

Dérives des capteurs ou des organisations ?

Dans ce second volet sur les capteurs, utilisés en particulier dans les industries chimiques et agro-alimentaires, nous nous penchons sur l'organisation de leur surveillance et les causes des accidents.

L'article précédent sur les accidents français depuis 1992, répertoriés dans la base de données Aria (analyse, recherche et information sur les accidents), et mettant en cause des capteurs (*Face au Risque* n° 487) concluait que ces derniers permettent d'améliorer globalement le niveau de sécurité des installations industrielles, mais peuvent aussi être à l'origine ou aggraver un accident. Ce second article s'attache à présenter les causes profondes de ces accidents, pour dépasser le simple constat d'un dysfonctionnement matériel de l'équipement. Ainsi, les causes des accidents de capteurs peuvent être classées en trois grandes catégories :

La panne, cause la plus fréquente d'accident, trouve presque toujours son origine dans un usage ou un entretien inadapté du capteur.

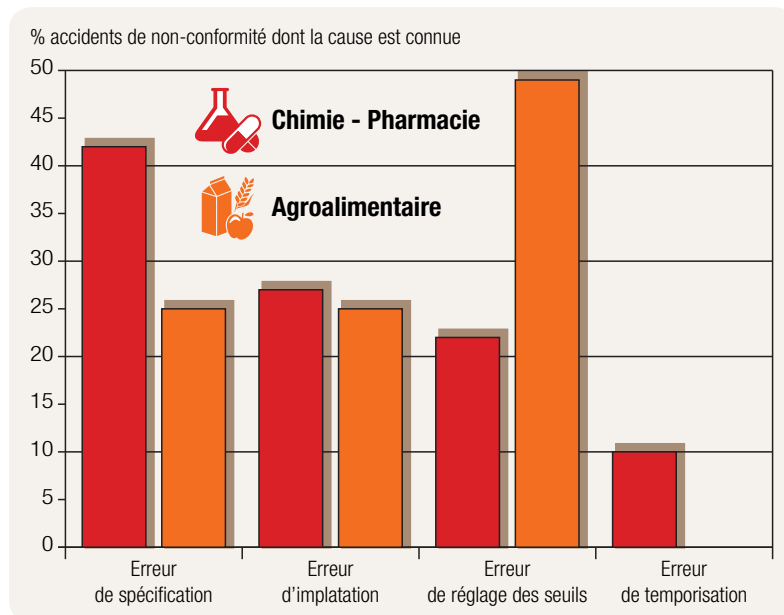
tion plus fréquents dans le secteur de la chimie aux installations plus complexes, alors que les erreurs de réglage ou d'implantation prédominent dans l'agroalimentaire avec des « installations dangereuses » de type équipements de chauffage et de réfrigération (*voir fig. 1*). *A contrario*, une plus grande standardisation de l'instrumentation et des procédés plus homogènes dans des secteurs

comme le raffinage ou la métallurgie peuvent expliquer le faible nombre d'accidents mettant en cause ce type de non-conformité.

Des pannes en cours d'exploitation, même si les capteurs ont été correctement spécifiés et réglés. Cette catégorie est majoritaire dans les accidents étudiés avec plus de 48 % des événements mettant en cause le dysfonctionnement du capteur et ce quel que soit le secteur concerné. Les pannes les plus fréquentes ont pour principales origines des erreurs d'installation ou de mise en œuvre, ainsi qu'un entretien insuffisant des capteurs : mauvais branchement,

L'inadaptation du capteur à la fonction pour laquelle il a été installé. Il peut s'agir d'une mauvaise spécification, d'une erreur d'implantation, d'erreurs de réglage (seuils ou temporisation), etc. Un sondage réalisé en 2001 auprès de 192 sites industriels français a ainsi montré que 35 % des dysfonctionnements de capteur résultaient d'erreurs de configuration (cf. également la revue *Mesure*, « Les industriels et leur instrumentation de process », n° 744, avril 2002). Dans la base Aria, cette cause est identifiée dans 31 % des accidents mettant en cause les industries chimiques et agroalimentaires. Dans ces deux secteurs, une analyse plus fine permet de pointer des problèmes de spécifica-

Fig. 1 ▶
Répartition des causes de non-conformité des capteurs en chimie et agroalimentaire.





