurs humaines. À côté des défauts matériels, on identifie également deux autres types de sources de dysfonctionnement de l'actionneur. Les agressions externes tout d'abord, comme la foudre ou le gel, ou bien les chocs et incendies détruisant la partie opérative.

En deuxième lieu, les interventions humaines sur les systèmes automatiques, qui apparaissent tout au long des phases de vie de l'installation. C'est le cas lors de la conception, de l'installation, de l'exploitation de l'actionneur. Et aussi tout particulièrement lors des opérations de maintenance, de contrôle et de travaux, qui demeurent des périodes critiques. Notons que des actions de malveillance peuvent aussi entraîner le non-fonctionnement d'un actionneur.

Enfin, certaines défaillances ont pour origine une perte d'utilités. Autrement dit une perte d'alimentation électrique, en air ou hydraulique. D'où la nécessité de bien étudier la mise en sécurité positive (vanne ouverte ou fermée par exemple) des actionneurs et les risques associés (rejet, pertes de production) en cas de perte d'utilité ou de signal.

L'analyse des causes profondes.

Au vu de la fréquence des perturbations due à une origine matérielle (67 %), on pourrait considérer qu'améliorer la fiabilité des actionneurs devrait suffire à éviter les accidents. C'est en partie vrai, mais trop superficiel. Il faut en effet remarquer qu'un incident résulte souvent de la conjonction de plusieurs dysfonctionnements. Comme la combinaison d'une intervention humaine non-requise associée à un défaut



Vanne cadennassable ouverte par erreur.

matériel, ou bien une défaillance d'automate doublée d'une intervention humaine inadaptée. Certains accidents ont donc pour origine une suite de défaillances.

La méthodologie du Barpi consiste à rechercher, derrière les trois catégories d'épiphénomènes que sont les défaillances matérielles, les agressions externes et les interventions humaines, les causes profondes des accidents impliquant un ou des actionneurs. Dans le cas des actionneurs, l'étude révèle que ces causes racines sont par essence d'ordre organisationnel.

Les principaux facteurs organisationnels impliqués.

Ces causes profondes concernent l'environnement de travail et les mesures de gestion du risque. Dans le top 3 des facteurs organisationnels impliqués, on peut identifier tout d'abord la conception et le choix des systèmes, qui peuvent être à l'origine des défauts suivants : fonction non pertinente de l'actionneur, problème de seuil de déclenchement, absence d'actionneur automatique, absence de retour de bon et/ou mauvais fonctionnement en salle de commande, absence de redondance.

On retrouve comme autre facteur organisationnel prépondérant, l'organisation des contrôles et de la maintenance. Les pannes, perte d'étanchéité ou encore les colmatages des actionneurs auraient pu ainsi être évités par des opérations d'entretien, de suivi et de test des équipements.

Enfin, en troisième position, on retrouve des manquements au niveau des procédures, consignes et formation. Leur absence, leur manque de clarté, leur méconnaissance ou leur non-respect ne permettent pas aux opérateurs de mener les actions appropriées.

Des recommandations techniques...

Il ressort de l'analyse des causes profondes de l'accidentologie une première série de recommandations d'ordre technique. La principale est l'examen de l'opportunité de la mise en place d'actionneurs automatiques dans les cas où ceux-ci étaient absents ou dans le cas où une action manuelle était requise à la place. Cette transformation doit s'accompagner d'une extrême vigilance. Il est important d'évaluer techniquement cette mise en place, en impliquant les experts concernés et en menant une analyse des risques.

D'autres recommandations passent par la simple modification de matériel (changement de matériaux de l'actionneur, simplification des systèmes...), la mise en place de redondances et d'alarmes complémentaires afin de détecter les défaillances. Dans ce dernier cas, la gestion de la priorité des alarmes doit requérir une attention particulière.

... et des prescriptions organisationnelles.

Au niveau de la conception des systèmes, l'amélioration passe par des vérifications, des essais et des modifications des actionneurs. Sur le plan des contrôles et de la maintenance, les bonnes pratiques induisent un renforcement des tests et de la maintenance préventive, une augmentation de la périodicité et du nombre de points de contrôle. Les procédures et les consignes, tout comme la formation, doivent impliquer tous les niveaux hiérarchiques et englober les sous-traitants. Les analyses de risque doivent faire l'objet de mises à jour, en prenant en compte les phases transitoires, particulièrement critiques.

Au vu de la complexification des procédés productifs induits par l'automatisation, ces dispositions organisationnelles sont prépondérantes. L'homme doit rester maître du système. Il est parfois le moyen ultime de rattraper les dérives possibles. Les automatismes industriels sont souvent considérés comme une source de compétitivité et un moyen d'affranchissement des contraintes humaines. Ces systèmes ne doivent pas faire l'économie de la sécurité, au risque de périls bien plus importants, qu'ils soient humains, financiers ou environnementaux.

Bernard Jaguenaud

d'après une synthèse du Barpi