▲ Sondes de niveaux à lames vibrantes encrassées.

▼ Fig. 2

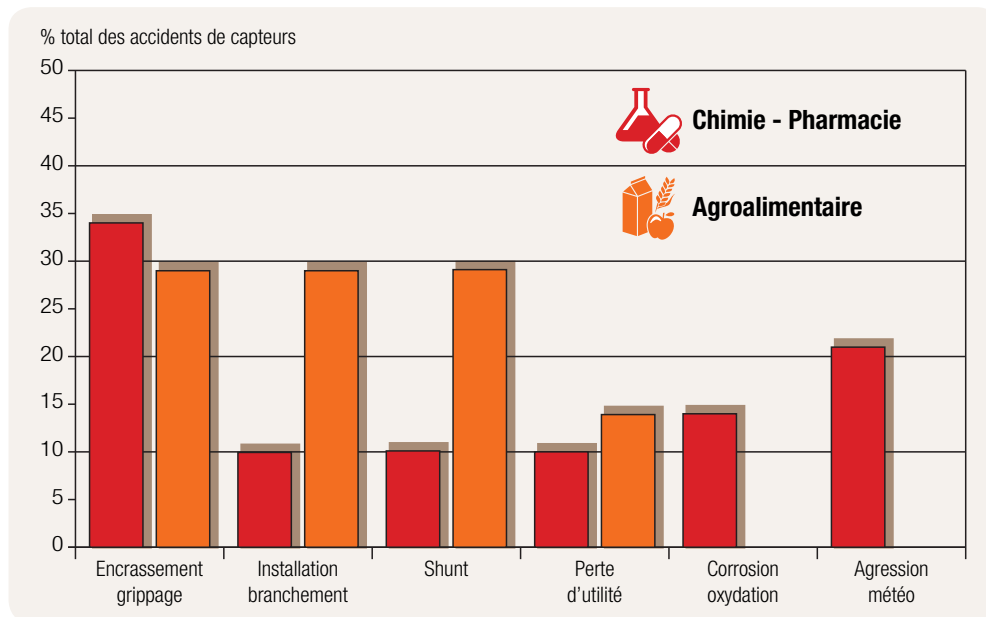
Répartition des causes de panne des capteurs en chimie et agroalimentaire.

shunt volontaire ou involontaire en phase d'exploitation ou de maintenance, encrassement ou grippage des composants, corrosion ou oxydation des composants du capteur

non détectées à temps. *A contrario*, les causes vraiment externes à l'exploitation des installations, agressions météorologiques et pertes d'utilités, restent minoritaires avec

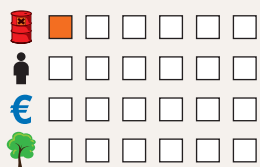
moins du tiers des causes connues dans l'industrie chimique et le secteur agroalimentaire (voir fig. 2).

Des fausses détections particulièrement propices à la survenue d'un accident, car difficiles à détecter en phase d'exploitation. Ainsi, dans les secteurs du raffinage et de la chimie, 20 % des accidents de capteurs sont imputables à de telles défaillances. Parmi celles-ci, dans l'industrie chimique, les dérives de la mesure dans le temps prédominent par rapport aux défauts d'étalonnage, les perturbations électromagnétiques restant très minoritaires (voir fig. 3). Cette 3^e catégorie de cause est particulièrement illustrative des défaillances d'organisation que l'on retrouve dans les procédures de suivi et d'entretien des capteurs industriels, comme le confirme le sondage réalisé en 2001 sur les sites industriels français (cf. « Le capteur, un allié de la sécurité ? », 2012, 30 pages. Téléchargeable librement sur le site aria.developpement-durable.gouv.fr), montrant que seulement



QUELQUES ACCIDENTS ILLUSTRATIFS

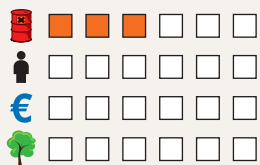
SEUIL DE DÉTECTION TROP ÉLEVÉ ET FUITE TOXIQUE



12 février 2007. Dans une usine chimique, une fuite gazeuse a lieu sur un wagon-citerne en dépotage contenant 50 m³ de bisulfure de carbone. La fuite sur un piquage du wagon est repérée visuellement par l'opérateur (bullage sur le piquage lié à l'eau de pluie).

L'établissement déclenche son plan d'opération interne (POI). Les pompiers abattent les vapeurs avec trois lances-canons et quatre employés du site sous scaphandres ferment la bride, ainsi que l'ouverture du trou d'homme et installent une douche sur le toit de la citerne. L'exploitant évacue la zone et confine les employés. Étalonnés à 12 % de la LIE, les quatre capteurs en place n'ont pas détecté le gaz.

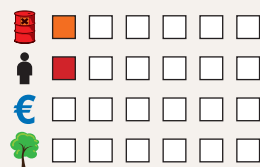
CAPTEURS ENCRASSÉS ET EMBALLEMENT DE RÉACTION



22 juillet 2000. Lors d'une copolymérisation styrène/acrylonitrile dans une usine chimique, l'opérateur en salle de contrôle détecte vers 22h40 une montée en température anormale (125 °C) de l'un de ses réacteurs de 75 m³. L'écran de visualisation de la salle de contrôle

confirme la demande de refroidissement. Un opérateur se rend alors vers l'aéroréfrigérant pour visualiser le niveau d'eau du bassin et constate que le niveau très bas est atteint; l'appoint en eau industrielle ne se fait plus. L'agent ne parvient pas à réamorcer les pompes de refroidissement et l'opérateur en salle de contrôle déclenche la procédure d'urgence prévue pour un emballement du réacteur [...]. La procédure s'avère inefficace, chaque charge ne faisant chuter la température que de 0,7 °C [...]. Le volume du réacteur ne permettant pas d'ajout supplémentaire, un inhibiteur de réaction est alors introduit pour éviter la prise en masse du produit avant sa vidange dans le dispositif « vide-vite » placé sous le réacteur; 65 t de mélange styrène-acrylonitrile sont concernées. Lors de la vidange, les limites du procédé étaient atteintes (température de 140 °C, pression de 5,2 bars). L'emballement thermique résulte d'un manque d'eau dans le circuit jaquette lié à un niveau bas dans le bassin de réception des eaux associé à l'aéro-réfrigérant atmosphérique. L'exploitant inspecte le bassin et constate que les deux sondes à lames vibrantes sont encrassées. La défaillance de la sonde de niveau « bas » n'a pas permis de déclencher l'ouverture automatique de la vanne d'appoint en eau du bassin. Quant à la sonde de niveau « très bas », son encrassement est tel que l'alarme en salle de contrôle ne s'est pas déclenchée.

EXPLOSION LIÉE À LA DÉRIVE D'UNE MESURE



24 décembre 2007. Dans une usine de biocarburant (bioéthanol) obtenu par fermentation du blé, une explosion de poussières à 12 h au niveau

du sécheur de drèches fait éclater le joint d'entrée des buées surchauffées dans le tube sécheur et provoque l'ouverture de plusieurs trappes de décharge. Les dispositifs de sécurité du sécheur (injection d'eau et de vapeur dans le tambour) s'activent automatiquement permettant de circonscrire le sinistre. Les secours se rendent sur place mais n'ont pas à intervenir. Deux employés sont légèrement blessés. Les dommages matériels sont minimes. Le sécheur était en redémarrage après un arrêt pour bourrage de produit en sortie de ligne. La non-alimentation en drèches humides de la trémie du sécheur provoque alors une entrée d'air et un excès d'oxygène (O₂) dans le tambour, habituellement déficitaire en O₂. Le peseur défaillant de la trémie ne déclenche pas les dispositifs de sécurité et le brûleur est allumé malgré le manque de produit, provoquant l'inflammation des farines de drèches présentes et l'explosion. Selon l'exploitant, la défaillance du système de pesage est due à une dérive dans le tarage des trois pesons de la trémie; elle était vide alors que le pupitre de la salle de contrôle indiquait la présence de 200 kg de drèches. L'alarme de niveau bas (seuil 100 kg) ne s'est donc pas déclenchée. De plus, l'explosion s'est produite à une température inférieure au seuil d'asservissement des deux sondes thermiques.

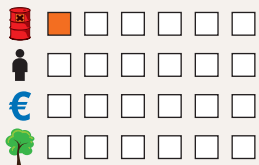


▲ Étalonnage régulier des capteurs... une nécessité !

> Indices accidents



CAPTEUR DU PROCÉDÉ EN PANNE ET SÉCURITÉ MAL ÉTALONNÉE



22 octobre 2011. Lors d'un transfert d'essence sans plomb entre deux bacs dans un dépôt pétrolier, une alarme vers 20 h signale la présence de vapeurs d'hydrocarbures dans un local attenant. Constatant que le bac récepteur déborde, l'opérateur stoppe le transfert, mais 25 m³ d'essence se sont écoulés dans la cuvette de rétention autour du bac. La vanne de vidange de cette cuvette étant en position ouverte, une partie de l'hydrocarbure déversé rejoint les égouts du parc de stockage heureusement non relié à l'extérieur. Le plan d'opération interne (POI) est activé à 20h30. L'équipe d'intervention interne et les pompiers établissent un tapis de mousse sur la cuvette de rétention, puis contrôlent en continu l'explosivité de l'atmosphère. Une société spécialisée pompe dans la soirée la totalité de l'essence collectée dans la cuvette. Aucune pollution des eaux n'est à déplorer et le POI est levé vers 16h45. Aucun des deux instruments indépendants mesurant le niveau des hydrocarbures dans le bac n'a fonctionné. Le capteur à plongeur d'alarme de « niveau très haut » présentait une défaillance mécanique alors qu'il avait passé avec succès son dernier test annuel. Le second capteur de type radar était opérationnel mais donnait une mesure erronée. La présence d'eau sur les 2/3 de la hauteur du puits de mesure de l'appareil entraînait en effet une différence de 3 m entre le niveau réel d'hydrocarbure dans le bac et celui mesuré dans le puits.



▲ Banc d'étalonnage en ligne de débitmètres.

Un contrôle régulier des performances du capteur permettrait d'éviter jusqu'à 20 % des accidents.

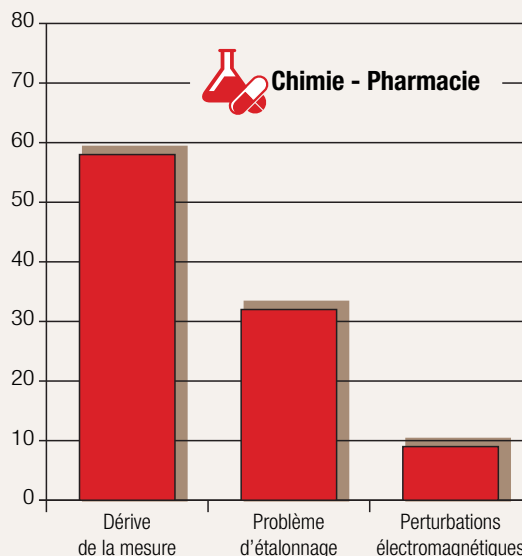
3 % des sondés affirmaient suivre la périodicité d'étalonnage recommandée par leurs fournisseurs. En conclusion, l'examen des causes profondes de ces événements dans la base Aria mettant tous en cause des capteurs révèle que les deux tiers des accidents étudiés pointent en réalité et avant tout une organisation manquant de rigueur dans la spécifica-

tion et le suivi de ces équipements à l'efficacité pourtant prouvée en matière de prévention et de protection. Il est important de retenir que cette efficacité ne peut jouer à plein que si la formation et la qualité du travail des hommes choisissant, utilisant ou entretenant ces capteurs est à la hauteur des bénéfices apportés par cet équipement. ■

Didier Pitrat

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels (Barpi)

% accidents de fausse détection dont la cause est connue



◀ Fig. 3

Répartition des causes de fausse détection des capteurs en chimie.